

+ U

**ASPEK KOGNITIF SUSUNAN BATU
PADA STRUKTUR BANGUNAN CANDI:
KASUS CANDI ARJUNA DI SITUS DIENG**

TESIS

Yang Diajukan Untuk Memperoleh Gelar Magister Humaniora
Pada Program Pascasarjana Arkeologi
Fakultas Ilmu Pengetahuan Budaya
Universitas Indonesia

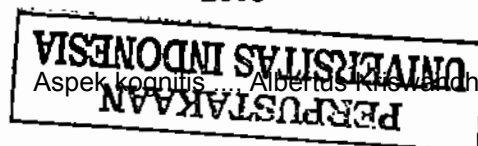
Oleh:

Albertus Kriswandhono
NPM: 6705020015

T

24311

UNIVERSITAS INDONESIA
2008



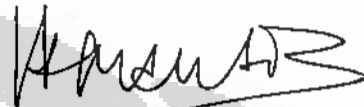
Aspek kognitif Albertus Kriswandhono, FIB UI, 2008

LEMBAR PENGESAHAN

Tesis ini telah diujikan pada hari Jumat, tanggal 11 Juli 2008 pada pukul 13.00 WIB, dengan susunan penguji sebagai berikut:

Tanda Tangan

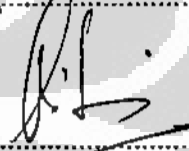
1. **Dr. Irmawati M. Johan**
Ketua Penguji



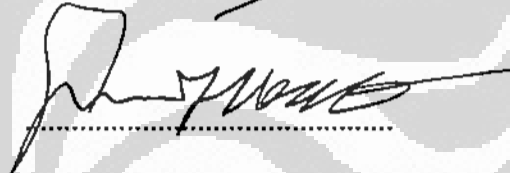
2. **Prof. Dr. Noerhadi Magetsari**
Pembimbing/ Penguji



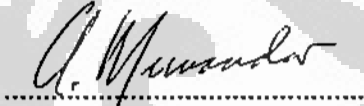
3. **Prof. Dr. Hariani Santiko**
Penguji



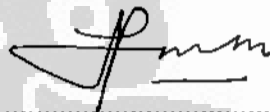
4. **Prof. Ir. Gunawan Tjahjono M.Arch., Ph.D**
Penguji



5. **Dr. Agus Aris Munandar**
Penguji



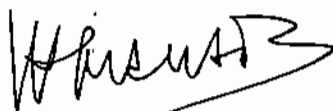
6. **Isman Pratama Nasution, Msi**
Panitera



Disahkan oleh:

Ketua Departemen Arkeologi
Fakultas Ilmu Pengetahuan Budaya
Universitas Indonesia

Dekan,
Fakultas Ilmu Pengetahuan Budaya
Universitas Indonesia



Dr. Irmawati M. Johan
NIP. 131 473 854



Dr. Bambang Wibawarta
NIP. 31 882 265

KATA PENGANTAR

Perjalanan penulisan tesis yang berjudul *Aspek Kognitif Susunan Batu pada Struktur Bangunan Candi: Kasus Candi Arjuna di Situs Dieng* merupakan pengalaman penulisan yang mengesankan dan akhirnya dapat terselesaikan. Maka perkenankan saya memanjatkan puji dan syukur kepada Tuhan yang mahapemurah karena hanya berkat kemurahan, rahmat dan keajaiban cintaNya, saya dapat menyelesaikan dan mewujudkan tesis ini sesuai yang diharapkan.

Aspek kognitif dalam arkeologi di Indonesia merupakan sebuah bentuk kajian yang baru, sehingga saya sungguh menyadari dengan segala keterbatasan berupaya melakukan studi-studi tambahan lintas ilmu yang mendukung penulisan tesis ini. Kajian yang mendasarkan pada teori psikologi kognitif bergumul bersama teori teknik arsitektur dan komputer akhirnya mengkristal dalam arkeologi kognitif sebagaimana judul di atas. Pada awalnya penulisan ini menjadi sebuah beban yang amat berat dan sulit, namun karena atmosfir pendidikan yang menyenangkan di universitas ini akhirnya mampu menjadi obat yang menyembuhkan sehingga beban tersebut berangsur pudar.

Semenjak merasakan tumbuhnya minat pada masalah kepurbakalaan dan akhirnya memutuskan untuk belajar di bidang studi arkeologi merupakan pengalaman yang amat membekas di hati saya, maka sampai dengan saat ini hanyalah ungkapan rasa syukur yang tak ada habisnya. Sebuah proses yang bermakna bagi kehidupan saya adalah pada saat lingkungan pendidikan di Departemen Arkeologi, FIB, Universitas Indonesia turut memantapkan untuk menggeluti bidang arkeologi, maka sudah layak dan sepantasnya pada kesempatan ini saya menyampaikan rasa terima kasih kepada berbagai pihak.

Pertama-tama saya menyampaikan ucapan terima kasih kepada Prof. Dr. Hariani Santiko dan Dr. Irmawati M. Johan, atas keterbukaannya menerima saya sebagai mahasiswa arkeologi dan sekaligus turut serta menjadi tim penguji; sebuah gerbang kesempatan yang sungguh luar biasa sehingga dapat membuka cakrawala baru bagi saya. Juga kepada seluruh staf akademik ; pendidik dan

karyawan di Departemen Arkeologi UI, secara khusus kepada Dr. Agus Arismunandar yang tak pernah henti memberikan dorongan untuk terus belajar arkeologi. Secara khusus pula saya berterima kasih kepada guru arsitek Prof. Ir. Gunawan Tjahjono M.Arch., Ph.D yang turut menguji dan memberikan penajaman dari sisi arsitektur sehingga memungkinkan terjadi 'pintu komunikasi' antara arsitektur dan arkeologi. Kepada Prof. Dr. Noerhadi Magetsari, terima kasih yang mendalam karena telah mengisi kognisi saya supaya berpikir dan bertindak '*one world archaeology*' dan sekaligus berkenan menjadi pembimbing dalam penulisan tesis.

Keterbukaan rekan-rekan di Balai Konservasi Peninggalan Borobudur dan BP3 Jateng; Pak Bujono, Drs. Lambang Babar Purnomo (almarhum) Allah telah memberikan tempat yang indah bagi bapak, mas Erik, Mas Iskandar dan kawan-kawan; diskusi yang menyenangkan. terima kasih atas data dan buku referensinya. Para sahabat Jatmiko, E. Wahyu Saptomo, dan Nuzulla Agustina yang bersama-sama belajar di S2, dukungan kalian sungguh membuat hati selalu bersemangat dan membuat indah pertemuan karena persaudaraan ini kita landasi ketulusan, juga para senior di Puslit Arkenas Dr. Tony Jubiantono, Drs. Sonny Chr. Wibisono, M.Hum, DEA, Drs. Bambang Budi Utomo Drs. Thomas Sutikna, M.Hum, Dra. Dwi Yani Yuniawati, M.Hum, Bapak Rokus Duwe Awe atas kesempatan yang luas untuk belajar arkeologi di Pusat Penelitian Arkeologi Nasional. Tak lupa kepada Dr. Daud Tanudirjo, melalui diskusi singkat dan tajam serta hadiah buku arkeologi kognitif sungguh membantu dalam penulisan tesis. Kepada Prof. Dr. Mundardjito, dalam menyempurnakan skenario awal tentang penulisan proposal pratesis dan kuliah Teori Kebudayaan yang selalu menyegarkan. Drs. Hubertus Sadirin, terima kasih atas pengalaman dibidang konservasi percandian yang ditularkan kepada saya, sungguh membuka hal-hal baru dalam menyikapi konservasi arsitektural.

Keterbatasan dalam bidang psikologi kognitif terbantu oleh peran psikolog Dra. Probowati, MSi, terima kasih atas diskusi psikologi dan buku tentang *Cognition*-nya amat bermanfaat, demikian juga kaitannya dengan ilmu kedokteran; terima kasih kepada almarhum dokter Leo Ari Artanto yang telah memberikan pengetahuan singkat tentang *neuroscience*, terlalu cepat kita bertemu

dan berpisah. Untuk buku psikologi kognitif, penulis juga amat terbantu atas dukungan Bapak Paul Yosopandoyo untuk itu terima kasih atas bimbingan psikologis dan dorongannya untuk selalu belajar.

Rasa hormat dan terima kasih kepada kakak almarhum Capt. Agustinus Krismanto yang meninggal dunia pada saat saya melakukan studi, juga bagi istri dan anak-anak yang ditinggalkan; perilaku yang bijaksana dan cerdas merupakan teladan bagi kami adik-adikmu. Kepada Ibu Lidwina Sumarni Pujosuwito, terima kasih atas pengorbanan hidup dan doa yang tiada henti sungguh merupakan kekuatan bagi seorang anak.

Kepada Sdr. Krisna 'modern Asian Architecture Network-mAAN Indonesia' terima kasih yang dengan sukarela membantu grafis komputer. Di sela-sela penulisan tesis ini saya mengikuti penggalian di situs Trowulan bersama-sama teman-teman S2 museologi dan S1 arkeologi maka saya menyampaikan terima kasih seluruh Tim Dosen Pembimbing ekskavasi, juga kepada Sdr. Eko, Priyanto, Budi Museum Lampung, Sandika, Mizra, Dian, Anne. Kepada Kelompok 4 dimana saya berada, terima kasih 'anak-anak' ku Tanti, Kian, Alvin, Edy, Yogi, Lolita, Bimo atas kebersamaannya semoga temuan ekskavasi yang cantik hendaknya semakin membuat kalian mencintai arkeologi dan bisa mempercepat studi. Tuhan memberkahi kalian. Terima kasih kepada Sdr. David A. Sagita 'mAAN Indonesia' atas kunjungannya di Trowulan, semoga diskusi-diskusi kita kelak menghasilkan para arsitek pelestari juga.

Semua upaya dan hasil studi ini saya berikan untuk istri tercinta, Theresia Noengky Oktarina dan anak-anak Leonardus Krisna Wastu Pinandito dan Caecilia Kriski Laras Parananya; perjuangan, pengorbanan dan cinta kalian sungguh luar biasa demi perjalanan studi ini, terima kasih untuk cinta kalian yang selalu dipenuhi oleh suka cita dari Allah Bapa. Bagi semua saudara dan sahabat yang tidak bisa disebut satu persatu yang telah mendorong, mendoakan serta membantu dalam bentuk apapun hingga tulisan ini selesai, kiranya Tuhan yang mahatahu senantiasa membimbing dan menguatkan kita dalam memperjuangkan kehendak yang baik bagi perkembangan kognisi masyarakat saat ini dan akan datang.

Akhirnya saya ingin menyampaikan kepada sidang pembaca, kiranya berkenan memberikan koreksi, kritik dan saran atas tulisan ini. Tulisan ini masih jauh dari memuaskan namun dengan masukan dari sidang pembaca tentunya akan menambah semangat semua pihak untuk mengembangkan arkeologi kognitif sebagai salah satu upaya untuk menyentuh permasalahan mendasar tujuan arkeologi yakni 'menyuarakan yang lalu supaya bermakna dan relevan dengan yang kini'.

Jakarta, 30 Juni 2008

albertus kriswandhono

ABSTRAK

Ketika manusia kontemporer mulai mempertanyakan konsep berpikir para perancang-pembangun candi, muncul kegamangan meletakkan pendekatan yang akan dipakai untuk sampai pada pikiran manusia kuno. Berharap akan hasil interpretasi yang dapat memuaskan dunia arkeologi pun menjadi hal yang terkadang menyulitkan karena temuan berupa tinggalan bangunan candi tidak selalu terdukung oleh penjelasan-penjelasan lain berupa kitab, naskah atau pun prasasti. Keterbatasan bukti tertulis memunculkan kreativitas arkeolog untuk menggagas pendekatan teknis karena perilaku teknik didefinisikan sebagai sosialisasi terhadap benda. Maka teknik dapat dipahami dalam tiga fakta, yakni: serangkaian gerak tubuh dan operasi (proses teknis), obyek (sarana dari tindakan pada benda) dan pengetahuan spesifik. Salah satu pendekatan teknis disebut *chaîne opératoire*, pendekatan *chaîne opératoire* adalah memasukkan kembali potensi-potensi yang menyangkut aktivitas teknis dalam membuat dimensi gerak isyarat, keruangan dan waktu sementara sehingga dapat dipahami oleh dunia arkeologi. Mempertimbangkan (kembali) arkeologi kognitif sebagai salah satu cara mengungkap pemikiran manusia kuno merupakan upaya untuk sampai kepada tahap interpretasi arkeologi. Kemajuan teknologi industri turut mempengaruhi metode dan teknik penelitian, penggunaan komputer sebagai alternatif pengganti arkeologi eksperimental hendaknya dipandang sebagai langkah mangkus dan sangkil dalam menyikapi perkembangan ilmu arkeologi kognitif yang menggunakan perangkat lunak berbasis kecerdasan buatan.

Kata kunci:

Arkeologi kognitif, struktur candi, *chaîne opératoire*, kecerdasan buatan.

ABSTRACT

When contemporary human being start to question the thinking concept of the "designers" who build the temples, it emerge acrophobia to put an approach which can be used to reach/to understand the human thinking in the ancient time. Hoping for the interpretation which can satisfy the archaeological world sometime become so difficult because the artifacts such as temple, has not always supported by other explanation resources such as books, manuscript or inscription. The limited written resources has created the creativity of archeologists to develop technical approach because the "technical behaviour" can be defined as a socialization toward "things". Therefore, "technical" can be understood in 3 facts: chain of "body movement and operation (technical process), object (as a medium of human action toward "thing") and spesific knowledge. One of the technical approach is *chaîne opératoire*. *Chaîne opératoire* is an approach which re-consider all the potential technical activities in order to create gestural, spatial and temporal dimension so they can be understood by the archaeology world.

(Re-)considering the cognitive archaeology as one way to explore the thinking of man in the ancient time, it be seen as an effort to reach the phase of archaeology interpretation. The progress of industrial technology has also influenced the method and research technical, using computer as an alternative of experimental archaeology should be regarded as an effective and efficient step to response the development of cognitive archaeology which use the software which based on artificial intelligence.

Keywords:

Cognitive archaeology, temple's structure, *chaîne opératoire*, artificial intelligence.

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i-iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii-vix
LAMPIRAN-LAMPIRAN	x
DAFTAR PETA	xi
DAFTAR TABEL	xii-xiii
DAFTAR FIGUR.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR FOTO	xvi-xvii
BAB I PENDAHULUAN	
I.1 Latar belakang masalah.....	I – 1
I.2 Kajian Arkeologi Kognisi	I – 6
I.2.1 Awal munculnya arkeologi kognitif	I – 9
I.2.2 Definisi dan Terminologi arkeologi kognitif	I – 10
I.2.2.1 Sistem Simbol Fisik. (<i>PSS</i>).....	I – 12
I.2.2.2 Kecerdasan Buatan (<i>AI</i>).....	I – 15
I.2.2.3 Peta Mental (<i>Cognitive Map</i>)	I – 16
I.3 Masalah Penelitian	I – 17
I.4 Kerangka Analisis	I – 23
I.5 Tujuan dan Manfaat Penelitian	I – 26
BAB II ARKEOLOGI KOGNITIF DAN PENDEKATAN INTERDISIPLIN	
Teori Simbol	II – 32
Teori Psikologi Kognitif	II – 33
Teori Bentuk dan Struktur dalam Arsitektur.....	II – 33
Teori Kecerdasan Buatan dalam komputer.....	II – 35
II.1 <i>Chaîne opératoire</i> sebagai landasan teori	II – 38
II.2 Disain penelitian.....	II – 41
II.3 Konsep Dasar Psikologi Kognitif	II – 44

II.4 Konsep Dasar Antropologi Kognitif.....	II – 48
II.5 Konsep Dasar <i>Central Processor</i>	II – 49

BAB III CHAÎNE OPÉRATOIRE

DAN KECERDASAN ARTIFISIAL (ARTIFICIAL INTELLIGENCE)

III.1 Pembuatan skema teknis <i>chaîne opératoire</i>	III – 55
III.2 Dokumentasi proses penyusunan batu	III – 59
III.2.1 Pencatatan alur kegiatan bagian fondasi	III – 59
III.2.2 Pencatatan alur kegiatan bagian alas (kaki)	III – 60
III.2.3 Pencatatan alur kegiatan bagian penyangga (tubuh)	III – 61
III.2.4 Pencatatan alur kegiatan bagian penutup (atap)	III – 62
III.3 Memilah proses penyusunan batu kedalam unit-unit bermakna....	III – 63
III.3.1 Memformulasikan unit-unit perilaku penyusun batu.....	III – 64
III.3.2 Memformulasikan Unit-unit Emik	III – 71
III.4 Analisa Gramatikal pada proses penyusunan batu	III – 78
III.4.1 Daftar prosedur penyusunan batu.....	III – 79

BAB IV ANALISIS PROSEDUR PRODUKSI:

ANALOGI EKSPERIMENTAL DALAM ANALISIS ARTEFAK

IV.1 Analisis proses penyusunan batu pada tahapan-tahapan penyusunan batu/ Analisis Prosedur Produksi.....	IV – 83
IV.2 Masukan dari kondisi unit-unit perilaku.....	IV – 114

BAB V ARKEOLOGI KOGNITIF:

KENDALA ANALISIS DAN METODE EKSPERIMENTAL

V.1 Kendala Analisis dengan metode eksperimental pada bangunan candi.....	V – 120
V.2 Pengaruh manusia kontemporer dalam penyusunan lapis batu	V – 121
V.3 Pentingnya Teknologi Industri untuk arkeologi	V – 122
V.3.1 Simbolik dan Non-Algoritmik	V – 123

BAB VI PENUTUP

VI.1 Rangkuman Hasil Penelitian.....	VI – 126
VI.2 Kognisi Perancang-Pembangun Candi Arjuna	VI – 129
VI.3 Prospek Penelitian dan kesempatan kerja	VI – 132
VI.4 Visualisasi arkeologi sebagai representasi penelitian	VI – 136

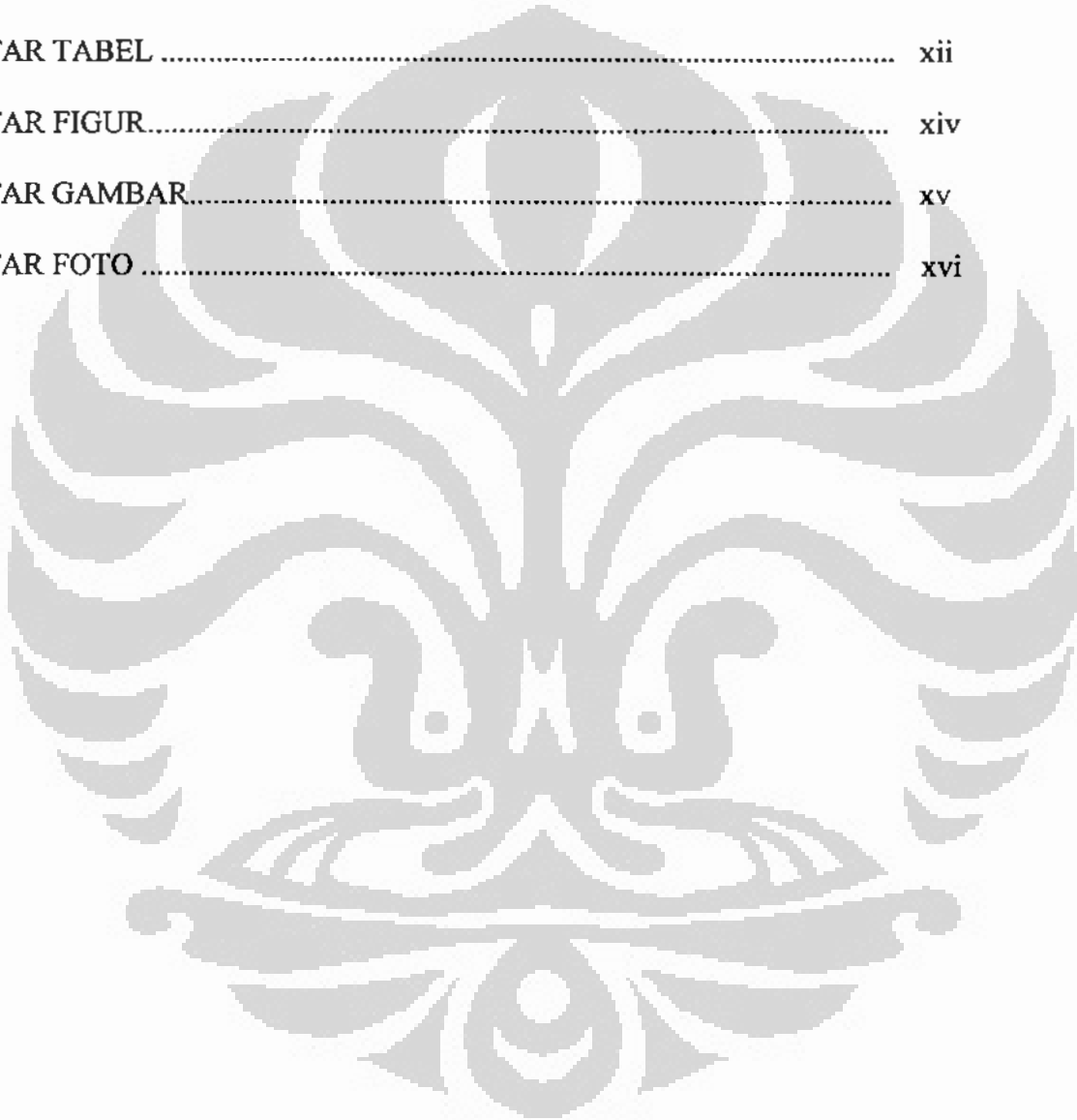
DAFTAR PUSTAKA	139
DAFTAR KATA-KATA /GLOSARIUM	143
DAFTAR JEJARING ARKEOLOGI DAN AI DI EROPA	147
DATA LINGKUNGAN DAERAH STUDI.....	148
PETA LOKASI DAERAH PENELITIAN	159
DATA BATU TEPI PADA SISI UTARA DAN TIMUR	171
DATA FOTOGRAFI	219



DAFTAR LAMPIRAN-LAMPIRAN

Halaman

1. DAFTAR PETA	xi
2. DAFTAR TABEL	xii
3. DAFTAR FIGUR.....	xiv
4. DAFTAR GAMBAR.....	xv
5. DAFTAR FOTO	xvi



DAFTAR LAMPIRAN PETA

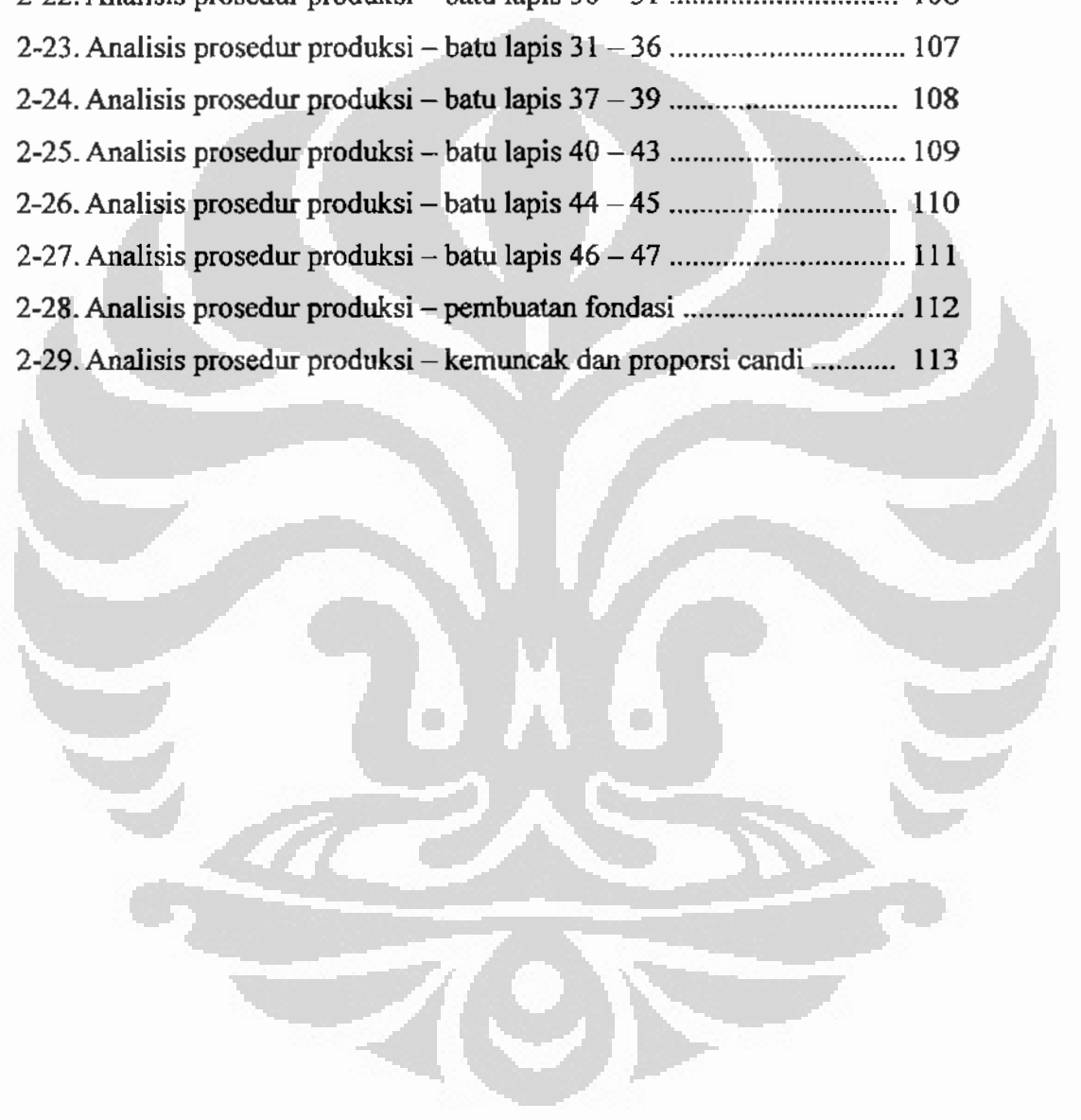
Peta	1.	Lokasi Daerah Penelitian.....	159
Peta	2.	Keletakan Candi dan situs	160
Peta	3.	Koordinat titik poligon dan denah kelompok Candi Arjuna.....	161



DAFTAR LAMPIRAN TABEL

Tabel	1-1. Penjelasan tentang syarat-syarat yang digunakan untuk melukiskan unit perilaku – Serial A	65
Tabel	1-2. Penjelasan tentang syarat-syarat yang digunakan untuk melukiskan unit perilaku – Serial A	66
Tabel	1-3. Penjelasan tentang syarat-syarat yang digunakan untuk melukiskan unit perilaku – Serial B	67
Tabel	1-4. Penjelasan tentang syarat-syarat yang digunakan untuk melukiskan unit perilaku – Serial C	68
Tabel	1-5. Penjelasan tentang syarat-syarat yang digunakan untuk melukiskan unit perilaku – Serial C	69
Tabel	1-6. Ilustrasi susunan batu Candi Arjuna tahun 2005	70
Tabel	2-1. Analisis prosedur produksi – batu lapis 1 – 2	84
Tabel	2-2. Analisis prosedur produksi – batu lapis 2 – 3	85
Tabel	2-3. Analisis prosedur produksi – batu lapis 3 – 4	86
Tabel	2-4. Analisis prosedur produksi – batu lapis 4 – 5	87
Tabel	2-5. Analisis prosedur produksi – batu lapis 5 – 6	88
Tabel	2-6. Analisis prosedur produksi – batu lapis 6 – 7	89
Tabel	2-7. Analisis prosedur produksi – batu lapis 7 – 8	90
Tabel	2-8. Analisis prosedur produksi – batu lapis 8 – 9	91
Tabel	2-8a. Analisis prosedur produksi – tangga candi	92
Tabel	2-9. Analisis prosedur produksi – batu lapis 9 – 10	93
Tabel	2-10. Analisis prosedur produksi – batu lapis 10 – 11	94
Tabel	2-11. Analisis prosedur produksi – batu lapis 11 – 12	95
Tabel	2-12. Analisis prosedur produksi – batu lapis 12 – 22	96
Tabel	2-13. Analisis prosedur produksi – relung candi	97
Tabel	2-14. Analisis prosedur produksi – batu lapis 23 – 24	98
Tabel	2-15. Analisis prosedur produksi – batu lapis 24 – 25	99
Tabel	2-16. Analisis prosedur produksi – batu lapis 25 – 26	100

Tabel	2-17. Analisis prosedur produksi – pintu candi	101
Tabel	2-18. Analisis prosedur produksi – batu lapis 26 – 27	102
Tabel	2-19. Analisis prosedur produksi – batu lapis 27 – 28	103
Tabel	2-20. Analisis prosedur produksi – batu lapis 28 – 29	104
Tabel	2-21. Analisis prosedur produksi – batu lapis 29 – 30	105
Tabel	2-22. Analisis prosedur produksi – batu lapis 30 – 31	106
Tabel	2-23. Analisis prosedur produksi – batu lapis 31 – 36	107
Tabel	2-24. Analisis prosedur produksi – batu lapis 37 – 39	108
Tabel	2-25. Analisis prosedur produksi – batu lapis 40 – 43	109
Tabel	2-26. Analisis prosedur produksi – batu lapis 44 – 45	110
Tabel	2-27. Analisis prosedur produksi – batu lapis 46 – 47	111
Tabel	2-28. Analisis prosedur produksi – pembuatan fondasi	112
Tabel	2-29. Analisis prosedur produksi – kemuncak dan proporsi candi	113

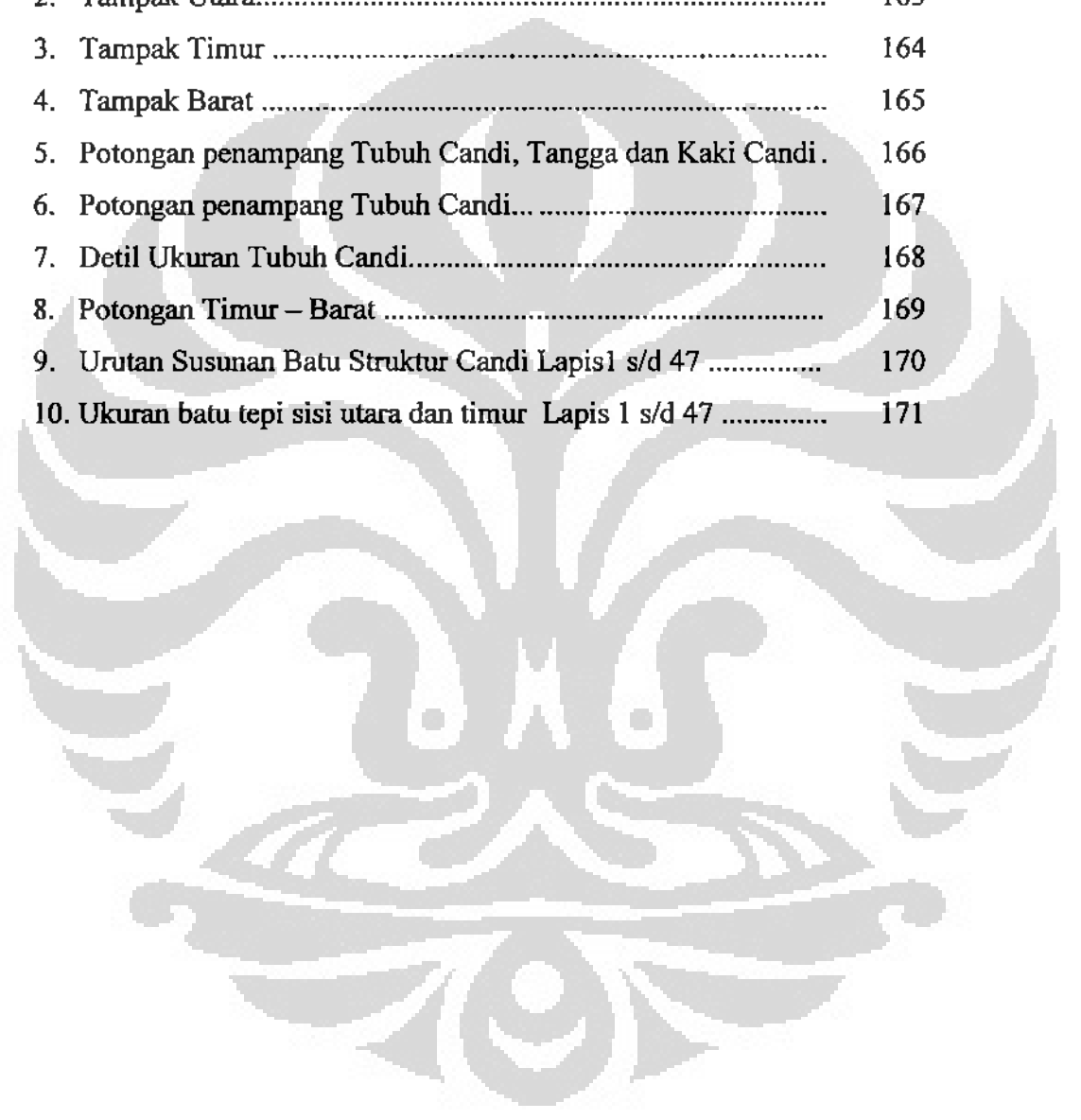


DAFTAR LAMPIRAN FIGUR

Figur	1.	Cognitive Maps dan Mindsets	5
Figur	2.	Kerangka analitis.....	25
Figur	3.	Interdisiplin, Multidisiplin dan Ilmu Bantu	31
Figur	4.	Tingkat dalam hirarki Sistem Simbol Fisik (<i>PSS</i>)	36
Figur	5.	Tugas Pokok Kecerdasan Buatan (<i>Artificial Intelligence</i>)	37
Figur	6.	Skema Teknik <i>Chaîne Opératoire</i>	40
Figur	7.	Tahapan Pencatatan Pekerjaan Batu	43
Figur	8.	Keterkaitan antara Kognisi, Perilaku dan Hasil Produksi	45
Figur	9.	Peta Kognitif dan Pengetahuan Kebudayaan	48
Figur	10.	Pengkodean langkah-langkah dan tugas <i>Central Processor</i> ...	50
Figur	11.	Keterkaitan antara pengkodean,kognisi, perilaku dan Hasil produksi	51
Figur	12.	Model Umum Tahapan Proses Menyusun Batu Candi	58

DAFTAR LAMPIRAN GAMBAR

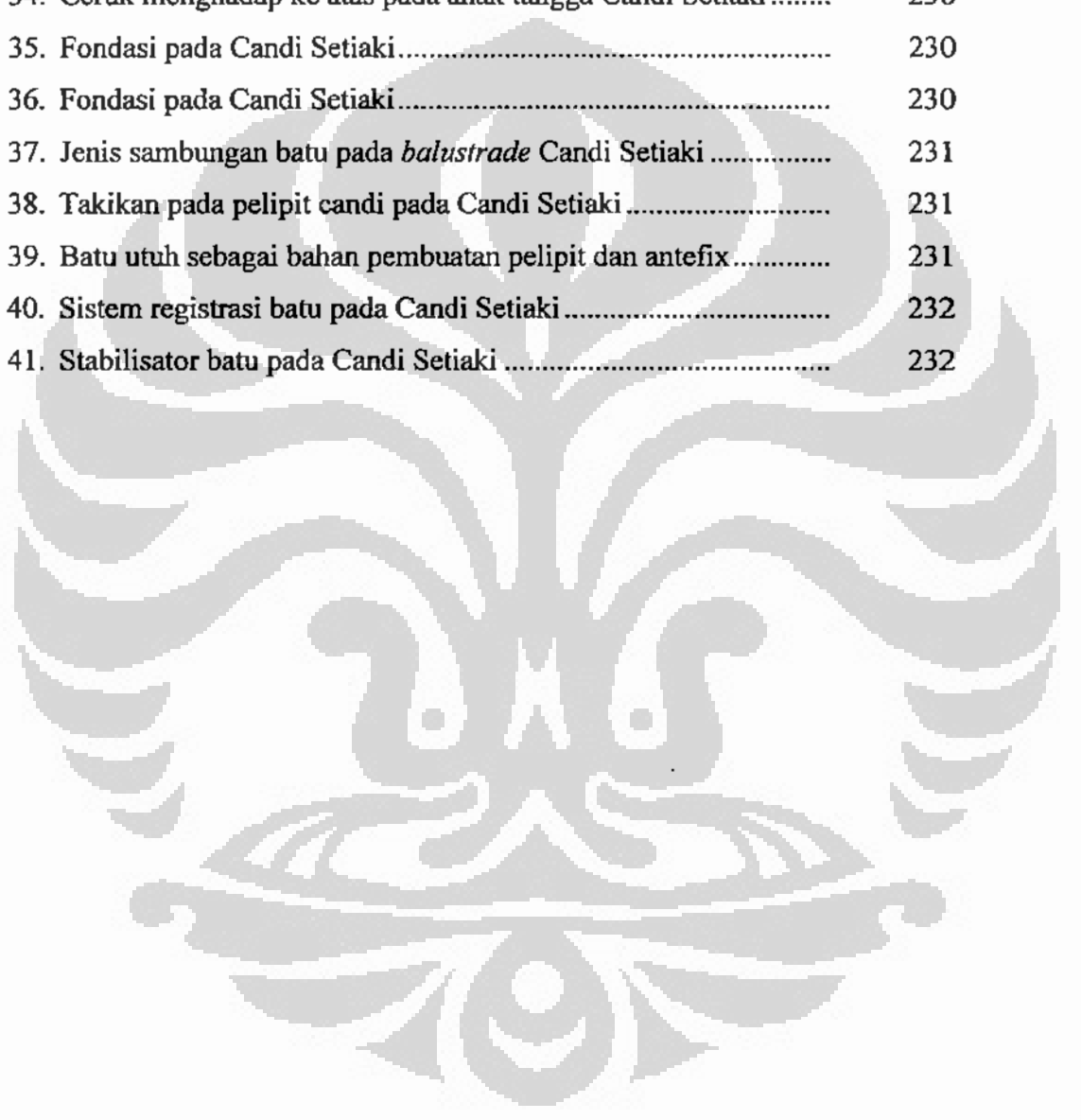
Gambar	1. Situasi Kompleks Percandian Arjuna, Dieng.....	162
Gambar	2. Tampak Utara.....	163
Gambar	3. Tampak Timur	164
Gambar	4. Tampak Barat	165
Gambar	5. Potongan penampang Tubuh Candi, Tangga dan Kaki Candi .	166
Gambar	6. Potongan penampang Tubuh Candi.....	167
Gambar	7. Detil Ukuran Tubuh Candi.....	168
Gambar	8. Potongan Timur – Barat	169
Gambar	9. Urutan Susunan Batu Struktur Candi Lapis1 s/d 47	170
Gambar	10. Ukuran batu tepi sisi utara dan timur Lapis 1 s/d 47	171



DAFTAR LAMPIRAN FOTO

Foto	1. Candi Arjuna pra restorasi tahun 2005	219
Foto	2. Pembersihan batu atap dan pengkodean	219
Foto	3. Susunan batu atap candi dan teknik pemasangan relung hiasan .	219
Foto	4. Titik pusat sungkup berupa lubang bujur sangkar	220
Foto	5. Anastilosis pada tubuh candi.....	220
Foto	6. Anastilosis dan purus untuk kaki antefix	220
Foto	7. Tipe batu yang tidak selalu berbentuk persegi panjang	221
Foto	8. Proses penurunan batu dan lubang purus untuk tempat kaki antefix	221
Foto	9. Pemasangan batu atau pintu candi	221
Foto	10. Kondisi akhir lingga dan lantai bilik candi sebelum restorasi	222
Foto	11. Lantai bilik candi melesak ke bawah	222
Foto	12. Batu padas pengisi galian tengah candi	222
Foto	13. Batu padas dan batu andesit pada fondasi candi	223
Foto	14. Pembersihan dan pengkodean batu saat restorasi	223
Foto	15. Pembersihan dan pengkodean batu saat restorasi	223
Foto	16. Campuran tanah, pasir, dan bongkahan batu padas	224
Foto	17. Penggantian batu pengisi dengan beton bertulang pada lapis ke 3	224
Foto	18. Pemasangan <i>wiremesh</i> untuk perkuatan candi.....	224
Foto	19. Sumber air yang selalu menggenangi galian fondasi.....	225
Foto	20. Fragmentasi tembikar.....	225
Foto	21. Penemuan fragmen tembikar	225
Foto	22. Posisi dimana tangga akan diletakkan	226
Foto	23. Batu landasan untuk alas batu lingga	226
Foto	24. Pengisian siar dengan mortár (campuran pasir dan semen).....	226
Foto	25. Penggantian batu yang rusak dan lapuk	227
Foto	26. Penyusunan batu pada tubuh candi (dinding candi).....	227
Foto	27. Pengecoran ring beton bertulang pada atas pintu candi.....	227
Foto	28. Pengait besi beton pada batu	228

Foto	29. Perkuatan ring beton bertulang pada lapis batu ke 26	228
Foto	30. Perkuatan plat beton bertulang pada batu lapis ke 36.....	228
Foto	31. Pertemuan garis 'jurai dalam' pada sungkup candi	229
Foto	32. Kemiringan atap candi bagian dalam.....	229
Foto	33. Pertemuan usunan batu dinding dan lantai bilik candi	229
Foto	34. Ceruk menghadap ke atas pada anak tangga Candi Setiaki	230
Foto	35. Fondasi pada Candi Setiaki.....	230
Foto	36. Fondasi pada Candi Setiaki.....	230
Foto	37. Jenis sambungan batu pada <i>balustrade</i> Candi Setiaki	231
Foto	38. Takikan pada pelipit candi pada Candi Setiaki.....	231
Foto	39. Batu utuh sebagai bahan pembuatan pelipit dan antefix.....	231
Foto	40. Sistem registrasi batu pada Candi Setiaki.....	232
Foto	41. Stabilisator batu pada Candi Setiaki	232



BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar belakang masalah

Pada mulanya data penggalian yang dihasilkan oleh para ahli arkeologi tidak cukup mampu menjawab permasalahan budaya suatu masyarakat. Kebudayaan masa lalu terkadang terhenti seolah terputus dengan kebudayaan masa kini dan hal ini banyak dialami oleh hampir semua negara. Di negara Barat, masyarakat Neanderthals yang memiliki otak yang ekuivalen dengan otak manusia modern, tapi meninggalkan kebudayaan kuno yang pernah dimilikinya? Dengan tanpa menyisakan tanda-tanda berkesenian, perilaku religius atau pikiran ilmiah dalam perilakunya? Di Indonesia pada masa kejayaan Majapahit, reruntuhan kotanya masih dapat ditemukan dan dilihat sampai saat ini, tapi masyarakat Majapahit hampir tidak meninggalkan konsep-konsep berkebudayaan yang bisa dengan jelas disebut sebuah peninggalan kerajaan Majapahit? Sebenarnya seperti apa pemikiran yang ditinggalkan oleh masyarakat Majapahit? Lebih jauh lagi mampukah arkeologi menembus ruang dan waktu sebuah kerajaan Majapahit melalui tinggalannya? Demikian pula dengan tinggalan berupa candi-candi di situs Dieng, hal yang sama terjadi seperti kedua contoh di atas.

