



Balai Konservasi Borobudur
Direktorat Jenderal Kebudayaan
Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

MODUL PELATIHAN TENAGA TEKNIS PEMUGARAN TINGKAT DASAR 2013



BALAI KONSERVASI BOROBUDUR

Jl. Badrawati Borobudur Magelang 56553
Telp.(0293) 788175,788225 Fax. (0293) 788367

720288
MHR
m

MODUL PELATIHAN TENAGA TEKNIS PEMUGARAN TINGKAT DASAR 2013

PENGANTAR PEMETAAN SITUS CAGAR BUDAYA
(Ismijono)

PENGANTAR PENGAMBARAN BANGUNAN CAGAR BUDAYA
(Ismijono)

PENGANTAR SISTEM REGISTRASI PEMUGARAN
(Darmojo)

DOKUMENTASI CAGAR BUDAYA
(Drs. Marsis Sutopo, M.Si)

ETIKA PROFESI
(Drs. Marsis Sutopo, M.Si)

OBSERVASI KERUSAKAN ARSITEKTURAL DAN STRUKTURAL
(Ismijono)

PENGANTAR ARSITEKTUR
(Prof. Dr. Totok Roesmanto)

PENGANTAR MEKANIKA TEKNIK
(Dr. es. sc. tech. Ir. Ahmad Rifa'i, M. T)

PELATIHAN MEKANIKA TANAH
(Dr. es. sc. tech. Ir. Ahmad Rifa'i, M. T)



REDAKSI

Penanggung Jawab :

Drs. Marsis Sutopo, M.Si
Kepala Balai Konservasi Borobudur

Editor :

Iskandar M. Siregar, S.Si

Redaktur :

Fr. Dian Ekarini, S.Si
Henny Kusumawati, S.S
Rony Muhammad, S.T

Tata Letak :

Ihwan Nurais

Telp. (0293) 788175, 788225

Fax. (0293) 788367

Email :

balai@konservasiborobudur.org
konservasiborobudur@yahoo.com

Website :

www.konservasiborobudur.org

SAMBUTAN

KEPALA BALAI KONSERVASI BOROBUDUR

Perubahan tugas dan fungsi Balai Konservasi Borobudur dari Peraturan Menteri Kebudayaan dan Pariwisata Nomor : PM.40/OT.001/MKP-2006 tanggal 7 September 2006 ke Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 55 Tahun 2012 tentang Organisasi dan Tata Kerja Balai Konservasi Borobudur, tidak menjadikan tusi Balai Konservasi Borobududur menyempit bahkan semakin melebar. Hal ini sejalan dengan perpindahan kementerian yang menaungi Balai Konservasi Borobudur yang sebelumnya berada di bawah Kementerian Kebudayaan dan Pariwisata, sejak tahun 2012 berganti di bawah Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.

Salah satu fungsi Balai Konservasi Borobudur adalah pengembangan tenaga teknis peninggalan purbakala. Dalam mewujudkan fungsi tersebut Balai Konservasi Borobudur setiap tahun menyelenggarakan pelatihan tenaga teknis baik dibidang konservasi maupun pemugaran dengan berbagai jenjang dasar, menengah dan tinggi. Tujuan utama dalam penyelenggaraan pelatihan tenaga teknis ini adalah untuk mencetak tenaga-tenaga konservator dan pemugar yang terampil dan profesional dalam rangka pelestarian cagar budaya di seluruh Indonesia.

Pada tahun 2013 ini Balai Konservasi Borobudur melanjutkan pembuatan materi-materi tentang pelatihan tenaga teknis pemugaran tingkat dasar yang telah dimulai tahun 2012. Pembuatan modul-modul pelatihan tenaga teknis baik dibidang konservasi maupun pemugaran ini diperkirakan akan selesai pada tahun 2014. Dengan adanya modul pelatihan ini maka materi-materi yang diberikan dalam kegiatan pelatihan akan semakin bermutu dan sesuai dengan permasalahan pelestarian di seluruh wilayah Indonesia.

Pelatihan tenaga teknis baik bidang konservasi dan pemugaran jenjang dasar, output yang diharapkan adalah peserta pelatihan mampu mengenal dan memahami permasalahan pelestarian dan tindakan yang yang sebaiknya diambil, sedangkan pada jenjang menengah, peserta diharapkan akan mampu melaksanakan kegiatan konservasi maupun pemugaran dengan terampil dan pada jenjang tinggi, peserta diharapkan sudah mampu merencanakan, menganalisis dan melaksanakan kegiatan konservasi dan pemugaran secara integral.

Dengan adanya modul-modul pembelajaran untuk pelatihan tenaga teknis pemugaran tingkat dasar ini, bisa memberikan pedoman dan arahan peserta untuk lebih mengenal dan memahami mengenai permasalahan-permasalahan pemugaran dalam upaya pelestarian cagar budaya. Semoga modul-modul ini bermanfaat dalam peningkatan kompetensi peserta pelatihan.

Borobudur, Desember 2013
Kepala Balai Konservasi Borobudur

Drs. Marsis Sutopo, M.Si

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, berkat rahmat dan hidayah-Nya penyusun dapat menyusun Modul Pelatihan Tenaga Teknis Pemugaran Tingkat Dasar. Modul ini berisi materi yang disampaikan dalam pelatihan tenaga teknis pemugaran tingkat dasar. Materi tersebut telah disesuaikan dengan kurikulum dan rancang bangun program pembelajaran (RBPP) yang sudah disusun oleh Balai Konservasi Borobudur, sehingga modul pelatihan ini diharapkan dapat menjadi arahan dan acuan baik bagi pengajar maupun pengelola pelatihan tenaga teknis pemugaran tingkat dasar dalam menyelenggarakan pelatihan.

Penyusunan modul pelatihan tenaga teknis pemugaran tingkat dasar ini merupakan lanjutan dari program tahun sebelumnya yang belum lengkap materi-materi pembelajaran tentang pemugaran tingkat dasar.

Dalam penyusunan modul pelatihan ini tentunya melibatkan berbagai pihak yang ikut membantu hingga modul ini selesai disusun dan dicetak, oleh karena itu penyusun mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kepala Balai Konservasi Borobudur yang telah memberikan masukan dan arahan dalam penyusunan modul pelatihan ini.
2. Drs. Marsis Sutopo, M.Si yang telah menyumbangkan beberapa tulisan dalam bentuk materi pelatihan.
3. Prof. Dr. Totok Roesmanto dan Dr. es. sc. tech. Ir. Ahmad Rifa'i, M.T, selaku akademisi yang telah menyumbangkan tulisannya.
4. Ismijono, selaku pakar pemugaran yang telah menyumbangkan pemikiran, ide dan gagasan dalam penyusunan artikel materi pelajaran.
5. Darmojo, selaku pakar pemugaran yang telah menyumbangkan tulisannya.
6. Serta pihak-pihak lain yang ikut membantu dalam penyusunan, pencetakan dan penerbitan modul pelatihan ini.

Penyusun menyadari bahwa modul ini masih belum sempurna, oleh karena itu kami mengharap masukan dan saran pembaca untuk perbaikan modul ini dalam penerbitan berikutnya. Semoga materi yang telah disampaikan dalam modul ini dapat bermanfaat bagi pengajar, instruktur, peserta pelatihan, pengelola pelatihan dan pihak-pihak lain yang membutuhkan.

Borobudur, Desember 2013

Penyusun

DAFTAR ISI

SAMBUTAN KEPALA BALAI KONSERVASI BOROBUDUR	3
KATA PENGANTAR	5
DAFTAR ISI.....	6

PENGANTAR PEMETAAN SITUS CAGAR BUDAYA

Oleh : Ismijono

BAB I PENDAHULUAN	12
BAB II PEMETAAN SITUS CAGAR BUDAYA.....	13
A. Pengertian	13
B. Maksud dan Tujuan	13
C. Ruang Lingkup	13
D. Kegunaan Peta	14
BAB III CARA KERJA PEMETAAN	15
A. Pengenalan Alat Pemetaan	15
B. Pemetaan Situasi Candi	21
C. Pemetaan Kedudukan Candi	26
BAB IV PENUTUP	29
DAFTAR PUSTAKA	30

PENGANTAR PENGAMBARAN BANGUNAN CAGAR BUDAYA

Oleh : Ismijono

BAB I PENDAHULUAN	32
BAB II PENGAMBARAN BANGUNAN CAGAR BUDAYA	33
A. Pengertian	33
B. Maksud dan Tujuan	33
C. Ruang Lingkup	33
D. Kegunaan Gambar	34
BAB III CARA KERJA PENGAMBARAN	35
A. Penggambaran Bangunan Cara Manual	36
B. Penggambaran Bangunan Cara Modern	38
BAB IV PENUTUP	45

PENGANTAR SISTEM REGISTRASI PEMUGARAN

Oleh : Darmojo

BAB I	PENDAHULUAN	47
	A. Latar Belakang	47
	B. Deskripsi Singkat	49
	C. Tujuan Pembelajaran	49
BAB II	POKOK BAHASAN	50
	A. Tata Nama (nomenclature)	50
	B. Pemberian Nomor Kode Pada Bahan Penyusun Bangunan Dari Batu	57
	C. Pemberian Nomor Kode Pada Bahan Penyusun Bangunan Dari Kayu (Rumah Tradisional)	63
BAB III	PENUTUP	64
LAMPIRAN		65

DOKUMENTASI CAGAR BUDAYA

Oleh : Drs. Marsis Sutopo, M.Si

BAB I	PENDAHULUAN	79
BAB II	DOKUMENTASI CAGAR BUDAYA	81
BAB III	PERALATAN FOTOGRAFI CAGAR BUDAYA	84
	A. Peralatan Teknis	84
	B. Bahan	86
BAB IV	PEMOTRETAN CAGAR BUDAYA	87
BAB V	PENYIMPANAN DOKUMEN	89

ETIKA PROFESI

Oleh : Drs. Marsis Sutopo, M.Si

BAB I	PENDAHULUAN	91
BAB II	PENERAPAN ETIKA DALAM ORGANISASI	93
BAB III	PROFESI DAN KODE ETIK	94
BAB IV	KODE ETIK ARKEOLOGI INDONESIA	96
BAB V	PENUTUP	101

OBESERVASI KERUSAKAN ARSITEKTURAL DAN STRUKTURAL

Oleh : Ismijono

BAB I PENDAHULUAN	103
BAB II TEKNOLOGI DAN STRUKTUR BANGUNAN CAGAR BUDAYA	104
A. Punden Berundak	104
B. Bangunan Candi Bahan Batu	106
C. Bangunan Candi Bahan Bata	107
D. Bangunan Tradisional Bahan Kayu	109
E. Bangunan Kolonial	111
BAB III OBSERVASI KERUSAKAN ARSITEKTURAL DAN STRUKTURAL	115
A. Kerusakan Bangunan Cagar Budaya	115
B. Faktor Penyebab dan Mekanisme Proses Kerusakan	120
BAB IV PENUTUP	121
DAFTAR PUSTAKA	122

PENGANTAR ARSITEKTUR

Oleh : Prof. Dr. Totok Roesmanto

BAB I PENDAHULUAN	124
A. Latar Belakang	124
B. Deskripsi Singkat	125
C. Kompetensi Dasar	125
D. Indikator Keberhasilan	126
BAB II ARSITEKTUR	127
A. Pengertian Arsitektur	127
B. Perkembangan Pengertian Arsitektur	128
C. Bangunan Sebagai Karya Arsitektur	130
D. Perencanaan dan Perancangan Arsitektur	131
E. Elemen Dasar Pewujud Karya Arsitektur	132
1. Fungsi Bangunan	132
2. Struktur dan Konstruksi Bangunan	132
3. Estetika Bangunan	134
BAB III TIPOLOGI ARSITEKTUR BANGUNAN CAGAR BUDAYA	136
A. Tipologi Arsitektur	136
B. Arsitektur Pra-Sejarah	136

C. Arsitektur Percandian	138
1. Fungsi Bangunan Candi	139
2. Struktur dan Konstruksi Bangunan Candi	139
3. Estetika pada Bangunan Candi	142
D. Arsitektur Tradisional di Nusantara	147
1. Arsitektur Tradisional Jawa	149
2. Arsitektur Tradisional Bali	154
3. Rekonstruksi Arsitektur Tradisional	154
E. Arsitektur Vernakular Bercitra Tradisional	155
F. Arsitektur Modern/Kiwari	157
1. Arsitektur Indis	159
2. Arsitektur Pecinan	160
3. Arsitektur Jengki	161
DAFTAR PUSTAKA	162

PENGANTAR MEKANIKA TEKNIK

Oleh : Dr. es. sc. tech. Ir. Ahmad Rifa'i, M. T

PENGANTAR	166
BAB I GAYA	167
BAB II REAKSI.....	170
BAB III BEBAN	172
BAB IV KONSTRUKSI SEDERHANA (<i>SIMPLE BEAM</i>)	175
A. Konstruksi Sederhana Dengan Beban Titik	175
B. Konstruksi Sederhana Dengan Beban Terbagi Merata	182
C. Konstruksi Sederhana Dengan Beban Segitiga	184
BAB V KONSTRUKSI CANTILEVER	186
A. Konstruksi Cantilever dengan Beban Titik P Tegak terhadap Batang AB	186
B. Konstruksi Cantilever dengan Beban Titik P yang Miring terhadap Batang AB	187
C. Konstruksi Cantilever dengan Beban Terbagi Merata Sebesar $Q \text{ ton/m'}$	188
D. Konstruksi Sederhana Dengan Beban Segitiga	189
BAB VI KONSTRUKSI BATANG GERBER (<i>COMPOUND SYSTEM</i>)	190
BAB VII CONTOH SOAL	193

PENGANTAR MEKANIKA TANAH

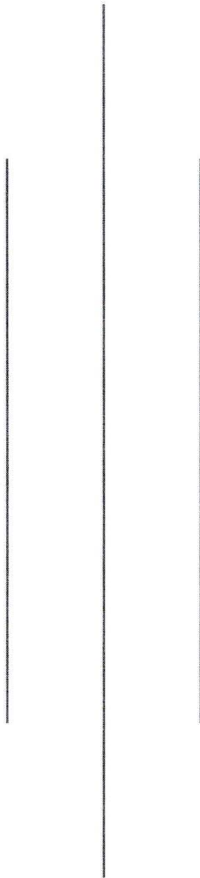
Oleh : Dr. es. sc. tech. Ir. Ahmad Rifa'i, M. T

BAB I	PENDAHULUAN	212
	A. Pengertian Mekanika Tanah	212
	B. Siklus Batuan dan Asal Tanah	214
	C. Peranan Mekanika Tanah	219
BAB II	SIFAT TEKNIS TANAH DAN KLASIFIKASI	221
	A. Elemen Tanah	221
	B. Sifat Teknis Tanah	222
	C. Gradasi Ukuran Butiran dan Klasifikasi Tanah	224
	D. Latihan	231
BAB III	KUAT GESER DAN DAYA DUKUNG TANAH	232
	A. Kuat Geser Tanah	232
	B. Kuat Dukung Tanah	235
BAB IV	PENYELIDIKAN TANAH	237
BAB V	FONDASI BANGUNAN	244
	A. Fondasi dan Perancangan	244
	B. Contoh Analisis	248
	DAFTAR PUSTAKA	249

PENGANTAR PEMETAAN SITUS CAGAR BUDAYA

Oleh :

Ismijono



BAB I

PENDAHULUAN

Dalam rangka meningkatkan pengetahuan, keahlian, keterampilan dan sikap untuk dapat melaksanakan tugas-tugas pelestarian cagar budaya secara profesional dipandang perlu dilakukan pelatihan. Dalam hal ini salah satu diantaranya adalah pelatihan tenaga teknis pemugaran cagar budaya. Pelatihan ini merupakan bagian dari upaya meningkatkan pengetahuan dan kemampuan khususnya terkait dengan perlindungan cagar budaya yang di dalamnya mencakup masalah penyelamatan, pengamanan, zonasi, pemeliharaan dan pemugaran.

Untuk memberikan bekal kemampuan kepada peserta pelatihan diperlukan materi bahasan dengan merujuk pada beberapa referensi yang relevan untuk menunjang kelengkapan dan validitas materi. Terkait dengan hal tersebut, penulisan modul pelatihan dengan judul pengantar pemetaan situs cagar budaya ini merupakan salah satu materi utama yang akan membahas tentang tentang pengertian, maksud dan tujuan pemetaan, ruang lingkup dan kegunaan peta serta cara kerja pemetaan situs cagar budaya.

Pembahasan materi tersebut di atas merupakan proses belajar mengajar dalam rangka mewujudkan tenaga teknis yang memiliki kompetensi dalam mengenal dan memahami tujuan pembuatan peta dan cara kerja pemetaan. Melalui pelatihan ini diharapkan peserta dapat melakukan pemetaan situs cagar budaya untuk menunjang kegiatan pemugaran khususnya maupun untuk kepentingan pelestarian cagar budaya pada umumnya.

BAB II

PEMETAAN SITUS CAGAR BUDAYA

A. Pengertian

1. Pemetaan situs cagar budaya adalah kegiatan pembuatan peta rupa bumi yang menggambarkan kenampakan suatu lokasi di darat atau di air yang mengandung benda cagar budaya, bangunan cagar budaya, atau struktur cagar budaya.
2. Peta situs cagar budaya adalah peta tematik yang menggambarkan kenampakan khusus tentang hasil kegiatan manusia atau bukti kejadian pada masa lalu yang memiliki potensi nilai, informasi dan promosi cagar budaya.

B. Maksud dan Tujuan

Pemetaan situs cagar budaya merupakan tahapan pekerjaan pendahuluan dalam rangka pendataan secara akurat suatu lokasi yang mengandung cagar budaya dalam bentuk gambar proyeksi dua dimensi yang selanjutnya disebut peta situs cagar budaya.

Informasi yang dihasilkan dari pemetaan yang akurat mempunyai makna penting untuk rujukan dalam menyusun strategi pelestarian cagar budaya pada umumnya maupun untuk menunjang kegiatan pemugaran pada khususnya.

C. Ruang Lingkup

Pemetaan situs cagar budaya ini meliputi pemetaan situasi cagar budaya dan pemetaan kedudukan bangunan cagar budaya. Pembuatan kedua peta tersebut merujuk pada tata cara pemetaan topografi yang menggambarkan kenampakan unsur alami dan kenampakan unsur kultural. Kenampakan unsur alami dalam hal ini antara lain pegunungan, lembah, sungai dan lautan sedangkan kenampakan unsur kultural dalam hal ini adalah situs cagar budaya hasil kegiatan manusia masa lalu dan hasil kegiatan manusia sekarang seperti

lahan pertanian, permukiman, batas kepemilikan, jalan raya atau jalan desa yang disajikan dengan seteliti mungkin tergantung pada skala peta.

D. Kegunaan Peta

Secara umum peta situs cagar budaya sangat dibutuhkan untuk menunjang berbagai kegiatan dalam rangka pelestarian dan perlindungan cagar budaya. Beberapa diantaranya untuk menunjang kegiatan:

- penyelamatan
- pengamanan
- zonasi
- pemeliharaan
- pemugaran
- pengembangan dan pemanfaatan.

Untuk kepentingan pemugaran, selain berfungsi sebagai dokumen yang meng gambarkan keadaan situs sebelum dilakukannya kegiatan (peta eksisting), juga dipakai sebagai rujukan dalam mempersiapkan berbagai gambar kerja untuk pedoman pelaksanaan. Beberapa di antaranya untuk:

- penempatan areal kerja pemugaran;
- perbaikan kedudukan bangunan;
- penataan bangunan dan lingkungan;
- observasi stabilitas struktur bangunan;
- penelitian, revitalisasi dan adaptasi

BAB III

CARA KERJA PEMETAAN

Secara garis besar metode pemetaan topografi dapat dikelompokkan menjadi tiga yaitu metode terestris, metode fotogrametris dan foto udara. Lingkup kegiatannya terbagi atas tiga macam pekerjaan yaitu pengukuran topografi, pengolahan data ukuran dan penggambaran peta. Pemetaan topografi dengan metode terestris, dalam hal ini semua pekerjaan pengukuran topografi dilakukan dilapangan dengan menggunakan alat ukur seperti theodolit dan autolevel. Sementara pengukuran topografi dengan metode fotogrametris, selain dapat dilakukan langsung di lapangan dengan menggunakan kamera metrik dapat pula dilakukan dengan teknik pemotretan dari udara. Sedangkan metode foto udara merupakan hasil pemotretan sebagian kecil permukaan bumi menggunakan kamera udara yang dipasang di atas pesawat terbang.

A. Pengenalan Alat Pemetaan

Dalam pelatihan ini hanya akan diperkenalkan pemetaan topografi dengan metode terestris, dalam hal ini semua pekerjaan pengukuran topografi dilakukan di lapangan dengan menggunakan peralatan ukur seperti:

- Theodolit untuk pengukuran sudut;
- BTM atau Theodolite kompas untuk pengukuran arah utara magnit (Azimuth);
- Waterpas autolevel untuk pengukuran beda tinggi;
- Target dan unting-unting untuk alat bantu pengukuran/pembidikan;
- Rool meter atau pita ukur untuk pengukuran jarak;
- Alat tulis dan gambar serta kelengkapan perlindungan alat.

Dalam pelatihan ini akan mengambil contoh cara kerja pemetaan yang pernah dilakukan di Borobudur dalam rangka pelaksanaan pemugaran candi. Pemetaan situs candi ini meliputi pemetaan situasi dan pemetaan kedudukan candi dengan menggunakan peralatan sebagaimana dikemukakan di atas. Contoh pemetaan ini dimaksudkan untuk memberikan pemahaman bagaimana pengukuran dilakukan hingga memperoleh gambar proyeksi rupa bumi yang menggambarkan kenampakan cagar budaya dengan menggunakan skala sesuai kebutuhan. Melalui pelatihan semacam ini ini diharapkan peserta dapat melakukan pemetaan di tempat lain sesuai kebutuhan dengan mempertimbangkan situasi dan kondisi setempat.

Peralatan Pengukuran Topografi dengan Metode Teresteris

(Sumber : BKB)



Foto 1. BTM (KERN)

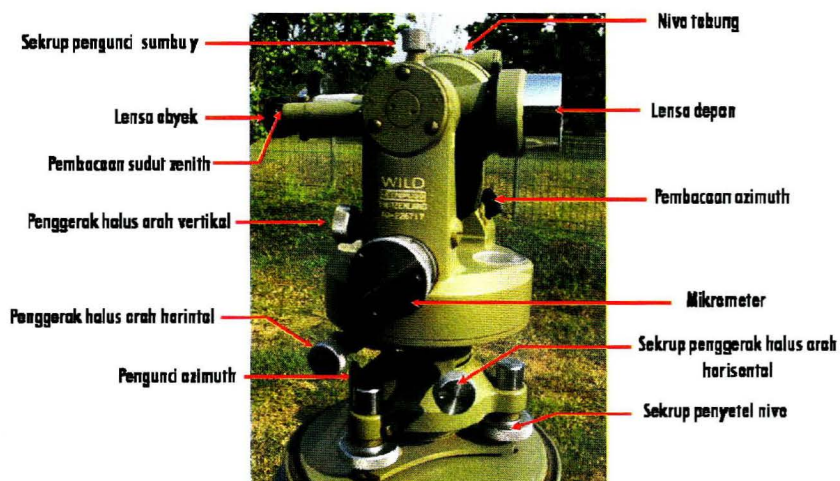


Foto 2. BTM (WILD T0)

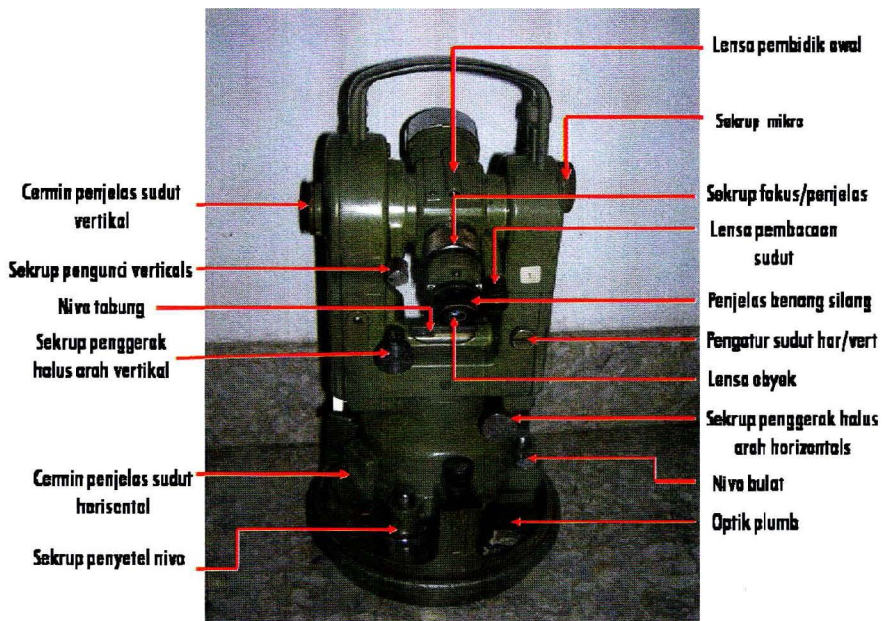


Foto 3. Theodolite (WILD T2)



Foto 4. Theodolite (TOPCON TL-6G)

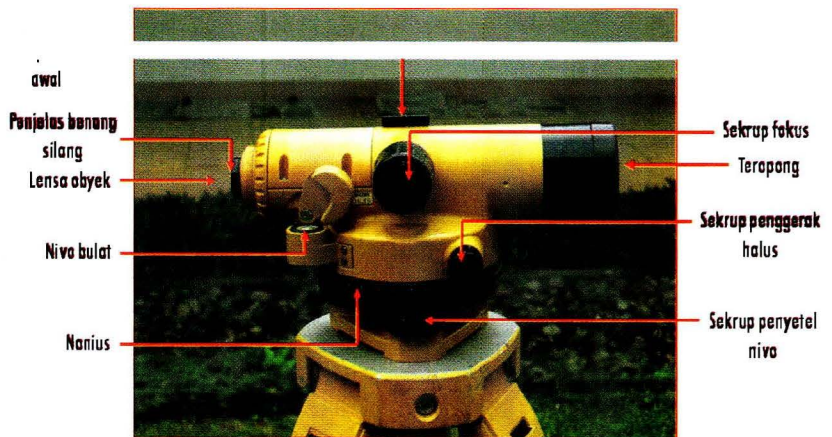


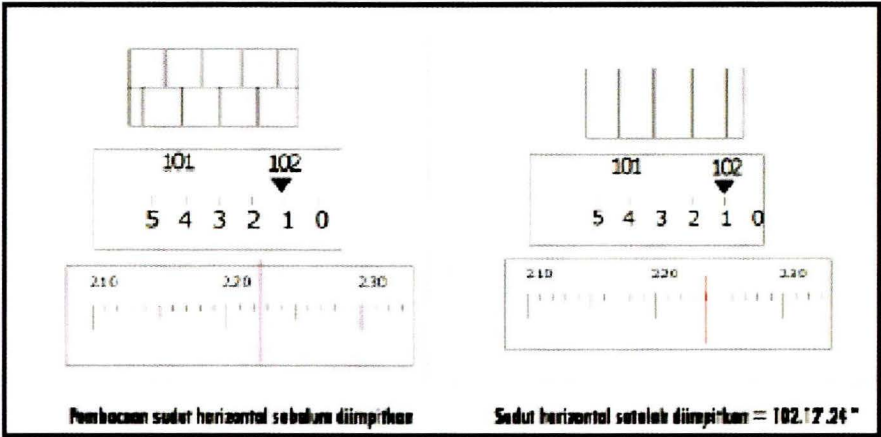
Foto 5. Autolevel (TOPCON AT-G2)



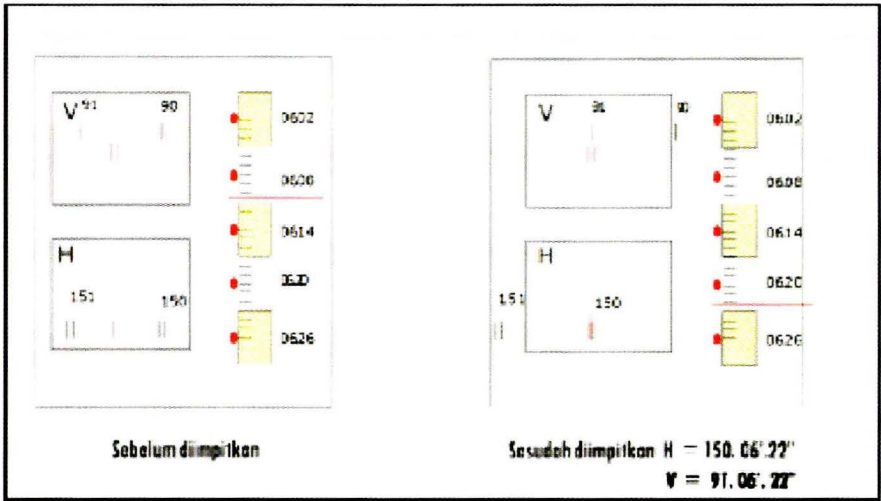
Foto 6. Autolevel (NIKON AE)

Cara Pembacaan Peralatan Pengukuran Topografi dengan Metode Teresteris

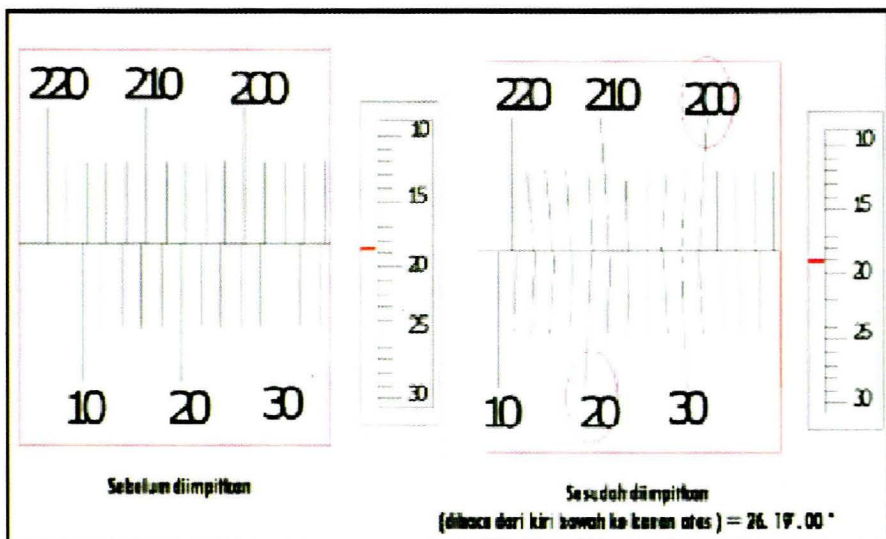
(Sumber : BKB)



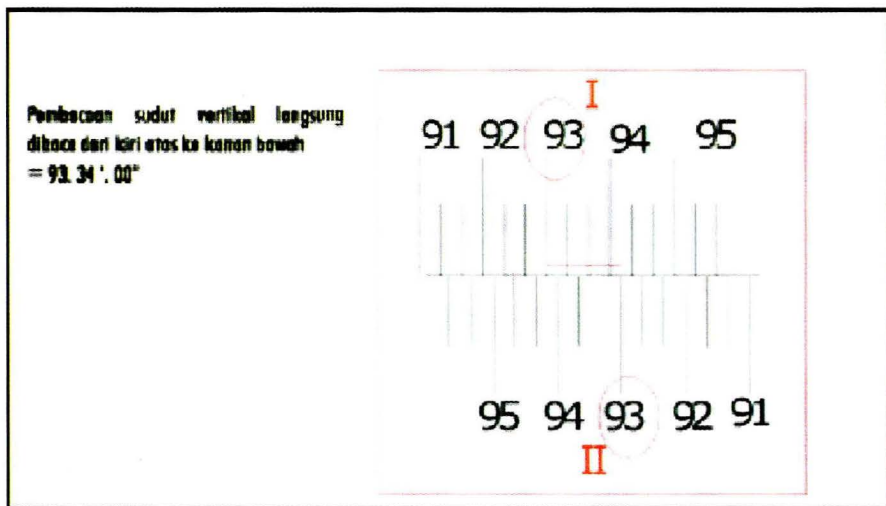
Gb.1 Cara pembacaan sudut horisontal (T2)



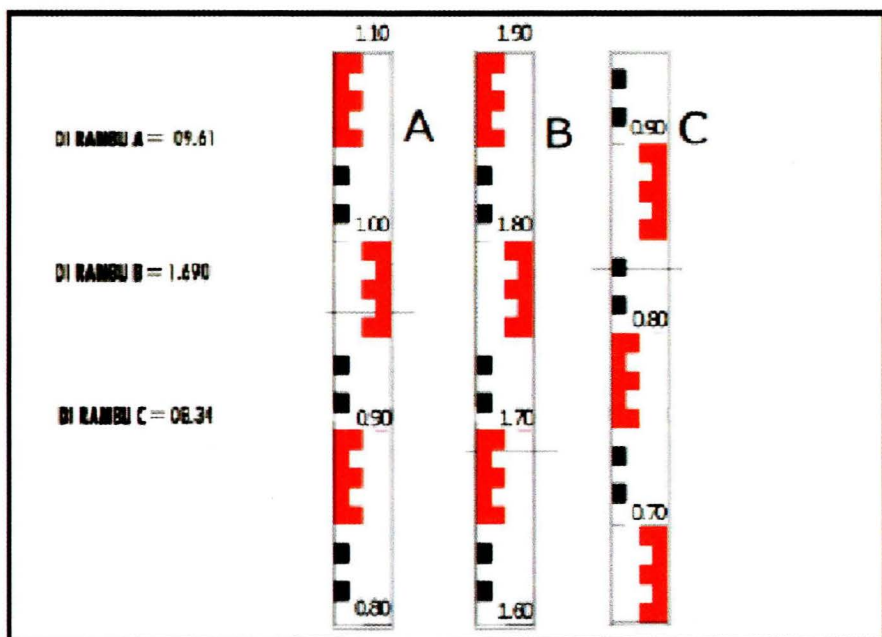
Gb.2 Cara pembacaan sudut horisontal/vertik



Gb.3 Cara pembacaan sudut horisontal (T_0)



Gb.4 Cara pembacaan sudut horisontal/vertik (T_0)



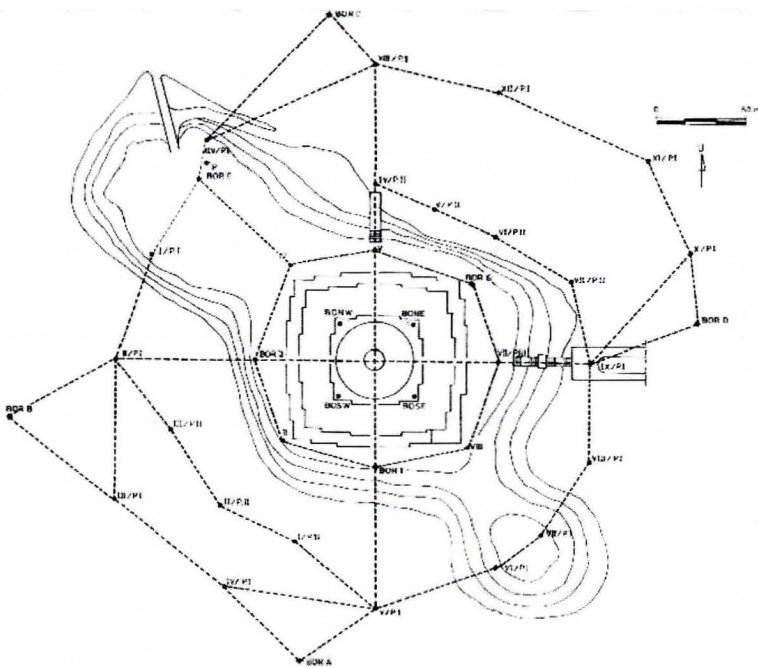
Gb.5 Cara pembacaan beda tinggi (AUTO LEVEL)

B. Pemetaan Situasi Candi

Pemetaan situasi Candi Borobudur adalah kegiatan pembuatan peta rupa bumi yang menggambarkan kenampakan suatu lokasi tempat berdirinya candi yang meliputi kenampakan unsur alami dan unsur kultural. Kenampakan unsur alami adalah bukit dan lereng tempat berdirinya candi serta lembah di sekitarnya. Sementara kenampakan unsur kultural adalah struktur candi yang merupakan hasil kegiatan manusia masa lalu, dan hasil kegiatan manusia sekarang seperti lahan pertanian, permukiman, batas kepemilikan, jalan raya atau jalan desa dalam bentuk gambar proyeksi dua dimensi menggunakan skala sesuai kebutuhan.

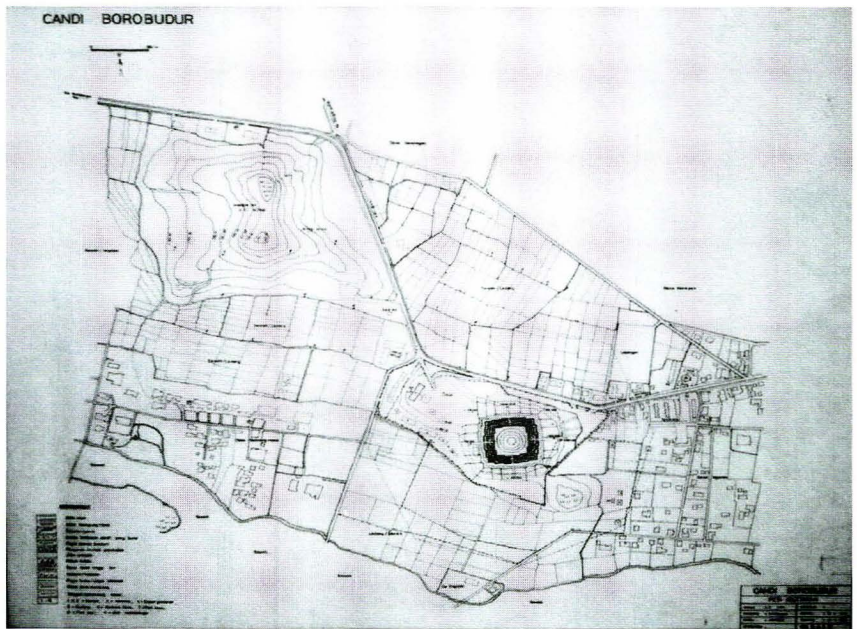
Untuk mendapatkan peta situasi sebagaimana diharapkan dilakukan melalui tahapan kegiatan yang meliputi pengukuran topografi, pengolahan data ukuran dan penggambaran peta. Pengukuran topografi dilakukan dengan metode terestris, dalam hal ini semua pekerjaan pengukuran topografi di lapangan dilakukan menggunakan alat ukur BTM Kern dan Theodolite Wild T0 dengan tingkat ketelitian pembacaan standart. Secara garis besar tahapan kegiatan pemetaan situasi Candi Borobudur dilakukan sebagai berikut:

- Tahap pengukuran topografi, adalah tahapan kegiatan dalam rangka mengukur posisi dan ketinggian titik-titik kerangka pemetaan atau jaringan titik kontrol (x, y, z) untuk referensi pengukuran dan titik kontrol pengukuran. Jaringan titik kontrol ini berbentuk polygon (segi banyak) yang terletak di halaman atas dan di halaman bawah sekitar candi. Setelah selesai pengukuran titik-titik poligon kemudian dilanjutkan mengukur detail topografi yang meliputi denah struktur candi, kontur lereng bukit, halaman atas dan halaman bawah sekitar candi, serta lahan pertanian, permukiman, batas kepemilikan dan jalan raya/jalan desa dan lain sebagainya.
- Tahap pengolahan data ukuran adalah tahapan kegiatan dalam rangka menghitung data hasil pengukuran lapangan untuk dasar penggambaran peta. Pengolahan data ukuran ini meliputi perhitungan koordinat titik-titik kerangka pemetaan (x, y, z) dan detail topografi. Data hasil pengukuran topografi di lapangan ini biasanya ditulis dalam format khusus berupa buku ukur atau daftar ukur dengan disertai sketsa gambar kerangka pemetaan (poligon) dan detail topografi untuk memudahkan dalam penggambaran. Pengolahan data dilakukan dengan merujuk pada pengetahuan dasar tentang topometri untuk mendapatkan gambar proyeksi dua dimensi (planimetri), yang meliputi orientasi gambar peta (azimuth) dan perhitungan lengkung bumi (niveau appearance).
- Tahap penggambaran peta adalah tahapan kegiatan dalam rangka menggambarkan kenampakan unsur alami maupun kenampakan unsur kultural berdasarkan hasil pengolahan data pengukuran topografi di lapangan dengan menggunakan skala 1:500 s.d. 1:1000. Pertama-tama peta digambar di atas kertas milimeter (milimeter paper) menggunakan alat tulis pensil kemudian disalin di atas kertas kalkir (transparan paper) menggunakan alat tulis tinta. Salinan peta dari kertas milimeter ke kertas kalkir dimaksudkan untuk dapat digandakan melalui proses pencetakan (lightdruk). Metode penggambaran peta dilakukan dengan merujuk pada norma-norma yang lazim digunakan dalam penggambaran peta topografi seperti bentuk dan warna serta tebal dan tipisnya garis dalam penggambaran, simbol-simbol detail topografi dan format gambar.

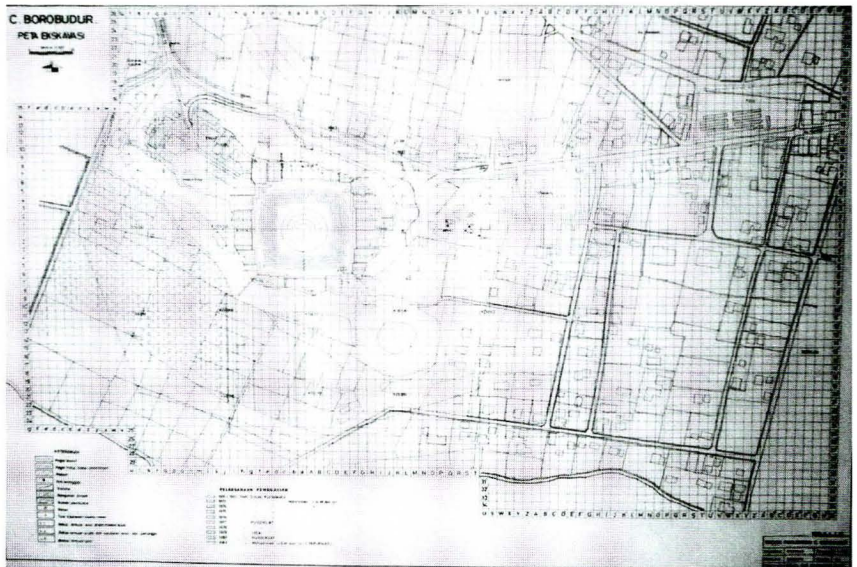


Gb.6 Jaringan Titik Kontrol Pemetaan Situasi Candi Borobudur
(Sumber: BKB)

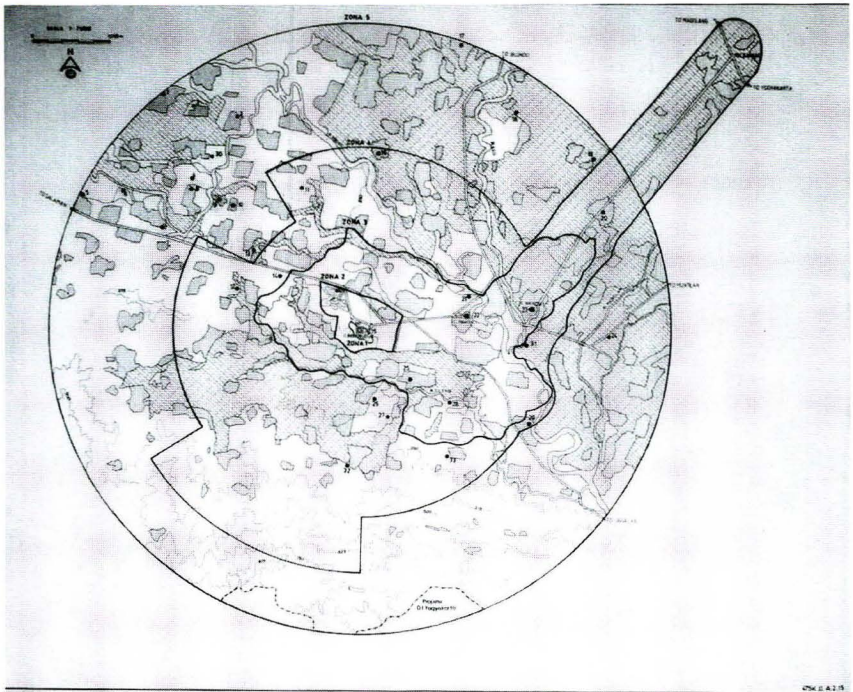
Peta situasi Candi Borobudur sebagaimana dikemukakan di atas telah digunakan untuk menunjang berbagai kegiatan dalam pelaksanaan Pemugaran II (1973 s/d 1983). Beberapa diantaranya adalah untuk menunjang penetapan batas area kerja pemugaran dan penempatan berbagai bangunan prasarana baik yang terletak di halaman atas maupun di halaman bawah sekitar candi. Di samping itu, peta situasi Candi Borobudur juga digunakan untuk menunjang pendataan penggalian penelitian arkeologi dan sebaran elemen batu candi yang terlepas di halaman sekitar candi. Setelah selesainya pemugaran, peta situasi Candi Borobudur ini digunakan pula untuk rujukan dalam penataan bangunan dan lingkungan terkait dengan peningkatan informasi dan promosi cagar budaya yang dikelola oleh PT. Taman Wisata Candi Borobudur.



Gb.7 Peta Situasi Candi Borobudur (Sumber: BKB)



Gb.8 Peta Penggalan Penelitian Arkeologi di Sekitar Candi Borobudur
(Sumber : BKB)

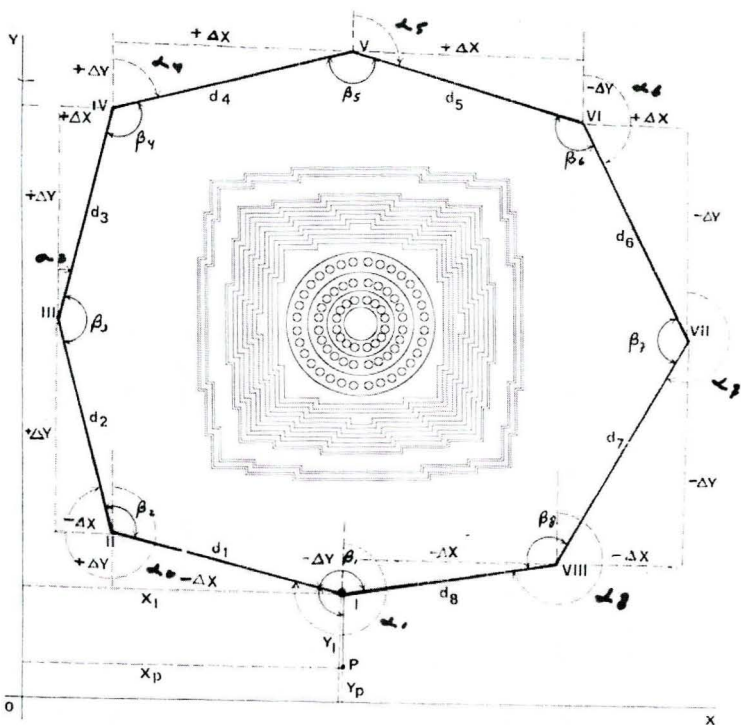


Gb.11 Peta Zonasi Kawasan Candi Borobudur (Sumber : BKB)

C. Pemetaan Kedudukan Candi

Pemetaan kedudukan Candi Borobudur adalah kegiatan pemetaan kenampakan denah candi yang meliputi keletakan setiap sudut bidang candi dalam bentuk gambar proyeksi dua dimensi. Pemetaan kenampakan denah candi ini dilakukan secara tepat dan akurat untuk mendukung upaya perbaikan kerusakan atau perubahan kedudukan struktur candi. Cara kerja pemetaan kedudukan candi ini tidak jauh berbeda dengan pemetaan situasi candi yang meliputi pengukuran topografi, pengolahan data ukuran dan penggambaran peta. Hanya saja alat ukur untuk pengukuran topografi di lapangan menggunakan peralatan dengan tingkat ketelitian pembacaan yang lebih tinggi. Dalam hal ini menggunakan alat ukur Theodolith Wild T2 guna mendapatkan ketepatan pengukuran kedudukan candi yang benar-benar dapat dipertanggungjawabkan. Secara garis besar tahapan kegiatan pemetaan kenampakan denah Candi Borobudur dilakukan sebagai berikut:

- Tahap pengukuran topografi, adalah tahapan kegiatan dalam rangka mengukur posisi dan ketinggian titik-titik kerangka pemetaan atau jaringan titik kontrol (x, y, z) untuk referensi pengukuran dan titik kontrol pengukuran. Jaringan titik kontrol untuk pemetaan kedudukan candi ini berupa poligon tetap (permanen) yang terdiri dari jaringan titik kontrol yang bersifat absolut terletak di halaman candi dan jaringan titik kontrol yang bersifat relatif terletak di tengah-tengah as tangga dan setiap lantai lorong candi. Setelah pengukuran titik-titik poligon dianggap selesai kemudian dilanjutkan dengan mengukur detail topografi yang meliputi seluruh struktur candi terutama keletakan sudut bidang candi lorong tingkat 1 s.d. 4.
- Tahap pengolahan data ukuran, adalah tahapan kegiatan dalam rangka menghitung data hasil pengukuran lapangan untuk dasar penggambaran. Pengolahan data ukuran ini meliputi perhitungan koordinat titik-titik poligon (x, y, z) dan detail topografi. Data hasil pengukuran topografi di lapangan ini biasanya ditulis dalam format khusus berupa buku ukur atau daftar ukur dengan disertai sketsa gambar jaringan titik poligon dan detail topografi untuk memudahkan dalam penggambaran. Pengolahan data dilakukan dengan merujuk pada pengetahuan dasar tentang topometri untuk mendapatkan gambar proyeksi dua dimensi (planimetri) yang meliputi orientasi gambar denah candi dan perhitungan beda tinggi.
- Tahap penggambaran peta, adalah tahapan kegiatan dalam rangka menggambarkan kenampakan denah candi berdasarkan hasil pengolahan data pengukuran topografi di lapangan dengan menggunakan skala 1:100. Pertama-tama kenampakan denah candi digambar di atas kertas milimeter (milimeter paper) menggunakan alat tulis pensil kemudian disalin di atas kertas kalkir (transparan paper) menggunakan alat tulis tinta. Salinan gambar dari kertas milimeter ke kertas kalkir dimaksudkan untuk dapat digandakan melalui proses pencetakan (lightdruk). Metode penggambaran kenampakan denah candi dilakukan dengan merujuk pada norma-norma yang lazim digunakan dalam penggambaran peta topografi seperti bentuk dan warna serta tebal dan tipisnya garis dalam penggambaran, simbol-simbol detail topografi dan format gambar.



Gb.12 Jaringan Titik Kontrol Pemetaan Kedudukan Candi Borobudur

Peta kedudukan Candi Borobudur sebagaimana dikemukakan di atas telah digunakan untuk menunjang berbagai kegiatan dalam pelaksanaan Pemugaran II (1973 s.d. 1983). Beberapa diantaranya adalah untuk pedoman pengukuran dalam mengembalikan kedudukan candi ketika dilakukan pembongkaran total lorong candi dalam rangka perbaikan kedudukannya. Di samping itu, peta kedudukan Candi Borobudur ini telah digunakan pula untuk pedoman pengukuran dalam rangka observasi stabilitas struktur candi pasca pemugaran.

BAB IV

PENUTUP

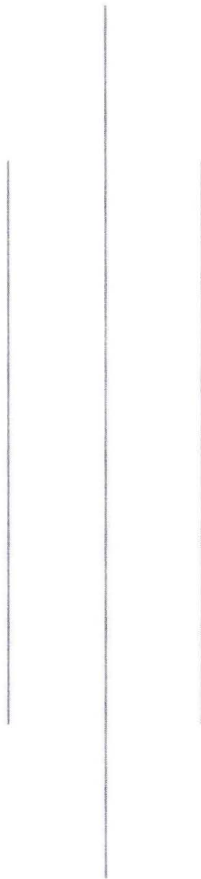
Materi pelatihan sebagaimana dikemukakan di atas semata-mata masih sebatas pada pokok bahasan terkait dengan tujuan pembuatan peta dan cara kerja pemetaan situs cagar budaya untuk menunjang kegiatan pemugaran khususnya maupun untuk kepentingan pelestarian cagar budaya pada umumnya. Oleh karena itu dalam pelatihan ini perlu ditindak lanjuti dengan pembahasan yang berkenaan dengan teori pemetaan topografi dan praktek pemetaan situs cagar budaya.

DAFTAR PUSTAKA

- Kemenbudpar, 2011, Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 11 tahun 2010 tentang Cagar Budaya.
- Nedeco, 1972, Description of Work For The Restoration Of Borobudur, Proyek Pemugaran Candi Borobudur.
- R. D'Hollander, 1976, Topographie (Topometrie), Institut Geographique National, Paris.
- Subagio, 2000, Fakultas Geografi, UGM Yogyakarta.

PENGANTAR PENGGAMBARAN BANGUNAN CAGAR BUDAYA

Oleh :
Ismijono



BAB I

PENDAHULUAN

Dalam rangka meningkatkan pengetahuan, keahlian, keterampilan, dan sikap untuk dapat melaksanakan tugas-tugas pelestarian cagar budaya secara profesional dipandang perlu dilakukan pelatihan. Dalam hal ini salah satu diantaranya adalah pelatihan tenaga teknis pemugaran cagar budaya. Pelatihan ini merupakan bagian dari upaya meningkatkan pengetahuan dan kemampuan khususnya terkait dengan perlindungan cagar budaya yang di dalamnya mencakup masalah penyelamatan, pengamanan, zonasi, pemeliharaan, dan pemugaran.

Untuk memberikan bekal kemampuan kepada peserta pelatihan diperlukan materi bahasan dengan merujuk pada beberapa referensi yang relevan untuk menunjang ke lengkapan dan validitas materi. Terkait dengan hal tersebut, penulisan modul pelatihan dengan judul pengantar penggambaran bangunan cagar budaya ini merupakan salah satu materi utama yang akan membahas tentang tentang pengertian, maksud dan tujuan penggambaran, ruang lingkup dan kegunaan gambar serta cara kerja penggambaran, ter utama penggambaran cara manual dengan menggunakan alat yang sederhana.

Pembahasan materi tersebut di atas merupakan proses belajar mengajar dalam rangka mewujudkan tenaga teknis yang memiliki kompetensi dalam mengenal dan memahami tujuan pembuatan gambar dan cara kerja penggambaran. Melalui pelatihan ini diharap kan peserta dapat melakukan penggambaran bangunan cagar budaya untuk menunjang kegiatan pemugaran khususnya maupun untuk kepentingan pelestarian cagar budaya pada umumnya.

BAB II

PENG GAMBARAN BANGUNAN CAGAR BUDAYA

A. Pengertian

1. Penggambaran bangunan cagar budaya adalah kegiatan pembuatan gambar suatu bangunan yang menampilkan susunan binaan yang terbuat dari benda alam atau benda buatan manusia untuk memenuhi kebutuhan ruang berdinding dan/atau tidak berdinding dan beratap.
2. Gambar bangunan cagar budaya dikategorikan sebagai gambar spesifik terkait dengan norma-norma penggambaran bangunan cagar budaya yang memiliki potensi nilai, informasi dan promosi cagar budaya seperti punden berundak atau candi yang terbuat dari bahan batu atau bata, atau karya tradisional dari bahan kayu atau bangunan peninggalan dari periode kolonial.

B. Maksud dan Tujuan

Penggambaran bangunan cagar budaya merupakan tahapan pekerjaan pendahuluan dalam rangka pendataan secara akurat desain bangunan hasil kegiatan manusia atau bukti kejadian pada masa lalu yang meliputi bentuk, bahan, pengerjaan, dan tata letaknya. Gambar yang dihasilkan dari pendataan yang akurat mempunyai makna penting untuk rujukan dalam menyusun strategi pelestarian cagar budaya pada umumnya maupun untuk menunjang kegiatan pemugaran pada khususnya.

C. Ruang Lingkup

Lingkup penggambaran bangunan cagar budaya meliputi langgam/gaya, komposisi/unsur/elemen/bahan, ragam hias/warna, tata ruang dan tata letak, serta konstruksi bangunan yang berada di atas muka tanah (upper structure) maupun yang berada di bawah muka tanah (lower structure). Gambar dituangkan di atas kertas dalam berbagai bentuk gambar meliputi denah, tampak, dan potongan, serta detail bangunan menggunakan skala sesuai kebutuhan. Gambar denah menjelaskan tentang tata ruang dan tata

letak bangunan dilihat dari atas. Gambar tampak menjelaskan tentang nampak bangunan dilihat dari depan, samping, dan belakang. Gambar potongan menjelaskan tentang desain struktur bangunan bagian dalam. Gambar detail menjelaskan tentang berbagai detail bangunan seperti bentuk profil, ragam hias dan pengerjaan konstruksi.

D. Kegunaan Gambar

Secara umum gambar bangunan cagar budaya sangat dibutuhkan untuk menunjang berbagai kegiatan dalam rangka pelestarian dan perlindungan cagar budaya. Beberapa diantaranya untuk menunjang kegiatan:

- penyelamatan
- pengamanan
- zonasi
- pemeliharaan
- pemugaran
- pengembangan dan pemanfaatan

Untuk kepentingan pemugaran, selain berfungsi sebagai dokumen yang menggambarkan keadaan bangunan sebelum dilakukannya kegiatan (gambar eksisting), juga dipakai sebagai rujukan dalam mempersiapkan berbagai gambar kerja untuk pedoman penanganan. Beberapa di antaranya untuk pedoman :

- pembongkaran dan pemasangan kembali;
- perbaikan, perkuatan, dan pengawetan bangunan;
- penataan bangunan dan lingkungan;
- observasi stabilitas struktur bangunan;
- penelitian, revitalisasi, dan adaptasi

BAB III

CARA KERJA PENG GAMBARAN

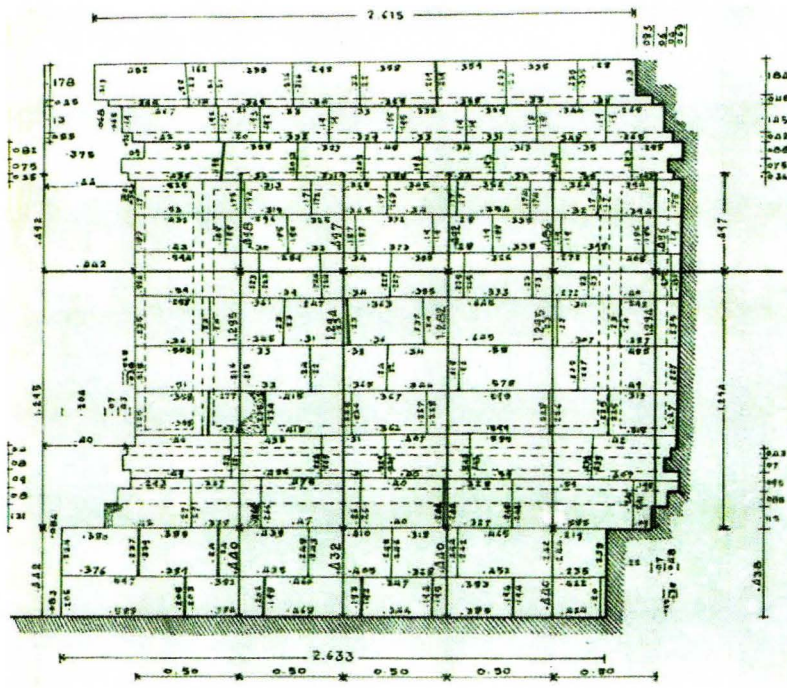
Cara kerja penggambaran bangunan cagar budaya pada prinsipnya tidak jauh berbeda dengan penggambaran bangunan baru, yaitu dituangkan di atas kertas gambar dengan menggunakan skala sesuai kebutuhan. Hanya saja proses penggambaran antara kedua bangunan tersebut sedikit berbeda. Untuk bangunan cagar budaya, proses penggambarannya dimulai dari bangunan yang sudah ada (pendataan), sementara untuk bangunan baru, proses penggambarannya dimulai dari bangunan yang belum ada (perancangan). Secara garis besar metode penggambaran bangunan cagar budaya dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu penggambaran dengan cara manual dan penggambaran dengan cara modern. Lingkup kegiatannya terbagi atas dua macam pekerjaan yaitu pengukuran bangunan dan penggambaran bangunan. Penggambaran bangunan dengan cara manual semua pengukuran di lapangan dilakukan menggunakan peralatan sederhana seperti rol meter, waterpas, dan unting-unting. Sementara penggambaran bangunan dengan cara modern semua pengukuran di lapangan dilakukan menggunakan peralatan seperti fotogrametri atau 3d Laser Scanner.

Dalam pelatihan ini akan diperkenalkan metode penggambaran bangunan dengan cara manual menggunakan peralatan sederhana yang pernah dilakukan di borobudur dan sekilas pengenalan alat untuk penggambaran bangunan dengan cara modern menggunakan peralatan seperti fotogrametri dan 3d Laser Scanner. Contoh penggambaran dengan cara manual ini dimaksudkan untuk memberikan pemahaman bagaimana pengukuran dengan menggunakan alat yang sederhana dapat dilakukan hingga memperoleh gambar yang tepat dengan menggunakan skala sesuai kebutuhan. Penggambaran dengan cara manual ini dimaknai sebagai salah satu kegiatan pendataan yang semata-mata tidak hanya sekedar melakukan perekaman tapi juga disertai dengan penelitian di dalamnya. Melalui pelatihan semacam ini ini diharapkan peserta dapat melakukan penggambaran di tempat lain sesuai kebutuhan dengan mempertimbangkan situasi dan kondisi setempat.