Arkeologi dengan metode dan teori yang khas serta melalui tinggalan materi berupaya mengumpulkan pemikiran-pemikiran yang muncul pada masyarakat kuno dan mencoba menarik pokok masalahnya.

Melalui eksplanasi, studi arkeologi menjelaskan bahwa memang ada hubungan-hubungan serius antar tindakan material yang dilakukan manusia dan pikiran mereka dalam tindakan. Bukti yang dimiliki dari masa lalu terdiri dari sisa-sisa tindakan material; bila sisa-sisa tersebut dikaji dengan semestinya, dan ternyata tidak dapat memberikan informasi tentang pemikiran kuno, sarana lain apa yang dapat digunakan? Hal ini yang dialami oleh dunia arkeologi, secara khusus arkeologi kognitif yang akan bergantung pada realitas dan kelangsungan hidup dari dalil seperti itu.

Kemudian pada tahun 1980 an mulai digagas pendekatan-pendekatan baru yang berakar dari pemikiran manusia tentang konsep yang berada di belakang perilaku manusia hingga sampai dengan awal 1990 dan terus berlanjut hingga saat ini. Para ahli arkeologi amat menyadari bahwa masalah arkeologi yang paling mendasar adalah bagaimana 'menyuarakan' tinggalan budaya materi yang bersifat statis menjadi dinamis. Permasalahan timbul tatkala arkeologi masuk ke dalam ranah otak (*brain*) dan pikiran (*mind*) serta dikaitkan dengan budaya (*culture*), tentunya akan melibatkan disiplin lain dalam menganalisis temuan dan permasalahan kognitif yang melatarbelakangi manusia individu maupun komunitas yang memproduksi temuan tersebut. Dalam tataran individu maka ilmu psikologi amat terkait dengan arkeologi,

secara khas adalah psikologi kognitif karena psikologi kognitif membahas hal-hal yang dibutuhkan hampir setiap orang, terlepas dari apapun latar belakang pendidikan dan profesi mereka. Apapun yang dilakukan oleh seseorang di dalam kehidupan sehari-hari tidak akan terlepas dari keterlibatan proses mental atau aktivitas pikiran.

Pendekatan psikologi kognitif menekankan pada peran-peran persepsi, pengetahuan, ingatan, dan proses-proses berpikir bagi perilaku manusia. Psikologi kognitif dapat di definisikan sebagai suatu studi ilmiah mengenai proses-proses mental atau aktivitas pikiran (*the scientific of mental processes or activities*). Proses mental atau pikiran ini meliputi: bagaimana seseorang memperoleh informasi; bagaimana informasi itu kemudian direpresentasikan dan ditransformasikan sebagai pengetahuan; bagaimana pengetahuan itu disimpan di dalam ingatan kemudian dimunculkan kembali; bagaimana pengetahuan itu digunakan seseorang untuk mengarahkan sikap-sikap dan perilaku-perilakunya (Suharnan, 2005:2). Dengan kata lain psikologi kognitif memfokuskan studi-studinya pada bagaimana pikiran manusia memproses informasi sehingga menjadi pengetahuan yang disimpan di dalam ingatan, kemudian menggunakan pengetahuan itu di dalam ingatan, kemudian menggunakan pengetahuan itu di dalam melakukan tugas-tugas atau aktivitas-aktivitasnya. Oleh karena pengetahuan itu diperoleh melalui informasi yang diproses lebih lanjut, maka psikologi kognitif juga sering disebut psikologi pemrosesan informasi (*information processing psychology*) (Suharnan,2005:2).

Permasalahan yang melatarbelakangi penulisan tesis ini tentunya berangkat pula pada saat mempertanyakan bagaimana seorang manusia paleolitik membentuk alat pencacah (*chopping tools*). Sangat tidak mungkin bahwa sebuah batu digunakan pertama kali sebagai alat untuk membuat alat lain. Ide untuk menggunakan alat merupakan suatu kondisi kognitif sebelum ide menggunakan alat untuk membuat alat. Dari peta kognitif (*cognitive map/ mappa*) seorang paleolitik kemudian berkembang dalam suatu komunitas masyarakat paleolitik hingga pada akhirnya menjadi *world view/ mindset*, karena pengetahuan itu harus dikenal oleh komunitas, hasilnya banyak alat batu yang tentu saja tidak mungkin apabila hanya dikerjakan oleh satu orang saja. Pengetahuan-pengetahuan yang tumbuh dalam komunitas inilah yang membawa kepada sebuah teori kebudayaan, sebagaimana disampaikan oleh James Spradley bahwa wujud kebudayaan adalah meliputi pengetahuan budaya (*cultural knowledge*), perilaku budaya (*cultural behaviour*) dan benda budaya (*cultural artifacts*).

Dipilihnya kasus penelitian tentang aspek kognitif yang ada pada komunitas di Bukit Dieng sekitar abad ke 7 sampai dengan abad ke 9, yakni bagaimana pemikiran mereka pada saat mendirikan candi? Bagaimana pikiran awal dari para perancang dan pembangun candi? Mestinya komunitas tersebut harus mengetahui apa itu candi dan apa ciri-cirinya. Pengetahuan ini secara logis harus diciptakan dengan kreatif dari pengalaman dan pengamatan atau mungkin karena ideologi yang berkembang pada komunitas tersebut. Karena jumlah bangunan candi tidak hanya satu, maka sangat tidak mungkin

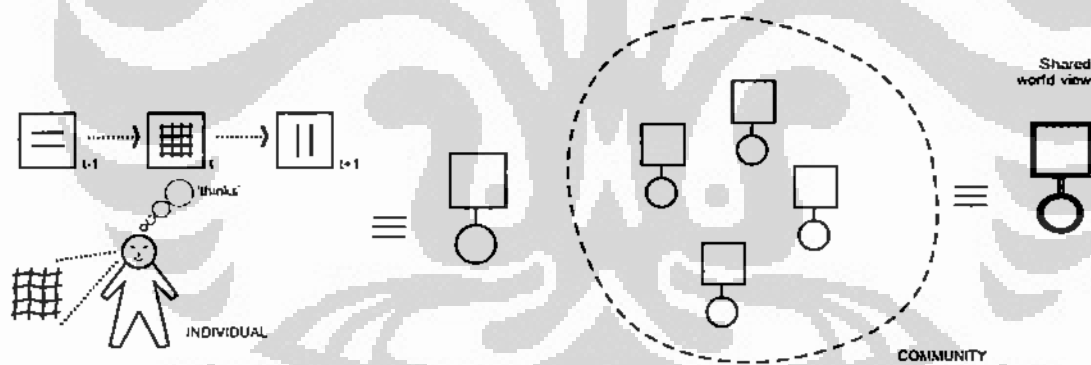
pengetahuan tentang membangun candi tidak dikomunikasikan di kalangan komunitas tersebut, paling tidak pengetahuan tersebut menjadi bahan diskusi di antara para *silpin* yang akhirnya menghasilkan produk disain (konsep).

Latar belakang dipilihnya lokasi percandian Dieng berkait dengan pemilihan Candi Arjuna sebagai studi penelitian. Candi Arjuna merupakan salah satu candi yang dibangun pada periode pertama (650-730 M) yang disebut oleh Sukmono sebagai gaya Dieng Kuna termasuk Candi Semar, Srikandi, dan Gatotkaca. Sebagai salah satu candi perdana tentunya Candi Arjuna yang terletak di perbukitan Dieng diduga menyimpan banyak informasi yang layak untuk bahan studi arkeologi, bahkan memungkinkan untuk bisa menjadi referensi bagi pengetahuan tentang sebuah candi. Kompleks Candi Arjuna terdiri dari Candi Semar, Srikandi Puntadewa, Sembadra. Candi Arjuna termasuk candi yang cukup utuh kondisi alas (kaki) dan penyangga (badan)nya. Bagian kemuncak pada struktur atap terlihat tidak utuh, namun pasca restorasi tahun 2008 sudah terlihat lengkap. Penjelasan di atas kemudian dijadikan sebagai alasan mengapa Candi Arjuna di Situs Dieng dipakai sebagai kasus penelitian dalam tesis ini.

I.2 Kajian Arkeologi Kognitif

Dalam perjalanannya, ilmu pengetahuan kognitif belum diperluas hingga mencakup arkeologi dan permasalahannya. Renfrew (1994:xiii) menuliskan bahwa arkeologi prosedural merupakan revolusi arkeologi di era tahun 1960-1970, atau sering disebut sebagai *New Archaeology* sedangkan arkeologi kognitif sama, akan menjadi disiplin ilmu yang revolusioner pada tahun 1990 an hingga masuk ke abad 21. Ditambahkan bahwa asumsi tersebut berangkat dari pemikiran bahwa artefak yang merupakan hasil temuan manusia, sebagian adalah produk dari pemikiran manusia.

Figur 1. Cognitive Maps dan Mindsets



Cognitive maps. (Left) The human individual is accompanied by his or her personal cognitive map (represented by a square). The individual responds both to immediately perceived sense impressions and to this internalized map, which includes a memory of the world in the past ($t-1$) and forecasts of the world in the future ($t+1$). (Right) Individuals who live together in a community share in some sense the same world view. To this extent one can speak of a cognitive map for the whole group.

Sumber: *Archaeology: Theories Methods and Practice*, Colin Renfrew & Paul Bahn, 2000:386

Renfrew dengan kesadarannya juga berpendapat bahwa ilmu kognitif masih dalam masa kanak-kanak (*childhood*) dan arkeologi kognitif masih dalam tahap permulaan (*infancy*). Masih dipercaya bahwa pendekatan ilmiah yang meliputi sebagaimana tradisi keilmuan dan metodologi yang bersifat empiris (kognitif, matematika, ilmu komputer) adalah sebagai berlawanan dengan hermeneutika, dan semiotik.

Salah satu buku bacaan mengenai Teori Simbol yang mengupas, mempertanyakan dan mempermasalahkan arkeologi kognitif adalah *The ancient mind – Elements of cognitive archaeology*, 1994. Buku tersebut terdiri dari beberapa bab dan ditulis oleh beberapa ahli, diantaranya ahli psikologi, termasuk Colin Renfrew dan Ezra B. W. Zubrow yang juga bertindak sebagai editor. Paling tidak ada lima isu yang bisa dicatat dalam buku tersebut pada saat membahas masalah arkeologi kognitif, yakni:

1. Kecenderungan seperti apa kecerdasan buatan (*artificial intelligence*), psikologi kognitif dan antropologi kognitif dapat diaplikasikan dalam arkeologi kognitif?
2. Tingkat teori (*level of theory*) seperti apa yang dipakai dalam arkeologi kognitif?
3. Alat dan metodologi ilmiah apa yang dipakai untuk arkeologi kognitif?
4. Permasalahan apa yang bisa diperbaiki untuk memberikan solusi pada pernyataan sekarang dalam arkeologi kognitif? dan

5. Bagaimana cara bekerja para sarjana dalam bentang kognitif yang berlainan menguji data arkeologi dalam tujuannya menarik kesimpulan-kesimpulan kognitif?

Komponen terpenting dalam pendekatan kognitif-prosesual arkeologi adalah mulai keluar untuk mempelajari arah pergerakan dimana dan bagaimana 'simbol' (*symbol*) dipergunakan, maka dalam '*working with symbols*' (Renfrew dan Bahn 2000:391) dikatakan ada 6 (enam) syarat-syarat yang berlainan yang dapat digunakan dalam meletakkan simbol: (1) *Establishment of place*; Sebuah langkah yang paling dasar ditandai dengan membatasi teritorial perseorangan dan teritorial komunitas. (2) *Measurement*; Sebuah langkah dasar kognitif yang pernah berkembang adalah mengenai simbol ukuran, seperti satuan waktu, panjang dan berat, yangmana membantu mengorganisasikan hubungan dengan dunia secara alamiah. (3) *Planning*; Simbol sebagai sebuah instrumen dalam perencanaan, mengijinkan kita untuk mengatasi dunia di masa datang. Simbol sengaja membantu kita mendefinisikan dengan lebih jelas, dengan cara menggunakan model dari beberapa tindakan yang direncanakan, sebagai contoh perencanaan kota. (4) *Relations between human being*; simbol digunakan untuk mengatur dan mengorganisasikan antara umat manusia. Mata uang sebagai contoh, dengan uang semua pendapat tentang beberapa benda materi mempengaruhi nilai benda satu dan yang lainnya. Selain hal itu merupakan keeluasaan dalam mengategorikan simbol, seperti tanda pangkat dalam ketentaraan, mempunyai kaitan dengan tugas yang sesuai dengan kekuasaan dalam masyarakat. (5)

Human relations with Other World; simbol digunakan untuk melambangkan dan juga untuk mengatur relasi manusia dengan apa saja di dunia, dunia supranatural atau yang transendental, yang mana simbol amat berperan penting dalam arkeologi religi dan pemujaan. (6) *Depiction*; selain lima hal di atas simbol mungkin dapat menjabarkan dunia melalui penggambaran, melalui representasi seni, seperti dalam nirmana ruang (*sculpture*) atau lukisan.

Contoh syarat-syarat tersebut merupakan upaya mempermudah meletakkan simbol dalam suatu konteks tertentu, tentu saja masih banyak bentuk-bentuk yang dapat kita perhatikan melalui literatur-literatur kuno dengan segala variasinya seperti puisi, permainan, pernyataan politik, tulisan awal tentang sejarah, menyajikan gambaran dan kekayaan dari bentuk-bentuk dunia peradaban yang tinggi secara kognitif.

Untuk mengetahui lebih jauh aspek-aspek yang menjadi isu dalam ilmu pengetahuan kognitif yang berkaitan dengan arkeologi kognitif akan dibahas pada bab-bab berikut.

I.2.1 Awal munculnya arkeologi kognitif

Seiring perkembangan filsafat dan ilmu pengetahuan serta teknologi hingga seperti sekarang ini, berpengaruh pula pada teori-teori yang digunakan untuk mendekati sebuah permasalahan, khususnya arkeologi. Dampak tersebut pada akhirnya membawa dunia arkeologi pada sebuah atmosfer di mana di dalam arkeologi mulai banyak muncul kritik (*critical*

approach) hingga menjadi teori dan metode. Hal itu tentu saja terjadi dan amat terkait dengan *New Archaeology*.

Kesadaran ini membuat para ahli peduli dan membutuhkan untuk diskusi teoritikal dan mungkin paling banyak terlihat jelas dalam David Clarke's (1973) tentang deskripsi keadaan tidak bersalah hilangnya secara arkeologikal, dan dalam Binford's (1977) tentang "for theory building". Pascaprosesual mengambil hal ini sebagai refleksi dan teori masih berlangsung (Hodder, Ian, 2001:1).

Di samping kritik arkeologi juga banyak disiplin lain yang ikut ambil bagian dalam ketertarikannya menyoroti dari matra yang lain, seperti misal: ilmu kognitif dalam arkeologi kognitif dan ilmu syaraf dalam *neuro-archaeology*. Maka arkeologi kognitif menjadi interdisipliner, karena di dalamnya turut 'bergumul' disiplin lain, seperti: linguistik, komputer dan tentu saja kognisi dan antropologi, tergantung obyek dan permasalahan apa yang sedang dikaji.

I.2.2 Definisi, Terminologi dan Aplikasi pada Arkeologi Kognitif

"Cognitive science is an interdisciplinary approach to studying mind and, in particular, intelligent thought and behaviour. It is relatively new academic discipline which is developing from a merger of interests among certain linguistics, psychologists, philosophers, computer scientists, anthropologists, neuroscientist and others".

Ilmu pengetahuan kognitif adalah pendekatan interdisipliner untuk mempelajari pikiran dan, khususnya kecerdasan dan perilaku. Ilmu ini merupakan disiplin ilmu yang relatif baru yang berkembang dari

penggabungan berbagai kepentingan diantara para ahli, linguistic, psikolog, ahli filsafat, ahli komputer, antropolog, ahli syaraf, dan lain-lain (Norman 1981, dalam Segal 1994:22).

Memahami penjelasan di atas, maka pada dasarnya arkeologi merupakan disiplin ilmu yang berakar dari kognitif. Artefak, fitur atau ekofak dan kaitan antar obyek yang merupakan data arkeologi dianggap memiliki kegunaan dan makna yang penuh arti (*usefully and meaningfully objects*) yang secara langsung maupun tak langsung merupakan perilaku cerdas (. Segal, Erwin M 1994:22). Contoh: diketemukannya gerabah dan beliung asah di Kalumpang dan Minangasipaku Sulawesi selatan adalah wujud dari perkembangan perilaku cerdas, yakni tentang bergesernya pola 'food processing' yang menggantikan pola 'food producing' pada masa neolitik di nusantara. Demikian juga pada abad 7-10 M; bertumbuhnya ideologi dalam masyarakat yang berakar sivais dan buddha di tanah Jawa bagian tengah ditandai dengan banyaknya bangunan untuk ritus keagamaan; yakni dibangunnya candi-candi sebagai sarana ritus 'keagamaan'. Ilustrasi tersebut masuk akal apabila dikatakan sebagai bentuk evolusi kognisi manusia nusantara Jawa dalam konteks perkembangan kebudayaan sejak sebelum abad ke 8 hingga sesudahnya.

Walaupun tidak diciptakan oleh kecerdasan tetapi objek tersebut diikuti oleh kecerdasan (Segal, Erwin M. 1994:22). Berbeda dengan pendekatan positivistik dan behavioristik, arkeologi kognitif memiliki

salah satu prinsip metodologi yakni pemikiran yang detil mengenai penyangga dari semua pengetahuan tentang perilaku yang ditunjukkan. Maka dalam sub bab ini disampaikan topik-topik yang dipinjam dari disiplin lain; terutama psikologi dan komputer yang sering muncul digunakan dalam kaitan dengan arkeologi kognitif. Pengertian dan terminologi ini dimaksudkan supaya mempermudah memasuki ranah ilmu kognisi dan komputer pada saat memahami proses pengolahan informasi berkaitan dengan proses analisis data artefaktual, di antaranya adalah:

1.2.2.1 Sistem Simbol Fisik (*Physical Symbol System/ PSS*)

Atau disebut *Formal System*, hipotesa mengenai Sistem Fisik (*physical system hypothesis*) pertama kali ditulis dipublikasikan pada awal tahun 1970 oleh Herbert Simon dan Allen Newell dengan judul "*Computer Science as Empirical Enquiry*". Tulisan tersebut sempat 'mengganggu' ahli filsafat (seperti John Searle) dan kalangan ahli humaniora, pasalnya karena tulisan tersebut mengindikasikan ada konsep yang dianggap membuat dangkal (degradasi) dengan apa yang dinamakan kemengertian (*sense*) tentang manusia. Seolah-olah otak maupun pikiran identik dengan sebuah prosesor komputer.

PSS juga diidentikkan dengan simbol atau juga pola-pola fisik (*physical patterns*), maka model sebuah PSS akan sangat kuat

dipengaruhi oleh apa yang disebut *Artificial Intelligence (AI)*. Kecerdasan buatan (*AI*) akan dijelaskan lebih lanjut dalam topik dan halaman yang berbeda.

Erwin M Segal (1994:23) menuliskan bahwa penelitian yang dilakukan bertahun-tahun oleh Newell dan Simon (1976; Newell 1981) mengemukakan bahwa hasil penelitian tersebut memberikan dukungan secara empiris dan teoritis terhadap pentingnya analisa pengolahan informasi (selanjutnya dikenal dengan istilah *Information Processing Systems* atau *IPSS*). Mereka mengatakan bahwa semua manusia yang cerdas adalah sistem simbol fisik, dan menjadi PSS adalah perlu dan memadai untuk menghasilkan perilaku yang cerdas. Masih dalam tulisan yang sama Newell (1981) mengidentifikasi suatu hirarki dari sedikitnya lima tingkat deskriptif dalam semua PSS: (a) tingkat alat, (b) tingkat sirkuit, (c) tingkat logis, (d) tingkat program, (e) tingkat *PMS* (*Processor, Memory, Switch*). Tiap-tiap tingkat memiliki prinsip dan karakteristik sendiri dan hanya sebagian menjadi kendala pada tingkat lain.

- (a) Tingkat alat mengidentifikasi rangkaian unit fisik yang harus diduplikasikan dan saling berhubungan untuk suatu PSS. Dalam komputer hal ini dulunya berupa tabung dan kabel; kini cenderung terdiri atas ketidakmurnian

semikonduktif pada chip silikon. Dalam organisme hal ini terutama terdiri atas neuron dan synapses.

- (b) Tingkat sirkuit terutama terdiri atas aliran atau energi dengan voltase dan hambatan tertentu, atau potensi dan neurotransmitter. Dalam PSS sesuatu harus dipindahkan melalui sistem.
- (c) Tingkat logis mengacu pada pola struktural dan fungsional. Register dalam kondisi hidup atau mati, lewatnya mata-mata bor terjadi menurut pola-pola kombinasinya; contohnya beberapa unit mungkin akan menyala (ANDgate), atau sebuah unit mungkin hanya akan menyala bila hanya salah satu dari beberapa unit yang saling berhubungan menyala (XOR(eksklusif atau)gate).
- (d) Tingkat program berisi struktur data, symbol, alamat dan program. Simbol (pola yang terstruktur) disimpan dalam lokasi yang dapat diakses, dan ada program untuk mendapatkan informasi (mengidentifikasi dan menduplikasikan sub pola yang mungkin) dan pengoperasikannya sesuai dengan beberapa prinsip. Hasil dari operasi tersebut dapat merupakan penambahan data baru pada struktur data atau beberapa keluaran eksternal atau keduanya.
- (e) Tingkat PMS adalah tingkat fungsional di mana maksud, rencana dan tujuan direalisasikan. Di sini hanya ada satu

media yang disebut data atau informasi yang mengalir lewat saluran yang disebut hubungan dan pengganti serta terjadi dan diproses oleh unit-unit yang disebut memori, prosesor, kontrol, dan transduser (Newell 1981:7)

1.2.2.2 Kecerdasan Buatan atau AI (*Artificial Intelligence*);

Adalah salah satu cabang dari ilmu komputer, untuk mencari dan mengeksplorasi proses kognitif (kesadaran-pengertian) manusia dengan cara mengkreasi model-model yang memperagakan perilaku "intelligent" (Matlin, Margaret W., 2002:18). Avron Barr dan Edward E. Feigenbaum dalam bukunya "*The handbook of AI*" ditulis bahwa AI adalah sebagian dari komputer sains yang mempelajari (dalam arti merancang) sistem komputer yang berinteleksi, yaitu sistem yang memiliki karakteristik berpikir seperti manusia. Saat ini komputer memang sudah sangat pandai dalam menghitung atau proses numerik. Keunggulan lainnya adalah kemampuan menyimpan data dan kemampuan mengerjakan operasi yang berulang dengan cepat dan tidak pernah merasakan bosan. Sejauh itu komputer belum memiliki intelegensi. Dalam intelegensi terdapat komponen yang paling vital yang tidak dimiliki oleh komputer, yaitu 'common sense'. *Sense* dapat diartikan dengan *kemengertian*; sedangkan *common* adalah *umum*. Secara sederhana, *common sense* adalah sesuatu yang membuat manusia tidak sekedar memproses informasi, namun mengerti informasi tersebut.

Kemengertian ini dimiliki oleh umum atau semua orang (normal), jadi disebut 'kemengertian umum'. Sebagai sebuah ilustrasi pernah digambarkan oleh Prof. Samaun Samadikun (data diperoleh th.2008) tentang perbandingan otak manusia dengan mikroprosesor (otak komputer) adalah:

	Mikroprosesor	Otak Manusia
Lay Out	Dua Dimensi	Tiga dimensi
Jumlah device	± 5 juta transistor	± 10 milyar neuron
Volume	± 0,01 cm ³	1000 cm ³
Kerapatan	50 juta device/cm ³	10 juta device/cm ³
Disipasi daya	7 watt	10 watt
Fan in	<10	1 s/d 100 ribu
Waktu tunda propagasi	10 nanodetik/gate	1 milidetik/neuron
Arsitektur	Von Neumann	non Von Neumann
Bahan dasar	Silicon	Organik

Sumber: electron@hmc.ee.itb.ac.id

I.2.2.3 Peta Mental (*Cognitive Map/ Fuzzy cognitive map*)

Istilah peta kognitif (*cognitive map*) pertama kali diperkenalkan oleh E.C. Tolman untuk menerangkan bagaimana tikus-tikus mempelajari lokasi atau tempat hadiah di dalam sebuah kotak ketika lorong-lorong kecil menuju tempat hadiah itu diubah. Istilah ini akhirnya berkembang lebih luas, dan hanya dipelajari oleh para ahli psikologi

kognitif dan psikologi lingkungan (Mc. Andrew, 1993, dalam Suharnan, 2005:103).

Pemetaan kognitif mencakup aktivitas mengumpulkan informasi, merepresentasikannya di dalam pikiran, dan memproses informasi yang berkaitan dengan tata-letak atau susunan perangkat fisik (objek-objek nyata), misalnya benda-benda yang terdapat di ruang perkantoran atau di ruang tamu sebuah rumah. Hasil akhir dari proses tersebut dinamakan peta kognitif. Suatu peta kognitif merupakan peta mental (*mental map*) yang merepresentasikan atau menggambarkan keadaan dunia sebagaimana yang dipercayai. Peta kognitif dapat berbentuk sangat rinci dan dapat pula hanya berbentuk bagan yang menggambarkan susunan objek-objek secara garis besar (sketsa). Pemetaan kognitif adalah salah satu bagian penting dari topik yang lebih dikenal dengan kognisi ruang (*spatial cognition*) yang meliputi bagaimana pengetahuan seseorang tentang tata-letak atau susunan objek-objek baik di dalam sebuah ruangan yang sempit maupun luas (Suharnan, 2005:103).

I.3. Masalah Penelitian

Uraian tentang Psikologi Kognitif, Ilmu Kognitif dan Kognitif dalam arkeologi di bagian pendahuluan merupakan landasan pemikiran untuk melakukan kajian arkeologi kognitif manusia perancang dan pembangun candi

pada pertengahan abad ke 8 sampai dengan pertengahan abad ke 9, terutama dalam proses perancangan dan pembangunan struktur candi, secara khusus Candi Arjuna yang terletak di situs Dieng. Hal lain yang mendorong dilakukannya studi ini, antara lain masih terbatasnya penelitian atau kajian tentang arkeologi kognitif pembuatan candi pada masa lalu, terutama bangunan-bangunan candi paling awal. Belum adanya minat tentang kajian secara interdisiplin juga turut menyebabkan terbatasnya khasanah kajian dibidang proses pembangunan sebuah candi maupun mengembangkan tulisan tentang arkeologi kognitif.

Topik bahasan yang dikemukakan dalam studi ini adalah salah satu aspek dalam pembangunan candi di masa lalu, yakni aspek kognitif. Sebagaimana disampaikan Soekmono (1986) dalam Kata Pengantar Buku Candi Sewu, Jacques Dumarcay; Dibangunnya sebuah candi harus disertai penguasaan teknologi khusus dan ketrampilan perundagian yang tidak dapat ditawar-tawar. Oleh karenanya, dalam meneliti dan mempelajari seluk-beluk sebuah candi tidak dapat diabaikan setiap gejala teknis, betapa kecilnya juga, tiada bedanya bila menghadapi gejala arkeologi ataupun historis. Artinya melalui tinggalan berupa artefak candi yang di dalamnya terkandung aspek teknis, juga terkandung aspek kognitif yang mendasari para undagi membangun candi.

Sejauh ini data yang tersedia nampaknya menjadi salah satu permasalahan terbatasnya tulisan maupun kajian tentang teknis bangunan candi sehingga bisa dipahami penelitian maupun kajian tentang teknis juga terbatas

jumlahnya. Kajian dan penelitian yang dilakukan oleh Jacques Dumarcay (misal Candi Sewu dan Arsitektur Bangunan Agama Buda di Jawa Tengah, 1986) tentu amat berguna apabila dilanjutkan dengan kajian arkeologi yang melibatkan disiplin lain, yakni arsitektur, matematika, astronomi dan kognitif. Kajian yang dilakukan oleh Jacques Dumarcay menarik untuk disikapi karena memang tulisannya sengaja tidak dituntaskan seolah memberi ruang bagi para peneliti lain untuk menggunakan data dan tulisannya dalam melengkapi proses kebudayaan melalui tinggalan arkeologis yang ada di Indonesia.

Di samping itu asumsi dasar tentang proses pembangunan fitur (bangunan, candi, dll.) yang ada di luar Indonesia biasanya memiliki catatan, data, dan kajian yang relatif lengkap, baik secara arkeologis maupun dari interdisiplin tidak begitu saja bisa dijadikan acuan. Sebagai contoh, bentuk kuil di India dan candi di Indonesia yang berbeda. Hal ini tentu disebabkan oleh berbagai alasan walaupun dipercayai bahwa filosofi desain dasar itu berasal dari India karena latar belakang ideologi dan kepercayaan berciri sivais bermula dari India. Diduga manusia perdana pada abad ke 8-9 M di Jawa bagian tengah dalam proses pembelajaran membuat candi dan proses menerima candi sebagai salah satu sarana/ tempat ritual mengalami proses internalisasi yang bercampur dengan ideologi dan kepercayaan yang dijalankan oleh manusia tersebut. Banyak kajian untuk membuktikan bagaimana pengaruh India masuk ke nusantara, namun sebagaimana di jelaskan oleh Agus Aris Munandar; Hal yang sudah pasti adalah berkat adanya pengaruh tersebut penduduk kepulauan Indonesia kemudian memasuki periode sejarah sekitar

abad ke 4 M. Menurut J.L.A Brandes (1887) penduduk Asia Tenggara termasuk yang mendiami kepulauan Indonesia telah mempunyai 10 kepandaian menjelang masuknya pengaruh kebudayaan India, yaitu:

- (1) mengenal pengecoran logam,
- (2) mampu membuat figur-figur manusia dan hewan dari batu, kayu, atau lukisan di dinding goa,
- (3) mengenal instrumen musik,
- (4) mengenal bermacam ragam hias,
- (5) mengenal sistem ekonomi barter,
- (6) memahami astronomi,
- (7) mahir dalam navigasi,
- (8) mengenal tradisi lisan,
- (9) mengenal sistem irigasi untuk pertanian,
- (10) adanya penataan masyarakat yang teratur.

Pengaruh agama dari India yang datang ke Jawa diolah lagi oleh para pendeta-pemikir Jawa Kuna, lalu muncul gagasan yang memadukan hakekat Siva-Buddha. Oleh karena ada perpaduan itu, maka peralatan ritusnya pun menjadi berbeda, tidak lagi sama dengan di tanah asalnya.

(Aris Munandar, Agus, 2005)

Penjelasan ini disampaikan, diduga pola pikir secara terstruktur (*structuring of individual knowledge*) telah dimiliki oleh masyarakat pada saat sebelum pengaruh India masuk ke nusantara, termasuk pembuatan sarana pendukung ritus keagamaan berupa candi. Candi di situs Dieng menurut

pendapat E.B. Vogler digolongkan masuk Seni Bangunan Syailendra (pertengahan abad ke 8 sampai dengan abad ke 9 M) dan dibagi menjadi dua aliran yaitu:

1. Seni Bangunan Dieng Baru, yang tetap melanjutkan anasir-anasir seni bangunan Dieng Kuno. Bangunan-bangunan ini bertemu di daerah Kedu Utara, khususnya di bukit Dieng.
2. Seni Bangunan Syailendra-Jawa, yang berakar dari seni bangunan India Utara. Bangunan-bangunan ini bertemu di daerah Kedu Selatan dan sekitar Prambanan, seperti candi Kalasan, Sari, Lumbung, Sewu, Borobudur, Pawon dan Mendut (Drs. Sutjipto Wirjosuparto, *Sedjarah Bangunan Kuno Dieng*, 1957)

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Soekmono (1979;457-472 dalam disertasi IGN Anom 1997) mendasarkan penelitian tersebut pada prasasti yang berangka tahun yang berhubungan dengan candi tertentu ataupun prasasti yang tidak berangka tahun yang diasosiasikan dengan candi tertentu, serta ciri-ciri arsitektur dan seni hiasnya. Soekmono berhasil mencapai tiga kesimpulan, sebagai berikut:

1. Monumen yang berhubungan dengan prasasti berangka tahun mempunyai karakter kaki yang polos dan profil klasik dari periode Sailendra awal (tahun 730-akhir abad VIII).
2. Monumen yang dihubungkan dengan prasasti tak berangka tahun ada dua jenis: gaya Dieng Kuna dan Dieng Baru (650-730 dan 730-800). Yang terakhir bersamaan dengan gaya Sailendra awal:

pertama ditemukan terutama di daerah utara, dan yang kedua di daerah selatan.

3. Monumen yang tidak berhubungan dengan prasasti tetapi digolongkan berasal dari sebelum tahun 800, menunjukkan gaya Dieng Baru di daerah utara dan gaya Sailendra awal di selatan.

Berdasarkan kesimpulan tersebut, Soekmono mengganti sebagian dari schema yang dibuat oleh Vogler, yaitu:

1. Periode pertama (650-730) gaya Dieng Kuna: Candi Arjuna, Semar, Srikandi, dan Gatotkaca;
2. Periode kedua (\pm 730-800), terdiri dari:
 - á. Gaya Dieng Baru: Candi Puntadewa, Sembodro, Bima, Gedong Songo, dan Muncul;
 - b. Gaya Sailendra awal: Candi Gunung Wukir, Pringapus, Kalasan I dan II dan Sewu;
 - c. Gabungan a dan b: Candi Batu Miring, Sambisari, Gebang, dan Lumbung.

Setelah gambaran mengenai kemampuan manusia Nusantara sebelum pengaruh India masuk disampaikan maka permasalahan pokok yang akan dibahas dalam tulisan ini adalah aspek kognitif dari manusia atau masyarakat perancang pembangun candi-candi tersebut. Kajian interdisiplin ini dapat diformulasikan sebagai berikut: bagaimana proses berpikir para perancang pembangun candi di bukit Dieng menyusun batu menjadi sebuah bangunan yang berstruktur kokoh, proporsional dan fungsional. Kajian ini akan didekati

dari disiplin ilmu arkeologi dan arsitektur, sedangkan proses berpikir para perancang pembangun candi menggunakan teori arkeologi kognitif.

Mengingat masih sedikitnya penelitian tentang arkeologi kognitif maka untuk mendapatkan data yang memadai mengenai aspek kognitif akan dilakukan dengan beberapa pendekatan, antara lain pendekatan teknik yang akan diaplikasikan dalam skema teknik *chaîne opératoire*, yaitu meliputi:

1. Data teknik Auto-CAD hasil olahan alat *laser-scanner photogrammetry* pra pemugaran Candi Arjuna tahun 2005 dari Balai Konservasi Peninggalan Borobudur.
2. Foto-foto pra pemugaran dan pasca pemugaran Candi Arjuna dalam kurun waktu 2005-2007.
3. Data-data yang diperoleh dari pemugaran Candi Sewu.
4. Pengamatan dan pencatatan di lapangan oleh penulis selama kurun waktu tahun 2007 – 2008.

I.4. Kerangka Analisis

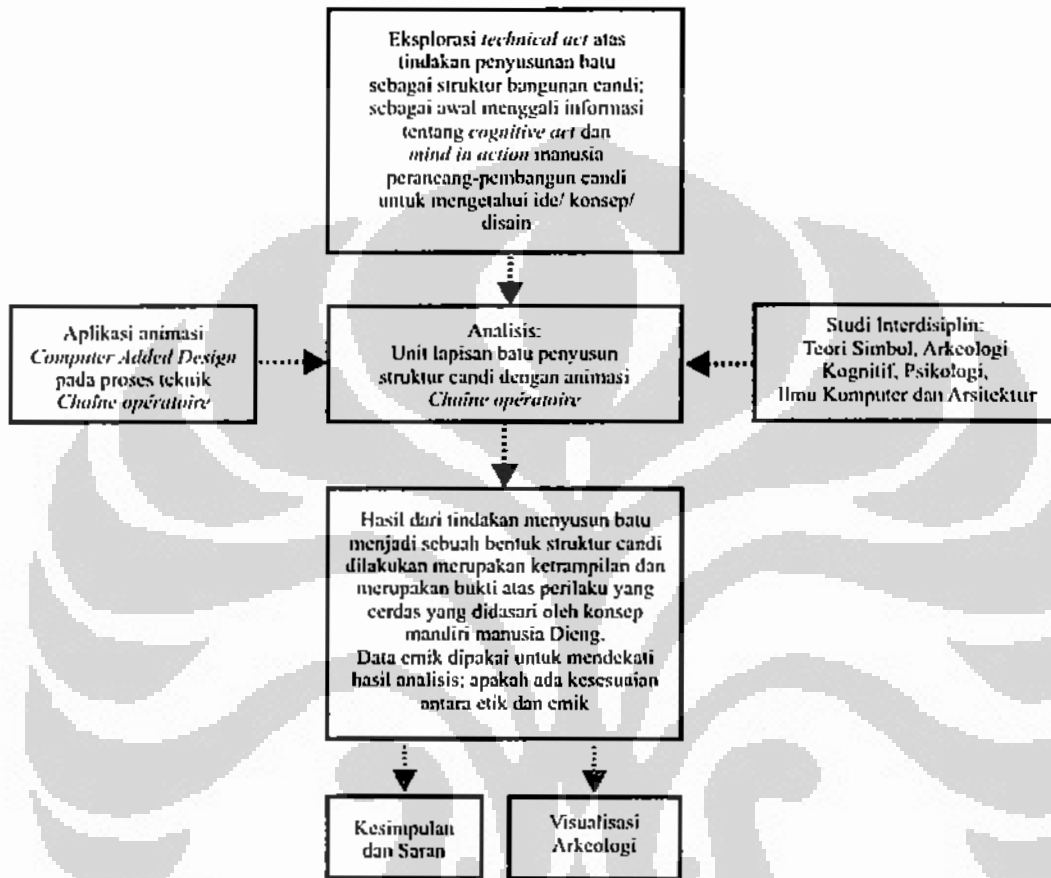
Disampaikan di atas bahwa kajian arkeologi kognitif dalam studi ini akan di arahkan untuk memberikan penjelasan tentang proses berfikir para perancang pembangun candi di bukit Dieng saat menyusun batu agar menjadi sebuah struktur bangunan candi. Secara khusus Candi Arjuna. Maka berbagai aspek yang menyangkut proses berfikir dan bertindak serta perilaku para

perancang pembangun candi sejauh mungkin akan dijelaskan melalui data arkeologis dan data lingkungan yang tersedia.

Untuk menerapkan perspektif kognitif pada arkeologi, kita seyogyanya mempertimbangkan mengenai proses kognitif yang terkait dalam pembentukan budaya material. Seorang arkeolog yang juga ilmuwan kognitif akan menggunakan alat dan konsep ilmu pengetahuan kognitif guna membantu program Lewis Binford untuk menghubungkan 'aktivitas manusia (yaitu dinamika) dengan konsekuensi dari aktivitas tersebut yang terlihat pada benda material (yaitu statistik)' (Binford 1983:19 dalam Segal, Erwin M 1994:24).

Menyadari bahwa studi kognitif hingga saat ini masih belum berpadu dalam satu disiplin ilmu dengan perspektif tunggal tentang kecerdasan, meskipun demikian telah ada banyak lintas pengembangan ide dari berbagai disiplin, misal antropologi, komputer, matematika, linguistik dan *neuroscience* bahkan mulai amat spesifik seperti *neuroarchaeology*. Mengingat satu kelemahan tentang data arkeologi yang akan digunakan dalam studi ini tidak selalu terekam lengkap, maka akan digunakan data-data pendukung dan pembanding yang konteks dengan permasalahan yang sedang diteliti, misal data arkeologis yang akan digunakan adalah data Candi Arjuna akan ditambahkan dan dibandingkan dengan data Candi Sewu dan Candi Setiaki dan atau Candi-candi yang dibangun sejaman (sinkronik-komparatif).

Figur 2. Kerangka analitis



Keterangan:

- ↓
 ↓

Gagasan awal; menggali teknik menyusun batu pada bangunan candi untuk menemukan kecerdasan teknik para perancang pembangun candi
- ←
 ←

Melalui: teori, interdisiplin dan metode arkeologi kognitif berupaya menganalisis temuan-temuan teknik dengan menggunakan skema teknik *Chaîne opératoire*
- →

Alat bantu; perangkat lunak komputer membantu analisis secara grafis
- ↓
 ↓

Hasil; tindakan menyusun batu hingga menjadi sebuah struktur candi direpresentasikan
- ↓
 ↓

Visualisasi arkeologis; upaya menyampaikan hasil studi berupa kesimpulan, saran dan film.

Dalam studi ini akan dirumuskan dalam sebuah kerangka analitis sebagai konsep bekerja melalui sebuah rantai operasi (tahapan pelaksanaan) yang disebut *chaîne opératoire*. *Chaîne opératoire* pernah diujicobakan dalam suatu penelitian tentang proses produksi alat dan peralatan yang sehari-hari dipakai oleh manusia prasejarah, antara lain: *Magdalenian knapping* di Pincevent dan pembuatan *Michoacan pottery* sebagaimana terangkum dalam buku *The ancient mind – Elements of cognitive archaeology*, 1994.

Jadi alasan menggunakan teori dasar *chaîne opératoire* merupakan upaya merekonstruksi pikiran manusia melalui artefak yang menyisakan wujud tindakan teknis yang pernah dilakukan oleh manusia pada masa itu, maka alasan tersebut sekaligus menjadi suatu batasan studi bahwa konteks penelitian di fokuskan pada konteks teknik-teknologis.

I.5. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Sebagai ilmu yang berada di bawah payung kebudayaan, arkeologi adalah disiplin ilmu yang memfokuskan perhatian pada kebudayaan dan kehidupan masa lalu, mempunyai tiga tujuan pokok, yaitu (1) merekonstruksi sejarah kebudayaan (2) merekonstruksi cara-cara hidup; serta (3) menggambarkan proses perubahan budaya (Binford, 1972:78-104).

Tujuan dari penulisan ini adalah mendapatkan cakrawala arkeologi yang lain yakni dilihat dari sebuah pendekatan dan Teori Simbol, maka

penekanan rekonstruksi akan dititikberatkan pada rekonstruksi cara berpikir/ pengetahuan yang sesuai dengan permasalahan-permasalahan sebagaimana telah dijelaskan yakni bertujuan untuk: mengetahui proses kognitif perencana pembangun candi-candi pada saat menyusun batu menjadi sebuah struktur, secara spesifik Candi Arjuna di Situs Dieng, Jawa Tengah yang diperkirakan sudah ada pada abad ke 8 sampai dengan abad ke 9.

Melalui tujuan tersebut maka manfaat yang didapat dari tulisan ini diharapkan bisa menambah referensi tentang model pembangunan candi-candi yang banyak tersebar di situs Dieng khususnya dan di Jawa Tengah umumnya. Di samping itu, studi ini juga menghasilkan:

- (1) Prototip bangunan Candi Arjuna (pra pemugaran tahun 2005; hasil perekaman bangunan candi berupa gambar AutoCAD yang dihasilkan melalui teknologi *laser-scanner-photogrammetry* yang tingkat akurasinya tinggi (4mm-8mm pada jarak 200meter pemotretan (penjelasan Kepala Balai Konservasi Peninggalan Borobudur, 2006).
- (2) Gambaran antara penyusunan batu yang dilakukan oleh para perancang-pembangun candi di Dieng dan aturan perundangan yang tersurat dalam buku *Manasara Silpasastra dan Maya Mata*.
- (3) Menambah informasi teknis tentang teknik konservasi bangunan candi.
- (4) Apabila ditingkatkan dan diperdalam akan menjadi bahan untuk penelitian-penelitian yang berbasis arkeologi kognitif, arkeometri, tekno arkeologi, dan juga arkeologi virtual.

- (5) Menjadi model mata kuliah materi arkeologi dan arsitektur.
- (6) Menjadi pemacu studi arkeologi dan pengelolaan sumberdaya arkeologi; karena perkembangan riset 3-D telah mencapai *Virtual Reality (VR)* yang amat dekat kaitannya dengan perkembangan arkeologi di masa depan.



BAB II

ARKEOLOGI KOGNITIF DAN PENDEKATAN INTERDISIPLIN

Sebagaimana diketahui bahwa proses perkembangan arkeologi tradisional, arkeologi prosesual, maupun arkeologi pascaprosesual dalam perjalanannya juga tidak berarti tanpa debat dan kritik. Munculnya arkeologi pascaprosesual pada tahun 1980 – 1990 amat berpengaruh pada teori, metodologi hingga hasil penelitian. Ada dua pandangan yang menjadi landasan penulis dalam mengambil langkah awal pada saat menentukan pilihan teori, yakni: Pertama, arkeologi prosesual dalam analisis fisik temuan menganggap artefak adalah produk dari *action* (*usage* dan fungsi), sedangkan arkeologi pascaprosesual melalui teori simbol mempermasalahkan dibalik fisik artefak ada konsep/ ideologi. Peran arkeologi kognitif yang kajian terhadap artefaknya dilakukan melalui proses mengetahui teknik produksi (*measurable/ scientific*) pada kenyataannya berada ditengah-tengah ke dua aliran besar tersebut. Alih-alih arkeologi kognitif berpotensi menjadi jembatan antara yang *scientific* dan yang *interpretive*, maka arkeologi kognitif juga sering disebut *processual-cognitive archaeology*. Kedua, berkaitan dengan Teori Simbol, Hodder juga mengingatkan tentang tiga ide pertama yang dikembangkan dari penelitian *Symbol in Action*, yang semuanya paralel dengan pra-Arkeologi Baru, yakni: (1) bahwa budaya material terbentuk dengan penuh makna, (2) bahwa manusia perlu menjadi bagian dari teori-teori budaya material dan perubahan sosial, serta (3) bahwa meskipun keberadaan

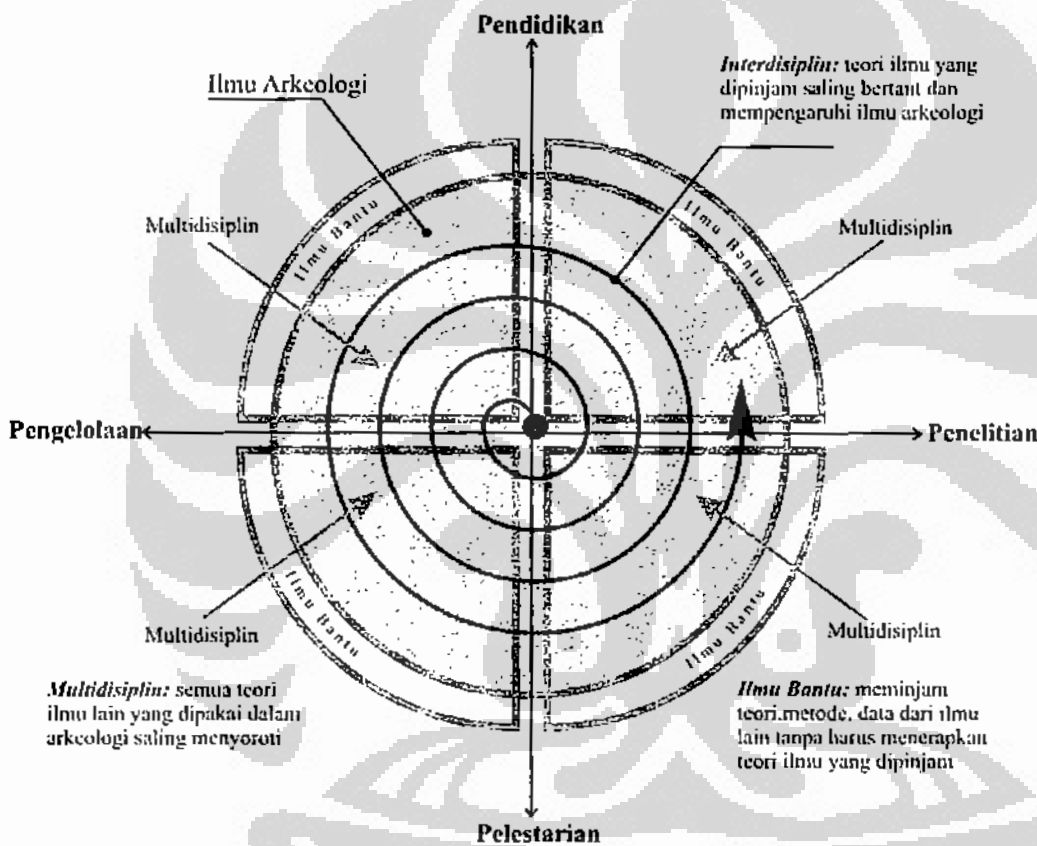
arkeologi itu mandiri, tetapi arkeologi memiliki ikatan yang sangat erat dengan sejarah (Hodder, Ian, 1989:1).

Atas dasar dua landasan tersebut di atas maka kajian dalam tesis ini bersifat interdisiplin, karena dasar dari pengetahuan kognitif sendiri berakar dari ilmu psikologi kognitif. Namun secara historis ilmu pengetahuan kognitif belum diperluas hingga mencakup arkeologi dan permasalahannya. Ilmuwan kognitif, menjelaskan bahwa arkeologi dapat menjadi inti ilmu pengetahuan kognitif. Kajian tentang budaya material merupakan bidang penting dengan data dan metode yang unik yang dapat memberikan kontribusi pada pemahaman umum tentang kecerdasan. Arkeologi juga dapat (dan memang dapat) mengambil manfaat dari data dan metode yang dikembangkan dalam ilmu pengetahuan kognitif lain (Segal, Erwin M. dalam Renfrew, Colin dan Ezra B. W. Zubrow, 1994:22).

Berkembangnya arkeologi pascaprosesual tidak berarti meninggalkan teori-teori arkeologi tradisional dan arkeologi prosesual, karena walaupun suatu teori pada suatu saat bisa kadaluwarsa namun kedua teori sebelum arkeologi pascaprosesual turut mengembangkan pemikiran-pemikiran baru sehingga lahir orientasi-orientasi teoritis baru dalam teori arkeologi pascaprosesual. Atas dasar inilah maka dapat dikatakan bahwa tidak ada sebuah disiplin pun yang dapat mengembangkan sebuah teori yang berskala universal atau sebuah teori yang bersifat monopolistik (Magetsari, Noerhadi, 1999:5).

Figur di bawah ini mengilustrasikan Teori Arkeologi yang dalam perkembangannya mengemban aspek pendidikan, penelitian, pelestarian, dan pengelolaan berhadapan dengan kajian Interdisiplin, Multidisiplin dan Ilmu Bantu.

Figur 3. Interdisiplin, Multidisiplin dan Ilmu Bantu



Sumber: Magetsari, Noerhadi, *Interdisiplin bagi Pengembangan Ilmu Arkeologi*. Makalah pada *Pertemuan Ilmiah Arkeologi* pada tanggal 15-18 Februari 1999 di Yogyakarta.
Grafis oleh: Kriswandhono, 2006

Seiring dengan berkembangnya aliran pascaprosesual, maka posisi arkeologi kognitif sebenarnya menjadi strategis karena dapat menjembatani aliran prosesual yang bercirikan; memandang peran manusia pasif, reaktif terhadap alam, *behavioral, society*, reflektif dan obyektif dengan pascaprosesual yang bercirikan;

memandang peran manusia aktif dan konstruktif, *action*, individual, transformatif dan subyektif.

Teori Simbol

Pernyataan tentang; manusia dibedakan dengan makhluk lain karena kemampuannya menggunakan simbol (Cassirer, Ernst dalam Renfrew 1944:26, Hodder,2001:129), maka pernyataan bahwa manusia adalah *animal symbolicum* digunakan untuk lebih menyatakan bahwa manusia memiliki budaya yang terungkap melalui simbol-simbol. Di dalam arkeologi yang mempelajari tentang simbol adalah arkeologi kognitif (*cognitive archaeology*); bahkan sebagian besar kemungkinan menggunakan simbol supaya lebih fokus; secara khusus tentang kemampuan manusia membangun dan menggunakan simbol (Renfrew, 2000:385-91).

Simbol adalah sesuatu yang digunakan untuk merepresentasikan sesuatu yang lain: "*visible sign of an idea or quality or of another object*" (Webster Collegiate Dictionary 1925:974'symbol'). Sebuah komponen penting dalam pendekatan prosesus-arkeologi kognitif adalah untuk menyusun dan mempelajari penggunaan simbol. Bab ini mengemukakan pendekatan-pendekatan studi, konteks penelitian, disain penelitian serta konsep dasar ilmu kognitif yang dipakai dalam studi ini.

Teori Psikologi Kognitif

Kawasan studi psikologi kognitif (*the domain of cognitive psychology*) meliputi: persepsi, pencatatan sensori, pengenalan pola, dan perhatian; ingatan, imajeri, dan pembentukan konsep; bahasa, dan perkembangan kognitif; penalaran, pemecahan masalah, dan kreativitas; pembuatan keputusan; intelegensi manusia, dan intelegensi buatan (*artificial intelligence*); hubungan antara emosi atau suasana hati (*mood*) dengan proses-proses kognitif manusia (Brennan, 1991; Ellis dan Hunt, 1993; Solso, 1998 dalam Suhaman, *Psikologi Kognitif*, 2000). Ranah psikologi kognitif di atas sesuai dengan perannya akan bertautan dengan teori-teori yang lain dalam membahas maupun pada saat menganalisis kasus pada tulisan ini, disamping disiplin arkeologi dan psikologi juga terdapat disiplin, seperti: arsitektur, dan komputer.

Teori Bentuk dan Struktur dalam Arsitektur

Bangunan candi tergolong sebagai salah satu wujud arsitektur; baik dalam arti secara morfologi, bahan dan fungsi maupun sebagai produk dari suatu kebudayaan. Maka dalam proses membangun tentunya terdapat aturan, kesepakatan bahkan pokok-pokok atau landasan yang mendasari sebuah bangunan. Dipandang dari ilmu kognitif maka arsitektur (bangunan) memiliki latar belakang program perancangan yang disebut konsep disain (*design concept*).

Di India pemikiran tentang patokan-patokan atau aturan-aturan untuk membangun juga dilakukan, di antaranya: tulisan tentang dimensi (ukuran) dalam

arsitektur, yakni *Manopakarana (system of measurement)* dan *Silpilaksana* yang menerangkan tentang kualitas silpin. Selain itu dikenal pula Vitruvius – *The Ten Book on Architecture* yang antara lain menyebutkan pemikiran dalam berarsitektur, yakni: *firmitas* (kekukuhan, stabilitas), *utilitas* (kenyamanan), dan *venustas* (keindahan dalam arsitektur).

Struktur dalam arsitektur adalah suatu bentuk konstruksi bangunan yang menyebabkan bangunan tersebut menjadi stabil, kuat dan aman. Struktur biasanya tidak terkait langsung dengan proporsi atau pun harmoni yang menyebabkan adanya nilai estetika. Namun demikian secara otomatis seorang perancang harus memiliki kesatuan berpikir dalam merancang sebuah bangunan yang di dalamnya antara lain terkandung azas kestabilan dan azas keindahan. Sebagaimana layaknya para *silpin*; masing-masing juga memiliki keahlian dalam mendirikan bangunan candi, disebutkan dalam *Manasara Silpasatra* biasanya terdiri dari ahli kitab, pembangun utama, ahli menerjemahkan desain, ahli perkayuan dan sebagainya. Bentuk dan gaya arsitektur juga selalu terkait dengan teknik konstruksi dan bahan bangunan yang banyak dipakai pada saat itu, maka bentuk arsitektur juga dituntut kejelasan mengenai strukturnya.

Secara sederhana susunan candi terbagi secara vertikal terdiri dari: bagian kaki candi – dinding atau biasa disebut tubuh candi – dan bagian atap candi atau kemuncak candi. Pembagian tersebut hanya untuk mengilustrasikan batas-batas sebuah struktur bangunan candi yang terdiri dari ratusan bahkan ribuan keping batu yang beratus ton beratnya, disusun dengan sistem konstruksi yang sempurna. Dalam

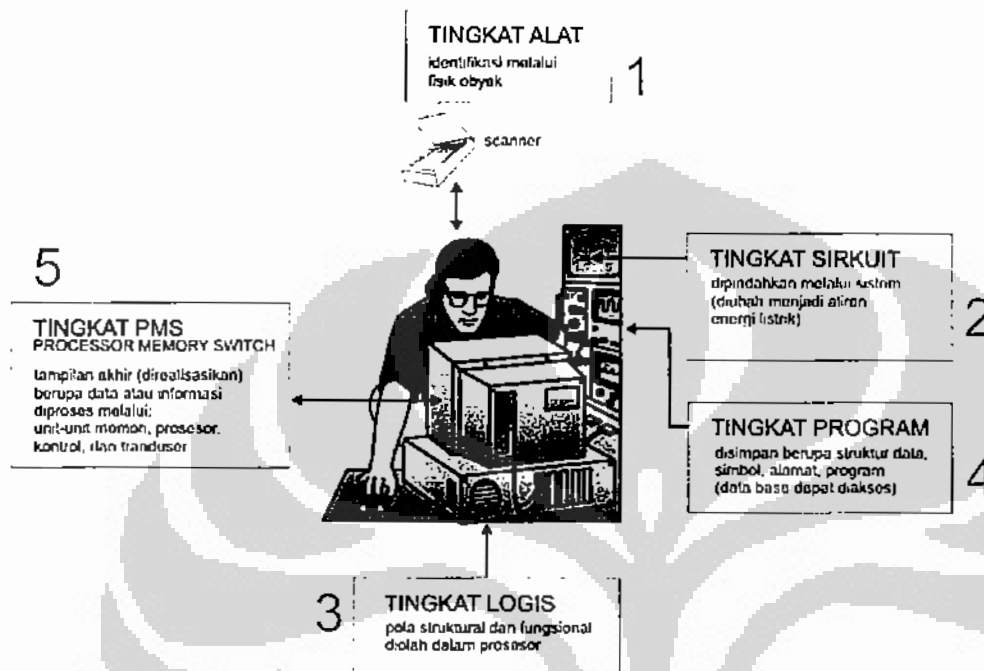
perkembangannya kemudian, pengetahuan tentang kekukuhan dan kestabilan konstruksi bangunan diistilahkan dengan sebutan ilmu statika atau mekanika teknik. Struktur bangunan seyogyanya bertaut erat dengan proporsi dalam satu kesatuan arsitektural karena pada dasarnya kegiatan membangun adalah kegiatan berkonsep atau mengatur maka apabila dilihat dengan penuh perhatian akan ditemukan konsep /desain, pengetahuan atau pun ideologi yang mempengaruhi para pembangun candi pada waktu itu.

Di Asia, terutama pada masa lampau disamping fungsi statis dalam pembentukan arsitektur sering dipengaruhi oleh simbol dan mistik. Hiasan yang sejak dahulu kala digunakan untuk menyampaikan gagasan kosmologis dan metafisis dalam bentuk simbol dan bukan melambangkan alam sebagai sumber fungsi statis. (Frick, Heinz dan LMF. Purwanto, *Sistem bentuk struktur bangunan*, 2006:13).

Teori Kecerdasan Buatan (*Artificial Intelligence*) dalam komputer

Telah disinggung pada sebelumnya; penjelasan Newell (1981) tentang semua manusia yang cerdas adalah sistem simbol fisik (*Physical Sysmbol System*), dan menjadi PSS adalah perlu dan cukup memadai untuk menghasilkan perilaku yang cerdas (*Bab I halaman 12*). Newell juga berhasil mengidentifikasi ada lima tingkat dalam suatu hirarki di semua PSS, sebagaimana di ilustrasikan secara grafis dalam Figur 4, di bawah ini:

Figur 4. Tingkat dalam hirarki Sistem Simbol Fisik (PSS)



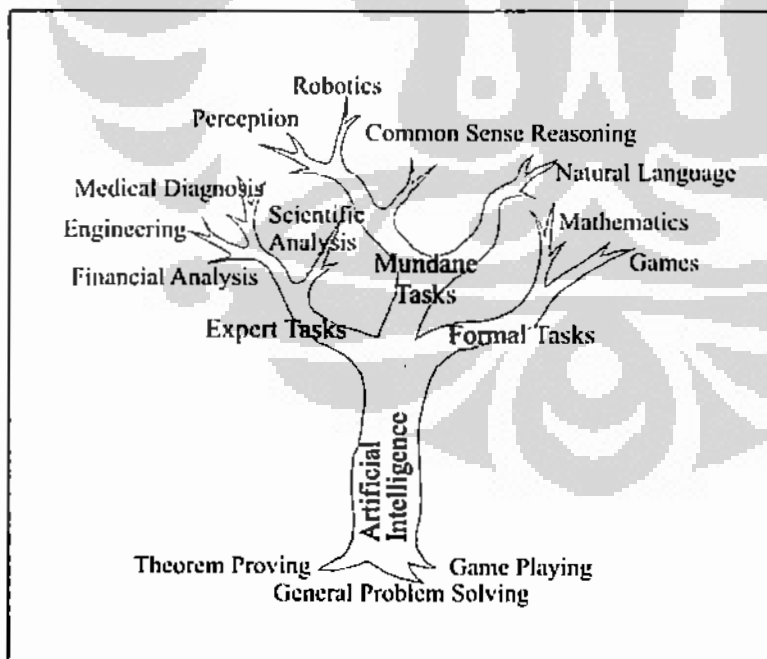
Sumber: Newell, 1981 dalam Chapter 3: *Archaeology and cognitive science*, Erwin M. Segal – *The Ancient mind, Elements of cognitive archaeology*, Colin Renfrew dan Ezra B. W. Zubrow (eds), 1994:23. Grafis : Kriswandhono, 2008.

Tujuan dari memperkenalkan kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) dalam studi ini adalah bukan semata-mata terkait langsung dalam penulisan ini namun sebagai pengantar dalam memahami aspek komputasional yang berkaitan dengan kognisi manusia (kecerdasan alami). Walaupun dalam bab analisis akan menggunakan komputer namun belum bisa sepenuhnya merupakan kecerdasan buatan, karena program-programnya masih terbatas pada program standar visual dan grafis, seperti program *Autocad 2D* dan *3D*. Dari perspektif pemrograman (*programming*), AI termasuk di dalamnya; adalah studi tentang pemrograman simbolik, pemecahan masalah, proses pencarian (*search*). Umumnya program AI lebih fokus pada simbol-simbol daripada pemrosesan numerik untuk

mempresentasikan obyek, proses dan hubungannya. Arkeologi kognitif yang juga menitikberatkan pada pengambilan keputusan (*decision making*); untuk analisis dan pemecahan masalah menggunakan teknik-teknik khusus, maka AI dalam *search* juga menggunakan beberapa teknik yang dikenal dengan bahasa pemrograman, misal: (1) LISP, dikembangkan awal tahun 1950-an, merupakan bahasa pemrograman pertama yang diasosiasikan dengan AI, (2) PROLOG, dikembangkan pada tahun 1970-an, (3) Bahasa pemrograman yang berorientasi obyek atau *Object Oriented Programming* (Objective C, C++, Smalltalk, Java).

Dibawah ini di ilustrasikan pohon kecerdasan buatan yang menjelaskan tugas pokok dalam ranah AI:

Figur 5. Tugas Pokok Kecerdasan Buatan (*Artificial Intelligence*)



Task Domains of Artificial Intelligence

II.1 *Chaîne opératoire* sebagai landasan teoritis

Ketika perhatian terutama ditujukan pada aspek sosial, Mauss secara meyakinkan mengatakan dalam *Les Techniques du corps* (1936) bahwa bahkan aspek kemanusiaan yang paling bersifat badaniah dan biologis dapat bersifat arbitrer dalam tindakannya, yang disesuaikan dengan bidang sosial dan menjadikannya efisien. Sejalan dengan hal tersebut Mauss menekankan bahwa tindakan teknis adalah tindakan sadar yang muncul dari 'sebab praktis' yang terbentuk secara individu atau kolektif. Sebagai akibat metodologis, para etnografman, teknolog dan arkeolog semuanya dituntut untuk memperhatikan secara cermat segala bentuk dan peristiwa dari tindakan teknis dan memahami *enchainement organique* dan *moments essentials* dari tindakan teknis tersebut sebagai konstituen serta refleksi dari totalitas tersebut (Mauss 1941, 1947 dalam Schlanger, Nathan, Renfrew.1994:144).

Maksud Natan Schlanger adalah untuk menjelaskan, dan menilai, dari salah satu kondisi praktis bagi arkeologi pemikiran (*archaeology of mind*): yaitu penggunaan pendekatan *chaîne opératoire* yang bijaksana untuk pengkajian sebuah teknologi produksi; dalam hal ini diaplikasikan dalam teknik penyusunan batu pada proses pembangunan sebuah struktur candi. Pendekatan ini di negara barat telah banyak dicobakan untuk penelitian pada teknologi *lithic* dengan maksud untuk mendudukan kembali lingkungan teoritis teknologi *lithic* dan mengilustrasikan melalui contoh-contoh arkeologi, mengetengahkan satu bukti menarik : pendekatan ini mengangkat masalah yang eksplisit tentang proses budaya material dan bukan sekedar bentuknya. Apabila yang dihasilkan oleh budaya material dan rangkaian

tindakan material dapat direkonstruksi berdasarkan sisa peninggalan arkeologi statis, maka pemikiran aktif masa lalu pada akhirnya dapat diraih.

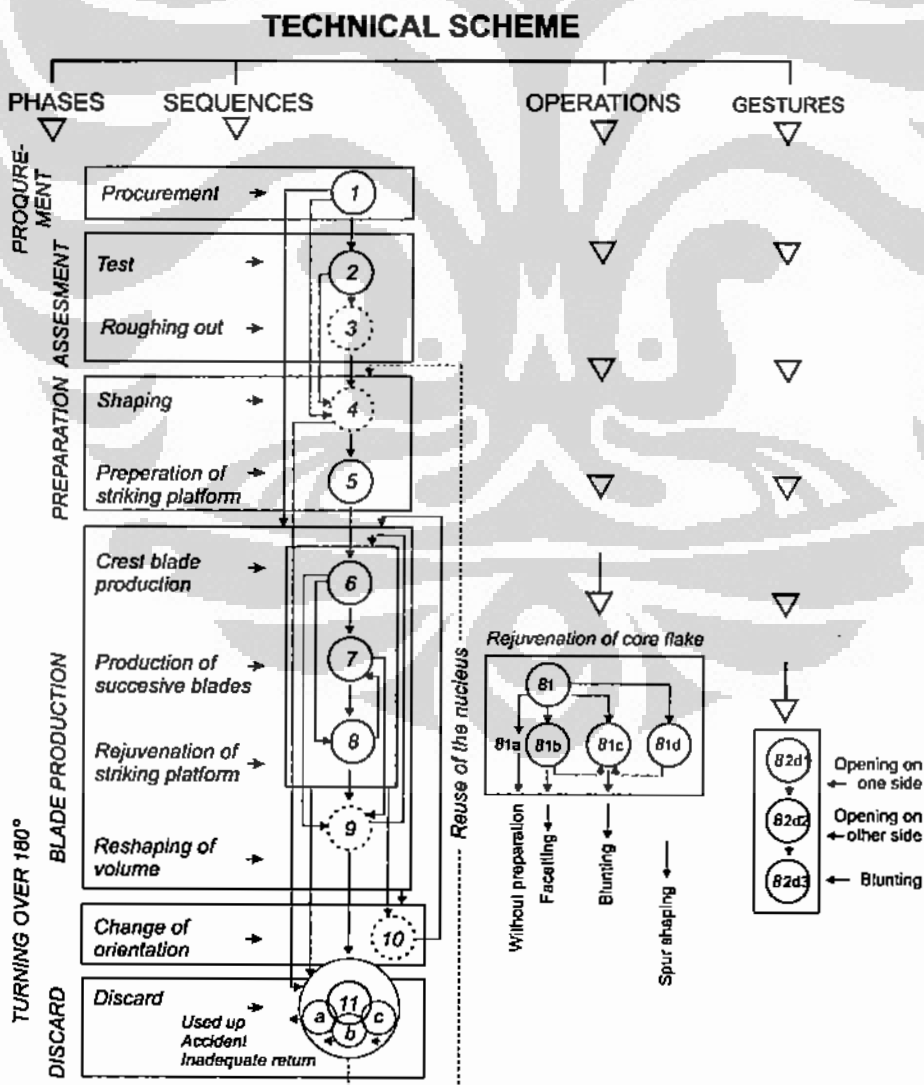
Kalimat pendahuluan dalam *Les Salines de l'ouest* patut dikutip secara utuh: didefinisikan sebagai tindakan yang disosialisasikan pada benda, teknik dapat dipahami melalui tiga susunan fakta, yaitu: (1). Serangkaian gerak tubuh dan operasi (proses teknis), (2). Obyek (sarana dari tindakan pada benda) dan (3). Pengetahuan yang spesifik (*connaissances*) (Schlanger, Nathan dalam Renfrew, Colin dan Ezra B. W. Zubrow 1994:145).

Dalam psikologi kognitif terdapat asumsi bahwa proses kognitif saling berkaitan antara unit satu dengan yang lain, dan tidak berjalan sendiri-sendiri, maka pendekatan *chaîne opératoire* (istilah yang diciptakan oleh Andre Leroi- Gourhan, 1911-1986) menyoroti potensi-potensi untuk memasukkan kembali aktivitas teknis dalam membuat dimensi gerak isyarat, keruangan dan waktu sementara (*gestural, spatial, temporal dimension*, pada studi tentang peristiwa manusia awal paleolitik). Penelitian tersebut menunjukkan bahwa tindakan material yang dilakukan oleh manusia purba dalam situasi yang layak dapat dengan baik dipahami dalam logika dan sintaksis mereka (mengutip kata-kata Andre Leroi-Gourhan dalam Schlanger, Nathan 1994:147).

Dalam tesis ini akan mempraktekkan *chaîne opératoire* secara grafis dengan menggunakan teknik komputer dengan alasan bahwa pendekatan kognitif sering dibandingkan dengan kecerdasan buatan (*AI*) sebagaimana telah diulas pada bab sebelumnya. Komputer sebagai alat yang kadang 'diidentikkan' dengan otak

manusia secara teknis dinilai cukup cerdas dalam membantu memecahkan langkah-langkah operasi atau tindakan (*act*) yang dapat turut menyempurnakan sebuah penelitian. Untuk mendapatkan gambaran tentang pola akan ditunjukkan sebuah skema teknis sebagaimana pernah dilakukan pada pembuatan *Magdalenian blade*. Ilustrasi tentang skema teknik yang dibangun dari landasan teori *chaîne opératoire* merupakan contoh, bahwa praktek tersebut dapat diaplikasikan pada konteks teknik yang lain, misal, susunan batu andesit yang membentuk Candi Arjuna di bukit Dieng.

Figur 6. Skema Teknik *Chaîne Opératoire*



Sumber: (1) *Organization of the technical scheme defining different for Magdalenian blade production. Prehistoric technology: a cognitive science?*, C. Karlin and M. Julien, dalam Renfrew 1994:155) atau (2) *The chaine operatoire involved in the production of a Magdalenian flint blade. Many manufacturing processes involved sequences of comparable complexity.**) Renfrew & Bahn, *Archaeology; Theories, Methods and Practice*. 2000:388.

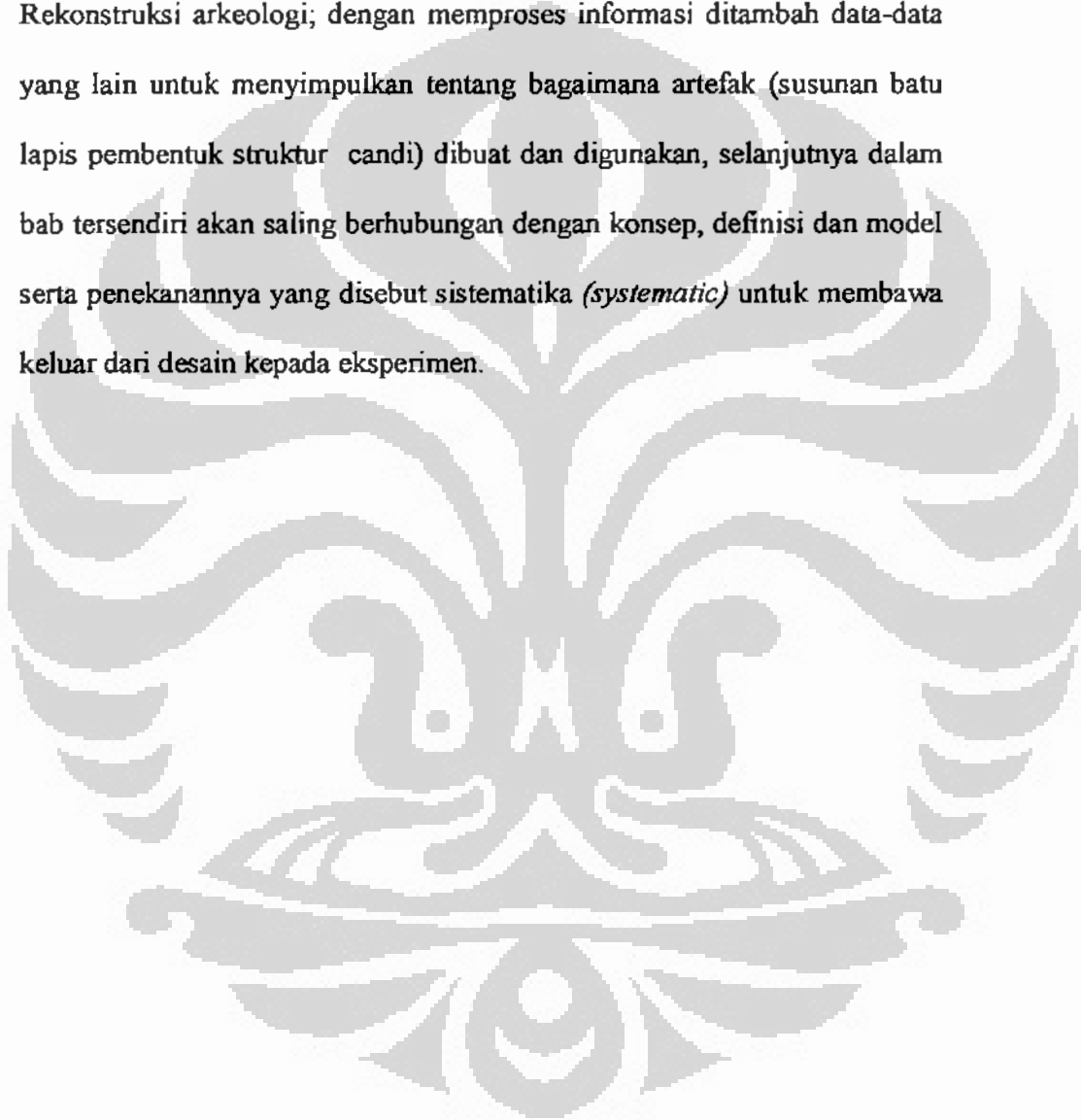
II.2 Desain Penelitian

Menggunakan konsep yang ditelusuri dari psikologi kognitif dan antropologi kognitif yang kemudian dijadikan model untuk digunakan dalam eksperimental dalam konteks arkeologi. Beberapa proses model memungkinkan kita untuk mengerti dan memahami alur informasi antara manusia perajin dan produk yang dihasilkan (Young, David E. dan Robson Bonnichsen, 1984).

Model yang lain juga memperlihatkan gramatikal pengetahuan yang mana oleh perajin dapat dijadikan pemecahan masalah teknis dalam berbagai macam situasi dalam upaya menggeneralisasikan strategi memproduksi barang yang spesifik (dalam konteks studi ini pengertian produksi adalah rupa dan bentuk susunan batu pembentuk struktur candi). Jadi ada semacam nilai prediktif bahwa mereka mampu mengusulkan dan membuat strategi sebelum masuk dan mengamati kegiatan empirisnya.

Kesimpulan tentang bagaimana artefak (prasejarah) dibuat dan digunakan dapat diuji secara eksperimental, dan data eksperimental dijadikan umpan balik (*feedback*) menjadi interpretasi keseluruhan rakitan (*assembledge*). Sebagai rangkuman, riset desain ini terkandung dua elemen utama yang harus diperhatikan:

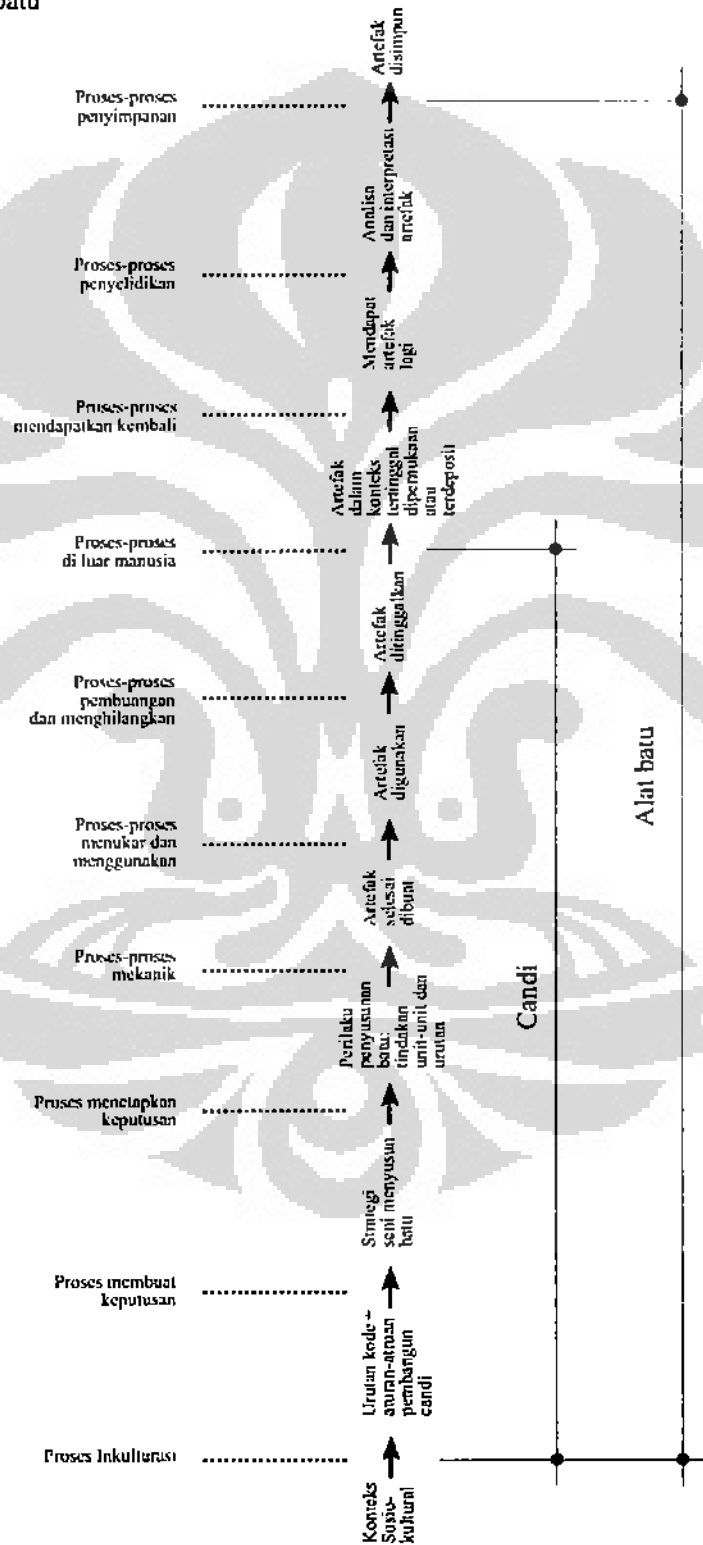
1. Studi-studi tentang proses dasar; bekerja dalam kehidupan perajin dengan maksud untuk memahami proses produksi dan bagaimana hal ini terkait dengan morfologi dan hasil akhir artefak.
2. Rekonstruksi arkeologi; dengan memproses informasi ditambah data-data yang lain untuk menyimpulkan tentang bagaimana artefak (susunan batu lapis pembentuk struktur candi) dibuat dan digunakan, selanjutnya dalam bab tersendiri akan saling berhubungan dengan konsep, definisi dan model serta penekanannya yang disebut sistematika (*systematic*) untuk membawa keluar dari desain kepada eksperimen.