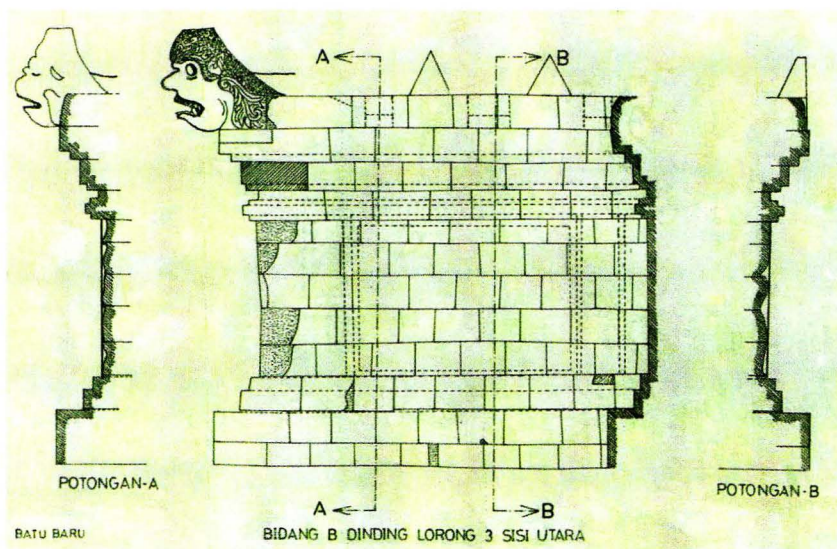
A. Penggambaran Bangunan Cara Manual

Penggambaran bangunan dengan cara manual ini akan mengambil contoh salah satu penggambaran yang pernah dilakukan di borobudur, dalam hal ini adalah penggambaran bidang candi. Penggambaran bidang candi ini merupakan salah satu kegiatan terkait dengan pembuatan gambar kerja untuk pedoman pembongkaran dan pemasangan kembali batu candi dalam pemugaran. Untuk mendapatkan gambar sebagaimana diharapkan telah dilakukan melalui tahapan kegiatan yang meliputi pengukuran dan penggambaran. Pengukuran dengan cara manual, dalam hal ini semua pekerjaan pengukuran di lapangan dilakukan menggunakan peralatan sederhana seperti rol meter, waterpas, dan unting-unting. Secara garis besar tahapan kegiatan penggambaran bidang candi dilakukan sebagai berikut :

- Tahap pengukuran, dalam tahapan ini kegiatannya diawali dengan membuat sketsa bidang candi untuk tempat penulisan data hasil pengukuran. Tahap berikutnya adalah memasang benang pada permukaan bidang candi dalam posisi vertikal maupun horisontal menggunakan peralatan waterpas kayu dan unting-unting. Benang vertikal dan benang horisontal ini dipasang dalam setiap interval satu meter atau sesuai kebutuhan, untuk pedoman pengukuran atau kontrol pengukuran (garis panduan). Melalui garis-garis panduan ini kemudian dilakukan pengukuran bidang candi yang meliputi ukuran setiap blok batu dan nat-nat batu serta elemen lain yang terkait, menggunakan peralatan roll meter dan perancah kerja untuk pengukuran ketinggian tertentu bila diperlukan. Pengukuran bidang candi ini dilakukan dalam keadaan seperti apa adanya, seperti kemungkinan terdapatnya bagian bangunan yang keadaannya miring, melesak, retak/pecah, atau elemen bangunan yang hilang atau salah tempat (exsisting condition).
- Tahap penggambaran, berdasarkan data hasil pengukuran di lapangan kemudian dilakukan penggambaran di atas meja gambar khusus di dalam ruangan. Pertama-tama penggambaran dilakukan di atas kertas gambar (drawing paper) menggunakan pensil khusus kemudian disalin di atas kertas kalkir (transparan paper) menggunakan tinta. Penyalinan gambar dari kertas gambar ke kertas kalkir dimaksudkan untuk dapat digandakan melalui proses pencetakan (lightdruks). Metode penggambaran dilakukan dengan merujuk pada norma-norma yang lazim digunakan dalam penggambaran bangunan seperti tebal dan tipisnya garis dalam penggambaran, simbol-simbol dan format gambar menggunakan skala antara 1 : 10 s/d 1 : 20.



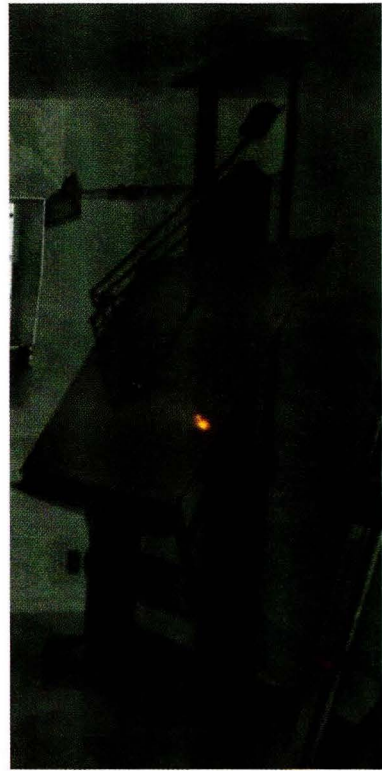
Gb.1 Pengukuran bidang candi dengan cara manual (Dok.BKPB)



Gb.2 Penggambaran bidang candi dengan cara manual (Dok.BKPB)



Foto 1. Meja Gambar Culman



*Foto 2. Alat Cetak Gambar
(Lightdruk)*

B. Penggambaran Bangunan Cara Modern

(1) Fotogrametri

Penggambaran dengan menggunakan peralatan fotogrametri ini merupakan salah satu penggambaran cara modern. Dengan alat fotogrametri ini pengukuran bangunan di lapangan dilakukan melalui pemotretan menggunakan stereo kamera (kamera metrik). Kamera metrik adalah kamera yang dirancang khusus untuk menghasilkan foto metrik yang didalamnya memuat titik-titik terukur sebagai titik kontrol peng ukuran (control point). Negatif film yang digunakan untuk pemotretan fotogrametri ini terbuat dari bahan kaca (negatife plate). Tahap berikutnya, berdasarkan data hasil pemotretan di lapangan kemudian dilakukan penggambaran menggunakan perangkat stereo plotter yang dilengkapi dengan meja gambar yang dirancang khusus untuk menampilkan hasil pemotretan di atas kertas gambar khusus yang dinamakan stabilane. Gambar yang dihasilkan

dengan metode fotogrametri ini meliputi gambar denah, tampak, potongan, atau gambar lain sesuai kebutuhan dengan menggunakan skala sesuai kebutuhan. Penggambaran dengan metode fotogrametri ini sudah tidak lagi dilakukan di borobudur mengingat suku cadang seperti negatife plate dan kertas gambar (stabilane) tidak diproduksi di dalam negeri sehingga penggunaan alat fotogrametri menjadi tidak efektif karena harus mendatangkan suku cadang dari luar.



Foto 3. Kamera Stereo Fotogrametri SMK 120

Peralatan Fotogrametri (Sumber : BKB)



Foto 4. Negatif Kaca Fotogrametri (Negative Plate)



Foto 5. Stereo Plotter Fotogrametri



Foto 6. Meja Gambar Fotogrametri

(2) 3d Laser Scanner

Penggambaran dengan menggunakan peralatan 3d Laser Scanner ini merupakan salah satu penggambaran cara modern. Dengan peralatan 3d Laser Scanner ini metode pengukuran di lapangan dilakukan dengan cara memindai suatu obyek 3 dimensi dari jarak jauh tanpa menyentuh

obyek dan mengkoversionya ke dalam bentuk gambar CAD. Tahap berikutnya data hasil pemindaian dari lapangan diolah menggunakan software AutoCAD untuk dapat meng gambarkan obyek sesuai yang dikehendaki. Prinsip kerja 3d Laser Scanner ini memanfaatkan sinar laser yang ditembakkan ke arah obyek, untuk kemudian pantulan sinar laser tersebut ditangkap kembali oleh alat *Laser Scanner* dan direkam ke dalam perangkat komputer (*laptop*) yang telah dilengkapi *software* khusus. Oleh karena itu pengukuran dengan menggunakan peralatan ini tidak membutuhkan perancah kerja atau tidak perlu memanjat. Data mentah yang dihasilkan oleh *3d Laser Scanner* berupa kumpulan titik-titik yang disebut dengan *pointcloud*. *Pointcloud* ini mewakili bentuk *surface* dari sebuah obyek dengan kerapatan antara titik yang kita atur sesuai dengan kebutuhan. Setiap titik dari masing-masing *pointcloud* tersebut memiliki identitas koordinat x,y dan z, diukur dari titik berdiri alat 3d Laser Scanner. Oleh karena itu gambar yang dihasilkan dengan cara modern ini tidak hanya menjangkau dalam bentuk proyeksi gambar dua dimensi tapi juga dalam bentuk proyeksi gambar tiga dimensi dengan menggunakan skala sesuai kebutuhan.

Peralatan 3d Laser Scanner (Sumber : BKB)



Foto 7. 3d Laser Scanner



Foto 8. Box Laser Scanner



Foto 9. Laser Scanner di dalam box



Foto 10. Target Laser Scanner



Foto 11. Batery dan Charger Laser Scanner



Foto 8. Laptop yang dilengkapi software khusus



Foto 9. Alat Komunikasi Kegiatan di Lapangan

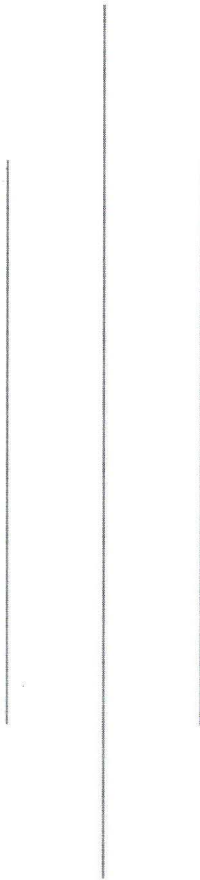
BAB IV

PENUTUP

Materi pelatihan sebagaimana dikemukakan di atas semata-mata masih sebatas pada pokok bahasan terkait dengan tujuan penggambaran bangunan cagar budaya dan secara garis besar cara kerja penggambaran untuk menunjang kegiatan pemugaran khususnya maupun untuk kepentingan pelestarian cagar budaya pada umumnya. Oleh karena itu dalam pelatihan ini perlu ditindak lanjuti dengan pembahasan yang berkenaan dengan teori penggambaran bangunan dan praktek penggambaran bangunan cagar budaya.

PENGANTAR SISTEM REGISTRASI PEMUGARAN

Oleh :
Darmojo



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Undang-Undang Republik Indonesia no.11 tahun 2010 pasal 77 ayat 2 butir a mengamanatkan bahwa pemugaran bangunan cagar budaya harus memperhatikan keaslian bahan, bentuk, tata letak, gaya dan atau teknologi pengerjaan. Keaslian tata letak bangunan cagar budaya dapat dibedakan menjadi dua yaitu:

- Keaslian tata letak bangunan
- Keaslian tata letak bahan penyusun bangunan

1. Keaslian Tata Letak Bangunan

Bangunan Cagar Budaya sebagian berupa bangunan tunggal dan juga sebagian berupa bangunan kompleks yang terdiri dari beberapa bangunan. Jumlah bangunan dalam suatu kompleks bervariasi, dua atau bahkan sampai ratusan bangunan dengan beberapa halaman dibatasi oleh pagar serta dilengkapi pintu sebagai akses penghubung antar halaman.

Pertanyaan yang muncul adalah bagaimana apabila bangunan-bangunan tersebut harus dipugar melalui suatu proses pembongkaran total, konservasi dan pemasangan kembali agar memenuhi standar atau ketentuan keaslian tata letak bangunan?

Jawabannya adalah sebelum pelaksanaan pemugaran harus dibuat gambar peta keletakan dan data koordinat.

2. Keaslian Tata Letak Bahan Penyusun Bangunan

Bahan penyusun bangunan cagar budaya misalnya candi ada yang terbuat dari batu andesit, batu tuffa yang dibentuk balok-balok persegi dan bata cetakan. Selain itu juga ada yang terbuat dari kayu yang dibentuk balok-balok panjang untuk rumah-rumah tradisional. Bata plester untuk bangunan gedung. Bahan penyusun bangunan candi disusun tumpuk berlapis-lapis dari bawah ke atas dan membentuk struktur.

Untuk rumah-rumah tradisional Jawa misalnya yang bahan penyusunnya terdiri dari saka (tiang), blandar, pengerat, dudur, jangga, usuk dan reng yang

dipasang saling berkaitan erat dan membentuk struktur yang kokoh. Tiap-tiap unsur pembentuk struktur tersebut diatas mempunyai kait spesifik yang tidak bisa ditukarkan antara satu dengan yang lainnya.

Berbicara mengenai jumlah bahan penyusun bangunan dalam suatu bangunan tertentu baik candi maupun rumah tradhisional tentu sangatlah banyak. Kemudian muncul pertanyaan bagaimana agar bahan penyusun bangunan yang jumlahnya ratusan bahkan ratusan ribu tersebut setelah dibongkar dapat dikembalikan pada tata letak aslinya, tidak tertukar/salah tempat, mudah dan cepat dalam pencariannya.

Di samping itu ada juga suatu bangunan cagar budaya yang tidak dipugar akan tetapi memerlukan perawatan dan konservasi langsung terhadap sebagian bahan penyusunnya sebagai contoh rumah tradisional Jawa. Jadi disini diperlukan suatu instrumen yang sistematis untuk memonitor tiap-tiap bahan penyusunnya mengenai perkembangan kerusakannya, perlakuan yang telah dilaksanakan dan lain-lain. Jawabannya adalah menggunakan instrumen yaitu suatu sistem registrasi.

Pada era pemugaran tahun seribu sembilan ratusan sampai dengan awal tahun seribu sembilan ratus tujuh puluhan pendahulu kita telah menerapkan kode hubungan antar batu, atas-bawah dan ke samping kanan-kiri dengan simbol-simbol tradisional yang dicatkan atau digoreskan pada permukaan batu. Simbol-simbol tradisional yang menandai hubungan antar batu atau unsur satu dengan unsur lainnya tersebut telah mereka gunakan dalam pemugaran Candi Apit Utara, Candi Apit Selatan, dan Candi Siwa di kompleks Candi Prambanan, Candi Induk Plaosan Lor dan Candi Borobudur (Van Erp 1907-1911) serta candi-candi lainnya. Sistem kode hubungan antar batu dengan simbol-simbol tradisional tersebut cukup akurat untuk memenuhi standart keaslian tata letak, akan tetapi kurang sistematis dan kurang komperhensif (kurang bisa dipahami secara luas). Apalagi dalam hal pencatatan dan laporan. Padahal pencatatan dan laporan sangat penting dalam pemugaran benda cagar budaya, sebagai pertanggungjawaban terhadap apa-apa yang telah dilakukan.

Dalam pemugaran Candi Borobudur tahun 1972 sampai dengan 1982 yang harus membongkar, mengkonservasi/treatment dan menyusun/memasang kembali ratusan ribu blok batu dibuatlah suatu sistem registrasi. Semua batu yang dibongkar diberi "nomor pallet" dan dicatat dalam "kartu pallet".

Sistem Registrasi dalam Pemugaran Candi Borobudur yang menggunakan nomor pallet dan kartu pallet ini, dengan alasan efisiensi biaya tidak mungkin diterapkan pada candi-candi lainnya yang lebih kecil. Pada

tahun 1980 dalam Study Teknis (Perencanaan) pemugaran kompleks Candi Prambanan, Ismiyono dan kawan-kawan menciptakan sistem registrasi baru yang berdasarkan tata letak (tempat kedudukan) bahan penyusun.

Sistem Registrasi dengan berorientasi pada tata letak bahan penyusun ini cukup praktis dan dapat mudah dipahami secara luas (comprehensible). Selain diterapkan di dalam pemugaran komplek Candi Prambanan, sistem registrasi ini juga diterapkan di dalam komplek Candi Sewu, Candi Barong, Candi Ijo, Candi Tikus Trowulan Jawa Timur, komplek makam Imogiri pasca gempa bumi 2006, rumah-rumah tradisional di Yogyakarta, dan lain-lain.

B. Deskripsi Singkat

Modul ini secara garis besar akan membahas tentang pengertian sistem registrasi dalam pemugaran bangunan cagar budaya. Berbicara mengenai bangunan cagar budaya yang jumlah dan ragamnya cukup banyak, maka akan dibahas secara menyeluruh melibatkan baik bangunan tunggal maupun beberapa komplek yang menggunakan bahan batu, bata maupun kayu.

C. Tujuan Pembelajaran

Setelah mengikuti pembelajaran dan pelatihan, diharapkan peserta dapat memahami pentingnya sistem registrasi dan kemudian mampu mengaplikasikannya dalam melaksanakan pemugaran, sesuai dengan kondisi bangunan cagar budaya di daerahnya masing-masing. Pekerjaan pemugaran yang dilakukan dapat dipertanggungjawabkan secara benar, baik wujud fisik bangunannya maupun dokumen berupa catatan dan laporan terangkum di dalam suatu sistem yang rapi.

BAB II

POKOK BAHASAN

Registrasi adalah membuat catatan atau catatan formal dalam suatu daftar atau tabel. Registrasi dalam pemugaran bangunan cagar budaya dimaksudkan untuk membuat suatu sistem pencatatan mengenai penamaan bangunan, penamaan bagian-bagian bangunan, pemberian tanda/kode, dan perlakuan (treatment) yang telah dilaksanakan pada setiap unsur atau material penyusun bangunan, baik pada bangunan yang akan dipugar maupun yang tidak dipugar. Alat yang digunakan dalam registrasi ini adalah foto, gambar dan formulir laporan. Gambar yang diperlukan meliputi : gambar denah, gambar tampak baik persisi maupun per bidang yang mencantumkan secara detail bahan penyusun bangunannya, gambar detail, dan gambar potongan. Apabila gambar-gambar tersebut belum tersedia dalam keadaan darurat sementara waktu bisa menggunakan gambar sket.

A. Tata Nama (nomenclature)

1. Penamaan Bangunan

Seperti telah disebutkan di atas, bangunan cagar budaya bisa berupa bangunan tunggal dan juga bisa berupa kompleks. Bangunan cagar budaya tunggal contohnya Candi Borobudur, dan yang berupa kompleks contohnya Candi Prambanan, Candi Sewu, Candi Plaosan, Candi Ijo, dan lain-lain. Untuk rumah tradisional, contohnya Pesanggrahan Ambarukmo, Pesanggrahan Ambarketawang, Dalem Pakuningratan dan dalem-dalem lainnya di lingkungan Kraton Yogyakarta. Di dalam penamaan bangunan semua bangunan yang ada disebutkan dan di belakangnya dicantumkan kode bangunan. Kode bangunan ini sebaiknya satu digit berupa angka (arabic) atau satu character/huruf. Kode huruf bisa dipilih menggunakan huruf abjad secara berurutan mulai bangunan yang paling utama kemudian pada urutan peringkat berikutnya. Atau bisa menggunakan/mengambil huruf pertama (initial) dari nama bangunan.

Lihat contoh di bawah ini

Candi : Komplek Candi Prambanan

Nama candi	Kode
------------	------

Candi Ciwa	: 1 atau A atau C
Candi Brahma	: 2 atau B atau B
Candi Wisnu	: 3 atau C atau W
Candi Nandi	: 4 atau D atau N
Candi Angsa	: 5 atau E atau A
Candi Garuda	: 6 atau F atau G
Candi Apit Selatan	: 7 atau G atau As
Candi Apit utara	: 8 atau H atau Au
Pagar halaman	: 9 atau I atau Ph
Gapura pagar	: 10 atau J atau Gp

Candi Perwara deret I, II, dst: 11 atau K atau PI, PII, dan seterusnya.

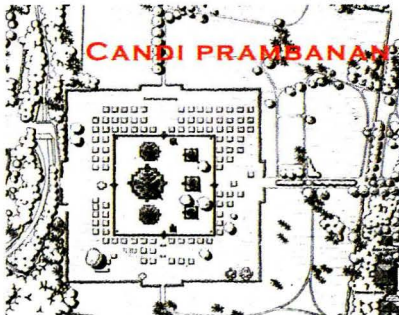


Photo.1 Overview of Prambanan Temples

Rumah Tradisional : Pesanggrahan Ambarukma

Nama bangunan	Kode
---------------	------

Pendapa	: 1 atau A atau P
Paretan	: 2 atau B atau Pr
Dalem ageng	: 3 atau C atau Da
Pringgitan	: 4 atau D atau Pr
Gadri	: 5 atau E atau G
Gandhok tengen	: 6 atau F atau Gt
Gandhok kiwa	: 7 atau G atau Gk
Balai kambang	: 8 atau H atau Bk
Doorlop	: 9 atau I atau D
Pencaosan	: 10 atau J atau C

2. Sisi

Utara	menggunakan kode	U
Timur	menggunakan kode	T
Selatan	menggunakan kode	S
Barat	menggunakan kode	B

3. Penamaan Bagian Bangunan

a. Gallery/undak

Sebagaimana tubuh manusia, baik bangunan candi maupun rumah tradisional Jawa secara vertikal dapat dibagi menjadi tiga bagian: kaki, tubuh dan kepala atau atap.

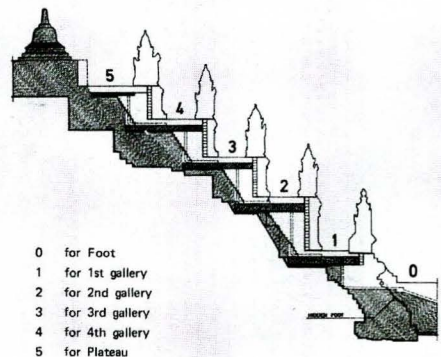
Candi Prambanan

Bagian kaki candi sebagaimana terdapat di ke-enam candi besar di komplek candi Prambanan terdiri dari kaki I dan kaki II. Demikian pula bagian tubuh juga terdiri dari tubuh I dan tubuh II. Untuk bagian kepala/atap terdiri dari 5 tingkat/undak, yaitu atap tingkat I, atap tingkat II, atap tingkat III, atap tingkat IV dan atap tingkat tingkat V atau kemuncak. Di atas kaki I yang juga dinamakan batur atau subbasement terdapat lantai selasar yang bagian luarnya dipagari oleh langkan dan bagian dalamnya di dirikan kaki II. Selain tiga komponen tersebut pada kaki I juga terdapat tangga, pintu dan gapura yang terletak pada sisi depan, kecuali Candi Siwa dimana tiga komponen tersebut terdapat pada ke-empat sisinya. Tangga dan pintu juga terdapat pada kaki II menuju bilik candi.

Candi Borobudur

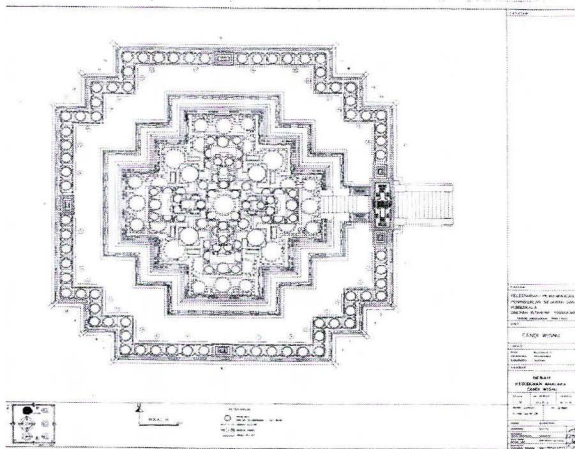
Pemberian kode undak/tingkat menggunakan angka satu digit

Kaki	: 0
Undak pertama	: 1
Undak kedua	: 2
Undak ketiga	: 3
Undak keempat	: 4
Plateau	: 5

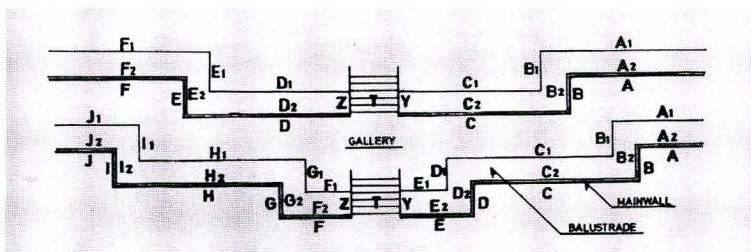


b. Bidang

Bentuk dasar denah candi adalah bujur sangkar kemudian mengalami perkembangan dengan penambahan tonjolan (protuberance) di keempat sisinya dan terbentuklah beberapa bidang dengan sudut siku-siku. Jumlah bidang yang semula 4 (empat) menjadi 20 (dua puluh). Penamaan bidang menggunakan angka :bidang 1, bidang 2, bidang3, bidang4, bidang 5 dan seterusnya hingga bidang 20. Bidang 1 diberikan pada bidang dimana terdapat tangga/pintu masuk utama, dan diteruskan ke bidang sebelah kanan berputar searah jarum jam keliling bangunan hingga bidang terakhir.



Khusus Candi Borobudur penamaan bidang menggunakan huruf dan parsial persisi: sisi timur, sisi selatan, sisi barat dan sisi utara. Untuk dinding utama (main wall) penamaan bidangnya mulai dari A sampai dengan J, sedangkan untuk langkan (balustrade) tampak luar A2 sampai dengan J2 dan A1 sampai dengan J1 untuk langkan (balustrade) tampak dalam. Untuk tangga adalah T, pipi tangga sebelah kanan Y dan sebelah kiri Z. Nama bidang untuk teras paling atas yang jumlah bidang lebih sedikit adalah A sampai dengan F.



c. Nomor Lapis Batu

Cara penomoran lapis batu ditentukan dari bawah ke atas, sesuai dengan cara penyusunan bahan penyusun bangunan disusun tumpuk berlapis-lapis dari bawah ke atas.

Candi Borobudur

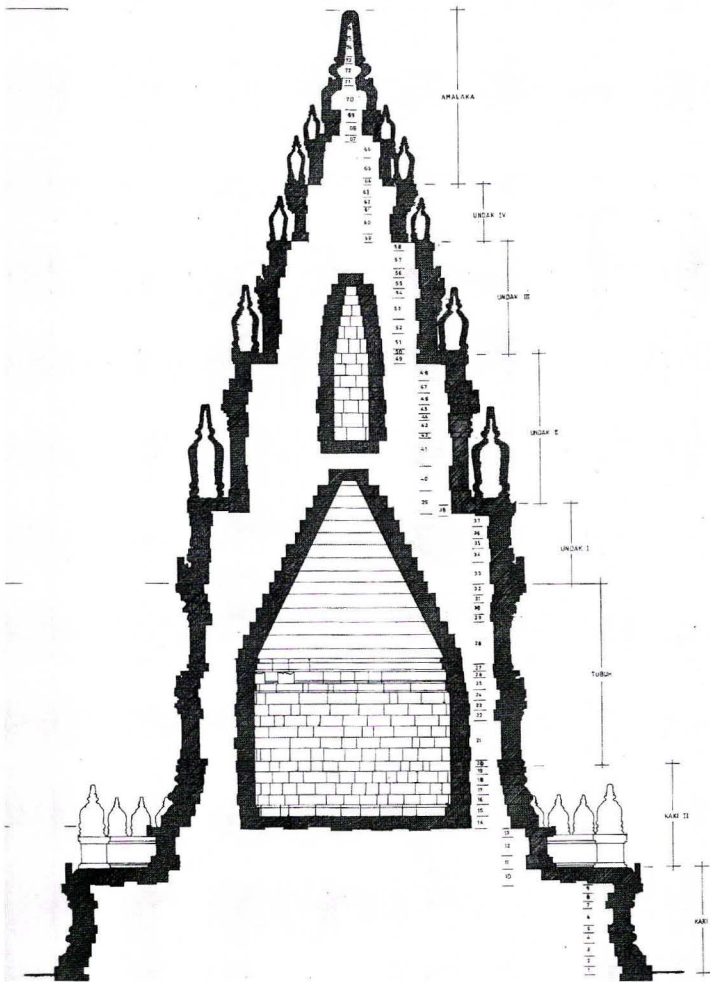
Untuk Candi Borobudur penomoran lapis batu dimulai dari batu terbawah dinding tingkat (lorong) I dengan kata lain nomor lapis 1 diberikan pada batu lapis terbawah dinding tingkat I. Selanjutnya cara penomoran nomor lapis batu tergantung tingkat/undak dan juga ditentukan apakah itu bagian dinding atau langkan (balustrade). Berikut ini detail penomoran lapis batu :

Tingkat/undak	Nomor Lapis Batu Untuk	
	Dinding	Langkan
0	01 – 29	-
1	30 - 48	30 - 48
2	49 – 63	49 – 63
3	64 – 76	64 - 78
4	77 – 90	77 - 91
5	-	91 - 104

Untuk bidang T nomor lapis batu selalu mulai dari 1 ke-atas untuk setiap tingkat.

Candi Prambanan

Nomor lapis batu 1 selalu diberikan pada batu lapis terbawah bagian kaki I yang langsung bersinggungan dengan permukaan tanah. Bagian ini sering ditandai dengan garis perbedaan antara pahatan halus bagian atas dan pahatan kasar bagian bawah dan tertutup oleh permukaan tanah (maaiveldt). Untuk lapisan batu di bawahnya penomorannya menjadi -1, -2, -3 dan seterusnya sampai lapisan batu terakhir.



d. Pemberian Nomor Seri/ Urut

Tiap-tiap batu perlapis diberi nomor seri/urut batu. Untuk candi-candi yang besar sebaiknya dibatasi perbidang/tidak secara total keliling candi, sebab akan terjadi nomor seri/urutnya melebihi tiga digit. Selain itu akan lebih mudah dan cepat difahami tempat keletakannya. Pemberian nomor seri/urut batu selalu mulai dari kiri ke kanan/searah perputaran jarum jam, perlapis dan perbidang, dan tidak boleh terjadi satu batu mempunyai nomor ganda. Batu-batu bagian sudut yang menduduki dua bidang terutama sudut luar nomor seri/urut batu menjadi nomor urut/seri 1 bidang sebelah kanan, bukan nomor urut/seri bidang terakhir bidang sebelah kiri.

Rumah Tradisional: Pesanggrahan Ambarukma

Kaki

Unsur-unsur yang terdapat pada komponen kaki :

Batur pasangan batu kali/bata dipleser, trap tangga, lantai ubin/tegel dan lain-lain.

Tubuh

Beberapa unsur yang terdapat pada tubuh :

	Nama Unsur	Kode
Soko (Tiang) :		
- Soko Guru	SG	> SG1, SG2, SG3, SG4
- Soko Penanggap	SPg	> SPg1, SPg2, SPg3 dst.
- Soko Penitih	SPT	> SPT1, SPT2, SPT3.....dst.
- Soko Peningrat / emper	SPr	> SPr1, SPr2, SPr3.....dst.
Pintu	P	> P1, P2, P3,.....dst.
Jendela	J	> J1, J2, J3,dst.

Kepala / Atap

Atap rumah Joglo dapat

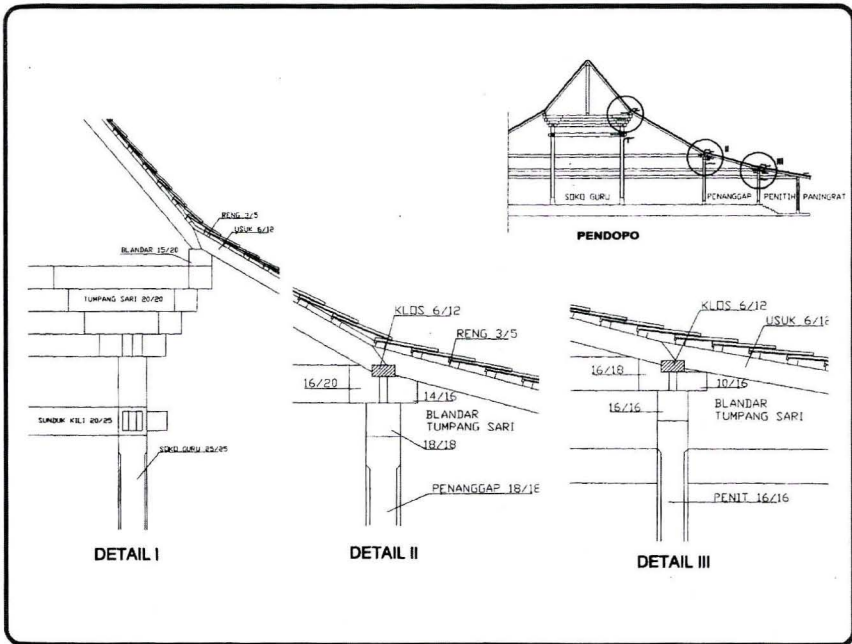
dibedakan menjadi :

- Brunjung	Br
- Penanggap	Pg
- Penitih	Pt
- Peningrat / emper	Pr

Beberapa unsur yang

terdapat pada atap :

- Pengeret	P
- Blandar	B
Blandar singup pamanjang	Bsp
Blandar pamindangan pamanjang	Bpp
Blandar lar-laran pamanjang	Blp
Blandar lumajang pamanjang	Bmp
- Takir brunjung pamanjang	Tbp
- Sunduk	S
- Kili	K
- Ander	A
- Molo	M
- Ganja	G
- Santen	Sa
- Usuk	U



B. Pemberian Nomor Kode Pada Bahan Penyusun Bangunan Dari Batu

1. Candi Borobudur

Semua batu-batu yang akan dibongkar terlebih dahulu diberi nomor pallet. Pallet adalah kotak wadah batu terbuat dari kayu yang mempunyai 9 (sembilan) compartment (bagian ruang). Disamping tiap batu yang akan dibongkar diberi nomor pallet, juga diberi nomor compartment. Nomor compartment tersebut ditempatkan sebelum nomor pallet (di atas nomor pallet). Dalam satu pallet berisi maksimum 9 (sembilan) batu dengan nomor compartment berbeda yakni : 1, 2, 3, dan seterusnya sampai dengan 9. Nomor pallet terdiri dari 5 (lima) digit :

x	x	x	x	x
1	2	3	4	5

Digit pertama menunjukkan sisi candi, 1, 2, 3, 4, berturut-turut menunjukkan sisi Utara, Selatan, Timur dan Barat. Digit kedua apabila genap menunjukan langkan (ballustrade) dan apabila ganjil menunjukan dinding (mainwall).

Digit ketiga mulai dari angka 0 sampai dengan 4 menunjukkan bidang yang di sebelah kanan tangga, dan apabila digit ketiga mulai dari angka 5 sampai dengan 9 menunjukkan bidang sebelah kiri tangga. Apabila digit ketiga: 0, 1, 2, 3, 4, berturut-turut menunjukkan bidang a, b, c, d, dan e, sedangkan angka 5, 6, 7, 8, dan 9 berturut-turut menunjukkan bidang f, g, h, i, dan j.

Selanjutnya digit keempat dan kelima menunjukkan bilangan urutan. Khusus untuk langkan (ballustrade) apabila digit kelima genap menunjuk langkan tampak luar, sebaliknya apabila ganjil adalah langkan tampak dalam.

Berikut ini diagram pembagian nomor pallet :

Nomor pallet untuk undak 0 ditentukan sebagai berikut :

Area pembongkaran	Nomor pallet
U	00000 - 02499
S	02500 - 04999
T	05000 - 07499
B	07500 - 09999

Untuk undak lainnya nomor pallet diberikan sebagai berikut :

Undak, dinding/ Langkan	Nomor pallet			
	Area Pembongkaran Kanan		Area Pembongkaran kiri	
Langkan undak 5	x0000	- x0499	x0500	- x0999
Dinding undak 4	x1000	- x1499	x1500	- x1999
Langkan undak 4	x2000	- x2499	x2500	- x2999
Dinding undak 3	x3000	- x3499	x3500	- x3999
Langkan undak 3	x4000	- x4499	x4500	- x4999
Dinding undak 2	x5000	- x5499	x5500	- x5999
Langkan undak 2	x6000	- x6499	x6500	- x6999
Dinding undak 1	x7000	- x7499	x7500	- x7999
Langkan undak 1	x8000	- x8999	x9000	- x9999

Dimana nilai x ditentukan sebagai berikut :

- 1 untuk sisi U
- 2 untuk sisi S
- 3 untuk sisi T
- 4 untuk sisi B

Batu-batu yang akan dibongkar diberi nomor compartment dan nomor pallet diplotkan kedalam gambar kerja lapangan dan dicatat kedalam kartu pallet. Tiap satu pallet maksimum berisi 9 (sembilan) batu yang identik dengan jumlah nomor compartment. Kesembilan batu tersebut mempunyai nomor pallet yang sama, akan tetapi dengan nomor compartment yang berbeda. Nomor compartment yang dimaksud adalah : 1, 2, 3 dan seterusnya sampai dengan 9.

Batu-batu yang telah diberi nomor pallet dan nomor compartment dicatat kedalam kartu pallet dan diplotkan kedalam gambar kerja lapangan. Kartu pallet mempunyai beberapa lajur kolom antara lain: kolom dismantling, kolom rebuilding, bagan/sketsa pallet yang dibagi menjadi 9 compartment, kolom isi pallet. Setiap kartu terdiri dari 4 lembar, satu lembar asli dan 3 lembar copy. Satu lembar yang asli dikirim ke seksi Registrasi TA, satu lembar copy pertama dimasukkan kedalam pallet dan mengikuti perjalanan pallet, satu lembar copy kedua dikirim ke Centre of Registration Office, dan satu lembar copy keempat sebagai arsip dibawa oleh ketua team dismantling.

PALLET No. 12336 B		<u>DISMANTLING / PALLET CARD</u>				
DISMANTLING	DATE	AREA No.	TEAM	SIDE	GALLERY	SECTION
	4-6-76	19 R	F	U	4	V2
REBUILDING	DATE	AREA No.	TEAM	SIDE		
		26 L		B		
OS						

COMPARTMENT No.	RELIEF No.	LAYER No.	SERIAL	REMARKS		PHOTO No.
				DISMANTLING	REBUILDING	
1		82	16 16a			
2		82	15 15a			
3		81	17 17a			
4		81	16 16a			
5		80	17 17a	side replacing		
6		80	18 18a			
7		80	19 19a			
8		80	20 20a			

Perjalanan Pallet Dan Sistem Pencatatannya

Batu-batu yang telah dibongkar dari monumen dalam wadah pallet dikirim ke Buffer Storage untuk ditampung dan dicatat pada formulir Daily Buffer Storage Check-in Report. Di tempat ini selain dicatat ke dalam formulir tersebut di atas juga diteliti apakah jumlah batu, kondisi batu (kerusakan yang terjadi) sesuai dengan yang tertera pada kartu palletnya, kemudian dibuatkan perintah (order) yang harus dilakukan. Perintah (order) perlakuan terhadap batu-batu tersebut dituangkan dalam formulir Daily Treatment Order Report. Batu-batu dalam pallet dikeluarkan dari tempat penampungan dan dikirim ke tempat/ruang pengerjaan sesuai dengan urutan kerja pemugaran. Semua pallet yang keluar dicatat dalam formulir Daily Buffer Storage Check-Out Report. Setiap perlakuan terhadap batu-batu candi sesuai dengan kondisi dan tingkat kerusakannya selalu dicatat kedalam formulir antara lain: formulir Daily Cleaning Report, Daily Drying Report, Daily Repairing Report, Daily Treatment Report.

Selesai menjalani perlakuan (treatment) semua batu dalam wadah pallet dan siap untuk disusun kembali ditampung di area Final Storage. Setiap pallet yang masuk ke dalam area ini dicatat dalam formulir Daily Final Storage Check-in Report. Sistem penampungannya dikelompokkan menurut/per Rebuilding Area seperti yang telah tertulis pada Kartu Pallet.

Kartu pallet asli yang dikirim ke Registrasi TA digunakan untuk memplotting nomor-nomor pallet dan nomor compartment dari batu candi yang telah dibongkar diatas dua media gambar. Dua media gambar tersebut adalah gambar tampak depan candi yang dipajang (display) pada papan pajang, dan gambar rencana kerja rebuilding. Gambar rencana kerja rebuilding adalah gambar tapak candi perbagian dinding atau langkan perundak yang mencantumkan nama bidang, nomor lapisan batu, nomor seri batu, area rebuilding, nomor compartment, nomor pallet dan catatan-catatan lainnya.

Dengan gambar rencana kerja rebuilding tersebut, para Team Rebuilding memesan batu berdasarkan nomor-nomor pallet yang tercantum pada gambar tersebut ke Final Storage untuk disusun kembali. Batu-batu yang telah disusun kembali dicatat pada formulir Daily Rebuilding Report.

2. Candi Prambanan

Pemberian nomor kode pada batu dalam pemugaran Candi Prambanan menggunakan sistem tata letak bahan penyusun, yang meliputi akumulasi (perpaduan) dari nomor bidang, nomor lapis, nomor seri/urut. Nomor kode batu yang dimaksud terdiri dari 6 (enam) digit :

x	x	x	x	x	x
1	2	3	4	5	6

- digit pertama dan kedua menunjukkan bidang
- digit ketiga dan keempat menunjukkan nomor lapis batu
- digit keempat dan kelima menunjukkan nomor seri/urut batu

Cara Pemberian Nomor Kode Pada Batu

Dalam pelaksanaan pembongkaran nomor kode batu tersebut dipahatkan pada permukaan dalam atas batu. Dengan pertimbangan keterbatasan gerak dalam memahat yang hanya menghasilkan bentuk pahatan goresan lurus tegak, lurus miring, lurus datar dan titik maka dibuat nomor sandi pengganti nomor arabic yang biasa kita gunakan. Selain itu dengan nomor sandi tersebut pelaksanaan pemahatan pada batu lebih cepat, mudah dikerjakan dan dengan hanya memerlukan sedikit waktu akan cepat faham.

Nomor sandi pengganti tersebut :

	\	-	/	∨	=	∠	x	△	+
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0

Selain tiap-tiap batu diberi nomor compartment dan nomor pallet untuk pemugaran Candi Borobudur, dan nomor kode tata letak untuk Candi Prambanan juga masih diberi kode hubungan antar batu baik ke arah samping kiri kanan maupun ke belakang terhadap batu-batu isian. Untuk Candi Borobudur, kode hubungan antar batu ke arah samping menggunakan simbol pahatan tradisional, sedangkan ke arah belakang terhadap batu isian menggunakan simbol pahatan strip (-). Strip tunggal untuk antar batu luar dan batu isian pertama di belakang batu luar. Strip ganda (=) untuk hubungan batu isian pertama dengan batu isian kedua. Sedangkan kode hubungan antar batu untuk candi Prambanan semuanya menggunakan simbol pahatan tradisional, baik yang ke arah samping maupun ke arah belakang.

Pelaksanaan pembongkaran dilakukan per lapis dan batu dibongkar setelah semua batu diberi nomor kode batu, diberi kode hubungan antar batu dengan cara dipahat, didokumentasikan dengan cara digambar dan difoto.



Pemberian kode pada batu

Perjalanan Batu Pasca Pembongkaran

Batu-batu hasil pembongkaran ditampung di area penampungan dan dicatat pada buku penampungan batu dan dibuat gambar sket lokasi. Di tempat penampungan batu-batu dikelompok-kelompokkan perbidang dan per lapis, untuk memudahkan dalam pencariannya.

Kegiatan pengkonservasian batu, antara lain pembersihan, penambalan, penyambungan, pengijeksian, pengawetan dilaksanakan di tempat penampungan. Segala suatu mengenai pengerjaan konservasi batu dicatat dalam buku catatan harian konservasi dan tiap-tiap akhir bulan dibuat laporan secara terinci.

Dalam penyusunannya kembali (rebuilding) dilakukan melalui suatu prosedur yang sangat mudah sekali yakni dengan membaca gambar kerja. Gambar kerja disajikan dalam dua bentuk yaitu gambar tampak depan suatu bidang tertentu dan gambar tampak atas yang dibuat sewaktu kegiatan pembongkaran. Dengan membaca dua gambar kerja tersebut, pelaksana penyusun kembali memesan batu-batu ke area penampungan dan menyusun kembali pada tata letak (lokasi) aslinya. Adapun bentuk laporan yang dibuat adalah catatan/laporan harian dan laporan bulanan.

3. Bangunan/Candi Bata

Sistem registrasi yang diterapkan pada bangunan/candi bata adalah dengan sistem tata letak bahan penyusun. Nomor kode bata yang digunakan merupakan perpaduan antara sisi/bidang, nomor lapisan bata, dan nomor seri/urut. Nomor sisi dan bidang akan sama manakala candi berbentuk segi empat,

dan angka satu selalu diberikan pada sisi depan sesuai dengan arah hadap candi (barat atau timur).

x	x	x	x	x	x
1	2	3	4	5	6

- digit pertama menunjukkan sisi/bidang
- digit kedua dan ketiga menunjukkan nomor lapis
- digit keempat, kelima dan keenam menunjukkan nomor seri/urut.

Pemberian nomor kode pada bahan penyusun bata dengan cara dicatkan pada permukaan atas dalam, tidak dipahatkan seperti pada bahan penyusun bangunan batu andesit. Penomoran kode dengan cara dicatkan ini atas dasar pertimbangan agar tidak menimbulkan kerusakan, karena ukuran bata lebih kecil, tipis dan kekerasannya tidak sekeras batu andesit. Akan tetapi angka yang digunakan seperti yang telah dilaksanakan tetap menggunakan angka sandi seperti di Candi Borobudur dan Candi Prambanan.

C. Pemberian Nomor Kode Pada Bahan Penyusun Bangunan Kayu (Rumah Tradisional)

Pemberian nomor kode pada bahan penyusun kayu yaitu dengan cara menggabungkan antara nomor kode unsur bangunan, kode komponen dan kode bangunan, contoh :

- Blandar Penanggap Pendapa : BPgP > BPgP1, BPgP2, ... dan seterusnya
- Usuk Brunjung Pendapa : UbrP > UBrP1, UBrP2,... dan seterusnya
- Pintu Dalem ageng : PDa > PDa1, PDa2, ... dan seterusnya
- Jendela Gandok tengen : JGt > JGt1, JGt2, ... dan seterusnya

Nomor kode tersebut dicatkan serapi mungkin pada unsur bangunan atau dengan label dari bahan tertentu. Dalam pencatatannya dibuat formulir/tabel yang terdiri dari beberapa kolom (lajur):

- nomor kode tiap unsur,
- kondisi saat survei (mapping kerusakan),
- perlakuan yang pernah dilaksanakan
- keterangan,
- lain-lain.

BAB III

PENUTUP

Dalam penanganan pemugaran benda/bangunan cagar budaya penerapan sistem registrasi mutlak dibutuhkan. Sistem registrasi yang coplehensif telah terbukti membantu kelancaran pekerjaan pemugaran dan konservasi, mengeliminir kesalahan yang meliputi tertukar tempat, hilangnya bahan menyusun/unsur bangunan.

Bangunan cagar budaya baik candi, maupun rumah tradisional (berbahan penyusun pokok kayu), pesanggrahan, beteng, museum, sebaiknya dibuat suatu data base dengan menerapkan sistem registrasi yang menyantumkan seluruh bahan penyusunnya. Di samping itu juga dicantumkan kondisi (tingkat keterawatan) waktu pendataan awal, perlakuan yang pernah dilaksanakan, kondisi terkini dari hasil monitoring secara periodik.

Dari data tersebut dapat dilakukan evaluasi: bahan penyusun bangunan yang mana yang perlu dilakukan tindakan, dan untuk menyusun rencana tindakan/penangannya. Manfaat berikutnya adalah untuk menyiapkan informasi yang siap dan mudah diakses oleh publik. Dengan demikian kita telah memenuhi tugas dan fungsi sebagai pengemban tugas perlindungan, pengembangan, dan pemanfaatan cagar budaya.

LAMPIRAN

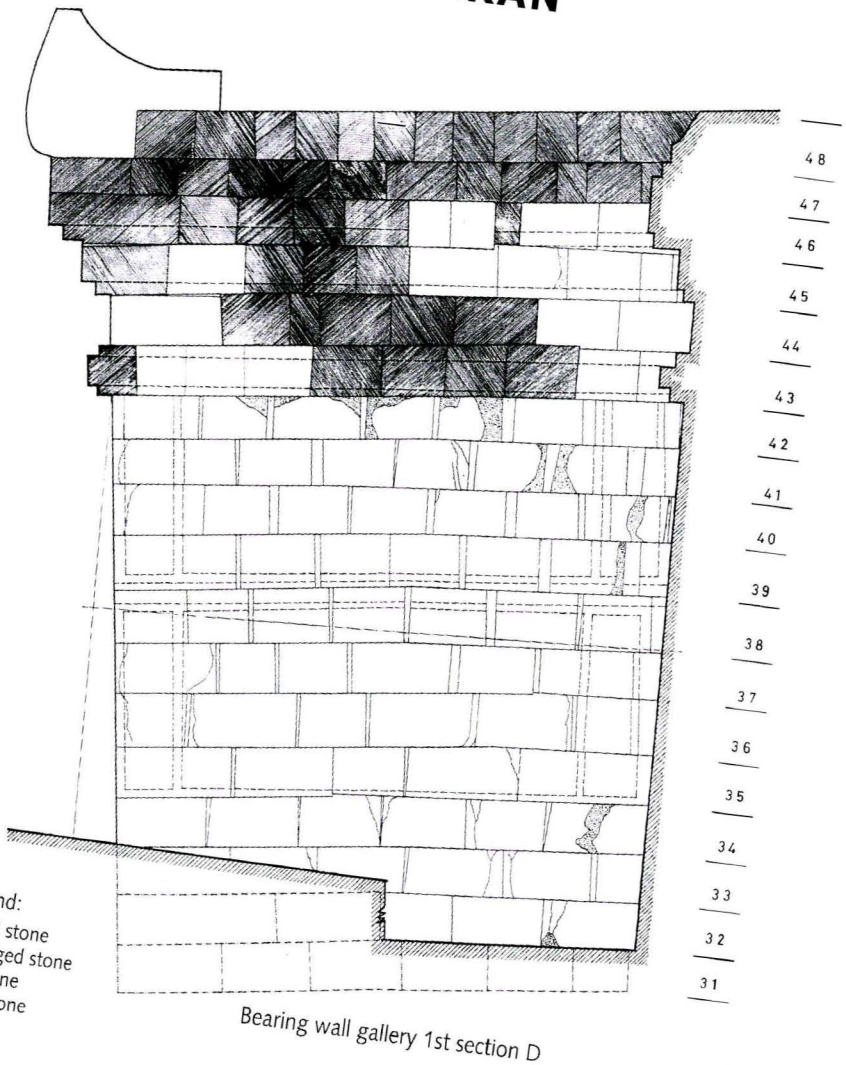


Figure 6.1.3.2
Rotation of tilting walls
 Source: Borobudur
 Restoration Project

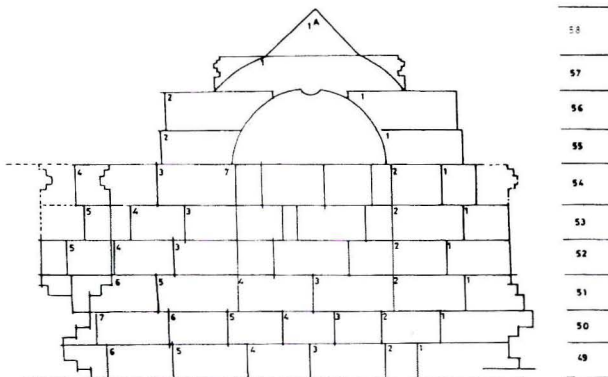


Figure 6.1.2.1
Series A drawing
Source: Borobudur
Restoration Project

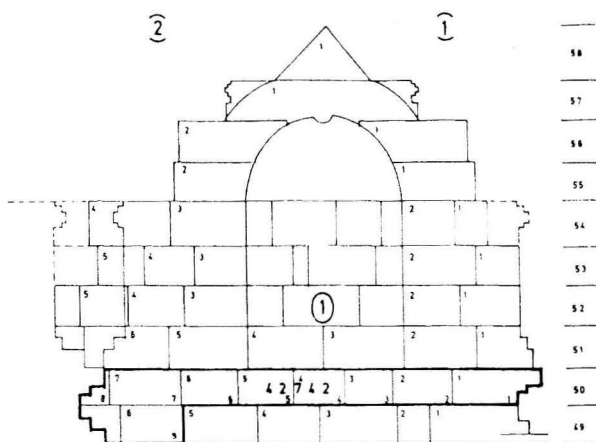
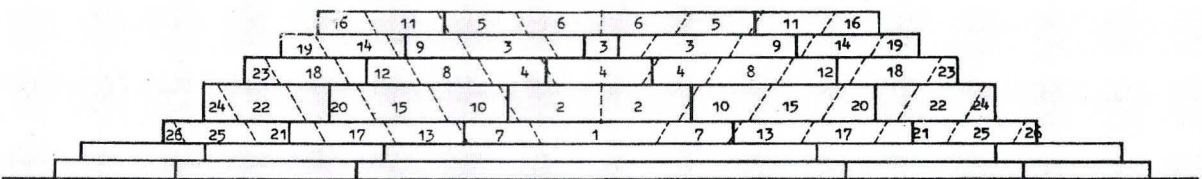
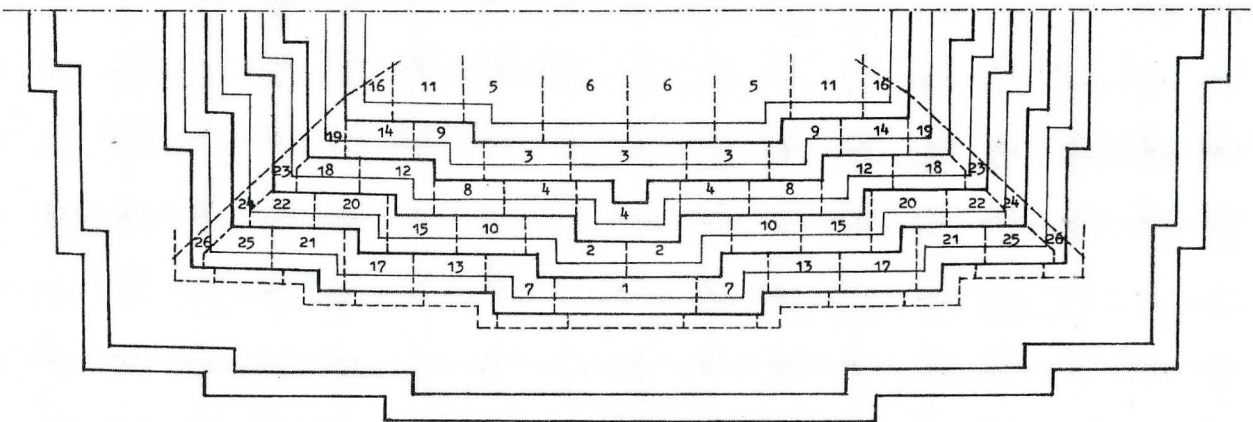


Figure 6.1.2.2
Series B drawing
Source: Borobudur
Restoration Project

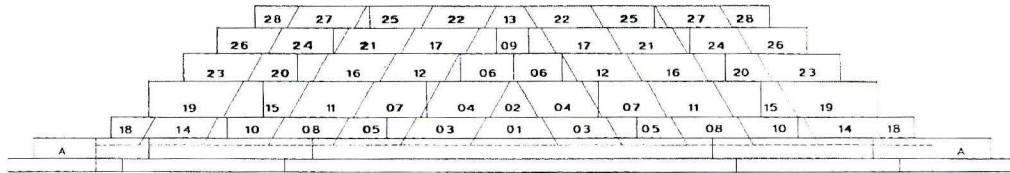
Remarks:
4: West
2: Balustrade 2nd gallery
7: Left-hand side of the stairs
: h section
4-2: The ordinal number of the pallet of one section



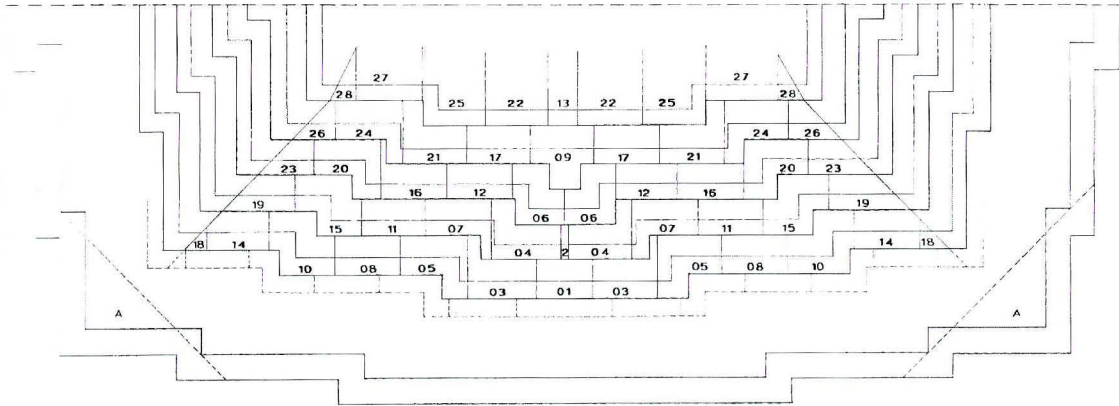
DISMANTLING NORTH/SOUTH



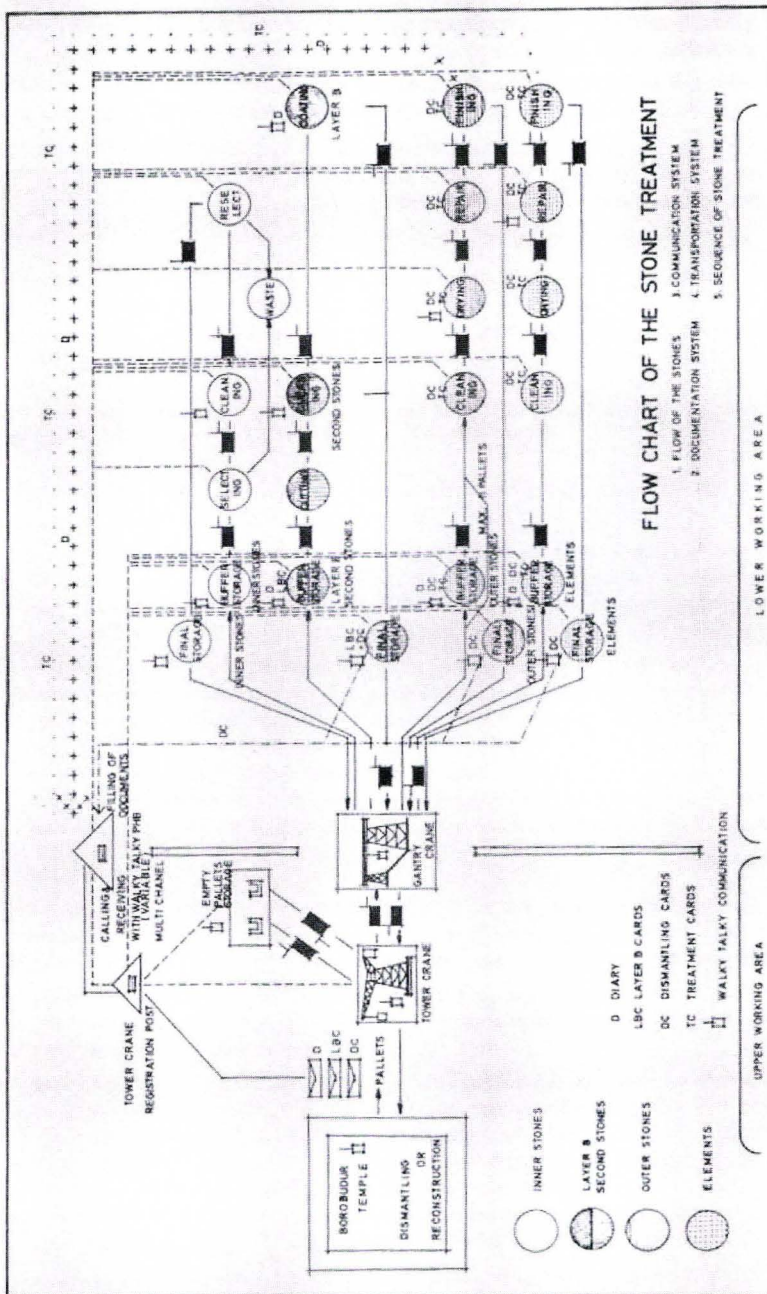
C BOROBUDUR



FRONT ELEVATION



GROUND PLAN



DAILY BUFFER STORAGE CHECK-IN REPORT

CC : 21

TANGGAL 14-6-76

No SERI	No PALLET	JML BATU	LOKASI
1	11223	04	A1541
2	11224	04	A1542
3	15242	05	A0612
4	17216	06	B0412
5	01393	14	A0202
6	20353	09	A2424
7	22243	08	C2244
8	22247	06	C2342
9	22241	06	C2341
10	26125	08	A0814
11	26112	05	A0712
12	26110	03	A0711
13	25743	06	A1234
14	25745	05	A1233
15	25744	04	A1232

No SERI	No PALLET	JML BATU	LOKASI
16	24181	06	C1721
17	23735	07	B0432
18	23734	04	B0431
19	22245	07	C2343
20	03829	07	B2641
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			

No SERI	No PALLET	JML BATU	LOKASI
31			
32			
33			
34			
35			
36			
37			
38			
39			
40			
41			
42			
43			
44			
45			

PALLETS : 20

CARDS : 4

HASH : 396.865

Petunjuk untuk pengisian Formulir

1. Laporan ini ditulis tiap hari.
2. Semua pallet siap untuk dimasukkan ke Buffer Storage.
3. Berikan nomor pallet yang masuk ke Buffer Storage.
4. Berikan jumlah batu dalam satu pallet.
5. Berikan lokasi di Buffer Storage.

TANDA TANGAN

DAILY BUFFER STORAGE CHEK-OUT REPORT

CC: 22

TANGGAL 15-6-76

No SERI	No PALLET					JUMLAH BATU	
1	0	3	8	8	7	0	7
2	0	3	8	8	8	0	6
3	2	3	6	7	5	0	8
4	2	3	6	7	6	0	8
5	2	3	1	7	6	0	8
6	2	3	1	7	7	0	9
7	2	3	1	7	9	0	8
8	2	3	1	8	0	0	7
9	2	3	1	8	1	0	8

No SERI	No PALLET					JUMLAH BATU	
10	2	3	1	8	2	0	4
11	2	3	1	8	3	0	8
12	2	3	1	8	4	0	9
13	2	3	1	7	8	0	4
14							
15							
16							
17							
18							

No SERI	No PALLET					JUMLAH BATU	
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							

PALLETS : 13

CARDS : 2

HASH : 263.746

Petunjuk untuk pengisian Formulir

1. Laporan ini ditulis tiap hari.
2. Semua pallet siap untuk dimasukkan ke ruang Cleaning.
3. Berikan nomer pallet yang keluar dari Buffer Storage.
4. Berikan jumlah batu dalam satu pallet.

TANDA TANGAN

DAILY TREATMENT ORDER REPORT

CC: 31

TANGGAL 7-06-76

NOMER PALET	COMPARTMENT/BAGIAN																		JUMLAH BATU	CATATAN
	1		2		3		4		5		6		7		8		9			
	CL	REPAIR	CL	REPAIR	CL	REPAIR	CL	REPAIR	CL	REPAIR	CL	REPAIR	CL	REPAIR	CL	REPAIR	CL	REPAIR		
C1374														G					27	
C1375		G		PB		BGP													23	
C1373		BS					AS												55	
C1372		BG		BG							B						G		21	
C1376				BG															22	
27257AS	S		AS	B	AS	S	AS												24	
27257CS	GS		BS	S	BS	PB	AS		AS	S	BS	P	S	BG					27	
27257BS	G		BS	G	AS	S													23	
														</						

PALLETS : 8

CARDS : 8

HASH 70.138

Petunjuk untuk pengisian Formasi

1. Laporan ini ditulis tiap hari.
2. Berikan tanggal pembuatan order.
3. Berikan nomer pallet yang akan dikerjakan.
4. Berikan code cleaning B, S atau P menurut yang akan dikerjakan.
5. Berikan code repairing S, G, B, D, F, I, atau R menurut yang akan dikerjakan.
6. Berikan jumlah batu dalam satu pallet.
7. Jikalau kerusakan lebih dari 4 tipe, harap dicantumkan ditempat catatan.

TANDA TANGAN

DAILY CLEANING REPORT

CC: **32**

TANGGAL 10-06-76

NOMER PALET	REGU	COMPARTMENT/BAGIAN																																				JUMLAH BATU								
		1				2				3				4				5				6				7				8				9												
		M	CB	CS	CP	W	M	CB	CS	CP	W	M	CB	CS	CP	W	M	CB	CS	CP	W	M	CB	CS	CP	W	M	CB	CS	CP	W	M	CB	CS	CP	W	M		CB	CS	CP	W				
03880	1	M				W	M	B		W	M			W																															06	
03879	1	M				W	M			W	M			W																															05	
27753	1	M		S		W	M		S	W	M	B	S	W	M	B	S	W	M	B	S	W																								06
27754	4	M		S		W	M	B	S	W	M	B	S	W	M	B	S	W	M	B	S	W																								04
25723	4	M	B	S		W	M	B	S	W	M	B	S	W	M	B	S	W																												04
29761	1	M	B			W	M	B		W	M		P	W																																

PALLETS : 6

CARDS : 6

HASH : 118.150

Petunjuk untuk pengisian Formulir

1. Laporan ini ditulis tiap hari.
2. Semua pallet siap untuk dimasukkan ke drying chamber (selesai dibersihkan).
3. Berikan kode regu menurut pembagian : 1, 2, 3, 4 atau 5.
4. Berikan nomer pallet yang telah selesai dikerjakan pada tanggal itu.
5. Berikan tanda (M, B, S, P, W) dibawah kode-kode (M, CB, CS, CP dan W) menurut apa yang dikerjakan.
6. Berikan jumlah batu dalam satu pallet.

TANDA TANGAN

DAILY DRYING REPORT

CC: 33

TANGGAL 19-06-76

No SERI	No PALLET					JUMLAH BATU
1	0	1	3	8	2	05
2	0	1	3	8	1	04
3	0	1	3	8	0	24
4	1	3	2	2	2	06
5	1	3	2	2	0	05
6	1	3	2	1	5	06
7	1	3	2	1	7	06
8	1	3	2	2	7	06
9	1	3	2	1	9	06

No SERI	No PALLET					JUMLAH BATU
10	1	3	2	1	6	05
11	1	7	1	9	8	07
12	1	7	1	9	6	05
13	1	7	1	9	0	05
14						
15						
16						
17						
18						

No SERI	No PALLET					JUMLAH BATU
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						

PALLETS : 13

CARDS : 2

HASH : 148.263

Petunjuk untuk pengisian Formulir

1. Laporan ini ditulis tiap hari.
2. Semua pallet siap untuk dimasukkan ke ruang Repair (selesai dikerjakan).
3. Berikan nomer pallet yang telah selesai dikeringkan pada tanggal itu.
4. Berikan jumlah batu dalam satu pallet.

TANDA TANGAN

Modul Pelatihan Tenaga Teknis Pemugaran Tingkat Dasar 2013

CC :

TANGGAL

[illegible]

PALLETS : 8

CARDS : 2

HASH : 124.452

Petunjuk untuk pengisian Formulir

1. Laporan ini ditulis tiap hari.
2. Semua pallet siap dimasukkan ke ruang treatment (selesai diperbaiki).
3. Berikan nomor pallet yang telah selesai dikerjakan pada tanggal itu.
4. Berikan kode-kode (S.G.B.D.F.I.R) menurut apa yang dikerjakan.
5. Berikan jumlah batu yang terdapat dalam pallet tersebut.
6. Apabila kerusakan pada lebih dari 4 tipe, agar supaya diletakkan pada catatan/remark.

TANDA TANGAN

DAILY TREATMENT REPORT

CC: **35**

TANGGAL 26-06-76

No SERI	No PALLET					JUMLAH BATU	
1	0	1	3	7	5	0	3
2	0	1	3	7	7	3	0
3	0	1	3	7	8	2	1
4	0	1	3	7	3	2	1
5	0	3	8	8	5	0	7
6	0	3	8	8	4	0	8
7	0	3	8	8	3	0	8
8	0	0	2	4	4	0	8
9	0	0	2	4	5	1	5

No SERI	No PALLET					JUMLAH BATU	
10	1	3	2	1	8	0	6
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							

No SERI	No PALLET					JUMLAH BATU	
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							

PALLETS : 10

CARDS : 2

HASH : 30.862

Petunjuk untuk pengisian Formulir

1. Laporan ini ditulis tiap hari.
2. Semua pallet siap untuk dimasukkan ke Final Storage (selesai di treatment).
3. Berikan nomor pallet yang telah selesai dikerjakan pada tanggal itu.
4. Berikan jumlah batu dalam satu pallet.

TANDA TANGAN

DAILY REBUILDING REPORT

CC : **43**

TANGGAL 14-06-76-

NOMER SERI	No PALLET					TEAM	
1	1	7	5	5	5	B	B
2	1	7	5	2	6	B	B
3	1	7	0	5	5	B	B
4	0	1	3	5	1	D	D
5	2	7	5	6	2	B	B
6	2	7	5	8	5	B	B
7	2	7	5	8	6	B	B
8	2	7	5	8	7	B	B
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							

NOMER SERI	No PALLET					TEAM	
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							

NOMER SERI	No PALLET					TEAM	
31							
32							
33							
34							
35							
36							
37							
38							
39							
40							
41							
42							
43							
44							
45							

PALLETS : 8
CARDS : 8
HASH : 163.807

Petunjuk untuk pengisian Formulir

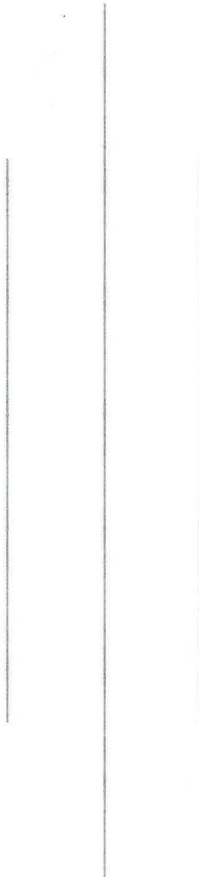
1. Laporan ini ditulis tiap hari.
2. Berilah nomor pallet yang telah dibangun dengan 5 angka saja mis. : 15835 dsb.
3. Berilah team rebuilding dengan 2 huruf, mis. : AA, BB dsb.
4. Keterangan yang diberikan harus betul, bila terdapat keterangan yang salah menyebabkan laporan yang diberikan oleh komputer akan salah.

TANDA TANGAN

DOKUMENTASI CAGAR BUDAYA

Oleh :

Drs. Marsis Sutopo, M.Si



BAB I

PENDAHULUAN

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia **dokumen** adalah sesuatu yang tertulis, tercetak, atau terekam yang dapat dipakai sebagai bukti atau keterangan. Lebih lanjut secara umum dokumen dapat pula diartikan sebagai hasil rekaman yang dapat memberikan informasi tentang sesuatu hal. Dokumen terbagi atas beberapa macam, yaitu dalam bentuk tulisan atau tekstual (buku, majalah, atau laporan); non tekstual (foto, peta, gambar, kaset, audio visual); dan gabungan antara tekstual dan non tekstual. Sedangkan pengertian **dokumentasi** adalah serangkaian kegiatan pengumpulan, pemilihan, pengolahan, dan penyimpanan yang berkenaan dengan pembuatan dokumen.

Oleh karena itu dalam kegiatan dokumentasi juga dikenal **Metode Dokumentasi**. Dalam hal ini yang dimaksudkan dengan Metode Dokumentasi adalah sebagai suatu cara pengumpulan data yang diperoleh dari dokumen-dokumen yang ada atau catatan-catatan yang tersimpan, baik itu berupa catatan transkrip, buku, surat kabar, dan lain sebagainya.

Adapun data yang dapat dikumpulkan melalui Metode Dokumentasi misalnya:

1. Data tentang jumlah Cagar Budaya di seluruh wilayah Indonesia yang sudah dipugar.
2. Data tentang kerusakan bangunan akibat bencana alam yang sudah diverifikasi di lapangan.
3. Data keadaan dan jumlah karyawan di seluruh Balai Pelestarian Cagar Budaya.

Dalam berbagai segi kehidupan mulai dari organisasi yang terkecil sampai organisasi yang besar, seperti suatu perusahaan, bahkan suatu negara atau pemerintahan, kegiatan dokumentasi ini memegang peranan yang sangat penting, karena akan berfungsi sebagai bukti otentik atau bukti sejarah yang akan mengungkap sebuah realita atau kebenaran.

Membuat suatu dokumentasi memang akan menghabiskan waktu dan mungkin membosankan. Mungkin sebagian orang juga akan bertanya-tanya, mengapa kita harus menghabiskan waktu untuk membuat dokumentasi sementara kita sudah disibukkan dengan pekerjaan-pekerjaan rutin. Dalam kehidupan sehari-

hari dengan mempunyai dokumen yang baik kita akan mendapatkan sejumlah keuntungan seperti:

1. Dokumen yang baik dapat menjadi penolong saat terjadi suatu masalah, karena dokumen tersebut akan dapat berfungsi sebagai referensi untuk memandu kita untuk melakukan penyelesaian suatu masalah.
2. Dalam suatu bidang pekerjaan, dokumen dapat berfungsi untuk membantu dalam melatih karyawan baru. Karyawan baru akan lebih cepat belajar jika ada dokumen yang rinci sebagai referensi sehingga karyawan akan cepat memahami permasalahan yang akan ditangani.

Oleh karena kegiatan dokumentasi adalah kegiatan yang terencana, maka tentunya punya tujuan yang akan dicapai. Secara umum pada prinsipnya tujuan dari dokumentasi adalah untuk mengkomunikasikan, mengambil suatu informasi dari suatu masalah atau kegiatan, dan menyajikannya ke seseorang yang kurang familiar sehingga orang tersebut bisa tahu tentang apa yang kita ketahui. Dengan demikian maka tujuan dokumentasi dapat lebih rinci lagi misalnya:

- a. Sebagai Sarana Komunikasi
- b. Sebagai Pertanggungjawaban Kegiatan
- c. Sebagai Informasi Statistik
- d. Sebagai Sarana Pendidikan
- e. Sebagai Sumber Data Penelitian
- f. Sebagai Jaminan Kualitas Pelayanan
- g. Sebagai Sumber Data Perencanaan

BAB II

DOKUMENTASI CAGAR BUDAYA

Keberadaan dokumen yang terkait dengan perjalanan hidup bangsa, seperti dokumentasi sejarah, terutama sejarah yang tertuang dalam bentuk tulisan mempunyai arti yang sangat penting. Untuk perbaikan di masa depan dibutuhkan rekonstruksi sejarah berdasarkan dokumen-dokumen dari masa lalu itu. Dokumen yang terkait dengan sejarah suatu bangsa sangat penting dan strategis untuk menangani masa depan bangsa bersangkutan. Paling tidak, hal itu bisa digunakan sebagai referensi dalam pembuatan perencanaan dan pelaksanaan kehidupan berbangsa dan bernegara. Dokumen berfungsi pula untuk memperpanjang ingatan bangsa, baik menyangkut pelaksanaan kegiatan, peraturan, atau pelaku sejarah. Jika tak punya pembanding, kita akan selalu bergerak dari awal lagi dan terbuka kemungkinan melakukan kesalahan serupa terus-menerus. Bukannya terus maju ke depan. Dokumen bersejarah penting pula untuk kemajuan ilmu pengetahuan.

Dokumentasi Cagar Budaya merupakan salah satu bagian yang penting dari dokumen yang terkait dengan perjalanan bangsa Indonesia, melalui tinggalan Cagar Budaya yang ditinggalkan oleh nenek moyang bangsa dan akan diwariskan kepada generasi penerus bangsa. Kegiatan Dokumentasi Cagar Budaya juga menjadi salah satu bagian pekerjaan pelestarian terhadap Cagar Budaya yang tidak dapat diabaikan. Dengan adanya dokumentasi yang baik maka data tentang Cagar Budaya dapat selalu dilestarikan dan dimanfaatkan, meskipun benda fisiknya sudah hilang atau musnah. Namun karena masih tersimpan dokumen yang lengkap, misalnya dalam bentuk deskripsi, gambar, foto, atau film maka data tentang Cagar Budaya tersebut masih dapat dimanfaatkan. Untuk itulah maka kegiatan dokumentasi menjadi salah satu kegiatan yang penting dalam pelestarian Cagar Budaya.

Dalam Pasal 37 Undang-Undang RI Nomor 11 Tahun 2010 Tentang Cagar Budaya dinyatakan bahwa:

- (1) Pemerintah membentuk sistem Register Nasional Cagar Budaya untuk mencatat data Cagar Budaya
- (2) Benda, bangunan, struktur, lokasi, dan satuan ruang geografis yang telah

ditetapkan sebagai Cagar Budaya harus dicatat di dalam Register Nasional Cagar Budaya.

Dalam Pasal 38 juga dinyatakan bahwa koleksi museum yang memenuhi kriteria sebagai Cagar Budaya dicatat di dalam Register Nasional Cagar Budaya. Kemudian dalam Pasal 39 dinyatakan bahwa Pemerintah dan Pemerintah Daerah melakukan upaya aktif mencatat dan menyebarluaskan informasi tentang Cagar Budaya dengan tetap memperhatikan keamanan dan kerahasiaan data yang dianggap perlu sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.

Dalam pengelolaan Register Nasional Cagar lebih lanjut dinyatakan dalam Pasal 40:

- (1) Pengelolaan Register Nasional Cagar Budaya yang datanya berasal dari instansi Pemerintah, Pemerintah Daerah, dan luar negeri menjadi tanggung jawab Menteri.
- (2) Pengelolaan Register Nasional Cagar Budaya di daerah sesuai dengan tingkatannya menjadi tanggung jawab pemerintah provinsi dan pemerintah kabupaten/kota.
- (3) Pemerintah melakukan pengawasan dan pembinaan terhadap Register Nasional Cagar Budaya yang dikelola oleh pemerintah provinsi.
- (4) Pemerintah provinsi melakukan pengawasan dan pembinaan terhadap Register Nasional Cagar Budaya yang dikelola oleh pemerintah kabupaten/kota.

Dari empat Pasal Undang-Undang Cagar Budaya tersebut di atas jelas menunjukkan bahwa inti dari Pasal-pasal tersebut mengamanatkan dilakukannya Dokumentasi Cagar Budaya. Data tentang Cagar Budaya harus dicatat, dikelola sebagai Register Nasional, dan dimanfaatkan untuk berbagai kepentingan sesuai dengan peraturan perundangan.

Jika dicermati lebih lanjut Dokumentasi Cagar Budaya seperti yang diamanatkan pada empat Pasal di atas merupakan pekerjaan besar yang lingkupnya nasional, memerlukan sistem yang holistik dan terpadu, memerlukan sarana dan prasarana yang lengkap, serta ketersediaan SDM yang profesional. Bahkan membutuhkan perencanaan yang matang dan cermat, dari tahap menyusun perencanaan, pengumpulan data lapangan, pemilahan, dan penyajian sebagai data yang dapat diakses oleh masyarakat.

Selanjutnya dalam Pasal 53 ayat (4) dinyatakan bahwa Pelestarian Cagar Budaya harus didukung oleh **kegiatan pendokumentasian** sebelum dilakukan kegiatan yang dapat menyebabkan terjadinya perubahan keasliannya. Mencermati pasal tersebut secara tegas mengamanatkan bahwa kegiatan pendokumentasian terhadap Cagar Budaya mutlak dilakukan untuk mendukung kegiatan pelestarian.

Berkaitan dengan kegiatan pendokumentasian Cagar Budaya sebagai bagian yang tidak terpisahkan dari kegiatan pelestarian, dalam bahasan ini hanya akan difokuskan pada pendokumentasian Cagar Budaya dengan menggunakan peralatan fotografi. Pengertian umum dari fotografi adalah seni disebut pula sebagai “pemotretan”.

Sesuai dengan perkembangan teknologi fotografi, khususnya bentuk filmnya, dalam pendokumentasian Cagar Budaya dikenal jenis-jenis dokumentasi Cagar Budaya, yaitu:

A. Film Kaca

Film kaca adalah film yang paling awal dari teknologi fotografi. Dokumentasi Candi Borobudur yang pertama kali dilakukan oleh Kasijan Chepas menggunakan film kaca. Sampai sekarang film kaca tersebut masih tersimpan baik di Balai Konservasi Borobudur dan masih dapat dicetak di atas kertas.

B. Film *Celuloce* (BW dan Colour)

Film *celulose* yang pertama kali dikenal sebagai pengganti film kaca belum berbentuk gulungan, tapi masih terpisah satu per satu seperti film kaca. Dalam perkembangannya kemudian film *celuloce BW (black white)* berbentuk gulungan, yang umumnya satu roll terdiri dari 36 frame film. Dalam perkembangannya kemudian menyusul film colour sehingga dapat merekam benda sesuai dengan warna aslinya jika dicetak di atas kertas film.

C. Film Slide

Film slide adalah film positif, artinya gambar yang langsung terekam di permukaan film. Film ini langsung dapat dilihat dengan menggunakan slide proyektor yang dipantulkan ke layar. Jika akan dicetak justru harus direpro ke dalam film negatif.

D. Film Digital

Perkembangan terakhir dari jenis film fotografi adalah film digital, baik dalam bentuk CD (*compact disk*) maupun kartu chip yang berukuran kecil, namun memiliki kapasitas dalam ukuran Giga, sehingga dapat menyimpan ribuan gambar berukuran normal.

BAB III

PERALATAN FOTOGRAFI

CAGAR BUDAYA

Peralatan fotografi untuk Cagar Budaya pada dasarnya dapat dikelompokkan menjadi dua kelompok, yaitu peralatan teknis dan bahan.

A. Peralatan Teknis

i). Kamera

Kamera adalah sebuah alat untuk membuat gambar dengan mempergunakan cahaya. Oleh karena itu di dalamnya dipasang sebuah bahan bernama film yang sangat peka terhadap cahaya. Jalan masuk cahaya ke dalam kamera disebut lensa. Konstruksi kamera terdiri dari dua bagian pokok, yaitu badan kamera dan lensa kamera. Bentuk konstruksi, desain, dan besar badan kamera sekarang banyak sekali di pasaran yang diproduksi oleh berbagai produsen dengan berbagai merek. Secara garis besar kamera yang sekarang beredar di pasaran adalah kamera *pocket* (kamera saku) dan kamera SLR (*single lens refleks camera*). Kamera SLR tentunya berukuran lebih besar daripada kamera *pocket* dan lensanya dapat dilepas dari badan kamera dan diganti dengan lensa lain sesuai kebutuhan. Untuk masa sekarang, baik kamera *pocket* maupun kamera SLR sudah dapat menggunakan film digital (*chip*). Bahkan ada kecenderungan film *celuloid* mulai ditinggalkan.

Secara khusus lagi dikenal kamera polaroid, yaitu kamera yang langsung dapat menghasilkan gambar di atas kertas foto polaroid, sehingga tidak membutuhkan lagi film. Di Indonesia kamera polaroid dikenal pada tahun 1980-an, yang umumnya dimanfaatkan di tempat-tempat pariwisata oleh para penjual jasa foto. Jenis kamera lain yang juga sering dipakai untuk pemotretan Cagar Budaya adalah kamera bawah air (*underwater camera*). Kamera ini khusus dipakai untuk pemotretan obyek Cagar Budaya yang berada di bawah air (laut, danau, sungai). Selain itu juga terdapat kamera stereo, yaitu kamera yang memiliki dua lensa yang berdampingan. Pada saat pemotretan, setiap lensa akan memperoleh setengah bagian dari film. Namun pada perkembangannya kamera jenis ini jarang digunakan untuk keperluan sehari-hari, kecuali untuk pembuatan foto udara dalam kegiatan pemetaan.

ii). Badan Kamera

Bentuk desain dan ukuran badan kamera ditentukan oleh banyak faktor, namun pada prinsipnya diarahkan untuk kenyamanan pemakai serta untuk menambah kemudahan-kemudahan dalam pengoperasiannya. Hal ini juga sangat dipengaruhi oleh perkembangan dan kemajuan teknologi fotografi.

Secara umum pada badan kamera, khususnya kamera SLR, terdapat bagian:

- Tuas pemutar film (untuk kamera yang menggunakan film gulungan celuloid)
- Pencacah bidakan (angka yang menunjukkan jumlah film yang sudah terpakai).
- Tombol pelepas rana (tombol untuk ditekan pada saat pengambilan gambar)
- Angka penunjuk kecepatan film ASA/ISO
- Angka pemilih kecepatan (bukaan diafragma)
- Engkol penggulung balik film
- Terminal lampu flas
- Pewaktu (self timer)
- Jendela pembidik
- Rana (sekat penutup film)
- Tempat film (untuk SLR celuloid) atau tempat chip (untuk SLR digital)
- Tombol-tombol untuk pemasangan dan pelepasan lensa

iii). Lensa kamera

Lensa kamera yang sering dipakai dalam pemotretan Cagar Budaya yaitu:

- Lensa normal; lensa ini memberikan gambaran yang sesuai dengan apa yang terlihat oleh mata kita melalui jendela pembidik pada badan kamera.
- Lensa sudut lebar; lensa ini mempunyai keistimewaan, yaitu pada ruang yang sempit dapat menjangkau sasaran bidik yang luas. Namun kelemahannya adalah akan menghasilkan distorsi foto.
- Lensa tele; lensa untuk memotret dari jarak jauh, sehingga obyek dapat terlihat dekat, misalnya memotret puncak candi dengan lensa tele maka akan diperoleh gambar yang detail.
- Lensa zoom; lensa untuk mendekatkan obyek. Dalam perkembangannya lensa zoom ini digabungkan dengan lensa tele, sehingga dikenal lensa tele-zoom atau makro-zoom.
- Lensa makro; lensa makro dipakai untuk pemotretan obyek-obyek yang kecil agar terekam secara detail, misalnya untuk memotret manik-manik dan perhiasan yang berukuran kecil-kecil.

Selain itu juga ada peralatan teknis pendukung, antara lain:

- Lampu (lampu blitz dan lampu penerang)
- Filter lensa Pelindung cahaya (*lens hood*)
- Statif (tripod)
- Pengukur cahaya (*flash meter*)
- Defuser (alat untuk mengurangi cahaya)
- *Slave unit* (alat bantu untuk sinkronisasi antara lampu kilat jika menggunakan lebih dari satu lampu kilat)
- *Cable release* (kabel yang dihubungkan pada tombol pelepas yang berada di badan kamera)
- Reflektor yang berfungsi untuk memantulkan cahaya.
- Kompas untuk mengetahui dari arah mana obyek diambil gambarnya.
- Skala meter (syarat mutlak dalam pemotretan Cagar Budaya menggunakan Skala meter) yang disesuaikan dengan besarnya obyek.
- Meja (untuk reproduksi gambar)
- Peralatan kebersihan (*cleaning kit*)
- Kotak penyimpanan kamera untuk menghindari dari kotoran debu dan menghindari kelembaban.

B. Bahan

Dalam pemotretan Cagar Budaya seperti halnya dalam pemotretan pada umumnya, bahan yang dibutuhkan adalah:

- Film; baik film *selulose* maupun film *chip digital*
- Battery; baik untuk battery kamera yang sudah menggunakan sistem digital maupun battery untuk lampu blitz.
- *Silica gel*; merupakan butir-butir mineral silika yang bersifat *hygroscopic* untuk menekan tingkat kelembaban udara di tempat penyimpanan kamera. Hal ini untuk mencegah agar tidak memicu tumbuhnya jamur yang dapat tumbuh di dalam badan kamera, khususnya bagian lensa.

BAB IV

PEMOTRETAN CAGAR BUDAYA

Pemotretan untuk Cagar Budaya pada prinsipnya seperti pemotretan biasa. Namun yang membedakan bahwa pada pemotretan Cagar Budaya dilakukan dengan teknik-teknik dan kaidah tertentu, sehingga hasilnya dapat memberikan informasi yang banyak berkaitan dengan obyek yang difoto atau didokumentasi. Oleh karena itu pendokumentasian Cagar Budaya adalah upaya memindahkan realitas lapangan dalam bentuk rekaman berupa tulisan, gambar, foto, film, suara, atau gabungan dari unsur-unsur tersebut.

Salah satu ciri yang membedakan pemotretan Cagar Budaya adalah penggunaan skala meter dan penunjuk arah. Penggunaan skala meter bertujuan agar pengguna foto dapat memperoleh gambaran besaran ukuran obyek Cagar Budaya yang difoto berdasarkan perbandingan dengan skala meter yang digunakan. Skala meter yang digunakan dalam pemotretan Cagar Budaya berbagai jenis ukuran, antara lain 1 m, 50 cm, 25 cm, 10 cm, 5 cm. Skala meter yang berukuran besar tentunya untuk dipakai dalam pemotretan yang obyeknya juga berukuran besar. Sedangkan skala meter berukuran kecil dipakai untuk pemotretan obyek yang berukuran kecil. Pada prinsipnya terdapat keserasian jika suatu obyek difoto dengan diberi skala meter. Jangan sampai ukuran obyek yang difoto justru ukurannya lebih kecil dibandingkan dengan ukuran skala meter, sehingga dalam foto justru yang kelihatan adalah skala meternya bukan obyek yang difoto.

Dalam kondisi terpaksa, jika di lapangan tidak membawa skala meter maka sebagai pengganti skala meter dapat berupa benda-benda yang umumnya sudah memiliki standard ukuran, misalnya pulpen, korek api, atau wadah korek api.

Penunjuk arah dalam kondisi tertentu kadang diperlukan, khususnya untuk menunjukkan orientasi arah obyek Cagar Budaya yang difoto. Lebih-lebih orientasi arah Cagar Budaya yang difoto memiliki makna dalam penafsiran data arkeologi. Misalnya untuk menunjukkan arah hadap bangunan, arah hadap makam kuno, dan lain-lain.

Dalam pemotretan kegiatan penggalian arkeologi selain diperlukan skala dan penunjuk arah, juga diperlukan papan informasi yang antara lain berisi informasi nama situs, nama kotak galian, kedalaman/spit, tanggal pemotretan. Penggunaan papan informasi ini tentunya akan sangat membantu pada saat pengguna foto memanfaatkan untuk penafsiran data arkeologi yang diperoleh dalam penggalian arkeologi.

Berdasarkan lokasinya, pemotretan Cagar Budaya dilakukan secara *out-door* dan *in-door*. Pemotretan secara *out-door* adalah pemotretan di lapangan atau lokasi Cagar Budaya. Dalam pemotretan *out-door* ini tentunya memerlukan persiapan yang terencana, khususnya persiapan peralatan pemotretan yang lengkap dengan mempertimbangkan kondisi lapangan, cuaca, dan iklim. Dengan persiapan yang matang tentunya akan diperoleh hasil pemotretan yang baik. Sementara itu, pemotretan *in-door* dilakukan di studio (kantor) dengan membawa obyek yang akan difoto. Pemotretan secara *in-door* memerlukan ruang khusus, pencahayaan yang bagus, *background* kain yang dapat diganti-ganti, sehingga diperoleh hasil foto dokumentasi yang sempurna. Pemotretan *in-door* umumnya dilakukan dengan obyek-obyek yang berukuran kecil, misalnya fragmen-fragmen gerabah, manik-manik, relic, arca berukuran kecil, mata uang, perhiasan, dan lain.

Selain pemotretan terhadap obyek Cagar Budaya, dalam kegiatan pelestarian juga terdapat pemotretan kegiatan. Pemotretan kegiatan pelestarian yang biasa dilakukan misalnya pemotretan kegiatan penggalian arkeologi, kegiatan pemugaran, kegiatan konservasi, kegiatan pameran, dan lain-lain.

BAB V

PENYIMPANAN DOKUMEN

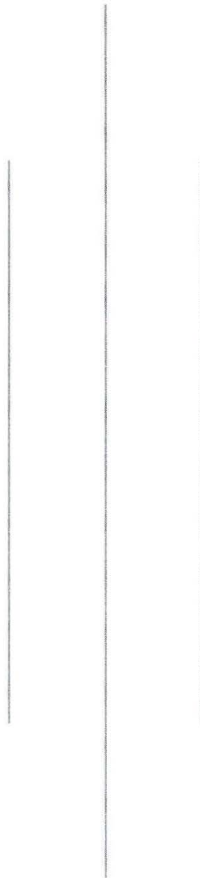
Penyimpanan dokumen hasil pemotretan yang berupa film dan foto harus memenuhi prinsip-prinsip:

- A. Aman; tempat penyimpanan harus aman untuk dokumen yang disimpan. Ancaman yang paling berbahaya bagi dokumen film dan foto adalah kelembaban udara dan binatang kecil, misalnya ngengat, rayap, dan sebagainya. Oleh karena itu penyimpanan dokumen film dan foto harus diupayakan terbebas dari ancaman-ancaman tersebut. Demikian juga jika dokumen film dan foto tersebut dalam bentuk digital, sehingga dapat disimpan di *flasdisk*, *compact disk*, atau *harddisk*, tentunya harus aman dari serangan virus. Oleh karena itu perlunya *back-up* data untuk penyimpanan dokumen foto digital
- B. Mudah diakses; dokumen film dan foto sering dimanfaatkan untuk berbagai kegiatan pelestarian. Oleh karena cara penyimpanannya juga harus memperhitungkan mudah diakses.
- C. Terorganisir; penyimpanan dokumen film dan foto harus terorganisir dengan sistem pendokumentasian. Setiap film diberi nomor dan waktu pemotretan, serta deskripsi ringkas, yang dicatat dalam Buku Induk. Demikian juga halnya dengan foto harus diberi nomor induk dan waktu pemotretan, serta deskripsi ringkas, yang dicatat dalam Buku Induk. Untuk hasil foto digital mungkin yang cocok bukan dicatat dalam Buku Induk, namun diberi nomor, waktu pemotretan, dan kemudian dikelompokkan dalam folder-folder file. Untuk dapat melihatnya kembali dapat memanfaatkan computer *touchscreen*, sehingga lebih cepat dan efektif.

ETIKA PROFESI

Oleh :

Drs. Marsis Sutopo, M.Si



BAB I

PENDAHULUAN

Berbicara tentang Etika Profesi tentunya harus memahami dulu makna dari kata etika. Etika, moral, etiket, dan etos dalam komunikasi sehari-hari seringkali dianggap sama maknanya. Padahal masing-masing memiliki makna yang berbeda.

Etika dalam pengertian sempit sama maknanya dengan moral, yaitu adat-istiadat atau kebiasaan. Oleh karena itu dalam kehidupan sehari-hari sering kita mendengar bahwa orang yang tidak punya etika disamakan dengan orang tidak punya moral, atau sebaliknya orang yang tidak punya moral maka dia tidak punya etika.

Sementara itu etiket memiliki arti hubungan formal atau sopan santun. Bentuk tata cara hubungan yang terjadi di tengah-tengah pergaulan antar manusia, itulah gambaran etiket pergaulan.

Etika sebagai filsafat moral atau refleksi kritis dapat dirinci menjadi tiga jenis etika, yaitu etika *deontology*, etika *teleology*, dan etika keutamaan.

- Etika *deontology* adalah etika yang memberikan pedoman moral agar manusia berperilaku atau bertindak sesuai dengan kewajiban atas dasar nilai atau norma moral yang ada. Bagi etika *deontology*, memberikan sumbangan bencana alam merupakan kewajiban sehingga hal ini harus dilakukan. Sebaliknya mencuri bukan kewajiban, sehingga harus ditinggalkan.
- Etika *teleology* adalah etika yang tidak mementingkan kewajiban tetapi tujuan sebagai acuan perilaku manusia. Dalam etika ini suatu perilaku dinilai baik apabila bertujuan baik.
- Etika keutamaan adalah etika yang tidak mengacu pada kewajiban atau akibat dari suatu tindakan, karena ia memfokuskan pada pengembangan watak dan keutamaan moral melalui keteladanan moral yang dilakukan oleh tokoh-tokoh tertentu dalam masyarakat. Keunggulan etika keutamaan adalah bahwa moralitas dalam suatu masyarakat dikembangkan melalui sejarah atau cerita (mitos, legenda, wayang, dan lain-lain) yang mengandung pesan-pesan dan nilai-nilai moral, bukan melalui indoktrinasi, perintah, atau larangan.

Etiket berasal dari bahasa Inggris *etiquette* yang berarti aturan untuk hubungan formal atau sopan santun. Dalam kehidupan sehari-hari pemakaian kata etiket, misalnya etiket pergaulan, etiket makan, dan sebagainya. Etiket tidak sama dengan etika meskipun ada kaitannya. Kaitan antara etiket dengan etika adalah sama-sama mengacu pada norma atau aturan. Etika mengacu pada norma moral, sedangkan etiket mengacu pada norma kelaziman. Kita tidak bisa memastikan bahwa orang yang memiliki etiket akan secara otomatis menunjukkan perilaku etis. Misalnya, kita sering melihat orang yang tampaknya sopan ternyata ia seorang penipu.

Etos sering digunakan dalam komunikasi: etos kerja, etos profesi, dan sebagainya. Etos adalah suatu kata yang tampaknya telah diterima dalam bahasa Indonesia. Dalam bahasa Inggris *ethos* berarti ciri-ciri atau sikap dari individu, masyarakat, atau budaya terhadap kegiatan tertentu. Apabila ada istilah etos kerja, maka ini dimaksudkan sebagai ciri-ciri atau sikap seseorang atau kelompok orang terhadap kerja, seperti disiplin, tanggungjawab, dedikasi, integritas, transparansi, dan sebagainya. Lebih jauh etos dipandang sebagai semangat dan sikap batin seseorang atau kelompok orang terhadap kegiatan tertentu yang di dalamnya termuat nilai-nilai moral tertentu.

BAB II

PENERAPAN ETIKA DALAM ORGANISASI

Etika diartikan sebagai nilai-nilai atau norma-norma yang mendasari perilaku manusia.

Organisasi diartikan sebagai kelompok orang yang bekerja sama untuk mencapai tujuan-tujuan tertentu. Dalam mencapai tujuannya organisasi memperhatikan prinsip-prinsip yang harus diikuti agar organisasi dapat mencapai tujuan-tujuannya. Prinsip-prinsip itu biasanya menyangkut baik aspek-aspek teknis (spesialisasi, hirarki, prosedur kerja, hukum, ganjaran, dan sebagainya) maupun aspek-aspek non teknis (peraturan, etika, kode etik, keinginan, perilaku, dan sebagainya).

Oleh karena itu, organisasi dalam mencapai tujuannya memerlukan antara lain ETIKA dan KODE ETIK agar organisasi dapat melayani kepentingan masyarakat dan menjaga keluhuran organisasi. Sehubungan dengan hal ini maka ETIKA dalam kehidupan organisasi sangat penting. Pentingnya ETIKA dalam kehidupan organisasi dapat digambarkan sebagai berikut:

- Pertama; etika memungkinkan organisasi memilih dan menyepakati nilai-nilai moral yang harus dijunjung tinggi oleh setiap anggota organisasi sesuai dengan tujuan-tujuan organisasi. Nilai-nilai moral ini akan dipakai sebagai acuan atau pedoman dalam berperilaku bagi semua anggota organisasi.
- Kedua; karena etika mengetengahkan nilai-nilai universal yang disepakati oleh semua anggota organisasi, maka dalam organisasi etika dapat menjembatani konflik moralitas antar anggota organisasi yang berbeda latar belakang suku, agama, ras, dan budaya.
- Ketiga; etika yang dapat dilaksanakan secara efektif oleh organisasi akan meningkatkan citra dan reputasi organisasi dan akan melanggengkan eksistensi organisasi.

BAB III

PROFESI DAN KODE ETIK

Profesi dapat dirumuskan sebagai pekerjaan yang dilakukan sebagai sumber nafkah hidup yang mengandalkan keahlian dan ketrampilan yang tinggi dan dengan melibatkan komitmen pribadi (moral) yang mendalam. Pengertian ini memandang profesi secara sempit hanya sebagai pekerjaan.

Profesi juga dapat dipandang secara lebih luas, sebagai kelompok moral yang memiliki ciri-ciri dan nilai-nilai bersama yang harus dijunjung tinggi. Dengan demikian orang dan kelompok profesional adalah orang yang secara khusus bekerja penuh dan hidup dari pekerjaan ini dengan mengandalkan keahlian dan ketrampilan yang tinggi dan komitmen pribadi yang menjunjung tinggi pekerjaannya.

Ciri-ciri dapat disebut sebagai profesi (orang atau kelompok profesional), minimal memiliki enam ciri sebagai berikut:

1. Keahlian dan ketrampilan khusus
2. Komitmen moral yang tinggi
3. Penghasilan yang memadai
4. Pengabdian pada masyarakat
5. Izin khusus untuk menjalankan profesi
6. Anggota organisasi profesi

Selanjutnya di dalam organisasi, komitmen moral bagi suatu profesi merupakan pengakuan terhadap nilai-nilai atau norma-norma yang harus dijunjung tinggi oleh profesi itu sendiri. Komitmen ini agar dapat dilaksanakan secara efektif oleh orang atau kelompok profesional perlu dituangkan dalam bentuk KODE ETIK, sehingga masing-masing orang dalam suatu profesi memiliki dasar acuan yang sama mengenai nilai-nilai atau norma-norma yang harus dijunjung tinggi.

Berbicara mengenai KODE ETIK berarti kita memasuki wilayah **etika terapan**. Dengan Kode Etik, suatu profesi hendak berupaya menata perilaku profesinya sesuai dengan nilai-nilai dan norma-norma yang disepakati bersama. Kode etik adalah nilai-nilai, norma-norma, atau kaidah-kaidah untuk mengatur perilaku moral dari suatu profesi melalui ketentuan-ketentuan tertulis yang harus dipenuhi dan ditaati setiap anggota profesi. Kode etik bisa dilihat sebagai etika terapan karena dihasilkan berkat penerapan pemikiran etis pada profesi tertentu.

Dari paparan di atas dapat diperoleh gambaran bahwa prinsip-prinsip umum yang harus dirumuskan dalam suatu profesi akan berbeda satu dengan yang lainnya. Hal ini disebabkan oleh perbedaan adat, kebiasaan, kebudayaan, dan peranan tenaga ahli profesi yang didefinisikan dalam suatu Negara tidak sama. Oleh karena Kode Etik merupakan wujud dari komitmen moral dari organisasi dan profesi, maka KODE ETIK harus berisi mengenai:

- Apa yang boleh dan apa yang tidak boleh dilakukan oleh anggota profesi
- Apa yang harus didahulukan
- Apa yang boleh dikorbankan oleh profesi ketika menghadapi situasi konflik
- Apa tujuan atau cita-cita luhur profesi
- Sanksi yang dikenakan kepada anggota profesi yang melanggar KODE ETIK

Secara umum ada dua tujuan utama dari KODE ETIK, yaitu:

- Pertama; Kode Etik bertujuan melindungi kepentingan masyarakat dari kemungkinan kelalaian, kesalahan, atau pelecehan, baik disengaja maupun tidak disengaja oleh anggota profesi.
- Kedua; Kode Etik bermaksud melindungi keluhuran profesi dari perilaku-perilaku menyimpang oleh anggota profesi.

Adapun yang menjadi tujuan pokok dari rumusan etika yang dituangkan dalam kode etik (*code of conduct*) profesi adalah:

- Standard-standard etika menjelaskan dan menetapkan tanggung jawab terhadap klien, institusi, dan masyarakat pada umumnya;
- Standard-standard etika membantu tenaga ahli profesi dalam menentukan apa yang harus mereka perbuat kalau menghadapi dilema-dilema etika dalam pekerjaan.
- Standard-standard etika membiarkan profesi menjaga reputasi atau nama dan fungsi-fungsi profesi dalam masyarakat melawan kelakuan-kelakuan yang jahat dari anggota-anggota tertentu.
- Standard-standard etika mencerminkan pengharapan moral-moral dari komunitas, dengan demikian standard-standard etika menjamin bahwa para anggota profesi akan menaati kitab UU Etika (Kode Etik) profesi dalam pelayanannya.
- Standard-standard etika merupakan dasar untuk menjaga kelakuan dan integritas atau kejujuran dari tenaga ahli profesi.
- Perlu diketahui bahwa Kode Etik Profesi tidak sama dengan hukum (atau undang-undang). Seorang ahli profesi yang melanggar Kode Etik Profesi akan menerima sanksi atau denda dari induk organisasi profesinya.

BAB IV

KODE ETIK ARKEOLOGI INDONESIA

Penerapan Kode Etik Arkeologi di Indonesia belum tegas. Namun demikian sebenarnya Indonesia memiliki organisasi profesi, yaitu Ikatan Ahli Arkeologi Indonesia (IAAI) yang umumnya para anggotanya bekerja secara profesional di bidang pelestarian arkeologi atau pelestarian Cagar Budaya.

Meskipun penerapan Kode Etik belum efektif, namun pada dasarnya para arkeolog dalam menjalankan tugas sebagai profesional di bidang pelestarian Cagar Budaya terikat oleh regulasi, kaidah, prinsip, dan ketentuan-ketentuan lainnya yang tertuang dalam UU Cagar Budaya, Peraturan Pemerintah, Konvensi Internasional, dan sebagainya.

Kenapa perlu Kode Etik Arkeologi?

Etika arkeologi lahir sebagai respon terhadap sejumlah isu yang muncul melalui kajian terhadap material dari masa lalu. Isu mengenai etika dalam dunia arkeologi sebenarnya baru muncul pada tahun 1970-an ketika UNESCO mulai melakukan perlindungan terhadap budaya dunia (*world culture*). Contoh umum bagi isu etika adalah penanganan terhadap jenazah manusia yang merupakan nenek moyang dari suku Aborigin atau suku minoritas di tempat lain. Sebelumnya jenazah dapat langsung diekskavasi dan disimpan di museum. Akan tetapi sekarang tumbuh kesadaran untuk melakukan pendekatan yang lebih terhormat.

Area permasalahan bagi Etika Arkeologi adalah:

- Kerangka/jenazah manusia
- Tanggung jawab arkeolog terhadap lokal tradisi dan budaya
- Tanggung jawab arkeolog terhadap peninggalan arkeologi yang telah dibuka selama penggalian
- Tanggung jawab arkeolog terhadap penyebaran material yang telah digali, tidak hanya dalam lingkup akademis, tetapi juga ketika ada sponsor yang datang.
- Menyeimbangkan klaim dunia, nasional, dan regional terhadap berbagai sumber daya arkeologi.
- Melindungi situs dan obyek arkeologi dari perdagangan ilegal.

Amerika Serikat sebagai salah satu Negara yang maju di bidang ilmu Arkeologi, para arkeolognya mendirikan organisasi profesi yang bernama **Society for America Archaeology (SAA)**. Pada tanggal 10 April 1996 mereka memiliki **Principles of Archaeological Ethics** yang berisi 8 (delapan) prinsip dalam organisasi profesi mereka.

Prinsip 1: Pelayanan

Sumber daya arkeologi tidak tergantikan. Oleh karena itu, semua arkeolog bertanggung jawab terhadap perlindungan dan konservasi jangka panjang sumber daya arkeologi.

Prinsip 2: Akuntabilitas

Penelitian arkeologi yang bertanggung jawab memerlukan akuntabilitas publik dan komitmen untuk aktif berdiskusi dengan kelompok-kelompok yang terlibat.

Prinsip 3: Komersialisasi

Penjualan obyek di luar konteks arkeologis merusak sumber daya arkeologis. Oleh karena itu para arkeolog harus mempertimbangkan dengan matang tawaran beasiswa (dana) bagi sebuah proyek apakah berpotensi untuk meningkatkan nilai komersial obyek arkeologis tersebut. Para arkeolog harus menghindari segala bentuk komersialisasi.

Prinsip 4: Pendidikan dan Pendekatan Publik

Para arkeolog harus mengajak dan berpartisipasi dalam usaha bersama dengan pihak lain yang tertarik dengan sumber daya arkeologi dalam rangka peningkatan pemeliharaan, perlindungan, dan interpretasi sumber daya.

Prinsip 5: Kekayaan Intelektual

Kekayaan intelektual merupakan bagian dari sumberdaya arkeolog. Dengan alasan yang kuat dan jelas, dan tidak ada aturan yang melarangnya, seorang peneliti boleh mengakses materi dan dokumen asli untuk waktu yang terbatas dan setelahnya materi dan dokumen tersebut harus dipublikasikan ke publik.

Prinsip 6: Pelaporan Publik dan Publikasi

Setiap hasil penelitian arkeologis harus dipresentasikan (dipublikasikan) ke masyarakat luas.

Prinsip 7: Rekam Data dan Pelestarian

Arkeolog harus secara aktif bekerja untuk pelestarian jangka panjang. Oleh

karena itu setiap penelitian sebaiknya menjadi sebuah cara untuk melindungi sumberdaya arkeologi dan meningkatkan perhatian serta perlindungan terhadap sumber daya tersebut.

Prinsip 8: Pelatihan dan Sumber daya

Setiap penelitian arkeologis pada dasarnya bersifat merusak. Oleh karena itu para arkeolog harus mempunyai pelatihan, pengalaman, fasilitas, dan pendukung lainnya yang cukup untuk melakukan penelitian.

Sebagai perbandingan marilah kita lihat bagaimana **Kode Etik Arkeologi Indonesia** yang sebenarnya sudah dimiliki sejak 12 September 2005.

KODE ETIK ARKEOLOGI INDONESIA

Mukadimah

Sebagai warganegara yang menyadari pentingnya warisan budaya bangsa, maka arkeolog Indonesia mengabdikan ilmu dan pengetahuan arkeologi dengan pemikiran, pendekatan, dan cara-cara yang positif ilmiah serta dengan penuh tanggung jawab kepada nusa dan bangsa. Sadar akan tanggung jawab tersebut, maka arkeolog Indonesia berkeyakinan bahwa setiap penyimpangan dari pelaksanaan tanggung jawab tersebut mencemarkan kehormatan, kedudukan, dan martabat arkeolog.

Pasal 1

Tanggung Jawab Terhadap Disiplin Ilmu

1. Seorang arkeolog harus senantiasa menjunjung tinggi dan menjaga integritas keilmuannya.
2. Seorang arkeolog dalam menyampaikan informasi hasil pekerjaannya harus jujur dan bertanggung jawab, berpegang teguh pada azas ilmiah dan menghargai hakekat kebenaran.
3. Seorang arkeolog harus senantiasa menjaga nama baik profesi.
4. Seorang arkeolog harus menghargai kebenaran ilmiah tanpa memandang siapa yang menyatakan.
5. Seorang arkeolog harus dapat mengukur kemampuannya dalam melaksanakan pekerjaan sesuai dengan bidang keahliannya.

Pasal 2

Tanggung Jawab Terhadap Pemerintah

1. Seorang arkeolog harus berperan dan bertanggung jawab dalam mewujudkan pembangunan nasional.
2. Seorang arkeolog harus senantiasa memberi masukan kepada pemerintah dan daerah dalam menetapkan kebijakan penelitian, pelestarian, dan pemanfaatan sumber daya budaya.
3. Seorang arkeolog harus patuh kepada ketentuan perundang-undangan yang berlaku mengenai pengelolaan tinggalan dan data akeologi.

Pasal 3

Tanggung Jawab Terhadap Masyarakat

1. Seorang arkeolog dalam kegiatannya harus memberikan manfaat kepada masyarakat.
2. Seorang arkeolog dalam kegiatannya harus menghormati pendapat, adat istiadat, serta hak milik.
3. Seorang arkeolog harus bersikap bijak dalam menyampaikan informasi hasil-hasil pekerjaannya.
4. Seorang arkeolog harus ikut aktif bersama-sama dengan anggota masyarakat lainnya untuk menjaga pelestarian, pengembangan, dan pemanfaatan sumber daya budaya.

Pasal 4

Tanggung Jawab Terhadap Teman Sejawat

1. Seorang arkeolog harus bersikap toleran terhadap sesama arkeolog dan para ahli ilmu bantu lainnya.
2. Seorang arkeolog harus berusaha membangun solidaritas sesama anggota profesi.
3. Seorang arkeolog harus mengutamakan kepentingan profesi daripada kepentingan pribadi.
4. Hasil penelitian seorang akeolog yang berupa pengetahuan dan dokumen merupakan properti intelektualnya.

Pasal 5

Tanggung Jawab Terhadap Pemberi Kerja

1. Seorang arkeolog harus bertanggung jawab dalam menjalankan tugasnya sesuai dengan perjanjian kerja.
2. Seorang arkeolog dapat merekomendasikan rekan seprofesinya kepada pemberi kerja sesuai dengan bidang keahliannya.

Pasal 6

Tanggung Jawab Terhadap Penyandang Dana

1. Seorang arkeolog wajib memaparkan secara jujur kualifikasi dan kemampuannya dalam melaksanakan pekerjaannya.
2. Seorang arkeolog harus berhati-hati untuk tidak menjanjikan atau menerima persyaratan yang bertentangan etika profesi dan peraturan perundangan yang berlaku.
3. Seorang arkeolog harus dapat mempertahankan prinsip kebenaran ilmiah tanpa intervensi penyandang dana.

Pasal 7

Penutup

1. Para arkeolog bekerjasama dalam melaksanakan pasal-pasal dalam Kode Etik Arkeolog Indonesia dan melakukan pengawasan terhadap efektivitas pelaksanaannya.
2. Para arkeolog menyerahkan penyelesaian permasalahan Kode Etik Arkeolog Indonesia kepada Dewan Pertimbangan Ikatan Ahli Arkeologi Indonesia.

Jakarta, 12 September 2005

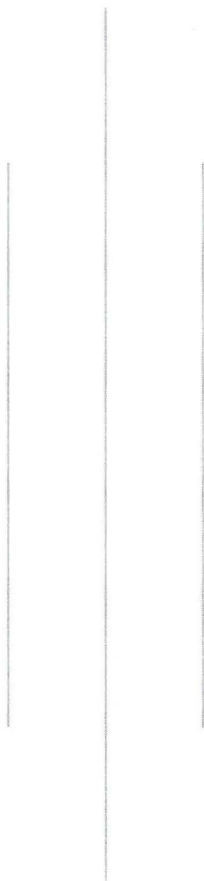
BAB V

PENUTUP

Dari paparan di atas dapat diperoleh gambaran bahwa pekerjaan pelestarian Cagar Budaya merupakan pekerjaan professional karena membutuhkan keahlian profesional dan ketrampilan khusus. Oleh karena itu memerlukan standard-standard etika dan moral yang harus dipenuhi oleh para arkeolog dalam melakukan pekerjaan di bidang pelestarian. Sekalipun sudah memiliki Kode Etik Arkeologi Indonesia, namun dalam pelaksanaan di lapangan belum dapat diterapkan secara optimal. Namun demikian, pelaksanaan pelestarian Cagar Budaya di Indonesia tetap mengacu pada berbagai regulasi (UU, PP, Kempen, Perda, NSPK), kaidah dan prinsip, serta konvensi internasional.

OBSERVASI KERUSAKAN ARSITEKTURAL DAN STRUKTURAL

Oleh :
Ismijono



BAB I

PENDAHULUAN

Untuk meningkatkan pengetahuan, keahlian, dan keterampilan dalam melaksanakan tugas-tugas pelestarian cagar budaya secara profesional dipandang perlu dilakukan pelatihan. Pelatihan sebagaimana dikemukakan tersebut salah satu diantaranya adalah pelatihan tenaga teknis pemugaran. Pelatihan ini merupakan salah satu upaya dalam rangka meningkatkan kemampuan teknis perlindungan cagar budaya yang di dalamnya mencakup masalah penyelamatan, pengamanan, zonasi, pemeliharaan, dan pemugaran.

Untuk menunjang kegiatan ini diperlukan materi pelatihan dengan merujuk pada beberapa referensi yang relevan guna memberikan bekal kepada peserta dalam melakukan kegiatan pemugaran. Materi pelatihan dengan judul "Observasi Kerusakan Arsitektural dan Struktural" ini merupakan salah satu materi yang akan membahas tentang teknologi dan struktur bangunan cagar budaya, serta cara mengidentifikasi dan menelusuri faktor penyebab dan mekanisme proses kerusakan bangunan. Pembahasan materi ini merupakan proses belajar mengajar dalam rangka mewujudkan tenaga teknis yang memiliki kompetensi dalam mengenal dan memahami jenis kerusakan bangunan dan lingkungannya. Melalui pelatihan ini diharapkan peserta dapat mengambil langkah-langkah yang tepat terkait dengan upaya penanganan pemugaran sesuai fakta yang ada.

BAB II

TEKNOLOGI DAN STRUKTUR BANGUNAN CAGAR BUDAYA

Peninggalan sejarah dan purbakala atau cagar budaya di Indonesia khususnya yang berupa bangunan jumlahnya relatif banyak dan beragam. Beberapa diantaranya adalah bangunan peninggalan dari masa prasejarah seperti punden berundak dari bahan batu, bangunan peninggalan dari masa Hindu/Budha seperti candi dari bahan batu atau bata, bangunan tradisional dari bahan kayu yang terdapat di beberapa daerah tertentu, dan bangunan peninggalan dari masa kolonial di perkotaan. Ketika ditemukan, bangunan cagar budaya sebagai mana dikemukakan ini pada umumnya sudah tidak berfungsi (*dead monument*), namun beberapa di antaranya ditemukan pula yang masih berfungsi (*living monument*). Berbagai bangunan cagar budaya ini merupakan kekayaan budaya bangsa sebagai wujud pemikiran dan perilaku kehidupan manusia yang penting artinya bagi pemahaman dan pengembangan sejarah, ilmu pengetahuan, dan kebudayaan sehingga perlu dilestarikan dan dikelola secara tepat melalui upaya perlindungan, pengembangan, dan pemanfaatan dalam rangka memajukan kebudayaan nasional.

A. Punden Berundak



Punden berundak adalah susunan binaan yang terbuat dari benda alam untuk memenuhi kebutuhan ruang kegiatan yang menyatu dengan alam. Benda alam untuk punden berundak ini berupa batuan beku atau batuan endapan yang terbentuk karena proses alam. Teknologi dan struktur punden berundak ini terlihat sangat sederhana, yaitu dibangun tanpa menggunakan sistem perkuatan. Susunan batu paling bawah diletakkan di atas tanah tanpa ikatan kemudian batu berikutnya hanya ditumpuk atau diletakkan di atasnya sampai ketinggian tertentu hingga membentuk struktur berundak (Foto 1 dan 2).

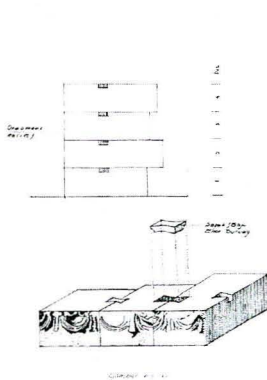
Foto 1. Punden Berundak Pugungraharjo Lampung



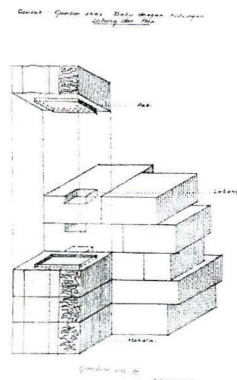
Foto 2. Punden Berundak Gunung Padang Jawa Barat

B. Bangunan Candi Bahan Batu

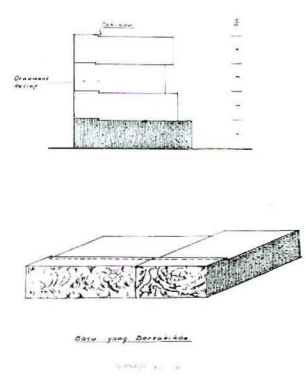
Bangunan candi bahan batu adalah susunan binaan yang terbuat dari benda alam untuk memenuhi kebutuhan ruang ber dinding dan beratap. Benda alam untuk bangunan candi ini umumnya menggunakan batuan beku atau batuan vulkanik yaitu batu andesit berwarna putih keabu-abuan. Batu-batu ini diolah hingga membentuk balok empat persegi dalam berbagai ukuran sesuai kebutuhan. Teknologi dan struktur bangunan candi bahan batu ini relatif kuat dan stabil, dimaksudkan disini dibangun menggunakan sistem perkuatan. Satu demi satu batu disusun saling mengikat (tidak bareh) dan dipasang dengan cara ditumpuk tanpa perekat hingga membentuk sebuah bangunan sesuai dengan desain yang dikehendaki. Di dalam susunan batu luar maupun batu isian sering ditemukan sistem perkuatan hubungan antar batu, yaitu dalam bentuk takikan, getakan, lubang dan pen, serta ekor burung yang menggambarkan teknologi masa lalu dalam rangka memperkuat stabilitas berdirinya bangunan (Gambar 1, 2, dan 3). Bangunan candi bahan batu ini pada umumnya mempunyai profil atau perbingkai, beberapa diantaranya memiliki relief dan elemen dekoratif yang melambangkan bangunan dari masa Hindu/Budha. Struktur pondasi bangunan candi bahan batu umumnya menerapkan sistem pondasi langsung, yaitu diletakkan di atas tanah dasar pada kedalaman tertentu yang diperkeras (Foto 4 dan 5).



Gb.1 Perkuatan Ekor Burung



Gb.2 Perkuatan Lobang/Pen



Gb.3 Perkuatan Takikan/Getakan



Foto 3. Candi Borobudur Magelang Jawa Tengah

C. Bangunan Candi Bahan Bata

Bangunan candi bahan bata adalah susunan binaan yang terbuat dari benda buatan manusia untuk memenuhi kebutuhan ruang berdinding dan beratap. Benda buatan manusia ini berupa bata yang dibuat menggunakan bahan dasar tanah liat dengan kualitas relatif sempurna. Bata untuk bangunan candi ini pada umumnya berukuran lebih besar bila dibandingkan dengan bata sekarang. Bata candi rata-rata berukuran $7 \times 20 \times 38$ cm, sedangkan bata untuk bangunan sekarang rata-rata berukuran $4 \times 13 \times 26$ cm. Bata candi ini terdiri dari bata luar dan bata isian yang umumnya memiliki bentuk dan ukuran yang sama yaitu empat persegi panjang. Teknologi dan struktur candi bata ini relatif kuat dan stabil, dimaksudkan disini dibangun menggunakan sistem perkuatan. Satu demi satu bata disusun saling mengikat (tidak bareh) dan dipasang dengan cara kosod atau digosok satu sama lain hingga membentuk sebuah bangunan sesuai dengan desain yang dikehendaki. Setiap lapis bata luar umumnya dipasang dengan pola susun beraturan, dimaksudkan disini dalam setiap lapisan yang sama bata disusun memanjang (strek) kemudian lapisan di atasnya disusun melintang (kop) secara bergantian, sementara bata isian mengikuti susunan bata luar (Foto 6). Bangunan candi bahan bata ini pada umumnya mempunyai profil atau perbingkai, beberapa diantaranya memiliki bidang berelief dan elemen dekoratif yang melambangkan bangunan dari masa Hindu/Budha. Struktur pondasi bangunan candi bahan bata

umumnya menerapkan sistem pondasi langsung, yaitu diletakkan di atas tanah dasar pada kedalaman tertentu yang diperkeras.



Foto 5. Pola Susun Bata Candi Tikus



Foto 6. Candi Tikus Trowulan Jawa Timur (Interdok)



Foto 7. Candi Brahu Trowulan Jawa Timur

D. Bangunan Tradisional Bahan Kayu

Bangunan tradisional bahan kayu dimaksudkan disini adalah rumah tradisional yang terbuat dari benda alam untuk memenuhi kebutuhan ruang berdinding atau tidak berdinding dan beratap. Benda alam untuk rumah tradisional ini umumnya berupa elemen kayu dari pohon besar yang tumbuh di kawasan hutan hujan tropis di Indonesia. Elemen kayu ini beberapa diantaranya diolah dalam bentuk balok atau papan, atau hanya berupa kayu glondongan, bahkan terdapat pula elemen bambu. Teknologi dan struktur rumah tradisional ini relatif kuat dan stabil, dimaksudkan disini setiap elemen dihimpun ke dalam suatu sistem struktur sesuai dengan desain yang dikehendaki. Setiap elemen disatukan dalam posisi tegak, mendatar, atau melintang dengan teknik penyambungan tradisional hingga membentuk sebuah bangunan yang terdiri dari struktur utama penyangga bangunan dan kerangka atap di atasnya. Di bagian dalam maupun di bagian luar bangunan, seringkali dijumpai elemen kayu yang diukir atau elemen dekoratif yang melambangkan tradisi dan budaya masyarakat setempat. Struktur pondasi rumah tradisional ini umumnya menerapkan sistem pondasi langsung, dimaksudkan disini tiang kayu penyangga bangunan diletakkan pada sebidang tanah yang diratakan dan diberi umpak untuk landasan berdirinya tiang bangunan.



Foto 8. Rumah Adat Nias Sumatera Utara (Bawomataluo)



Foto 9. Rumah Adat Toraja Sulawesi Selatan (Kete Kesu)

E. Bangunan Kolonial

Bangunan kolonial dimaksudkan disini adalah bangunan peninggalan dari masa kolonial yang terbuat dari benda buatan manusia untuk memenuhi kebutuhan ruang berdinding atau tidak berdinding dan beratap. Benda buatan manusia ini beberapa diantaranya adalah pasangan batu atau bata berspesi menggunakan perekat campuran bubukan bata merah, batu kapur dan pasir. Pasangan batu atau bata berspesi ini umumnya dirancang untuk dinding penyangga bangunan, sementara kerangka atapnya ditopang menggunakan konstruksi kayu atau konstruksi besi/baja.

Bangunan kolonial dari pasangan batu atau bata ini umumnya dipakai untuk gedung perkantoran atau rumah tinggal. Secara umum gedung perkantoran atau rumah tinggal ini memiliki tembok bangunan yang tebal, pilar bangunan berskala besar, komponen pintu dan jendela berukuran di atas rata-rata, kerangka atap bangunan yang pada masanya banyak menggunakan bentuk limasan. Di samping gedung perkantoran atau rumah tinggal tersebut terdapat pula bangunan yang keseluruhan strukturnya menggunakan konstruksi kayu atau konstruksi besi/baja yang umumnya dipakai untuk pabrik, gudang, dan stasiun kereta api. Selain beberapa bangunan sebagaimana dikemukakan ini terdapat pula bangunan lain yang sejaman, yaitu benteng pertahanan dalam berbagai bentuk dan ukuran sesuai kebutuhan saat itu. Bangunan benteng ini pada umumnya terbuat dari pasangan batu atau bata, dan terdapat pula yang dicampur dengan batu karang atau kerang serta batu kali. Pasangan batu atau bata untuk benteng ini menggunakan perekat campuran dari batu kapur tumbuk dan pasir hingga membentuk struktur benteng sesuai kebutuhan pengamanannya.