Figur 7. Tahapan Pencatatan Pekerjaan Batu

Proses yang menjelaskan tiap-tiap tahapan yang berbeda dalam pencatatan pekerjaan batu

(A general model)



Sumber:
A general model of processes that contribute to variation in the stone records dalam *Understanding Stone Tools*, 1984 hal. 2

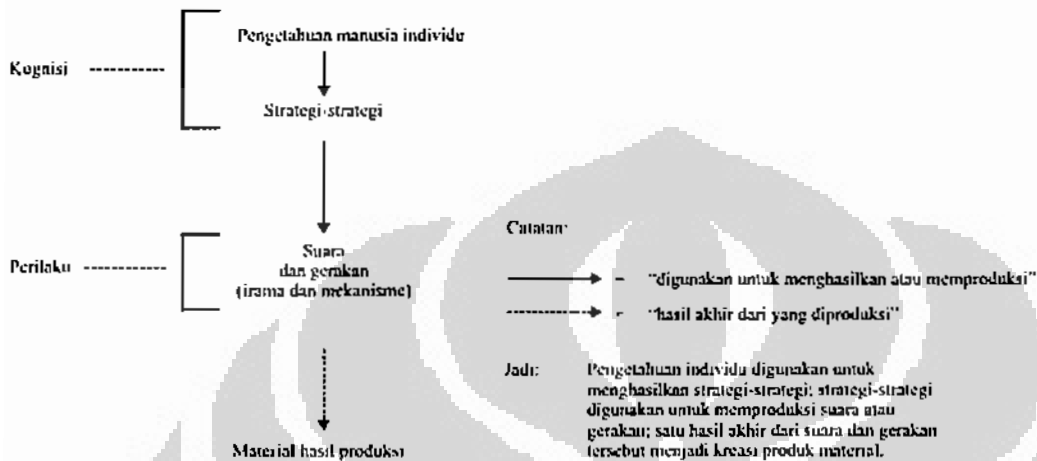
Dialah Kriessandhono, 2008

II.3 Konsep Dasar Psikologi Kognitif

Psikologi Kognitif memiliki dua konotasi, yaitu dapat diartikan sama dengan istilah kognisi (*cognition*), dan juga sebagai pendekatan kognitif (*cognition approach*) di dalam psikologi (Matlain, 1989 dalam Suharnan 2005); Pertama, dipandang sebagai suatu cabang psikologi yang mempelajari proses-proses mental atau aktivitas pikiran manusia, misalnya proses-proses persepsi, ingatan, bahasa, penalaran, dan pemecahan masalah. Kedua, sebagai suatu pendekatan maka psikologi kognitif dapat dipandang sebagai cara tertentu di dalam mendekati berbagai fenomena psikologis manusia, yang berbeda dengan pendekatan psikologi yang lain. Misal psikologi behaviorisme menekankan pada aspek perilaku yang diamati secara langsung; psikoanalisis menekankan pada aspek emosi yang terletak di bawah sadar; psikologi humanisme menekankan pada pertumbuhan pribadi dan hubungan antarpribadi; sedangkan pendekatan psikologi kognitif menekankan pada peran-peran persepsi, pengetahuan, ingatan, dan proses-proses berpikir bagi perilaku manusia.

Suatu konsep dapat dibentuk melalui gambar visual dan kata bermakna atau semantik (Suharnan, 2005:115). Dari konsep ini manusia membentuk kategori dan klasifikasi; misalnya dari gambar susunan batu candi dipilah-pilah dalam ukuran, bentuk, warna akan menemukan kategori candi kemudian diklasifikasikan menjadi urutan candi besar, sedang, kecil dan seterusnya. Konsep visual dalam tulisan ini diperlakukan sebagai upaya memperjelas konteks permasalahan manusia sebagai sistem simbol fisik (*PSS*) yang menghasilkan perilaku cerdas.

Figur 8. Keterkaitan antara Kognisi, Perilaku dan Hasil produksi



Sumber: *Understanding Stone Tools: A Cognitive Approach*, David E Young dan Robson Bonnichsen, 1984:6

Upaya memperoleh gambaran secara umum bagaimana proses-proses kognitif atau pikiran manusia bekerja, dapat diajukan beberapa asumsi (Matlin, Fifth edition, 2002). Asumsi berguna untuk memperoleh suatu pemahaman awal (Suharnan, 2005) sebagaimana dijelaskan dalam *Psikologi Kognitif*, Suharnan, 2005:14-18) sebagai berikut:

- *Proses kognitif cenderung lebih aktif daripada pasif*, manusia selalu berupaya mencari informasi, memperoleh pengetahuan dan mengikuti perkembangan pengetahuan yang baru.
- *Proses kognitif berlangsung sangat efisien dan akurat*, hal ini disebabkan manusia memiliki kesanggupan untuk mengenal informasi-informasi baru dan mampu menyimpannya dalam ingatan yang bermacam-macam ragam bentuk dan jumlahnya. Kesalahan yang terjadi pada manusia sebenarnya

lebih disebabkan oleh ketidaktepatan dalam menggunakan strategi daripada oleh kapasitas kognisi yang dimilikinya.

- *Proses kognitif cenderung lebih efektif ketika menangani informasi positif daripada negatif*; orang akan lebih mudah memahami bentuk kalimat pernyataan yang positif daripada kalimat negatif. Juga, kebanyakan orang cenderung lebih akurat di dalam mengingat informasi positif daripada informasi negatif.
- *Proses kognitif tidak dapat diamati secara langsung*; tidaklah mungkin kita dapat melihat apa yang terjadi dalam pikiran seseorang, baik pada saat belajar, membuat keputusan, atau pun memecahkan masalah. Termasuk jaman dulu pada saat manusia Dieng membangun candi.
- *Proses kognitif saling berkaitan antara unit satu dengan yang lain, dan tidak berjalan sendiri-sendiri*; misalnya tentang persepsi, bukan semata-mata terletak pada pemrosesan stimulus dari luar saja (*bottom-up processing*), tetapi juga melibatkan pengetahuan yang dimiliki seseorang dan telah tersimpan di dalam ingatannya (*top-down processing*), maka ketika seseorang sedang memecahkan suatu masalah, tentu melibatkan persepsi, representasi masalah, pengetahuan yang tersimpan di dalam ingatan, penalaran, dan pembuatan keputusan terhadap beberapa alternatif pemecahan.
- *Proses kognitif menjadi lebih efektif karena latihan*; sebagaimana anak kecil saat mulai mendapatkan tugas membaca, karena latihan tersebut terus dilakukan berulang kali maka membacanya menjadi lancar. Tugas kognitif

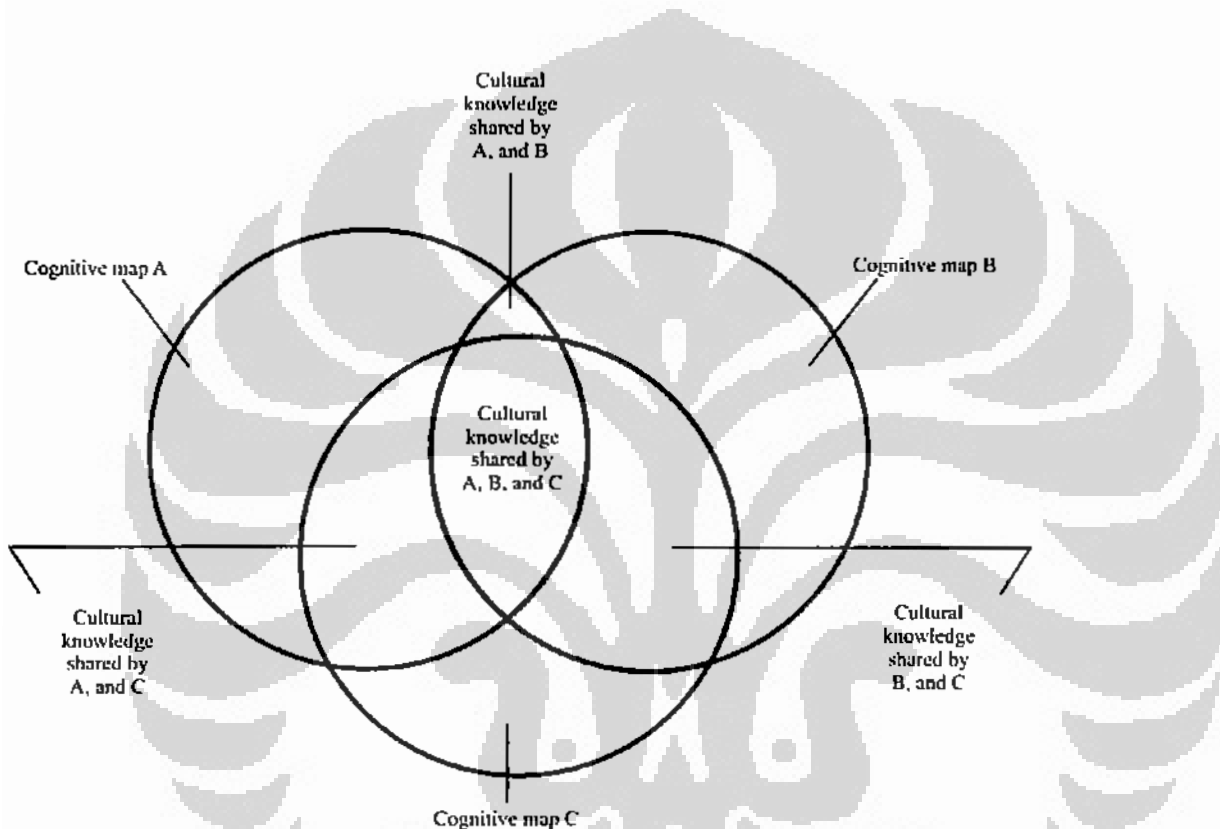
menjadi lebih ringan karena sering dilatih. Demikian pula asumsi pada saat awal manusia Dieng membangun candi; berapa kali mereka mencoba menyusun batu supaya tidak roboh, karena dilakukan berulang kali (proses latihan) maka candi-candi tersebut akhirnya dapat berdiri hingga saat ini.

- *Proses kognitif dapat dipengaruhi oleh konteks tugas*; di dalam tugas-tugas penilaian dan pembuatan keputusan, maka sesuatu obyek yang sama dapat dinilai berbeda oleh dua orang karena konteksnya berbeda. Candi Arjuna terlihat sebagai candi yang paling baik kondisinya, dilihat dari keindahannya maupun kelengkapannya jika berada di lingkungan Dieng, namun apabila candi tersebut dipindahkan di deretan percandian Prambanan, maka Candi Arjuna akan terlihat sederhana dan kecil.
- *Proses kognitif cenderung dipengaruhi oleh emosi yang tengah dialami seseorang*; Secara umum tugas-tugas kognitif misalnya di dalam belajar, mengingat, membuat keputusan atau memecahkan masalah, dapat dilakukan dengan lebih efektif ketika seseorang sedang bergembira daripada bersedih. Selain itu, di dalam tugas-tugas kognitif yang lain misalnya persepsi, orang yang bahagia lebih siap menerima informasi positif atau bermuatan hal-hal yang menyenangkan. Sebaliknya, orang yang tidak bahagia (bersedih) lebih siap menerima informasi negatif atau bermuatan hal-hal yang menyedihkan.

II.4 Konsep Dasar Antropologi Kognitif

Figur 9. Peta kognitif dan Pengetahuan kebudayaan

Hubungan antara individu dan pengetahuan budaya



Sumber: *Understanding Stone Tools: A Cognitive Approach*, David E Young dan Robson Bonnichsen, 1984:13

Figur 9. di atas memperlihatkan keterkaitan antara pengetahuan budaya yang ada dalam satu komunitas saling mempengaruhi dan berbagi kepada komunitas yang lain sehingga terbentuk pengetahuan budaya 'baru'. Konsep ini diilustrasikan oleh James Spradley (1975), yang dikenal dengan *concept of "cultural knowledge"*.

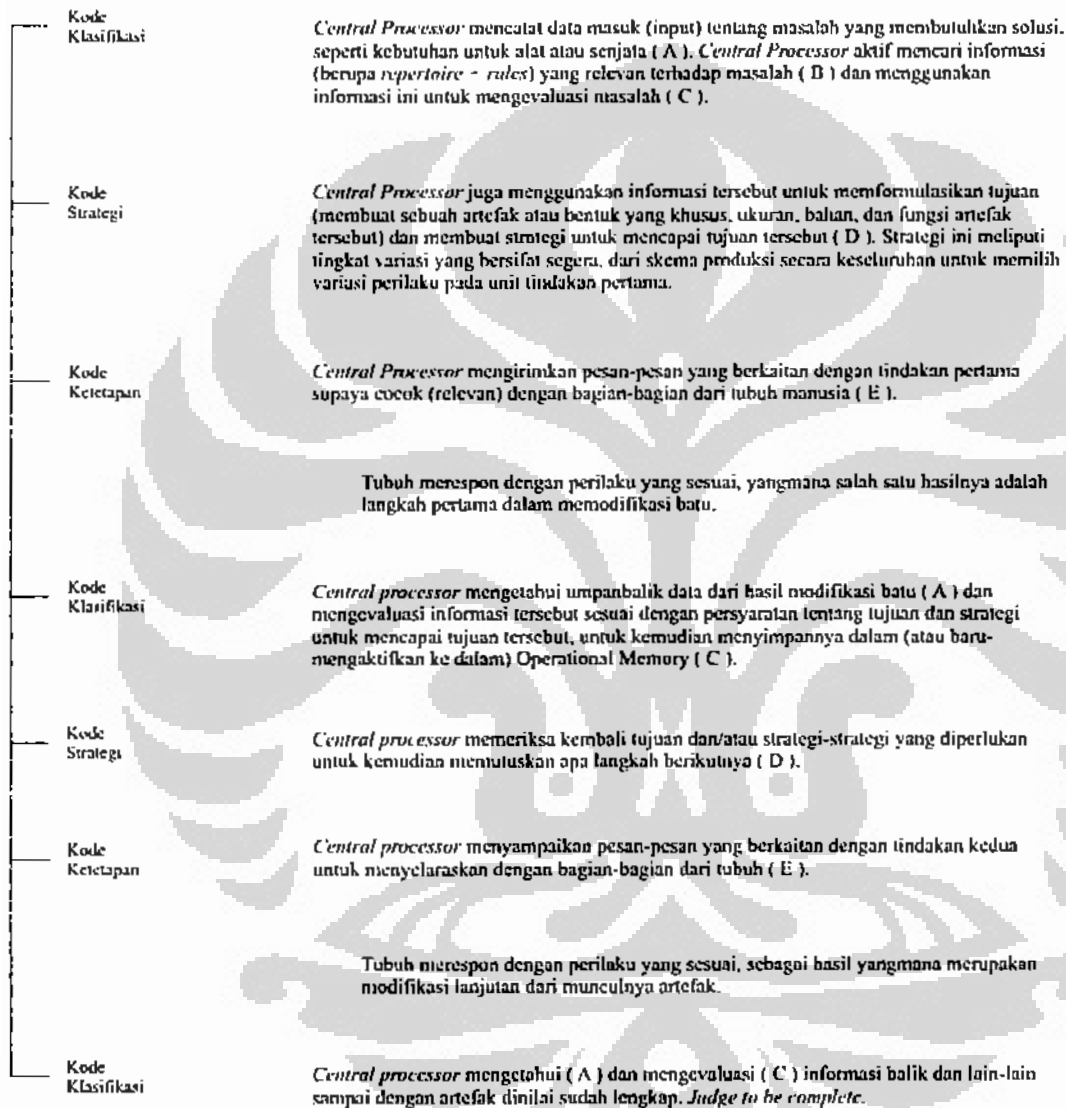
II.5 Konsep Dasar *Central Processor*

Analogi berpikir antara komputer dan manusia pada saat mempraktekkan *chaîne opératoire* dapat dipahami melalui langkah-langkah sebagaimana diilustrasikan dalam Figur 10. Dalam bab sebelumnya (hal. 12-14) dijelaskan tentang Kecerdasan Buatan dan komputer, juga diperbandingkan antara prosesor dan otak manusia, maka dilakukanlah studi mengenai teori dasar mekanisme proses terjadinya intelegensi.



Figur 10. Pengkodean langkah-langkah dan tugas *Central Processor*

Informasi umum-langkah-langkah yang diperlukan dalam proses produksi.

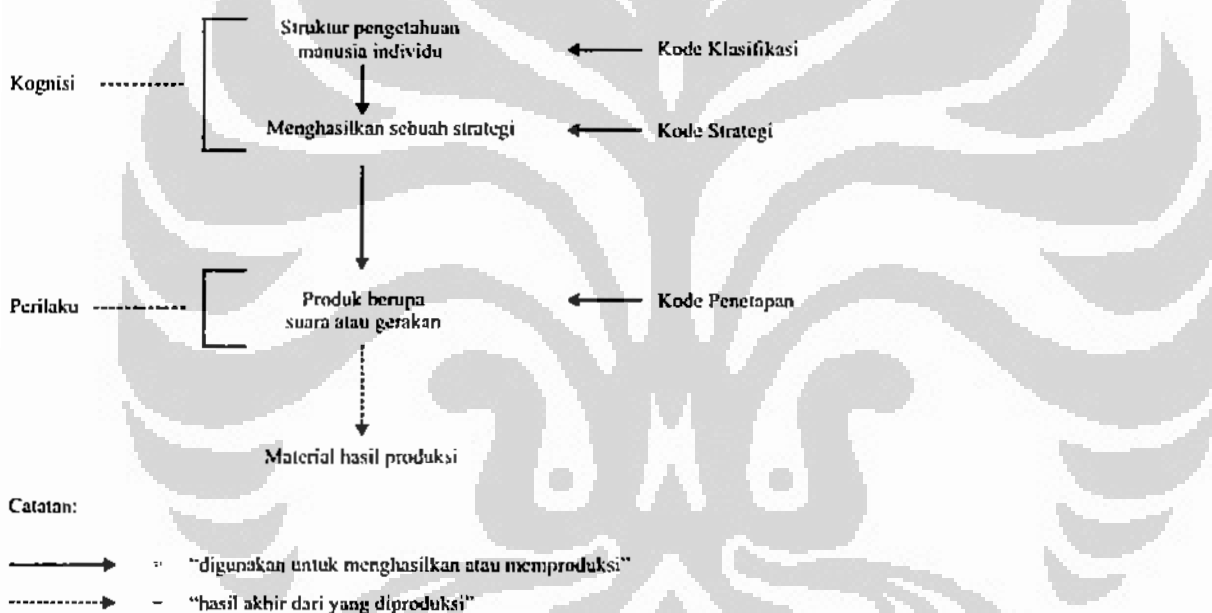


Sumber: *Understanding Stone Tools: A Cognitive Approach*, David E Young dan Robson Bonnichsen, 1984:19.

Figur 10. menunjukkan di mana letak kode-kode yang akan ditempatkan pada saat melakukan kegiatan analisis melalui *chaîne opératoire*. Maka dapatlah

dipahami bahwa konsep arkeologi kognitif adalah melalui produk material para arkeolog merekonstruksi pikiran manusia (pengetahuan) pada masa lalu, sedangkan konsep prosesor di atas mencoba menempatkan kode-kode dan langkah-langkah yang terstruktur dalam pikiran manusia maupun dalam peralatan komputer. Analogi ini yang membawa arkeologi kognitif memiliki relasi dengan *AI*.

Figur 11. Keterkaitan antara pengkodean, kognisi, perilaku dan hasil produksi



Sumber: *Understanding Stone Tools: A Cognitive Approach*, David E Young dan Robson Bonnichsen, 1984:17.

Diagram di atas berkaitan dengan Figur 8 dan 10 yang pada dasarnya memberikan penjelasan bahwa pengetahuan manusia individu yang terstruktur (*structuring of individual knowledge*) memiliki strategi (*strategy*) untuk melakukan perilaku (*behaviour*) dan dari perilaku atau tindakan tersebut menghasilkan produk-produk materi (*material products*) yang bisa dilihat oleh manusia kini. Figur 10 dan 11, terdapat kode-kode yang pada bab III dijadikan konsep untuk memformulasikan

unit-unit perilaku para perancang-pembangun candi dalam tahap-tahap menyusun batu.

Jika pada figur 8 dan 11 diterapkan pada pada seorang arsitek, maka dapat dijelaskan bahwa arsitek yang memiliki pikiran yang terstruktur (*cognition*) akan memilih dan memutuskan sebuah strategi untuk memecahkan masalah perencanaan dan perancangan. Dalam tahap perilaku (*behaviour*) menghasilkan mekanisme dalam merancang dan menghasilkan alternatif-alternatif desain yang akan ditetapkan dan pada akhirnya arsitek menghasilkan sebuah desain sebagai produk dari sebuah proses kognitif.

Namun dalam konteks tulisan ini, secara arkeologi penjelasan proses di atas berlaku sebaliknya; melalui produk bangunan candi para arkeolog merekonstruksi pikiran para *sthapati* (arsitek). Bagaimana mereka mempelajari sebuah struktur candi, merancang, menentukan konsep desain hingga mendirikan sebuah monumen candi.

Catatan:

- I. **Etimologi:** kata 'arsitektur' berasal dari bahasa Latin *architectura* dan bahasa Yunani *αρχιτέκτων* (*architekton*), terdiri dari *αρχι-* (*archi-*), yang berarti "kepala" atau "pemimpin" dan *τέκτων* (*tekton*) seorang "pembangun/tukang" atau "tukang kayu". Dalam kaitan yang lebih luas dikaitkan dengan 'lingkungan bangunan'.
- II. *Tekton* atau *Tektoon* menunjuk pada segala hal yang stabil, yang tidak roboh, yang dapat diandalkan. Bila antara yang *di-pikul* dan yang *me-mikulnya* ada keseimbangan, artinya serba stabil, maka hakikat bangunan sudah tertemulah dan justru itulah yang harus diekspresikan, yakni *tektoon*. (YB. Mangunwijaya 1992:193). Begitulah kata istilah *tektoon* tadi masuk dalam perbendaharaan resmi dan populer: *arche-tektoon* menjadi *architecture* (bahasa Inggris), *architectuur* (bahasa Belanda) yang diindonesiakan menjadi *arsitektur*. (YB. Mangunwijaya 1992:194).
- III. **Takshaka/ Taksan** = dapat diidentikkan dengan Tekton (Tjahjono, Gunawan.2008)
- IV. **Struktur:** dalam tesis ini pengertian struktur dalam arsitektur dijelaskan sebagai hasil dari proses menyusun batu atau upaya meng-konstruksi susunan batu agar mencapai suatu bangunan candi yang stabil.

BAB III
CHAÎNE OPÉRATOIRE
DAN KECERDASAN BUATAN (*ARTIFICIAL INTELLIGENCE*)

Pada bab sebelumnya telah dijelaskan bahwa *Chaîne opératoire* adalah sebuah istilah yang diciptakan oleh Leroi Gourhan (1965) dalam upaya menjelaskan sebuah rangkaian teknis pembuatan alat batu oleh masyarakat pada masa prasejarah. Hal semacam *chaîne opératoire* juga pernah dilakukan oleh David E Young dan Robson Bonnichsen sebagaimana dituliskan dalam bukunya *Understanding Stone Tools: A Cognitive Approach*, 1984. Pada dasarnya, Bonnichsen dan Gourhan sama-sama mendekati permasalahan kognitif manusia dari teknik pembuatan alat batu (*stone tools*); Di samping penulis utama buku tersebut, Bonnichsen juga seorang perajin (*craftman*) yang mempraktekkan membuat alat batu tersebut untuk kemudian hasilnya dituliskan dalam buku di atas.

Penelitian difokuskan pada (1) penentuan *chaîne opératoire* yang bertanggung jawab atas setiap produk yang diteliti, (2) mengetahui interpretasi pembangun candi atas *chaîne opératoire* tersebut, (3) membandingkan data 'etic' dan 'emic' untuk menentukan di mana pilihan antara dua alternatif tersebut dilakukan secara sadar dan di kasus mana hal tersebut dilakukan secara tidak sadar, dan terakhir (4) memetakan bagian-bagian dari bidang problem (*problem space*) atau peta mental (*mental map*) para perajin pembangun candi. Sasaran utama dari kerja lapangan yang dilakukan adalah untuk meneliti korelasi kognitif dari tradisi dan

inovasi dengan memonitor secara dekat cara apa yang digunakan para pembangun candi (dalam menyusun batu) untuk memodifikasi *chaîne opératoire* guna memperkenalkan produk-produk baru.

Studi ini akan menggunakan data sebagai berikut: (1) data yang dipakai adalah informasi dari hasil pengamatan dan pencatatan di lapangan dan data yang telah dicatat oleh institusi terkait (dalam hal ini adalah BP3 Jawa Tengah) dan tinjauan pustaka dari pekerjaan sejenis. (2) yang dimaksudkan dengan interpretasi pembangun candi adalah para pekerja lapangan yang mempunyai kompetensi dalam mencari batu-batu yang berserakan di lokasi penelitian untuk kemudian mencoba melakukan anastilosis lapisan susunan batu (3) data emik adalah rumusan-rumusan yang telah ada dan dicatat dalam buku *Manasara-Silpasastra* dan *MAYAMATA*, sedangkan data etik adalah kajian dalam tesis ini berbentuk pemikiran-pemikirannya dalam konteks arsitektur dan hal-hal yang terkait dengan ke-arsitektur-an (4) bidang masalah adalah hasil-hasil apa saja dari kegiatan dalam *chaîne opératoire* diformulasikan untuk dijadikan bahan analisis.

III.1 Pembuatan skema teknis *chaîne opératoire*

Skema teknik adalah sebuah figur yang menggambarkan organisasi pekerjaan dalam proses penyusunan batu yang berisi: fase, sekuen, operasional, dan gerakan yang mengisyaratkan setiap tahap tersebut. Di dalam referensi yang lain figur ini juga disebut sebagai 'konsep skema operasi' (*conceptual operative schema*) (Pelegrin, 1986) atau 'konsep strategi operasi' (*conceptual operative strategy*)

(Karlin, 1992). Diawali dari sebuah pengamatan secara utuh dari *chaîne opératoire* para ahli dapat menyimpulkan kedua konsep tersebut dengan cara sungguh-sungguh menggunakan metode untuk mencari dan menganalisa kendala yang sesekali sejauh sudah pernah diuraikan. Maka *chaîne opératoire* yang lengkap dan teliti pada akhirnya akan dapat menjelaskan sebuah pola teknis (*technical pattern*). Untuk tujuan tersebut maka unsur-unsur yang ada dalam skema teknik akan dikelompokkan, namun terlebih dahulu membuat urutan linier dari proses seni penyusunan batu sebagai berikut:

- 1) Mencari/ menemukan satu jenis batu (andesit) yang dibutuhkan (walaupun konsep ini relatif),
- 2) Menyiapkan bahan baku berupa batu yang telah dipilih/ disortir),
- 3) Memecah batu dalam bentuk kasar (*wrought*) belum terukur secara dimensional,
- 4) Memilah batu sesuai bentuk dan dimensi yang dibutuhkan untuk bagian tertentu,
- 5) Membuat / menatah batu untuk mencapai dimensi yang diperlukan,
- 6) Membedakan pekerjaan batu tepi dan batu pengisi; batu tepi adalah batu yang salah satu permukaannya dianggap sebagai permukaan (*fascade*) sedangkan batu pengisi adalah batu yang berada pada sisi dalam yang dianggap sebagai perata, penahan beban di atas atau juga sebagai alas apabila di atasnya tidak ada susunan batu pelapis yang lainnya.
- 7) Menata batu sebagai struktur bawah (batur/ *substructure*) dengan memperhatikan pengunci-pengunci struktur.

- 8) Merapikan tatahan batu yang kurang sempurna sampai pada posisi sempurna, baik dilihat dari bagian atas (denah) maupun bagian muka (tampak/fascade),
- 9) Memasang batu pengunci baik ke arah menyamping maupun ke arah atas dan bawah,
- 10) Dari tahapan-tahapan kegiatan tersebut di atas ada kegiatan yang bersifat 'tambahan' namun penting diperhatikan adalah memasang batu tangga (pada bagian alas atau kaki candi), *ratna* (miniatur candi/ hiasan pada sudut-sudut atap candi), termasuk memasang mercu atap.

Catatan:

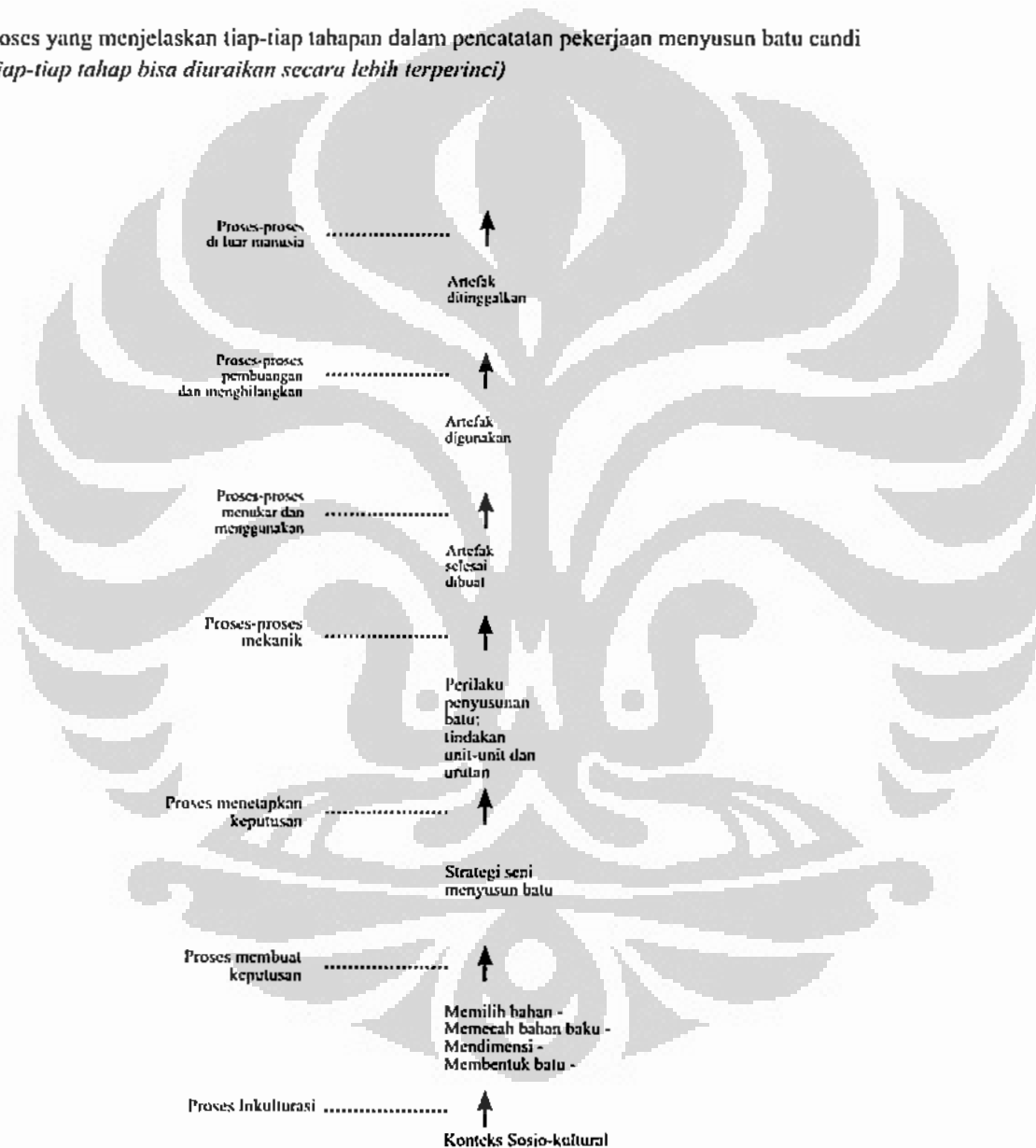
- a. Tahap 1) dan 2) tidak akan dibahas, dengan maksud terfokus penelitian pada seni menyusun batu dan tidak mempermasalahkan bagaimana batu-batu andesit itu diperoleh.
- b. Letak 'perbengkelan batu' diasumsikan ada disekitar kompleks percandian.

Untuk menyusun skema teknik *chaîne opératoire* akan dipadukan dengan sebuah model pemrosesan yang dikembangkan dari konsep Bonnichsen yang dibuat tatkala ia melakukan pemrosesan langkah pendekatan kognitif pembuat alat batu pada masa *lithic*. Pertimbangan tersebut di ambil karena pendekatan teori yang digunakan Bonnichsen dan pendekatan teori dalam studi ini sama, yakni pendekatan arkeologi kognitif, yang perlu dicermati adalah permasalahan jarak antara masing-masing waktu penelitian; obyek penelitian Bonnichsen adalah sekitar 10.000 tahun silam, sedangkan obyek studi ini adalah sekitar 1000 hingga 1500 tahun yang lalu. Untuk

itulah di samping memperhatikan konteks penelitian (terutama sosio-kultural) juga masalah evolusi kognitif diharapkan dapat turut menjelaskan masalah tersebut.

Figur 12. Model Umum Tahapan Proses Menyusun Batu Candi

Proses yang menjelaskan tiap-tiap tahapan dalam pencatatan pekerjaan menyusun batu candi
(Tiap-tiap tahap bisa diuraikan secara lebih terperinci)



Sumber:
A general model of processes that
contribute to variation in the stone records
dalam *Understanding Stone Tools*. 1984 hal. 2

Diolah: Kriswandhono, 2008

III.2 Dokumentasi Proses Penyusunan Batu

Proses pendokumentasian di setiap tahap penyusunan batu merupakan hal penting yang harus dilakukan untuk memilah dan menyusun unit-unit yang dianggap (pada saat analisis) mempunyai makna (*meaningful units*). Untuk menggolongkan tiap-tiap lapis penyusunan batu candi, maka sebelumnya dilakukan kategorisasi tentang struktur candi, struktur candi akan dibagi menjadi empat unit besar sebagaimana sering dipakai di lingkungan arkeologi dan arsitektur, yakni (1) bagian pondasi (*substructure*) dan atau semua bagian batu yang terletak dibawah peil 0,00, (2) bagian alas atau kaki candi, (3) bagian penyangga atau tubuh candi, dan (4) bagian penutup atau kemuncak candi.

III.2.1 Pencatatan alur kegiatan bagian pondasi

- A. Setelah mengadakan keputusan pada tapak yang dipilih, maka kegiatan teknis yang dilakukan pertama kali adalah mengadakan penggalian tanah, baik untuk 'pondasi' struktur *lingga* dan *yoni*, maupun untuk candi itu sendiri.
- B. Mengadakan penelitian kelayakan tanah (pada masa sekarang diistilahkan dengan perbaikan tanah supaya mendapatkan daya dukung/ Σ /sigma tanah yang diijinkan),
- C. Memecah batu dalam bentuk kasar (*wrought*) belum terukur secara dimensional,

- D. Menyusun batu yang dipersiapkan untuk meletakkan lapisan-lapisan batu berikutnya, dengan fokus: permukaan rata-rata air (*waterpas level*) dan cukup kokoh kalau diberi beban di atasnya.

III.2.2 Pencatatan alur kegiatan bagian alas (kaki)

- A. Memecah batu dalam bentuk kasar (*wrought*) belum terukur secara dimensional,
- B. Memilah batu sesuai bentuk dan dimensi yang dibutuhkan untuk bagian tertentu, misal: membuat profil pelipit dsb.
- C. Membuat/ menatah batu untuk mencapai dimensi yang diperlukan,
- D. Membedakan pekerjaan batu tepi dan batu isian; batu tepi adalah batu yang salah satu permukaannya dianggap sebagai permukaan (*fascade*) sedangkan batu pengisi adalah batu yang berada pada sisi dalam yang dianggap sebagai perata, penahan beban di atas atau juga sebagai alas apabila di atasnya tidak ada susunan batu pelapis yang lainnya. Biasanya bentuknya tidak beraturan.
- E. Menata batu sebagai struktur bawah (*batur/ substructure*) dengan memperhatikan pengunci-pengunci struktur.
- F. Merapikan tataan batu yang kurang sempurna sampai pada posisi sempurna, baik dilihat dari bagian atas (*denah*) maupun bagian muka (*tampak/fascade*),

- G. Memasang batu pengunci baik ke arah menyamping maupun ke arah atas dan bawah,
- H. Dari tahapan-tahapan kegiatan tersebut di atas ada kegiatan yang bersifat 'tambahan' namun penting diperhatikan adalah memasang batu tangga (pada bagian kaki candi),

III.2.3 Pencatatan alur kegiatan bagian penyangga (tubuh)

- A. Memecah batu dalam bentuk kasar (*wrought*) belum terukur secara dimensional,
- B. Memilah batu sesuai bentuk dan dimensi yang dibutuhkan untuk bagian tertentu,
- C. Membuat / menatah batu untuk mencapai dimensi yang diperlukan, misal: profil pelipit, relung, dsb.
- D. Membedakan pekerjaan batu tepi dan batu isian; batu tepi adalah batu yang salah satu permukaannya dianggap sebagai permukaan (*fascade*) sedangkan batu pengisi adalah batu yang berada pada sisi dalam yang dianggap sebagai perata, penahan beban di atas atau juga sebagai alas apabila di atasnya tidak ada susunan batu pelapis yang lainnya.
- E. Menata batu dimulai dari lapisan teratas bagian kaki atau susunan batu paling awal dari bagian tubuh, dengan tetap memperhatikan pengunci-pengunci struktur; sampai dengan persyaratan ketebalan dinding tubuh candi terpenuhi (dalam kasus ini susunan batu terdiri dari rata-rata ketebalan tiga lapis).

- F. Merapikan tatahan batu yang kurang sempurna sampai pada posisi sempurna, baik dilihat dari bagian atas (denah) maupun bagian muka (tampak/fascade),
- G. Memasang batu pengunci baik ke arah menyamping maupun ke arah atas dan bawah,
- H. Dari tahapan-tahapan kegiatan tersebut di atas ada kegiatan yang bersifat 'tambahan' namun penting diperhatikan adalah memasang batu *lingga* dan *yoni*. Juga menjadi catatan khusus; pada saat menyusun batu di bagian tubuh terdapat lubang pintu, hiasan *kala*, relung dan ragam hias lainnya.

III.2.4 Pencatatan alur kegiatan bagian penutup (atap)

- A. Memecah batu dalam bentuk kasar (*wrought*) belum terukur secara dimensional,
- B. Memilah batu sesuai bentuk dan dimensi yang dibutuhkan untuk bagian tertentu,
- C. Membuat/ menatah batu untuk mencapai dimensi yang diperlukan,
- D. Membedakan pekerjaan batu tepi dan batu pengisi; batu tepi adalah batu yang salah satu permukaannya, yakni bagian luar dianggap sebagai permukaan (*fascade*) sedangkan batu pengisi adalah batu yang berada pada sisi dalam yang dianggap sebagai perata, penahan beban di atas atau juga sebagai alas apabila di atasnya tidak ada susunan batu pelapis yang berikutnya.

- E. Menata batu sebagai struktur penutup atap candi atau *kemuncak*, juga tempat meletakkan *ratna* atau pun *miniatur candi* pada ujung-ujung bagian atas tubuh candi, *antefik* dan *relung kecil*, sampai pada mercu atap; semua struktur tadi tetap memperhatikan pengunci-pengunci struktur.
- F. Merapikan tataan batu yang kurang sempurna sampai pada posisi sempurna, baik dilihat dari bagian atas (denah) maupun bagian muka (*tampak/fascade*),
- G. Memasang batu pengunci baik ke arah samping maupun ke arah atas dan bawah,
- H. Karena bagian atap candi terdiri dari tiga susunan maka tahapan-tahapan kegiatan tersebut pada bagian atap candi dibedakan menurut dimensi dan proporsinya, (a) paling bawah (besar) disebut susunan batu atap tingkat I, (b) bagian tengah (sedang) disebut susunan batu atap tingkat II dan (c) susunan batu atap tingkat III dan dilengkapi dengan bagian *kemuncak* (mercu atap).

III.3 Memilah proses penyusunan batu ke dalam Unit-unit Bermakna

Selain mempraktekkan dan mencatat kegiatan *chaîne opératoire*, kegiatan lain yang nantinya akan digunakan untuk memperbandingkan hasil *chaîne opératoire* adalah upaya memilah unit-unit perilaku yang dianggap

memiliki makna (*meaningful units*). Karena dalam studi ini memasukkan unsur emik (*emic*) maka langkah kemudian ialah memformulasikan unit-unit emik.