*Foto 10. Rumah Jabatan Kepala Badan Koordinasi Wilayah III
Pekalongan Jawa Tengah (Bagian Depan)*



*Foto 11. Rumah Jabatan Kepala Badan Koordinasi Wilayah III
Pekalongan Jawa Tengah (Bagian Depan)*



*Foto 12. Benteng Belgica Banda Neira Maluku
(Dok.Natsir 2007)*



*Foto 13. Benteng Belgica Banda Neira Maluku
(Dok.Natsir 2007)*



Foto 4. Candi Prambanan Daerah Istimewa Yogyakarta

BAB III

OBSERVASI KERUSAKAN ARSITEKTURAL DAN STRUKTURAL

A. Kerusakan Bangunan Cagar Budaya

Bangunan cagar budaya sebagaimana dikemukakan di atas pada umumnya sudah banyak mengalami kerusakan karena proses alam atau aktivitas manusia. Seperti diketahui bahwa bangunan cagar budaya yang kita miliki pada umumnya berada di alam terbuka pada suatu wilayah beriklim tropis dengan kelembaban lingkungan dan curah hujan relatif tinggi. Di samping itu terdapat pula beberapa diantaranya yang berada di suatu wilayah yang ditengarai sebagai daerah rawan longsor atau rawan gempa, atau yang terletak berdekatan dengan pemukiman seiring dengan perkembangan pembangunan. Dalam rentang waktu yang sangat panjang, keadaan sebagaimana dikemukakan ini berpotensi menimbulkan dampak yang kurang menguntungkan bagi kelestarian bangunan dan lingkungannya. Berbagai kerusakan telah terjadi baik dalam bentuk kerusakan struktural maupun non struktural.

Kerusakan bangunan cagar budaya karena proses alam atau aktivitas manusia dapat dibedakan menjadi dua, yaitu kerusakan yang bersifat *physio-chemis* dan kerusakan yang bersifat teknis-arsitektonis. Kerusakan yang bersifat *physio-chemis* adalah kerusakan yang menyangkut unsur bahan bangunan, sementara kerusakan yang bersifat teknis-arsitektonis adalah kerusakan yang menyangkut arsitektural dan struktural bangunan. Materi pelatihan dengan judul "Observasi Kerusakan Arsitektural dan Struktural" ini hanya akan membahas tentang observasi kerusakan yang bersifat teknis-arsitektonis sementara kerusakan yang bersifat *physio-chemis* dibahas tersendiri.

(1) Observasi Kerusakan Arsitektural

Observasi kerusakan arsitektural dimaksudkan disini adalah kegiatan pengamatan tentang kemungkinan terjadinya kerusakan bangunan yang mengakibatkan bangunan cagar budaya tidak lagi sesuai dengan bentuk aslinya. Dalam hal ini seperti kemungkinan ditemukannya elemen yang telah

diganti atau yang diubah dari keadaan aslinya, atau elemen yang hilang, atau yang lepas dari konteksnya. Pendekatan pengamatannya didasarkan pada pengetahuan tentang ilmu kepurbakalaan atau kaidah-kaidah penanganan bangunan cagar budaya. Pendekatan seperti ini didasarkan pada pertimbangan bahwa upaya pemulihan bangunan cagar budaya mengisyaratkan adanya prinsip-prinsip yang harus diperhatikan. Dalam hal ini sejauh mana upaya pemulihan bangunan dapat dilakukan berdasarkan fakta yang ada serta sesuai dengan norma-norma dan etika pelestarian cagar budaya. Kegiatan observasi ini dilakukan melalui tahapan pengumpulan dan pengolahan data, baik secara kualitatif maupun kuantitatif melalui studi kepustakaan dan survey lapangan, serta wawancara dengan narasumber terkait. Kegiatan observasi ini harus dilakukan secara sistematis dengan menggunakan peralatan dan metode yang relevan sehingga hasilnya benar-benar dapat digunakan untuk rujukan dalam mengembalikan bentuk bangunan secara tepat dan dapat dipertanggungjawabkan.

(2) Observasi Kerusakan Struktural

Observasi kerusakan struktural dimaksudkan disini adalah kegiatan pengamatan tentang kemungkinan terjadinya kerusakan bangunan yang mengakibatkan bangunan cagar budaya tidak lagi memenuhi syarat-syarat teknis bangunan. Dalam hal ini seperti kemungkinan ditemukannya bagian bangunan yang strukturnya miring/melesak, retak/pecah, runtuh/hancur, termasuk didalamnya bahan bangunan yang mengalami proses pelapukan. Pendekatan pengamatannya didasarkan pada pengetahuan tentang teknik bangunan dan ilmu bahan. Pendekatan seperti ini didasarkan pada pertimbangan bahwa upaya perbaikan bangunan cagar budaya mengisyaratkan adanya ketentuan-ketentuan teknis yang harus diperhatikan. Dalam hal ini sejauh mana upaya pemugaran dapat menjamin kehandalan bangunan sesuai dengan norma-norma dan kaidah teknis bangunan. Kegiatan observasi ini dilakukan melalui tahapan pengumpulan dan pengolahan data, baik secara kualitatif maupun kuantitatif melalui studi kepustakaan dan survey lapangan, serta wawancara dengan narasumber terkait. Kegiatan observasi ini harus dilakukan secara sistematis dengan menggunakan peralatan dan metode yang relevan sehingga hasilnya benar-benar dapat digunakan untuk rujukan dalam memperbaiki kerusakan bangunan secara tepat dan dapat dipertanggungjawabkan.



*Foto 14. Kerusakan Arsitektural dan Struktural Candi Ijo
Daerah Istimewa Yogyakarta*



*Foto 15. Kerusakan Arsitektural dan Struktural Candi Bahal II Padang Lawas
Sumatera Utara*



Foto 16. Kerusakan Arsitektural Rumah Adat Minangkabau Solok Selatan Sumatera Barat

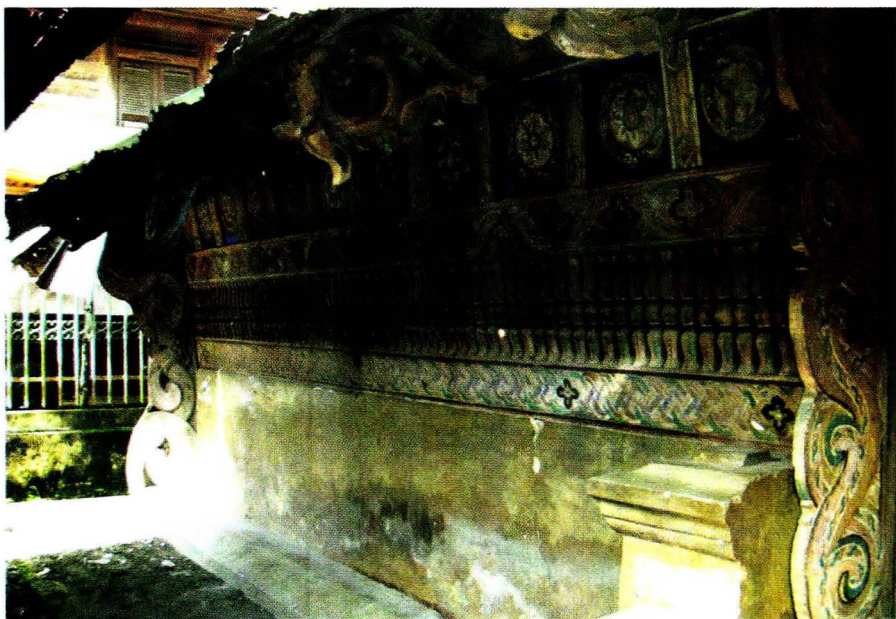


Foto 17. Kerusakan Arsitektural Masjid Lempur Tengah Kerinci Jambi



Foto 18. Kerusakan Struktural Benteng Indrapatra Aceh Besar NAD



Foto 19. Kerusakan Arsitektural Bangunan Mapolresta Bukittinggi Sumatera Barat

B. Faktor Penyebab dan Mekanisme Proses Kerusakan

Penelusuran secara sistematis terkait dengan mekanisme proses kerusakan bangunan cagar budaya diawali dengan mempelajari faktor penyebab dan proses terjadinya kerusakan serta gejala yang ditimbulkan. Berdasarkan pemahaman bahwa bangunan cagar budaya sebagaimana dikemukakan di atas pada umumnya berada di alam terbuka dan beberapa diantaranya berada di suatu wilayah yang ditengarai sebagai daerah rawan bencana, dan berdekatan dengan permukiman, maka faktor penyebab kerusakan bangunan cagar budaya dapat disebabkan oleh dua faktor yaitu faktor internal dan faktor eksternal :

a. Faktor Internal

Kerusakan bangunan karena "faktor internal" salah satu diantaranya adalah kerusakan yang disebabkan oleh kelemahan bangunannya sendiri. Dalam hal ini antara lain desain konstruksi masa lalu, kualitas bahan yang digunakan, dan lokasi geotopografis dimana bangunan didirikan.

b. Faktor Eksternal

Kerusakan bangunan karena "faktor eksternal" beberapa diantaranya adalah kerusakan yang disebabkan oleh lingkungan alam atau aktivitas manusia. Dalam hal ini antara lain suhu udara dan kelembaban lingkungan serta bencana alam maupun vandalisme.

Mekanisme proses kerusakan yang disebabkan kedua faktor tersebut dapat menimbulkan kerusakan bangunan baik yang bersifat *physio-chemis* maupun yang bersifat teknis arsitektonis. Kerusakan yang bersifat *physio-chemis*, antara lain menurunnya kualitas bahan penyusun bangunan yang dimungkinkan sebagai akibat proses mekanis, fisis, khemis, dan biotis. Sedangkan kerusakan yang bersifat teknis arsitektonis, antara lain sebagian atau keseluruhan bangunan strukturnya miring/melesak, retak/pecah, runtuh/hancur yang dimungkinkan sebagai akibat penyebaran gaya atau beban yang tidak seimbang pada konstruksi bangunan.

BAB IV

PENUTUP

Materi pelatihan sebagaimana dikemukakan di atas masih sebatas pada teori terkait dengan observasi kerusakan arsitektural dan struktural yang secara garis besar membahas tentang teknologi dan struktur bangunan cagar budaya, serta cara menelusuri secara sistematis faktor penyebab dan mekanisme proses kerusakan bangunan. Sehubungan dengan hal tersebut dalam pelatihan ini perlu ditindaklanjuti dengan melakukan praktek langsung di lapangan untuk lebih menyentuh pada substansi teknis terkait dengan observasi kerusakan bangunan.

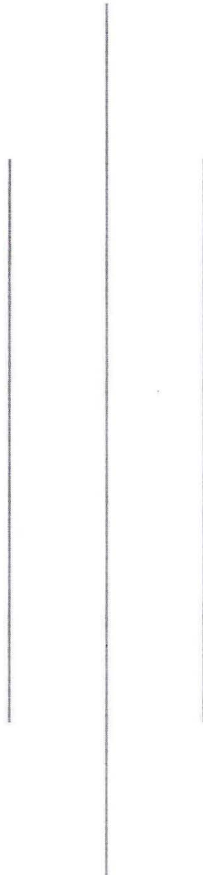
DAFTAR PUSTAKA

- Burra Charter, 1981, International Charter for the Conservatioan and Restoration of Monument and Site.
- Depdikbud, 1986, Rencana Induk Arkeologi Bekas Kota Kerajaan Majapahit Trowulan, Proyek Pemugaran dan Pemeliharaan Peninggalan Sejarah dan Purbakala, Jakarta.
- Kemenbudpar, 2011, Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 11 tahun 2010 tentang Cagar Budaya.
- Nedeco, 1972, Description of work for the restoration of Borobudur, Proyek Pemugaran Candi Borobudur.
- Piero Sanpaolesi, 1972, "Factor contributing to the deterioration of monument" dalam Preserving and Restoring Monuments and Historic Buildings, UNESCO museum and monuments XIV, 1972, Hal. 109 –148.
- Soekmono, 1997, Azas, Tujuan dan Wawasan Arkeologis dalam Pelestarian Benda Cagar Budaya, Makalah pada Seminar Pemugaran dan Konservasi Benda Cagar Budaya, di Jakarta.
- Uka Tjandrasasmita, 1997, Pelestarian Benda Cagar Budaya melalui upaya Pemugaran, Makalah pada Seminar Pemugaran dan Konservasi Benda Cagar Budaya, di Jakarta.
- Venice Charter, 1964, International Charter for the Conservatioan and Restoration of Monument and Site.

PENGANTAR ARSITEKTUR

Oleh :

Prof. Dr. Totok Roesmanto



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pemugaran menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 11 Tahun 2010 tentang Cagar Budaya Pasal 1 ayat 28 adalah pengembalian kondisi fisik Benda Cagar Budaya, Bangunan Cagar Budaya, dan Struktur Cagar Budaya yang rusak sesuai dengan keaslian bahan, bentuk tata letak, dan/atau teknik pengerjaan untuk memperpanjang usianya.

Pengertian *Bangunan Cagar Budaya* sendiri sebagaimana diatur pada Pasal 1 ayat 3 pada undang-undang yang sama adalah susunan binaan yang terbuat dari benda alam atau benda buatan manusia untuk memenuhi kebutuhan ruang berdinding dan/atau tidak berdinding dan beratap.

Struktur Cagar Budaya menurut undang-undang tersebut Pasal 1 ayat 4 adalah susunan binaan yang terbuat dari benda alam dan/atau benda buatan manusia untuk memenuhi kebutuhan ruang kegiatan yang menyatu dengan alam, dan prasarana untuk menampung kebutuhan manusia.

Bangunan dan elemen struktural bangunan yang *memiliki nilai penting bagi sejarah, ilmu pengetahuan, pendidikan, agama, dan/atau kebudayaan* menurut ketentuan dalam UU No.11 Th.2010 Ps.1.1 setelah melalui proses penetapannya dapat termasuk *Bangunan Cagar Budaya* ataupun *Struktur Cagar Budaya*.

Setiap kota memiliki bangunan kuno yang usianya lebih dari lima puluh tahun. Pengembalian kondisi fisik suatu bangunan ataupun struktur bangunan sebagai bagian dari bangunan yang dilakukan sesuai dengan keaslian bahan, bentuk, dan/atau teknik pengerjaan aslinya akan mengharuskan *pelaku pemugaran* mengetahui dan memahami tentang *arsitektur* Bangunan Cagar Budaya-nya.

Karena setiap bangunan memerlukan perawatan berkala, juga perbaikan akibat kerusakan fisik yang dialami karena usia dan ketahanannya, serta penambahan dan perluasan ruangnya maka permasalahan tentang pelestarian bangunan kuno mulai banyak diperhatikan. Kegiatan pelestarian bangunan kuno telah dikenal sejak berlaku *Monumenten Ordonnantie 1931 (Stbl.No.238/1931)* secara terbatas

terutama di kalangan para pemerhati bangunan kuno, sejarah arsitektur, dan pelestarian kawasan bersejarah dalam kaitannya dengan perkembangan kota.

Dalam sejarah perkembangan arsitektur di Indonesia yang umum dikenal dan baku diajarkan pada pendidikan formal di Indonesia pada umumnya adalah Arsitektur Pra-Sejarah dan Percandian, Arsitektur Tradisional atau Arsitektur Nusantara, dan Arsitektur Modern. Kegiatan utama di bidang arsitektur adalah *perancangan bangunan* yang akan menghasilkan rancangan bangunan berwujud produk grafis, yang nantinya setelah diwujudkan akan menghasilkan sebuah *karya arsitektur*. Arsitek dapat mereferensi karya arsitektur tradisional sehingga setelah diwujudkan menghasilkan bangunan bercitra Arsitektur Tradisional.

Karena objek kegiatan pemugaran tidak hanya bangunan candi dan bangunan yang sering disebut sebagai perwujudan dari *seni bangunan* Masa Klasik dari abad ke-8 sampai abad ke-15, tetapi juga bangunan-bangunan kuno berusia 50 tahun yang dibangun pada abad ke-16 hingga kini, maka materi ini digunakan sebagai pengantar untuk memahami tentang arsitektur.

B. Deskripsi Singkat

Materi tentang *Pengantar Arsitektur* ini merupakan *materi penunjang* dari *modul pelatihan* bagi *tenaga teknis konservasi dan pemugaran* untuk *tingkat dasar*, yang mencakup pengertian dasar arsitektur, elemen dasar pewujud karya arsitektur, dan tipologi arsitektur (bangunan cagar budaya).

C. Kompetensi Dasar

1. Tujuan Pembelajaran Umum

Setelah mengikuti modul tentang Pengantar Arsitektur para peserta Pelatihan Tenaga Teknis Pemugaran Tingkat Dasar dapat *mengenal*, *memahami*, dan *menjelaskan* tentang arsitektur.

2. Tujuan Pembelajaran Khusus

Setelah mengikuti modul tentang Pengantar Arsitektur para peserta Pelatihan Tenaga Teknis Pemugaran Tingkat Dasar dapat *mengenal*, *memahami*, dan *menjelaskan* tentang bangunan sebagai karya arsitektur, elemen dasar pewujud karya arsitektur, tipologi arsitektur yang dapat digunakan dalam melakukan *observasi lapangan* sebagai bagian penting dalam aktualisasi permasalahan yang ada di lapangan.

D. Indikator Keberhasilan

Setelah mengikuti pembelajaran tentang modul Pengantar Arsitektur para peserta Pelatihan Tenaga Teknis Pemugaran Tingkat Dasar dapat *menjelaskan dengan benar* pada evaluasi hasil pembelajaran mengenai: a).pengertian dasar tentang arsitektur mencakup perkembangan pengertian arsitektur, pengertian bangunan sebagai karya arsitektur, pengertian perencanaan, perancangan, dan pelestarian; b).garis besar elemen-elemen dasar pewujud karya arsitektur mencakup fungsi bangunan, struktur dan konstruksi, estetika bangunan; c).tipe-tipe arsitektur yang berkaitan dengan bangunan cagar budaya di Indonesia mencakup garis besar Arsitektur Pra-Sejarah, Arsitektur Percandian, Arsitektur Tradisional di Nusantara, Arsitektur Vernakular Bercitra Tradisional, Arsitektur Modern di Indonesia mencakup Arsitektur Indis, Arsitektur Pecinan, dan Arsitektur Jengki.

BAB II

ARSITEKTUR

A. Pengertian Arsitektur

Kata *arsitektur* bukanlah asli Indonesia, tetapi hasil pengindonesiaan kata *architecture* dari khasanah bahasa Inggris. Menurut Wikipedia *architecture* dalam Bahasa Inggris ataupun *architectura* dalam Bahasa Latin berasal dari kata *arkhitekton* dalam Bahasa Yunani. *Arkhitekton* merupakan gabungan kata *arkhi* yang berarti *chief* atau kepala, dan *tekon* yang berarti *builder* atau pembangun, *carpenter* atau tukang kayu, *mason* atau tukang batu. Arsitektur dapat diartikan kepala dari pembangun, tukang kayu, dan tukang batu.

Pengertian *arkhitekton* mengarah pada peran *architect* sebagai *master builder* yang membuat suatu rancangan bangunan dan sekaligus bertindak sebagai pelaksana pembangunan untuk mewujudkan rancangannya menjadi bangunan yang nyata.

Wikipedia menginformasikan bahwa *architecture* merupakan suatu proses dan sekaligus hasil dari *planning* (kegiatan perencanaan), *designing* (kegiatan perancangan), dan *construction* (konstruksi, pembangunan), pada umumnya tentang *building* (bangunan), dan *physical structures* (struktur-struktur fisik) lainnya. *Planning* juga dilakukan arsitek sebagai bagian awal dari proses perancangannya untuk menghasilkan program ruang yang akan dijadikan pegangan ketika melakukan tahap *designing*. *Designing* merupakan bagian terpenting dari proses perancangan yang dilakukan arsitek untuk menghasilkan sebuah *design* atau rancangan. Wikipedia juga menginformasikan bahwa *arsitektur* diartikan sebagai suatu *seni dan ilmu dalam merancang bangunan*. Pengertian tersebut dapat diajarkan dengan tradisi di kalangan arkeolog di Indonesia yang telah lama menggunakan istilah *seni bangunan* sebagai padanan kata *arsitektur* [Atmosudiro, 2008:49].

B. Perkembangan Pengertian Arsitektur

Dalam perkembangan rancang bangun di Indonesia tidak dikenal adanya kata yang terkait langsung dengan arsitektur, maka wajar apabila masyarakat umum sering rancu membedakan penggunaan kata arsitektur dan arsitek. Arsitek sering dipersamakan dengan kontraktor, karena pada masa Hindia Belanda seorang *aannemer* atau kontraktor juga bertindak sebagai arsitek.

Menurut arsitek Yusuf Bilyarta Mangunwidjaya (lebih terkenal dengan Romo Mangun) arsitektur dapat disamakan dengan *wastuwidya*, sehingga arsitek juga dapat disebut *wastuwidyawan*. *Wastu* dari kata *vastu* yang dalam khasanah kata pada bahasa India berarti tempat tinggal. Kata *vastu* tersebut diturunkan dari kata dasar *vaastu* yang berarti fisik, lingkungan. Romo Mangun diperkirakan melakukan pendekatan berdasarkan pola tentang *mandala* yang berlaku pada kompleks percandian di Jawa Tengah yang menerapkan pola sembilan *mandala* di India yang disebut *Vastu Purusha Mandala*.

Dalam proses pembangunan candi diawali dari pemilihan lahan yang dilakukan *sthapaka* atau arsitek-pendeta dan *sthapati* atau arsitek utama, dibantu *taksaka* atau ahli pahat dan *vardhakin* atau ahli seni hias, yang dipimpin *sutragrahin* yang bereran sebagai pelaksana atau pemimpin pelaksanaan pembangunan [Atmosudiro, 2008:53].

Masyarakat etnis pada masa lampau mengenal *arsitek tradisional* di wilayah etnik kelokalannya, seperti *undagi* di Bali, *bas* di Kampung Naga, *kalang* di Jawa, *pande* di Batak (Toba), dan lain-lain yang belum diketahui. Karena di Indonesia terdapat sangat banyak *arsitektur tradisional* maka menurut logika seharusnya di setiap masyarakat etnik terdapat beberapa *arsitek tradisional* dengan nama khasnya masing-masing.

Peran arsitek dalam perkembangan rancang bangun tidak lagi murni sebagai *master builder* tetapi khusus hanya berperan sebagai perancang bangunan. Untuk mewujudkan keinginan pemilik bangunan sebagai *owner* maka arsitek yang dimintai jasanya akan membuat rancangan (biasa disebut dengan *gambar kerja*) yang dihasilkan dari kegiatan perancangan. Karena *gambar kerja* adalah kumpulan gambar-gambar rancangan yang menjadi acuan atau pedoman bagi pelaksana pembangunan ketika mewujudkannya menjadi bentukan nyata maka setiap gambar rancangan dibuat secara mendetail. *Gambar kerja* yang berwujud kumpulan gambar-gambar rancangan yang merupakan hasil dari penggambaran secara mendetail menurut kaidah *gambar teknik* maka disebut *detail engineering design* (D.E.D).

Arsitek melakukan kegiatan utama *designing* yang didahului dengan *planning*. Pelaksana pembangunan di Indonesia umumnya disebut *kontraktor* dari kata *building contractor* karena melaksanakan pekerjaan pembangunan berdasarkan kontrak perjanjian pelaksanaan pembangunan beserta pendanaannya yang terkait yang disepakati bersama pemilik bangunan. Pelaksana pembangunan juga disebut *pemborong* karena pelaksanaan pembangunan yang dilakukannya dilakukan secara borongan. Bagian-bagian pekerjaan yang pelaksanaannya dilakukan pihak lain atas dasar tanggung jawabnya disebut *sub-contractor*, tetapi tidak disebut *sub-pemborong* karena keseluruhan pelaksanaan pembangunan berada di bawah tanggung jawab dari *kontraktor utama* atau *main contractor*.

Pekerjaan *planning* yang dilakukan arsitek sebelum melakukan *designing* mencakup kegiatan perencanaan ruang-ruang yang dibutuhkan *owner* dan diusulkan berdasarkan analisisnya. Terkadang karena *owner* secara rinci atau sangat banyak menyampaikan gagasan kemudian menganggap dirinya adalah arsitek dari bangunan (rumah tinggal)-nya. Pendapat *owner* demikian tidaklah benar apabila menyimak pada pernyataan Hendrik Petrus Berlage bahwa tujuan dari kegiatannya berkreasi ketika merancang dan merehabilitasi bangunan pendukung di kompleks Candi Prambanan adalah menghasilkan "...the art of space the essence of architecture, keindahan (dari) ruang yang menjadi esensi dari arsitektur..." (Berglage, 1908 dalam Van de Ven, 1991:XIII). Arsitek Louis Isodore Kahn berpendapat bahwa merancang arsitektur berarti menciptakan ruang dengan cara yang benar-benar direncanakan dan dipikirkan [Kahn, 1957:2-3 dalam Van de Ven, 1991:XIII]. Dapat dicermati juga pendapat John Ruskin dalam bukunya *The Seven Lamps of Architecture* (1849) yang mengartikan arsitektur adalah seni yang sangat menentukan dan menghiasi bangunan-bangunan yang didirikan manusia untuk fungsi apapun juga [Van de Ven, 1991:302].

Senyampang dengan perkembangan di bidang *urban planning* (perencanaan kota) kemudian karya arsitektur tidak hanya diartikan sebagai sebuah bangunan saja tetapi juga berkembang menjadi suatu *built environment* (lingkungan binaan, lingkungan terbangun). Arsitektur tidak saja diartikan sebagai *the art and science of design and construction of buildings*, suatu seni dan pengetahuan tentang desain bangunan dan konstruksi bangunan, tetapi juga mencakup *landscape for human inhabitation*, lanskap bagi manusia yang menghuninya [Wasserman, 2000:35-36 dalam Siregar, 2006].

Menurut arsitek Alvar Aalto *architecture is a synthetic phenomenon covering practically all fields of human activity*, arsitektur adalah fenomena sintetik yang mencakup hampir semua bidang kegiatan manusia (Antoniades, 1990:15). Tapi menurut arsitek Christian de Portzamparc*architecture is a public art*

that presupposes legitimacy; everything depends on how it will be interpreted; in transforming the countryside, it uses a communication as important as the information carried by words, language, books, the cinema, and television;arsitektur adalah seni publik yang mengandaikan legitimasi; semuanya tergantung pada bagaimana hal tersebut akan diinterpretasikan; bagi arsitektur dasarnya merupakan seni untuk mereka yang tidak paham sekalipun; dalam mentransformasikan tentang daerah pedesaan, hal tersebut menggunakan komunikasi yang sama pentingnya dengan informasi yang dibawa melalui kata-kata, bahasa, buku, bioskop, dan televisi.

C. Bangunan sebagai Karya Arsitektur

Menurut Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2002 tentang Bangunan Gedung Pasal 1 ayat 1 disebutkan bahwa *bangunan gedung* adalah wujud fisik hasil pekerjaan konstruksi yang menyatu dengan tempat kedudukannya, sebagian atau seluruhnya berada di atas dan /atau di dalam tanah dan/atau air, yang berfungsi sebagai tempat manusia melakukan kegiatannya, baik untuk hunian atau tempat tinggal, kegiatan keagamaan, kegiatan usaha, kegiatan sosial, budaya, maupun kegiatan khusus.

UU.No.28 Th.2002 Ps.1.2 menyebutkan bahwa penyelenggaraan bangunan gedung adalah kegiatan pembangunan yang meliputi proses perencanaan teknis dan pelaksanaan konstruksi, serta kegiatan pemanfaatan, pelestarian, dan pembongkaran. UU.No.28 Th.2002 Ps.14.1 menyaratkan arsitektur bangunan gedung meliputi penampilan bangunan, tata ruang dalam, keseimbangan, keserasian, dan keselarasan bangunan dengan lingkungannya, serta mempertimbangkan keseimbangan penerapan perkembangan dan rekayasa arsitektur terhadap nilai-nilai sosial budaya setempat. Ps.14.2 menyaratkan penampilan bangunan harus memperhatikan bentuk dan karakteristik arsitektur dan lingkungan di sekitarnya. Tata ruang dalam bangunan harus memperhatikan fungsi ruang, arsitektur bangunan, dan keandalan bangunan gedung (Ps.14.3). Persyaratan keseimbangan, keserasian, dan keselarasan bangunan dan lingkungannya harus mempertimbangkan terciptanya ruang luar, ruang terbuka hijau yang seimbang, serasi, dan selaras dengan lingkungannya (Ps.14.4).

UU.No.28 Th.2002 Ps.17.2 menyebutkan bahwa persyaratan kemampuan bangunan gedung untuk mendukung beban muatannya merupakan kemampuan struktur bangunan gedung yang stabil dan kukuh dalam mendukung beban muatan. Kemampuan struktur bangunan gedung yang stabil dan kukuh dalam mendukung beban muatan sampai dengan kondisi pembebanan maksimum dalam mendukung beban muatan hidup dan beban muatan mati, serta pada

daerah/zona tertentu berkemampuan mendukung beban muatan yang timbul akibat perilaku alam (Ps.18.1). Besarnya beban muatan dihitung berdasarkan fungsi bangunan pada kondisi pembebanan maksimum dan variasi pembebanan agar bila terjadi keruntuhan pengguna bangunan masih dapat menyelamatkan diri (Ps.18.2).

D. Perencanaan dan Perancangan Arsitektur

Menurut UU.No.28 Th.2002 Ps.35.1 disebutkan bahwa pembangunan bangunan gedung diselenggarakan melalui tahapan *perencanaan* dan pelaksanaan beserta pengawasannya. Penggunaan kata *perencanaan* pada undang-undang tersebut menunjukkan pemahaman tentang perbedaan antara *perencanaan (planning)* dan *perancangan (designing)* sering dikacaukan.

Planning menurut Wikipedia berbahasa Inggris adalah *the process of thinking about and organizing the activities required to achieve a desired goal; planning involves the creation and maintenance of a plan....* merupakan suatu proses memikirkan dan mengorganisasi kegiatan yang diperlukan untuk mencapai tujuan yang diinginkan; perencanaan mencakup suatu kreasi dan pemeliharaan tentang suatu rencana (*plan*). Dari tipe-tipe *planning* yang dicontohkan Wikipedia terdapat *architectural planning*. Perencanaan arsitektur (*architectural planning*) sampai tahun 1990-an dikenal sebagai *pra-rencana*. Penggunaan kata *pra-rencana* juga menunjukkan adanya ketidakjelasan pemisahan pengertian antara *perencanaan/planning* dan *perancangan/designing*).

Design(ing) menurut Wikipedia adalah penyusunan/kreasi yang diwujudkan sebagai suatu *plan/rancangan* ataupun konvensi untuk pembangunan suatu obyek atau suatu sistem (seperti dalam beberapa cetak-biru arsitektur, gambar teknik, proses bisnis, diagram sirkuit, dan pola jahitan). Menurut *The American Heritage Dictionary* *design/rancangan* dapat digunakan untuk membayangkan atau menyajikan pada proses berpikir; menemukan dan menginventarisasi, dan untuk kemudian merumuskannya menjadi suatu *plan/rancangan*.

Dalam gambar teknik dikenal tentang *plan* atau gambar rencana ataupun rancangan denah tata ruang; *elevation* atau gambar rencana ataupun rancangan perwajahan bangunan; dan *section* atau gambar rencana ataupun rancangan penampang bangunan.

E. Elemen Dasar Pewujud Karya Arsitektur

Pengertian *architecture* yang paling mendasar dan tertua merujuk pada pendapat Marcus Vitruvius Pollio, seorang arsitek Romawi yang hidup antara tahun 70 SM–15 M. Dalam buku *De Architectura* pada awal abad ke-1, yang diinggriskan menjadi *The Ten Books on Architecture*, Vitruvius menyampaikan bahwa bangunan sebagai karya arsitektur yang baik haruslah memiliki: 1. *Utilitas* atau *Function/Fungsi*; 2. *Firmitas* atau *Structure/Kekuatan untuk menopang keberdiriannya*; 3. *Venustas/Beauty* atau *Keindahan* [Rowland+Howe, 1999].

1. Fungsi Bangunan

Sebuah bangunan dirancang untuk fungsi yang diinginkan dan dibutuhkan. Ruang-ruang yang ada di dalam bangunan masing-masing dirancang sesuai kebutuhan luasan mewadahi kegiatan yang akan diwadahi. Tetapi tidak semua ruangan memiliki luasan sesuai harapan penggunanya. Bangunan yang kokoh dan berpenampilan estetik tidak akan berguna apabila ruang-ruangnya tidak fungsional. Sebaliknya sebuah bangunan dapat berpenampilan tidak menarik tetapi ruang-ruang yang ada diwadahi semuanya dapat difungsikan dengan baik.

Perletakan ruang-ruang menunjukkan hubungan antar pengguna ruangnya, dan keeratan hubungan dari kegiatan yang diwadahi. Perletakan ruang-ruang terpola berdasarkan konsep tata ruang yang diterapkan arsitek perancangannya. Pada bangunan ber-arsitektur tradisional, perletakan ruang-ruang menggunakan pola tata ruang yang telah mentradisi. Hasilnya, bangunan dengan fungsi yang sama dan jenis serta jumlah ruang yang sama akan memiliki tata ruang yang berpola sama pula. Penganalisisan denah tata ruang pada bangunan kuno berarsitektur tradisional mudah dilakukan karena pola tata ruang yang diterapkan secara mentradisi akan ditaati warga masyarakat yang mentradisikannya.

2. Struktur dan Konstruksi Bangunan

Struktur merupakan suatu gagasan yang berwujud ataupun tidak berwujud yang sangat mendasar yang dibina dengan mempertimbangkan pada kebiasaan ataupun penyelesaian yang telah diakui, ataupun dari hasil penelitian yang mendalam, atau disesuaikan dengan kenyataan yang ada di alam, dan pola-pola yang permanen dan hubungan-hubungan yang mempersatukannya.

Secara alami penampang batang sebuah pohon akan semakin besar sesuai dengan keletakannya yang semakin mendekat ke tanah tempat pohon

tersebut tumbuh. Penampang dari dahan sebagai cabang dari batang akan lebih kecil dari penampang batangnya, demikian juga penampang ranting sebagai cabang dari dahan akan lebih kecil dari penampang dahan pohonnya. Hukum alam telah mengajarkan struktur sebuah pohon telah menjadikan sebuah pohon dapat tetap berdiri pada kedudukannya karena beban dari tajuk pohon yang membentuk *canopy* yang lebar dan berat telah disalurkan ke bawah secara alami melalui batang pohon yang menopangnya dan akar pohon yang meneruskannya ke dalam tanah.

Beban penutup atap bangunan dialirkan melalui elemen kuda-kuda kayu yang difungsikan sebagai konstruksi atap yang menopangnya. Pada bangunan yang menggunakan sistem struktur rangka dengan empat *sakaguru* sebagai pilar utama, beban yang tersalur ke *usuk-usuk* sebagai elemen kuda-kuda diteruskan ke bawah melalui keempat *sakaguru*. Keberadaan keempat *sakaguru* agar tetap tegak distabilkan dengan balok-balok *blander* horizontal. *Blander* dengan nama-nama kedaerahannya merupakan elemen konstruksi atap sekaligus stabilisator sistem struktur bangunannya. Kombinasi *sakaguru* dan *blander* merupakan elemen utama sistem struktur pada bangunan tradisional Jawa. Jumlah balok *blander* (dan *pengeret*) pada bangunan tradisional Jawa yang ada di Jawa bagian tengah dibandingkan di bagian timur kemungkinan terkait dengan perbedaan kestabilan struktur tanah yang dipijaknya.

Dalam bidang arsitektur dan keteknikan pada umumnya, suatu struktur adalah sebuah bentukan atau sekumpulan bentukan hasil kreativitas perancangannya yang melingkupi suatu ruang fungsional untuk menciptakan suatu sistem yang mampu mendukung beban di atasnya dan dirinya sendiri.

Sistem struktur suatu bangunan merespon semua kemungkinan konstruktif dari konstruksi atap, konstruksi dinding agar bangunan tetap berdiri. Elemen utama dari struktur bangunan adalah kolom-kolom struktur, balok-balok horizontal, dan usuk-usuk yang menyalurkan beban atap. Keterbatasan teknologi telah menghadirkan bentuk atap yang bentangannya terbatas, dan konstruksi atapnya sangat sederhana. Untuk menaungi bangunan yang berukuran besar atau ruangan di bawahnya yang luas atap direkayasa menjadi rangkaian atap yang berukuran lebih kecil. Pemecahan demikian dapat ditemukan pada pengatap bangunan hunian dan perkantoran pada masa Hindia Belanda.

Perkembangan sistem struktur dan teknologi memberikan dampak terhadap perubahan konstruksi dinding pada bangunan pada masa Hindia Belanda yang semula berprinsip *bearing wall* atau menggunakan dinding

pemikul beban yang dibentuk dari susunan bata yang tebal kemudian beralih ke prinsip *non-bearing wall* menggunakan dinding susunan bata yang lebih tipis.

Kebutuhan pernaungan terhadap sinar matahari langsung pada daerah tropis lembab menumbuhkan penggunaan atap-atap tambahan pada bagian teras samping dengan penopang *console* dari besi tuang. Jendela-jendela dinaungi dengan atap datar berkonstruksi kayu sederhana ditarik dengan lonjoran besi ke dinding luar terdekat.

3. Estetika Bangunan

Keindahan bangunan merupakan perwujudan penerapan *langgam* pada *seni bangunan* (menurut istilah yang umum digunakan di kalangan arkeolog) dan *tipe arsitektur* berdasarkan faham arsitektur dalam perkembangan arsitektur di dunia yang dikenal di kalangan arsitek dan pemerhati arsitektur.

Dalam perkembangan arsitektur yang diterapkan pada bangunan-bangunan yang dirancang secara masal oleh para pengembang/*developer* dan dipasarkan pada *real estate* dikenal istilah-istilah yang sebelumnya tidak pernah diajarkan secara pada pendidikan arsitektur di Indonesia, seperti *Arsitektur Spanyol-an*, *Arsitektur Country*, *Arsitektur Mediterania*, *Arsitektur Minimalis*, dengan segala varian penamaan yang sering diiklankan para *developer* berbagai *real estate* seperti (*arsitektur*) *Mediterania Tropis*, *Minimalis Tropis*, dan lainnya.

Sejak pemanasan global (*global warming*) disadari telah berlangsung yang kemudian ditanggapi dengan upaya-upaya untuk mengurangi dampaknya pada lingkungan binaan di antaranya dengan *green architecture/arsitektur hijau*. Tanggapan terhadap *green architecture* pada umumnya arsitek di Indonesia berkeyakinan *arsitektur tradisional* di Nusantara telah menerapkan prinsip-prinsip arsitektur hijau. Berbagai ragam arsitektur tradisional di Nusantara dengan bentuk bangunan huniannya yang estetik telah dirancang secara tradisional untuk kontekstual tanggap terhadap lingkungan di sekitarnya.

Beberapa jenis bangunan berarsitektur tradisional dapat ditemukan pada relief Candi Borobudur, Candi Prambanan dan beberapa candi lainnya. Menurut Soekmono bangunan candi di Pulau Jawa dapat dikelompokkan berdasarkan pada perbedaan *langgam*-nya. Perbedaan *langgam* bangunan candi terdapat pada bentuk bangunan, bentuk atap, bentuk dan tampilan pintu, letak bangunan pada lahannya, dan tampilan reliefnya. Dari perbedaan *langgam* tersebut maka terdapat candi-candi ber-*Langgam Jawa* (bagian) *Tengah* dan ber-*Langgam Jawa* (bagian) *Timur*.

Bentuk bangunan candi Langgam Jawa Tengah tambun, pada candi Langgam Jawa Timur ramping. Bentuk atap candi Langgam Jawa Tengah berundak-undak, dan pada candi Langgam Jawa Timur merupakan perpaduan tingkatannya. Munandar menganalisis bentuk bangunan candi Langgam Jawa Tengah lebih tambun karena lintasan prosesi *pradaksina*-nya lebih lebar. Atap candi Langgam Jawa Timur lebih tinggi dari candi Langgam Jawa Tengah karena memiliki lebih dari tiga undak [Munandar, 2011:5-6].

Pintu masuk pada candi Langgam Jawa Tengah memiliki *gawangan* pintu berhiaskan bentukan *Kala* pada bagian tengah ambang atas dan memiliki relung dengan ujung bagian bawah berbentuk *Makara*, dan pada candi Langgam Jawa Timur memiliki *gawangan* pintu berhiaskan bentukan *Kala* pada bagian tengah ambang atas dan memiliki relung tetapi tanpa *Makara*. Munandar menambahkan *Kala* pada candi Langgam Jawa Tengah tanpa rahang bawah, sedangkan pada candi Langgam Jawa Timur memiliki rahang bawah bertaring dan bertanduk. Ketiadaan relung ber-*Makara* pada candi Langgam Jawa Timur digantikan ular atau naga [Munandar, 2011:6].

Letak bangunan candi Langgam Jawa Tengah di tengah halaman [Soekmono, 1986:237 dalam Munandar, 2011:8] menurut Roesmanto cenderung di tengah halaman sedikit bergeser ke arah belakang kiri ataupun kanan, pada candi Langgam Jawa Timur di bagian belakang halaman [Soekmono, 1997:86 dalam Munandar, 2011:5] menurut Roesmanto pada halaman paling belakang dari lahannya yang terbagi-3 secara imajiner.

Relief pada dinding candi Langgam Jawa Tengah memiliki penampilan tiga dimensional dengan penggambaran obyek naturalistik, sedangkan pada candi Langgam Jawa Timur berpenampilan cenderung dua dimensional sedikit timbul dari medianya dan obyeknya disimboliskan menyerupai wayang kulit. Aris Munandar menambahkan ketebalan ceruk pahatan pada candi Langgam Jawa Tengah sekitar setengah sampai tiga-perempat ketebalan batu, pada candi Langgam Jawa Timur hanya separuh ketebalan batu/bata. Sebagian bidang relief candi Langgam Jawa Tengah ada yang dibiarkan kosong, pada candi Langgam Jawa Timur tidak dibiarkan ada yang kosong. Cerita digambarkan secara lengkap pada relief candi Langgam Jawa Tengah diangkat dari cerita-cerita dari India bertema epos/*wiracarita*, sedangkan pada relief candi Langgam Jawa Timur menggambarkan cerita lokal Jawa bertema romantik dan bersifat fragmentaris menyajikan sebagian episode [Munandar, 2003:29 dalam Munandar, 2011:7].

BAB III

TIPOLOGI ARSITEKTUR BANGUNAN CAGAR BUDAYA

A. Tipologi Arsitektur

Hingga tahun 2014 bangunan di Indonesia yang dapat dikategorikan sebagai *bangunan kuno* adalah bangunan yang berusia sekurang-kurangnya lima puluh tahun, berarti yang selesai dibangun pada/sebelum tahun 1954. Arsitektur dari bangunan kuno yang selesai dibangun pada/sebelum tahun 1954 dapat dikelompokkan menurut Arsitektur Pra-Sejarah, Arsitektur Percandian, Arsitektur Tradisional di Nusantara, Arsitektur Vernakular Ber-Citra Tradisional, dan Arsitektur Modern meliputi Arsitektur Indis, Arsitektur Pecinan, Arsitektur Jengki.

B. Arsitektur Pra-Sejarah

Bangunan dibangun untuk fungsi tertentu, yang dapat berubah-ubah tergantung penggunaannya. Manusia purba berkehidupan berburu dan berpindah tempat belum membutuhkan tempat tinggal yang menetap. Tempat tinggal tersebut sebatas bentukan yang ada di alam yang dapat berfungsi melindungi tubuh dari pengaruh alam, di antaranya goa alam. Goa alam yang letaknya sejangkauan area perburuan dari manusia purba akan ditempat-tinggali cukup lama sesuai ketersediaan hewan perburuannya.

Goa alam manusia purba dapat dipandang sebagai *karya arsitektur tanpa arsitek* karena memiliki fungsi yang jelas yaitu sebagai hunian dari seorang atau sekelompok manusia purba; sebagai bangunan alami merupakan sebuah *shelter* yang kokoh pada bentang alamnya; dan beberapa goa alam memiliki dinding bagian dalam berhias lukisan purba yang estetik. Lukisan purba yang dibuat dengan menggunakan pewarna dari bahan alami merupakan mural yang sangat layak dihargai sebagai karya seni pada dinding dan langit-langit sebagai elemen interior dari goa alam tersebut.

Pemilihan tempat bermukim dan penemuan goa alam yang dilakukan manusia purba dapat disamakan dengan kegiatan survai lapangan untuk mendapatkan data eksisting. Goa alam dengan dinding bagian dalam yang dihiasi lukisan purba

biasanya ditemukan di daerah hulu sungai mengindikasikan manusia purba yang bermukim membutuhkan air yang dapat diperolehnya dari aliran sungai, dan keberadaan goa alam dekat tidak jauh dari area perburuan hewan konsumsinya.

Penetapan zonasi bermukim di dalam goa alam yang kemungkinan telah ditaati setiap anggota kelompok manusia purba dapat dilihat sebagai kegiatan perancangan tata ruang paling sederhana yang telah dilakukan manusia purba. Penetapan dinding dalam dari goa alam yang akan digambari lukisan purba selain menunjukkan perwujudan dari perasaan estetis yang sedang dialami manusia purba, juga merupakan tindakan nyata dari suatu proses perencanaan untuk menghias dinding sebagai elemen interior dari goa alam sebagai ruang hunian yang dilakukan manusia purba. Lukisan purba terdapat di dinding dalam dari Goa Leang-Leang di Kabupaten Maros; Goa Garunggung di Kabupaten Pangkep; Goa Liang Kobori di Kecamatan Lohia dan Goa Metanduno di Kecamatan Katobu, lainnya adalah Goa Kolumbo, Goa Wa Bose, Goa Toko di Liabaland; juga di beberapa goa alam yang lain.

Bentukan peninggalan masa prasejarah jenis *menhir* merupakan sebuah atau sekelompok batu tegak berbentuk seperti tiang yang difungsikan sebagai tanda peringatan dan melambangkan arwah nenek moyang [Atmosudiro, 2008:47], atau melambangkan *phallus* sebagai simbol kesuburan [Adams, 2001]. Menurut para arkeolog menhir merupakan peninggalan masa Neolitikum (6000/4000 SM-2000 SM). Menhir telah ditemukan di beberapa daerah, di antaranya di Kenagarian Maek/Mahat, Kecamatan Bukit Barisan, Kabupaten 50 Kota; di Desa Tunjungmulih, Kecamatan Karangmocol, Kabupaten Purbalingga; Situs Pangguyangan, Kelurahan Cikakak, Pelabuhan Ratu; berderet di sepanjang tepi jalan utama Desa Bawomataluo, Nias Selatan; dan lainnya.

Susunan batu yang berpola *nemu gelang* disebut *stone enclosure* ditemukan di Situs Matesih, Situs Plumbon, Situs Menggung di Kabupaten Karanganyar yang disebut *watu kandang* menurut penamaan setempat diperkirakan merupakan peninggalan masa Megalitikum sampai abad ke-12 [Atmosudiro, 2008:48]; ada pula yang berwujud kompleks *menhir* seperti di Tana Toraja [Roesmanto, 1999].

Dolmen atau meja batu juga dihasilkan dari masa Pra-Sejarah. Daun meja yang tebal seperti terdapat di pusat desa pada Desa Bawomataluo dengan sebutan *daro-daro*, lebih mengesankan bentuknya sebagai kursi batu. *Daro-daro* dengan berbagai ketinggian posisi mejanya masih difungsikan hingga kini sebagai tempat duduk yang berhirarki pada saat penyeleggaran rapat desa [Roesmanto, 1984]. *Dolmen* di Situs Glempong, Kelurahan Dugan, Kecamatan Bobotsari, Kabupaten Purbalingga disebut *watu tumpang*, dan berorientasi Timurlaut-Baratdaya [Atmosudiro, 2008:50].

Punden berundak merupakan tempat pemujaan tanpa ruang, dan keberadaannya memanfaatkan topografi setempat dengan kekuatan susunan batu-batu alam. Punden berundak bertingkat dua terdapat di Situs Madasmayung, Situs Andong Bang, Situs Banyumudal, Situs Waru di Kecamatan Cilongok; Situs Gandatapa I, Kecamatan Sumbang, Kabupaten Banyumas. Punden berundak bertingkat tiga terdapat di Situs Baseh, Kecamatan Kedungbanteng, dan Situs Kejiamba serta Situs Ragungdua di Kecamatan Cilongok. Punden berundak bertingkat empat terdapat di Situs Gandatapa II, Kecamatan Sumbang, Kabupaten Banyumas. Punden berundak di Situs Menggung, Kelurahan Tawangmangu, Kecamatan Tawangmangu, Kabupaten Karanganyar terdiri dari Punden Menggung memiliki lima tingkatan, dan Punden Ajar yang bentuknya lebih kecil dan tidak bertingkat, yang letak susunannya mengarah ke Gunung Jogolarangan. Punden berundak bertingkat tujuh terdapat di Situs Kejiamba, Kecamatan Cilongok, Kabupaten Banyumas [Atmosudiro, 2008:49].

C. Arsitektur Percandian

Masyarakat umum mengartikan *candi* merupakan bangunan yang disusun dari batu ataupun bata yang dibangun pada masa Hindu-Buddha. Raffles (1812) beranggapan bahwa di bawah bangunan candi dikuburkan abu jenazah seorang raja, kemungkinan dikaitkan dengan penggunaan kata *candi*, *cinandi*, *sucandi* dalam Bahasa Kawi yang berarti *yang dikuburkan*. Pada umumnya, masyarakat juga beranggapan bahwa candi adalah makam dari raja yang memerintahkan pembangunannya. Anggapan tersebut kemungkinan dipengaruhi pendapat dari Raffles, atau sebaliknya anggapan masyarakat yang telah mentradisi kemudian mempengaruhi pendapat Raffles.

Soekmono telah menyangkal pendapat Raffles dalam disertasi doktrinya berjudul *Candi, Fungsi dan Pengertiannya* (1974), tetapi karena penemuannya tidak terinformasikan secara luas di kalangan masyarakat umum, maka tetap saja bangunan candi dianggap sebagai makam seorang raja. Anggapan demikian kemungkinan juga dipengaruhi kenyataan pada bangunan *pyramid* di Mesir yang berfungsi sebagai tempat persemayaman dari jenazah *pharaoh*/firaun. Candi menurut Soekmono merupakan tempat pemujaan yang dibangun hanya untuk memuliakan raja atau bangsawan yang sudah meninggal.

Dalam bahasa Sanskerta kata *candika* berarti Durga, dan tempat pemujaan untuk Dewi Durga disebut *candigreha*, *candikagrha*, *candikalaya*. Berkaitan dengan pengertian tersebut, menurut bahasa Kawi kata *candi*, *cinandi*, *sucandi* berarti yang dikuburkan. Candi Siwa pada kompleks Candi Prambanan juga disebut *Siwa-graha* yang berarti rumah Siwa, maka candi dapat diartikan sebagai

tempat persemayaman dewa. Dalam khasanah arsitektur Bali terdapat bangunan *candi bentar* yang berfungsi sebagai gerbang.

1. Fungsi Bangunan Candi

Masyarakat menganggap semua bangunan kuno yang disusun dari batu sebagai bangunan candi. Padahal bangunan berkonstruksi susunan batu ada yang berfungsi sebagai bangunan peribadatan, bangunan gerbang, dan bangunan petirtan. Bangunan peribadatan Buddha lebih tepat disebut *stupa*, dan bangunan peribadatan Hindu disebut *candi*. Bangunan *biaro* yang terdapat di Sumatera diduga merupakan bangunan peribadatan Buddha aliran Vajrayana (seperti *Biaro Bahal*). Sedangkan candi untuk peribadatan Buddha di Jawa umumnya bagi aliran Mahayana. Bangunan candi yang dibangun pada masa Majapahit karena telah terbina kerukunan keagamaan Hindu Syiwa dan Buddha dianalogikan berfungsi sebagai bangunan peribadatan untuk Hindu Buddha. Bangunan candi lain banyak yang sudah diinventarisasi keletakannya.

Fungsi pada bangunan candi mencakup: 1).candi sebagai tempat peribadatan, meliputi a).candi untuk peribadatan Hindu (Syiwa); b).candi/stupa untuk peribadatan Buddha; c).candi untuk peribadatan Hindu Buddha; 2).bangunan candi berfungsi gerbang meliputi a).bangunan bentar; b).bangunan kori.

2. Struktur dan Konstruksi Bangunan Candi

Bangunan candi yang memiliki ruangan berwujud *cella*, ataupun yang bentuknya pejal memiliki struktur *bearing wall* yang dindingnya menahan beban yang disalurkan dari bagian-bagian di atasnya untuk kemudian disalurkan ke dalam tanah. Konstruksi dinding bangunannya merupakan susunan batu alam ataupun susunan bata. Berdasarkan bahan bangunan utama yang digunakan maka candi dapat dikelompokkan, menjadi:

a. Candi ber-Konstruksi Susunan Batu

Bangunan candi yang terdapat di Jawa bagian Tengah baik candi untuk keagamaan Hindu Syiwa, ataupun Buddha Mahayana pada umumnya terbuat dari susunan batu andesit yang dibentuk secara manual. Secara keseluruhan susunan batu terdiri dari lapisan-lapisan susunan batu horizontal. Setiap lapis susunan batu horizontal menopang lapis susunan batu horizontal di atasnya.

Susunan batu secara horizontal dalam bidang arkeologi disebut sistem *alur & lurah*. Susunan batu secara vertikal menggunakan sistem *pasak & lurah* yang menghubungkan antara batu dengan tonjolan dan batu

berlekuk pasangannya. Sambungan horizontal juga dapat menggunakan *batu-pengunci* (Atmosudiro, 2008:53]. Sambungan batu horizontal demikian dalam bidang arsitektur dikenal sebagai sambungan *ekor burung*. Beberapa teknik sambungan batu secara horizontal juga digunakan pada teknik sambungan papan dan balok kayu. Adanya kesamaan teknik sambungan tersebut menimbulkan perkiraan teknik sambungan batu telah mempengaruhi teknik sambungan kayu, atau sebaliknya teknik sambungan kayu yang mempengaruhi teknik sambungan batu.

Konstruksi dengan susunan vertikal sebagaimana konstruksi *tumpang Sari* pada bangunan tradisional Jawa jenis *joglo*, dalam perwujudan yang berbeda juga dapat ditemukan pada susunan batu secara vertikal pada pembentukan langit-langit *cella* pada Candi Mendut, dan candi lainnya. Konstruksi *tumpang Sari* dari susunan kayu sangat mungkin dipengaruhi konstruksi susunan batu secara vertikal.

Konstruksi dengan sistem susunan lapis demi lapis juga diterapkan pada Candi Borobudur untuk lapisan tanah di bawahnya. Apabila benar di sekeliling Candi Borobudur semula merupakan area perairan dari sebuah danau buatan, maka secara arsitektural diperkirakan telah diterapkan sistem *cut & fill*. Bagian yang sudah merupakan bukit atau berstruktur tanah yang keras ditimbun lapis demi lapis dengan tanah kedukan dari area di sekitarnya. Cerukan lahan yang tersisa setelah kemudian direkayasa menjadi area perairan untuk membentuk danau buatan.

b. Candi ber-Konstruksi Susunan Bata

Bangunan candi yang terdapat di Jawa bagian Timur dan Sumatera sebagian besar terbuat dari susunan bata. Bentuk dan ukuran bata yang digunakan bervariasi sesuai dengan kebutuhan elemen bangunan yang akan dibentuk. Pada sebuah bangunan candi umumnya digunakan bata dengan ketebalan yang sama.

Beberapa teknik sambungan bata horizontal pada bangunan candi berkonstruksi susunan bata tidak ditemukan pada konstruksi bata pada bangunan masa kini. Teknik sambungan bata tidak berkembang karena dinding bata berkonstruksi *non-bearing wall* tidak banyak yang mengekspos susunan bata, dan semua permukaannya yang terlihat ditutup dengan *lepa* dari adukan semen *Portland*.

Bangunan candi di Jawa Tengah ada yang berkonstruksi susunan bata, antara lain Candi Kangkung di Kendal, Candi Retno di Magelang, dan Candi Banon (sudah hilang) di dekat Candi Pawon.

c. Candi ber-Konstruksi Susunan Batu-Bata

Pada proses pemugaran Candi Sewu ditemukan *inti candi induk* yang terbuat dari susunan bata, dan bangunan candi seluruhnya dari batu andesit. Menurut Sumijati Atmosudiro bata mengandung lima unsur alam sama dengan unsur *prakrti*, untuk memenuhi syarat sebagai tempat persemayaman dewa [Atmosudiro, 2008:57]. Dalam tradisi Hindu Dharma di Bali dipercaya keselarasan manusia sebagai *Bhuwana Alit*, *mikrokosmos* dengan alam sebagai *Bhuwana Agung*, *makrokosmos* terbentuk dari lima unsur dasar penyusun alam semesta yang disebut *Panca Mahabhuta* yang terdiri dari *akasa*, *bayu*, *teja*, *apah*, *prethiwi*. Pewujudan keselarasan tersebut diupayakan dengan penyelarasan keberadaan bahan bangunan alami penyusun rumah tinggal dan keberadaannya di alam [Roesmanto, 1979].

d. Bangunan Candi pendukung Bangunan Konstruksi Kayu

Telah menjadi bahan perdebatan yang lama, apakah bagian puncak dari Candi Borobudur dilengkapi dengan bangunan berkonstruksi kayu atau tidak. Hasil penelitian Galestin terhadap relief yang terdapat pada candi-candi di Jawa Timur memperlihatkan tipe-tipe bangunan peribadatan berkonstruksi kayu dan bentuk atapnya *ber-tumpang-1* sampai banyak. Bangunan-bangunan tersebut berdiri di atas dasaran yang pejal

Bangunan yang sejenis dengan bangunan candi di Jawa Timur yang diteliti Galestin terdapat di Bali sebagai bangunan *meru*. Karena bangunan *meru* juga berkaitan dengan masa Majapahit kemungkinan jenis bangunan tersebut sudah ada pada awal Majapahit memiliki hegemoni sepenuhnya di Bali sejak tahun 1343. Peran Majapahit dalam perkembangan bangunan *pura* terbukti dengan keberadaan bangunan *Bale Maospait* di kompleks *pura*. Paling tidak sejak Dalem Ketut Kresna Kepakisan dilantik Gajah Mada sebagai penguasa Kerajaan Samprangan pada tahun 1352 bangunan *meru* diperkirakan sudah dikenal di Bali .

Meru tumpang-1 simbolisasi dari 10 huruf suci melambangkan *Sanghyang Widi Wasa/Tuhan Yang Maha Esa*. *Meru tumpang-3* simbolis 3 huruf suci (*I*, *Omkara*, *ya*) melambangkan *Tri Purusa* (*Parama Siwa*, *Sada Siwa*, *Siwa*). *Meru tumpang-5* simbolis 5 huruf suci (*sa*, *ba*, *ta*, *a*, *Omkara*) melambangkan *Panca Dewata*. *Meru tumpang-7* simbolis 5 huruf suci (*sa*, *ba*, *ta*, *a*, *I*, *Omkara*, *ya*) melambangkan *Sapta Rsi/Sapta Dewata*. *Meru tumpang-9* simbolis 9 huruf suci (*sa*, *ba*, *ta*, *a*, *na*, *ma*, *si*, *wa*, *Omkara*) melambangkan *Dewata Nawa Sanga*. *Meru tumpang-11* melambangkan

Eka Dasa Dewata [Dwijendra, 2005]. Bangunan *meru* pada Pura Penataran Sasih di Oejan beratap *tumpang-7*.

Bagian badan menggunakan bahan kayu, dalam perkembangannya kemudian menggunakan bahan bata, batu kali, batu karang, batu paras sesuai potensi lokalnya. Pada bagian badan terdapat sebuah ruang berpintu yang dilengkapi dengan *pepaga* sebagai altar, atau *bale-bale* tempat untuk meletakkan *pratima* [Dwijendra, 2005].

Bagian utama dari *meru* berdiri di atas bagian *batur* sebagai dasaran yang pejal berkonstruksi susunan bata dengan posisi permukaan lantai yang ditinggikan dari permukaan tanah, berdenah bujur sangkar berukuran 3 meter x 3 meter; 5 meter x 5 meter; atau 7 meter x 7 meter. *Batur* yang pendek biasanya digunakan pada *meru* di daerah pegunungan [Dwijendra, 2005].

3. Estetika pada Bangunan Candi

Keindahan bangunan candi terwujud dari bentuk bangunan, tata bangunan dan orientasi bangunnya, dan elemen estetis yang dimilikinya.

a. Bentuk Bangunan Candi

Bentuk dasar bangunan candi adalah *segitiga* yang melambangkan Gunung Mahameru. Searah vertikal bangunan candi disimboliskan terdiri dari bagian kepala, badan, dan kaki yang melambangkan *swar/h-loka*, *bhuwar/h-loka*, dan *bhur-loka*. *Bhur-loka*/alam (di bagian bawah) sebagai tempat kehidupan manusia; *Bhuwar-loka*/alam tengah tempat manusia yang telah disucikan; *Swahr-loka*/alam atas tempat kehidupan para dewa.

Bangunan candi dikelompokkan Soekmono berdasarkan wujud bangunannya (wujud bangunan candi-candi di Jawa Tengah tambun, dan candi di Jawa Timur ramping). Pengertian tambun menurut Soekmono tersebut dapat diperdebatkan karena dari pengamatan sepintas terhadap bangunan Candi Syiwa di kompleks Candi Prambanan maka diperoleh proporsi dari ketebalan tubuh dan tinggi bangunan berbanding sekitar 1:2. Sebagai pembanding, patung Loro/Lara/Rara Jonggrang yang menggambarkan Durga Mahisashuramardini (kemungkinan sosok Sri Kahulunan Pramodhawardhani) memiliki perbandingan lebar badan beserta posisi kedua tangan rapat ke badan (enam tangan yang lain yang berada di belakang kedua tangan tersebut) berbanding dengan tinggi badan (beserta mahkota)-nya sekitar $(1,5+0,5+0,5):5,7$ atau 2:5,7. Sedangkan candi utama pada kompleks Candi Penataran sebagai candi berhirarki tertinggi pada masa Kerajaan Majapahit memiliki lebar badan

yang teramping, lebar badan terlebar, dan tinggi bangunan berbanding sebagai 2,7:3,6:7,7 atau sekitar 3:4:8,6.

Perbandingan lebar badan dan tinggi patung Lara Jonggrang dengan lebar badan teramping dan tinggi bangunan Candi Penataran, sama sebagai 1:2,85. Tetapi, perbandingan lebar dan tinggi bangunan Candi Syiwa dengan lebar badan terlebar dan tinggi bangunan Candi Penataran, juga cenderung sama yaitu 1:2 dan 1:2,14.

Perbandingan lebar bangunan dan tinggi bangunan candi menurut aturan dalam kitab *Manasara* disebut *Santika* bila memiliki perbandingan 1:1; *Pausthika* 1:1,25; *Jayada* 1:1,5; *Dhanada* 1:1,75; dan *Adbhuta* 1:2. Berarti Candi Syiwa di kompleks Candi Prambanan masih menaati aturan *Manasara* dengan menerapkan proporsi *Adbhuta*. Sedangkan pada Candi Penataran aturan *Manasara* telah ditinggalkan karena perbandingan lebar dan tinggi bangunan candi tidak lagi 1:2 tetapi menjadi 1:2,14 sehingga terbentuk perwujudan bangunan candi yang lebih ramping.

Bangunan Candi Arjuna di kompleks Candi Dieng menurut Sumijati Atmosudiro juga berbentuk tambun. Perbandingan antara lebar bagian badan dan tinggi bangunannya sekitar 2,5:6 atau 1:2,4. Berarti penyimpangan terhadap aturan menurut Kitab *Manasara* kemungkinan telah dilakukan sejak arsitektur candi mulai dikenal di Jawa. Berarti *Jawanisasi arsitektur candi India* telah berlangsung jauh sebelum pusat kekuasaan berpindah ke Jawa bagian Timur (1000).

Kitab *Manasara* juga mengatur perbandingan tinggi bagian kaki bangunan dan tinggi bangunan keseluruhan dapat bervariasi 1:8; 1:10; 1:12; 1:14; dan 1:16. Sedangkan aturan perbandingan antara lebar dan tinggi pintu adalah 1:2.

Penentuan bangunan candi apabila diukur berdasarkan tinggi bangunan disebut *Sthanaka*; berdasarkan lebar muka bangunan disebut *Asana*; berdasarkan lebar samping bangunannya disebut *Sayana*. Menurut aturan *Manasara* bangunan candi diukur berdasarkan modul ukuran *hasta*. Ukuran 1 *hasta* sekitar 26 *angula* atau 26 *dhanur-musti*. Ukuran 1 *angula* adalah selebar ibu jari tangan atau sekitar $\frac{3}{4}$ *inchi* atau sekitar 2 cm.

Menurut Agus Aris Munandar wujud arsitektur bangunan candi Hindu-Buddha dari abad ke-13 hingga ke-16 dapat dikelompokkan menurut beberapa kekhasan nya. Bagian kepala candi bergaya Singhasari menjulang tinggi dengan bertingkat-tingkat mengecil ke atas, pada candi bergaya Candi Jago kemungkinan memiliki atap *tumpang* seperti *meru*

di Bali [Munandar, 2008:20, 22]. Bagian kaki candi bergaya Candi Brahu berteras-teras menyempit ke atas, pada candi bergaya Candi Jago memiliki satu, dua, atau tiga teras [Munandar, 2008, 21,22]. Pada bagian badan candi terdapat bilik utama (*cella*) yang letaknya pada denah candi bergaya Singhasari di tengah bangunan, pada candi bergaya Candi Brahu di bagian belakang, dan pada candi bergaya Candi Jago di tengah bangunan atau sedikit bergeser ke bagian belakang [Munandar, 2008:20-23].

Denah bangunan candi pada umumnya ber-pola dasar geometrik *Cartesian* (dibentuk dari unsur-unsur saling tegak lurus) yang berkembang ke bentuk *cruciform* yang dapat dikaitkan dengan konsep *mandala*. Bentuk *cruciform* diterapkan pada denah bangunan candi Hindu maupun candi/stupa Buddha, menegaskan bahwa bentuk tersebut telah menjadi *trend* pada masanya. Bentuk denah *cruciform* ditemukan pada Candi Borobudur, Candi Syiwa di kompleks Candi Prambanan, dan candi-candi lainnya.

b. Tata Bangunan dan Orientasi Bangunan Candi

Menurut Soekmono tata bangunan candi dapat dihubungkan dengan pola pemerintahan yang diterapkan raja yang memerintahkan pembangunan candi dan penerusnya (Soekmono, 1973 dalam Rahadian, 2010). Apabila pendapat tersebut benar, berarti pada masa kompleks Candi Gedongsongo dibangun raja yang memerintahkan pembangunannya menerapkan pola pemerintahan yang desentralisasi dengan 9 daerah *swatantra*-nya. Hal serupa kemungkinan berlaku juga pada kompleks Candi Muaro Jambi. Pada kompleks Candi Dieng yang diduga tidak dibangun pada masa bersamaan, kemungkinan pola pemerintahan yang sama diterapkan beberapa raja yang membangun masing-masing candi.

Bangunan candi tunggal tanpa pembagian halaman yang berhirarki dapat berada di tengah-tengah lahannya (sesuai aturan *Vastu Purusha Mandala*), atau sedikit bergeser ke arah samping, belakang, atau samping belakangnya (sesuai dengan *Jawanisasi arsitektur candi India*). Bangunan candi tunggal pada lahannya yang terbagi menjadi tiga halaman berhirarki semakin tinggi ke arah gunung (*local genius*, *genius loci*, *potensi lokal*) menempati tengah-tengah halaman yang berhirarki paling tinggi, atau bergeser ke arah samping, belakang, atau samping belakangnya.

Tata bangunan pada kompleks bangunan candi menempatkan bangunan candi utama di kelilingi candi-candi lainnya, di tengah-tengah, atau bergeser ke arah samping, belakang, atau samping belakangnya. Pada kompleks Candi Prambanan, keberadaan Candi Syiwa, Candi Brahma,

Candi Wisnu, Candi Nandi, Candi Angsa, dan Candi Garuda dikelilingi puluhan candi *perwara*.

Perletakan bangunan candi-candi utama di kompleks Candi Prambanan saling berhadapan berpasangan, Candi Syiwa dan Candi Nandi, Candi Brahma dan Candi Angsa, Candi Wisnu dan Candi Garuda. Pola berpasangan berhadapan pada kompleks Candi Prambanan juga dapat ditemukan pada candi di luar Indonesia yang berusia lebih muda seperti candi Preah Ko (879) di Kamboja [Groslier, 2002:129 dalam Roesmanto, 2007:12]. Arsitektur Candi Prambanan telah menjadi *masterpiece di Asia Tenggara* pada abad ke-9. Perletakan bangunan Candi Syiwa dan Candi Nandi, ataupun Candi Brahma dan Candi Angsa, ataupun Candi Wisnu dan Candi Garuda telah mengajarkan tentang *keseimbangan tata bangunan berpolanya asimetris*.

Tata bangunan candi juga terkait dengan konsep adanya *sumbu imajiner* sebagai penghubung bangunan-bangunan candi. Penerapan sumbu imajiner yang paling terkenal adalah keberadaan Candi Borobudur, Candi Pawon, dan Candi Mendut yang terletak pada *garis lurus imajiner* [Roesmanto, 2013:51].

Dari pengamatan menggunakan peta yang diinformasikan www.googlemapia diperoleh kenyataan bahwa Candi Borobudur, Candi Pawon, dan Candi Mendut dihubungkan dengan *sumbu imajiner garis patah*. *Sumbu imajiner Candi Borobudur-Candi Pawon* berdeviasi 7,5 derajat terhap sumbu geografis Timur-Barat, sedangkan *sumbu imajiner Candi Pawon-Candi Mendut* berdeviasi 12 derajat terhadap sumbu geografis Timur-Barat. Berarti sumbu imajiner Candi Borobudur-Candi Pawon *tidak segaris lurus* dengan sumbu imajiner Candi Pawon-Candi Mendut karena berdeviasi 4,5 derajat [Roesmanto, 2011:107]. Candi Borobudur berkoordinat 7 derajat 36' 29" Lintang Selatan dan 110 derajat 12' 14" Bujur Timur. Candi Pawon berkoordinat 7 derajat 36' 22" Lintang Selatan dan 110 derajat 13' 10" Bujur Timur. Candi Mendut berkoordinat 7 derajat 36' 17" Lintang Selatan dan 110 derajat 13' 48,01" Bujur Timur.

Keletakan Candi Sewu, Candi Lumbung, dan Candi Bubah diperkirakan juga terhubung dengan sebuah *sumbu imajiner*. Ketiga candi merupakan candi/stupa Buddha yang dibangun pada masa Kerajaan Mataram Kuno pada abad ke-9. Candi Lumbung berkoordinat 7 derajat 44' 53" Lintang Selatan dan 110 derajat 29' 34" Bujur Timur. Candi Bubah berkoordinat 7 derajat 44' 47" Lintang Selatan dan 110 derajat 29' 35" Bujur Timur. Candi Sewu berkoordinat 7 derajat 44' 37" Lintang Selatan dan 110 derajat 29'

37" Bujur Timur. Dari data koordinat letak ketiga candi dapat dipastikan Candi Lumbung-Candi Bubrah-Candi Sewu terhubung dengan *sumbu imajiner garis patah*.

Arah hadap sesama bangunan candi Hindu maupun candi/stupa Buddha tidak dapat dipastikan. Candi/Stupa Kalasan menghadap ke arah Timur, tetapi Candi/ Stupa Mendut dan Candi/Stupa Pawon cenderung menghadap ke arah Barat. Arah hadap Candi Mendut berdeviasi 15 derajat terhadap arah hadap Candi Mendut. [Roesmanto, 2013:65].

c. Elemen Estetis pada Bangunan Candi

Kitab Sutasoma (abad ke-14) dan Kitab Sang Hyang Kamahayanikan (abad ke-9) menunjukkan tentang sinkritisme Hindu dan Buddha yang dilakukan secara kreatif dan berimbang pada arsitektur bangunan peribadatan. Benih kesamaan antara candi sebagai bangunan peribadatan Hindu dan stupa yang juga disebut candi sebagai bangunan peribadatan Buddha sudah terlihat pada bentuk dasar arsitektur, dan penerapan relief sebagai elemen estetis pada bangunannya.

Pembeda antara bangunan candi Hindu dan stupa Buddha terletak pada cerita yang digambarkan dengan relief. Bahkan Dumarcaय berpendapat bahwa Candi Borobudur kemungkinan pada awalnya dibangun sebagai candi Hindu tetapi kemudian dilanjutkan sebagai stupa Buddha. Pembagian Candi Borobudur arah vertikal menurut teras *Kamadhatu*, *Rupadhatu*, *Arupadhatu* sangat dekat dengan pengartian *tri* pada Kitab Tripitaka (Buddha) dan Tri Murti (Hindu). Maka perubahan fungsi sebagaimana perkiraan Dumarcaय (berdasarkan pertimbangan arsitektural terhadap lorong teras) dapat dimungkinkan.

Menurut Bosch, di dalam Kitab *Manasara* hanya disebutkan bangunan tempat ibadah dapat diberi hiasan agar terlihat indah [Bosch, 1924:26 dalam disertasi Rahadian, 2010]. Relief cerita *Karmawibhangga* yang sangat terkenal tentang perbuatan baik dan buruk yang dilakukan manusia dengan segala akibatnya dipahatkan pada dinding *Kamadhatu* yang telah lama ditutup. Relief cerita *Lalitavistara* tentang kehidupan Buddha Gautama di Surga Tushita sampai ke saat memberikan khotbah pertama di Taman Rusa, dipahatkan pada dinding utama teras tingkat-1.

Cerita tentang upaya untuk membantu manusia mencapai jalan kebuddha-an yang dilakukan *Boddhisattwa* dalam proses *tumimbal lahir* (cerita *Jataka*) dan yang dilakukan tokoh lain (cerita *Avadana*) direliefkan pada dinding utama teras *Rupadhatu*. Cerita *Badrasaryi* tentang proses

Sudhana mendapatkan pencerahan untuk mencapai ke-buddha-an dengan berguru kepada *Bodhisattva Maitreya* dan *Samanthabhadra* direliefkan dinding utama lorong tingkat-3 dan 4.

Pada kompleks Candi Prambanan, cerita *Ramayana* direliefkan pada pagar *langkan* Candi Syiwa (42 panil), dan bersambung ke relief pada dinding Candi Brahma (30 panil). Sedangkan pada Candi Wisnu (30 panil) direliefkan cerita *Krsnayana* yang menggambarkan Kresna sebagai penjelmaan Wisnu yang berperan sebagai penasihat keluarga Pandawa dalam kisah *Mahabharata*.

Elemen estetis pada bangunan candi selain relief adalah *jaladwara* (saluran air) berbentuk *kala*, *makara*, *antefik* pada sisi-sisi dan pojok-pojok dinding pagar *langkan*. Elemen estetis *antefik* berbentuk dasar segitiga bermotif geometrik, sulur-suluran, ataupun yang tidak bermotif. *Ojief* sebenarnya bukan sebuah elemen estetis, tetapi lebih merupakan kontur dari bentukan dari konstruksi bangunan candi. Elemen estetis berbentuk buah *keben* (*Barringtonia asiatica*) terdapat pada bagian *kemuncak* dari atap bangunan candi, di atas relung yang berisi arca, pagar *langkan*. Pada Candi Prambanan elemen estetis berbentuk *ratna* kemungkinan merupakan hasil eksplorasi kreatif yang memadukan bentuk *stupa*, buah *keben*, dan buah *waluh* (*Cucurbita*).

Motif dari ornamen dekoratif dan naturalistik yang terdapat pada dinding candi antara lain menggambarkan tentang *kala*, *makara*, singa, pohon *kalpataru*, *kinara-kinari*, burung, *suluran*, *gelung*, tirai, bunga, belah ketupat, segi empat, mahkota, *shangka*, dan lainnya.

D. Arsitektur Tradisional di Nusantara

Komplek Taman Mini Indonesia Indah yang diresmikan pada tanggal 20 April 1975 memiliki 27 anjungan yang dibangun pada saat di Indonesia terdapat 33 provinsi (termasuk Provinsi Timor Timur). Jumlah anjungan provinsi tersebut tidak mencerminkan jumlah *rumah adat* yang masih difungsikan di setiap daerah nya, karena beberapa pemerintah provinsi menetapkan bangunan bercitra tradisional tertentu mewakili jenis bangunan dari arsitektur lokal tradisionalnya.

Dari teks pada kakawin *Nagarakretagama* (1365) karya Mpu Prapanca dapat diperkirakan jumlah arsitektur lokal tradisional berdasarkan wilayah Kerajaan Majapahit di Nusantara yang disebutkan dalam *Pupuh 12.6.4* sampai *Pupuh 14.5*. Paling tidak terdapat arsitektur tradisional yang berkembang di 74 daerah,

dan ditambah arsitektur tradisional di Jawa dan Sunda sehingga keseluruhannya berjumlah 76 arsitektur tradisional yang ada di Nusantara. Sejak keruntuhan Kerajaan Sriwijaya (1030) di wilayah bekas Kerajaan Malayu saja terdapat 48 arsitektur tradisional yang berkembang di Pulau Sumatera dan Kalimantan, serta 17 arsitektur tradisional di Semenanjung Malaka.

Perkembangan arsitektur tradisional di Nusantara sejak Kerajaan Majapahit runtuh (1500) tidak diketahui. Sebagai pembandingan, jenis bangunan tradisional Jawa yang banyak diterapkan pada rumah tinggal di daerah *pesisiran* (Pesisir Utara) Pulau Jawa dianggap sama dengan jenis bangunan pada rumah tradisional Jawa di daerah *Negarigung* (sekitar Kerajaan Mataram yang berpusat di Kraton Surakarta dan Yogyakarta). Padahal dalam kenyataannya bangunan tradisional Jawa jenis *joglo* yang berkembang di daerah *Negarigung* sering dipersamakan dengan bangunan tradisional jenis *pencu* di daerah *Pesisir Wetan* di Pantai Utara Jawa Tengah. Bangunan tradisional Jawa jenis *pencu* memiliki beberapa varian bentuk atap yang berbeda dan hanya berkembang di daerah 1).Demak, 2).Kudus, 3).Jepara, 4).Pati, 5).Juwana.

Arsitektur tradisional sangat mungkin berkaitan dengan budaya dan potensi lokal yang berkembang di masyarakatnya. Perkembangan arsitektur tradisional Pasca Majapahit terjadi pada masa kerajaan-kerajaan lokal berada dalam masa damai. Bekas wilayah kerajaan pada masa Hindia Belanda dirubah statusnya menjadi setara kabupaten. Apabila setiap kabupaten memiliki *sebuah jenis bangunan tradisional yang khas lokal* maka di Indonesia terdapat 396 arsitektur lokal tradisional.

Bahasa daerah di 1).Pulau Sumatera terdapat 34 bahasa daerah; 2).Pulau Jawa 10 bahasa daerah; 3).Nusa Tenggara 78 bahasa daerah; 4).Pulau Sulawesi 114 bahasa daerah; 5).Kepulauan Maluku 29 bahasa daerah; 6).Papua 277 bahasa daerah. Setiap masyarakat yang memiliki bahasa daerah/lokal kemungkinan juga memiliki sebuah arsitektur lokal yang ditradisikan

Banyak bangunan masjid dibangun, dan arsitekturnya merupakan hasil adaptasi bentuk dari arsitektur sebelumnya seperti bangunan Menara pada Masjid Kudus (1530) yang dirancang Sunan Kudus; dengan sistem konstruksi yang berbeda seperti pada Masjid Demak (sebelum 1478) yang dirancang Sunan Kalijaga dengan sistem *sakaguru* dan konstruksi *tumpangsari* berbasis bangunan jenis *tajuk*, berbeda dengan sistem struktur-konstruksi Masjid Agung Kasepuhan Cirebon yang dirancang Kyai Sepat atas saran Sunan Gunungjati, juga berbeda dengan sistem struktur-konstruksi bangunan *meru* pada bangunan peribadatan Hindu di Jawa Timur hingga Bali.

1. Arsitektur Tradisional Jawa

Bangunan berarsitektur tradisional Jawa yang paling kuno dapat diperkirakan seperti yang digambarkan pada panil-panil relief di Candi Borobudur dan Candi Prambanan. Relief *Karmawibhangga* yang bersifat duniawi dapat dijadikan rujukan sebagai *kamus gambar arsitektur Jawa Kuno*. Bentuk atap yang direliefkan serupa dengan atap *Pelana* atau bangunan jenis *Kampung*, dan atap menyerupai atap *Tongkonan Toraja* tetapi dengan *bubungan lurus*. Bangunan yang direliefkan berwujud 1). bangunan panggung berkonstruksi rangka kayu dan berkolong yang beratap mirip *Kampung* (44 panil relief); 2). bangunan berkonstruksi rangka kayu berdiri di atas dasaran pejal yang permukaan lantainya ditinggikan dan beratap mirip *Kampung* (25 panil relief); 3). Bangunan *Lumbung* mirip *Jineng* (*Lumbung* di Bali) berkonstruksi rangka kayu dan berkolong dan ber-*canopy* berbidang atap lengkung (5 panil relief); 4). bangunan *Lumbung* mirip atap *Tongkonan Toraja* *bubungan lurus*, berkonstruksi rangka kayu dan berkolong (2 panil relief); 5). bangunan *Bale* berkonstruksi kayu dan berkolong tanpa atap; 6). bangunan *Candi* berkonstruksi pejal *bearing-wall* [Santiko & Nugrahani, 2012].

Jenis bangunan tradisional Jawa yang diterapkan untuk rumah tinggal pada permukiman di Jawa sejak abad ke-13 dipublikasikan pertama kali oleh Raden Ngabehi Wasiman Mintoboedojo secara grafis pada tahun 1970-an berwujud *Kampung*, *Limasan*, *Tajug*, *Joglo*, dan *Panggung-pe*. Menurut Josef Prijotomo jenis bangunan *Panggung-Pe* baru dikenal pada pertengahan abad ke-20 [Prijotomo, 1995:5]. Gambar tipe-tipe bangunan versi Mintoboedojo kemudian menjadi rujukan para penulis arsitektur tradisional Jawa seperti Sugiarto Dakung (1982), Hamzuri (1985), R.M.Ismunandar (1986). yang lebih fokus perhatiannya pada bangunan-bangunan tradisional Jawa di sekitar daerah *Negarigung*.

Negarigung merupakan wilayah Kerajaan Mataram yang didasarkan konsep perwilayahan Kerajaan Mataram. Wilayah Kerajaan Mataram yang lain menurut *Regionalisasi Kebudayaan Jawa* versi Koentjaraningrat (1994) adalah wilayah *Pesisiran* yang terdiri dari *Pesisir Wetan* dan *Pesisir Kilen*, juga *Bagelen*, dan *Banyumas*. Selain wilayah-wilayah tersebut terdapat daerah *Jaban Rangkah*.

Varian bangunan jenis *Kampung Pokok* yang termuat di dalam *Kawroeh Kalang Mangoendarmo* (1906) adalah 1).*Kampung Enom*; 2).*Kampung Trajumas*; 3). *Kampung Srotongan*; 4). *Kampung Jompongan*; 5). *Kampung Dara Gepak*; 6). *Kampung Pacul Gowang*; 7). *Kampung Semar Tinandhu*; 8). *Kampung Gedhang Salirang*; 9). *Kampung Gajah Ngombe*. Jenis *Kampung*

lain kemungkinan dikenal setelah tahun 1906 yaitu 9). *Kampung Apitan*; 10). *Kampung Gajah Njerum*; 11). *Kampung Klabang Nyander*; 12). *Kampung Cere Gancet*; 13). *Kampung Semar Pinondhong*; 14). *Kampung Lambang Teplok*; 15). *Kampung Jompongan-Lambang Teplok-Semar Tinandhu*; Wikipedia juga menginformasikan tentang 16). *Kampung Gotong Mayit* yang kurang dikenal dalam perbincangan arsitektur tradisional Jawa.

Varian bangunan jenis *Limasan Pokok* yang termuat di dalam *Kawroeh Kalang Mangoendarmo* (1906) adalah 1). *Limasan Enom*; 2). *Limasan Trajumas*; 3). *Limasan Trajumas*; 4). *Limasan Sinom*; 5). *Limasan Srotongan*; 6). *Limasan Pacul Gowang*; 8). *Limasan Klabang Nyander*; 9). *Limasan Kampung mBali*; 10). *Limasan Semar Tinandhu*; 11). *Limasan Gajah Mungkur*; 12). *Limasan Gajah Ngombe*; 13). *Limasan Bapangan*. Jenis *Limasan* lain kemungkinan dikenal setelah tahun 1906, yaitu 14). *Limasan Lawakan*; 15). *Limasan Apitan*; 16). *Limasan Gajah Njerum*; 17). *Limasan Cere Gancet*; 18). *Limasan Lambang Sari*; 19). *Limasan Lambang Teplok*; 20). *Limasan Semar Pinondhong*; juga 21). *Limasan Gotong Mayit*.

Bangunan jenis *Tajug* yang dituliskan pada *Kawroeh Kalang Mangoendarmo* (1906) hanya 1). *Masjid Tajub*; 2). *Masjid Langgar*, kiranya hanya terkait dengan penerapan bangunannya. Jenis *Tajug* lain kemungkinan dikenal setelah tahun 1906, yaitu 3). *Mesjid/Cungkup Pokok*; 4). *Mesjid Lawakan*; 5). *Tajug Tawon Boni*; 6). *Tajug Tiang-1 Lambang Teplok*; 7). *Tajug Pandawa*; 8). *Tajug Mangkurat*; 9). *Tajug Lambang Sari*; 10). *Tajug Lambang Gantung*; 11). *Mesjid Payung Agung*; 12). *Tajug Semar Tinandhu*; 13). *Tajug Sinom-Semar Tinandhu*; 14). *Mesjid Lambang Teplok*; 15). *Tajug Ceblokan-Lambang Teplok*; 16). *Tajug Semar Sinongsong-Lambang Gantung*.

Bangunan jenis *Joglo* yang termuat dalam *Kawroeh Kalang Mangoendarmo* (1906) adalah 1). *Joglo Ceblokan*; 2). *Joglo Kepuhan*; 3). *Joglo Trajumas*; 4). *Joglo Tawon Boni*; 5). *Joglo Semar Tinandhu*; 6). *Joglo Wantah*; 7). *Joglo Pangrawit*. Jenis *Joglo* lain kemungkinan dikenal setelah tahun 1906, yaitu 7). *Joglo Lawakan*; 8). *Joglo Sinom*; 9). *Joglo Jompongan*; 10). *Joglo Mangkurat*; 7). *Joglo Hageng*.

Varian bangunan jenis *Panggang-Pe Pokok* antara lain 1). *Panggang-Pe Trajumas*; 2). *Panggang-Pe Empyak Setangkep*; 3). *Panggang-Pe Gedhang Seliran*; 4). *Panggang-Pe Gedhang Setangkep*; 5). *Panggang-Pe Cere Gancet*; 6). *Panggang-Pe Kodokan*; 7). *Panggang-Pe Barengan*.

Jenis bangunan tradisional Jawa di daerah *Pesisir Kilen* kurang berkembang dan hanya menghasilkan varian bentuk *Limasan Potong Inten*. Sedangkan di daerah *Pesisir Wetan* berkembang pesat antara lain 1). *Pencu* dengan varian

a). *Pencu Demak*; b). *Pencu Kudus*; c). *Pencu Jepara*; d). *Pencu Pati*; e). *Pencu Juwana*; 2). *Limasan* dengan varian bentuknya yang berkembang di permukiman nelayan Moro Demak dan Margolinduk di Kabupaten Demak sebagai a). *Limasan Endhas Loro*; b). *Limasan Endhas Telu*; c). *Limasan Endhas Lima*; dan berkembang di Jepara menjadi d). *Omah Gandhok*; serta yang berkembang di sekitar Kudus sebagai e). *Limasan Maligi Gajah* atau *Limasan Maligi*; 3). *Kampung* lebih dikenal di lingkungan permukiman nelayan sebagai a). (*Kampung*) *Bekuk Lulang*; dan yang berkembang di daerah Rembang menjadi *Rumah Gladhag* berlantai kayu berkolong rendah dan berbentuk b). *Cocogan*.

Bangunan *Pencu* yang berdiri sendiri disebut *Pencu Jamblang* dalam penerapannya sebagai bangunan rumah tinggal dapat berkembang ke arah samping dan belakang. Bangunan *Pencu (Jamblang)* hanya mendapatkan penambahan ke arah samping dengan bangunan jenis *Pencu*, sehingga terbentuk *Pencu Renteng*.

Bangunan *Pencu* juga dapat bertambah ke arah belakang dengan penambahan bangunan jenis *Limasan Maligi* ataupun *Kampung* secara bebas sesuai keinginan pemiliknya. Bangunan *Pencu Turun Limasan Maligi* adalah bangunan *Pencu* yang telah ber-anak (bahasa Jawa: *turun*) bangunan *Maligi Gajah*. Bangunan *Pencu* yang telah mendapatkan imbuhan bangunan jenis *Kampung* di belakangnya disebut *Pencu Turun Kampung*. Demikian juga, bangunan *Pencu Turun Limasan Maligi Turun Kampung* adalah bangunan *Pencu* yang telah bertambang dengan bangunan *Limasan Maligi* di belakangnya dan kemudian ditambah lagi dengan bangunan jenis *Kampung* di bagian paling belakang. Tetapi bangunan *Pencu Turun Kampung Turun Limasan Maligi* tidak pernah dikenal, karena bangunan jenis *Limasan Maligi* dianggap berhirarki lebih tinggi dibandingkan bangunan jenis *Kampung*.

Sebuah rumah tradisional Jawa di daerah *Negari Gung* yang lengkap pada umumnya adalah hunian keluarga bangsawan yang disebut dengan *Dalem* (diikuti nama bangsawan kraton yang menghuni, misalnya *Dalem Probodiningrat* berarti rumah kediaman dari Kangjeng Probodiningrat). *Dalem* merupakan sebuah kompleks bangunan yang bergandengan, yang tersusun dari kombinasi bangunan *Pendhapa*, *Dalem Ageng*, *Tratag*, *Gandhok*, *Gadri*, *Regol*, dan bangunan untuk *Dapur*, *Pekiwan*, serta bangunan *Lumbung*.

Regol merupakan gerbang masuk menuju ke halaman dari kompleks *Dalem*. Bangunan *Pendhapa* berfungsi sebagai balai pertemuan atau ruang tamu berukuran besar, dan selalu berbentuk *Joglo* dengan posisi bubungan atap searah Timur-Barat sesuai orientasi lokal. Pada bagian depan dekat

dengan keberadaan *Regol*, seringkali ditambahkan *Kuncungan* yang berfungsi sebagai *canopy* tempat para tamu penting turun (*drop off*) dari kendaraannya (dahulu menggunakan kereta berkuda, ataupun kuda). Pada rumah tinggal tradisional Jawa di daerah *Pesisir Wetan* tidak terdapat bangunan *Pendhapa*.

Dalem (disebut *Omah Mburi* pada rumah keluarga bukan bangsawan) adalah bangunan utama yang berbentuk *Joglo*, yang ruangnya terbagi-3 sejajar searah Utara-Selatan. Pada bagian ruang yang berada di tengah terletak keempat pilar utama yang disebut *sakaguru* yang berfungsi sebagai elemen struktur-konstruksi utama bangunannya. Bagian ruang yang terdepan pada *Dalem/Omah Mburi* disebut *Peringgitan* yang berarti dan berfungsi sebagai tempat memainkan *ringgit* atau *wayang*. Pada rumah tinggal tradisional Jawa di *Pesisir Wetan* ruangan yang setara dengan *Peringgitan* disebut *Jagasatru* yang berfungsi sebagai ruang tamu. Penamaan *Jagasatru* yang menghadap ke arah Selatan kemungkinan secara emosional dapat dikaitkan dengan arah kedatangan tentara Kerajaan Mataram yang berkali-kali menyerang dan melewati wilayah *Pesisir Wetan* dalam proses ekspansi ke Jawa bagian Timur. Ekspansi Sultan Agung ke Jawa bagian Timur dilakukan dengan penundukan Jepara (1616), Lasem (1619), dan dilanjutkan penyerangan dengan pengepungan untuk kemudian dapat mengalahkan Surabaya (1625).

Antara *Peringgitan* dan *Pendhapa* terdapat lorong sebagai ruang transisi yang berada di bawah *atap emperan* kedua bangunan yang disebut *Tratag*. Selain sebagai area perluasan penempatan *gamelan* pengiring pegelaran wayang kulit juga berfungsi sebagai tempat *drop off* anggota keluarga dari kereta kudanya. Ketidadaan bagian *Peringgitan* pada rumah tradisional Jawa di *Pesisir Wetan*, meskipun Sunan Kalijaga sebagai anggota *Walisanga* dikenal dalam menyebarkan agama Islam di Jawa bagian Tengah menggunakan media wayang kulit, kemungkinan berkaitan dengan cara dakwah Sunan Kalijaga yang tidak menetap tetapi berkelana.

Bagian ruang paling dalam pada *Dalem* mewadahi *Senthong Tengah* yang paling sakral digunakan sebagai tempat pelaminan pada acara pernikahan, diapit *Senthong Kiwa* di sebelah Timur-nya, dan *Senthong Tengen* di sebelah Barat-nya. Dalam keadaan sehari-hari *Senthong Tengah* sering digunakan sebagai tempat menyimpan benda-benda penting, termasuk bibit tanaman yang akan ditanam keluarga petani penghuni rumah. Ketiga *senthong* menghadap ke arah Selatan yang dalam tradisi lokal dikaitkan dengan arah bersemayamnya Ratu Kidul di Samudera Indonesia. Dalam perkembangannya, *Senthong Tengen* atau *Senthong Kiwa* difungsikan sebagai ruang shalat. Pada rumah tradisional Jawa di *Pesisir Wetan* sering

tidak dijumpai *Senthong Tengah*. Bagian untuk ruangan tersebut dibiarkan berwujud ruang tanpa sekat yang difungsikan sebagai ruang makan. Pada rumah tradisional Kudus keberadaan ketiga *senthong* tersembunyi di balik dinding dari panil kayu berukir tembus yang disebut *gebyok*. Ukiran yang rumit mendetail dan estetis tidak hanya terdapat pada dinding pembatas *Jagasatru* dan *Gedhongan* tetapi juga pada dinding depan pembatas *emper ngarep*. Bagian *emper ngarep* memiliki *undhak-undhakan* tempat alas kaki dilepas, berbeda dengan *Omah Mburi* yang tidak menerapkan *emper ngarep* yang berhirarki. *Gandhok Kiwa* yang terletak di sebelah Timur dari *Dalem* dengan sejarak taman difungsikan sebagai ruang tidur anggota keluarga, termasuk anak laki-laki; dan *Gandhok Tengen* dengan posisi berseberangan dan bertata ruang sama sebagai ruang tidur anggota keluarga, termasuk anak perempuan.

Bagian *Gadri* merupakan ruang semi terbuka yang terletak di belakang sebelah Utara dari ketiga *senthong* seperti *emper mburi* yang diperluas lantainya, dan berfungsi sebagai ruang makan. *Dhapur* maupun *Pekiwan* (bagian yang secara simbolis seakan-akan berada di sebelah kiri) tempat mandi dan sanitasi biasanya merupakan bangunan yang berdiri sendiri dan berjarak terhadap keberadaan *Dalem*. Pada rumah tradisional Kudus, bangunan *Sisir* yang mewadahi sumur dan kamar mandi diletakkan agak jauh di depan bangunan utama pada *pekarangan* yang sama. Keletakan sumur dimasukkan agar orang yang akan masuk ke dalam bangunan utama lebih dahulu membersihkan diri di bangunan *Sisir*.

Dalam skala dan ukuran yang jauh lebih besar, kompleks *karaton* merupakan tempat kediaman raja yang berkuasa bersama keluarganya, meliputi banyak bangunan di dalam lingkup *cepur* yang ditata cenderung berpasangan-simetris dengan bangunan berskala besar terletak pada *sumbu imajiner* kompleks *karaton*. Bangunan-bangunan di kompleks *karaton* di Jawa tidak semuanya berarsitektur tradisional Jawa, karena sebagian telah dipengaruhi arsitektur non-tradisional/ lokal yang dibawa para ahli bangunan Belanda masa VOC.

Masjid Agung Kraton Surakarta (1763-1768) dibangun atas perintah Sunan Paku Buwana III, dan Masjid Gedhe Kauman di Kraton Yogyakarta (1773) dibangun Sultan Hamengku Buwana I. Meskipun kedua masjid agung dibangun pada masa VOC tetapi tetap menerapkan bentuk dasar bangunan tradisional Jawa jenis *tajug* dan bergaya *Demakan* (seperti Masjid Demak). Penerapan arsitektur tradisional Jawa karena Sunan Paku Buwana I menganggap Masjid Demak sebagai salah satu pusaka di Jawa (1708).

Cungkup Makam Sunan Kaljaga di Kadilangu, Demak, *Cungkup* Makam

Sunan Bonang di Tuban, *Cungkup* Makam Sultan Trenggono ber-*Tajug Tumpang-2*. *Cungkup* Makam Sunan Giri di Desa Giri Kecamatan Kebomas Kabupaten Gresik; *Cungkup* Makam Sunan Amangkurat I di Desa Tegalwangi Kecamatan Talang Kabupaten Tegal memiliki dinding keliling yang tinggi ber-*Tajug Tumpang-3*. Tetapi jirat makam Sultan Fatah di Demak tidak bercungkup.

Keberadaan bangunan *Lumbung* sebagai tempat penyimpanan padi pada rumah tradisional Jawa kini sulit ditemukan. Bukti keberadaan bangunan *Lumbung* pada rumah tradisional Jawa terbukti dari teks pada naskah *Kawruh Kalang, Primbon* yang memuat *petungan* tentang ukurannya. *Lumbung* diukur dengan menggunakan kelipatan modul *pecak* (ukuran sepanjang ujung tumit sampai ujung jari kaki [kanan]).

2. Arsitektur Tradisional Bali

Jenis bangunan tradisional Bali adalah 1). *Sakepat* bertiang-4, beratap pelana, limasan, digunakan pada *Bale Sumanggen* di bagian *Kaja*; *Bale Piyasan* di bagian *Kelod*; dan *Paon* di bagian *Kelod-Kauh*; 2). *Sakenem* berdenah persegi panjang, bertiang-6 dengan tiga pilar berpasangan arah memanjang, beratap pelana, limasan digunakan pada *Bale Sumanggen, Paon*; 3). *Sakutus* berdenah persegi panjang, bertiang-8, dua kelompok dari empat pilar berpasangan arah memanjang, beratap pelana, limasan digunakan pada *Uma Meten, Bale Daja*; 4). *Astasari* berdenah cenderung bujur sangkar, bertiang-8 digunakan pada *Bale Sumanggen*; 5). *Tiangsanga* bertiang-9 digunakan pada *Bale Sumanggen, Bale Daja*; dan 6). *Sakaroras* bertiang-12 digunakan pada *Bale Sumanggen*; 7). *Meru* beratap *tumpang* berjumlah ganjil ber-*tumpang 1, 3, 5, 7, 9* atau *11*; 8). *Bale Kulkul* terletak di sudut *Kelod-Kauh* pada kompleks *pura* dan *puri*, memiliki bagian *batur* yang tinggi bertiang-4 tempat *kulkul* (kentongan); 9). *Jineng, Kelusu, Gelebeg* untuk lumbung; 10). (*Candi*) *Bentar* sebagai gapura terluar bagian dari *Pemesuan* (Gerbang Masuk); 11). *Kori (Agung)* sebagai bangunan utama berpintu dari *Pemesuan* (Gerbang Masuk); 12). *Tembok Penyengker* atau dinding pagar keliling *pekarangan/lahan*.

3. Rekonstruksi Arsitektur Tradisional

Pembangunan kembali bangunan *Mbaru Niang* sebagai rumah adat suku Manggarai yang tinggal di kampung tradisional Wae Rebo telah memunculkan kembali tradisi membangun yang pernah diwariskan leluhur setempat. Kampung Wae Rebo Proses memiliki 7 rumah adat, dan tersisa 4 rumah adat pada tahun 2008. Pembangunan kembali rumah adat yang dilakukan seluruhnya oleh masyarakat Kampung Wae Rebo (2009) merupakan proses kelahiran kembali dan mempraktekkan lagi tradisi membangun yang telah

lama ditinggalkan, sekaligus menjadi media alih pengetahuan, ketrampilan, dan teknik membangun yang diajarkan dan dipelajari langsung di lapangan oleh dan bagi masyarakat Wae Rebo.

Rekonstruksi *Mbaru Niang* mendapatkan *Award Excellence* sebagai penghargaan tertinggi di bidang konservasi untuk bangunan yang berusia lebih dari limapuluh tahun. Penghargaan *UNESCO Asia-Pacific Awards 2012* diberikan kepada *Mbaru Niang* karena keberhasilannya *mengayomi isu-isu konservasi dalam cakupan yang luas di tataran lokal*. Berkat ide dan pemikiran katalis arsitek Yori Antar transfer pengetahuan mengenai bentuk arsitektur dan teknik membangun dari generasi lampau ke generasi masa kini (yang pernah lama dilupakan) telah berlangsung dengan mengedepankan semangat kebersamaan dan kebanggaan komunitas Wae Rebo [Antar, 2010:75-95].

Banyak arsitektur tradisional yang telah ditinggalkan, bahkan hilang. Arsitektur tradisional Konawe sulit untuk ditemukan, perwujudan fisiknya sebagai rumah tinggal raja telah diganti kayu-kayunya dengan beton bertulang yang dianggap lebih kuat dan lebih tahan lama [Roesmanto, 2013 a].

E. Arsitektur Vernakular Bercitra Tradisional

Bernard Rudofsky melalui pameran *Architecture Without Architects* di Museum of Modern Art, New York (1965) mempopulerkan *vernacular architecture* sebagai *...the art of building by introducing the unfamiliar world of nonpedigreed architecture...* seni bangunan yang diperkenalkan melalui arsitektur yang selama ini dianggap tidak layak dan tidak dikenal [Rudofsky, 1965:1]. Rudofsky juga mengemukakan padanan kata *vernacular* dengan *anonymous* (anonym, tidak dikenal), *spontaneous* (spontan), *indigenous* (pribumi; *indigenous architecture* sering diartikan dengan arsitektur tradisional), *rural* (pedesaan).

Menurut Ronald Brunskill (bangunan yang menerapkan) arsitektur vernakular sebagai *...a building designed by an amateur without any training in design...the function of the building would be the dominant factor...*, bangunan yang dihasilkan secara amatir tanpa kemampuan mendesain (yang diperoleh melalui pendidikan formal ataupun tidak formal melalui proses pemagangan dalam hal mendesain) dengan fungsi bangunan menjadi faktor terpenting pewujuan bangunannya [Brunskill, 2000:27-28 dalam www.wikipedia.com].

Kata *vernacular* diadopsi dari kata Latin *vernaculus* yang berarti *domestic/ domestik, native/asli* (1601); dari kata dasar *vernus* ataupun *verna* dalam bahasa Etruscan berarti budak laki-laki ataupun wanita yang lahir di rumah tuannya. Tetapi dari pameran *Architecture Without Architects*-nya Rudofsky menunjukkan

tentang karya arsitektur lokal yang sebelumnya tidak dihargai sebagai sebuah karya arsitektur. Terkesan penghargaan Rudofsky terhadap keindahannya telah mengabaikan kaidah-kaidah arsitektur lokal yang diterapkan. Bangunan dan tata bangunan yang dipamerkan Rudofsky adalah karya *arsitektur lokal*.

Sampai menjelang tahun 1985 bangunan rumah tinggal berbentuk *pencu* mudah terlihat di sepanjang jalan raya Demak-Kudus karena bagian *brunjung* dari atapnya yang menjulang tinggi ke atas. Dua dasawarsa kemudian pemandangan kekhasan *arsitektur lokal* tidak ditemukan lagi.

Perumnas didirikan tahun 1974 sebagai solusi pemerintah dalam penyediaan perumahan layak bagi masyarakat berpenghasilan menengah ke bawah. Area persawahan di Desa Tegal Kertha, Denpasar bagian Barat juga dikembangkan menjadi kawasan Perumnas Monang Maning. Dalam kursus tentang perumahan bagi masyarakat golongan menengah ke bawah yang diselenggarakan Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan bersama *Boucentrum International Education Netherland* di Bandung tahun 1981 tampilan bangunan Rumah Deret (luasan) tipe D.15 (m²), D.21, D.25 di Monang Maning dikritik karena memperlihatkan kekhasan arsitektur tradisional Bali. Sayembara ide desain rumah murah tipe kecil dan sedang diselenggarakan pada tahun 1982, kemungkinan diadakan untuk menjawab banyak kritikan terhadap tampilan rumah Perumnas yang mengabaikan *arsitektur lokal* dan hanya mendasarkan pada pembangunan fisik rumah semurah-murahnya. Pada tahun 1979 *Kampung Improvement Programme* (KIP) digelar di 200 kota untuk memperbaiki lingkungan perkampungan di kota dan meningkatkan kualitas infrastrukturnya. Jadi pengaruh *efisiensi* terhadap desain arsitektur diawali pada masa 1975-1985.

Arsitektur vernakular telah dipraktekkan lama di masyarakat, di antaranya karena adanya kebebasan untuk merancang-bangun sendiri rumah tinggal yang akan ditempati. Proses rancang bangun yang ditradisikan di Bali mengharuskan *undagi* menetapkan *gegulak* (modul ukuran) untuk menentukan ukuran bangunan rumah yang akan dibangun berdasarkan aturan tradisional yang tertulis dalam *lontar Asta Kosala-Kosali*, *Asta Bhumi*, dan *lontar* lainnya. Tetapi dalam proses pembangunan rumah tradisional Jawa pemilik yang akan membangun rumahnya dapat menetapkan sendiri *petungan* tentang panjang-lebar ukuran rumah, jumlah usuk yang diatur dalam beberapa *primbon* dan *kawruh kalang*. *Petungan* dengan menggunakan ukuran antropometrik *pecak* telah digantikan dengan ukuran metrik *dim* dan *kaki* dalam *Kawruh Kalang Soetoprawiro* (1907)[Priyotomo, 1995:80]. Ukuran 1 *dim* = 1 *inch* = 2,5 cm; 1 *kaki* = 1 *feet* = 12 *dim* = 30 cm; ukuran lain 1 *tumbak* = 12 *kaki*. Berarti ukuran antropometrik yang ditradisikan sejak awal abad ke-20 telah bersanding (di Jawa) dengan ukuran metrik.

Bangunan berarsitektur vernakular berpenampilan (arsitektur) tradisional telah ada sejak orang-orang Portugis (1575), Belanda (1602) datang dan kemudian menetap di Nusantara. I Tsing dari China lebih dahulu memasuki Nusantara tinggal setengah tahun di kota-kraton Sriwijaya (671) dalam perjalanan ke/dari Nalanda Mahavihara; juga tentara Mongol dari ekspedisi Kubilai Khan yang tertinggal (1293).

Masa bercokol *Vereenigde Oostindische Compagnie* (VOC) di Nusantara (20 Maret 1602-31 Desember 1799) berakhirnya pendudukan Inggris (1816) banyak pos perdagangan, benteng pertahanan dibangun, beserta bangunan berdinding bata tebal, berpintu-jendela besar, tanpa beranda, dan tanpa *teritis*. Arsitektur yang ada di Belanda diterapkan begitu saja pada bangunan yang dibangun untuk kepentingan *compagnie* tanpa mempertimbangkan iklim tropis lembab setempat. Johannes Widodo menyebut masa tersebut sebagai Masa Modern Awal [Nas, 2009:19]. Pada masa tersebut arsitektur vernakular bercitra tradisional dapat dipastikan telah ada. Sunan Amangkurat II (1677-1703) dapat berkuasa di Kerajaan Mataram berkat bantuan VOC, adalah raja Jawa pertama yang berpakaian dinas ala Belanda sehingga disebut Sunan Amral (dari kata *Admiral*), dipastikan telah menerapkan *Arsitektur Belanda* (abad ke-17) pada beberapa bangunan di kompleks Kraton Kartasura. Dalam proses perpindahan Kraton Mataram dari Kartasura ke Surakarta hanya kerangka utama (*rong-rongan*) Bangsal yang dibawa, sehingga wujud penerapan arsitektur Belanda abad ke-17 pada bangunan-bangunan di Kraton Kartasura tidak diketahui.

Hegemoni kerajaan besar terhadap kerajaan kecil sebagai wilayah bawahannya yang terjadi Pasca Majapahit (1500) sampai ditundukkan VOC, juga mewujudkan *akulturasi arsitektur*. Para bupati Mataram yang berkuasa di Pesisiran mungkin juga menghadirkan bangunan *Pendhapa* dengan jenis *Joglo* di *Dalem Bupati*-nya meskipun jenis bangunan tersebut semula tidak dikenal. Kehadiran *pendhapa* di kompleks kabupaten Mataram di *Pesisiran* tidak menyebabkan bentuk *pencu* berubah menjadi *joglo*, dan tidak menyebabkan di depan rumah tradisional Jawa di *Pesisiran* ditambahkan sebuah bangunan *pandhapa*.

F. Arsitektur Modern/Kiwari

VOC membangun sangat banyak benteng di Indonesia bagi kepentingan militer kolonisasinya. Benteng buatan Portugis sangat sedikit, di antaranya *Benteng Belgica* di Banda Neira, Maluku, setelah dihancurkan VOC kemudian dibangun lagi atas perintah Gubernur Jendral Pieter Both (1611). Tidak jauh dari Pulau Mandalika di Ujung Batu, Kecamatan Keling-Kelet juga terdapat *Benteng Portugis* ada anggapan lain bahwa yang membangun Kerajaan Mataram (± 1632).

Sebelum Portugis dan VOC membangun benteng pertahanan untuk

melindungi kedudukannya, raja-raja di Nusantara sudah lebih dahulu membuat benteng untuk melindungi *cepur*/kraton-nya. *Tembok penyengker* pada kompleks *puri* kediaman raja di Bali pada halaman terluar hanya setinggi orang berdiri. Tembok benteng kota-kraton Majapahit sangat mungkin terbuat dari susunan bata. Dari masa sebelumnya, pada kompleks Candi Plaosan juga terdapat dinding pagar dari konstruksi batu.

Lokasi Kraton Bintoro dari Kesultanan Demak sudah dapat diperkirakan setelah ekskavasi pada tahun 1998 telah menemukan bagian pondasi sebuah bangunan nya, tetapi posisi dan ketebalan dinding tembok bentengnya belum diketahui. Tembok bata terpendam di bawah jalan lingkungan tidak jauh dari situs *Sitinggil* di Kriyan, Jepara setebal lima meter dengan menggunakan sembilan ukuran bata (Survala, Roesmanto, 1991) sangat mungkin adalah *Benteng Kriyan* dari Ratu Kalinyamat ($\pm 1521-1579$), atau tempat penyeberangan Selat Muria dari Jepara menuju Bintoro, Demak.

Benteng Kuto Gawang di Palembang kemungkinan dibangun Pangeran Sedo ing Lautan (1486-1528) keturunan dari Ki Gedeng Suro dari Kesultanan Demak mempunyai dinding batas keliling terbuat dari kayu besi dan kayu *unglen* dilengkapi semacam *bastion/baluwarti* berkonstruksi batu, tetapi dihancurkan VOC (1659). *Benteng Kuto Tengkuruk/Kota Batu* sebagai pengganti, kemudian Sultan Mahmud Badaruddin I (1724-1758) membangun kraton baru di *Benteng Kuto Besak* dibangun (1780-1797). Kesultanan Riau-Johor-Pahang-Lingga juga memiliki *Benteng Kota Piring* (1722) yang dibangun Sultan Haji Fisabilillah (1725-1784) di Pulau Biram Dewa, Tanjung Pinang dihias dengan tempelan piring dan tembikar.

Benteng Somba Opu di Kecamatan Barombong, Kabupaten Gowa, Makassar dibangun Daeng Matanre Karaeng Tumapa'ri'si' Kallonna (-1546) sebagai Sultan Gowa ke-9, pernah dihancurkan VOC (1669). VOC kemudian membangun *Fort Rotterdam* di tepi pantai Losari, Makassar. *Benteng Kesultanan Buton* di Bau-Bau merupakan benteng terpanjang saat ini di Indonesia dibangun La Sangaji/ Sultan Kaimuddin sebagai Sultan Buton ke-3 (1591-1596) kemudian dilanjutkan La Elangi/Sultan Dayanu Ikhsanuddin sebagai Sultan Buton ke-4.

Antara tahun 1800-1902 banyak bangunan gedung megah meniru gaya Neo-Klasik yang berbeda dengan gaya arsitektur di Belanda. Daendels (1808-1811) memelopori penggunaan gaya *Empire Style* berdenah simetris, beratap perisai, dilengkapi pilar bergaya Yuniani di serambi depan dan belakang, dilengkapi serambi tengah ke ruang tidur, memiliki *gevel* dan mahkota atap di bagian atas serambi depan dan belakang.

Setelah VOC bangkrut banyak orang kaya yang membangun rumah mewah

besar bergaya *landhuisen*. Orang kaya yang telah lama tinggal membangun *country house* bergaya *Indies Style* yang mirip *joglo* Jawa seperti di Citarap (1840-1946); Cililitan Besar 1750-1800; juga Rumah Kapitan di Palembang. Bangunan lain yang terkenal adalah Gedung Arsip (1760) yang aslinya rumah Gubernur Jendral Reiner de Klerk Gubjen di Molenvliet West (sekarang Jalan Gajahmada) Jakarta.

1. Arsitektur Indis

Arsitektur yang diterapkan pada bangunan-bangunan yang dibangun pada masa Hindia Belanda sering disebut *Arsitektur Kolonial*. Penamaan tersebut terkait dengan arsitektur pada masa kolonial. Menurut Aaron Betsky Indonesia merupakan tempat fantasi dan kebebasan bagi arsitek-arsitek Belanda pada masa Hindia Belanda untuk merealisasikan dan menerapkan visinya, bahkan pada tahapan perencanaan kota para perancang Belanda mampu memetakan dengan lebih bebas dan membuat pola-pola yang lebih tanggap terhadap lokasinya dibandingkan perealisasiannya di negeri Belanda [Nas, 2009:7]. Menurut Widodo pada Masa Modern Awal (1600-1800) dibangun pos perdagangan, benteng militer, dan kota benteng dengan bangunan hunian bagian depan rata tanpa beranda, jendela berukuran besar, dinding bata tebal, dan bagian atap yang menjorok pendek [Nas, 2009:19]. Setelah VOC bangkrut, pada masa Hindia Belanda arsitektur disesuaikan dengan lingkungan, menggunakan bahan setempat, beratap curam dan beratap emper panjang, langit-langit tinggi tetap dipertahankan untuk menghadirkan interior lebih besar dengan harapan menjadi lebih sejuk. Pintu jendela lebih besar dilengkapi kisi-kisi menyudut (*louvre*). Sebagian penduduk setempat kemudian mulai menirunya.

Inovasi arsitektur modern dimulai tahun 1814 sejak pelibatan insinyur dari zeni militer. *Burgerlijke Openbare Werken* (BOW) cikal bakal Djawatan Pekerjaan Umum (DPU) dibentuk (1855) dan melatih arsitek dari kalangan sipil. Arsitek sipil mengembangkan gaya BOW dengan membangun perumahan untuk pegawai sipil, kantor pemerintah, kantor pos-telegraf, pasar, mercusuar, pekuburan, villa, rumah sakit, bergaya Eklektik yang disebut Orientalis dengan mencampur rancangan modern dengan arsitektur klasik (Cina, Jepang, India, Persia, Eropa) dan budaya setempat. Arsitektur Indis di Indonesia berkembang sejak berlakunya *Etische Politiek* (Politik Etis) sebagai balas budi (1900) yang terselubung.

1904 Biezeveld & Moojen mendirikan Technisch Bureau B & M di Bandung [Huib Akihary, 1988:129]. 1921 *Technische Hoogeschool* (TH) berdiri, di Bandung pendidikan arsitektur menjadi bagian dari Departemen *Bouwkunde* (Bangunan) dengan kurikulum dari TH.Delft. Perdebatan di kalangan arsitek tentang modernitas, identitas, tropikalitas yang intensif dan produktif

mengimbas pada munculnya gaya *Tropisch-Indisch* menyertakan aspek kuantitatif tropikalitas dan kualitatif tipologi arsitektur lokal atau regional, berdampingan bersama modernis yang menonjolkan efisiensi, dengan bangunan Art Deco-nya. Arsitek yang mengembangkan kemurnian Arsitektur Modern dan penyesuaian terhadap iklim tropis-lembab dipelopori C.P.Wolff Schoemaker (1882-1949) yang karyanya antara lain Hotel Preanger (1929) dan Villa Isola (1932) kini Rektorat Universitas Pendidikan Indonesia (UPI) di Bandung; A.F.Aalbers (1898-1961) yang karyanya Hotel Savoy Homann (1939) dan Villa Dago (1937) di Bandung. Sedangkan arsitek yang mengembangkan arsitektur lokal dipelopori H.Maclaine Pont (1884-1971) yang karyanya Kampus ITB (1920) dan Gereja Pohsarang (1936) di Kediri; dan H.Thomas Karsten (1884-1945) yang karyanya banyak terdapat di Semarang antara lain Pasar Djohar (1938) dan Pasar Gede (1929) di Surakarta.

Para arsitek Indonesia awal yang memelopori perkembangan arsitektur di Indonesia adalah Friedrich Silaban (1912-1984) otodidak yang karyanya antara lain Masjid Istiqlal (1954) dan Monas (1960) di Jakarta; Liem Bwan Tjie (1891-1966) arsitek lulusan pendidikan arsitektur modern di Belanda yang karyanya Rumah Tumpang (1932) di Semarang; dan Soehartono Soesilo mendirikan Ikatan Arsitek Indonesia (IAI) pada tahun 1959. Arsitek lain adalah Aboekasan Atmodirono (1860-1920) yang karyanya Monumen Pers di Surakarta semula Societeit (1933) dan sebagian besar anjungan tradisional pada pameran internasional Koloniale Tentoonstelling (1914) di Semarang yang *masterplan*-nya dirancang Maclaine Pont.

Arsitek angkatan pertama yang mendirikan IAI menghasilkan karya arsitektur yang terbangun setelah tahun 1954 adalah 1). Soehartono Soesilo; 2). Azhar; 3). Hatmadi Pinandoyo; 4). Tan Jong Djien; 5). Milani Abutayib; 6). Soenaryo Sosro; 7) Saad; 8). Susilo (ayah Soehartono Soesilo); 9). Hdayat Natakusumah; 10). Lukita Widjaja; 11). Ganantho Slamet; 12). Tan Yan Goan; 13). Herman Sudjono; 14). Tan Sioe An; 15). A.Noëman yang banyak merancang bangunan masjid di Indonesia di antaranya Masjid Salman (1963); 16). Sidharta yang karyanya antara lain Auditorium Universitas Diponegoro (1968) di Semarang.

2. Arsitektur Pecinan

Tentara Kubilai Khan yang memilih menetap dan menikah dengan orang Jawa setempat dan menetap di Nusantara dapat dipastikan rumah tinggal memiliki arsitektur lokal yang lebih dominan dibandingkan arsitektur China-nya. Rumah tinggal keturunannya, para pedagang China pendatang yang kemudian menetap, dan puncaknya ketika mendapatkan peran penting dalam kegiatan perdagangan domestik dengan penghargaan jabatan Kapitan bentuk

rumah tinggalnya mulai memperlihatkan kekhasannya. Keberadaan rumah dan kawasan Pecinan di kota menunjukkan peran penting keturunan China dalam kegiatan perdagangan yang dipandang telah memberikan keuntungan bagi penguasa setempat. Transportasi kegiatan perdagangan menggunakan media sungai, maka kawasan Pecinan pada umumnya terdapat di dekat aliran sungai dilengkapi fasilitas peribadatan yang berwujud *kelenteng*. Pembantaian warga China (*Chinezenmoord*) di Batavia (1740) yang merembet ke Geger Pacina di beberapa daerah penting di Jawa menyebabkan terjadinya persebaran orang-orang China ke daerah lain, dan pengelompokan permukimannya di wilayah kota.

3. Arsitektur Jengki

Sejak ahli-ahli bangunan Belanda kembalike negaranya secara besar-besaran pada tahun 1950, maka kegiatan perancangan bangunan banyang dilakukan para arsitek Belanda yang masih diperlukan pemerintah setempat, dan para tukang gambar (*draftman*) yang semula bekerja pada biro-biro arsitek (pendidikan formal arsitektur di Indonesia baru meluluskan arsitek angkatan pertama pada tahun 1959). Antara tahun 1950-1959 menjadi proses tumbuhnya arsitektur baru yang penampilan bentuk bangunannya berbeda dari bangunan rancangan arsitek Belanda, dan mengembangkan jenis bangunan tradisional lokal dengan mempertimbangkan *kepraktisan*. Bangunan yang dihasilkan memiliki bentuk *sederhana*, tidak serumit bangunan beratap limasan (seperti jenis *limasan* Jawa) dan beratap perisai (seperti jenis *tajug* Jawa), dan banyak dijumpai dalam bentuk bangunan gardu jaga (*cakruk*) yang mengembangkan jenis *Panggung-Pe* yang telah dikenal setelah tahun 1903. Setelah Kemerdekaan Indonesia (1945) kemungkinan banyak dibangun *cakruk* di setiap kampung, sehingga bangunan jenis *Panggung-Pe* dan bangunan setempat yang mirip bentuknya menjadi sangat populer Pasca-1945.

Bentuk bangunan tersebut kemudian disebut *jengki*, embrionya berkembang 1950-1959. Menurut Wikipedia nama *jengki* muncul dari penyederhanaan kata *yankee* dipengaruhi pengajar asal Amerika Serikat di Departemen Arsitektur di ITB pada pertengahan 1950-1960. Tetapi nama dosen yang dimaksud tidak pernah diperbincangkan dalam pertemuan-pertemuan arsitek Indonesia. Pada tahun 1950-1960 beberapa bantuan bahan pangan berasal dari Amerika Serikat seperti beras Amerika, berkembang produk yang kemudian berlabel dengan imbuhan kata *jengki* pada model/jenis sepeda, celana, dan lainnya. Bangunan berarsitektur *jengki* dapat ditemukan pada hampir seluruh kota di Indonesia, dan ditandai dengan bentuk dinding yang konturnya miring. Karya arsitektur *jengki* di antaranya Concordia (1941) di Bandung karya AW.Gmelig Meyling; Apotik Sputnik (1969 Semarang karya Oei Tjong An.

DAFTAR PUSTAKA

- Adams, Laurie Schneider, 2001, *A History of Western Art*, McGraw-Hill.
- Akihary, Huib, 1988, *Architectuur & Stedebouw in Indonesie 1870/1920*, De Walburg Pres, Zuntphen, Amsterdam.
- Antar, Yori, 2010, *Pesan dari Wae Rebo. Kelahiran Kembali Arsitektur Nusantara. Sebuah Perjalanan dari Masa Lalu untuk Masa Depan*, Gramedia Pustaka Utama+Tirto Utomo Foundation+Rumah Asuh, Jakarta.
- Antoniades, Anthony C., 1990, *Poetic of Architecture. Theory of Design*, Van Nostrand, Reinhold, New York.
- Atmosudiro, Sumijati, 2008, *Jawa Tengah Sebuah Potret Warisan Budaya*, Balai Pelestarian Peninggalan Purbakala Jawa Tengah+Jurusan Arkeologi Fakultas Ilmu Budaya Universitas Gadjah Mada, Prambanan Klaten.
- Brunskill, Ronald W, 2000, *Illustrated Handbook of Vernacular Architecture*, edisi ke-4, Faber and Faber, London, halaman 27-28, dalam *Vernacular Architecture* www.wikipedia.com
- Cook, Peter, R.Llewellyn-Jones, 1991, *New Spirit in Architecture*, Rizzoli, New York
- Domenig, Gaudenz, 2004, "Consequences of functional change. Granaries, granary-dwellings, and houses of the Toba Batak", dalam Rainer Schefold & Peter Nas & Gaudenz Domenig, ed, 2004, *Indonesian Houses. Tradition and transformation in vernacular architecture*, Singapore University Press, Singapore.
- Dwijendra, Ngakan Ketut Acwin, 2005, *Meru, Bangunan Monumental Tahan Gempa*, Bali Post, Minggu, 7 Agustus 2005
- Hamin, Talbot, 1961, *Architecture. An Art for All Men*, Columbia University Press, New York.
- Handinoto, 2010, *Arsitektur dan Kota-Kota di Jawa pada Masa Kolonial*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Khanna, Madu, 1979, *Yantra. The Tantric Symbol of Cosmic Unity*, Thames and Hudson, London.
- Koentjaraningrat, 1994, *Kebudayaan Jawa*, Balai Pustaka, Jakarta.
- Munandar, Agus Aris, 2011, *Catuspatha. Arkeologi Majapahit*, Wedatama Widya Sastra, Jakarta.
- Nas, Peter J.M, Martien de Vletter, ed, 2009, *Masa Lalu dalam Masa Kini. Arsitektur di Indonesia*, Nederlands Architectuur Instituut (NAI)+KITLV-Jakarta+Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

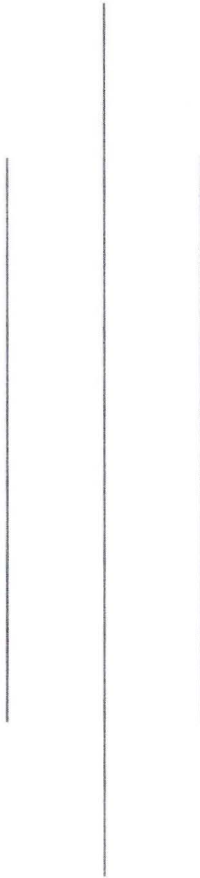
- Pott, P.H, 1966, *Yoga and Yantra. Their Interrelation and Their Significance for Indian Archaeology*, KITLV (translation Series-8), Martinus Nijhof, The Hague, dalam Supratikno Rahardjo, 2011, *Peradaban Jawa dari Mataram Kuno Sampai Majapahit Akhir*, Komunitas Bambu & yayasan Kertagama, Jakarta.
- Prijotomo, Josef, 1995, *Petungan: Sistem Ukuran dalam Arsitektur Jawa*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Pusat Dokumentasi Arsitektur, ed, 2011, *Pengantar Panduan Konservasi Bangunan Bersejarah Masa Kolonial*, Pusat Dokumentasi Arsitektur PDA) & Badan Pelestarian Pusaka Indonesia (BPPI), Jakarta.
- Rahadian, P.H, 2010, *Representasi Candi dalam Dinamika Arsitektur di Indonesia Motivasi dan Proses Transformasinya Studi Kasus Bangunan pada Masa Pasca Kolonial di Jawa-Bali*, seminar kemajuan penelitian II disertasi Program Doktor Ilmu Arsitektur Program Pasca Sarjana Universitas Parahyangan, Bandung, tidak dipublikasi.
- Rahadian, P.H, 2002, *Kajian Proporsi Arsitektur Candi Klasik Muda di Jawa Timur*, Lembaga Penelitian Universitas Katolik Parahyangan, Bandung.
- Roesmanto, Totok, 2013, "Membaca Perletakan Candi Borobudur. Interpreting the Setting of Borobudur Temple", dalam *Kearsitekturan Candi Borobudur. Architecture of Borobudur Temple*, editor ahli: Totok Roesmanto, Balai Konservasi Borobudur, Magelang.
- Roesmanto, Totok, 2013.a, "Arsitektur Tradisional Konawe", dalam *Kajian Arsitektur Lokal Kabupaten Konawe*, Bappeda Kabupaten Konawe.
- Roesmanto, Totok, 2012, *Pengantar Arsitektur+Struktural Bangunan Cagar Budaya*, Pelatihan Tenaga Teknis Pemugaran Tingkat Dasar Balai Konservasi Peninggalan Borobudur, Direktorat Jendral Kebudayaan Kementerian Pendidikan & Kebudayaan, 7 Juni 2012, Borobudur, Magelang.
- Roesmanto, Totok, 2011, "Keletakan Candi Borobudur dan Candi Sekitarnya", dalam *100 Tahun Pasca Pemugaran Candi Borobudur. Trilogi 1 Menyelamatkan Kembali Candi Borobudur*, editor: Haryani Santiko, Balai Konservasi Peninggalan Borobudur, Magelang.
- Roesmanto, Totok, ed, 2010, *Kearsitekturan Candi Borobudur*, Seri Terbitan Candi Borobudur ke-3, Balai Konservasi Peninggalan Borobudur, Magelang.
- Roesmanto, Totok, 2007, *Pemanfaatan Potensi Lokal dalam Arsitektur Indonesia*, orasi pengukuhan penerimaan jabatan Guru Besar dalam Ilmu Perkembangan Arsitektur pada Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Badan Penerbit Universitas Diponegoro Semarang.