III.3.1 Memformulasikan Unit-unit Perilaku Penyusun batu

Pemrosesan unit adalah merupakan rancangan mekanis untuk merekam perubahan-perubahan dari tindakan yang terlihat dari cara para penyusun batu dalam sebuah urutan pekerjaan. Untuk menjelaskan formula yang timbul dari unit-unit perilaku penyusun batu akan disampaikan melalui tabel yang berisi penjelasan tentang syarat-syarat yang digunakan untuk melukiskan unit-unit perilaku, sebagai berikut:

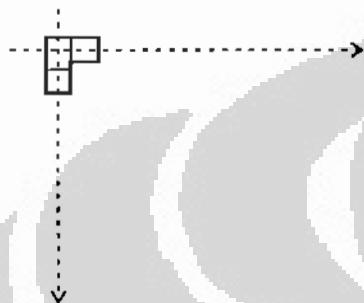
Tabel. 1-1

Penjelasan tentang syarat-syarat yang digunakan untuk melukiskan unit perilaku

Serial A: Menyusun batu alas/ kaki candi (gambar penampang atas/ denah)

01. Menata batu penjuru

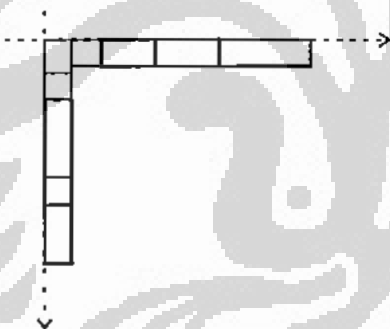
Opr. I:



setelah menentukan titik-titik yang dijadikan pusat menyusun batu, maka mulai meletakkan batu penjuru yang terletak di salah satu ujung. Garis panah putus-putus terletak imajiner pada as batu. Digunakan untuk patokan horizontal maupun vertikal.

02. Menata batu tepi

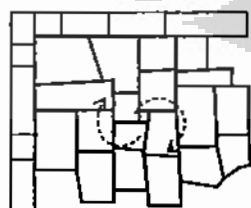
Opr. II:



garis imajiner terletak di sisi luar untuk patokan rata luar; penataan larik batu bisa ke dua arah - konsentrasi pada lurus dan rata raut muka wajah luar batu.

03. Menata batu isian

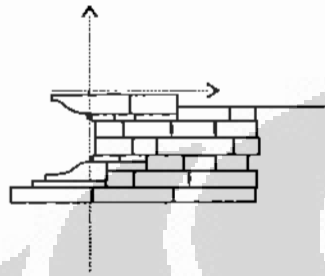
Opr. III:



menata batu isian di bagian dalam batu tepi; menata secara acak (random), sehingga tercipta sebuah mozaik yang berbingkai batu tepi - konsentrasi penataan rata atas dan batu tidak bergeser.

04. Menata batu dinding
 alas (kaki candi)

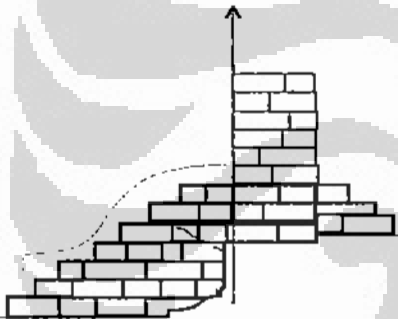
Opr. IV:



menata batu lapis demi lapis ke arah vertikal dan horizontal terdiri dari rata-rata 2 keping batu bagian luar dan dalam - sisi luar biasanya lebih tegak lurus.

05. Menata batu anak tangga

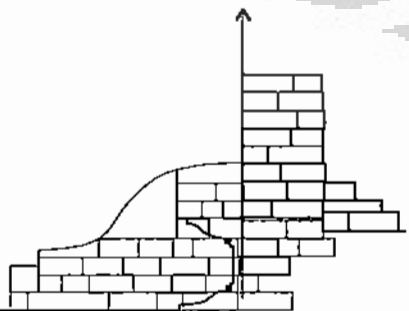
Opr. V:



menata batu lapis demi lapis ke arah vertikal dan horizontal selebar anak tangga, dan berundak - setelah kaki candi selesai, baru setelan anak tangga dikerjakan; 'menempel' pada kaki candi membentuk anak tangga sampai bilik candi.

06. Menata batu batas anak tangga

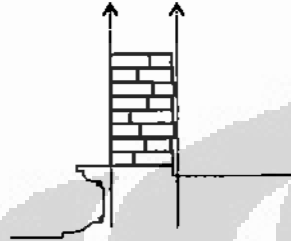
Opr. VI:



menata batu dengan bentuk lengkung merendah arah depan candi, dipasang sebagai bentuk pengakhiran tepi tangga (balustrade)

Serial B: Menyusun batu penyangga (tubuh candi)

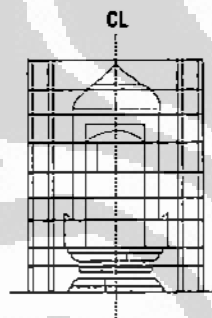
07. Menata batu dinding



Opr. VI:

menata batu lapis demi lapis ke arah vertikal dan horizontal terdiri dari rata-rata 2 keping batu bagian luar dan dalam - sisi luar biasanya lebih tegak lurus, sedangkan bagian dalam kurang rata dan tegak lurus

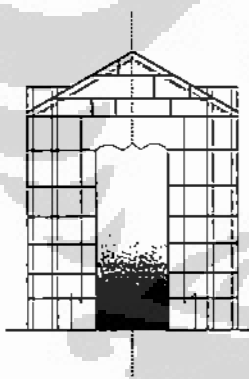
08. Menata batu relung



Opr. VII:

terletak di as bangunan (Centre line/ CL) sisi utara, timur dan selatan - ditata tersendiri untuk namun garis lapisan antar batu nampak segaris - untuk kemudian digabung dengan dinding candi di kiri dan kanan relung.

09. Menata batu pintu candi

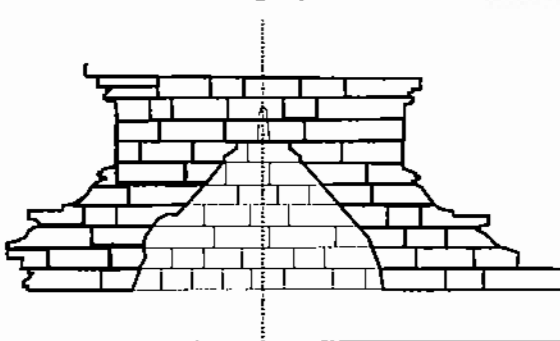


Opr. VIII:

terletak pada tubuh candi sisi barat, garis antar susunan lapis batu terlihat segaris keliling tubuh candi - maka tinggi bilah batu rata-rata memiliki ukuran yang sama - terlihat pada saat menata batu terpisah dengan batu dinding, karena pintu (*architrave*) menjorok keluar maka memerlukan strategi khusus pada saat membuatnya/ batu saling mengkait sehingga mendapatkan kaitan yang kuat.

Serial C: Menyusun batu atap candi candi

10. Menata batu sungkup

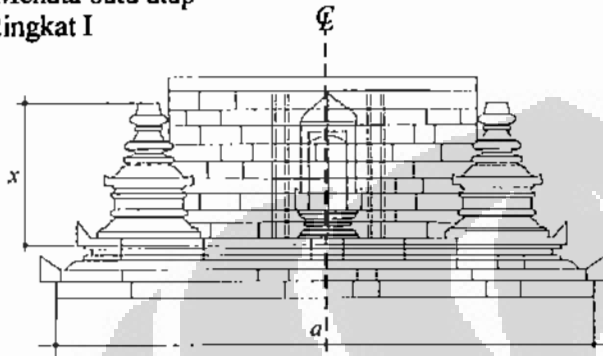


Opr. IX:

disain candi yang mengerucut membawa konsekuensi pada cara menyusun batu pada sungkup candi - terlihat susunan batu seolah-olah berundak; namun dipotong miring supaya nampak rata permukaan dalamnya - makin ke atas makin banyak jumlah volume batunya.

Serial C: Menyusun batu atap candi

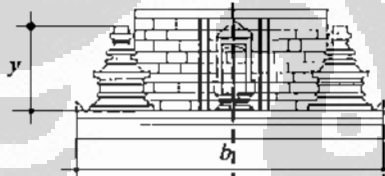
11. Menata batu atap tingkat I



Opr. X:

tingkat I merupakan susunan batu atap yang paling bawah dan bagian dasarnya paling lebar dibanding atap tingkat II dan III - pada prinsipnya cara menyusun batu sama, terdapat hiasan relung kecil, antefix, dan miniatur candi sebagai hiasan pada sudut-sudutnya - atap tingkat I terletak di atas tubuh candi, seluruh atap candi terdiri dari susunan batu yang masif.

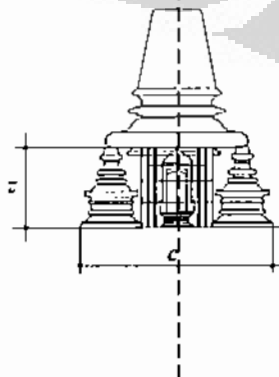
12. Menata batu atap tingkat II



Opr. XI:

merupakan struktur atap lanjutan setelah atap tingkat I, bentuk dan ukurannya lebih kecil dari atap tingkat I; juga terdapat, hisasan relung kecil, antefix, dan miniatur candi.

13. Menata batu atap tingkat III

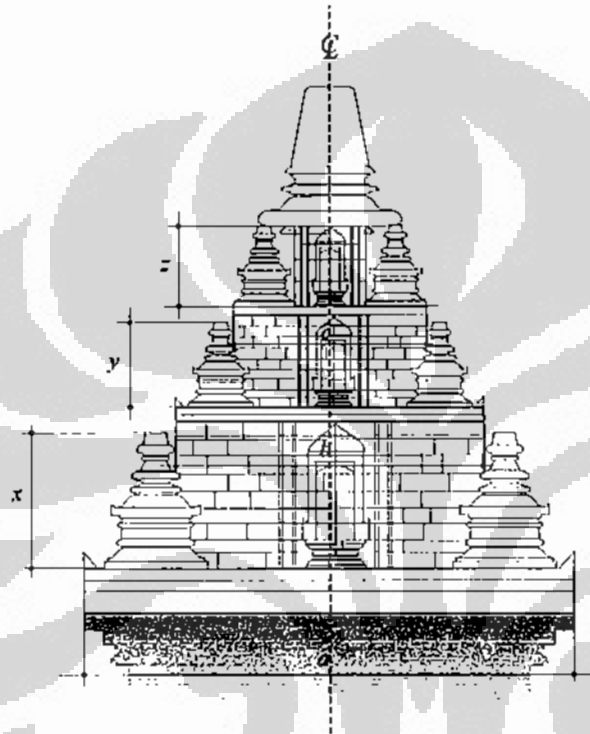


Opr. XII:

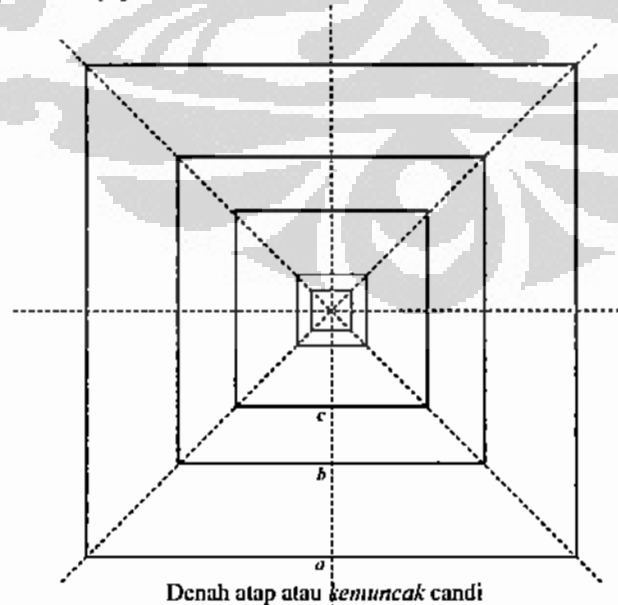
merupakan struktur atap lanjutan setelah atap tingkat II, ukuran dan bentuknya lebih kecil dari atap tingkat I maupun II; sebagai pengakhiran atap dipasang *mercu atap* yang merupakan susunan batu teratas dari seluruh susunan batu candi.

14. Merapikan susunan batu atap tingkat III, II, I, penyangga (tubuh) dan alas (khaki).
Opr. XIII:

Bentuk atap tingkat I, II, III setelah tersusun lengkap

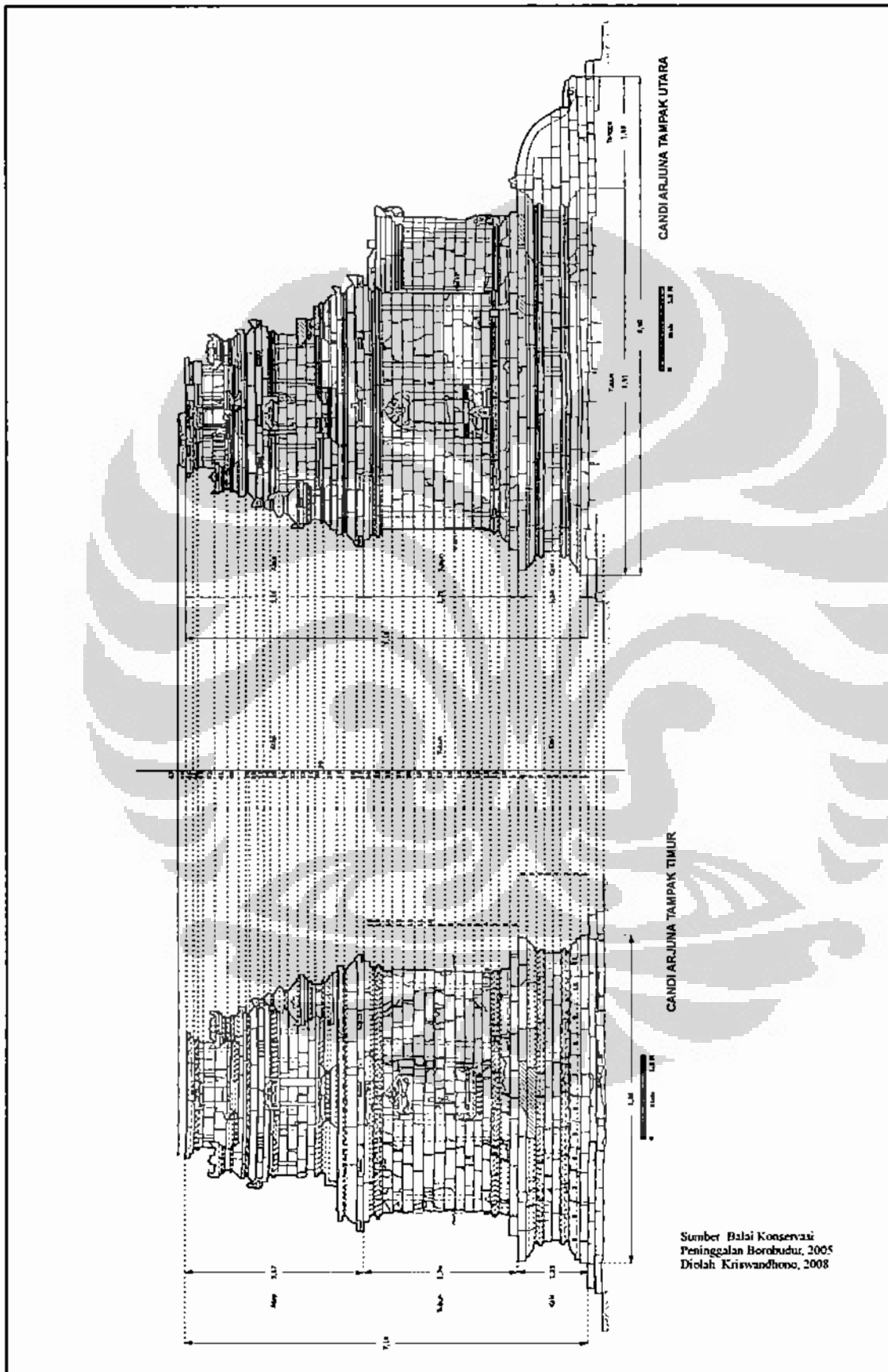


Atap tingkat I, II, III setelah ditata menjadi satu kesatuan atap dan kemuncak; di samping bentuk yang mengerucut menuju satu titik pusat, juga terlihat simetris pada keempat sisi atapnya.



Tabel. 1-6

Ilustrasi susunan batu Candi Arjuna tahun 2005



Sumber Balai Konservasi
Peninggalan Borobudur, 2005
Diolah: Kriswandhono, 2008

III.3.2 Memformulasikan Unit-unit Emik

Unit-unit emik adalah pemaknaan yang diberikan oleh obyek penelitian itu sendiri; artinya sebuah obyek yang sedang diteliti telah memiliki makna sendiri sebelum diberi makna oleh penelitiannya. Dalam studi ini unit-unit emik akan diambil dari tulisan-tulisan tentang percandian yang berkaitan dengan tujuan penelitian, yakni diambil dari buku *Indian Architecture Manasara-silpasastra*, oleh Prasana Kumar Acharya, tahun 1927 dan *MAYAMATA Traite Sanskrit d'Architecture* oleh Bruno Dagens, tahun 1976. Alasan diambilnya data emik dari kedua buku tersebut karena hingga saat ini isi tulisan dari buku tersebut menjadi salah satu referensi arkeologis, baik secara arsitektural maupun arkeologi sejarah sebagai dasar-dasar pembangunan kuil di wilayah tertentu di India. Berkembangnya ideologi (Sivais) di daerah Jawa bagian tengah pada waktu itu di duga juga merangsang rasa keingintahuan manusia Jawa untuk belajar tentang seluk beluk ideologi tersebut langsung dari sumbernya di India. Kenyataannya dalam proses 'belajar' tersebut tidak semua desain kuil yang ada di India dicontoh begitu saja oleh para pendeta-pemikir dari Jawa. Hal ini bisa dilihat dari karya-karya arsitektural bangunan candi yang ada di Jawa, mulai percandian Dieng sampai candi-candi di Jawa Timur tidaklah sama dengan kuil di India.

Muncullah pertanyaan; seperti apa dasar-dasar lainnya sehingga manusia tersebut membangun candi tidak sama dengan kuil yang ada di

India, atau apakah pernah ada dasar-dasar untuk membangun sebuah candi sebelum pengaruh Hindu (Sivais) masuk ke Jawa. Belum ada penelitian yang mempelajari ke arah itu namun mengutip pernyataan Brandes tentang sepuluh kemampuan yang dimiliki oleh manusia Jawa (Bab I halaman 20) menjadikan catatan tersendiri, yang diharapkan melalui studi-studi kognitif selanjutnya dapat memperjelas konsep masa lalu manusia Jawa bagian tengah sebelum pengaruh Hindu masuk. Paling tidak konsep atau peta mental yang dimiliki oleh perancang-pembangun candi di Dieng pada masa itu.

Berkaitan dengan kearsitekturan, dalam *Manasara Silpasastra* dijelaskan bahwa Brahma sebagai pencipta alam semesta memiliki empat wajah yang mencerminkan arsitek yakni *Visvakarman*, *Maya*, *Tvashtar*, dan *Manu* dan mereka merupakan representasi dari leluhur yang hidup di bumi dan masing-masing secara berurutan disebut sebagai: *Sthapati*, *Sutragrahin*, *Vardhaki*, dan *Takshaka*.

- a. *Sthapati* adalah adalah kelas tertinggi; dia seorang pembangun utama (*master builder*); maka harus mengetahui isi kitab *Vedhas* dan pengetahuan sastra yang sempurna serta memiliki kualifikasi sebagai seorang *acharya* (*supreme director*).
- b. *Sutragrahin* adalah guru dari *Vardhaki* dan *Takshaka*; juga harus mengerti tentang *Vedhas* dan sastra karena dia adalah ahli gambar (*rekhajna/ expert draftsman*).

c. *Vardhaki* juga harus mengerti tentang pengetahuan dalam kitab *Vedhas*, nemun pekerjaan khusus dia spesialis mempelajari tentang lukisan (*chitra-karman*).

d. *Takshaka*, adalah seseorang yang harus memiliki keahlian khusus dalam dirinya, misal: ahli perkayuan (tukang kayu).

Maka untuk memformulasikan unit-unit emik akan diambil yang sesuai dan berkaitan paling erat dengan tindakan penyusunan batu, dari kitab *Manasara-Silpasastra*:

- Sistem Ukuran /*Manopakarana-vidhana*; dikenal dengan satuan terkecil, yakni atom atau lazim disebut *paramanu* adalah unit yang terkecil dari ukuran.

8 *paramanus* = 1 *rathadhuli* (lit. car-dust)

8 *rathadhulis* = 1 *balagra* (lit. hair's end)

8 *balagras* = 1 *liksha* (lit. a nit)

8 *likshas* = 1 *yuka* (lit. a louse)

8 *yukas* = 1 *yava* (lit. barley corn)

8 *yavas* = 1 *angula* (lit. finger's breadth).

Angulas dibedakan menjadi tiga kategori, yakni besar terdiri dari 8 *yavas*, menengah terdiri dari 7 *yavas* dan kecil terdiri dari 6 *yavas*.

12 *angulas* = 1 *vitasti* (span)

2 *vitastis* atau }

24 *angulas* = 1 *kiskhu-hasta* (small cubit)

25 *angulas* = 1 *prajapatya-hasta*

26 *angulas* = 1 *dhanurmusti-hasta*

27 *angulas* = 1 *dhanurgraha-hasta*

4 *hastas* = 1 *dhanus* (bow) atau *danda* (rod)

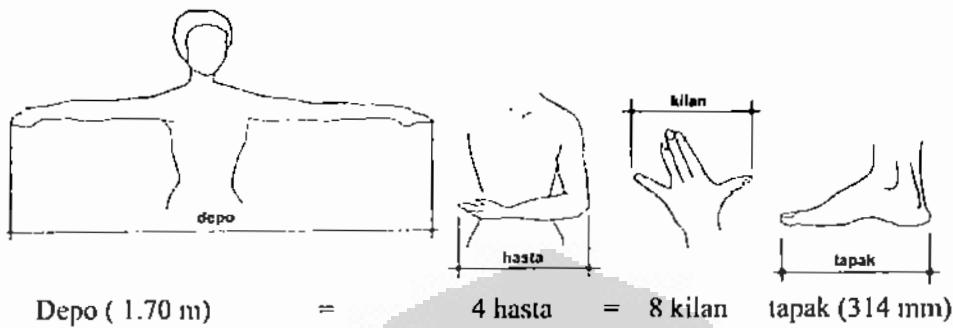
8 *dandas* = 1 *rajju* (string)

Pengaturan ini untuk digunakan pula dalam penyebutan empat obyek macam *hasta*. (1) Alat pengangkut (*yana*) dan dipan (*sayana*) penyebutan ukurannya adalah 24 *angulas*, (2) Paviliun (secara umum/ *vimana*) dalam 25 *angulas*, (3) bangunan (*vastu*) secara umum 26 *angulas*, desa, dll dalam 27 *angulas*. (4)

Terkadang untuk semua benda di atas juga disebut 24 *angulas*.

Dalam penelitian di Candi Sewu, Pascal Lordereau memperhitungkan nilai *hasta* sama dengan 0,34 meter, sedangkan dalam perhitungan Jawa ada yang menilustrasikan ke dalam anggota badan; misalnya untuk ukuran horizontal, anggota badan memberi standar ukuran sebagai berikut:

1 *depo* (± 170 cm) = 4 *hasta* = 8 *kilan*, berarti 1 *hasta* adalah 170 cm dibagi 4 = $\pm 42,5$ cm.



Sumber: Frick, Heinz, LMF. Purwanto, *Sistem bentuk struktur bangunan – Dasar-dasar konstruksi dalam arsitektur*, 2006:105.

- **Pondasi /*Garbhanyasa-vidhana*;**

Dalam *Manasara-Silpasastra*, untuk fondasi dibagi menjadi tiga jenis; yakni fondasi untuk bangunan, fondasi untuk perkampungan, atau fondasi untuk tangki. Kedalaman galian (*garbha-bhajana*) dalam kasus perkampungan atau perkotaan atau benteng dinyatakan ada lima macam dan sesuai dengan ukuran dari masing-masing jenis obyek bangunannya, (Acharya, Prasanna Kumar, 1927:42). Untuk fondasi bangunan dibagi dalam dua jenis, yakni bangunan kuil dan perumahan, kedalaman galian fondasi sama dengan kedalaman kaki candi (*basement*) dan terbuat dari batu atau bata. Lubang galian diisi air dan sepuluh macam tanah; misal tanah yang diambil dalam gua, dsb. Dan di tempatkan pada bagian bawah galian.

Ada duabelas macam satuan panjang dan lebar pada saat penggalian yang digunakan untuk membuat pondasi bangunan

bertingkat 1 sampai dengan 12 lantai, secara urut adalah 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19, 21, 23, 25 *angulas*; dan 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26 *angulas*. Ketinggian bangunan adalah sama dengan lebar atau lebih kecil, dengan perbandingan $1/8$ atau $1/5$ dari lebar.

Kesimpulan dari subbab fondasi ini adalah diputuskan memakai ukuran batu bata untuk bangunan berlantai 1 sampai dengan 12 dan hal ini disukai, demikian juga dengan upacara penyambungan bata pertama dengan alas batu fondasi (lit. Bata pertama, *prathameshtaka*). Lebar batu bata antara 7 sampai 29 atau 30 *angulas*. Panjang bata $1/4$, $1/2$, atau $3/4$; atau dua kali dari lebar, sedangkan ketebalan bata setengah dari lebar.

Data emik yang kedua adalah dari kitab *MAYAMATA* dengan mempertimbangkan bahwa buku tersebut digunakan di India bagian selatan sehingga lebih cocok dengan Candi Arjuna yang juga bergaya India Selatan. Sebagian bab yang menginformasikan tentang teknis perkuilan ada pada Bab (*Chapter*) XXV:612 dari kitab *Mayamata*: 1970.

Dalam kitab *Mayamata* dibahas tentang: Nama-nama *pavillons*, dimensi, proporsi, dimensi pilar, ketinggian fondamen, dan ketinggian kaki tiang. Orang menyebut '*pavillon-pavillon*' jika mempunyai tiga elemen: fondasi, (batang) pilar, dan lapis tutup

(batu di atas tembok sebagai akhir pasangan tembok), dan yang mempunyai *bahut* di atas *cornice* (lis hias menonjol di bagian atas atap); (hal. 618, ayat 25).

Kata *candi* merupakan ungkapan khas Nusantara (Indonesia) yang berbeda pengertiannya dengan *temple* yang lazim digunakan untuk menyebut bangunan suci peribadatan Hindhu-Buddha, terutama perbedaan penggunaan dari fungsi bangunan tersebut. Bangunan kuil (*temple*) pada saat digunakan untuk upacara; para pelaku upacara menggunakan ruang dalam untuk melakukan kegiatan ritualnya, maka kuil di India memiliki ruang dalam yang luas bahkan ada yang bertingkat (*Malikamandapa*); ada pula yang memiliki delapan jendela, empat pilar dan atap melengkung (*Meruka*). Candi di Nusantara digunakan sebagai tempat upacara keagamaan dengan kondisi para pelaku upacara berada di luar bangunan candi, maka bilik candi memiliki ukuran kecil dan tanpa tiang-tiang (*piliers*).

Ketinggian fondasi (bab XXV; ayat 20b-21) menjelaskan sesuatu yang umum untuk semua bangunan bahwa ketinggian fondasi adalah setengah dari ketinggian pilar-pilar, tapi ketinggian fondasi *pavillon* bisa juga sama dengan dua perlima atau sepertiga dari ketinggian pilar/ kolom (*pilliers*).

Maka sebagai data emik kitab Mayamata dapat diperlakukan sebagai suatu informasi perbandingan teknis antara kuil dan candi walau pun hal ini masih amat terbatas.

III.4 Analisa Gramatikal pada proses penyusunan batu

Tujuan dari analisis gramatikal adalah untuk memahami bagaimana pengetahuan dan keahlian para pembangun candi menggunakan informasi yang terstruktur untuk menyusun batu. Struktur gramatikal melandasi peristiwa kegiatan (*sequences*) yang khas disebut sebuah 'kode produksi'.

Dalam studi ini kode hasil dari setiap langkah penyusunan batu terdiri dari daftar variabel-variabel perilaku yang terbuka untuk para penyusun batu dan aturan-aturan yang digunakan untuk meng-kombinasikan variabel ke dalam strategi menyusun batu. Strategi menyusun batu membutuhkan berbagai tingkatan dalam membuat keputusan (*levels of decision-making*) saat melakukan penyusunan batu tersebut. Penulis secara singkat memberikan garis besar langkah-langkah analitis untuk keperluan 'rekonstruksi'. Langkah ini lebih bersifat: mentransformasikan unit-unit perilaku etik yang disebut 'prosedur' penyusunan batu dan untuk menganalisa proses penyusunan batu dalam prosedur tersebut.

III.4.1 Daftar prosedur penyusunan batu

Daftar prosedur penyusunan batu pada intinya adalah upaya mentransformasikan etik unit-unit perilaku penyusun batu ke dalam unit-unit bermakna yang meliputi kegiatan menandai fungsi pada setiap unit perilaku yang telah disusun (dikonstruksi). Dengan kata lain, penyusun batu mendemonstrasikan sebuah pemahaman tentang proses penyusunan batu, hal ini dilakukan untuk menjelaskan apakah penyusun batu bekerja dalam situasi paham akan bermacam-macam metode atau cara menyusun batu. Satu hal yang juga harus dijelaskan oleh penyusun batu adalah perilaku yang mana yang dianggap penting yang dilakukan selama proses tersebut.

Namun bagaimanakah cara memastikan bahwa hal itu sungguh bermanfaat? Karena ada bermacam-macam informasi tetapi informasi yang mana yang perlu diambil untuk dipertimbangkan. Penyusun batu yang memiliki wawasan dan pemahaman yang baik tentang gambaran bangunan candi akan menjadi lebih mudah dalam menguraikan proses penyusunan batu. Maka sebagai analis harus memberikan tambahan pengalaman dalam memanfaatkan bermacam-macam informasi yang berbeda-beda, karena kegiatan memahami proses penyusunan batu secara bertahap akan memudahkan penyusun batu.

Seorang arkeolog yang mencatat sebuah daftar panjang tentang morfologi atribut-atribut dan kemudian melalui komputer menginstruksikannya untuk melihat pola adalah hanya sebuah pengelabuhan diri sendiri apabila dia berpikir prosedur ini hanyalah sebuah pengganti sebuah pemahaman yang sejati. Salah satu cara untuk memahami sebuah artefak adalah dengan menjadi seorang perajin batu atau mengerjakan pekerjaan batu secara intensif di lingkungan kehidupan para perajin batu. (Young, David E. dan Robson Bonnichsen, 1984:38).

Ketegasan di atas sebagai peringatan bahwa komputer dan perangkat lunak bukanlah seperangkat alat yang bisa mengatasi masalah prosedur analisis. Bahkan ditegaskan pula bahwa untuk sampai tingkat pemahaman artefak, arkeolog harus bereksperimen sebagai layaknya seorang perajin batu, aspek kognisi akan semakin muncul dengan kental jika aspek-aspek yang lain turut merasakannya, misal aspek psiko-motorik dan aspek afeksi.

Catatan:

- I. Dokumentasi Candi Arjuna tahun 2005 tinggi candi keseluruhan 7160mm (data pengukuran dengan memakai *photogrammetry* dan disebutkan bahwa candi tersebut belum selesai pembangunannya (disertasi Anom, 1997 tidak dipublikasikan) dengan bagian atap candi hanya setinggi 3170mm namun sebelum pemugaran tahun 2006 dan 2007 telah diketemukan potongan-potongan batu di sekitar candi tersebut yang diyakini sebagai bagian atap Candi Arjuna.
- II. Oleh pihak BP3 Jawa tengah kemudian direkonstruksi, sehingga tinggi candi keseluruhan sekarang 9350mm; berarti tinggi bagian yang diketemukan dan di pasang kembali (direkonstruksi) adalah 2190mm.
- III. Kitab *Manasara Silpasastra* dan *Mayamata* dipakai sebagai data emik dengan pertimbangan bahwa Candi Arjuna memiliki gaya seperti kuil di daerah India bagian selatan dan proses pembangunannya dianggap menggunakan tata cara (baik sebagian atau secara utuh) yang ada dalam kitab tersebut. Sedangkan hasil kajian dalam tesis ini dianggap sebagai etik.
- IV. Emik dan etik dalam tesis ini secara langsung tidak mempengaruhi kajian yang menerapkan pendekatan *chaîne opératoire* karena tujuannya bukan untuk membuktikan sebuah hipotesis apakah cara membangun Candi Arjuna sama dengan cara-cara membangun kuil di India sebagaimana tertulis dalam kedua kitab tersebut. Penerapan emik bertujuan memberikan gambaran tentang sejauhmana emik (*Manasara Silpasastra* dan *Mayamata*) 'dipakai' sebagai patokan dalam membangun Candi Arjuna.

BAB IV

ANALISIS PROSEDUR PRODUKSI:

ANALOGI EKSPERIMENTAL DALAM ANALISIS ARTEFAK LAPISAN BATU

Pada bab ini akan mulai dibahas langkah-langkah *chaîne opératoire*, dengan melakukan eksperimental menyusun batu-batu menjadi sebuah struktur candi dengan menggunakan komputer. Eksperimen menggunakan perangkat komputer merupakan langkah awal dalam kerangka besar menuju *virtual-reality archaeology (VR)*; mengingat program-program untuk mendukung hal tersebut belum saat ini memungkinkan, maka yang akan dilakukan adalah merekonstruksi kognisi manusia pembangun candi melalui eksperimen *chaîne opératoire* dengan program autocad 2D dan 3D. Setelah pelaku mempelajari 'dasar-dasar pengetahuan' membangun candi dalam sebuah lingkungan kehidupan para '*sutragrahin*'(ahli gambar) dan '*sthapati*' (pembangun utama), maka dilakukan sebuah analisis prosedur membangun sebagaimana layaknya seorang arsitek membuat 'konsep disain' , program, analisis bangunan, dan menentukan strategi pelaksanaan (*Construction Management*).

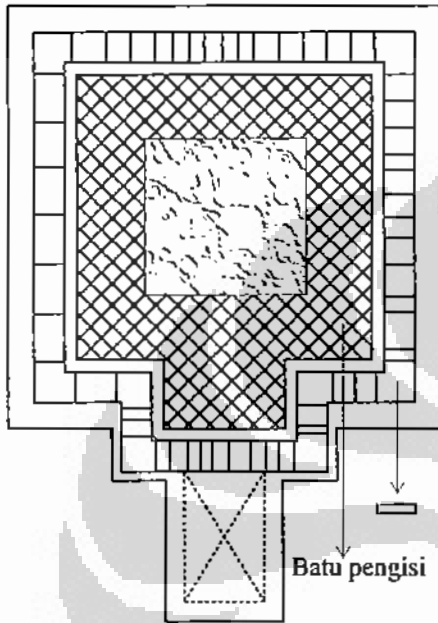
Istilah prosedur produksi sengaja dipakai penulis untuk memudahkan penyebutan hasil akhir tiap-tiap langkah menyusun batu struktur candi. Maka sebelum masuk pada analisis prosedur produksi akan dibuat tabel yang berisi penjelasan dari persyaratan yang biasa digunakan untuk menjelaskan unit perilaku-

pembangun candi untuk memudahkan pemahaman antara eksperimen di lapangan dan eksperimen dengan menggunakan komputer.

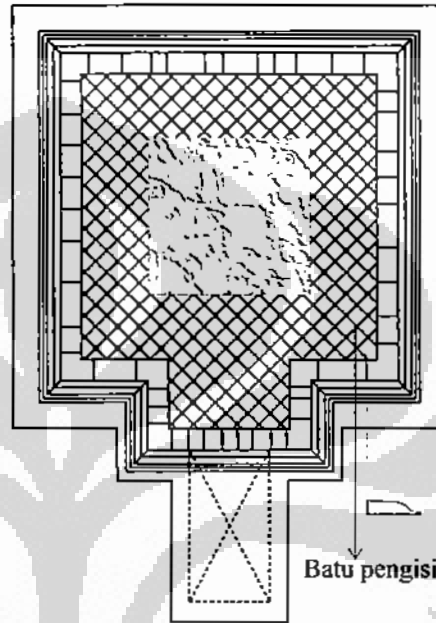
IV.1 Analisis proses penyusunan batu pada tahapan-tahapan penyusunan batu

Menata batu-batu hingga menjadi sebuah struktur bangunan candi tentunya membutuhkan serangkaian aktivitas yang terlalu rumit apabila dicapai dengan aktivitas yang bersifat acak, maka analisis penyusunan batu pada tiap-tiap tahapan akan ditunjukkan dalam tabel-tabel yang berisikan prosedur dan dilengkapi dengan kode-kode. Kode-kode dipergunakan untuk menetapkan langkah (*enactive code* dalam Figur 8, 9, 10, 11) dan atau strategi dalam melakukan langkah-langkah pekerjaan tersebut. Prosedur digunakan untuk menunjukkan perubahan dari situasi satu ke situasi sebelumnya.

Tingkat : Menata batu bagian kaki candi lapis I & II
 Urutan : Serial A.01-02-03
 Cara bekerja : Opr. I-II-III
 Pertanda : -



1

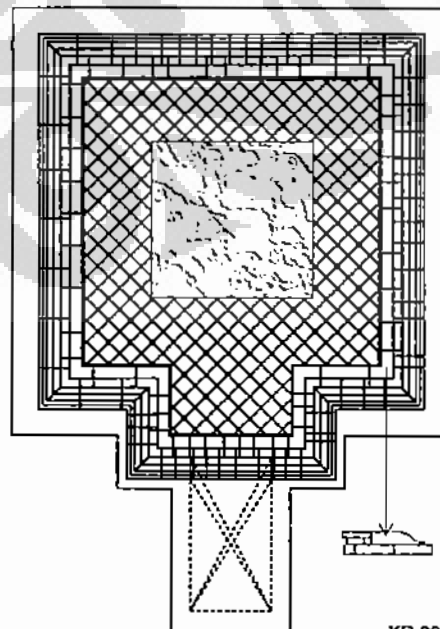


2

Susunan batu lapis I merupakan susunan yang disepakati sebagai titik elevasi +/- 0,00; terletak di atas susunan batu fondasi yang telah dibuat. Bujur sangkar ditengah berukuran +/- 2,25 x 2,25m adalah lubang dengan kedalaman -1,90m yang berisi tanah, batu padas kuning, dan pasir. Pada dasar titik pusat lubang tersebut ditanam peripih.

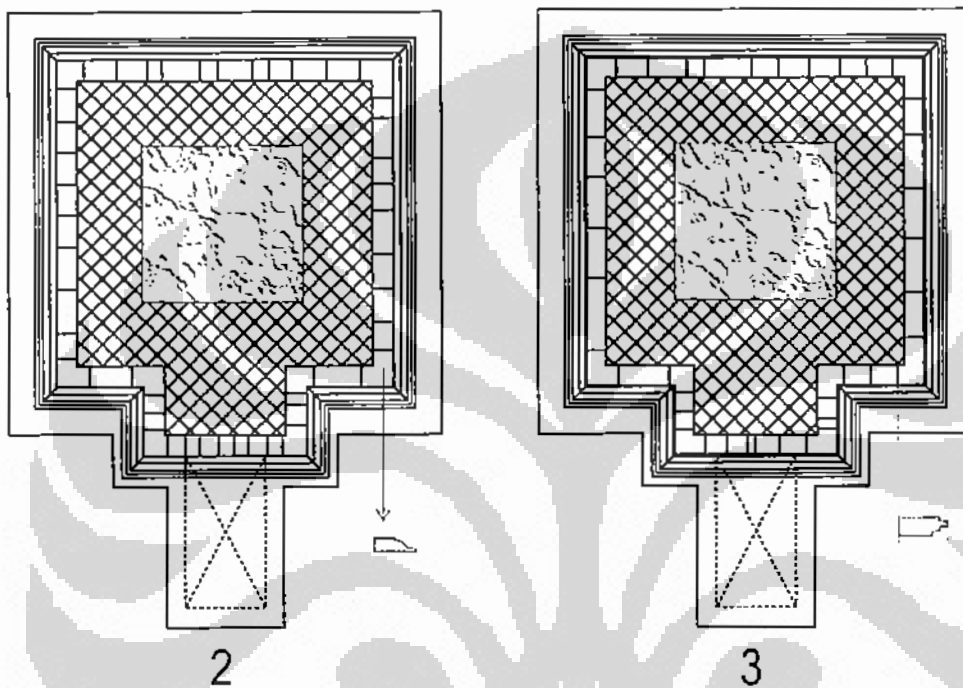
Susunan batu lapis II merupakan susunan yang memiliki bentuk penampang seperti kaki; batu pengisi merupakan batu yang disusun secara random (acak) sehingga tidak memiliki pola. Titik perhatian pada permukaan harus rata di sisi atas dan bawah.

Gambar samping adalah ilustrasi susunan batu lapis I dan II; garis siar tiap susunan batu antara lapis batu I dan lapis II tidak bertemu dalam satu garis vertikal. Hal ini wujud perilaku teknik para perancang-pembangun candi.

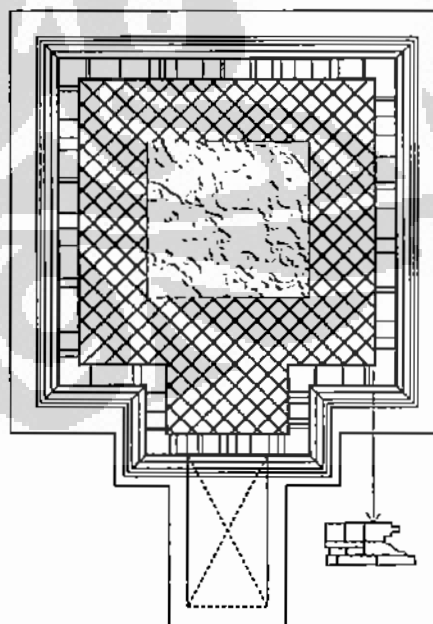


KD 2008

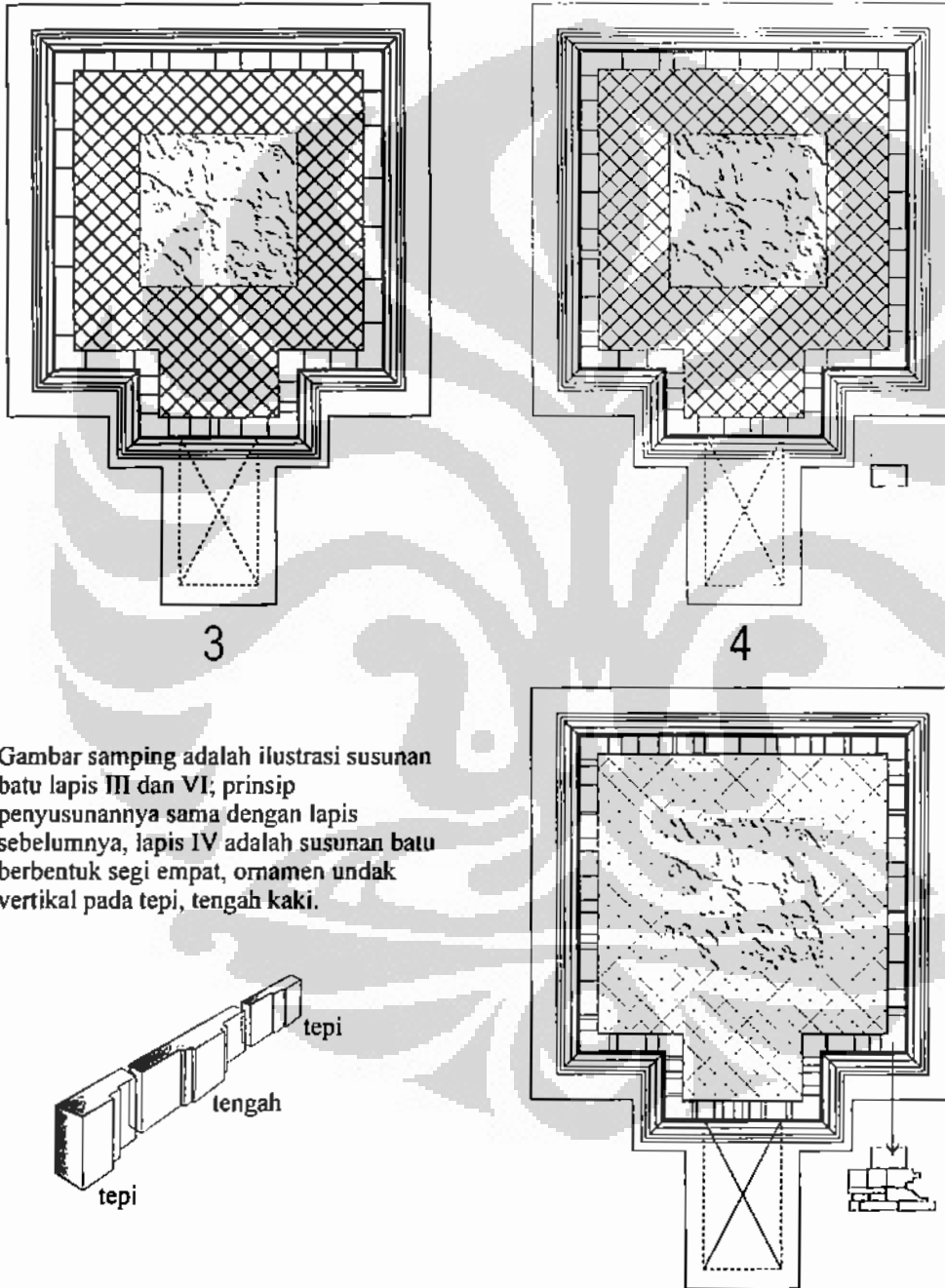
Tingkat : Menata batu bagian kaki candi lapis III
 Urutan : Serial A.01-02-03
 Cara bekerja : Opr. I-II-III
 Pertanda : Ornamen pelipit lapis 2 dan 3



Gambar samping adalah ilustrasi susunan batu lapis II dan III; prinsip penyusunannya sama dengan lapis sebelumnya, lapis III adalah pelipit siku-siku, disebut 'pelipit siku bawah' pada kaki candi.

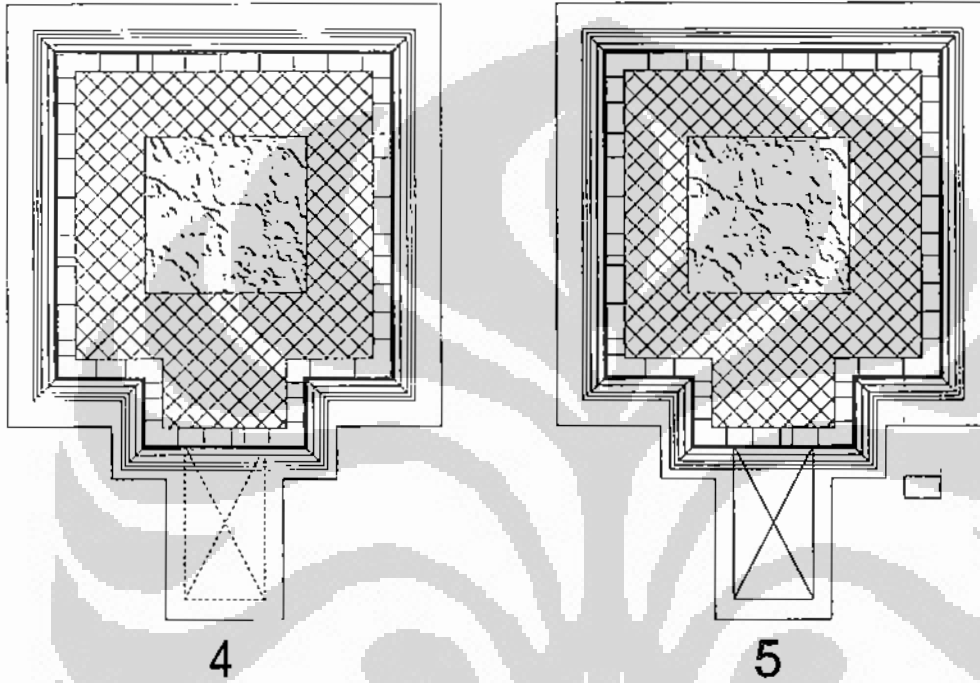


Tingkat : Menata batu bagian kaki candi lapis IV
 Urutan : Serial A.04
 Cara bekerja : Opr. I-II-III-IV
 Pertanda : Ornamen lapis ke 3 dan 4

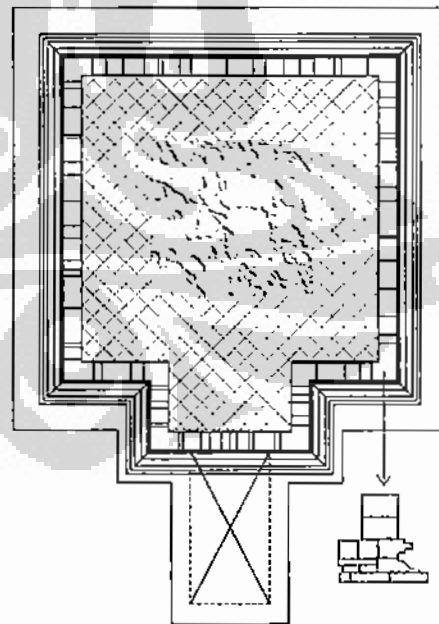
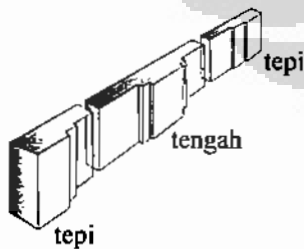


Gambar samping adalah ilustrasi susunan batu lapis III dan VI; prinsip penyusunannya sama dengan lapis sebelumnya, lapis IV adalah susunan batu berbentuk segi empat, ornamen undak vertikal pada tepi, tengah kaki.

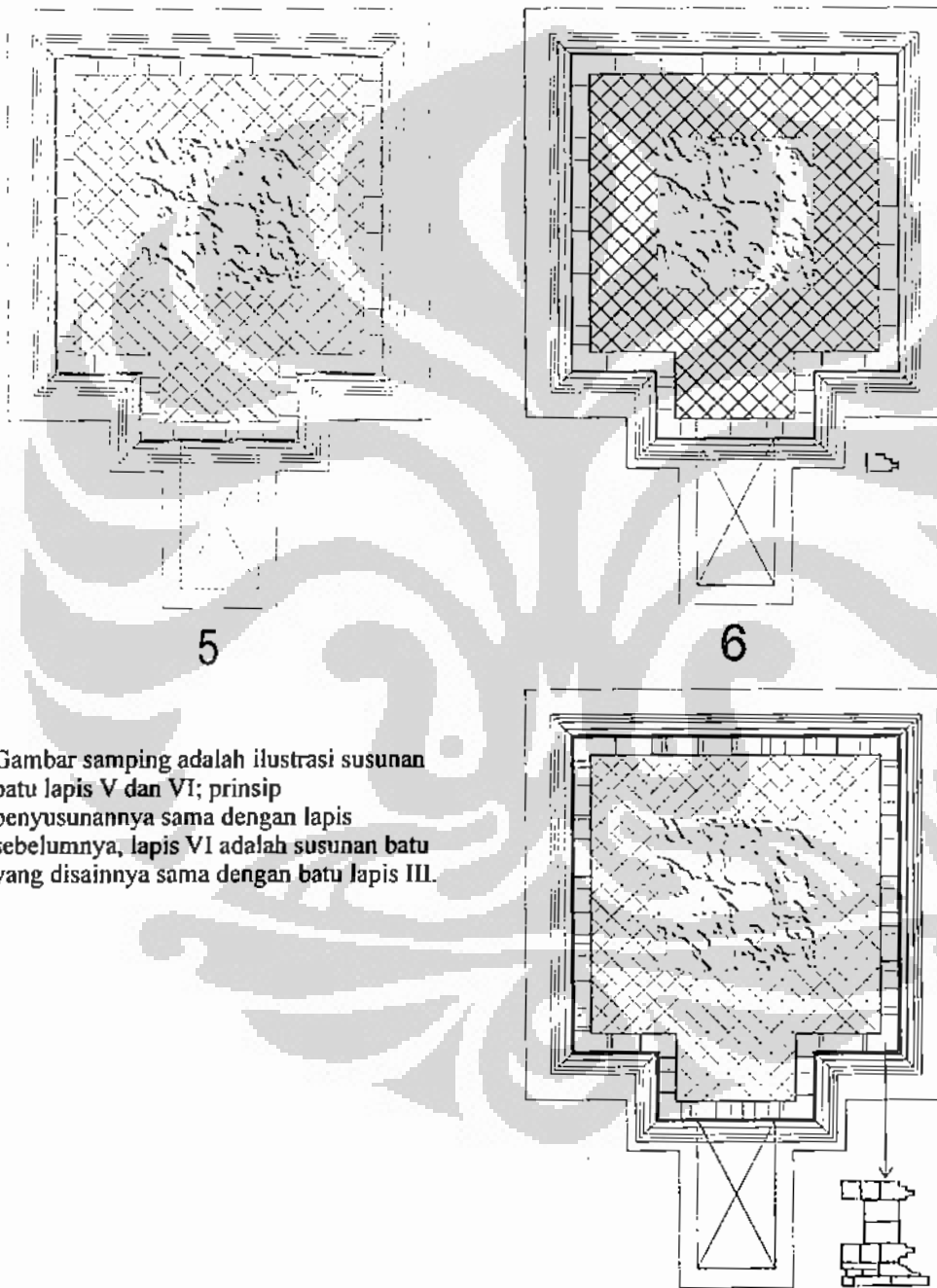
Tingkat : Menata batu bagian kaki candi lapis V
 Urutan : Serial A.04
 Cara bekerja : Opr. I-II-III_IV
 Pertanda : Ornamen lapis 3 dan 4



Gambar samping adalah ilustrasi susunan batu lapis IV dan V; prinsip penyusunannya sama dengan lapis sebelumnya, lapis V adalah susunan batu berbentuk segi empat, ornamen undak vertikal pada tepi, tengah kaki.

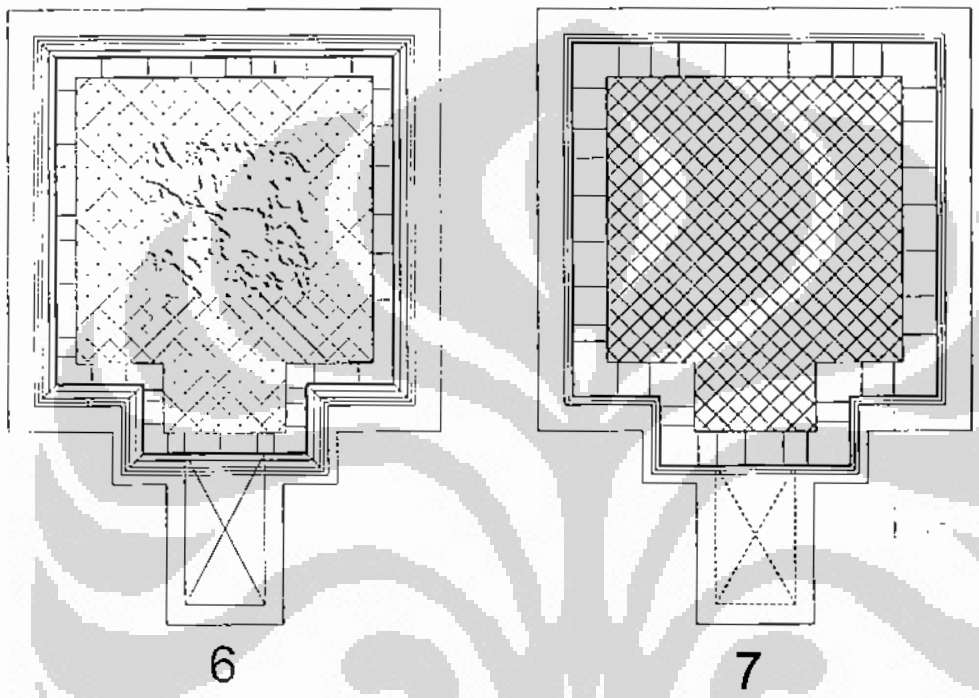


Tingkat : Menata batu bagian kaki candi lapis VI
 Urutan : Serial A.01-02-03
 Cara bekerja : Opr. I-II-III-IV
 Pertanda : Ornamen pelipit lapis ke 5

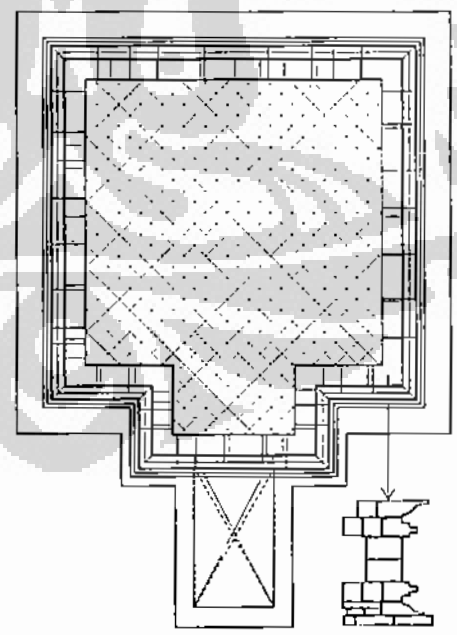


Gambar samping adalah ilustrasi susunan batu lapis V dan VI; prinsip penyusunannya sama dengan lapis sebelumnya, lapis VI adalah susunan batu yang disainnya sama dengan batu lapis III.

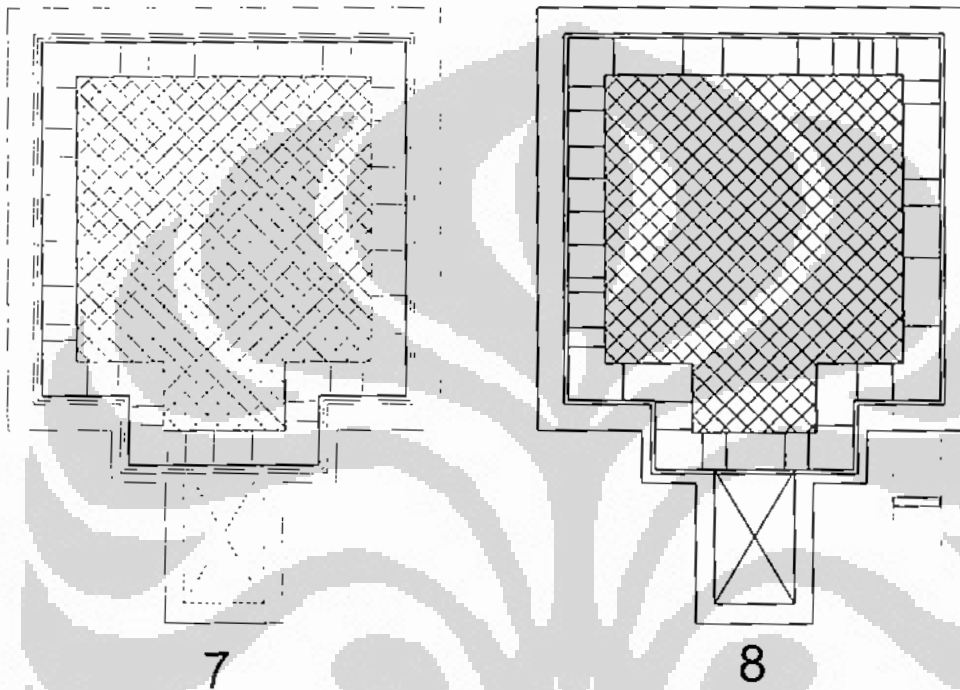
Tingkat : Menata batu bagian kaki candi lapis VI
 Urutan : Serial A.01-02-03
 Cara bekerja : Opr. I-II-III_IV
 Pertanda : Lapis ke 7 (akhir galian tanah fondasi lingga-yoni)



Gambar samping adalah ilustrasi susunan batu lapis VI dan VII; prinsip penyusunannya sama dengan lapis sebelumnya, lapis VII adalah susunan batu yang disainnya sama dengan batu lapis II, hanya dibalik perletakkannya. Terlihat pada lapisan VII galian tanah ditengah tidak nampak karena telah tertutup penuh oleh batu isi.

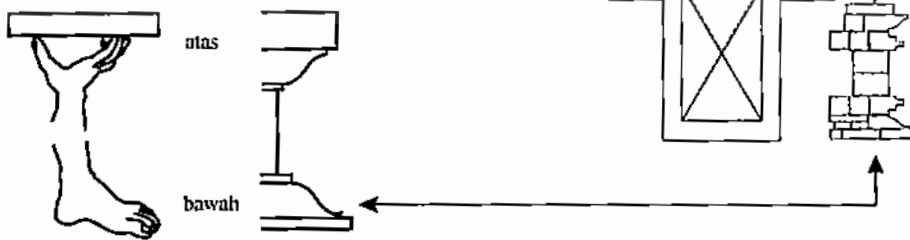


Tingkat : Menata batu bagian kaki candi lapis VIII
 Urutan : Serial A.01-02-03-04
 Cara bekerja : Opr. I-II-III-IV
 Pertanda : Akhir kaki candi



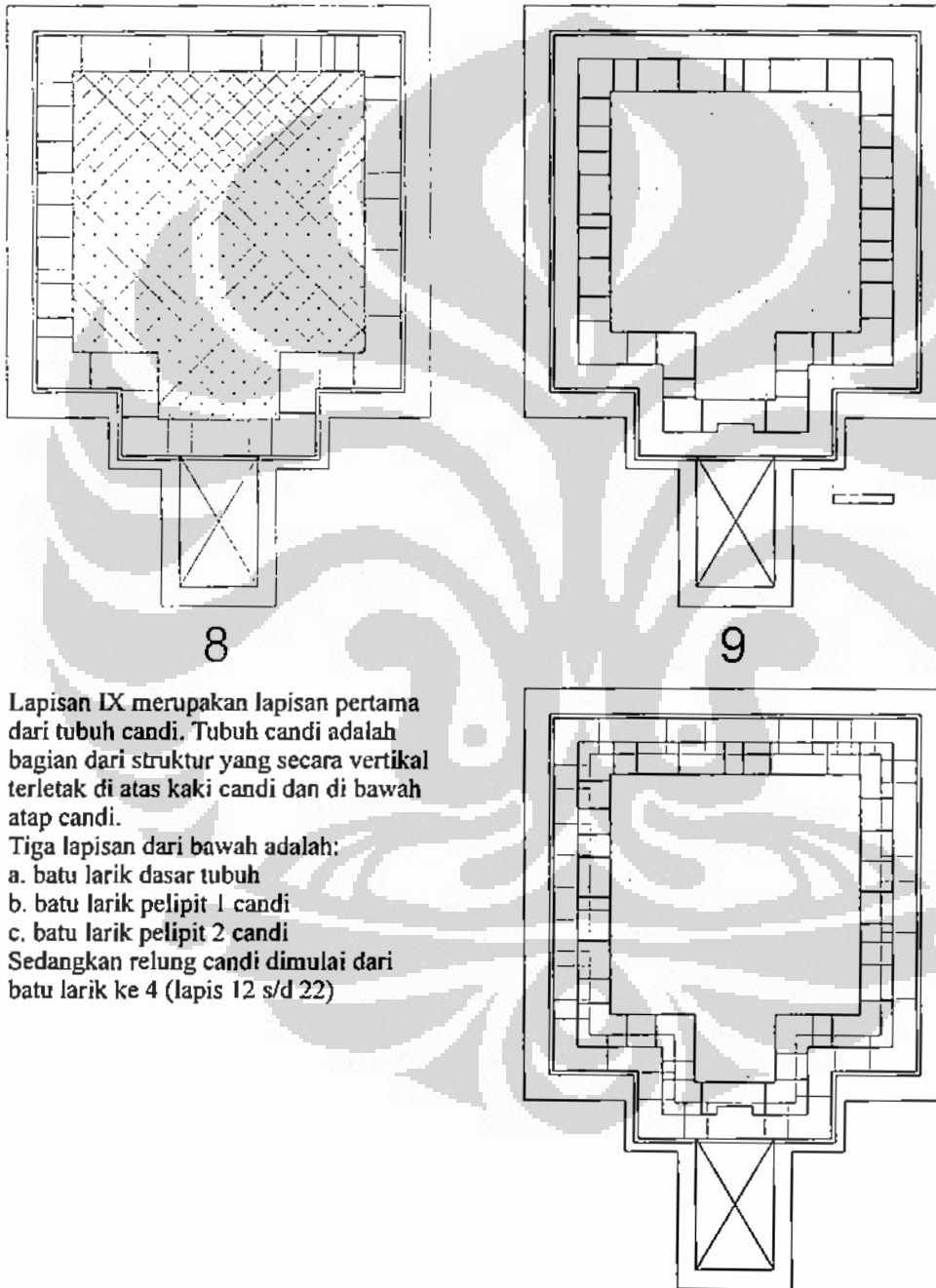
Gambar samping adalah ilustrasi susunan batu lapis VII dan VIII; prinsip penyusunannya sama dengan lapis sebelumnya. lapis VIII adalah susunan batu yang disainnya sama dengan batu lapis I, dan merupakan lapis batu terakhir dari struktur kaki candi.

Mencermati bagian kaki candi dapat digunakan sebagai gagasan intuitif tentang peran statika (mekanika teknik). Ilustrasi dibawah ini merupakan contoh bagaimana memahami (secara antropomorf) bentuk sebuah struktur bangunan.



Diolah dari sumber: Frick, Heinz dan LMF Purwanto, *System bentuk struktur bangunan - dasar-dasar konstruksi dalam arsitektur*, 2006, h.20

Tingkat : Menyusun batu tubuh candi lapis IX
 Urutan : Serial B. 06
 Cara bekerja : Opr. VI
 Pertanda : Awal tubuh candi



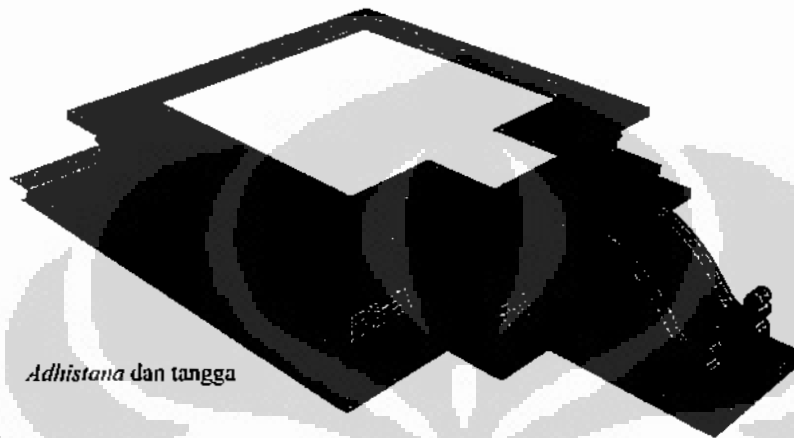
Lapisan IX merupakan lapisan pertama dari tubuh candi. Tubuh candi adalah bagian dari struktur yang secara vertikal terletak di atas kaki candi dan di bawah atap candi.

Tiga lapisan dari bawah adalah:

- a. batu larik dasar tubuh
- b. batu larik pelipit 1 candi
- c. batu larik pelipit 2 candi

Sedangkan relung candi dimulai dari batu larik ke 4 (lapis 12 s/d 22)

Tingkat : Menyusun batu anak tangga
 Urutan : Serial A. 05
 Cara bekerja : Opr. V - VI
 Pertanda : Tangga masuk



Adhistana dan tangga

Menyusun batu untuk anak tangga, ternyata cukup sederhana dan efektif pengerjaannya.

1. Para perancang-pembangun candi menyelesaikan seluruh pekerjaan kaki candi.
2. Memulai menyusun batu untuk membuat anak tangga.
3. Memasang *balustrade* (lengkung pada tepi sisi kiri dan kanan anak tangga).
4. Menyambungkan dengan lantai bilik candi untuk mendapatkan kestabilan.



Anak tangga dan *balustrade* bergayut masuk pada struktur batu pengisi hanya bagian akhirnya saja.

Secara teknis, langkah (*operatoire*) tersebut dapat diterjemahkan: bahwa anak tangga merupakan struktur pendukung yang tidak mempengaruhi kekuatan struktur bangunan inti (candi). Maka dalam pengerjaannya tidak perlu menggabungkan dengan batu pengisi pada kaki candi.

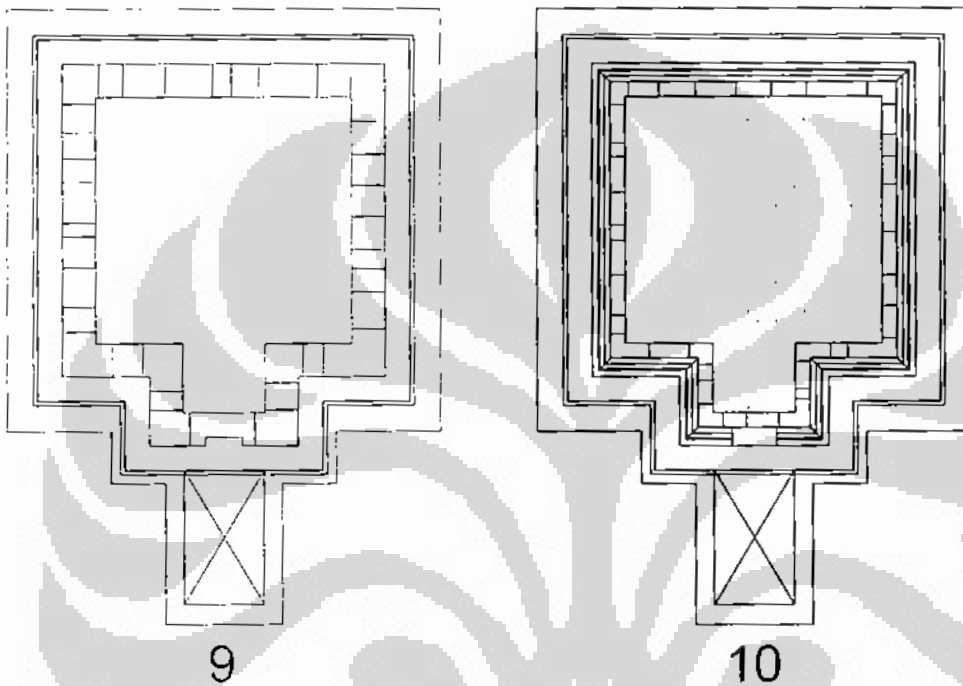


Lubang untuk menanam batu pengunci, supaya *balustrade* tidak melesak lepas.

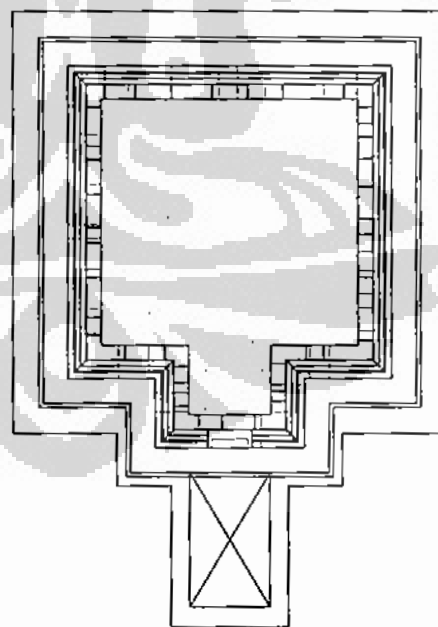
Pada lantai dasar dan batu lapis I tidak ditemukan koneksi antara batu anak tangga dan batu pengisi.



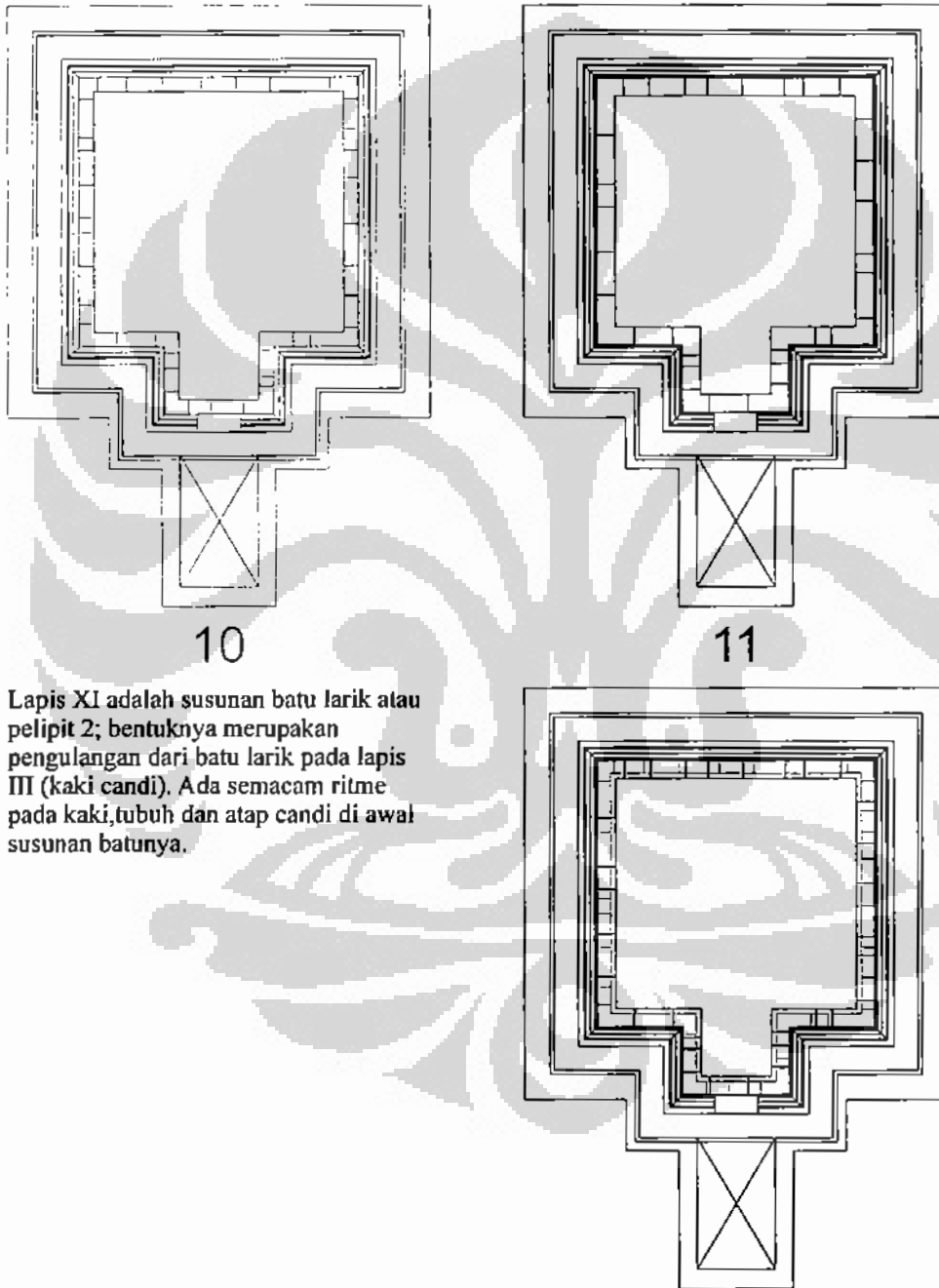
Tingkat : Menyusun batu tubuh candi lapis X
 Urutan : Serial B. 06
 Cara bekerja : Opr. VI
 Pertanda : Pelipit 1



Lapis X adalah susunan batu larik yang berfungsi sebagai pelipit dan bentuknya sama dengan lapis II (pada khaki candi). Setelah menyusun batu dasar, bentuk pelipit semacam ini, selalu dipakai untuk memulai susunan batu di atasnya (bdk. lapis II, X, XXVIII, XXXVIII). Secara teknis bentuk pelipit dianalogikan bahwa benda yang menyangga beban di atasnya semestinya harus lebih lebar dan besar.



Tingkat : Menyusun batu tubuh candi lapis XI
 Urutan : Serial B. 06
 Cara bekerja : Opr. VI
 Pertanda : Pelipit II tubuh candi

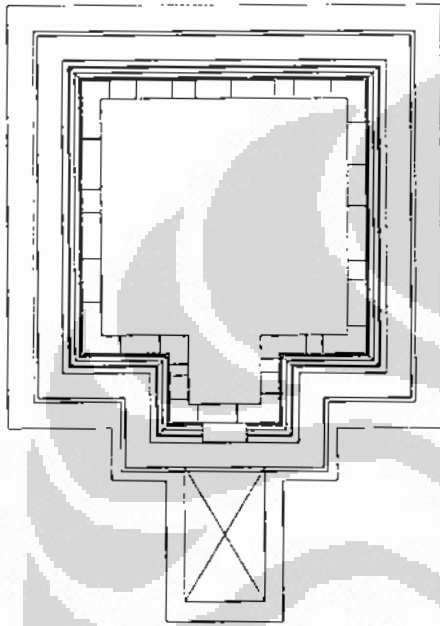


10

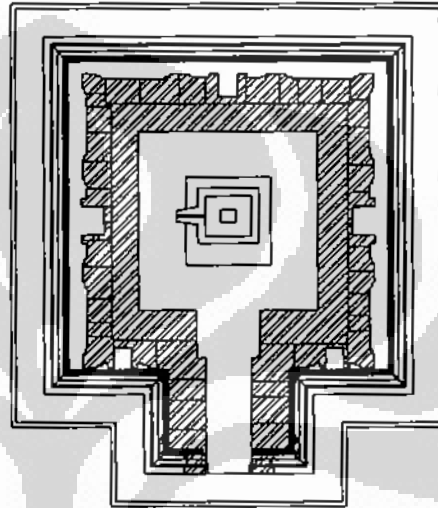
11

Lapis XI adalah susunan batu larik atau pelipit 2; bentuknya merupakan pengulangan dari batu larik pada lapis III (kaki candi). Ada semacam ritme pada kaki, tubuh dan atap candi di awal susunan batunya.

Tingkat : Menyusun batu tubuh candi lapis XII
 Urutan : Serial B. 06
 Cara bekerja : Opr. VI
 Pertanda : Tubuh candi terdapat relung candi



11

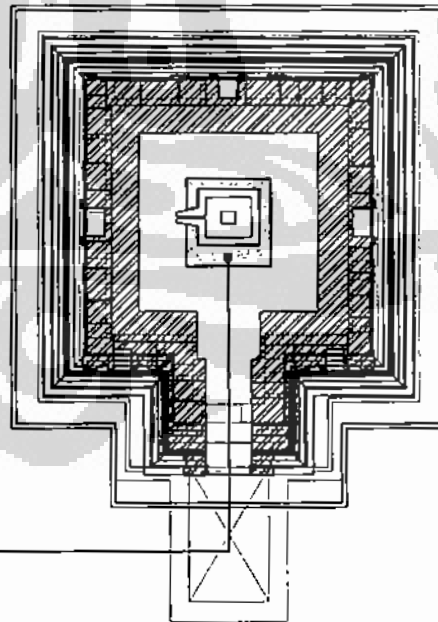


12

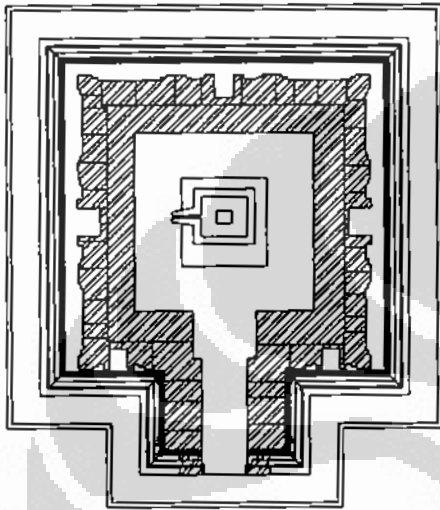
Dinding pada tubuh candi memiliki ketebalan rata-rata 70 - 80 cm terdiri dari 2 - 3 bilah batu merupakan struktur yang masif penumpu beban atap, dengan kedalaman relung antara 30 - 40 cm.



Batu lingga dipasang di atas *base*, berukuran 1,225 x 1,225 x 0,12 M, memiliki volume 0,180 M³, dan berat = 468 kg. Dijepit oleh rantai bilik candi.



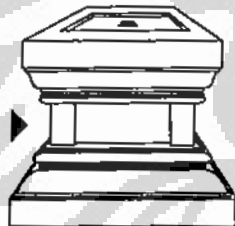
Tingkat : Menyusun batu tubuh candi lapis XII - XXII
 Urutan : Serial B. 06
 Cara bekerja : Opr. VI
 Pertanda : dinding pada tubuh candi



12 - 22

Pada prinsipnya penyusunan batu pada tubuh candi adalah sama dengan penyusunan batu pada tahap sebelumnya. Yang membedakan adalah menggabungkan batu dinding dan batu relung; dua komponen yang berbeda namun menyatu dalam struktur dinding, tentu hal ini terjadi pergerakan pekerjaan yang saling mempengaruhi.

Batu yoni memiliki ukuran: 0,786 x 0,726 x 0,675 (T) mtr, terletak pada tengah bilik candi.



Timur

Utara

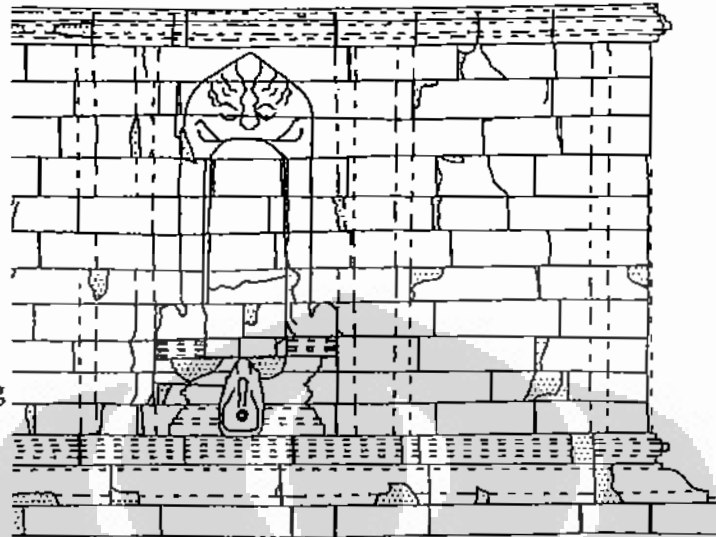
Selatan

Konstruksi *Jaladwara* yang stabil mengandalkan tekanan dari atas dan jepitan dari samping.



Barat

Tingkat :
 Menyusun batu
 tubuh candi dan
 relung pada lapis
 XII - XXII
Urutan :
 Serial B. 07
Cara bekerja :
 Opr. VII
Pertanda :
 dinding dan relung
 pada tubuh candi



Relung sisi utara

Relung sisi Utara, terdapat ornamen *Jaladwara* yang berfungsi mengalirkan air dari arah lingga di dalam bilik candi. Hiasan ini dipasang seperti pasak yang ditumpang oleh batu di atasnya dan dijepit oleh batu di sisi kiri kanannya.