- Roesmanto, Totok, 1999, *Nirupa Rupa Arupa dalam Arsitektur Nusantara*, Laboratorium Konservasi Sejarah Teori Arsitektur (Lakosta) Jurusan Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, penerbitan terbatas, Semarang.
- Roesmanto, Totok, 1984, *Tano Niha Nilam di Khatulistiwa*, Minggu Ini, Suara Merdeka, 25 Maret 1984. Semarang.
- Rudofsky, Bernard, 1965, *Architecture Without Architects. A Short Introduction to Non-Pedigreed Architecture*, Connecticut Printers, Hartford, Connecticut.
- Santiko, Haryani, D.S.Nugrahani, 2012, *Adegan dan Ajaran Hukum Karma pada Relief Karmawibhangga*, Seri Terbitan Candi Borobudur-4, Balai Konservasi Borobudur, Magelang.
- Shaw, Ian, 2000, *The Oxford History of Ancient Egypt*, Oxford University Press
- Sidharta, 1962, "Sambutan pada Upacara Peresmian Pembukaan Bagian Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Diponegoro 10 November 1962", dalam *Arsitektur dan Pendidikannya (Kumpulan Karangan Sidharta)*, dieditori Dian Murti Wedastuti dan Edi Purwanto, Jurusan Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Semarang.
- Van de Ven, Cornelis, 199, *Ruang dalam Arsitektur*, terjemahan dari *Space in Architecture*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Wasserman, Barry, et.al, 2000, *Ethics and Practice of Architecture*, John Willey & Sons, New York, dalam Sandi A.Siregar, "Profesi Arsitek dan Pendidikan Arsitektur sebagai Profesional", Jurusan Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Malang.

PENGANTAR MEKANIKA TEKNIK

Oleh :

Dr. es. sc. tech. Ir. Ahmad Rifa'i, M.T



PENGANTAR

Mekanika adalah ilmu yang mempelajari kondisi benda diam atau bergerak akibat pengaruh gaya yang bereaksi pada benda tersebut. Mekanika dibedakan menjadi 3 (tiga), antara lain:

1. Mekanika benda tegar (*mechanics of rigid bodies*), pada benda tegar tidak pernah benar-benar tegar, melainkan tetap mengalami deformasi akibat beban yang diterima tetapi umumnya deformasi kecil, sehingga tidak mempengaruhi kondisi keseimbangan atau gerakan struktur yang ditinjau, maka dapat diabaikan. Mekanika benda tegar mempelajari 2 (dua) hal, yaitu:
 - a. Statika : benda dalam keadaan diam.
 - b. Dinamika : benda dalam keadaan bergerak.
2. Mekanika benda berubah bentuk (*mechanics of deformable*).
3. Mekanika fluida (*mechanics of fluids*).

Fokus dalam ilmu Mekanika Teknik adalah mempelajari benda tegar dalam keadaan diam. Secara khusus, mekanika teknik mempelajari perubahan-perubahan yang perlu diantisipasi oleh elemen struktur bangunan atas gaya-gaya dan beban yang bekerja pada suatu struktur bangunan.

BAB I

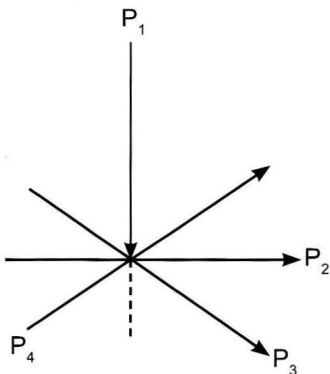
GAYA

Suatu gaya mempunyai besar serta arah. Adapun gaya (*force*) dilukiskan sebagai suatu vektor, di mana panjang vektor melukiskan besar gaya, sedang ujung panah menunjukkan arah kerja gaya. Penggambarannya berupa garis dengan panjang sesuai dengan skala yang ditentukan, sehingga panjang garis dapat dikonversikan dengan besarnya gaya.

Tempat pegangan atau titik awal bermulanya dari suatu gaya terhadap suatu benda dinamakan titik tangkap (*point of application*). Garis yang melalui titik tangkap serta ditarik menurut arah kerja gaya disebut garis kerja (*line of action*), atau juga disebut sebagai garis lurus yang melewati gaya. Gaya dan titik tangkap bisa dipindah-pindahkan dengan syarat masih dalam daerah garis kerja gaya.

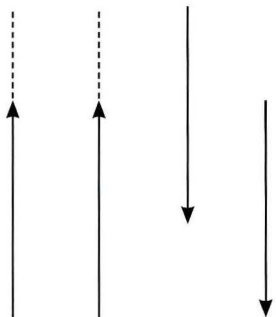
Di dalam pembicaraan lebih lanjut dibedakan antara gaya-gaya yang *coplanar* (terletak dalam satu bidang) dan gaya-gaya yang *non coplanar* (tidak terletak dalam satu bidang).

Sistem gaya *coplanar concuren*



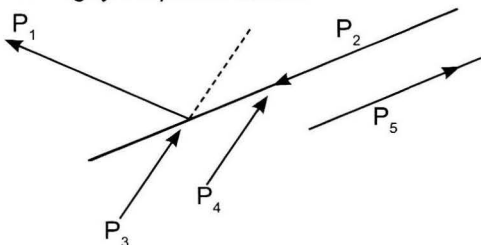
Gaya-gayanya terletak pada satu bidang, garis kerjanya saling berpotongan di satu titik.

Sistem gaya *coplanar paralel*



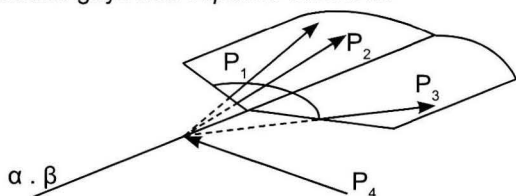
Gaya-gayanya terletak pada satu bidang, garis kerjanya saling sejajar, arah arah dapat berlawanan.

Sistem gaya coplanar umum



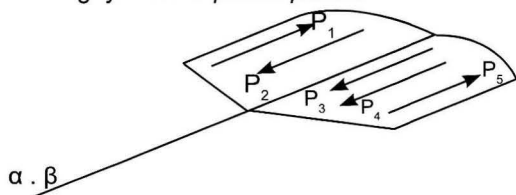
Gaya-gayanya terletak pada satu bidang, garis kerjanya ada yang sejajar, ada pula yang saling berpotongan.

Sistem gaya non coplanar concuren



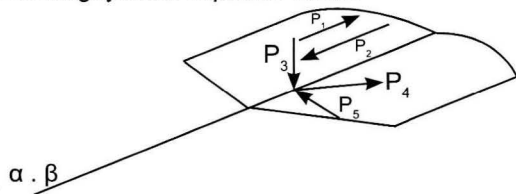
Gaya-gayanya tidak terletak pada satu bidang, garis kerjanya saling berpotongan di satu titik.

Sistem gaya non coplanar paralel



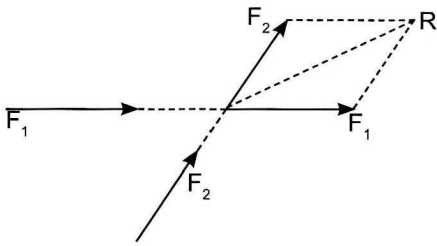
Gaya-gayanya tidak terletak pada satu bidang, garis kerjanya saling sejajar, arah boleh berlawanan.

Sistem gaya non coplanar umum



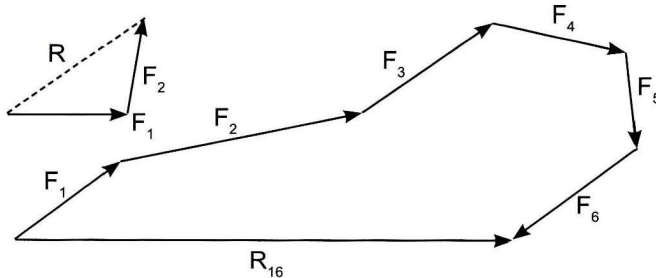
Gaya-gayanya tidak terletak pada satu bidang, ada yang sejajar, ada pula yang saling berpotongan, arah boleh berlawanan

Mencari Resultan Gaya



Menurut kaidah jajar genjang, gaya R adalah resultan dari gaya-gaya F_1 dan F_2 .

Dapat pula digambarkan resultan R dengan mengikuti kaidah segitiga, resultan R menghubungkan pangkal gaya F_1 sampai dengan ujung gaya F_2 . Dengan cara yang sama pula dapat digunakan untuk menentukan resultan dari beberapa gaya (lebih dari dua buah gaya).



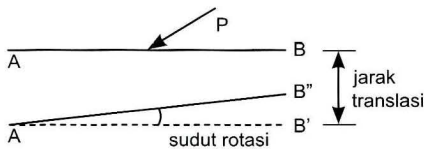
Keadaan setimbang (resultan R sama dengan nol) dapat diperoleh apabila:

1. Mempunyai lebih dari dua garis gaya (minimal tiga garis gaya).
2. Garis kerja gaya saling berpotongan di satu titik.
3. Diagram poligon dari beberapa gaya tersebut tertutup.

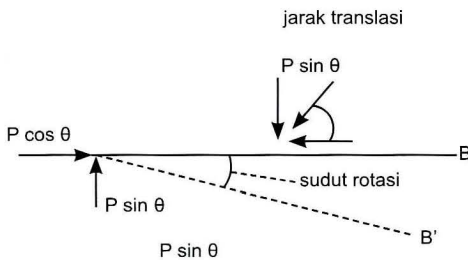
BAB II

REAKSI

Pada permulaan bab ini dimulai dengan membahas batang yang tidak ditumpu atau terletak di udara yang dalam kenyataannya hal ini tidak akan mungkin ada. Batang AB digambarkan di bawah ini, tidak ditumpu dan terhadapnya diberikan suatu gaya titik P. Batang AB akan jatuh dengan sekaligus mengalami dua peristiwa yaitu translasi dan rotasi.

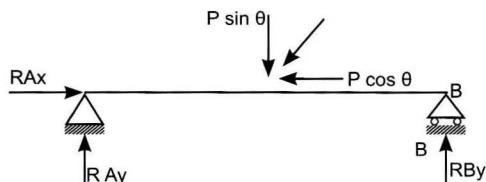


Agar batang AB stabil, maka langkah pertama yaitu dengan memberi **konstruksi sendi** di ujung A. Pada ujung ini, tidak akan timbul momen dan dapat berputar. Dengan demikian, peristiwa translasi hilang, namun masih memiliki kemampuan berotasi.



Selanjutnya untuk menghilangkan peristiwa rotasi, maka pada ujung B diberi **konstruksi rol**. Dengan demikian, batang AB sekarang didukung sendi A dan rol B. Pada sendi timbul reaksi R_{AY} dan R_{AX} , sedangkan pada rol timbul reaksi R_{BY} .

Beban titik P dengan arah yang berbeda ditunjukkan dalam gambar di bawah ini.



Aksi vertikal dan horisontal dari beban P berturut-turut adalah $P \sin \theta$ dan $P \cos \theta$. Reaksi dari aksi vertikal tersebut adalah R_{Ay} dan R_{By} , dimana $P \sin \theta = R_{Ay} + R_{By}$, sedangkan reaksi horisontal adalah R_{Ax} , dengan $P \cos \theta = R_{Ax}$.

Konstruksi yang hanya didukung oleh konstruksi sendi dan rol dinamakan dengan konstruksi batang sederhana (*simple beam*).

Sifat-sifat sendi:

1. Tidak dapat bergerak ke atas/bawah dan kiri/kanan, atau dapat menahan gaya-gaya horisontal dan vertikal.
2. Akan timbul dua reaksi yang tidak diketahui (dalam contoh di atas yaitu R_{Ay} dan R_{Ax}).

Sifat-sifat rol:

1. Dapat menggelincir pada bidang gelincirnya, hal ini berarti rol tidak dapat menahan gaya horisontal.
2. Reaksi pada rol akan selalu tegak lurus pada bidang gelincirnya.
3. Akan timbul satu reaksi yang tidak diketahui (dalam contoh di atas yaitu R_{By}).

Permasalahan konstruksi yang didukung oleh sendi dan rol adalah adanya tiga reaksi yang tidak diketahui. Untuk menyelesaikannya, diperlukan tiga solusi persamaan. Ketiga persamaan ini diperoleh dari persamaan keseimbangan statis (*equations of static equilibrium*). Tiga persamaan tersebut adalah:

$$F_x = 0; \quad F_y = 0; \quad M_x = 0$$

BAB III

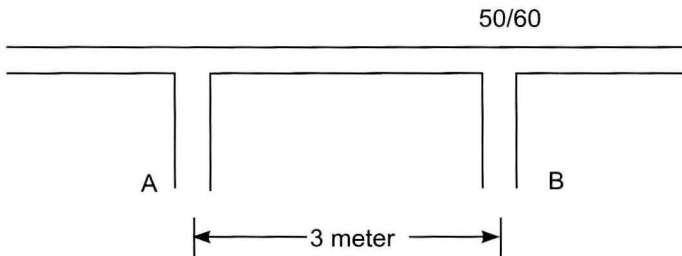
BEBAN

Beban dibedakan menjadi beban titik, beban terbagi merata serta beban segitiga. **Beban titik** adalah beban yang bekerja dengan satu garis kerja berupa titik, contoh: gaya yang didukung oleh kolom diteruskan pada konstruksi lain sebagai beban titik, dan beban roda pada suatu jembatan. Satuan beban titik adalah kg, ton, lbs, atau kip.

Beban terbagi merata adalah beban yang mempunyai garis kerja dalam satu satuan panjang, contoh: berat sendiri konstruksi, berat keramik di atas pelat lantai, dan berat air. Satuan beban terbagi merata adalah kg/m, ton/m, lbs/in, atau kip/ft.

Contoh:

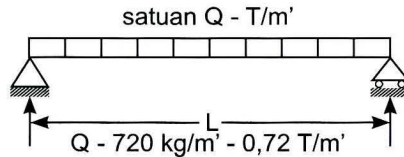
Balok beton berukuran 50/60 ditumpu pada kolom A dan B dengan jarak 3 meter.



Ukuran 50/60 artinya lebar 50 cm dan tinggi 60 cm, maka volume balok beton adalah $0,5 \text{ m} \times 0,6 \text{ m} \times 3 \text{ m} = 0,9 \text{ m}^3$ untuk bentang sepanjang 3 meter. Sehingga setiap 1 meter tegak lurus bidang gambar (m^1) volume balok beton sebesar $0,3 \text{ m}^3$. Bila berat volume beton adalah 2400 kg/m^3 , maka beban merata Q dapat dihitung, yaitu

$$\begin{aligned} Q &= \text{berat volume beton} \times \text{volume beton setiap 1 meter} \\ &= 2400 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,3 \text{ m}^3 \\ &= 720 \text{ kg/m}^1 \end{aligned}$$

Maka konstruksi tersebut dapat digambarkan (secara mekanika) sebagai berikut:



Beban segitiga adalah beban yang merata yang tidak sama besar dari ujung yang satu dengan ujung yang lain. Sebagai contoh adalah tekanan air pada tembok tegak, talang air yang terbuat dari pelat, dan tekanan tanah pada konstruksi penahan longsor atau turap. Bagian yang tegak tersebut mengalami beban segitiga.

Sifat beban masih dibedakan menjadi dua macam beban.

1. Beban mati (*dead loads*)

Beban mati adalah semua beban yang berasal dari berat konstruksi termasuk segala unsur tambahan, yang mewujudkan satu kesatuan konstruksi serta bagian-bagian lain yang tak dapat berpindah.

Untuk mengetahui besarnya beban mati harus diketahui dimensi dari pelat, batang serta rangka utama dari konstruksi yang akan dipakai. Untuk itu harus ditaksir pula berat dari konstruksi yang ditinjau.

2. Beban hidup (*live loads*)

Beban hidup adalah semua beban tidak tetap kecuali beban angin, beban gempa, serta beban-beban lain berupa pengaruh-pengaruh khusus yang dimungkinkan akan membebani bangunan atau konstruksi. Atau dapat disebutkan secara sederhana bahwa beban hidup adalah semua barang yang dapat berpindah atau bergerak, sebagai contoh yaitu penghuni suatu rumah dan perkakas rumah tangga, sedangkan intensitas/daya tampung beban hidup pada lantai tergantung pada kegunaan lantai tersebut.

Terdapat beberapa contoh beban hidup yang sering ditemui dalam beberapa analisis konstruksi di lapangan, antara lain:

a. Beban hidup yang bergerak di atas jembatan jalan raya

Berdasarkan cara kerjanya, beban dibedakan menjadi dua yaitu beban langsung dan tidak langsung. Ketiga jenis beban yaitu beban titik, beban merata dan beban segitiga dapat dikelompokkan ke dalam beban langsung maupun tidak langsung berdasarkan cara kerja terhadap struktur yang dianalisis. Tekanan air pada dinding tegak, atau tekanan tanah pada turap, keduanya merupakan contoh dari beban yang bekerja langsung.

Sedangkan beban pada jembatan jalan raya dan jembatan jalan rel merupakan contoh beban tidak langsung.

Cara kerja beban yang ditumpu oleh jembatan jalan raya dapat dijelaskan satu persatu dimulai dengan beban roda kendaraan merupakan beban titik di atas lapis aus jalan, gaya tersebut diteruskan ke papan penutup, dari papan tersebut diteruskan ke gelagar memanjang lalu disalurkan ke kepala jembatan.

Cara kerja beban yang ditumpu jembatan jalan rel juga dapat dijelaskan dimulai dari roda kereta yang bekerja pada rel, dari rel diteruskan ke balok, dari balok ke gelagar memanjang (kanan dan kiri). Selanjutnya diteruskan ke gelagar melintang dan lalu ke gelagar induk, serta yang terakhir disalurkan ke kepala jembatan.

b. Beban angin

Beban angin diperhitungkan dengan anggapan adanya tekanan positif dan negatif, yang bekerja tegak lurus pada bidang yang ditinjau. Tekanan positif berupa hembusan, dan isapan untuk tekanan negatif. Beban angin dinyatakan dalam kg/m^2 , diperoleh dengan mengalikan *velocity pressure* minimum yaitu sebesar 25 kg/m^2 . Bila konstruksi ada di atas laut atau di daratan dengan jarak kurang dari 3 km dari pantai diambil nilai minimum sebesar 30 kg/m^2 .

Pada jembatan yang memerlukan perhitungan pengaruh angin yang teliti, diadakan penelitian khusus yang lebih detail.

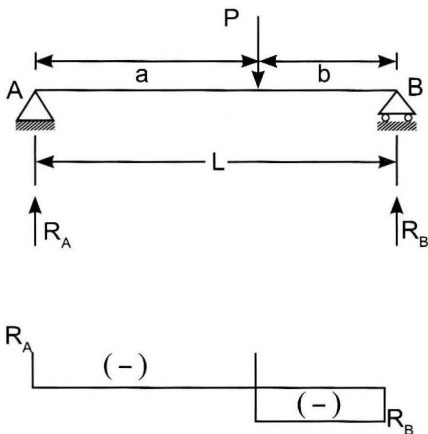
c. Beban gempa

Beban gempa mempunyai dua kemungkinan arah yaitu horisontal dan vertikal. Beban gempa horisontal harus dianggap bekerja dalam arah sumbu-sumbu utama konstruksi, dengan catatan bahwa bahan-bahan tersebut dianggap tidak bekerja bersamaan. Adapun beban gempa horisontal pada bangunan gedung bertingkat dianggap bekerja sebagai beban terpusat pada permukaan atas dan lantai masing-masing tingkat. Beban gempa vertikal diperhitungkan pada unsur penahan gaya normal, misalnya pada kolom.

BAB IV

KONSTRUKSI SEDERHANA (SIMPLE BEAM)

A. Konstruksi Sederhana Dengan Beban Titik



Besar reaksi R_A dan R_B dapat dihitung menggunakan rumus $\Sigma M = 0$

$$\Sigma M_B = 0$$

$$R_A \cdot L - P \cdot b = 0$$

$$R_A = \frac{P \cdot b \cdot P \cdot b}{L \cdot L}$$

$$\Sigma M_A = 0$$

$$-R_B \cdot L + P \cdot a = 0$$

$$R_B = \frac{P \cdot a \cdot P \cdot a}{L \cdot L}$$

Kontrol:

$\Sigma F_x = 0 \rightarrow$ tidak ada gaya horisontal

$$\Sigma F_y = 0$$

$$R_A + R_B - P = 0$$

$$R_A + R_B = P$$

$$R_A + R_B = \frac{P \cdot b \cdot P \cdot b}{L \cdot L} + \frac{P \cdot a \cdot P \cdot a}{L \cdot L}$$

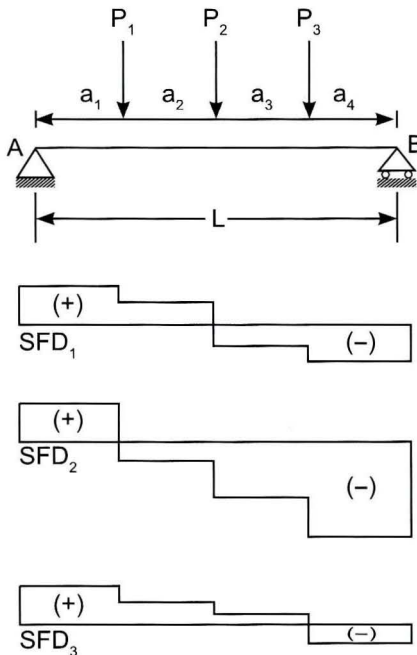
$$= P \left(\frac{b+a}{L} \right) \left(\frac{b+a}{L} \right)$$

$$= P \text{ (cocok)}$$

- Cara menggambarkan diagram gaya melintang (*shearing force diagram* atau SFD) adalah dengan mengikuti arah dan besar aksi (beban) dan setiap reaksi yang terjadi pada konstruksi.

Penggambaran dapat dimulai dari ujung kanan maupun kiri. Penentuan tanda positif dan negatif dari nilai gaya melintang (*shearing force* atau SF) harus konsisten. Penggambaran diagram ke atas menunjukkan bahwa SF bernilai positif (+), dan kebalikannya untuk nilai negatif (-).

Contoh lain penggambaran SFD:



SFD konstruksi di samping dapat digambarkan dalam beberapa macam diagram, hal ini bergantung pada besar nilai gaya aksi dan reaksi yang terjadi.

SFD 1, apabila:

$$\begin{aligned} R_A &> R_B \\ P_1 + P_2 &> R_A \\ P_3 &< R_B \end{aligned}$$

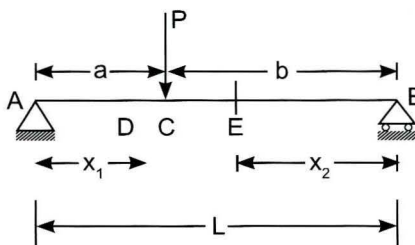
SFD 2, apabila:

$$\begin{aligned} R_A &< P_1 \\ P_3 &< R_B \\ P_2 + P_3 &< R_B \end{aligned}$$

SFD 3, apabila:

$$\begin{aligned} P_1 &< R_A \\ P_1 + P_2 &< R_A \\ R_B &< P_3 \end{aligned}$$

- Untuk menggambarkan diagram bidang momen (*bending moment diagram*-BMD) adalah sebagai berikut:



Irisan D sejauh x_1 dari A

$$\text{Momen di D} = R_A \cdot x_1 = \frac{P \cdot b \cdot P \cdot b}{L \cdot L} \cdot x_1$$

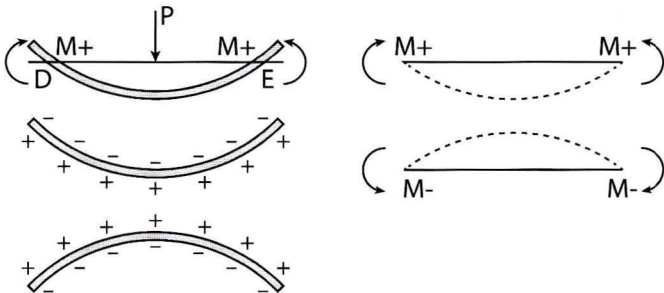
(fungsi linier)

$$M_c = \frac{P \cdot b \cdot P \cdot b}{L \cdot L} \cdot x_1, \text{ dengan } x_1$$

sepanjang a, maka

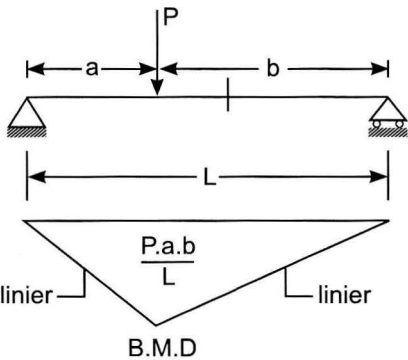
$$M_c = \frac{P \cdot a \cdot b \cdot P \cdot a \cdot b}{L \cdot L}$$

Pada irisan E, bila batang EB yang dipandang maka E ada di sebelah kiri. Untuk irisan yang ada di sebelah kiri maka tanda-tanda momen adalah kebalikan dari tanda-tanda momen untuk irisan yang di sebelah kanan dari batang.

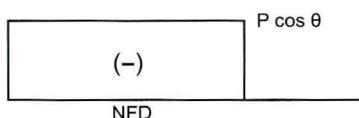
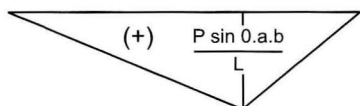
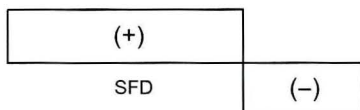
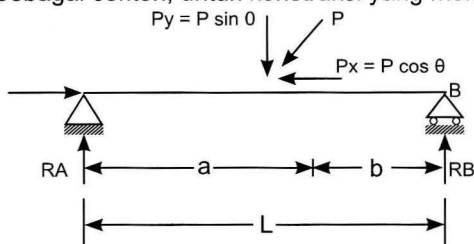


$$M_E = + \frac{P \cdot a \cdot P \cdot a}{L \cdot L} \cdot x_2 \text{ (fungsi linier)}$$

$$M_C = + \frac{P \cdot a \cdot P \cdot a}{L \cdot L} \cdot x_1, \text{ dengan } x_1 \text{ sepanjang } a, \text{ maka } M_C = + \frac{P \cdot a \cdot b \cdot P \cdot a \cdot b}{L \cdot L}$$



Sebagai contoh, untuk konstruksi yang menerima beban seperti di bawah ini:



$$\Sigma M_B = 0$$

$$R_A = \frac{P \sin \theta \cdot b}{L}$$

$$R_B = \frac{P \sin \theta \cdot a}{L}$$

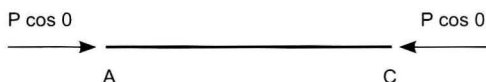
$$M_C = R_A \cdot a$$

$$= \frac{P \sin \theta \cdot a \cdot b}{L}$$

$$R_{AH} = P \cos \theta \text{ (ke kanan)}$$

- Untuk menggambarkan diagram gaya normal (**Normal Force Diagram-NFD**)

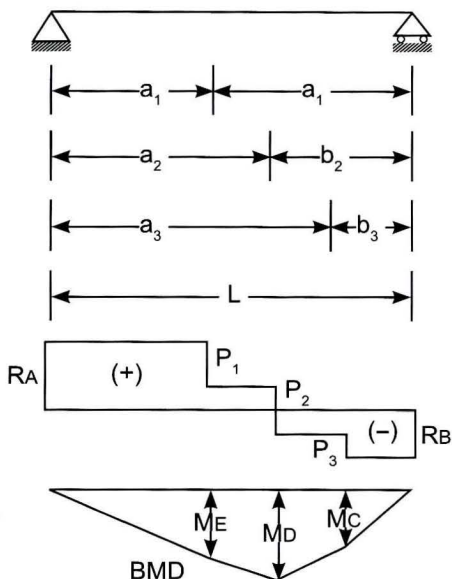
Gaya normal adalah gaya yang bekerja melalui pusat berat irisan normal. Irisan normal adalah irisan yang tegak lurus pada sumbu batang.



Batang AC mengalami tekanan sebesar $P \cos \theta$. Batang CB tidak mengalami tarikan/tekanan, karena perletakan B adalah rol.

Untuk gaya normal tekan diberi tanda **negatif**, sedangkan untuk tarik adalah **positif**.

Pada konstruksi sederhana yang menerima beban titik, sebagai berikut:



$$\Sigma M_B = 0$$

$$R_A = \frac{P_1 \cdot b_1 + P_2 \cdot b_2 + P_3 \cdot b_3}{L}$$

$$\frac{P_1 \cdot b_1 + P_2 \cdot b_2 + P_3 \cdot b_3}{L}$$

$$\Sigma M_A = 0$$

$$R_B = \frac{P_1 \cdot a_1 + P_2 \cdot a_2 + P_3 \cdot a_3}{L}$$

$$\frac{P_1 \cdot a_1 + P_2 \cdot a_2 + P_3 \cdot a_3}{L}$$

Selanjutnya SFD digambar berdasarkan anggapan

$$P_1 < R_A$$

$$P_1 + P_2 > R_A$$

$$P_3 < R_B$$

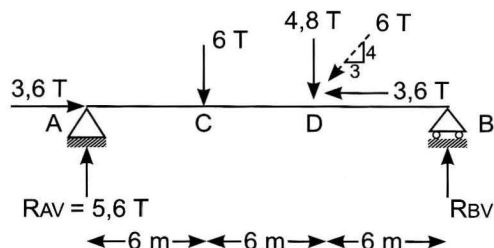
Mencari momen-momen pada titik C, D, dan E

$$M_E = R_A \cdot a_1 = R_B \cdot b_1 - P_2 (a_1 - a_2) - P_3 (a_3 - a_1)$$

$$M_D = R_A \cdot a_2 - P_1 (a_2 - a_1) = R_B \cdot b_2 - P_3 (b_2 - b_3)$$

$$M_C = R_A \cdot a_3 - P_1 (a_3 - a_1) - P_2 (a_3 - a_2) = R_B \cdot b_3$$

Beberapa contoh soal:

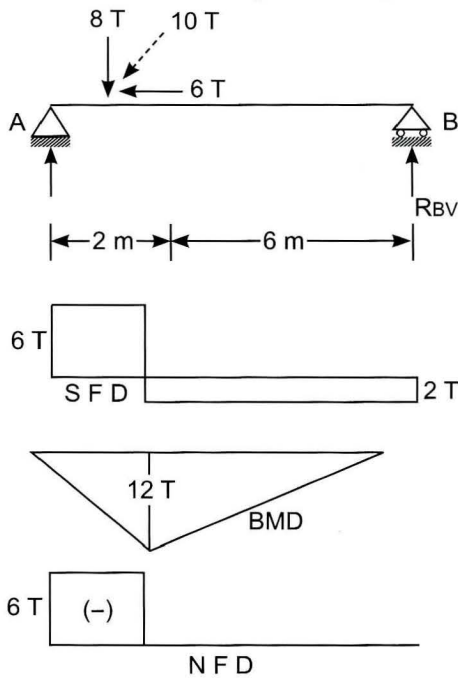


Pada contoh ini adalah konstruksi sendi dan rol, batang AB pada titik C bekerja beban 6T vertikal ke bawah dan pada titik D bekerja beban 6T miring dengan nilai kemiringan 4:3. Gaya 6T diuraikan menjadi 4,8T vertikal ke bawah dan 3,6T horizontal ke kiri.

$$\Sigma M_B = 0, \text{ maka } R_{AV} \cdot 18 - 6 \cdot 12 - 4,8 \cdot 6 = 0, \text{ diperoleh } R_{AV} = 5,6T$$

$$\Sigma M_A = 0, \text{ maka } R_{BV} \cdot 18 - 4,86 \cdot 12 - 6 \cdot 6 = 0, \text{ diperoleh } R_{BV} = 5,2T$$

Contoh lain di bawah ini, batang sederhana AB menerima beban 10 ton pada titik C membentuk sudut dengan kemiringan 3/4. Gambarkan SFD, NFD, dan BMD.



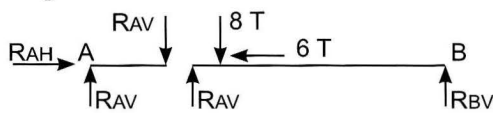
$$\begin{aligned}\Sigma M_B &= 0 \\ R_{AV} \cdot 8 - 8 \cdot 6 &= 0 \\ R_{AV} &= 6 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Sigma M_A &= 0 \\ R_{BV} \cdot 8 - 8 \cdot 2 &= 0 \\ R_{BV} &= 2 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Sigma F_x &= 0 \\ R_{AH} - 6 &= 0 \\ R_{AH} &= 6 \text{ ton}\end{aligned}$$

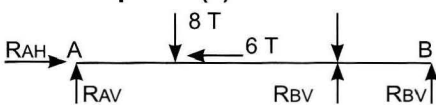
Pembahasan dalam menggambar SFD, NFD, dan BMD

Mengenai SFD



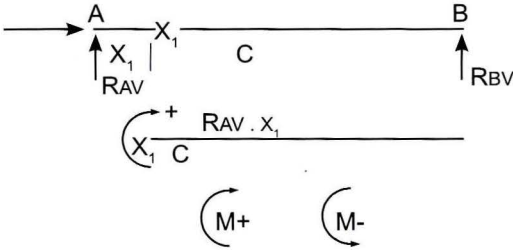
Dibuat irisan di sebelah kiri C. Pada irisan tersebut pada bagian kiri timbul R_{AV} ke bawah, sedang pada bagian kanan timbul R_{AV} ke atas, maka shearing force di daerah AC adalah positif, sebesar $R_{AV} = 6 \text{ ton}$

Bagian kanan lebih rendah dari bagian kiri, ini berarti **Shearing Force** bertanda positif (+).



Bagian kiri lebih rendah dari bagian kanan, ini berarti Shearing Force bertanda negatif (-).

Mengenai BMD



Buat irisan di x_1 sejauh x_1 dari A

Momen pada $x_1 = R_{AV} \cdot x_1$ arah putarnya sesuai dengan arah jarum jam.

Momen dengan arah putar sesuai dengan arah jarum jam, sedangkan irisan yang diandang

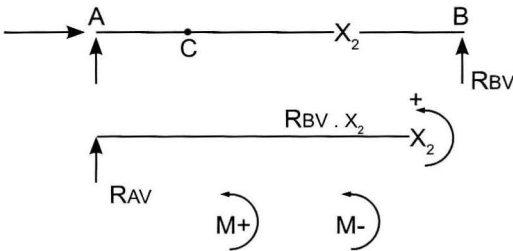
ada di sebelah kanan dari bagian yang dipandang, maka momen tersebut adalah momen bernilai positif (+).

Arah sebaliknya menunjukkan momen bernilai negatif (-).

Untuk irisan x_1 timbul momen $M_{x_1} = +R_{AV} \cdot x_1$

Untuk irisan C timbul momen $M_C = +R_{AV} \cdot AC = +6 \cdot 2 = +12 \text{ Tm}$

Maka disimpulkan bahwa momen pada daerah AC timbul momen positif.



Tinjauan momen di daerah BC.

Buat irisan di sebelah kanan C, dimisalkan irisan x_2 dari B.

Momen pada irisan $x_2 = +R_{BV} \cdot x_2$

Momen yang timbul di sini bernilai positif, momen yang berlawanan dengan arah jarum jam.

Sedangkan irisan yang ditinjau

adalah di sebelah kiri dari bagian yang dipandang, sehingga momen tersebut bernilai positif.

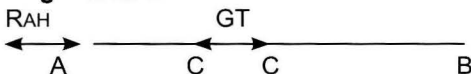
Jika momen dengan arah sebaliknya, maka momen bernilai negatif.

Untuk irisan x_2 timbul momen $M_{x_2} = +R_{BV} \cdot x_2$

Untuk irisan C timbul momen $M_C = +R_{BV} \cdot BC = +2 \cdot 6 = +12 \text{ Tm}$

Maka disimpulkan bahwa momen pada daerah CB timbul momen positif.

Mengenai NFD



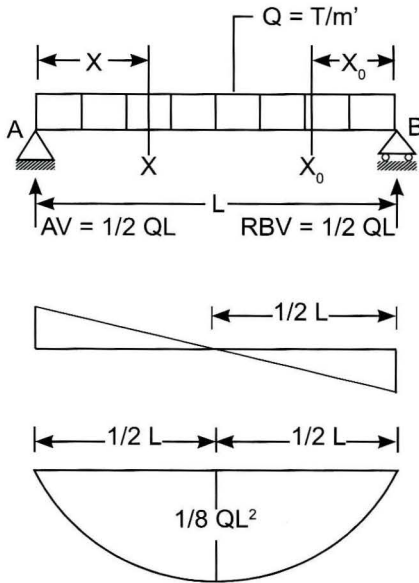
Pada irisan C bekerja beban hasil uraian ke arah horisontal sebesar 6 ton ke arah kiri.

Pada perletakan A (sendi) timbul $R_{AH} = 6 \text{ ton}$ ke arah kanan.

Batang AC merupakan batang yang tertekan dengan gaya normal sebesar 6 ton. Sedangkan CB tidak mengalami gaya normal apapun, terlebih dikarenakan perletakan di titik B adalah rol.

Batang tekan diberi tanda nilai gaya normal negatif (-), sedangkan untuk batang tarik diberikan nilai positif (+).

B. Konstruksi Sederhana Dengan Beban Terbagi Merata



Satuan untuk beban terbagi merata adalah ton/m' (ton per meter panjang).

Batang AB menerima beban terbagi merata sepanjang batang.

$$\Sigma M_B = 0$$

$$R_A \cdot L - Q \cdot L \cdot 1/2 L = 0$$

$$R_A = 1/2 QL \text{ ton}$$

$$\Sigma M_A = 0$$

$$R_B \cdot L - Q \cdot L \cdot 1/2 L = 0$$

$$R_B = 1/2 QL \text{ ton}$$

Untuk menggambar SFD adalah sebagai berikut:

Buat irisan sejauh x dari A, shearing force pada irisan x adalah:

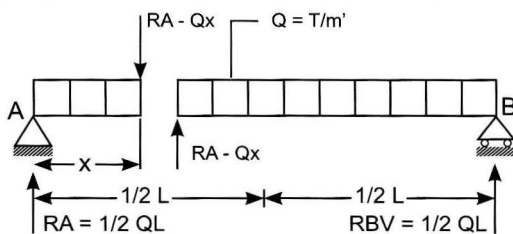
$$SF_x = R_A - Q \cdot x = 1/2 Q \cdot L - Q \cdot x \text{ (linier)}$$

Pada tengah-tengah batang, adalah:

$$SF_c = 1/2 Q \cdot L - Q \cdot 1/2 L = 0$$

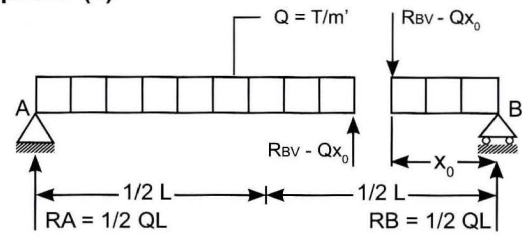
Pada perletakan B, Shearing Force sebesar $R_B = 1/2 QL$

(dengan demikian SFD dapat digambar).



Perhatikan irisan x sejauh x dari perletakan A. Pada bagian kiri irisan X timbul gaya $(R_A - Q_x)$ ke arah bawah dan di bagian kanan timbul $(R_A - Q_x)$ ke atas. Sehingga Shearing Force di daerah AC adalah positif.

Bagian kanan lebih rendah dari bagian kiri, sehingga Shearing Force bernilai positif (+).

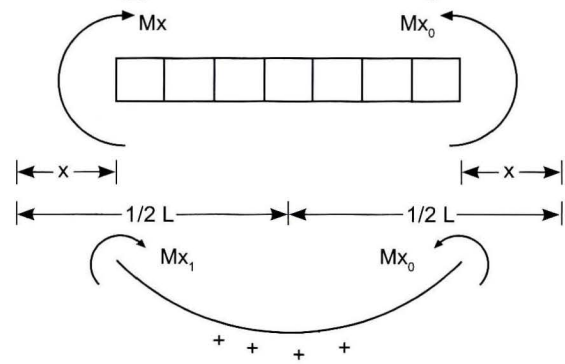


Buat irisan x_0 sejauh x_0 dari perletakan B. Pada bagian kiri irisan tersebut timbul gaya $(R_B - Q_{x_0})$ ke arah bawah dan bagian kanan $(R_B - Q_{x_0})$ ke arah atas. Sehingga Shearing Force di daerah CB adalah negatif.

Dengan demikian, SFD dapat digambar dan diberi tanda, dan diagram tersebut merupakan garis lurus (fungsi linier) yang menghubungkan titik $+\frac{1}{2} QL$ di atas A, titik C (titik nol), dan titik $-\frac{1}{2} QL$ di bawah B.

Bagian kiri lebih rendah dari bagian kanan, sehingga Shearing Force bernilai negatif (-).

Untuk menggambar BMD adalah sebagai berikut:



Lengkung demikian adalah lengkung yang memberi ciri bahwa pada batang tersebut timbul momen positif

Pada irisan x

$$M_x = R_A \cdot x - Q \cdot x \cdot \frac{1}{2}x$$

$$= \frac{1}{2} Q \cdot L \cdot x - \frac{1}{2} Q \cdot x^2$$
 (fungsi kuadratis)
 Arah M_x searah dengan arah jarum jam. Karena irisan x ada di sebelah kanan dari bagian yang dipandang, maka M_x bernilai positif.
 Pada irisan x_0 timbul:

$$M_{x_0} = R_B \cdot x_0 - Q \cdot x_0 \cdot \frac{1}{2}x_0$$

$$= \frac{1}{2} Q \cdot L \cdot x_0 - \frac{1}{2} Q \cdot x_0^2$$
 (fungsi kuadratis)
 Arah M_{x_0} berlawanan arah dengan arah jarum jam. Karena irisan x_0 ada di sebelah kiri dari bagian yang dipandang, maka M_{x_0} bernilai positif.

Tambahan:

Bila $SF = 0$, maka $R_A - Q \cdot x = 0$

$$\frac{1}{2} Q \cdot L - Q \cdot x = 0$$

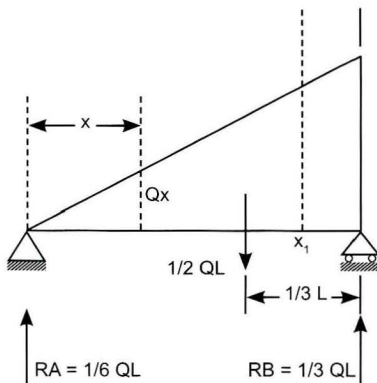
Bila $x = \frac{1}{2} L$ (titik C), maka $SF_C = 0$

Pada saat $SF_C = 0$, diperoleh momen maksimal sebesar:

$$M_{\max} = R_A \cdot \frac{1}{2} L - Q \cdot \frac{1}{2} L \cdot \frac{1}{4} L$$

$$= \frac{1}{2} Q \cdot L \cdot \frac{1}{2} L - Q \cdot \frac{1}{8} L^2 = + \frac{1}{8} Q \cdot L^2$$

C. Konstruksi Sederhana Dengan Beban Segitiga



Satuan beban segitiga adalah T/m^1

Mencari R_A dengan tinjauan

$$\Sigma M_B = 0$$

$$R_A \cdot L - Q_0 \cdot \frac{1}{2} L \cdot \frac{1}{3} L = 0$$

$$R_A = \frac{1}{6} Q_0 \cdot L \text{ Ton}$$

Mencari R_B dengan tinjauan

$$\Sigma M_A = 0$$

$$R_B \cdot L - Q_0 \cdot \frac{1}{2} L \cdot \frac{2}{3} L = 0$$

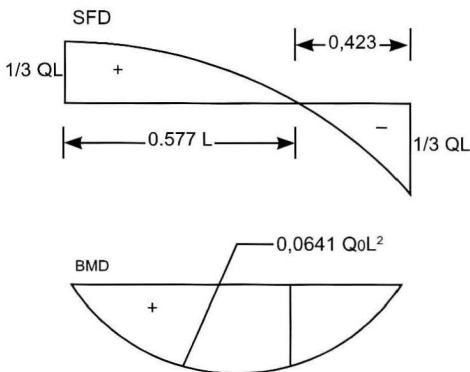
$$R_B = \frac{1}{3} Q_0 \cdot L \text{ Ton}$$

Check!

$$F_y = 0$$

$$R_A + R_B - Q_0 \cdot \frac{1}{2} L = \frac{1}{6} Q_0 \cdot L +$$

$$\frac{1}{3} Q_0 \cdot L - \frac{1}{2} Q_0 \cdot L = 0 \text{ (cocok)}$$



Ambil irisan sejauh x dari A.

$$SF_x = R_A - Q_x \cdot x = \frac{1}{6} Q_0 \cdot L - \frac{Q_0 \cdot x \cdot Q_0 \cdot x}{L} \cdot x = \frac{1}{6} Q_0 \cdot L - \frac{Q_0^2 \cdot x^3}{L}$$

$$= 1/6 Q_0 \cdot L - \frac{1}{2} \frac{Q_0 \cdot x^2}{L} \frac{Q_0 \cdot x^2}{L} \text{ (persamaan kuadratis maka SFD digambar}$$

lengkung parabolis)

Catatan: $Q_0 : Q_x = L : x$

$$Q_x = \frac{Q_0 \cdot x}{L} \frac{Q_0 \cdot x}{L}$$

Untuk mengetahui jarak x ketika SFD bernilai nol

$$SF_x = 1/6 Q_0 \cdot L - \frac{1}{2} \frac{Q_0 \cdot x^2}{L} \frac{Q_0 \cdot x^2}{L} = 0$$

$$x^2 = 1/3 L^2 \text{ maka diperoleh } x = L \sqrt{\frac{1}{3}} \sqrt{\frac{1}{3}} = 0,577L$$

Aturan penggambaran BMD

Pada irisan X tersebut di atas, maka $M_x = R_A \cdot x - Q_x \cdot \frac{1}{2} x \cdot \frac{1}{3} x$

$$\text{Maka } M_x = 1/6 Q_0 \cdot L \cdot x - \frac{Q_0 \cdot x}{L} \frac{Q_0 \cdot x}{L} \cdot \frac{1}{2} x \cdot \frac{1}{3} x$$

$$= 1/6 Q_0 \cdot L \cdot x - 1/6 \frac{Q_0 \cdot x^3}{L} \frac{Q_0 \cdot x^3}{L} \text{ (persamaan derajat tiga)}$$

Untuk mencari $M_{\max} = M_x$ untuk $x = 0,577$

$$\begin{aligned} M_{\max} &= 1/6 Q_0 \cdot L \cdot (0,577L) - 1/6 \frac{Q_0 \cdot (0,577L)^3}{L} \frac{Q_0 \cdot (0,577L)^3}{L} \\ &= 0,0641 \cdot Q_0 \cdot L^2 \end{aligned}$$

Penjelasan

Bila dipandang batang bagian kiri (bagian dari perletakan A sampai X), maka irisan X ada di sebelah kanan. Arah momen M_x yang searah dengan arah jarum jam bernilai positif.

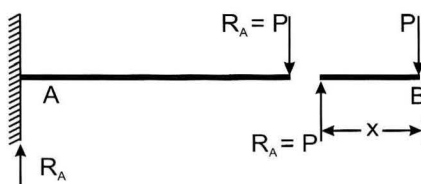
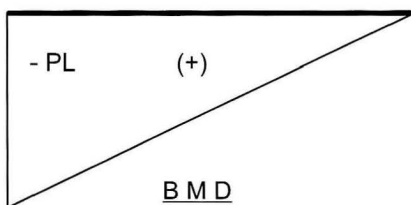
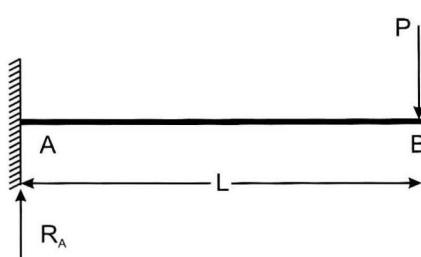
Sebaliknya batang bagian kanan (bagian dari irisan X_1 sampai perletakan B), maka irisan X_1 ada di sebelah kiri dari bagian yang dipandang. Arah momen M_{x1} yang berlawanan dengan arah jarum jam bernilai positif. Sehingga dapat disimpulkan pada seluruh batang AB tersebut bernilai positif.

BAB V

KONSTRUKSI CANTILEVER

Konstruksi cantilever adalah suatu konstruksi dimana salah satu ujung batang dijepit, dan ujung lainnya bebas.

A. Konstruksi Cantilever dengan Beban Titik P Tegak Terhadap Batang AB



Konstruksi cantilever AB dengan jepit di ujung A serta ujung B bebas. Beban titik P diberikan pada titik B.

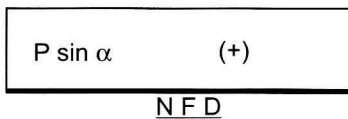
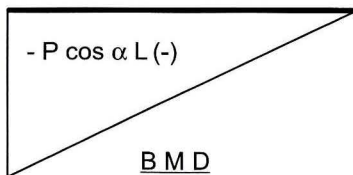
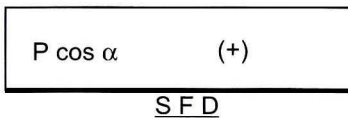
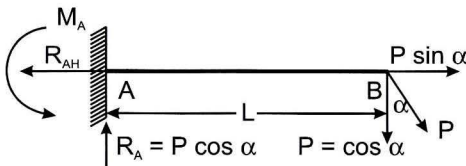
Besar reaksi R_A dihitung menggunakan rumus $\Sigma F_y = 0$, sehingga diperoleh besar reaksi $R_A = P$.

Aturan penggambaran SFD sama dengan aturan pada bab sebelumnya, yaitu memperhatikan arah dan besar gaya aksi (beban) dan reaksi. Tanda nilai positif (+) dan negatif (-) harus konsisten.

Penggambaran BMD dimulai dengan menentukan besar nilai momen di setiap titik penting pada konstruksi. Konstruksi diiris dengan jarak x dari ujung B, selanjutnya ditentukan momen pada titik tersebut sebesar $M_x = -P \cdot x$ (linier dalam x). Sedangkan momen pada ujung A, yaitu $M_A = -P \cdot L$.

Arah momen sesuai putaran jarum jam, sehingga menunjukkan momen negatif (-).

B. Konstruksi Cantilever dengan Beban Titik P yang Miring terhadap Batang AB



Beban titik P diberikan di ujung B dengan sudut kemiringan sebesar α terhadap arah vertikal.

Beban titik P tersebut diuraikan menjadi:

$$P_{\text{vertikal}} = P \cos \alpha$$

$$P_{\text{horizontal}} = P \sin \alpha$$

$$\Sigma F_y = 0 \rightarrow R_{AV} = P \cos \alpha$$

$$\Sigma F_x = 0 \rightarrow R_{AH} = P \sin \alpha$$

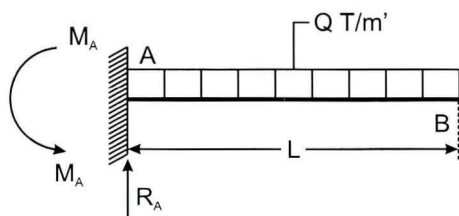
Besar SF sepanjang batang AB konstan yaitu $P \cos \alpha$ dan bernilai positif (+).

Momen yang terjadi di titik B yaitu $M_B = 0$, sedangkan di titik A yaitu $M_A = -P \cos \alpha \cdot L$

Penggambaran BMD linier dan bernilai negatif (-).

Penggambaran NFD, terdapat gaya tarik sebesar $+P \sin \alpha$. Nilai ini konstan sepanjang batang AB.

C. Konstruksi Cantilever dengan Beban Terbagi Merata Sebesar Q ton/m'



Aturan penggambaran SFD dan BMD sama dengan yang telah dijelaskan sebelumnya.

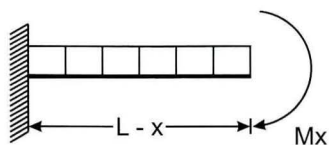
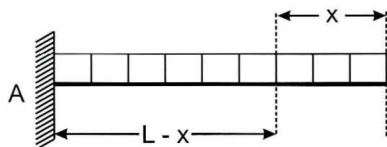
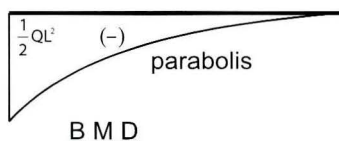
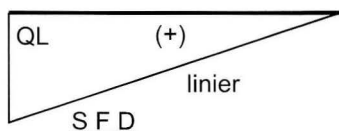
Reaksi di titik A yaitu $R_A = Q.L$ (ton)

Momen di titik sejauh x yaitu

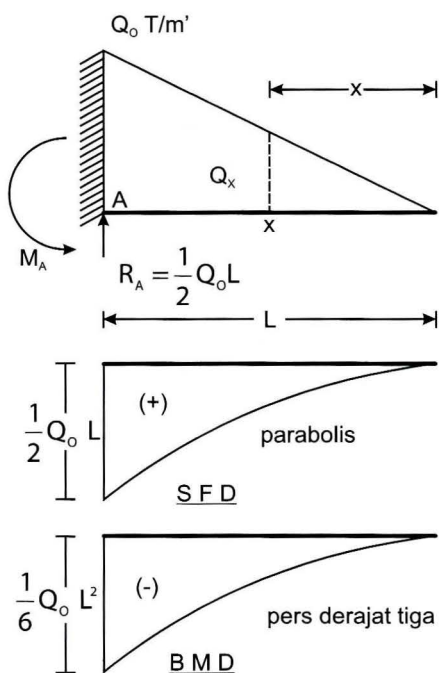
$$M_x = -Q.x.1/2.x = -1/2Qx^2$$

Sehingga untuk momen di titik A sebesar

$$M_A = -Q.L.1/2L = -1/2QL^2$$



D. Konstruksi Cantilever dengan Beban Segitiga



Reaksi di titik A yaitu $R_A = \frac{1}{2} Q_0 L$ dengan Q_0 beban sejauh L

Sedangkan besar gaya SF sejauh x adalah $SF_x = \frac{1}{2} Q_x x$

dengan Q_x beban sejauh x

Beban segitiga ini memberikan hubungan antara Q_0 dan Q_x

sebagai berikut: $\frac{Q_x}{x} = \frac{Q_0}{L}$

sehingga diperoleh $Q_x = \frac{Q_0 \cdot x}{L}$

$$\frac{Q_0 \cdot x}{L}$$

Gaya SF sejauh x dapat dihitung dengan

$$SF_x = \frac{1}{2} Q_x L = \frac{1}{2} \cdot \frac{Q_0 \cdot x}{L} \cdot x$$

$$= \frac{1}{2} \cdot \frac{Q_0 \cdot x^2}{L}$$

(fungsi kuadrat dalam x dan bernilai positif)

Momen di titik sejauh x yaitu

$$M_x = -Q_x \cdot x \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3} \cdot x$$

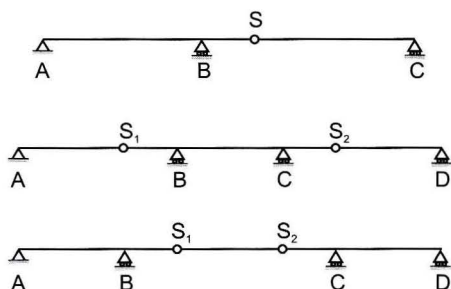
$$= -\frac{1}{6} \cdot \frac{Q_0 \cdot x^3}{L}$$

(fungsi derajat tiga dan bernilai negatif karena arah putaran sesuai dengan arah jarum jam)

BAB VI

KONSTRUKSI BATANG GERBER (COMPOUND SYSTEM)

Konstruksi ini merupakan konstruksi statis tak tentu, artinya tidak dapat dicari dengan persamaan statika, karena ada 4 bilangan yang dicari, sehingga memerlukan tambahan 1 persamaan lagi. Oleh karena itu, perlu ditambahkan sendi S.



Konstruksi dengan 3 perletakan memiliki 4 bilangan yang belum diketahui. Sendi memiliki 2 reaksi, rol dengan 1 reaksi, serta tambahan satu sendi S menambah satu persamaan ΣM_s . Sehingga mempunyai total 4 reaksi.

$$\Sigma F_x = 0 ; \Sigma M = 0$$

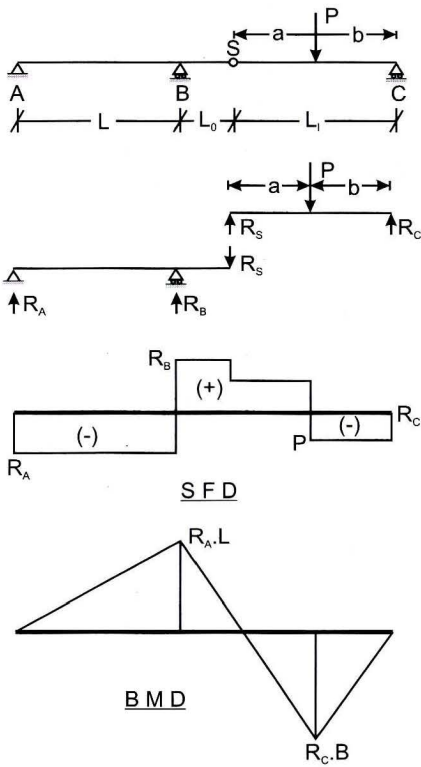
$$\Sigma F_y = 0 ; \Sigma M_s = 0$$

Konstruksi dengan 4 perletakan mempunyai 5 bilangan yang belum diketahui, sehingga dibutuhkan tambahan 2 sendi S_1 dan S_2 .

$$\Sigma F_x = 0 ; \Sigma M = 0$$

$$\Sigma F_y = 0 ; \Sigma M_{s1} = 0 ; \Sigma M_{s2} = 0$$

Peletakan konstruksi sendi S sedemikian sehingga tidak menimbulkan bagian yang tidak stabil.



CARA TEKNIS

Konstruksi gerber ABSC

Ditinjau terlebih dahulu bagian SC

$$R_c = \frac{P \cdot a}{L_1} \text{ dan } R_s = \frac{P \cdot b}{L_1}$$

R_s dianggap sebagai beban di titik S.

Batang AB

$$\Sigma M_A = 0$$

$$-R_B \cdot L + R_s \cdot (L_0 + L) = 0$$

$$R_B = \frac{R_s \cdot (L_0 + L)}{L}$$

$$= \frac{P \cdot b \cdot (L_0 + L)}{L \cdot L_1}$$

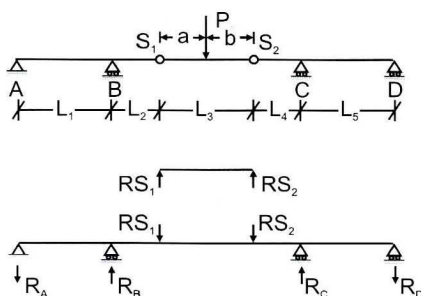
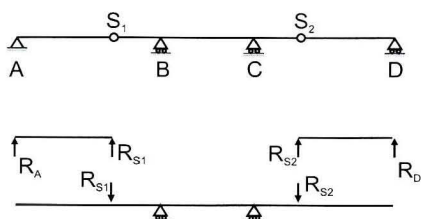
$$\Sigma M_B = 0$$

$$R_A \cdot L + R_s \cdot L_0 = 0$$

$$R_A = -\frac{R_s \cdot L_0}{L}$$

$$= -\frac{P \cdot b \cdot L_0}{L \cdot L_1}$$

(arah ke bawah)



Pada konstruksi di samping, perhitungan dimulai dari A – S₁ atau S₂ – D, setelah itu batang S₁ – B – C – S₂.