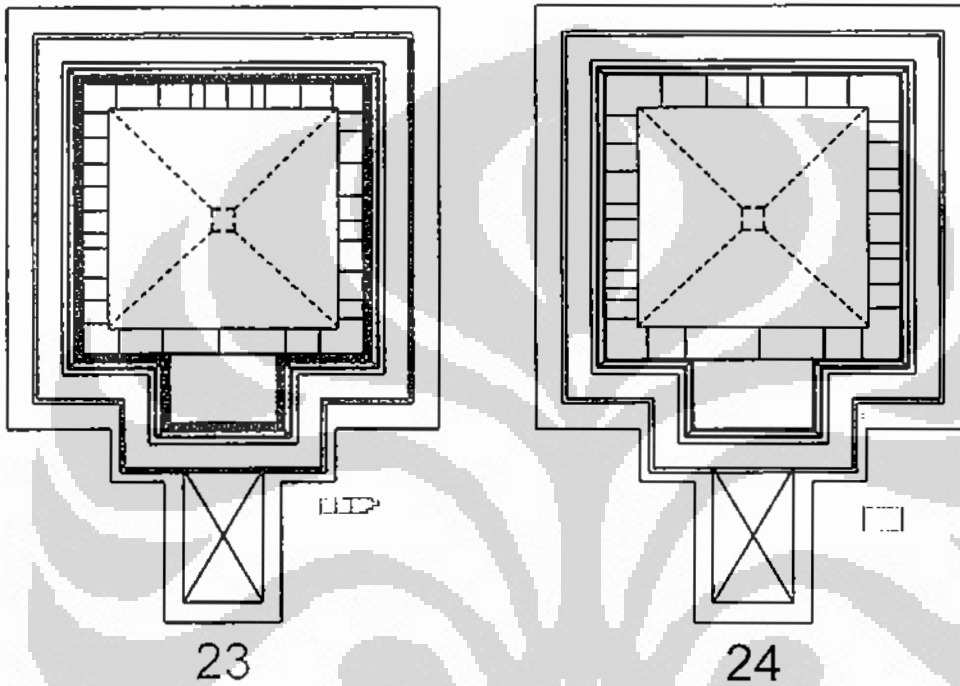
Teknik pemasangan relung yang harus selalu mengadakan *cross check* dengan dinding tubuh candi membuktikan bahwa teknik penyusunan batu dinding tidak serta merta secara otomatis bisa membentuk relung.

Relung berukuran lebih kecil terletak di sisi barat (bagian depan candi) lebih sulit karena harus memperhitungkan posisi siku gerbang depan, bertemunya pelipit atas dan bawah sehingga dibutuhkan ketelitian dan pengecekan terus menerus.

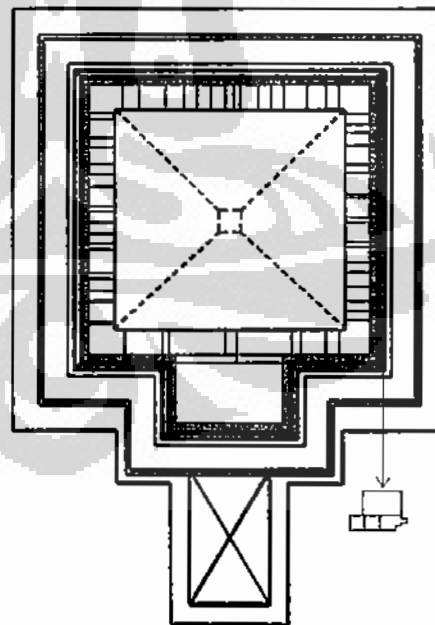


KD 2008

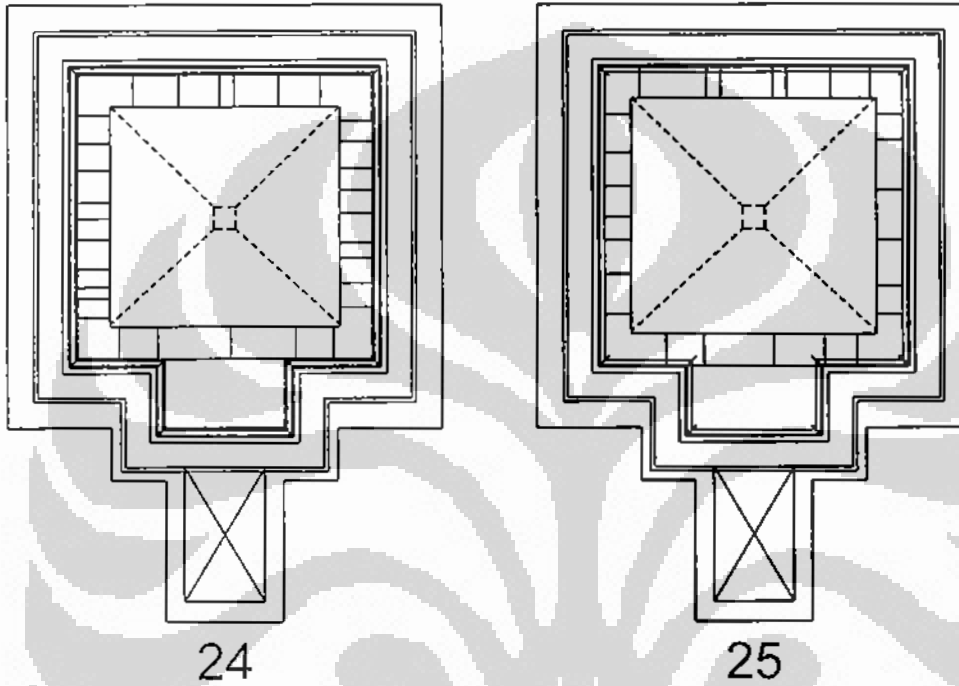
Tingkat : Menyusun batu tubuh candi lapis XXIII dan XXIV
 Urutan : Serial B. 06
 Cara bekerja : Opr. VI
 Pertanda : Pelipit pengakhir sama dengan pelipit awal



Lapis XXIII dan XXIV merupakan lapis pengakhiran dari tubuh candi. Bentuk lapis XXIII sama dengan lapis III, VI dan XI



Tingkat : Menyusun batu tubuh candi lapis XXV
 Urutan : Serial B. 06
 Cara bekerja : Opr. VI
 Pertanda : Lapis pertama pada struktur atap, memiliki antefix ujung

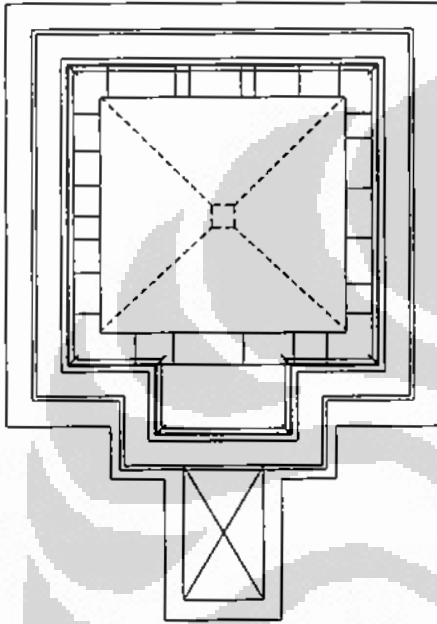


Lapis XXV merupakan batu larik pertama pada susunan batu struktur atap. Ciri menonjol adalah di ujung keempat sisinya terdapat hiasan segitiga yang disebut antefix, dan terdapat tiga ornamen jeglog berjumlah tiga buah pada keempat sisinya.

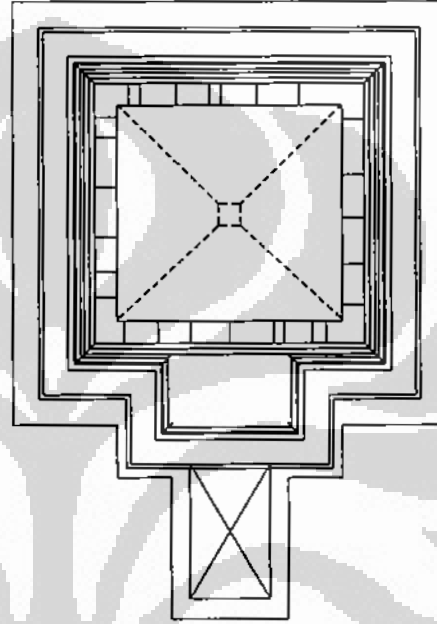


Pada saat dilakukan pekerjaan *anastylis* terlihat lubang-lubang pada batu tertentu. Sistem pengunci antar batu tersebut banyak ditemukan pada atap candi, antarlain digunakan untuk memasang antefix dan hiasan lain pada atap candi.

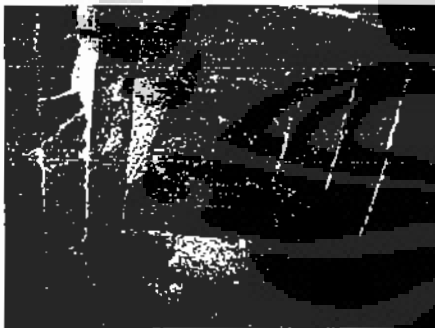
Tingkat : Menyusun batu tubuh candi lapis XXV dan XXVI
Urutan : Serial C. 10
Cara bekerja : Opr. IX
Pertanda : -



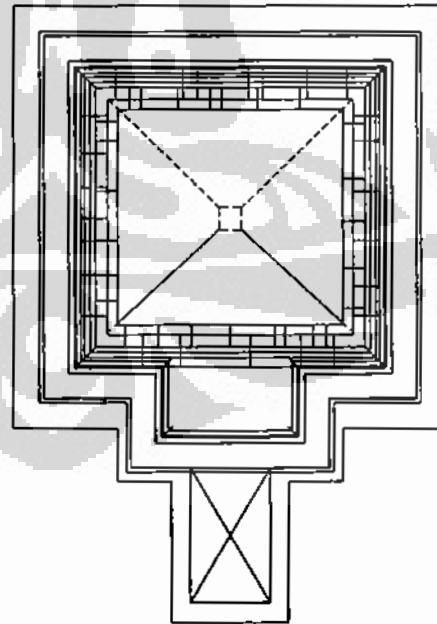
25



26



Tampak batu-batu sungkup dari dalam bilik candi. Tampak batu bagian dalam dipotong miring supaya tampak rata.

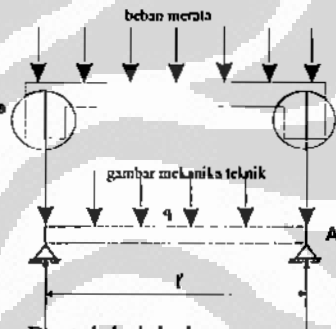


Tingkat : Menyusun batu pada pintu candi
 Urutan : Serial B. 07
 Cara bekerja : Opr. VIII
 Pertanda : Konstruksi portal

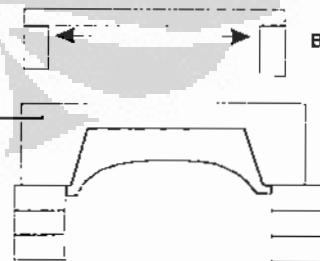


Portal batu pada pintu candi, ketebalan +/- 20 cm berfungsi menahan beban batu-batu atap pintu candi.

Jenis batu andesit yang dipakai tidak sama dengan batu andesit pada candi-candi di Jawa Tengah bagian selatan (borobudur, prambanan dsb.). Jenis yang dipakai di Candi Arjuna lebih keras dan lebih padat (tidak terlalu berpori).

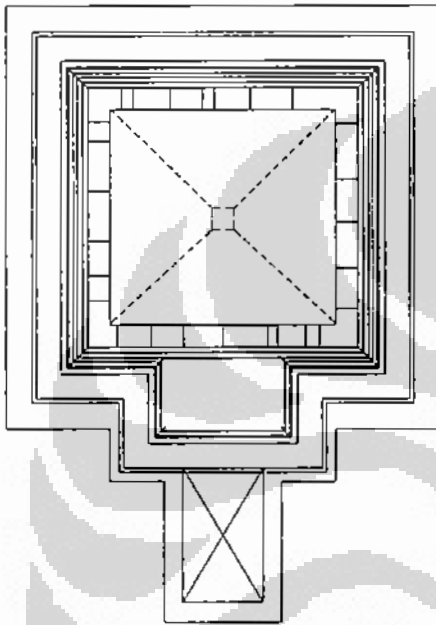


Bentuk balok dengan penambahan 'kaki' merupakan pemecahan konstruksi yang cerdas. Karena fungsi balok secara statika tidak lagi menjadi ROLL tetapi JEPIT; berarti balok tersebut apabila terkena gaya (P) tidak akan membal dan tetap stabil. Bandingkan apabila seperti berikut:

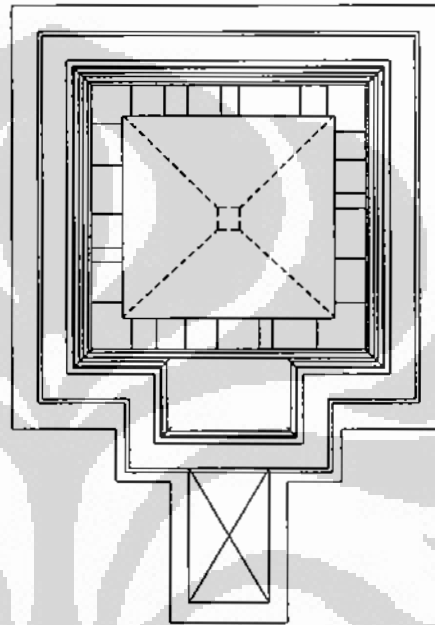


Semakin mendekati arah keluar terjadi perbedaan ketinggian lubang pintu, demikian juga dengan level lantai yang juga semakin turun.

Tingkat : Menyusun batu atap candi lapis XXVI dan XXVII
 Urutan : Serial C. 10
 Cara bekerja : Opr. X
 Pertanda : -



26

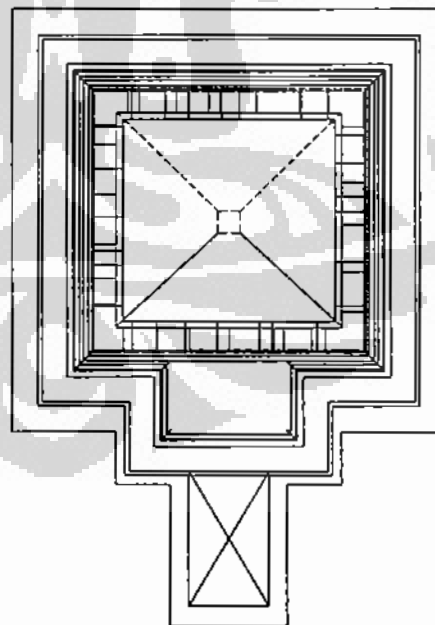


27

Menata batu atap tingkat I.

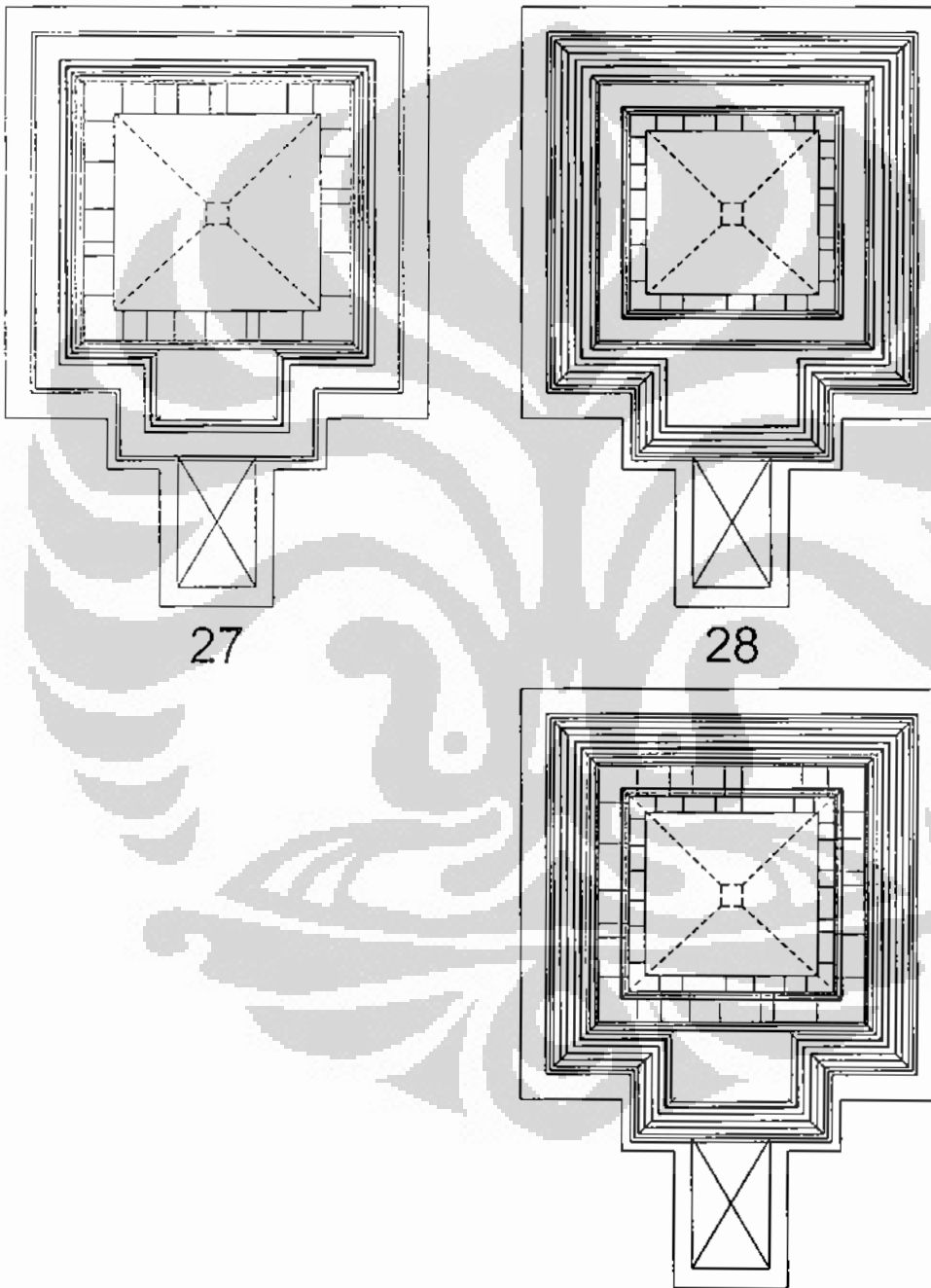


Antefix	Ornamen garis	Ornamen garis	Ornamen Antefix garis
↓	↓	↓	↓
Ratna/ Miniatur candi	Relung kecil/ Relung hiasan	Relung kecil/ Relung hiasan	Ratna/ Miniatur candi

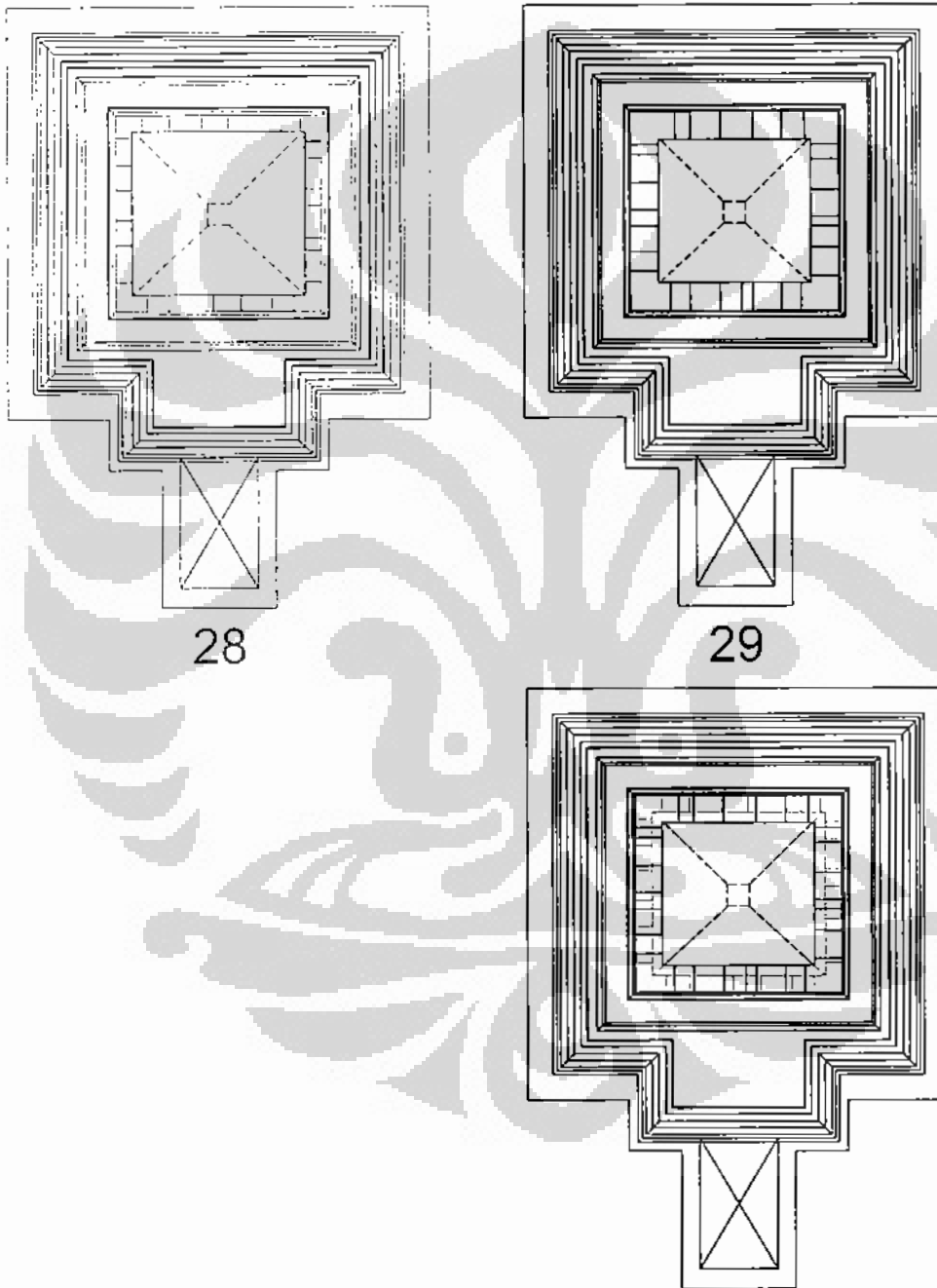


Dari pola hias yang ada pada atap candi tingkat I dapat dilihat azas *symmetrical* yang kuat. Hal ini berulang pada atap tingkat berikutnya.
 Sedangkan lapis batu terdiri dari 11 lapisan yang bentuknya mirip dengan pola dinding pada tubuh candi.

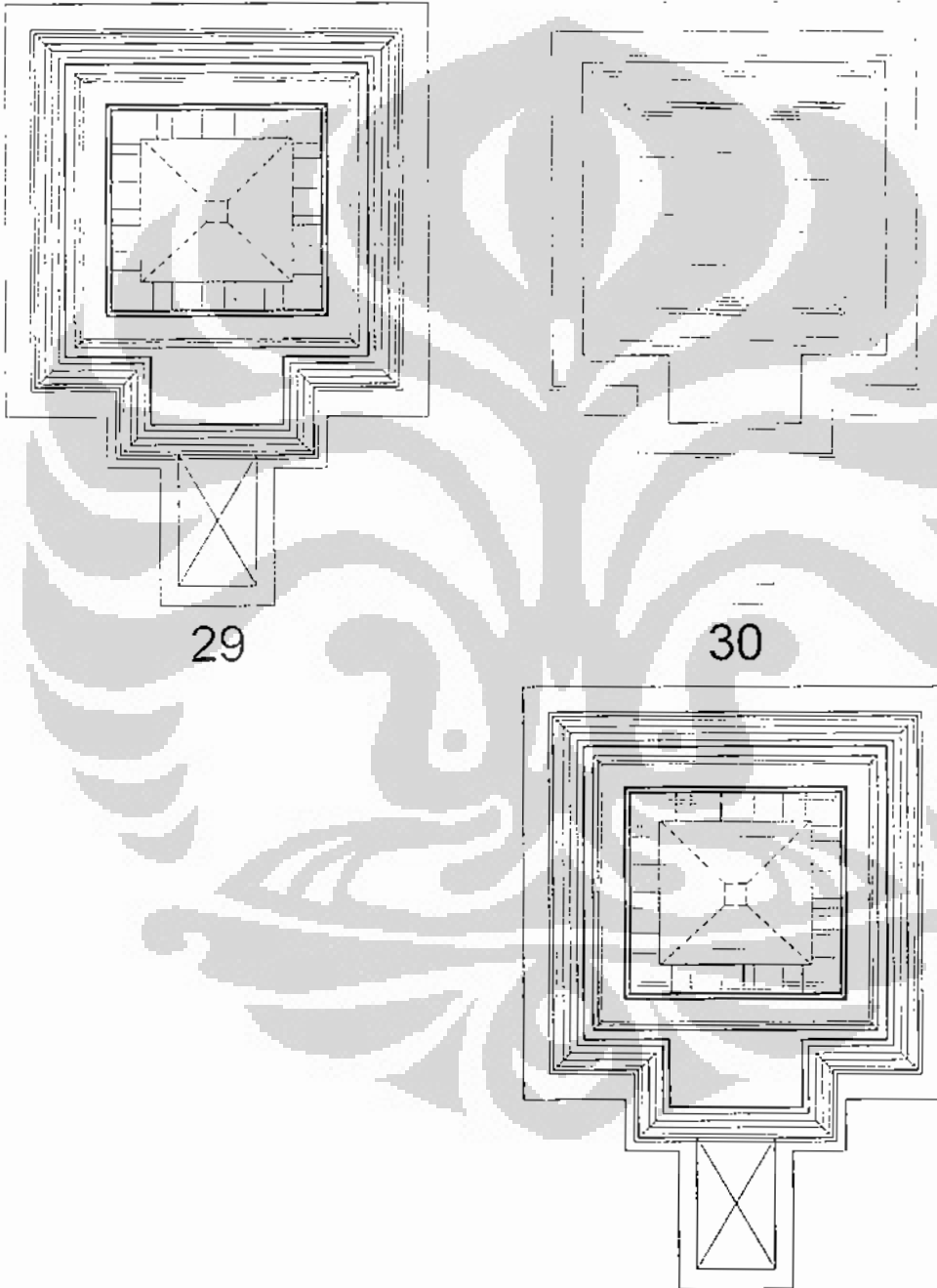
Tingkat : Menyusun batu atap candi lapis XXVII dan XXVIII
Urutan : Serial C. 10
Cara bekerja : Opr. XI
Pertanda : -



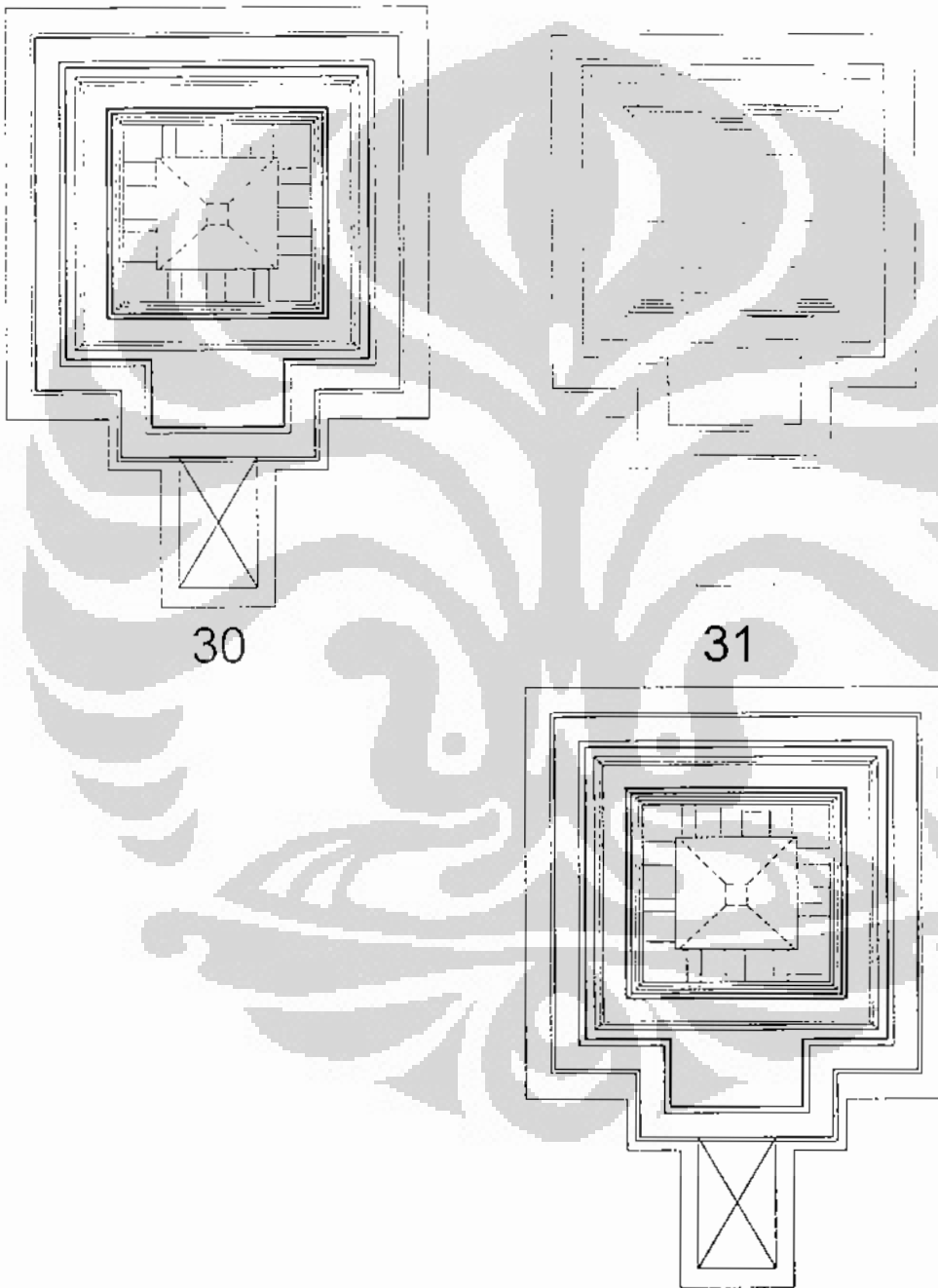
Tingkat : Menyusun batu atap candi lapis XXVIII dan XXIX
Urutan : Serial C. 10
Cara bekerja : Opr. XI
Pertanda : -



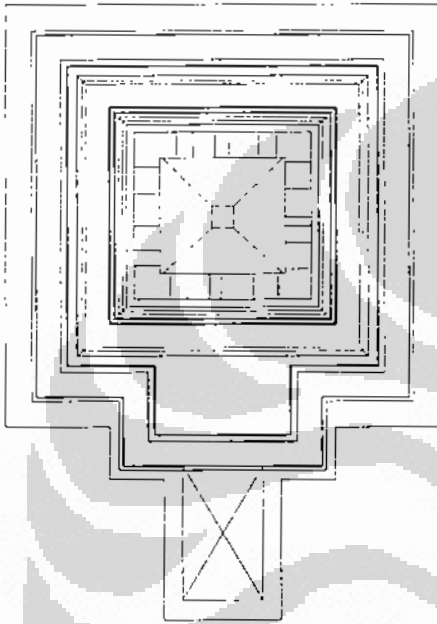
Tingkat : Menyusun batu atap candi lapis XXIX dan XXX
Urutan : Serial C. 10
Cara bekerja : Opr. XI
Pertanda :-



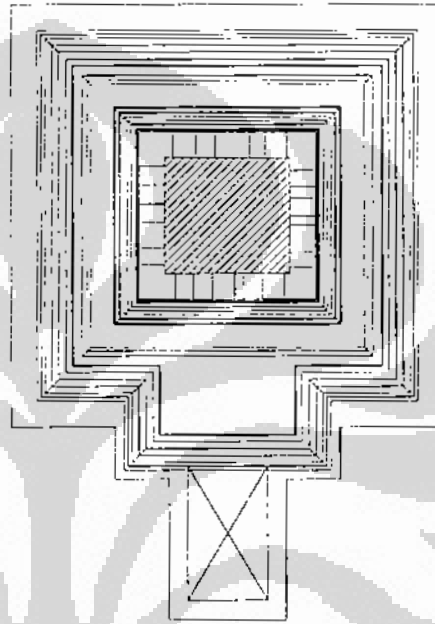
Tingkat : Menyusun batu atap candi lapis XXX dan XXXI
Urutan : Serial C. 10
Cara bekerja : Opr. XI
Pertanda : -



Tingkat : Menyusun batu atap candi lapis XXXI s/d XXXV
Urutan : Serial C. 10
Cara bekerja : Opr. XI
Pertanda :-



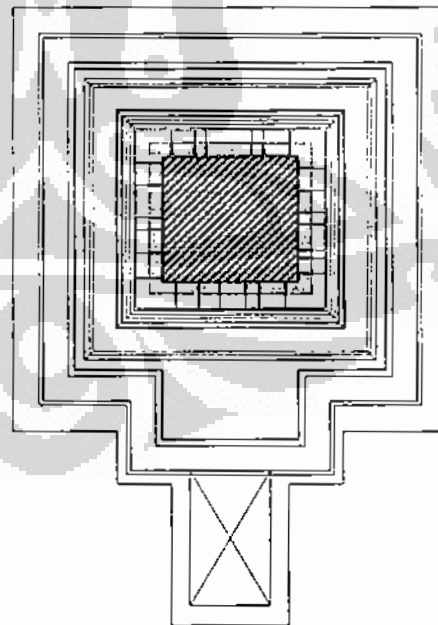
31 s/d 34



35

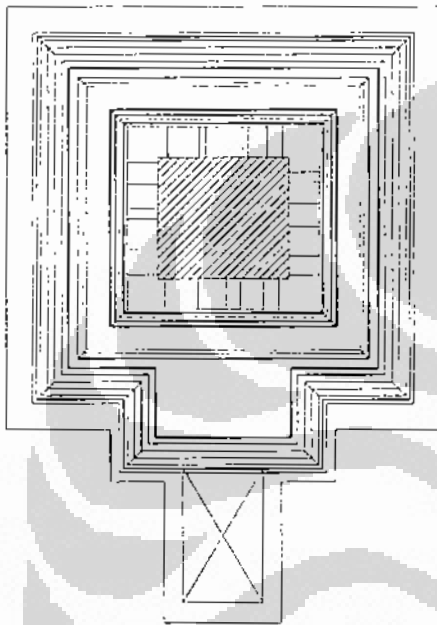


Lapis XXXVI; pada saat restorasi tahun 2007 batu pengisi pada lapis tersebut diganti dengan plat beton bertulang untuk menghindari penurunan akibat beban di atasnya.

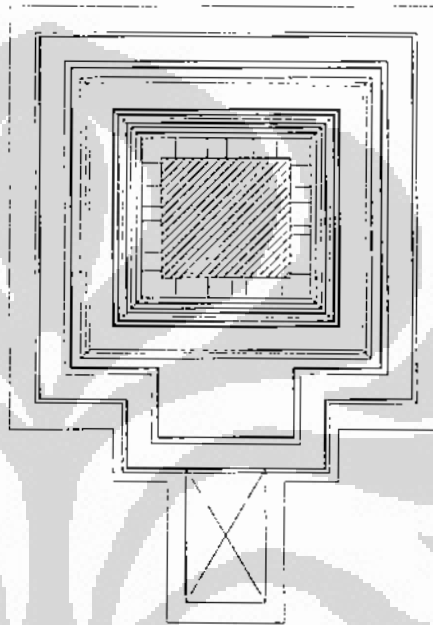


36

Tingkat : Menyusun batu atap candi lapis XXXVII dan XXXVIII
 Urutan : Serial C. 11
 Cara bekerja : Opr. XI
 Pertanda :-



37

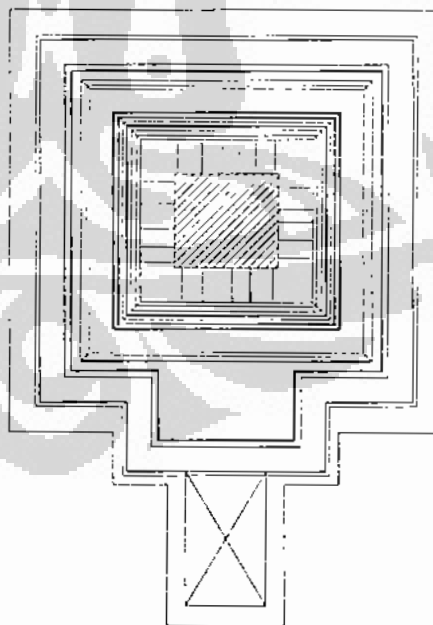


38

Menata batu atap tingkat I.



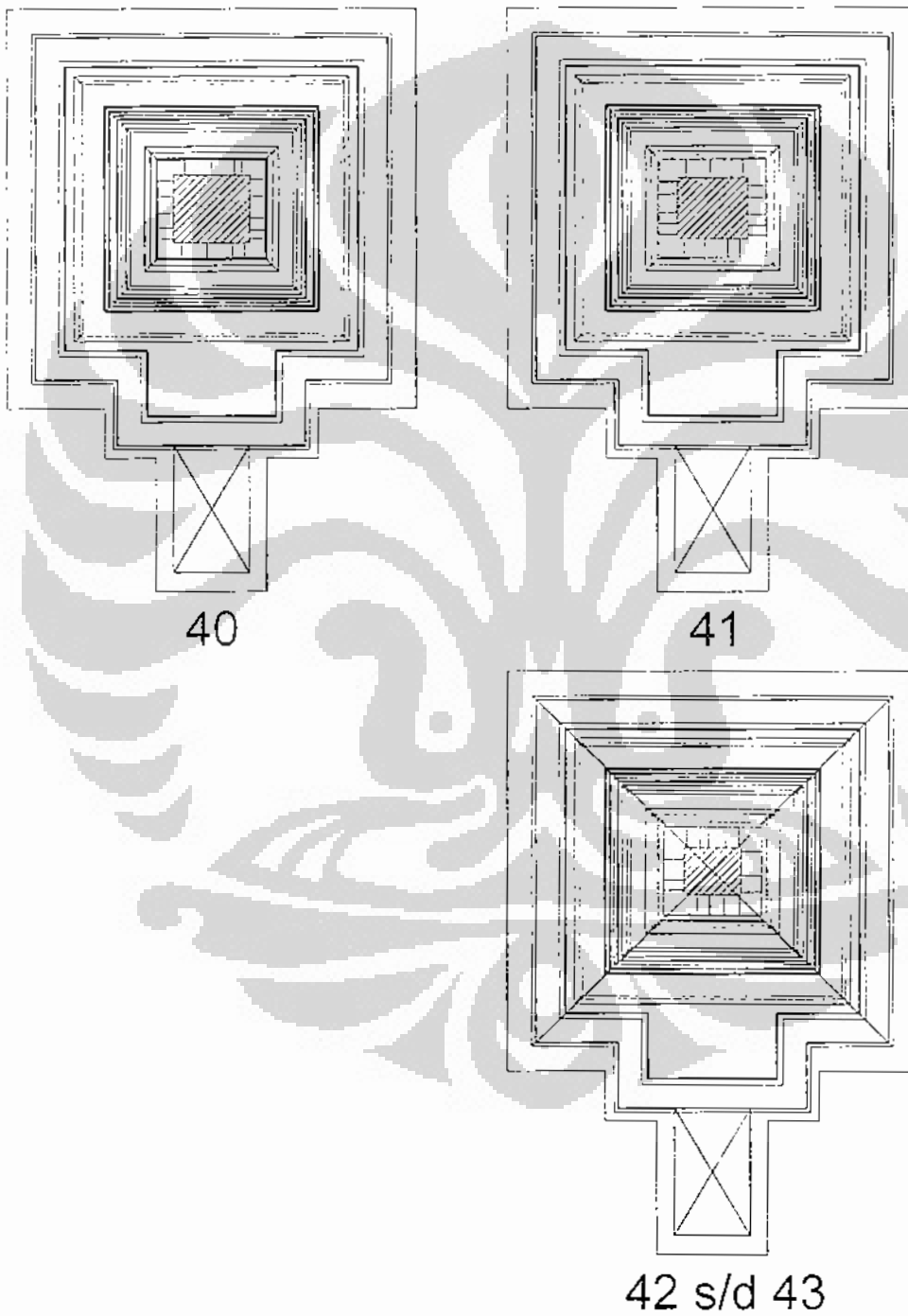
Antefix	Ornamen garis dan antefix	Ornamen garis dan antefix	Ornamen garis dan antefix	Antefix
Ratna/ Miniatur candi	Relung kecil/ Relung hiasan			Ratna/ Miniatur candi



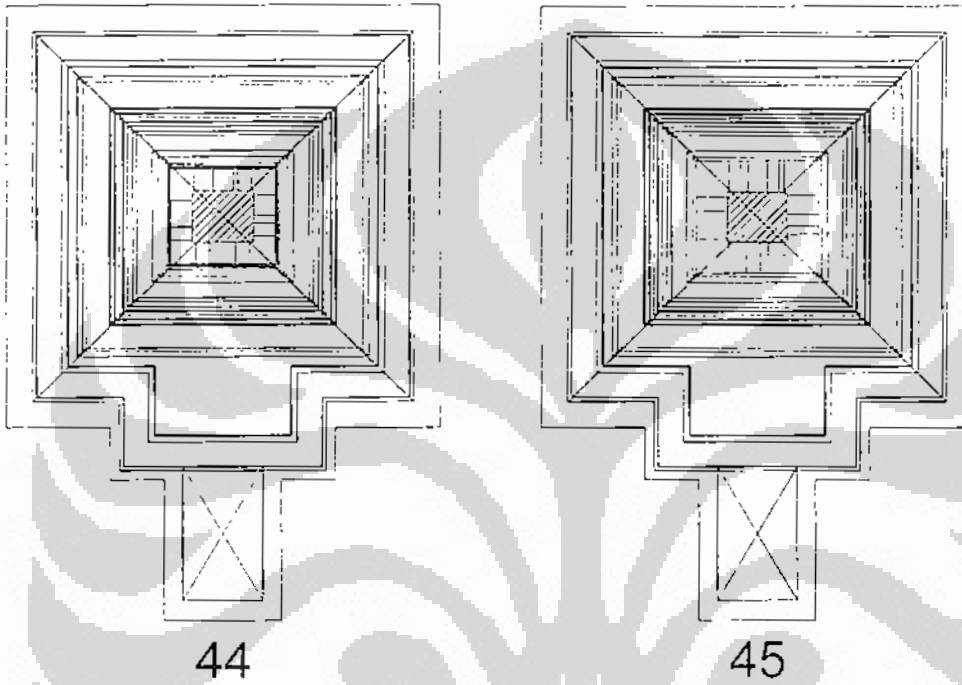
39

Dari pola hias yang ada pada atap candi tingkat II dapat dilihat azas *symmetrical* yang kuat. Sedangkan lapis batu terdiri dari 9 lapisan yang bentuknya mirip dengan pola dinding pada tubuh candi.