Sedangkan untuk konstruksi di samping, dihitung sebagai berikut:

$$R_{S1} = \frac{P \cdot b}{L_3} \text{ dan } R_{S2} = \frac{P \cdot a}{L_3} \text{ untuk batang } S_1 - S_2.$$

Selanjutnya ditinjau batang A – B – S₁

$$\Sigma M_A = 0$$

$$-R_B \cdot L_1 + R_{S1} \cdot (L_1 + L_2) = 0$$

$$R_B = \frac{R_{S1} \cdot (L_1 + L_2)}{L_1}$$

$$\frac{R_{S1} \cdot (L_1 + L_2)}{L_1}$$

$$\Sigma M_B = 0$$

$$R_A \cdot L_1 + R_{S1} \cdot L_2 = 0$$

$$R_A = - \frac{R_{S1} \cdot L_2}{L_1} \text{ (arah ke bawah)}$$

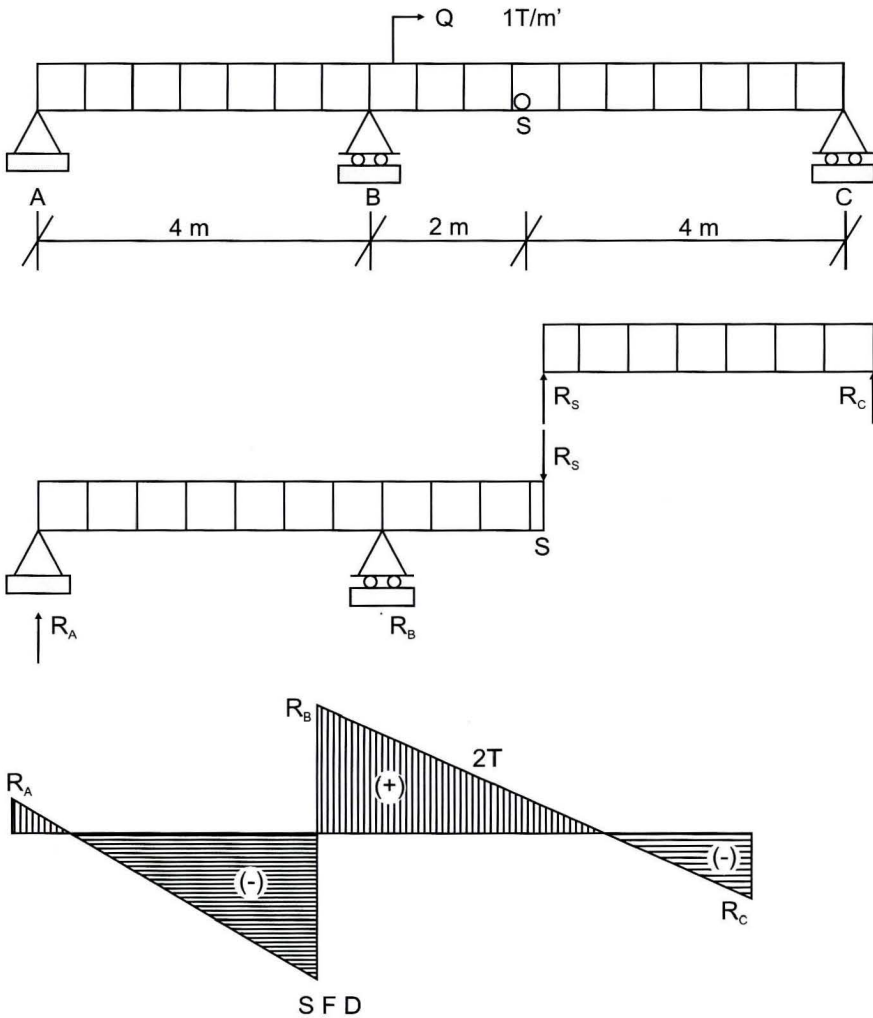
dengan cara yang sama untuk menghitung gaya R_C dan R_D

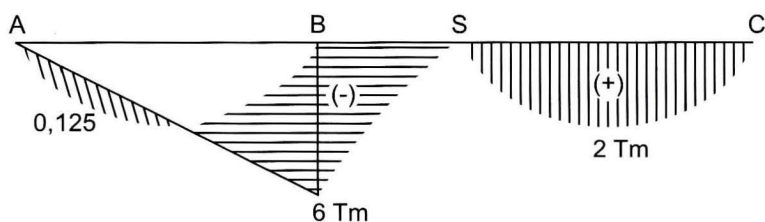
BAB VII

CONTOH SOAL

SOAL 1

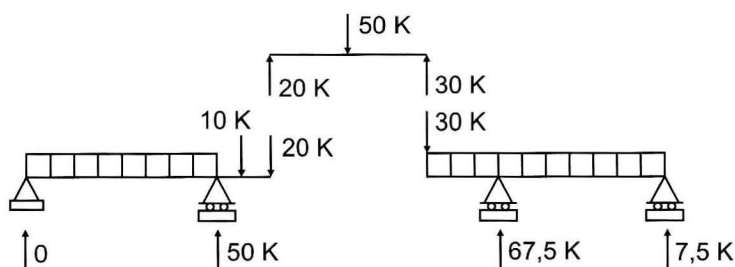
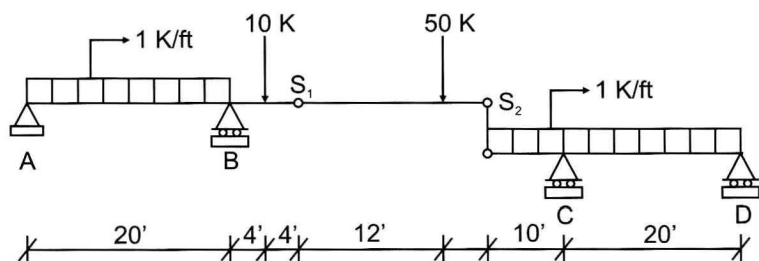
Buatlah SFD dan BMD





SOAL 2

Hitunglah reaksi setiap titik



Tinjauan batang $S_1 - S_2$

$$R_{S_1} = \frac{50 \cdot 8}{20} = 20 \text{ K (menjadi beban titik pada batang A - B - } S_1 \text{ di } S_1)$$

$$R_{S_2} = \frac{50 \cdot 12}{20} = 30 \text{ K (menjadi beban titik pada batang } S_2 - C - D \text{ di } S_2)$$

$$\Sigma M_B = 0$$

$$R_A \cdot 20 + 10K \cdot 4 + R_{S_1} \cdot 8 - Q \cdot 20 \cdot \frac{20}{2} = 0$$

$$R_A = \frac{-40 - 160 + 200 - 40 - 160 + 200}{20} = 0 \text{ (tidak ada reaksi di titik A)}$$

$$\Sigma M_A = 0$$

$$-R_B \cdot 20 + 10K \cdot 24 + 20K \cdot 28 - Q \cdot 20 \cdot \frac{20}{2} = 0$$

$$R_B = \frac{240 + 560 + 200}{20} = 50K$$

$$\Sigma M_C = 0$$

$$-R_D \cdot 20 - R_{s2} \cdot 10 + Q \cdot 30 \cdot 5 = 0$$

$$R_D = \frac{-150 + 300}{20} = -7,5K$$

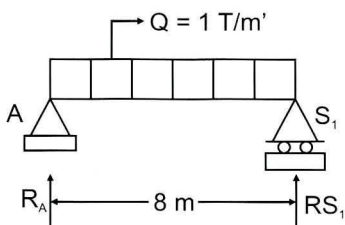
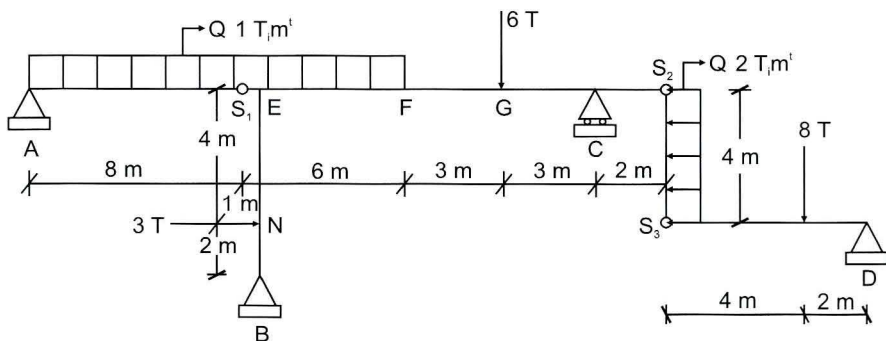
$$\Sigma M_D = 0$$

$$R_C \cdot 20 - R_{s2} \cdot 30 - Q \cdot 30 \cdot \frac{30}{2} = 0$$

$$R_C = \frac{900 + 450}{20} = 67,5K$$

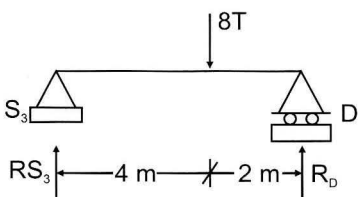
SOAL 3

Buatlah SFD, NFD, dan BMD



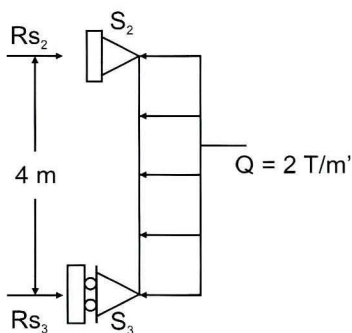
Batang A – S₁

$$\begin{aligned} R_{S_1} &= R_A = \frac{1}{2} \cdot Q \cdot L \\ &= \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 8 \\ &= 4 \text{ ton} \end{aligned}$$



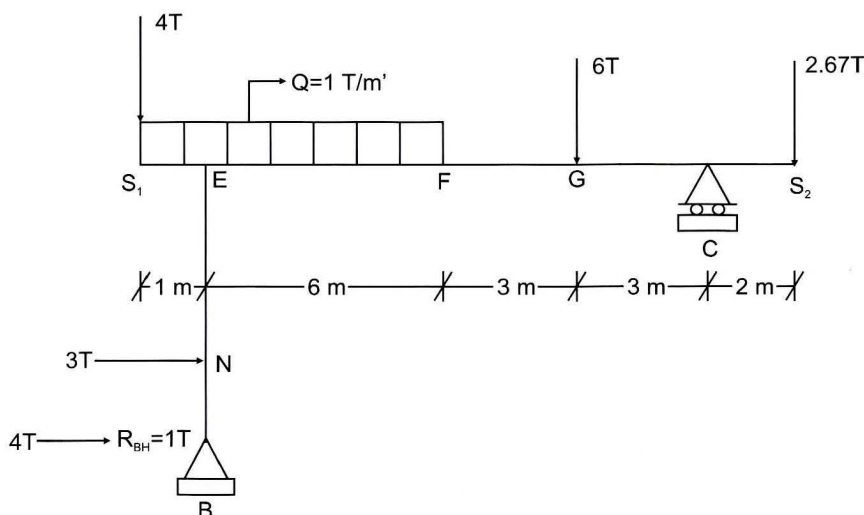
Batang S₃ – D

$$\begin{aligned} R_{S_3} &= \frac{8 \cdot 2 \cdot 8 \cdot 2}{6 \cdot 6} = 2,67 \text{ ton (vertikal)} \\ R_D &= \frac{8 \cdot 4 \cdot 8 \cdot 4}{6 \cdot 6} = 5,33 \text{ ton} \end{aligned}$$



Batang S₂ – S₃

$$\begin{aligned} R_{S_2} &= R_{S_3} = \frac{1}{2} \cdot Q \cdot L \\ &= 4 \text{ ton (horisontal)} \end{aligned}$$



Konstruksi disederhanakan

$$\Sigma M_C = 0$$

$$R_{BV} \cdot 12 - 3 \cdot 4 - R_{BH} \cdot 6 - 4 \cdot 13 - 7 \cdot 9,5 - 6 \cdot 3 + R_{S3(\text{horizontal})} \cdot 2 = 0$$

$$R_{BV} = \frac{12 + 6 + 52 + 66,5 + 18 + 5,34}{12} = 12,43 \text{ ton}$$

$$\Sigma M_B = 0$$

$$-R_C \cdot 12 + 2,67 \cdot 14 + 6 \cdot 9 + 7 \cdot 2,5 - 4 \cdot 1 + 3 \cdot 2 - 4 \cdot 6 = 0$$

$$R_C = \frac{37,38 + 54 + 17,5 - 4 + 6 - 24}{12} = 7,24 \text{ ton}$$

BMD

$$BM_{A-S1} = 1/8 \cdot Q \cdot L^2 = 1/8 \cdot 1 \cdot 8^2 = 8 \text{ Tm}$$

$$BM_{E1} = -4 \cdot 1 - 1 \cdot 0,5 = -4,5 \text{ Tm}$$

$$BM_{E2} = 7,24 \cdot 12 - 2,67 \cdot 14 - 6 \cdot 9 - 6 \cdot 3 = -22,5 \text{ Tm}$$

$$BM_{E3} = -1 \cdot 6 - 3 \cdot 4 = -18 \text{ Tm}$$

$$BM_F = 7,24 \cdot 6 - 6 \cdot 3 - 2,67 \cdot 8 = 4,08 \text{ Tm}$$

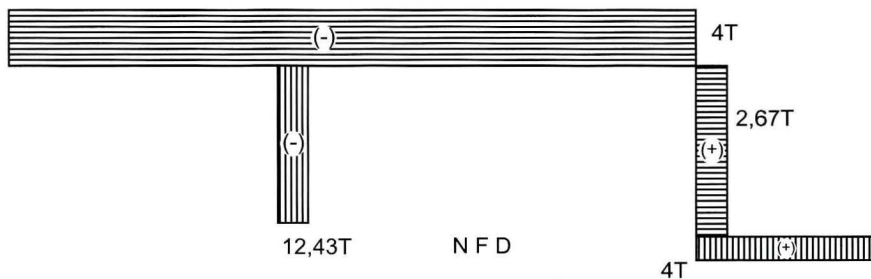
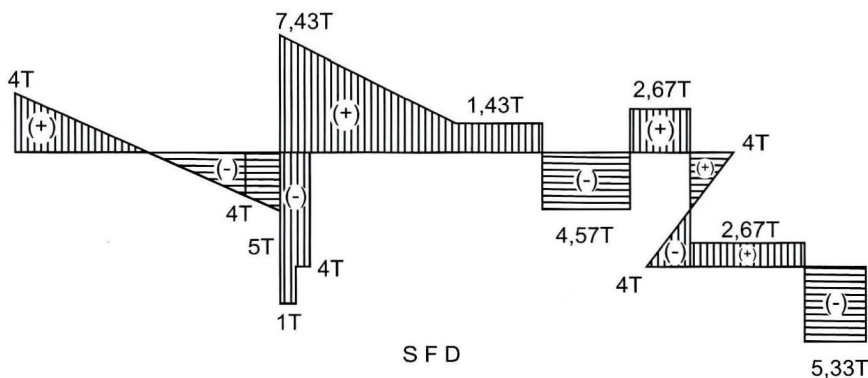
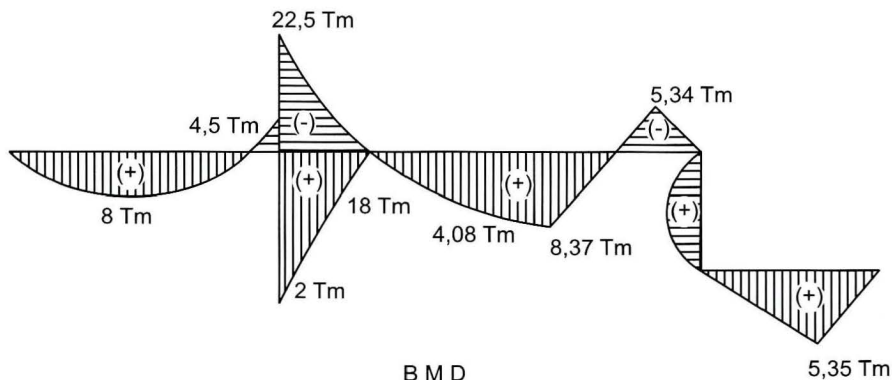
$$BM_G = 7,24 \cdot 3 - 2,67 \cdot 5 = 8,37 \text{ Tm}$$

$$BM_C = -2,67 \cdot 2 = -5,34 \text{ Tm}$$

$$BM_N = -1 \cdot 2 = -2 \text{ Tm}$$

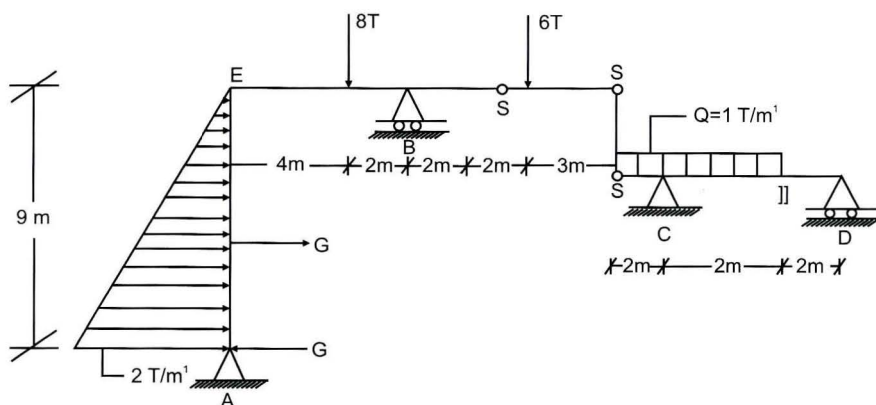
$$BM_{S2-S3} = 1/8 \cdot Q \cdot L^2 = 1/8 \cdot 2 \cdot 4^2 = 4 \text{ Tm}$$

$$BM_{S3-D} = 2,67 \cdot 4 = 5,34 \text{ Tm}$$



SOAL 4

Buatlah SFD, NFD, dan BMD



Batang $S_1 - S_2$

$$R_{S1} = \frac{6 \cdot 3}{5} = 3,6 \text{ ton}$$

$$R_{S2} = R_{S3} = \frac{6 \cdot 2}{5} = 2,4 \text{ ton}$$

Batang A – E – B – S_1

$$G = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 9 = 9 \text{ ton}$$

$$\Sigma M_B = 0$$

$$R_A \cdot 6 + G \cdot 9 - G \cdot 6 - 8 \cdot 2 + R_{S1} \cdot 2 = 0$$

$$R_A = \frac{54 + 16 - 7,2 - 81}{6} = -3,03 \text{ ton}$$

$$\Sigma M_A = 0$$

$$-R_B \cdot 6 + R_{S1} \cdot 8 - 8 \cdot 4 - G \cdot 3 = 0$$

$$R_B = \frac{28,8 + 32 + 27}{6} = 14,63 \text{ ton}$$

Batang $S_2 - C - D$

$$\Sigma M_C = 0$$

$$-R_D \cdot 6 + 6 \cdot 1 - 2,4 \cdot 2 = 0$$

$$R_D = \frac{6 - 4,8}{6} = 0,2 \text{ ton}$$

$$\Sigma M_D = 0$$

$$R_C \cdot 6 - 6 \cdot 5 + 2,4 \cdot 6 = 0$$

$$R_C = \frac{30 - 19,2}{6} = 1,8 \text{ ton}$$

BMD

$$BM_E = 9 \cdot 9 - 9 \cdot 6 = 27 \text{ Tm}$$

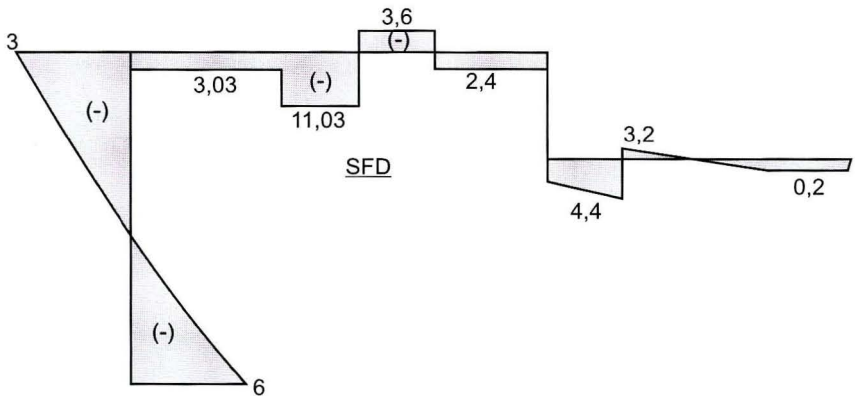
$$BM_F = -3,03 \cdot 4 + 9 \cdot 9 - 9 \cdot 6 = 14,88 \text{ Tm}$$

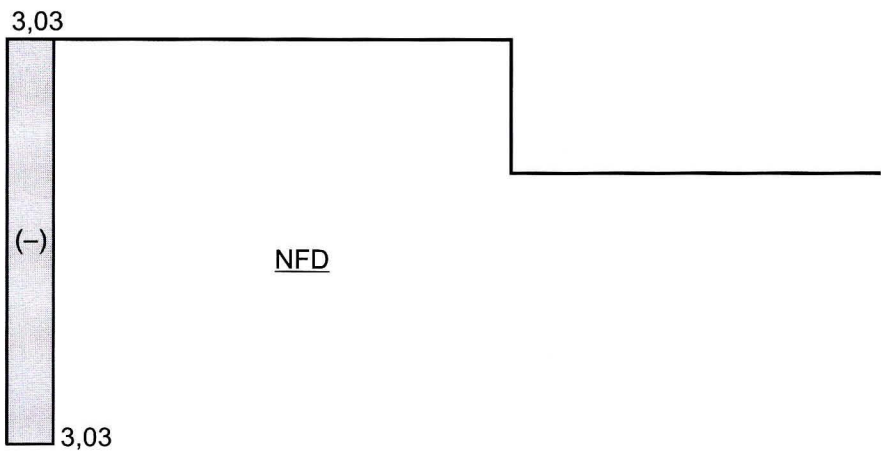
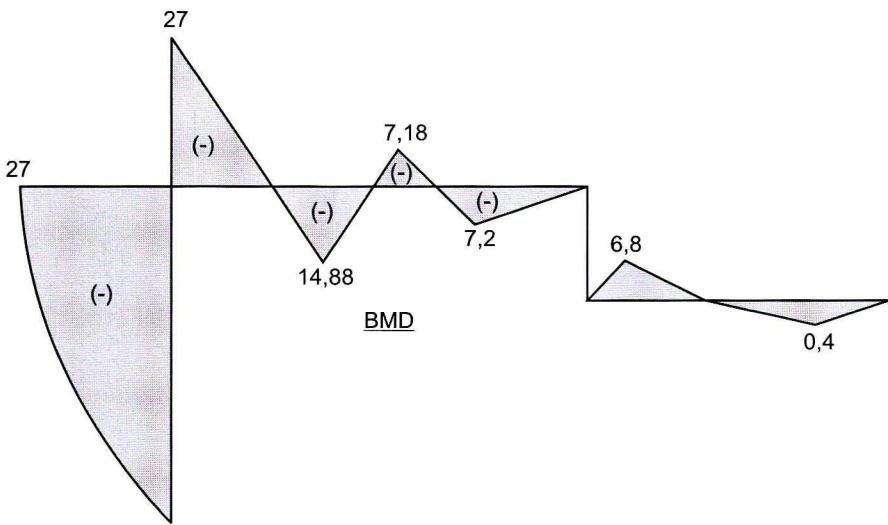
$$BM_B = -3,03 \cdot 6 + 9 \cdot 9 - 9 \cdot 6 - 8 \cdot 2 = -7,18 \text{ Tm}$$

$$BM_G = 3,6 \cdot 2 = 7,2 \text{ Tm}$$

$$BM_C = -2,4 \cdot 2 - 2 \cdot 1 = -6,8 \text{ Tm}$$

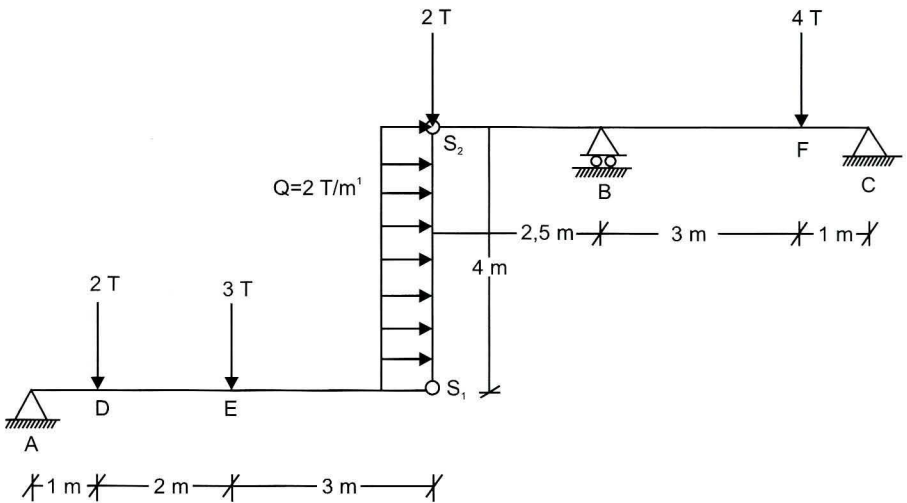
$$BM_H = 0,2 \cdot 2 = 0,4 \text{ Tm}$$





SOAL 5

Buatlah SFD, NFD, dan BMD



Batang A – S₁

$$\Sigma M_{S_1} = 0$$

$$R_A \cdot 6 - 2 \cdot 5 - 3 \cdot 3 = 0$$

$$R_A = \frac{10 + 9}{6} = 3,167 \text{ ton}$$

$$\Sigma M_A = 0$$

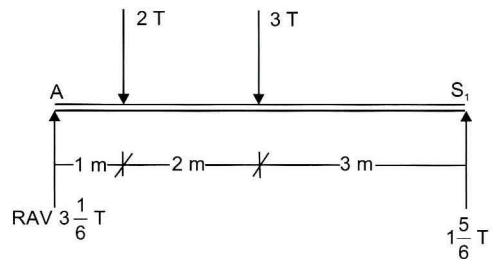
$$-R_{S_1} \cdot 6 + 3 \cdot 3 + 2 \cdot 1 = 0$$

$$R_{S_1} = \frac{9 + 2}{6} = 1,833 \text{ ton (vertikal)}$$

Batang S₁ – S₂

$$R_{S_1} = R_{S_2} = \frac{1}{2} \cdot Q \cdot L = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 4 = 4 \text{ ton}$$

(horisontal)



Batang $S_2 - B - C$

$$\Sigma M_C = 0$$

$$R_B \cdot 4 + (2 + 1,83) \cdot 6,5 - 4 \cdot 1 = 0$$

$$R_B = \frac{299/12 + 48/12}{4} = 347/48 \text{ ton}$$

$$\Sigma M_B = 0$$

$$-R_C \cdot 4 + 4 \cdot 3 - (2 + 1,83) \cdot 2,5 = 0$$

$$R_C = \frac{12 + 115/12}{4} = 29/48 \text{ ton}$$

BMD

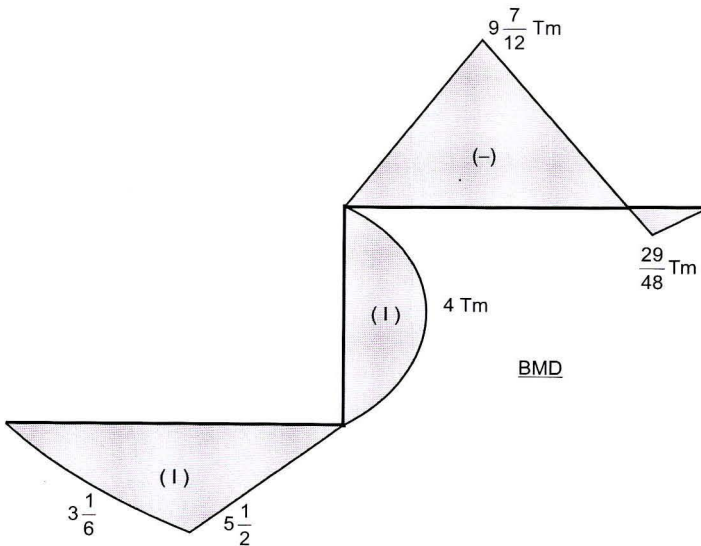
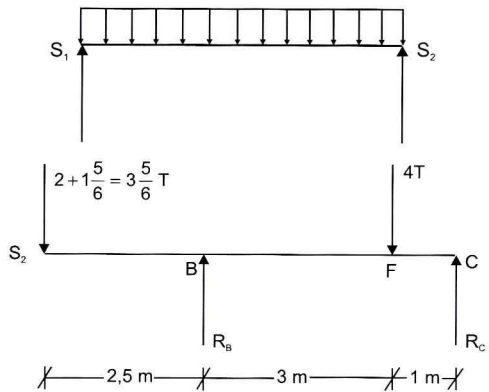
$$BM_D = 3 \frac{1}{6} \cdot 1 = 3 \frac{1}{6} \text{ Tm}$$

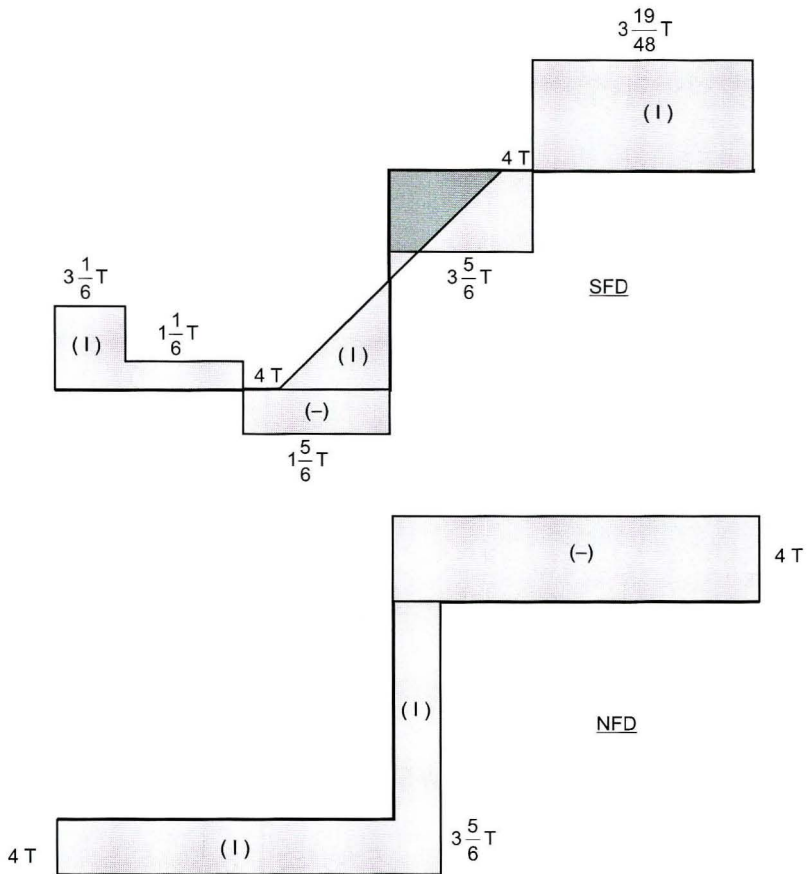
$$BM_E = 1 \frac{5}{6} \cdot 3 = 5 \frac{1}{2} \text{ Tm}$$

$$BM_{S_1S_2} = 1/8 \cdot Q \cdot L^2 = 1/8 \cdot 2 \cdot 16 = 4 \text{ Tm}$$

$$BM_B = -3 \frac{5}{6} \cdot 2,5 = -9 \frac{7}{12} \text{ Tm}$$

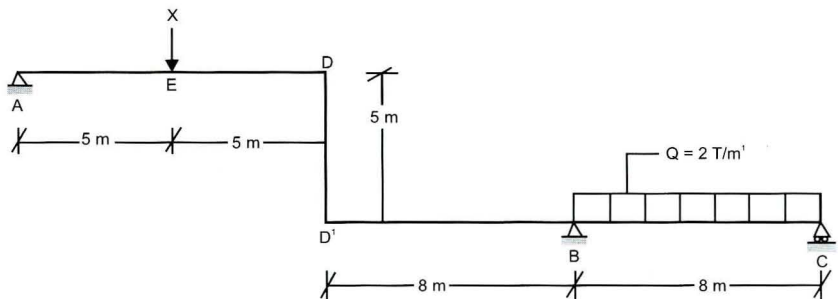
$$BM_F = 29/48 \cdot 1 = 29/48 \text{ Tm}$$





SOAL 6

Hitunglah nilai X agar $R_C = 0$ serta gambarkan SFD, BMD, NFD



Batang A – D

$$R_A = R_D = \frac{1}{2} X \text{ ton}$$

Batang D' – B – C

$$\Sigma M_B = 0$$

$$-\frac{1}{2} \cdot X \cdot 8 + 2 \cdot 8 \cdot 4 - R_C \cdot 8 = 0$$

$$R_C = \frac{64 - 4X}{8} = 0$$

maka $X = 16 \text{ ton}$

$$\Sigma M_C = 0$$

$$-\frac{1}{2} \cdot X \cdot 16 + R_B \cdot 8 - 16 \cdot 4 = 0$$

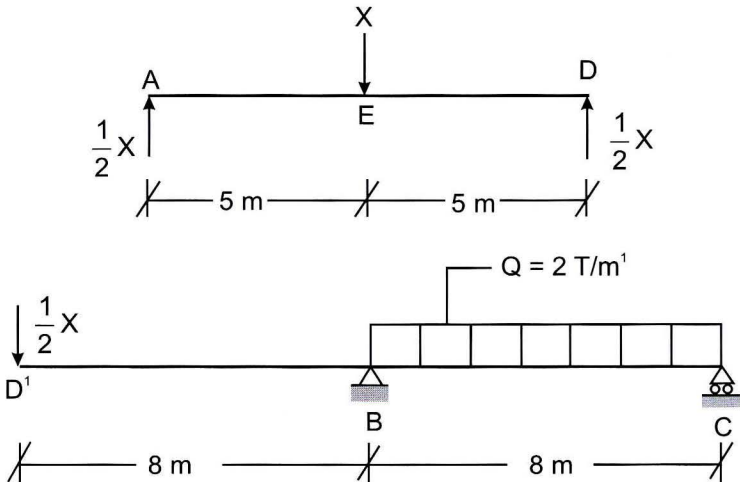
$$R_B = \frac{64 + 128}{8} = 24 \text{ ton}$$

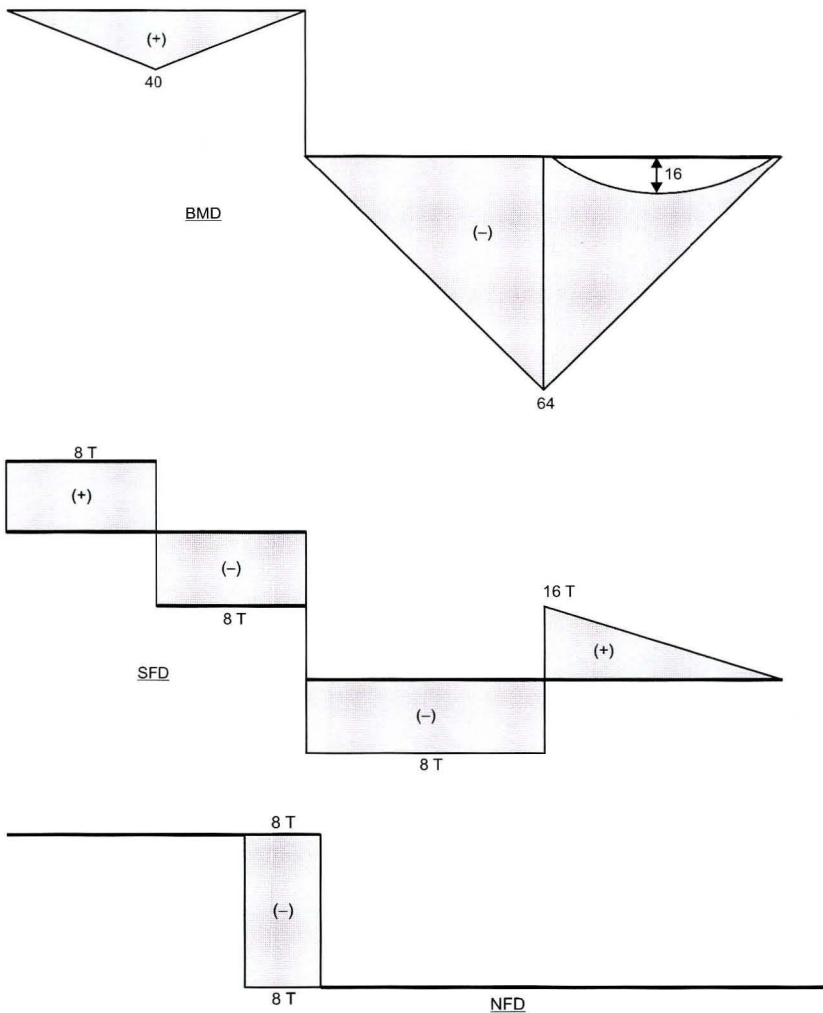
BMD

$$BM_E = 8 \cdot 5 = 40 \text{ ton}$$

$$BM_B = -8 \cdot 8 = -64 \text{ ton}$$

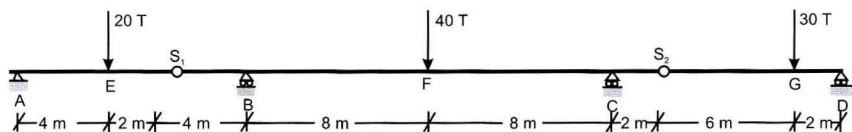
$$BM_{BC} = \frac{1}{8} \cdot Q \cdot L^2 = \frac{1}{8} \cdot 2 \cdot 8^2 = 16 \text{ tonv}$$





SOAL 7

Bandingkan kondisi ketika sendi S_1 ada di antara A – B dan S_2 ada di antara C – D, dengan kondisi ketika $S_1 - S_2$ ada di antara B – C dengan jarak yang sama.



Batang A – B

$$R_A = \frac{20 \cdot 2}{6} = 6 \frac{2}{3} \text{ ton}$$

$$R_{S1} = \frac{20 \cdot 4}{6} = 13 \frac{1}{3} \text{ ton}$$

Batang $S_2 - D$

$$R_{S2} = \frac{30 \cdot 2}{8} = 7,5 \text{ ton}$$

$$R_{S1} = \frac{30 \cdot 6}{8} = 22,5 \text{ ton}$$

Batang $S_1 - B - C - S_2$

$$R_B = \frac{13 \frac{1}{3} \cdot 20 + 40 \cdot 8 - 7,5 \cdot 2}{16}$$

$$= 35 \frac{35}{48} \text{ ton}$$

$$R_C = \frac{7,5 \cdot 18 + 40 \cdot 8 - 13 \frac{1}{3} \cdot 4}{16}$$

$$= 25 \frac{5}{48} \text{ ton}$$

BMD

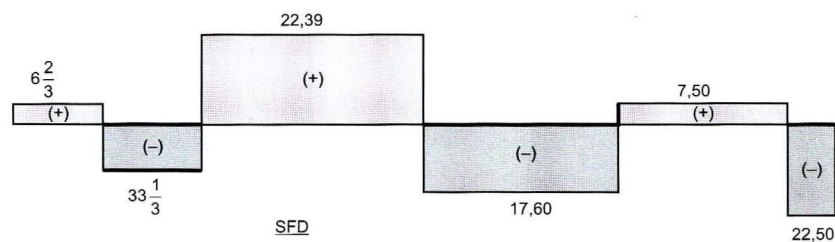
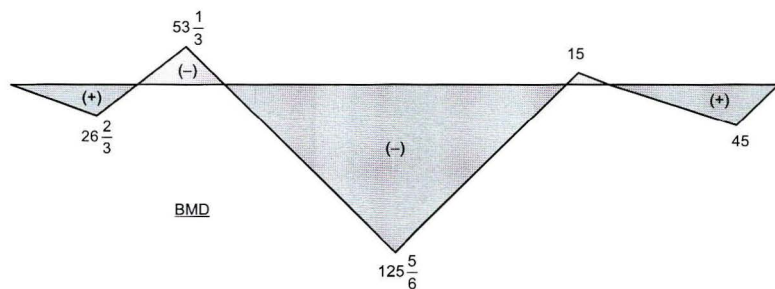
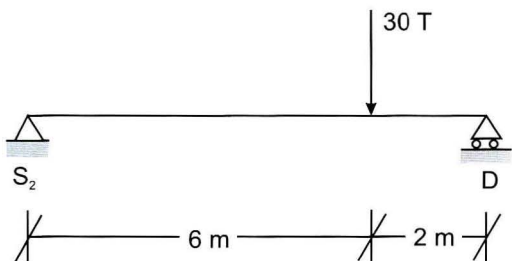
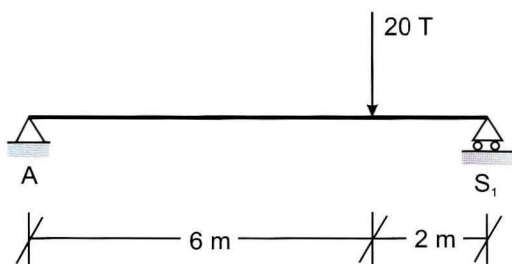
$$BM_E = 6 \frac{2}{3} \cdot 4 = 26 \frac{2}{3} \text{ Tm}$$

$$BM_B = -13 \cdot \frac{1}{3} \cdot 4 = -53 \frac{1}{3} \text{ Tm}$$

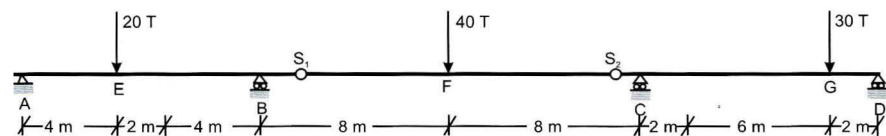
$$BM_F = 35 \frac{35}{48} \cdot 8 - 13 \frac{1}{3} \cdot 12 = 125 \frac{5}{6} \text{ Tm}$$

$$BM_C = -7,5 \cdot 2 = -15 \text{ Tm}$$

$$BM_G = 22,5 \cdot 2 = 45 \text{ Tm}$$



Sendi S_1 dan S_2 diletakkan di antara B dan C



Batang $S_1 - S_2$

$$R_{S1} = R_{S2} = \frac{40}{2} = 20 \text{ ton}$$

Batang A - B

$$R_A = \frac{20 \cdot 2 - 20 \cdot 4}{6} = -6 \frac{2}{3} \text{ ton}$$

$$R_B = \frac{20 \cdot 4 + 20 \cdot 10}{6} = 46 \frac{2}{3} \text{ ton}$$

Batang C - D

$$R_B = \frac{20 \cdot 10 + 30 \cdot 2}{8} = 32,5 \text{ ton}$$

$$R_C = \frac{30 \cdot 6 - 20 \cdot 2}{8} = 17,5 \text{ ton}$$

BMD

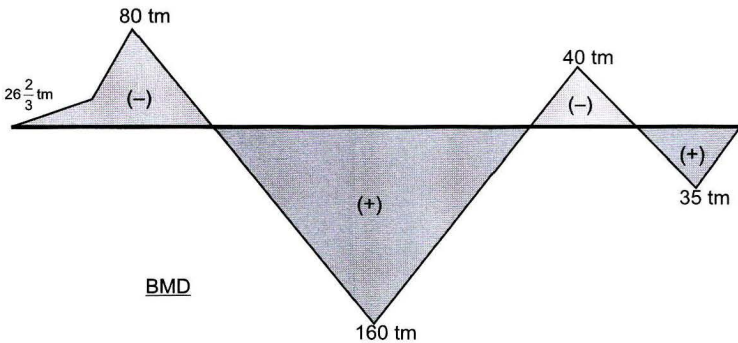
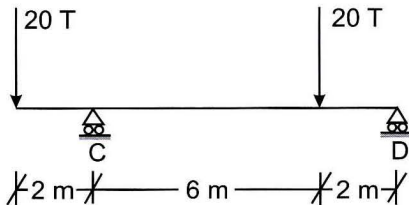
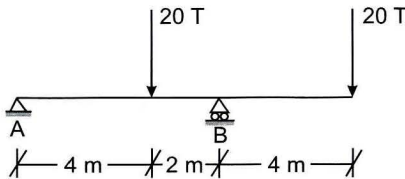
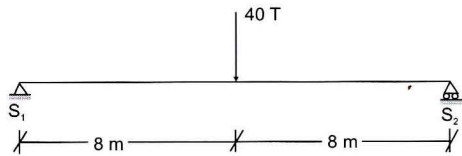
$$BM_E = -6 \frac{2}{3} \cdot 4 = -26 \frac{2}{3} \text{ Tm}$$

$$BM_B = -20 \cdot 4 = -80 \text{ Tm}$$

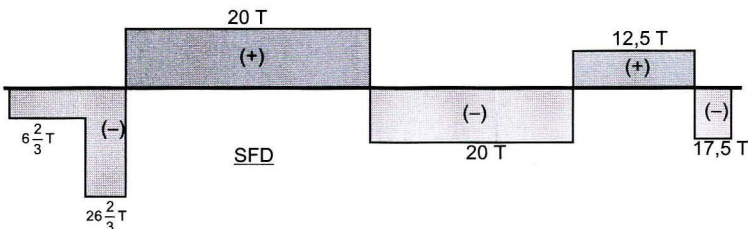
$$BM_F = 20 \cdot 8 = 160 \text{ Tm}$$

$$BM_C = -20 \cdot 2 = -40 \text{ Tm}$$

$$BM_G = 17,5 \cdot 2 = 35 \text{ Tm}$$



BMD

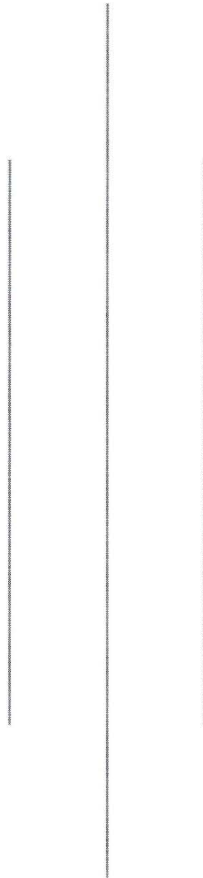


SFD

PENGANTAR MEKANIKA TANAH

Oleh :

Dr. es. sc. tech. Ir. Ahmad Rifa'i, M.T



MEKANIKA TANAH

TINJAUAN MODUL

Modul ini membahas tentang proses pembentukan tanah, peranan mekanika tanah dalam aplikasi, karakteristik dan sifat teknis tanah, klasifikasi tanah dari berbagai sistem, kuat geser tanah dan kuat dukung tanah. Juga dibahas berbagai jenis uji dalam penyelidikan tanah. Penerapan dalam perancangan dan analisis sistem fondasi dangkal dibahas dalam modul ini.

Tujuan pembelajaran pada modul ini adalah pada akhir pelatihan peserta dapat menghitung dan menentukan sifat teknis tanah, mampu mengklasifikasikan berbagai jenis tanah dalam klasifikasi sistem USCS, AASHTO dan USDA. Peserta juga mampu menentukan parameter kuat geser dan melakukan analisis kuat dukung tanah berdasarkan berbagai hasil uji baik berdasar sifat teknis tanah maupun dari hasil uji sondir maupun uji SPT. Selain itu juga untuk memperkuat kemampuan pemahaman di bidang pengujian tanah maka peserta dikenalkan berbagai metode pengujian dalam penyelidikan geoteknik. Peserta juga mampu melakukan analisis dan perancangan fondasi telapak tunggal.

Modul ini dimulai dengan pendahuluan sebagai Bab 1. Pada bab ini dibahas pengertian mekanika tanah dan arti pentingnya. Pada Bab 2 akan dijabarkan secara detail pengertian dan parameter sifat teknis dan klasifikasi tanah. Bab 3 membahas pengertian dan penentuan kuat geser tanah dan kuat dukung tanah. Bab 4 fokus membahas pengujian tanah dengan berbagai metode dalam penyelidikan geoteknik. Pengertian, konsep dan perancangan fondasi dangkal, berupa fondasi telapak tunggal dibahas dalam Bab 5.

Modul ini sebagai bahan ajar dan disusun sedemikian rupa untuk menjadi dasar pada keilmuan geoteknik yang lebih lanjut. Peserta perlu memperkaya dengan pustaka yang direferensikan sebagai bekal dalam diskusi.

BAB I

PENDAHULUAN

A. Pengertian Mekanika Tanah

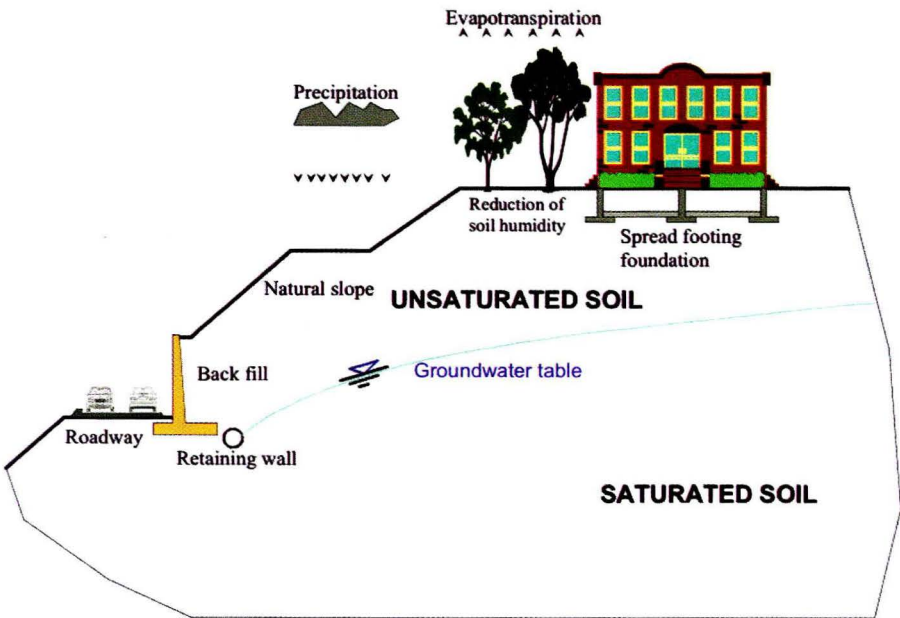
Mekanika tanah adalah ilmu pengetahuan tentang kesetimbangan dan pergerakan butiran tanah. Tanah pada lingkup ini diartikan sebagai lapisan atas dari lapisan bumi yang menjadi lapuk karena cuaca, sedangkan kerak bumi yang tidak mengalami pelapukan dinamakan *rock* (batuan). Batuan dibicarakan terpisah pada disiplin ilmu yang lain, yaitu mekanika batuan (*rock mechanics*).

Berdasarkan ukuran butirnya, tanah diklasifikasikan menjadi lempung (*clay*), lanau (*silt*), pasir (*sand*), dan kerikil (*gravel*). Batas-batas ukuran butir ditunjukkan oleh Tabel 1.1. Selain berdasarkan ukuran butir, tanah juga diklasifikasikan berdasarkan susunan kimianya. Kerikil dan pasir biasanya dibentuk dari mineral yang sama, tergantung batuan asalnya. Mineral tersebut umumnya berupa *quartz*, *feldspar*, *glimmer*. Pada tanah bergradasi halus bisa mengandung mineral yang sama dengan kerikil dan pasir, tetapi kadang-kadang tercampur oleh mineral lempung. Penyusun utama mineral lempung adalah *kaolinite*, *montmorillonite*, dan *illite*.

Tabel 1.1 Tabel ukuran butir tanah

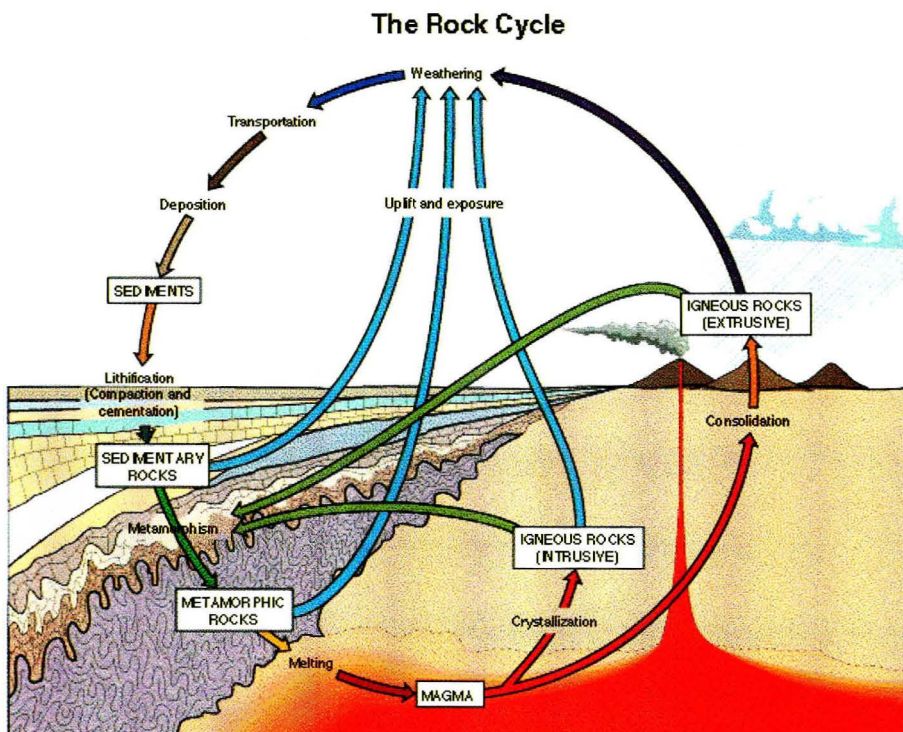
Jenis	British Standard (Ø mm)	ASTM (Ø mm)
Lempung (<i>clay</i>)	< 0.002	<0.002
Lanau (<i>silt</i>)	0.002 – 0.06	0.002 – 0.075
Pasir (<i>sand</i>)	0.06 – 2	0.075 – 4.75
Kerikil (<i>gravel</i>)	2 – 60	4.75 – 75
<i>Cobbles</i>	60 – 200	75 – 300
<i>Boulder</i>	> 200	> 300

Banyak masalah geoteknik yang melibatkan tanah jenuh sebagian. Beberapa contoh masalah praktis dapat ditunjukkan seperti dalam Gambar 1.1. Sebagai contoh, struktur badan jalan raya yang dibangun di atas muka air tanah. Di sini terjadi masalah perubahan volume akibat perubahan tegangan dan *suction* yang dihasilkan dari efek pemadatan. Pada dinding penahan tanah, kuat geser dan deformasi akan berubah ketika hujan terjadi. Kekuatan tanah akan turun dan perilaku *collapse* mungkin terjadi akibat proses pembasahan (*wetting collapse*). Contoh lain adalah stabilitas lereng. Kehilangan kuat geser tanah mungkin terjadi akibat hujan yang mengubah kondisi tanah menjadi jenuh sempurna sehingga instabilitas lereng dapat timbul. Terlihat bahwa perilaku tanah itu sangat kompleks. Perlu pemahaman properties tanah sehingga perilaku hidro-mekanis tanah dapat dimengerti untuk analisis dan perancangan geoteknik.



Gambar 1.1. Contoh masalah praktis yang melibatkan perilaku tanah

B. Siklus Batuan dan Asal Tanah



Gambar 1.2. The rock cycle

The ultimate source of all rock and soil is the molten magma from deep in the earth. The minerals are nearly all forms of silicates with various other metallic elements. The *rock cycle* (Figure 1.2) starts with the hardened magma, *igneous* rock. The rock mass can be changed by a combination of extreme pressure, heat, distortion, and solution to form *metamorphic* rock. Weathering of the surface of the rock, whether igneous or metamorphic, can be followed by the transportation of the weathered particles to a new location and subsequent induration into *sedimentary* rocks.

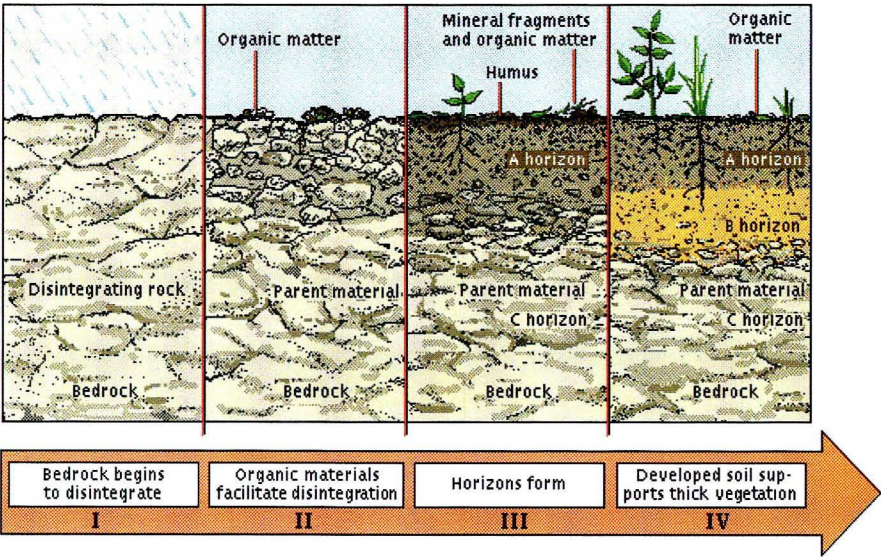
Ada 3 kelompok batuan:

Batuan beku (*igneous rock*).

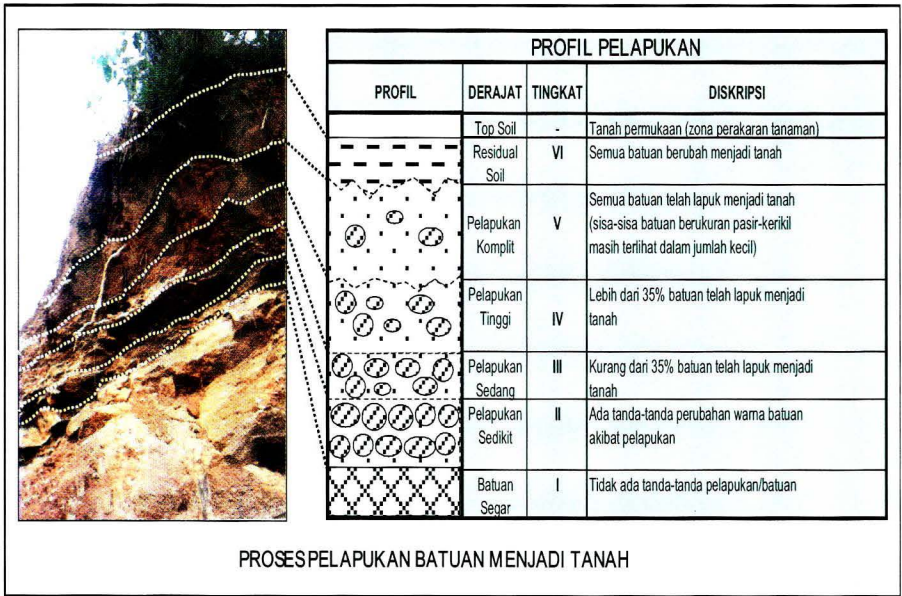
Batuan sedimen (*sedimentary rock*).

Batuan metamorf (*metamorphic rock*).

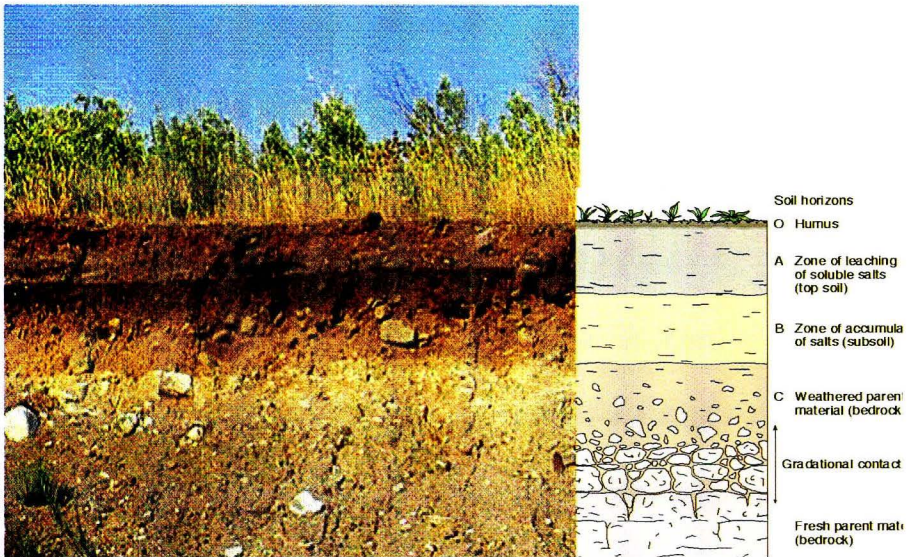
Jenis batuan berdasarkan kelompok batuan dan devisinya secara rinci ditampilkan dalam Tabel 4.10. Tabel 4.11 menunjukkan tingkat kekerasan batuan berdasarkan nilai kuat tekan bebas. Sifat umum dari masing-masing kategori dapat dilihat dalam Tabel 4.13. (Day, 2000). Pembentukan tanah secara geologi ditunjukkan dalam Gambar 1.3. Pelapukan batuan untuk menjadi tanah ditunjukkan dalam Gambar 1.4. Tanah adalah himpunan mineral, bahan organik, endapan yang *loose* terletak di atas batuan dasar (*bedrock*). Posisi tanah dan batuan di alam ditunjukkan dalam Gambar 12.5.



Gambar 1.3. Proses pembentukan tanah



Gambar 1.4. Proses pelapukan batuan menjadi tanah



Gambar 1.5. Posisi batuan dan tanah di alam

TABLE 4.10 Simplified Rock Classification

Common igneous rocks		
Major division (1)	Secondary divisions (2)	Rock types (3)
Extrusive	Volcanic explosion debris (fragmental) Lava flows and hot siliceous clouds Lava flows (fine-grained texture)	Tuff (lithified ash) and volcanic breccia Obsidian (glass), pumice, and scoria Basalt, andesite, and rhyolite
Intrusive	Dark minerals dominant Intermediate (25–50% dark minerals) Light color (quartz and feldspar minerals)	Gabbro Diorite Granite
Common sedimentary rocks		
Major division (1)	Texture (grain size) or chemical composition (2)	Rock types (3)
Clastic rocks	Grain sizes larger than 2 mm (pebbles, gravel, cobbles, and boulders) Sand-size grains, 0.062 to 2 mm Silt-size grains, 0.004 to 0.062 mm Clay-size grains, less than 0.004 mm	Conglomerate (rounded cobbles) or breccia (angular rock fragments) Sandstone Siltstone Claystone and shale
Chemical and organic rocks	Carbonate minerals (e.g., calcite) Halite minerals Sulfate minerals Iron-rich minerals Siliceous minerals Organic products	Limestone Rock salt Gypsum Hematite Chert Coal
Common metamorphic rocks		
Major division (1)	Structure (foliated or massive) (2)	Rock types (3)
Coarse crystalline	Foliated Massive	Gneiss Metaquartzite
Medium crystalline	Foliated Massive	Schist Marble, quartzite, serpentine, soapstone
Fine to microscopic	Foliated Massive	Phyllite, slate Hornfels, anthracite coal

Note. Grain sizes correspond to the Modified Wentworth scale.

TABLE 4.11 Hardness of Rock Versus Unconfined Compressive Strength

Hardness (1)	q_u (2)	Rock description (3)
Very soft	10 to 250 tsf	The rock can be readily indented, grooved, or gouged with fingernail, or carved with a knife. Breaks with light manual pressure. The rock disintegrates upon the single blow of a geologic hammer.
Soft	250 to 500 tsf	The rock can be grooved or gouged easily by a knife or sharp pick with light pressure. Can be scratched with a fingernail. Breaks with light to moderate manual pressure.
Hard	500 to 1000 tsf	The rock can be scratched with a knife or sharp pick with great difficulty (heavy pressure is needed). A heavy hammer blow is required to break the rock.
Very hard	1000 to 2000 tsf	The rock cannot be scratched with a knife or sharp pick. The rock can be broken with several solid blows of a geologic hammer.
Extremely hard	>2000 tsf	The rock cannot be scratched with a knife or sharp pick. The rock can only be chipped with repeated heavy hammer blows.

Notes:

- One measure of the quality of rock is its hardness, which has been correlated with the unconfined compressive strength of rock specimens. This table lists hardness of rock as a function of the unconfined compressive strength q_u . Because the unconfined compressive strength is performed on small rock specimens, in most cases, it will not represent the actual condition of *in situ* rock. The reason is the presence of joints, fractures, fissures, and planes of weakness in the actual rock mass which govern its engineering properties, such as deformation characteristics, shear strength, and permeability. The unconfined compressive test also does not consider other rock quality factors, such as its resistance to weathering or behavior when submerged in water.
- q_u = unconfined compressive strength (tsf) of the rock. 1 tsf is approximately equal to 100 kPa.
- Sources: *Basic Soils Engineering* (Hough 1969) and *Engineering Geology Field Manual* (1987).

(source: Day, 2000)

TABLE 4.13 Summary of Typical Engineering Properties of Rock

Rock type (1)	Mechanical strength (2)	Durability (3)	Chemical stability (4)	Surface (5)	Impurities (6)	Crushed shape (7)
Igneous						
Granite, syenite, and diorite	Good	Good	Good	Good	Possible	Good
Felsite	Good	Good	Questionable	Fair	Possible	Fair
Basalt, diabase, and gabbro	Good	Good	Good	Good	Seldom	Fair
Peridotite	Good	Fair	Questionable	Good	Possible	Good
Sedimentary						
Limestone and dolomite	Good	Fair	Good	Good	Possible	Good
Sandstone	Fair	Fair	Good	Good	Seldom	Good
Chert	Good	Poor	Poor	Fair	Likely	Poor
Conglomerate and breccia	Fair	Fair	Good	Good	Seldom	Fair
Shale	Poor	Poor	—	Good	Possible	Fair to poor
Metamorphic						
Gneiss and schist	Good	Good	Good	Good	Seldom	Good to poor
Quartzite	Good	Good	Good	Good	Seldom	Fair
Marble	Fair	Good	Good	Good	Possible	Good
Serpentine	Fair	Fair	Good	Fair to poor	Possible	Fair
Amphibolite	Good	Good	Good	Good	Seldom	Fair
Slate	Good	Good	Good	Poor	Seldom	Poor

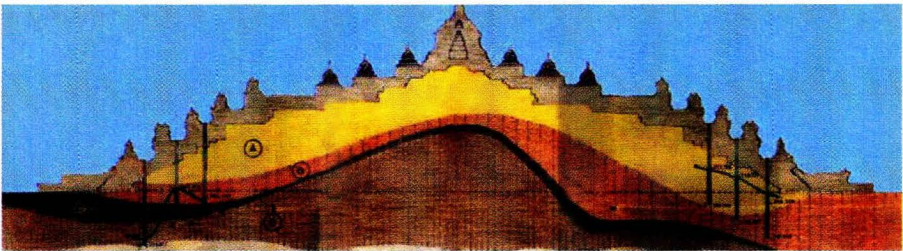
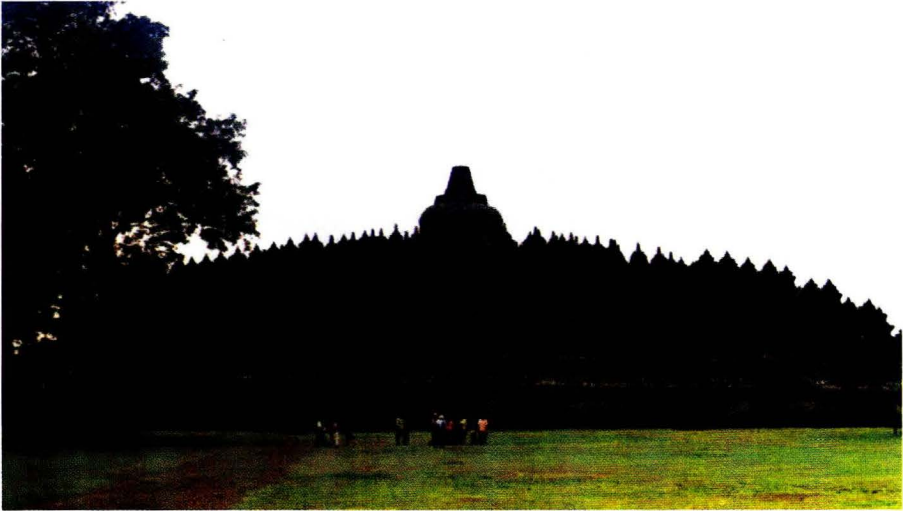
Source: *Concrete Construction Handbook* (Waddell and Dobrowski 1993). Reproduced with permission of McGraw-Hill, Inc.

(source: Day, 2000)

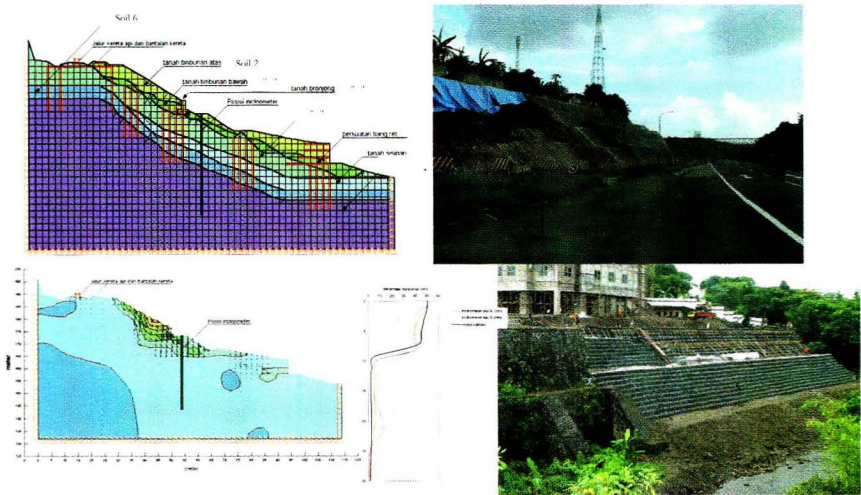
C. Peranan Mekanika Tanah

Perlu pengetahuan berkaitan dengan properties tanah dan metodologi untuk desain. Hal ini dalam rangka efisiensi. Pengetahuan mengenai sifat fisis dan mekanis tanah juga sangat diperlukan untuk mengurangi kerusakan lingkungan akibat adanya pembangunan infrastruktur.

Stabilitas bangunan candi:



Stabilitas lereng :



Sistem fondasi:



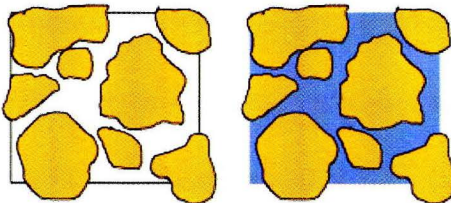
BAB II

SIFAT TEKNIS TANAH DAN KLASIFIKASI

A. Elemen Tanah

Tanah tersusun dari bagian padat dan rongga. Pada bagian rongga bisa berisi udara semua (kering) atau air semua (jenuh) serta sebagian udara dan air (jenuh sebagian). Elemen tanah dan kondisi tanah di alam terkait keberadaan air ditunjukkan dalam Gambar 2.1 dan 2.2. Apabila elemen tanah dikelompokkan diasumsikan bahwa bagian padat selalu konstan, tidak mengalami pengurangan/penambahan volume/berat (asumsi pelapukan tidak diperhitungkan dalam merumuskan sifat teknis).

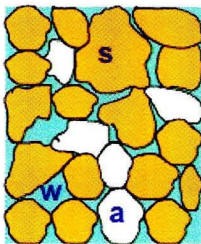
Mekanika tanah klasik



Tanah kering

Saturated soil

Tanah jenuh sebagian



s : solid

w : water

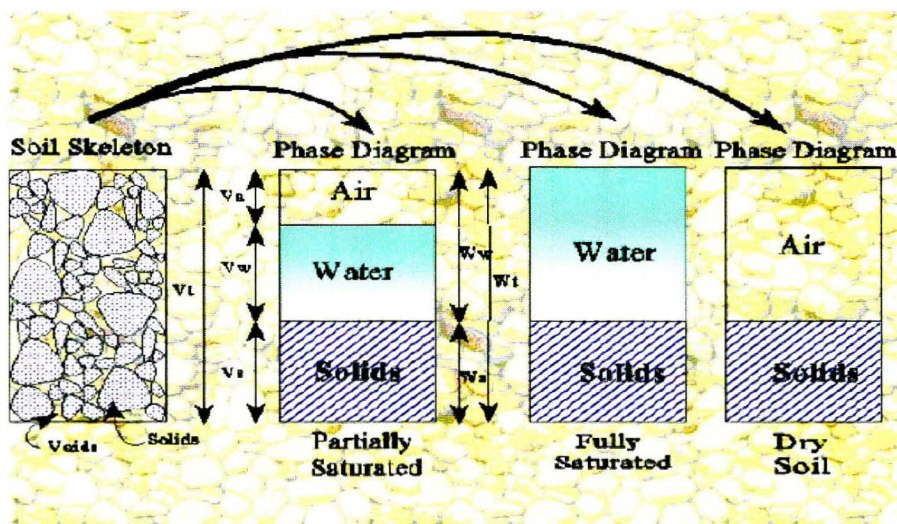
a : air

u_w : water pressure

u_a : air pressure

$$\text{Matric suction: } s = u_a - u_w$$

Gambar 2.1. Elemen tanah



Gambar 2.2. Diagram fase tanah

B. Sifat Teknis Tanah

Penentuan sifat teknis tanah didasarkan pada hubungan berat, massa dan volume masing-masing elemen tanah seperti ditunjukkan dalam Gambar 2.3. Sifat teknis tanah adalah sebagai berikut ini:

WATER CONTENT
(Geotechnical definition)

$$w = \frac{W_w}{W_s}$$

SPECIFIC GRAVITY

$$G_s = \frac{W_s}{V_s \gamma_w}$$

VOLUME OF SOLIDS

$$V_s = \frac{W_s}{G_s \gamma_w}$$

VOLUME OF VOIDS

$$V_v = V - V_s$$

VOID RATIO

$$e = \frac{V_v}{V_s} = \frac{n}{1 - n}$$

POROSITY

$$n = \frac{V_v}{V} = \frac{e}{1 + e}$$

DEGREE OF SATURATION

$$S = \frac{V_w}{V_v} = \frac{w G_s}{e}$$

UNIT WEIGHT OF WATER
(Fresh water)

$$\gamma_w = \frac{W_w}{V_w} = 62.4 \text{ PCF}$$

DRY UNIT WEIGHT
(Dry density)

$$\gamma_d = \frac{W_s}{V} = \frac{\gamma_m}{1 + w}$$

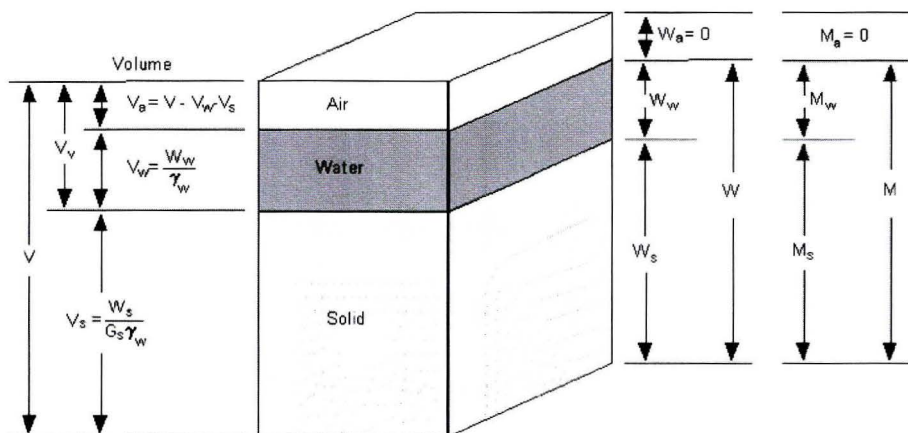
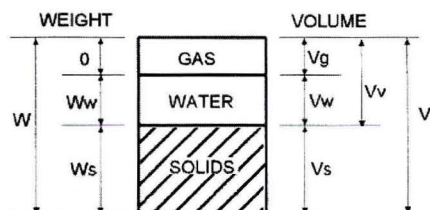
WET UNIT WEIGHT
(Wet density)

$$\gamma_m = \frac{W}{V}$$

SUBMERGED UNIT WEIGHT
(Buoyant density)

$$\gamma' = \gamma_m - \gamma_w$$

$$\gamma' = \frac{G_s - 1}{1 + e} \gamma_w$$



Gambar 2.3. Berat dan volume fase tanah

Basic volume-mass relationship

$$n = \frac{e}{1+e} \quad e = \frac{n}{1-n} \quad \gamma = \gamma_d(1+w) \quad \gamma' = \gamma - \gamma_w$$

$$n = \frac{wG_s}{1+wG_s} \text{ Bila } S=1 \quad \gamma_d = \frac{\gamma_w G_s}{1+e} \quad S.e = w.G_s$$

$$G_s, e, w \implies \gamma = \frac{G_s \cdot \gamma_w \cdot (1+w)}{1+e}$$

$$S=1 \text{ (jenuh)} \implies \gamma_{sat} = \frac{\gamma_w (G_s + e)}{1+e}$$

$$S=0 \text{ (kering)} \implies \gamma_d = \frac{\gamma_w G_s}{1+e}$$

C. Gradasi Ukuran Butiran dan Klasifikasi Tanah

Analisis ukuran butiran tanah adalah penentuan persentase berat butiran tanah pada satu unit saringan dengan ukuran diameter lubang saringan yang telah ditentukan. Metode ini digunakan untuk menentukan distribusi ukuran butir dari tanah berbutir kasar. Dengan menyaring tanah benda uji maka dapat diketahui berat tanah yang tertinggal pada masing-masing saringan sehingga persentase terhadap berat kumulatif tanah dapat dihitung. Sedangkan untuk menentukan distribusi ukuran butiran dari tanah berbutir halus atau bagian berbutir halus dari tanah berbutir kasar, ditentukan dengan cara sedimentasi atau cara hidrometer.

Cara yang biasa digunakan adalah cara hidrometer, yaitu dengan memperhitungkan berat jenis suspensi yang tergantung dari berat butiran tanah dalam suspensi pada waktu tertentu. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan gelas ukuran dengan kapasitas 1000 ml yang diisi dengan larutan air, bahan pendispersi dan tanah yang akan diuji.

Dari hasil analisis ukuran butiran menggunakan saringan dan analisis ukuran butiran dengan cara hidrometer maka akan diperoleh data persentase berat butiran yang digunakan sebagai dasar untuk menggambar kurva gradasi butiran. Ordinat grafik merupakan persentase berat butiran dan absisnya adalah ukuran butiran dengan skala semilog. Dari gambar kurva ini maka dapat ditentukan baik atau tidaknya jenis gradasi tanah. Definisi ukuran butiran menurut klasifikasi USCS ditunjukkan dalam Gambar 2.5.

Ukuran saringan:

3 in. (75mm)	3/8 in. (9.5mm)	
2 in. (50mm)	No. 4 (4.75mm)	No. 60 (0.250mm)
1 ½ in. (38.1mm)	No. 10 (2.00mm)	No. 140 (0.140mm)
1 in. (25.0mm)	No. 20 (0.850mm)	No. 200 (0.075mm)
¾ in. (19.0mm)	No. 40 (0.425mm)	

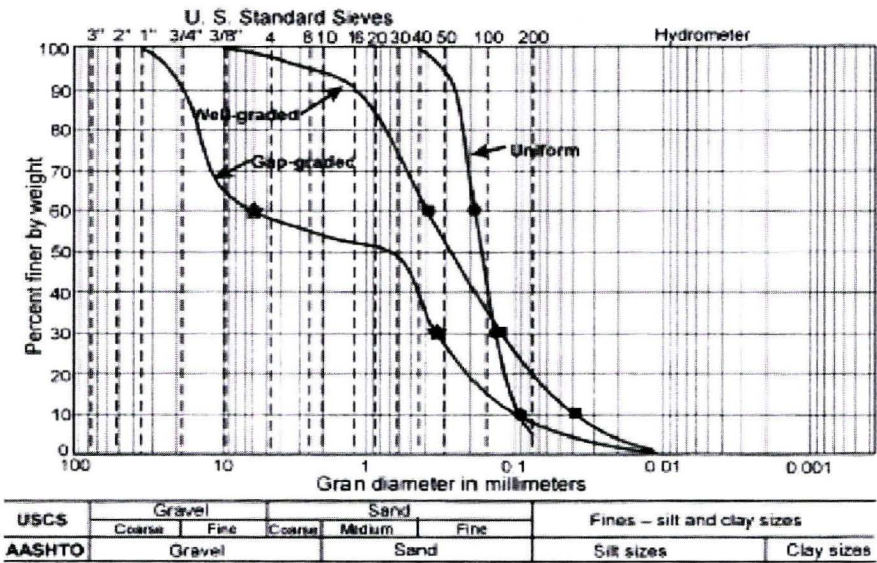
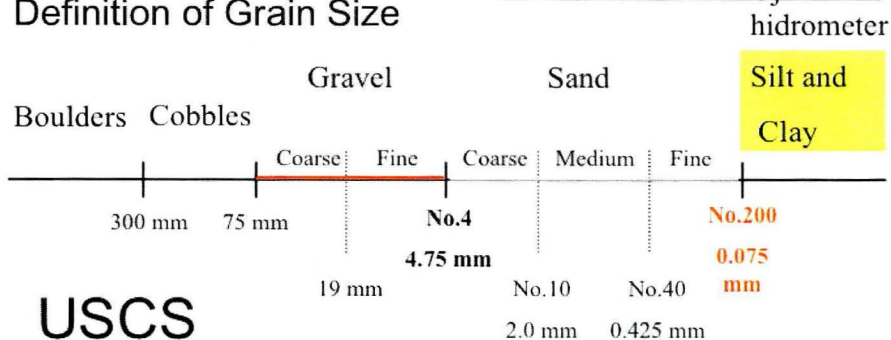


FIGURE 2.1 Typical gradation distribution curves

Gambar 2.4. Contoh distribusi ukuran butiran tanah



Definition of Grain Size



Gambar 2.5. Ukuran butiran menurut klasifikasi USCS

D₁₀: Maximum size of the smallest 10%
D₃₀: Maximum size of the smallest 30%
D₅₀: Maximum size of the smallest 50%
D₆₀: Maximum size of the smallest 60%
D₁₀: Effective size (eg for permeability)

C_u: Coefficient of Uniformity = D_{60}/D_{10}

C_c: Coefficient of Curvature = $(D_{30})^2/(D_{60} \times D_{10})$

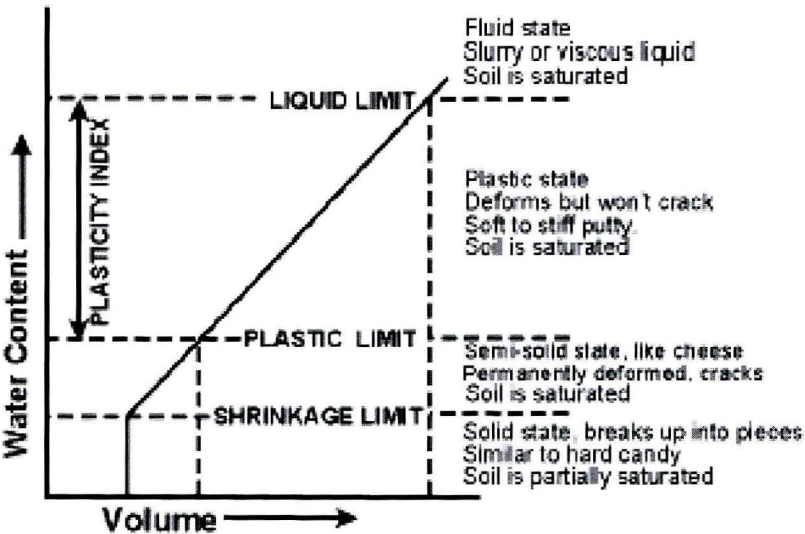
Batas-batas Atterberg sangat berguna untuk menentukan identifikasi dan klasifikasi tanah, sehingga untuk mengetahui jenis suatu tanah perlu ditentukan dulu batas-batas atterbergnya. Salah satu hal yang penting pada tanah berbutir halus adalah sifat plastisitasnya, sifat ini disebabkan oleh adanya partikel mineral lempung dalam tanah. Plastisitas adalah kemampuan tanah dalam menyesuaikan perubahan bentuk pada volume yang konstan tanpa retak-retak. Berdasarkan kadar airnya tanah terbagi menjadi beberapa bentuk yaitu cair, plastis, semi padat, dan padat seperti dalam Gambar 2.6.

Batas cair (LL) adalah kadar air tanah pada kondisi batas keadaan cair dan keadaan plastis, yaitu batas dari daerah plastis. Nilai batas cair dilakukan dengan pengujian Casagrande (1948). Dari data ini kemudian digambarkan hubungan kadar air dan jumlah pukulan dalam grafik semi logaritmis untuk menentukan kadar air pada 25 kali pukulan.

Batas plastis (PL) adalah kadar air pada kedudukan antara daerah plastis dan semi padat, yaitu presentase kadar air dimana tanah dengan diameter silinder 3,2 mm mulai retak-retak ketika digulung. Indeks plastisitas adalah selisih antara batas cair dan batas plastis, dapat dirumuskan:

$$PI = LL - PL$$

Indeks plastisitas merupakan interval kadar air dimana tanah masih bersifat plastis sehingga indeks plastisitas menunjukkan sifat keplastisan tanah. Tabel 2.1 menunjukkan kategori tanah butiran halus berdasar nilai indeks plastisitas.



Gambar 2.6. Batas konsistensi tanah

Tabel 2.1. Kategori tanah berdasar nilai indeks plastisitas, PI

PI	Sifat	Macam Tanah	Kohesi
0	Nonplastis	Pasir	Nonkohesif
< 7	Plastisitas rendah	Lanau	Kohesif sebagian
7 - 17	Plastisitas sedang	Lempung berlanau	Kohesif
> 17	Plastisitas tinggi	Lempung	Kohesif

Menurut Das, (1991) sistem klasifikasi tanah adalah suatu sistem pengaturan beberapa jenis tanah yang berbeda tapi mempunyai sifat yang serupa ke dalam kelompok-kelompok dan subkelompok–subkelompok berdasarkan pemakaiannya. Sistem klasifikasi memberikan suatu bahasa yang mudah untuk menjelaskan secara singkat sifat-sifat umum tanah yang sangat bervariasi. Dalam menentukan klasifikasi tanah terdapat beberapa sistem diantaranya: sistem USCS (Gambar 2.7 dan 2.8), sistem AASHTO (Tabel 2.2), dan sistem USDA.

Sistem klasifikasi AASHTO digunakan untuk menentukan kualitas tanah dalam perencanaan timbunan jalan, *subbase* dan *subgrade*. Sistem klasifikasi ini membagi tanah menjadi 8 kelompok, yaitu A-1 sampai A-7 termasuk sub-subkelompok. Tanah diklasifikasikan ke dalam kelompok A-1 sampai A-3 apabila terdapat < 35% dari jumlah butiran tanah lolos ayakan No. 200. Klasifikasikan kedalam kelompok A-4 sampai A-7 apabila terdapat > 35% dari jumlah butiran tanah lolos ayakan No. 200.

Tabel 1.3. Sistem klasifikasi tanah Unified

Divisi Utama	Simbol Kelompok	Nama Jenis	Nama Jenis	
Tanah berbutir kasar 50% butiran lebih dari 0,075 mm	Kerikil 50% atau lebih dari butiran kerikil lebih besar dari 0,425 mm	GW	Kerikil gradasi baik dan campuran pasir-kerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus	
		GP	Kerikil gradasi buruk dan campuran pasir-kerikil atau tidak mengandung butiran halus	
		GM	Kerikil berlanau, campuran kerikil pasir-lempung	
	Pasir lebih dari 50% atau lebih dari butiran pasir lebih besar dari 0,075 mm	Kerikil banyak kandungan butiran halus	GC	Kerikil berlempung, campuran kerikil pasir-lempung
			SW	Pasir gradasi baik, pasir berkerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus
			SP	Pasir gradasi buruk, pasir kerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus
Tanah berbutir halus 50% atau lebih dari butiran lebih kecil dari 0,075 mm	Pasir lebih dari 50% atau lebih dari butiran pasir lebih besar dari 0,075 mm	Kerikil banyak kandungan butiran halus	SM	Pasir berlanau, campuran pasir-lanau
			SC	Pasir berlempung, campuran pasir-lempung
			ML	Lanau tak organik dan pasir sangat halus, serbuk batuan atau pasir halus berlanau atau berlempung
	Lanau dan lempung batas cair 50% atau kurang	Lanau dan lempung	CL	Lempung tak organik dengan plastisitas rendah sampai sedang, lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung kurus (lean clays)
			OL	Lanau organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah
			MH	Lanau tak organik atau pasir halus diatomae, lanau elastis
Tanah dengan kadar organik tinggi	Lanau dan lempung batas cair > 50%	Lanau dan lempung	CH	Lempung tak organik dengan plastisitas tinggi; lempung gemuk (fat clays)
			OH	Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi
PI			Gambut (peat) dan tanah lain dengan kandungan organik tinggi	

Klasifikasi berdasarkan presentase butiran halus (kurang dari 5% lebih dari 0,075 mm) dan C_u , C_c (SM, SC, SW, SP, GP, GM, GC, GW, ML, OL, CL, CH, MH, OH, PI)

Batas maksimum yang mempunyai simbol dabel

Batas-batas Atterberg di atas garis A atau $PI > 7$

Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau $PI < 4$

Batas-batas Atterberg di atas garis A atau $PI > 7$

Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau $PI < 4$

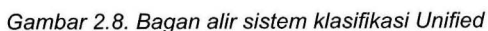
Batas-batas Atterberg berada di daerah arir dan diagram plastisitas, maka dipakai simbol dabel

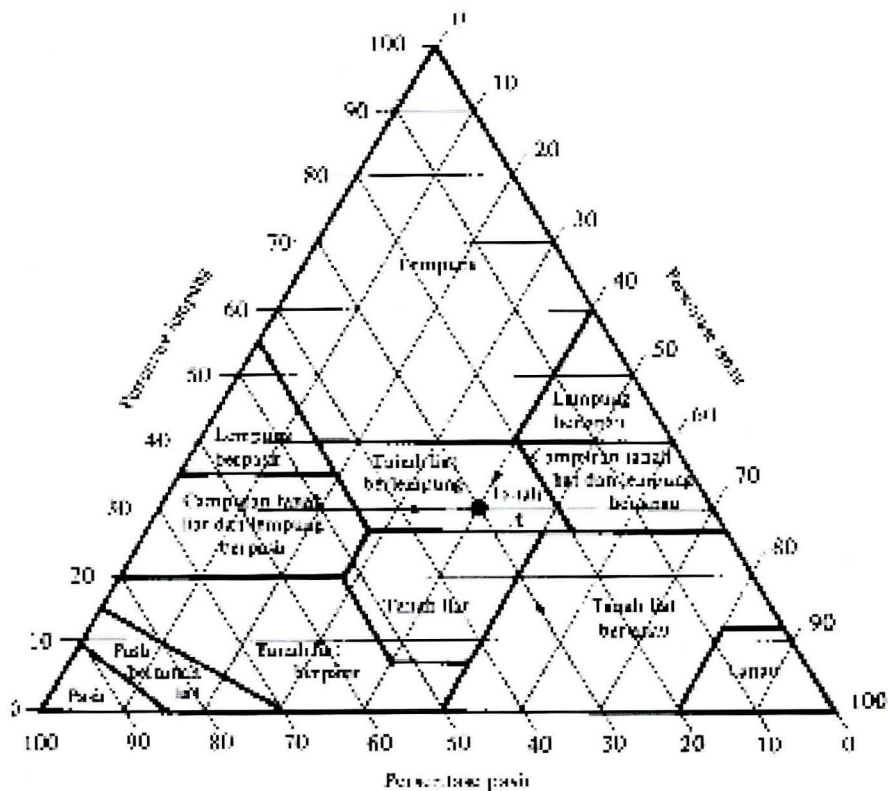
Batas-batas Atterberg berada di daerah arir dan diagram plastisitas, maka dipakai simbol dabel

Diagram plastisitas untuk mengklasifikasi tanah berbutir halus yang berlimpah dalam tanah berbutir kasar. Batas Atterberg yang tertera dalam diagram yang ditarik berturut-turut keatasnya menggunakan dua kemiringan.

Manual untuk identifikasi secara visual dapat dilihat di ASTM Designation D-2488

Gambar 2.7. Sistem klasifikasi USCS



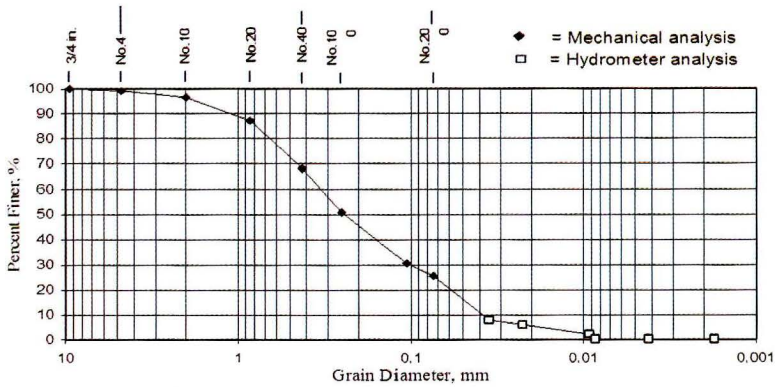


Gambar 2.8. Sistem klasifikasi USDA

D. Latihan

Suatu tanah mempunyai distribusi butiran seperti dalam gambar. Batas cair 27% dan batas plastis 24%. Kadar air tanah 20%, specific gravity 2,69 dan porositas 35%. Hitung:

- a) Persentasi gravel, sand dan fines (silt & clay) menurut Unified System.
- b) Nilai Cc dan Cu.
- c) Klasifikasikan tanah tersebut menurut Unified dan AASHTO (tunjukkan cara memperoleh dengan melampirkan lembar klasifikasi).
- d) Nilai angka pori, berat volume basah dan derajat kejenuhan.



BAB III

KUAT GESER

DAN DAYA DUKUNG TANAH

A. Kuat Geser Tanah

Kuat geser tanah adalah gaya perlawanan internal tanah per satuan luas terhadap keruntuhan atau pergeseran sepanjang bidang geser akibat beban yang bekerja pada tanah. Untuk menentukan parameter kuat geser tanah dapat dilakukan uji:

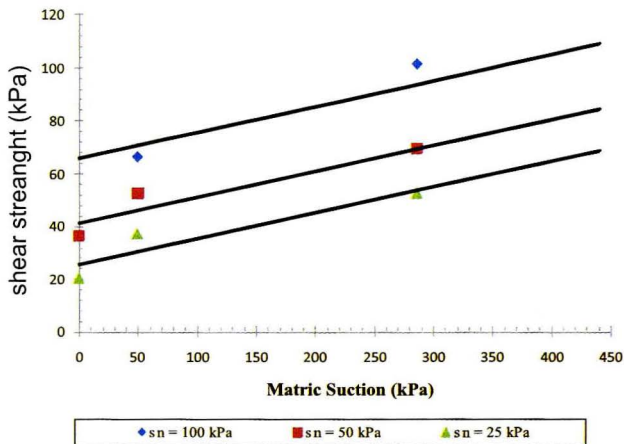
Uji geser langsung (*direct shear test*) seperti dalam Gambar 3.1.

Uji triaksial (*triaxial test*) → UU, CU, CD.

Uji tekan bebas (*unconfined compression test*).

Uji kipas geser (*vane shear test*).





Gambar 3.1. Uji geser langsung

Kriteria keruntuhan MOHR-COULOMB

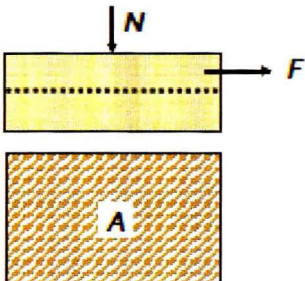
Mohr (1900): Keruntuhan pada material akibat kombinasi keadaan kritis antara tegangan normal (σ) dan tegangan geser (τ)

$$\tau = f(\sigma)$$

Coulomb (1776) mendefinisikan $f(\tau)$:

$$t = c + s \tan j$$

$$\frac{F}{A} = c + \frac{N}{A} \tan \phi$$

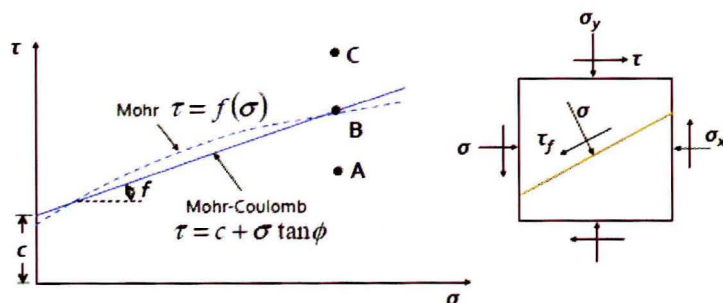


τ = kuat geser tanah (kN/m^2)

c = kohesi tanah (kN/m^2)

ϕ = sudut gesek internal ($^\circ$)

σ = tegangan normal pada bidang runtuh (kN/m^2)

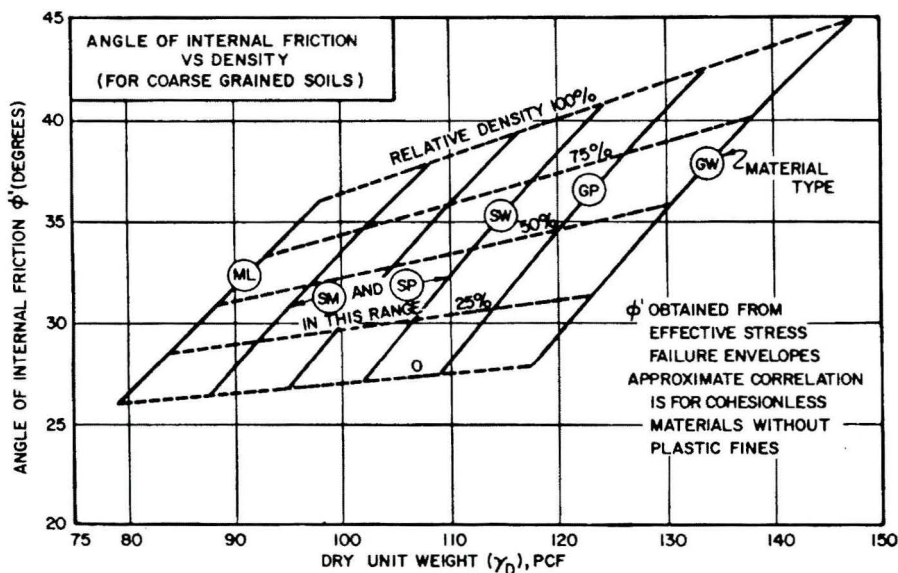


A $\rightarrow$ keruntuhan geser belum terjadi

B $\rightarrow$ keruntuhan geser terjadi

C $\rightarrow$ keruntuhan geser tidak pernah terjadi

Gambar 3.2. Kriteria keruntuhan Mohr-Coulomb dan arameter kuat geser tanah



Gambar 3.3. Korelasi nilai sudut gesek dalam tanah dengan kepadatan

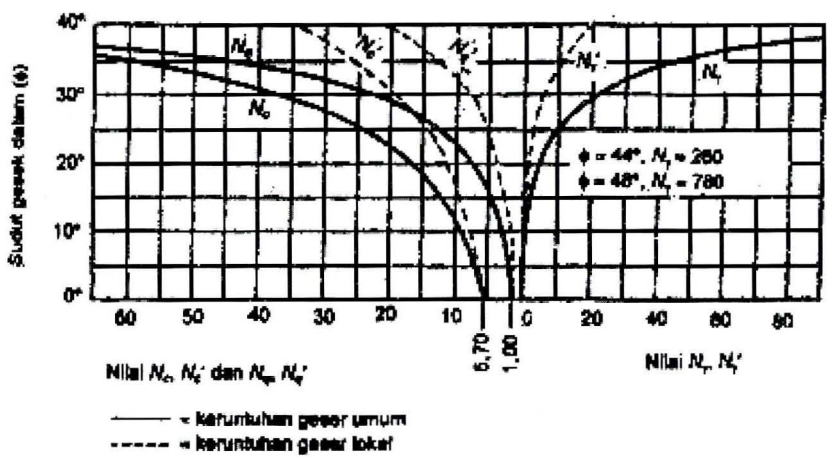
B. Kuat Dukung Tanah

Kuat dukung ultimit (q_u) didefinisikan sebagai beban maksimum persatuan luas dimana tanah masih dapat mendukung beban dengan tanpa mengalami keruntuhan. Daya dukung tanah ultimit q_u dinyatakan dalam persamaan berikut. Kuat dukung ijin tanah, q_a merupakan kuat dukung ultimit dibagi dengan angka aman, SF. Angka aman biasanya diambil antara SF=2 sampai dengan 3.

$$q_u = acN_c + D_f gN_q + b gBN_g$$

$$q_a = \frac{q_u}{SF}$$

Untuk menentukan besarnya nilai faktor kapasitas dukung tersebut dapat menggunakan grafik yang ditunjukkan pada Gambar 3.4.



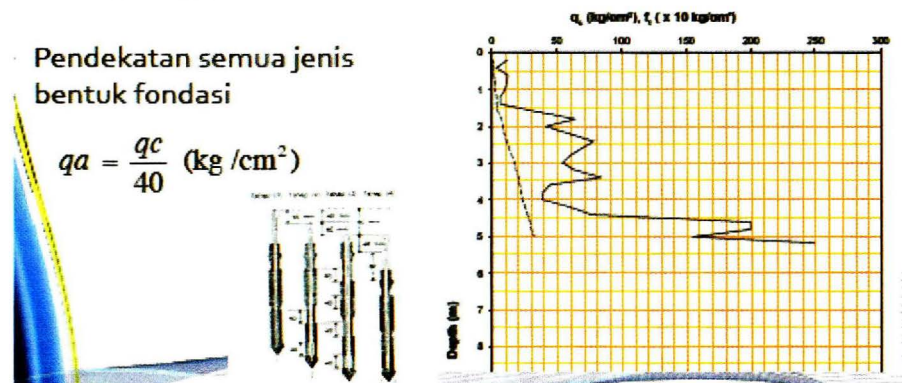
Fondasi	α	β
Memanjang	1	0.5
Persegi	1.3	0.4
Lingkar	1.3	0.3

Gambar 3.4. Faktor daya dukung Terzaghi dan koefisien bentuk fondasi

Kuat dukung tanah berdasarkan hasil uji sondir ditentukan seperti ditunjukkan dalam Gambar 3.5.

$$q_a = \frac{qc}{30} \text{ (kg/cm}^2\text{)} \quad \text{➤ Bila } B \leq 1.2\text{m}$$

$$q_a = \frac{qc}{50} \left[1 + \frac{0.3}{B} \right]^2 \text{ (kg/cm}^2\text{)} \quad \text{➤ Bila } B \geq 1.2\text{m}$$



Gambar 3.5. Kuat dukung berdasar hasil sondir

Berdasarkan hasil uji SPT (Standard Penetration Test), kuat dukung ijin (q_a dalam kN/m²) tanah dasar berdasarkan nilai N SPT untuk fondasi menerus menurut Mayerhof (1974) dengan lebar fondasi $B > 1.2\text{m}$ adalah sebagai berikut.

$$q_a = 12 \text{ N} ; \text{ untuk lebar } B \leq 1,2 \text{ m}$$

$$q_a = 8 \text{ N} \frac{B + 0,3}{B} ; \text{ untuk lebar } B > 1,2 \text{ m}$$

BAB IV

PENYELIDIKAN TANAH

Penyelidikan geoteknik dapat dilakukan dengan berbagai metode, baik uji di lapangan maupun di laboratorium.

Soil investigation: Boring, Standard Penetration Test (SPT), Cone Penetration Test (CPT), Pit test, ect.

Geoelectrical & Georadar Test for soil profiling.

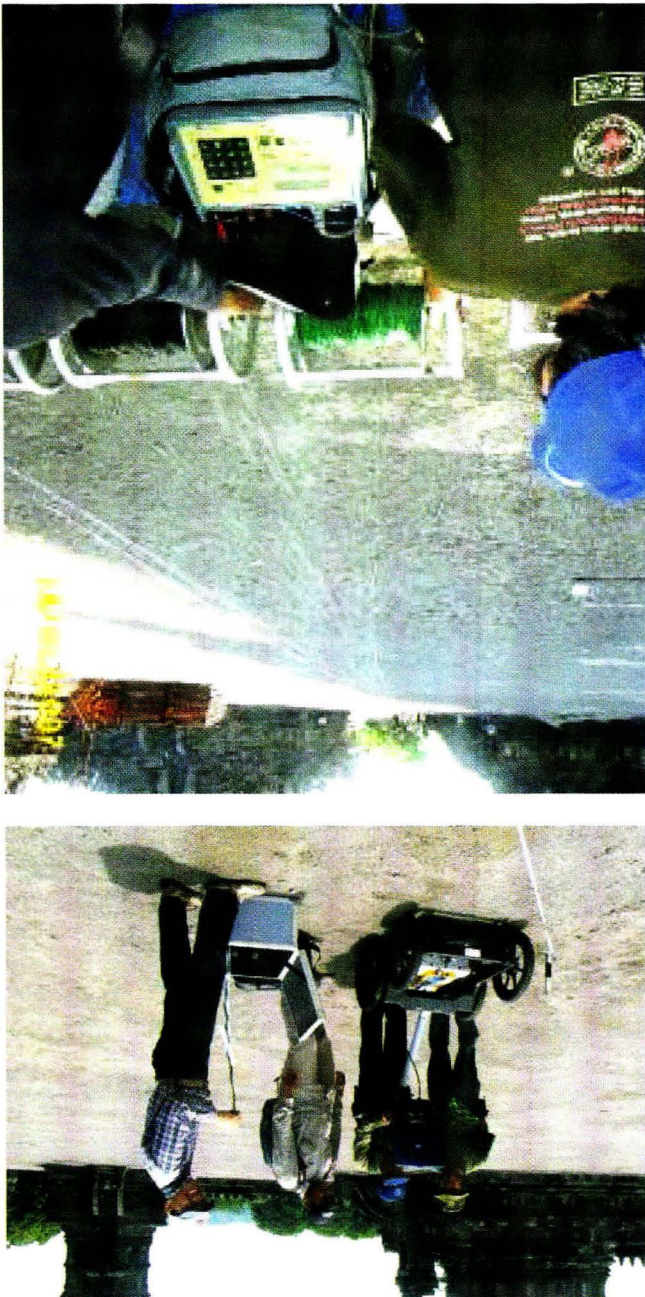
Laboratory test: index/engineering properties, mechanical and chemical behaviour.

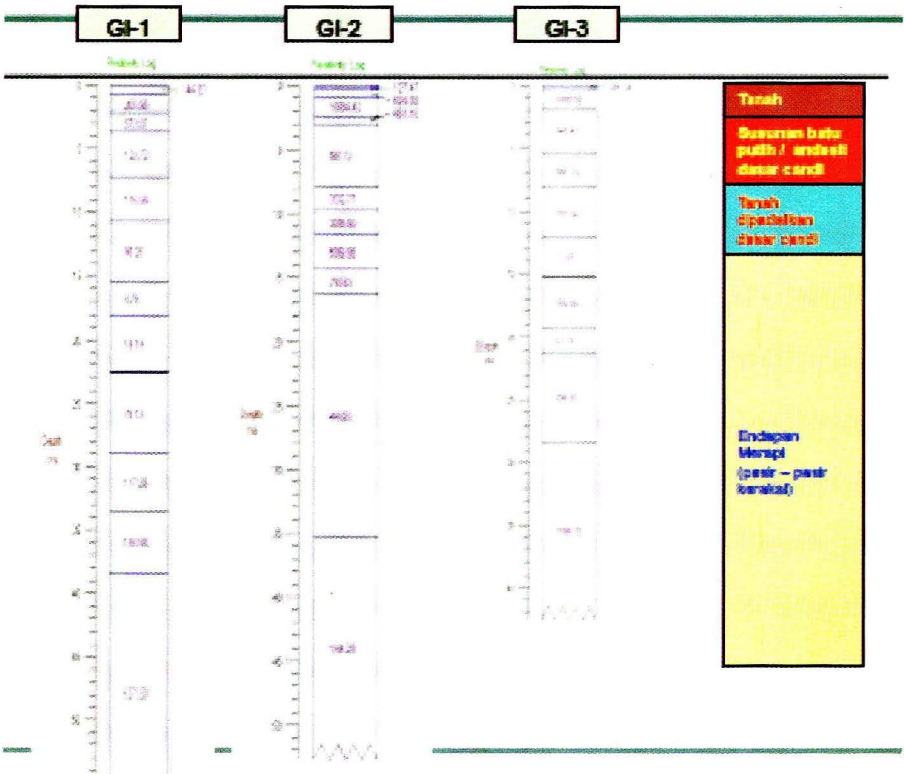
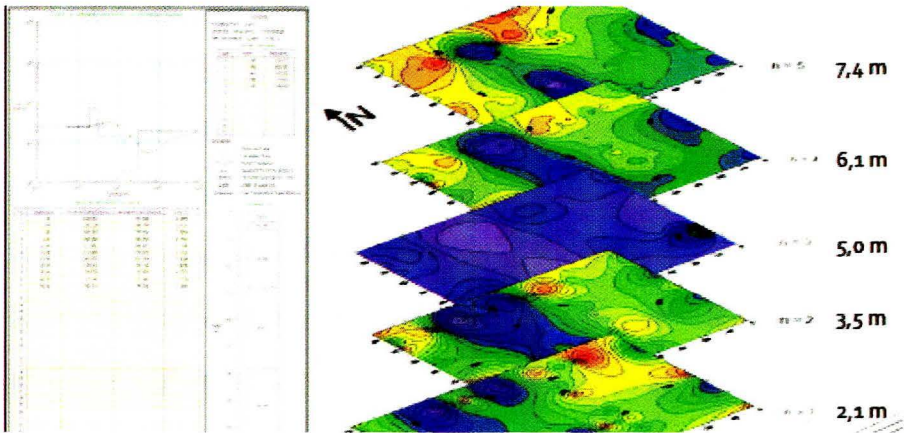
Numerical simulation.

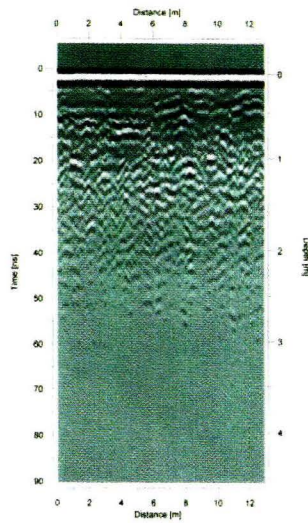
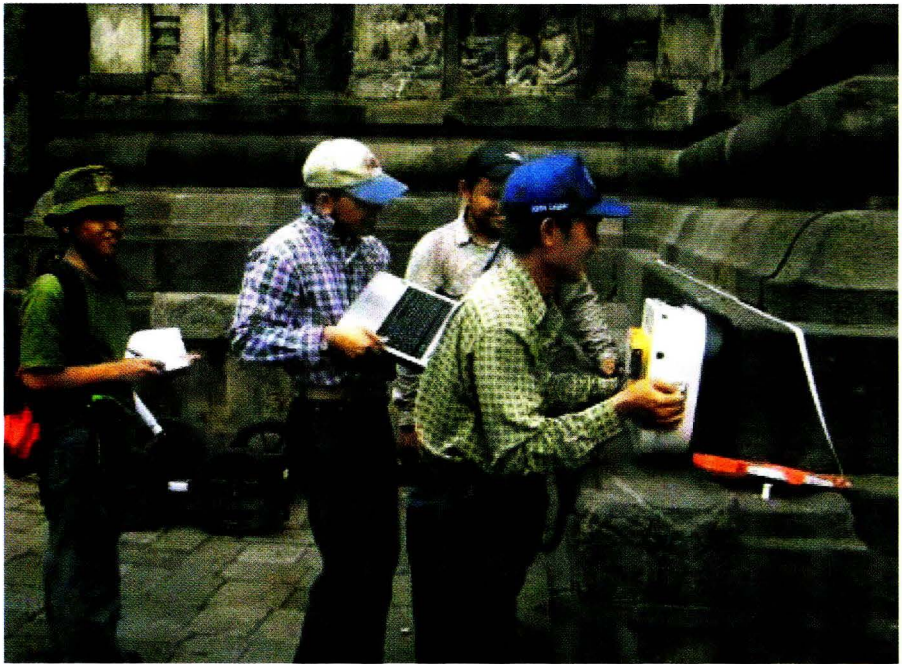


Gambar 4.1. Uji bor mesin (Coring, SPT dan Lugeon test)

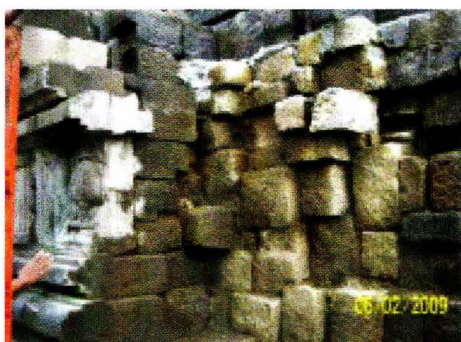
Gambar 4.2. Uji Geo-radar dan Geo-listrik







Gambar 4.5. Uji georadar dan hasil uji pada tubuh Candi Siwa



Filler

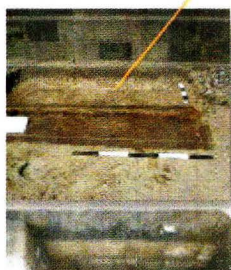
Crack



TES PIT FONDASI

Test Pit fondasi
kedalaman ± 520 cm

Saluran peresapan buatan



Gambar 4.6. Tes pit tubuh dan fondasi candi

Gambar 4.7. Borlog hasil uji bor mesin

Konsistensi	Nilai N SPT
Sangat lepas	0 - 5
Lepas	5- 10
Sedang	10 - 30
Padat	30 - 50
Sangat padat	50 - 60

Hubungan nilai N SPT dengan konsistensi tanah lempung
(Terzaghi & Peck, 1948)

Konsistensi	Nilai N SPT
Sangat lunak	0 - 2
Lunak	2 - 4
Sedang	4 - 8
Kaku	8 - 15
Sangat kaku	15 - 30
Keras	≥ 30

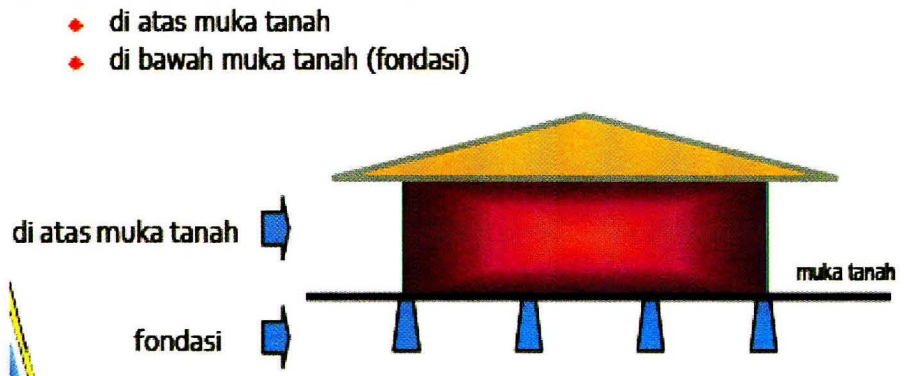
BAB V

FONDASI BANGUNAN

A. Fondasi dan Perancangan

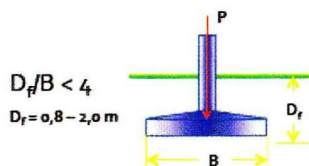
Fondasi merupakan bagian struktur yang berhubungan langsung dengan tanah, yang merupakan penopang dan meneruskan beban bangunan atas (*upper structure*) seperti ditunjukkan dalam Gambar 5.1. Untuk itu, fondasi bangunan harus diperhitungkan untuk dapat menjamin kestabilan bangunan terhadap berat sendiri, beban, gaya luar, seperti: tekanan angin, gempa bumi, dan lain-lain. Selain dari itu juga tidak boleh terjadi penurunan melebihi batas yang di iijinkan.

Fondasi bangunan dibedakan menjadi dua yaitu fondasi dangkal (*shallow foundation*) dan fondasi dalam (*deep foundation*) tergantung dari letak tanah kerasnya, dan perbandingan kedalaman fondasi dengan lebar fondasi (lihat Gambar 5.2).



Gambar 5.1. Sketsa sistem fondasi

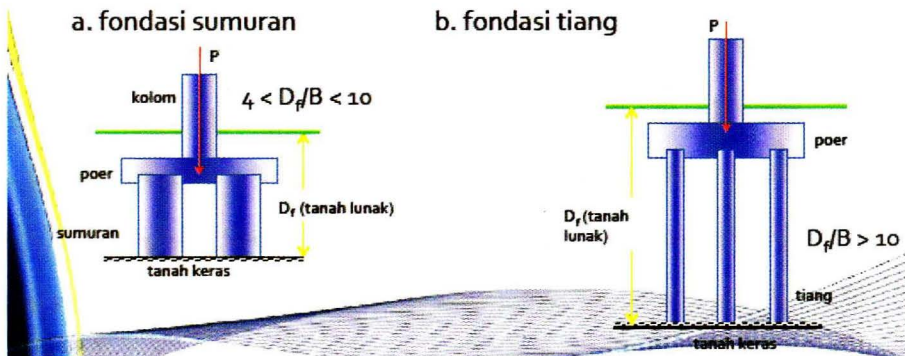
- Fondasi dangkal/langsung/telapak



- Fondasi dalam

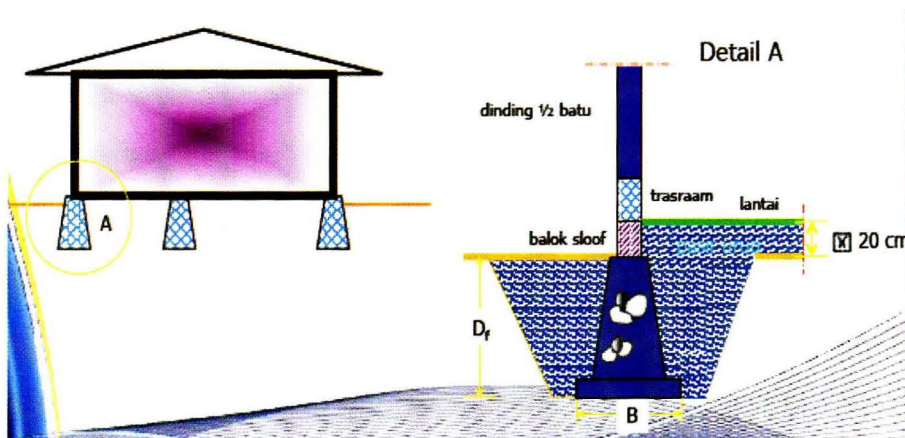
a. fondasi sumuran

b. fondasi tiang



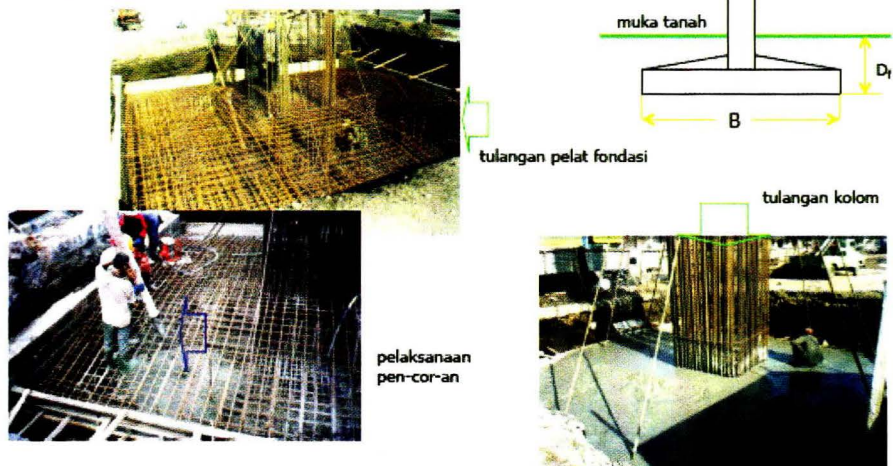
Gambar 5.2. Jenis fondasi

Gedung sederhana (bangunan satu sampai tiga lantai di atas tanah dengan kuat dukung tinggi), seluruh dinding mendukung beban vertikal. Fondasi yang dipakai adalah fondasi dangkal tipe fondasi menerus atau telapak tunggal. Detail struktur fondasi dangkal ditunjukkan dalam Gambar 5.3 dan 5.4. Gambar 5.5 menunjukkan elemen struktur pada bangunan joglo.

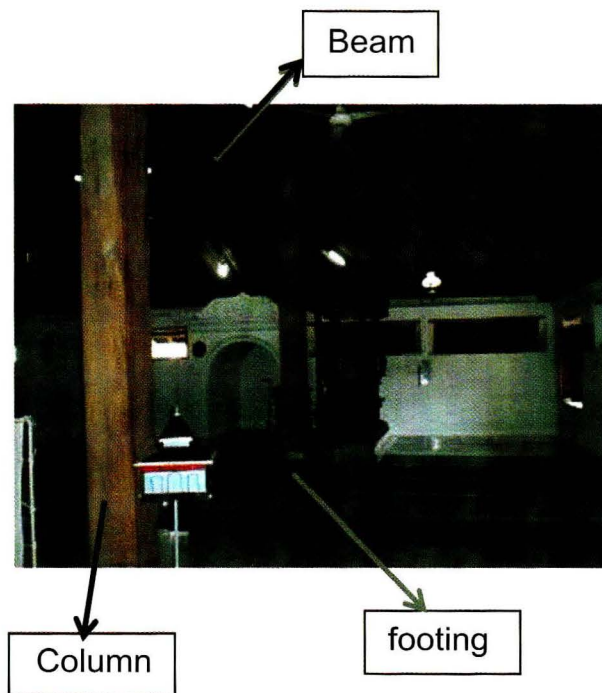


Gambar 5.3. Detail potongan melintang fondasi menerus

- Fondasi dengan kaki sendiri-sendiri (*individual footing*)



Gambar 5.4. Fondasi telapak tunggal untuk bangunan bertingkat



Gambar 5.5. Elemen struktur dan sistem fondasi bangunan joglo

Perancangan fondasi telapak tunggal didasarkan pada tahapan sebagai berikut ini.

- Menentukan denah dan ukuran fondasi dengan dasar analisis beban tetap (normal).
- Luas dasar fondasi ditentukan berdasar ($\sigma_{\text{terjadi}} < \sigma_{\text{ijin}}$).
- Bentuk fondasi diusahakan dengan pusat alas fondasi sentris terhadap resultante beban.
- Kontrol terhadap beban sementara ($\sigma_{\text{terjadi}} < 1\frac{1}{2} \cdot \sigma_{\text{ijin}}$).
- Bila ($\sigma_{\text{terjadi}} > 1\frac{1}{2} \cdot \sigma_{\text{ijin}}$) ukuran denah fondasi diubah.

Catatan : keuntungan beban sentris adalah

- tekanan yang terjadi di bawah alas fondasi merata,
- ukuran denah fondasi paling hemat,
- penurunan yang terjadi merata.

$$\sigma_{\text{terjadi}} = P/A \text{ dan}$$

$$\sigma_{\text{ijin}} = q_u/SF,$$

dimana P= gaya luar sentris, A= luas tampang fondasi, q_u = kuat dukung tanah ultimit & SF= angka aman.

B. Contoh Analisis

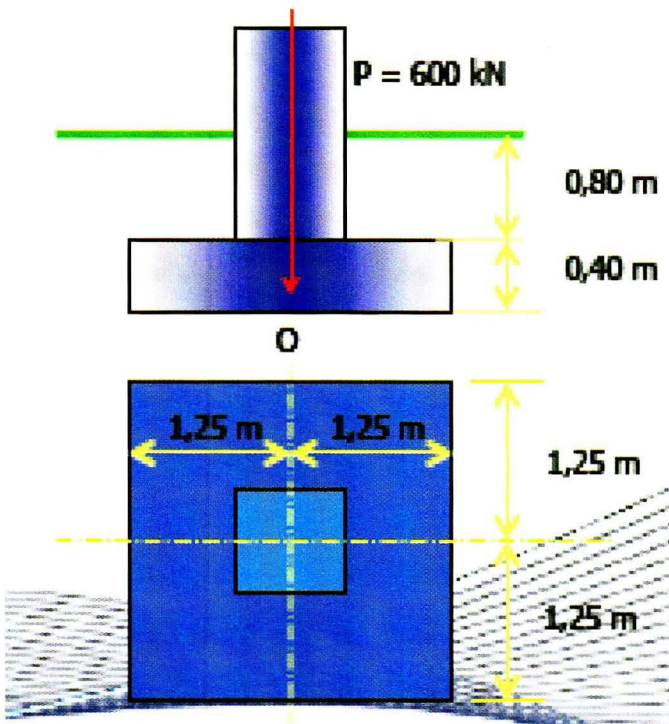
Sebuah kolom mendukung beban tetap ($P = 600 \text{ kN}$) sentris terhadap pusat alas fondasi (Q). Tanah mempunyai karakteristik berat volume (γ) : 17 kN/m^3 ; σ_{ijin} : 125 kN/m^2 . Berat volume beton (γ_{beton}) : 24 kN/m^3 . Tentukan ukuran fondasinya.

Penyelesaian :

$$\sigma_{ijin\ netto} = \sigma_{ijin\ tanah} - q = 101,8 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{luas fondasi : } A = P / \sigma_{ijin\ netto} = 5,89 \text{ m}^2$$

$$\text{sisi fondasi : } b = \sqrt{A} = 2,43 \approx 2,50 \text{ m}$$



DAFTAR PUSTAKA

ASTM, 2003, Section 4. Volume: 04.08 & 04.09 soil & Rock.

Bowles, J. E., 1997, *Foundation Analysis and Design*, Mc. Graw Hill, Singapore.

Craig R.F. (1992), *Soil Mechanics*, Fifth Edition, Chapman & Hall.

Das, B. M., 1994, *Principles of Geotechnical Engineering*, PWS Publ. Comp., Boston, USA.

Day, R.W., 2000, *Geotechnical Engineer's Portable Handbook*, Mc Graw Hill, New York.

Miran, J. & Briaud, J.L., 1990, *The Cone Penetrometer Test*, Texas A&M University, College Station, USA.

Tim Lab Geoteknik & Mekanika Tanah JTSL FT UGM, 2008, *Buku Panduan Praktikum Mekanika Tanah (I dan II)*.

Perpustakaan D
Jenderal Kebu

720.288

MAR

m

Mau tahu BOROBUDUR, klik aja ...
www.konservasiborobudur.org