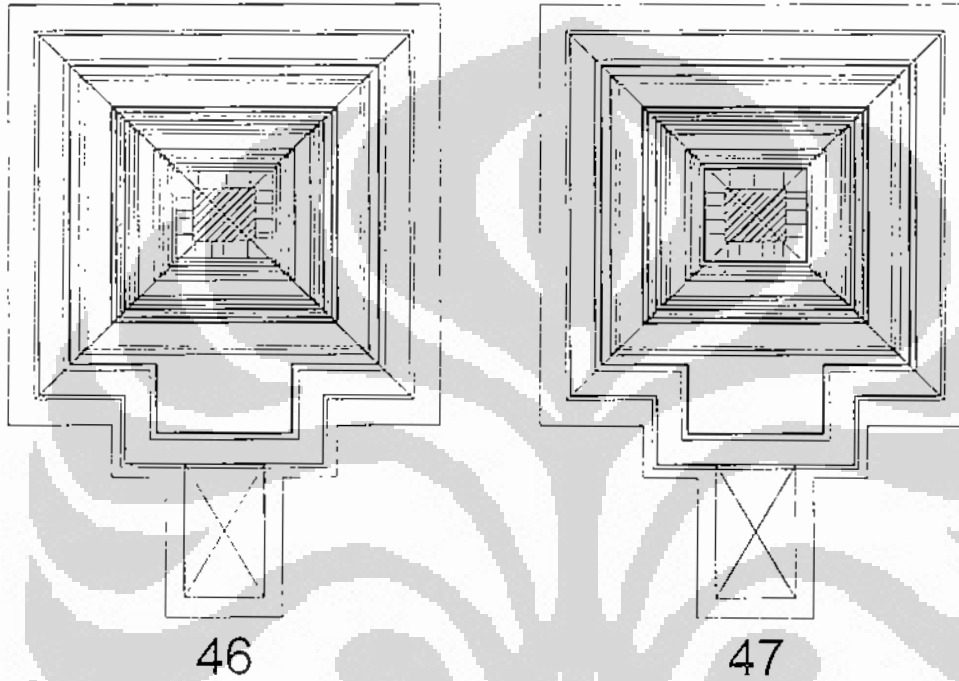
Tingkat : Menyusun batu atap candi lapis XL dan XLI
Urutan : Serial C. 12
Cara bekerja : Opr. XII
Pertanda :-



Tingkat : Menyusun batu atap candi lapis XLIV dan XLV
Urutan : Serial C. 11
Cara bekerja : Opr. XI
Pertanda : -



Tingkat : Menyusun batu atap candi lapis XLVI dan XLVII
 Urutan : Serial C. 10
 Cara bekerja : Opr. XI
 Pertanda : Kemuncak

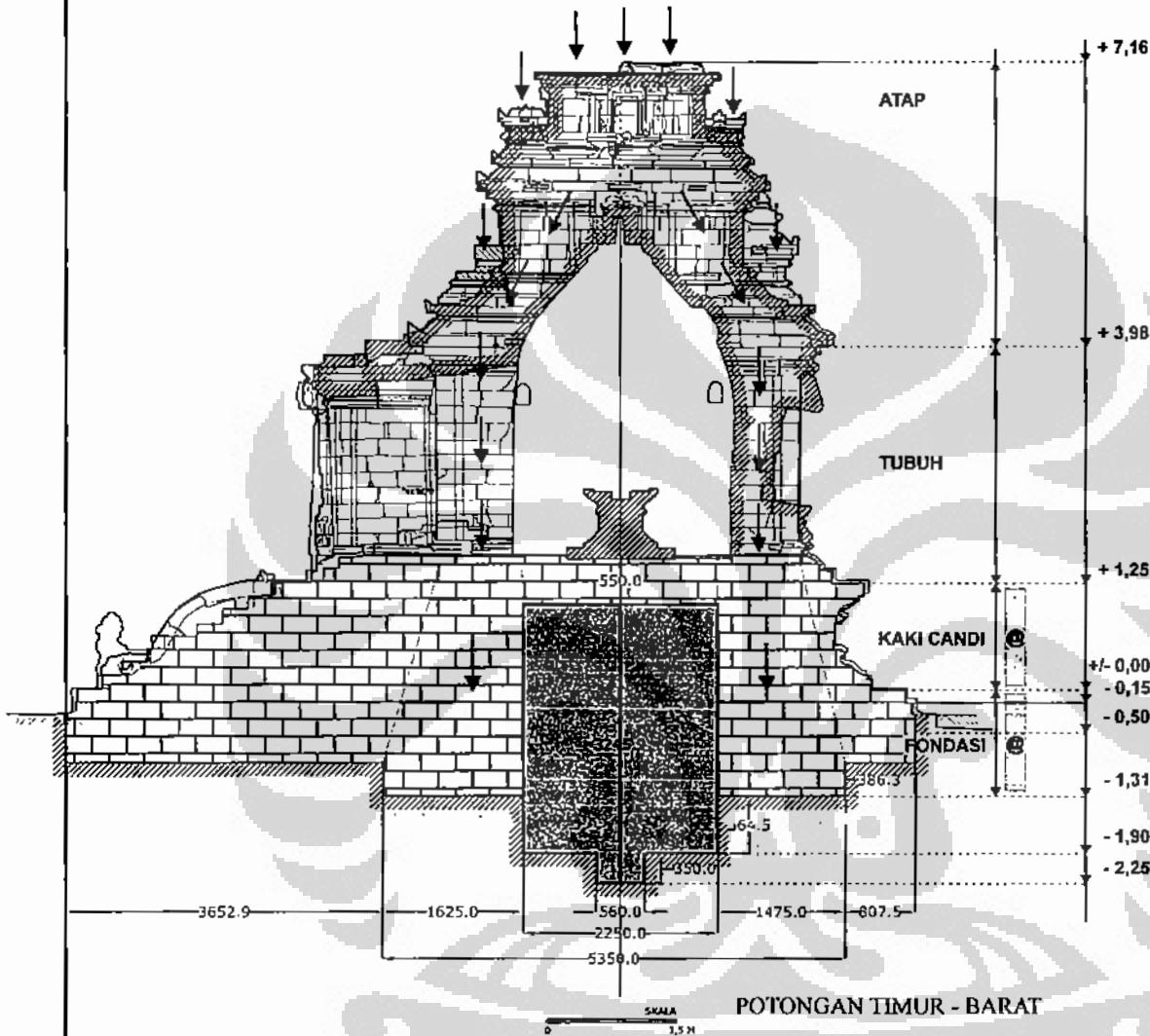


Sebelum restorasi tahun 2006 tinggi total candi adalah 7,16 mtr, dengan dipasangnya kembali kemuncak tinggi total candi sekarang adalah 9,35 mtr.

Jadi tinggi atap tingkat III dan kemuncak adalah 2,19 mtr.

Kemuncak; merupakan hiasan puncak candi. Tahun 2006 - 2007 dilakukan restorasi total, mulai dari fondasi sampai dengan atap. Atap candi yang semenjak dahulu hilang kemuncaknya pada tahun tersebut berhasil direkonstruksi kembali sehingga utuh kembali.

Tingkat : Pembuatan fondasi candi
 Urutan :-
 Cara bekerja :-
 Pertanda :-

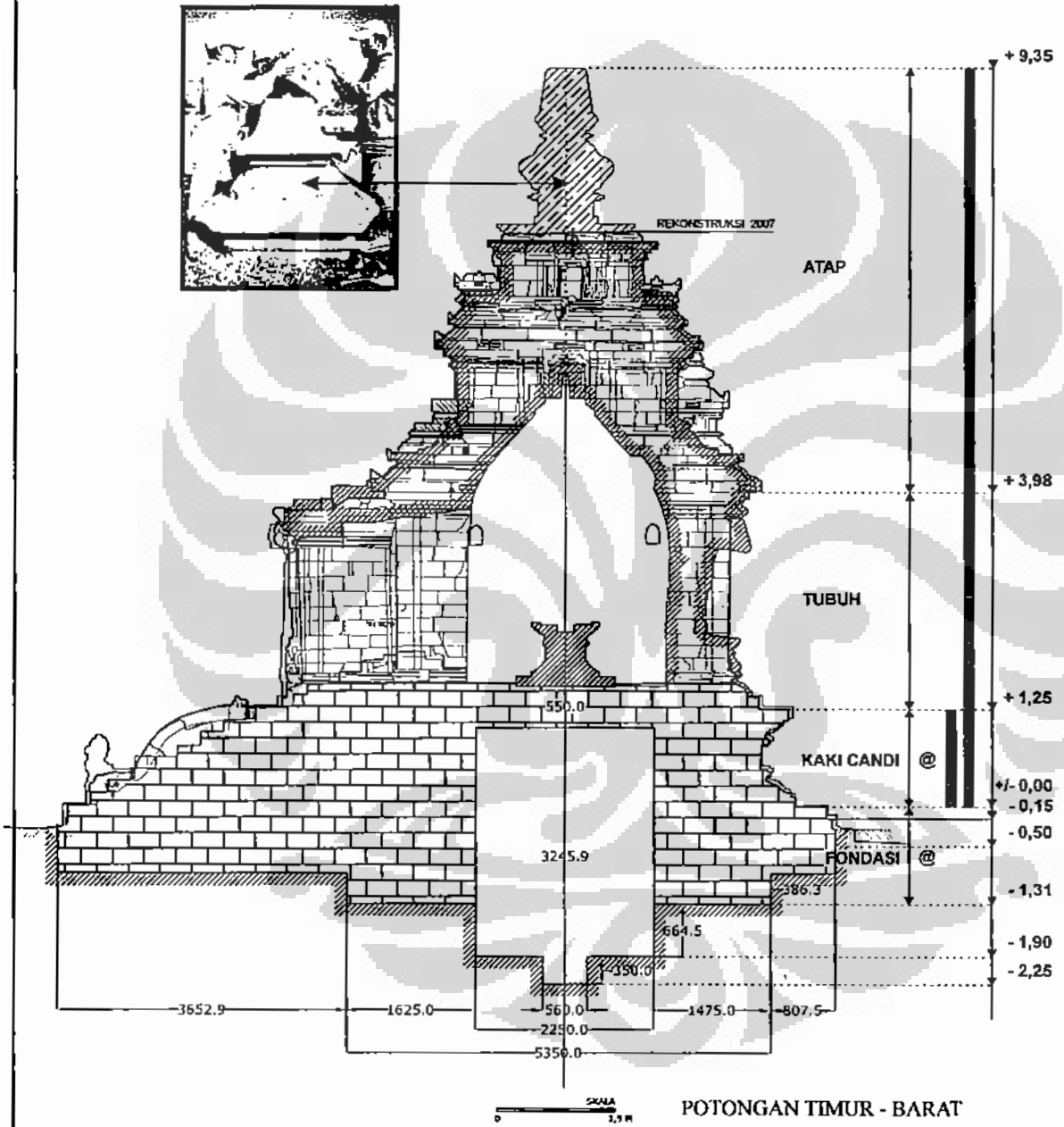


Hasil analisis *substructure* memperlihatkan bahwa ada tiga hal yang bisa di catat, yaitu:

1. Fondasi berbahan batu andesit tidak seluruhnya dipakai pada candi; terlihat bahwa bagian tengah lubang berukuran 2,25 x 2,25 x 3,13 mtr berisi tanah, padas dan pasir. Secara logika teknik diartikan bahwa beban lingga-yoni dan beban bergerak (manusia) tidak memerlukan fondasi, maka cukup diletakkan pada lantai bilik candi yang memiliki ketebalan +/- 0,55 mtr.
 2. Fondasi berbahan batu andesit menyatu dengan struktur dinding dan atap sehingga merupakan struktur yang *monolith*. Beban yang ditimbulkan oleh gaya horizontal maupun vertikal disalurkan melalui dinding diteruskan melalui fondasi dan diterima merata oleh struktur tanah yang sudah dipadatkan.
 3. Seturut dengan salah satu syarat dalam kitab *Manasara Silpasutra*; ternyata ketinggian *adhistanal* kaki candi (Tk) sama dengan kedalam fondasi, yakni antara 1,25 - 1,31 mtr.
- Kesulitan mengeluarkan air dari dalam fondasi yang terus menggenang merupakan indikasi adanya sumber air (mata air) yang debitnya cukup tinggi.

KD 2008

Tingkat : Pemasangan kemuncak candi
 Urutan : setelah lapis XLVII
 Cara bekerja : C. 12-13
 Pertanda : Kemuncak terpasang

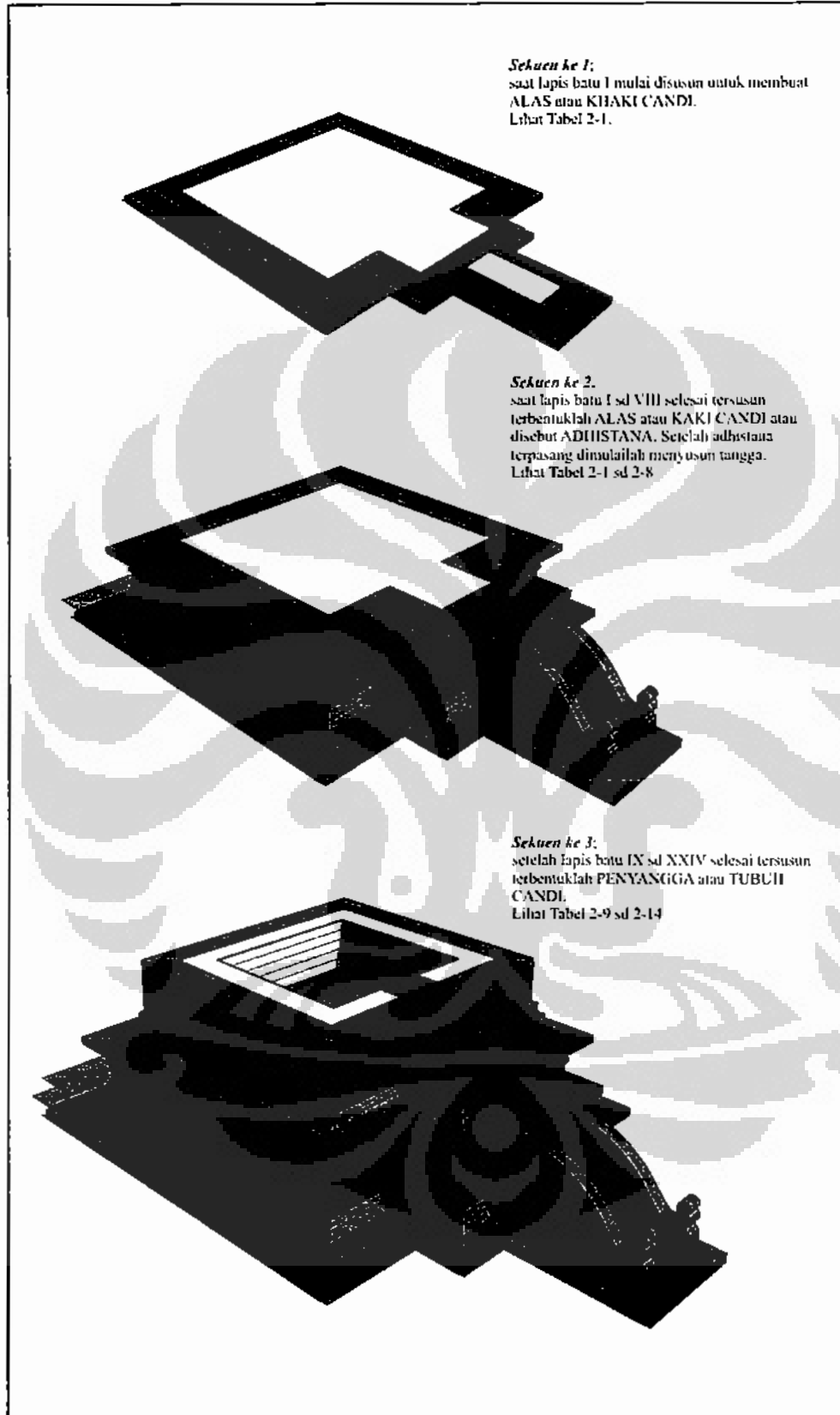


Candi Arjuna tergolong candi berukuran kecil dan memiliki bilik tunggal (satu). Analisis tentang proporsi candi diketahui bahwa ketinggian candi (T) adalah 9,35 mtr (pasca restorasi 2007) dan tinggi kaki (Tk) adalah 1,25 mtr; maka didapatkan perbandingan $T_k : T = 0,1336$ atau $T_k : T = 1 : 7,48$.

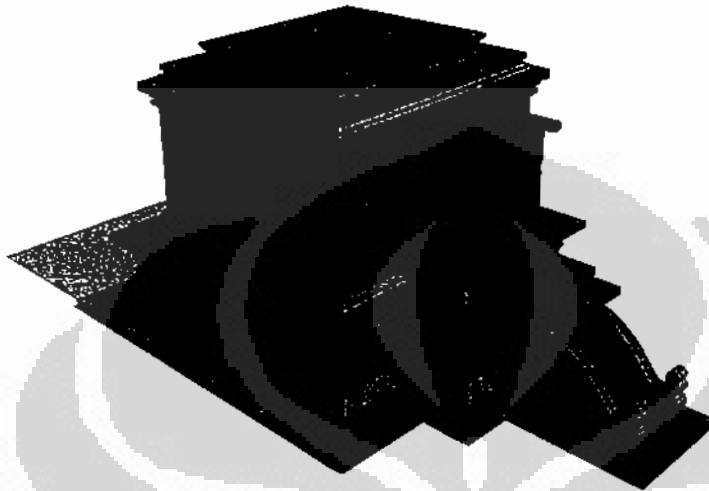
IV.2 Masukan dari kondisi Unit-unit perilaku

Dalam pelaksanaan tugas sebagai penyusun batu ternyata didapati tanda-tanda yang bisa dikatakan mengandung kecerdasan dalam berperilaku. Sebagai contoh pada saat menata batu dinding pada tubuh candi, ternyata terdapat batu-batu yang berukuran lebih kecil dari ukuran rata-rata; hal ini diidentifikasi sebagai sebuah kesulitan menata batu untuk membuat relung candi yang berhubungan langsung dengan dinding itu sendiri. Kesulitan tersebut muncul pada saat batu disusun lapis demi lapis secara horizontal maupun vertikal, akan ditemui hal yang tidak bisa dilanjutkan apabila semua lapisan ditata dalam waktu bersamaan, lapis demi lapis. Yang terjadi adalah, pertama menata set relung, menyelesaikan relung hingga tuntas, meletakkan di atas tengah tubuh bangunan; sementara larik demi larik batu dinding telah tertata. Kemudian para pembangun memasukkan batu terakhir untuk mengunci antara relung dan batu dinding.

Peristiwa kegiatan (*sequence*) penyusunan batu pada bagian alas (kaki candi), penyangga (tubuh candi) dan penutup (atap atau bagian kemuncak candi) dapat diilustrasikan sebagai berikut:



Sekuen ke 3:
PENUTUP atau KEMUNCAK CANDI dimulai
pada lapis XXV
Lihat Tabel 2-15.



Sekuen ke 4:
penyelesaian kemuncak candi tingkat pertama,
terdiri dari lapis XXV sd XXXIII
Lihat Tabel 2-15 sd 2-24

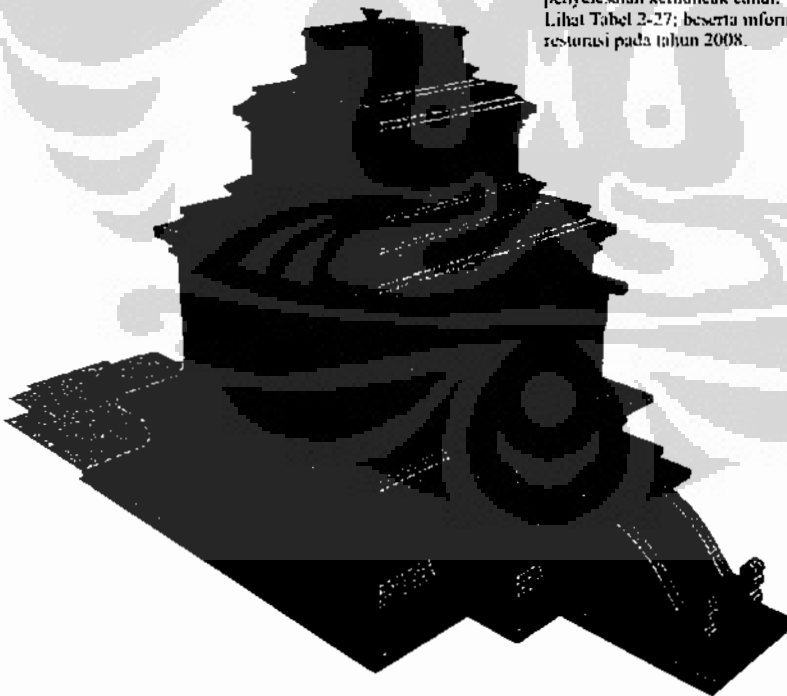


Sekuen ke 5:
 PENUTUP atau KEMUNCAK CANDI tingkat
 kedua, berakhir pada susunan batu XLVII
 Lihat Tabel 2-26.



Ketinggian candi sebelum restorasi = 7.16 meter

Sekuen ke 6:
 penyelesaian kemuncak candi.
 Lihat Tabel 2-27; beserta informasi gambar
 restorasi pada tahun 2008.



Hal ini dikatakan sebagai salah satu tahapan, tindakan, gerak yang mengisyaratkan bahwa melalui teknologi menata batu kita bisa melihat perilaku manusia pada saat memperlakukan batu yang hasilnya masih bisa kita lihat sampai dengan saat ini. Masih ada contoh-contoh perilaku cerdas di dalam seni dan teknologi menyusun batu candi yang bisa kita lihat dalam tabel-tabel analisis di atas.

Misal:

1. Menyelesaikan pekerjaan yang dianggap tidak terlalu struktural (tangga dan balustrade) tidak bersamaan dengan pekerjaan yang Amat struktural (fondasi, dan kaki candi).
2. Menyelesaikan penyusunan batu di bagian relung yang cukup rumit dengan cara yang tidak selalu berurutan pada saat menyusun batu tubuh candi.
3. Pemasangan *jaladwara* yang terjepit sempurna.
4. Pada bagian atas lubang pintu menuju bilik candi dipasang batu utuh sebagai sebuah sistem konstruksi *portal* kemudian menjepitnya di sisi samping kiri dan kanan sehingga menjadi konstruksi jepit.
5. Konstruksi atap candi yang rumit dan berbahaya; menjadi sebuah penyelesaian struktur batu yang amat memahami prinsip-prinsip statika, bahan bangunan dan simbol kosmologis menyatu menjadi keindahan arsitektural yang utuh.

Masukan ini dimaksudkan untuk menjelaskan unit-unit perilaku mana yang bisa mencerminkan kecerdasan.

BAB V

ARKEOLOGI KOGNITIF:

KENDALA ANALISIS DAN METODE EKSPERIMENTAL

Rekonstruksi kebudayaan masa lalu melalui tinggalan material menjadi tujuan utama arkeologi, diungkapkan dalam tulisan ini bahwa arkeologi kognitif diakui merupakan bagian dari sebuah ilmu arkeologi yang dianggap masih melalui masa kanak-kanaknya. Walaupun pada era milenium ketiga di negara barat telah begitu banyak dikembangkan penelitian-penelitian yang menggunakan cara-cara pendekatan dari ilmu dasarnya yakni psikologi kognitif namun belum ada pernyataan yang merumuskan satu teori dan metode arkeologi kognitif yang bisa digunakan secara menyeluruh. Contohnya arkeologi kognitif di negara barat lebih banyak digunakan untuk mendekati permasalahan-permasalahan alat *lithic*.

Beberapa arkeolog menggunakan metode eksperimental untuk meneliti kesulitan guna mencapai kondisi antara dalam proses pembuatan alat tersebut. Studi ini mencoba melakukan penelitian untuk mengetahui apa kegunaan artefak tersebut. Analisa struktur, eksperimen dan penemuan artefak yang serupa dalam penggunaan saat ini di antara beberapa masyarakat dapat membantu memahami peran artefak tersebut dalam masyarakat (Bordaz, 1959 dalam Renfrew dan Zubrow 1994:26).

Kondisi antara sebagaimana ditulis di atas adalah 'rentang kondisi' antara sebelum dan sesudah dalam proses produksi (dalam konteks ini adalah proses menyusun batu).

V.1 Kendala analisis dengan metode eksperimental pada bangunan candi

Kegiatan eksperimen dalam sebuah skema teknik dari *chaîne opératoire* ternyata juga mengandung kendala-kendala saat dilakukan analisis dengan menggunakan teknik komputer. Dalam kasus ini kesulitan tersebut terletak pada saat:

1. Pada bagian fondasi dan kaki candi bagian dalam terdapat batu isian yang tidak beraturan bentuknya. Bagi sebuah program komputer bentuk acak (random) terkadang menyulitkan, maka eksperimen menyusun batu isi dianggap lebih kepada upaya memberikan informasi bahwa penyusunan batu dibagian fondasi dan kaki candi yang diutamakan adalah persyaratan dua permukaan batu yang harus memiliki kerataan permukaan.
2. Membuat prosedur pelaksanaan menyusun batu; secara fisik candi terlihat teratur polanya, namun apabila diteliti lebih lanjut terjadi proses pelaksanaan yang tidak linier. Contoh apakah pembuatan tangga menuju pintu candi dilakukan setelah kaki candi selesai atau bersamaan dengan pembuatan kaki candi itu sendiri?
3. Demikian pula dengan penyusunan batu untuk pintu, relung, dan hiasan candi lainnya diasumsikan atau dianggap anomali sehingga diperlakukan secara khusus. Hal ini dapat dimengerti karena pada eksperimen tanpa

komputer pun para penyusun batu secara otomatis akan mencari teknik yang mudah dan efisien namun aman secara struktural dan tetap terlihat indah.

4. Pada tingkat alat harus dipahami bahwa komputer yang ada saat ini belum cukup disebut sebagai kecerdasan buatan yang bisa menyamai kecerdasan natural otak manusia. Dalam usahanya menirukan intelegensi manusia, komputer belum sampai pada tahap pendekatan kepada bentuk otak manusia melainkan baru pada sisi yang lain, seperti mekanisme proses terjadinya intelegensi.

V.2 Pengaruh manusia kontemporer dalam memahami proses penyusunan batu

1. Data berupa hasil pemotretan memakai alat fotogrametri yang ada di Indonesia hanya efektif dipakai sebagai data primer yang harus diolah lagi saat melakukan analisis. Hal ini disadari karena pelaksanaan pemotretan memakai alat fotogrametri yang kemudian diproses melalui program *cyclon* dan menghasilkan gambar 2 D hanya dilakukan dari 1 sisi (matra) saja, padahal sejauh pengetahuan penulis program tersebut bisa menghasilkan gambar 12 D bila dilakukan lengkap.
2. Untuk melengkapi alat tersebut akan ideal bila digabung dengan *3D scanner* (istilah kedokteran *citiscanning*) untuk mendeteksi tiap-tiap keping batu sehingga proses analisis akan lebih terinci karena data yang akurat. Penggunaan peralatan *laser-scanner photogrammetry* tidak bisa berdiri sendiri dalam mengolah data artefak dan lingkungannya, maka pertimbangan

mendayagunakan sistem informasi geografi (*GIS*) pada saatnya akan mampu meningkatkan kualitas hasil penelitian; SIG dapat efektif digunakan untuk studi kawasan karena SIG mampu memberikan keluaran (*output*) citra permukaan daerah penelitian sehingga akan membantu pada saat analisis lingkungan.

3. Memahami arsitektur candi seyogyanya dilakukan secara utuh supaya mampu melihat dan menghubungkan antara data emik dan etik; sejauhmana keterkaitan aturan pembangunan candi dilihat dari perspektif teknik. Ukuran yang akurat dari hasil pemotretan fotogrametri amat membantu dalam menganalisis teknik menyusun batu karena keakuratan ukuran akan mendekati pada ada atau tidaknya pola teknis dan perilaku manusia pembangun candi pada masa itu.
4. Menyadari bahwa manusia kontemporer juga turut memberikan makna pada hasil produksi manusia masa lalu, maka fungsi arkeolog menjadi amat penting, terutama dalam mempertanyakan dengan penuh kecerdikan. Pertanyaan yang harus selalu ada adalah apakah benar produk visual komputer hasil rekonstruksi benar-benar seperti kondisi kebudayaan (pengetahuannya, perilakunya, dan artefaknya).

V.3 Pentingnya teknologi industri untuk arkeologi

Bidang yang berusaha untuk meneliti dan meniru intelegensi manusia adalah '*Cognitive Science*'. Teori dasar ini merekayasa suatu model untuk disimulasikan pada komputer. Model ini masih mempunyai unsur pendugaan yang hasilnya nanti

harus dites keabsahannya terhadap teori dasar yang mendukungnya tadi, apakah sudah dapat menirukan intelegensi atau belum.

Arkeologi komputasi (*computational archaeology*), yang didefinisikan sebagai komputer yang berbasis metode analitis (*analytical methods*) yang mempelajari perilaku manusia jangka panjang dan evolusi perilaku, saat ini memegang peran penting dalam menyebarkan informasi yang berkaitan dengan perkembangan dunia arkeologi kognitif. Teknologi industri yang spesifik mengarah kepada arkeologi pun berkembang pesat hingga sampai kepada komputer berlandaskan *AI*. Ilmu kecerdasan buatan (*AI*) dalam arkeologi adalah disiplin yang berusaha mengungkap dan menjelaskan representasi kuantitatif dan mengeksplorasi kekuatan yang spesifik dan pola-pola dari informasi secara arkeologis. Riset mendasar dilakukan untuk mendekati secara arkeologi tentang bagaimana memproses informasi untuk menunjukkan metode kuantitatif serta berusaha menciptakan perangkat lunak (*software*) komputer menuju pemecahan masalah dan memahami hasil interpretasi temuan.

V.3.1 Simbolik dan Non-Algoritmik

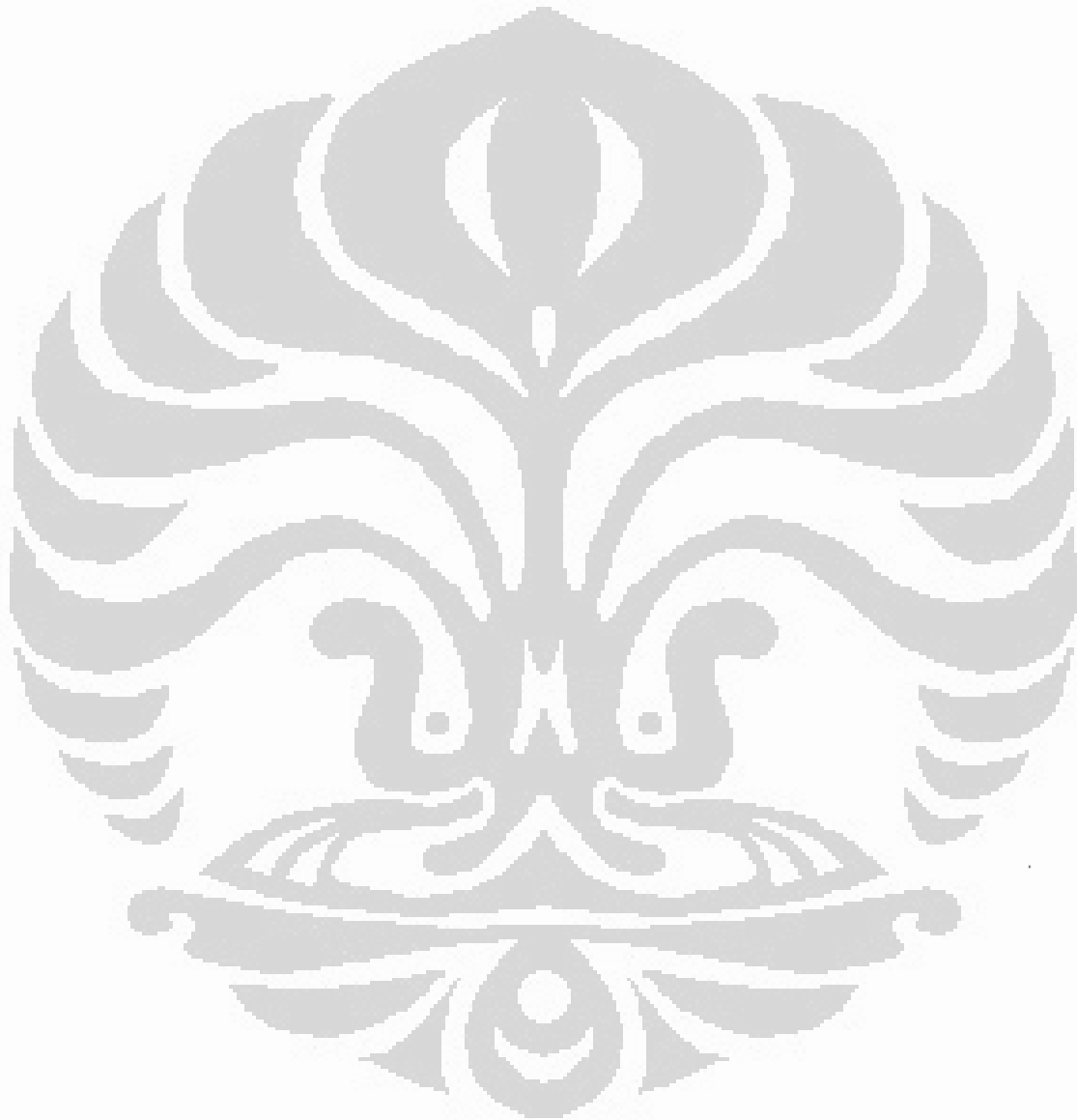
Bila kita melihat cara kerja komputer modern sekarang ini yang belum berlandaskan *AI*; saat komputer diberi program, maka alat tersebut akan mengerjakan dengan proses secara numerik setahap demi setahap setiap instruksi dari awal sampai akhir sesuai dengan program yang kita berikan. Di sini ada dua hal penting yang berbeda dengan cara kerja otak manusia.

Pertama, komputer memproses secara numerik, sedangkan manusia cenderung memproses secara simbolik. Manusia memanipulasi simbol-simbol, sehingga ia bisa menurunkan rumus-rumus, suatu kemampuan yang belum dimiliki komputer. Dapat dirasakan kapan manusia berpikir dengan cara memanipulasi bilangan, tentu hanya ketika menghitung saja, selebihnya selalu memanipulasi simbol.

Kedua, komputer memproses secara algoritmik, yaitu setahap demi setahap mengikuti suatu prosedur yang menuju suatu solusi. Sedangkan proses intelegensi lebih dari sekedar mengikuti prosedur yang setahap demi setahap, non-algoritmik. Arsitektur (rancangan) komputer konvensional memang dibuat untuk dapat memproses setahap demi setahap, dan bahasa-bahasa pemrogramannya juga berlandaskan algoritma. Bahasa-bahasa demikian disebut bahasa prosedural, misalnya Basic, Pascal, C, dan sejenisnya. Di sisi lain, *AI* tidak menggunakan bahasa prosedural, melainkan bahasa deklaratif. Dalam bahasa deklaratif, misalnya PROLOG, yang perlu dilakukan oleh pengguna adalah memberikan sejumlah fakta ditulis di atas adalah 'rentang kondisi' antara sebelum dan sesudah dalam proses produksi (dalam konteks ini menyusun batu). dan aturan-aturan yang mengkaitkan fakta tersebut, ia akan memecahkan masalah secara deduktif.

Metoda memproses informasi dalam *AI* adalah heuristik. Heuristik adalah petunjuk praktis yang membantu untuk memutuskan apa yang akan dilakukan oleh manusia. Dengan heuristik tidak perlu berpikir secara lengkap dalam

menghadapi masalah-masalah. Sadar atau tidak sadar manusia seringkali menggunakan heuristik. Contohnya; jika kita memegang suatu petunjuk praktis untuk menghadapi suatu situasi, maka kita akan dapat bertindak.



BAB VI

PENUTUP

VI. 1. Rangkuman hasil penelitian

Nathan Schlanger dalam tulisannya *Mindful technology: unleashing to chaîne opératoire for an archaeology of mind* (Renfrew, Colin dan Ezra Zubrow, *The ancient mind: elements of cognitive archaeology*, 1994) secara positif mengatakan bahwa sistem yang terwujud dalam *chaîne opératoire* sebagai ekspresi dari alat-alat kuna dan artefak dapat dijadikan pintu masuk mengetahui wujud adanya pikiran dibalik tindakan seseorang. Dia mengajukan bahwa 'obyek', 'operasi', dan 'pengetahuan' sebagai tiga serangkai dalam mendekati sebuah artefak.

Melalui sudi tentang susunan batu dalam sebuah struktur candi, dapat diperlihatkan tentang hasil karya tangan, dan sekaligus sebagai produk pemikiran manusia perencana-pembangun Candi Arjuna di Dieng. Praktek *chaîne opératoire* pada studi ini dapat dirangkum sebagai berikut:

1. Susunan batu fondasi candi dirancang dengan efisien dan dapat dikatakan sesuai dengan data emik dalam kitab *Manasara Silpasastra*; yakni efisien karena galian bagian tengah bangunan berukuran 2,25 x 2,25 meter dengan kedalaman \pm 1,90 meter tidak diisi dengan batu andesit seperti fondasi yang berada persis di bawah kaki dan dinding tubuh candi. Namun diisi dengan-

campuran pasir, tanah halus, batu pecahan. Alasan efisiensi disesuaikan dengan beban yang berada di atasnya; yakni lingga dan yoni yang relatif ringan bebannya. Sedangkan kedalaman fondasi juga sesuai dengan data emik yakni setinggi ± 131 cm sama dengan ketinggian *adhistana* atau kaki candi (*base*); hal ini dijelaskan karena Candi Arjuna termasuk candi berukuran kecil.

2. Kenyataan lain tentang fondasi Candi Arjuna adalah keserupaan sebagaimana ditulis dalam kitab *Mayamata* (Chp. XXV, hal. 616; 20b-21) yakni apabila pengertian penyangga (tubuh candi) Candi Arjuna dianggap sama dengan tiang/ pilar (*pilier*) pada kuil di India maka ketinggian fondasi adalah setengah dari ketinggian tiang atau tubuh Candi Arjuna adalah $\pm 1,25 - 1,30$ meter.
3. Pembuatan tangga candi tidak bersama-sama dengan menyusun batu kaki candi; berarti karena tingkat kesulitan menyusun anak tangga; asumsi yang muncul adalah anak tangga bukanlah struktur yang menumpu beban di atasnya secara terus menerus. Anak tangga hanya menerima beban bergerak berupa manusia. Hal ini terlihat dalam gambar penampang (irisan), sedangkan sistem pengunci hanya ada pada *bahustrade* dengan tujuan supaya tidak terpisah dengan bagian-bagian yang lainnya.
4. Pelipit pada kaki candi merupakan simbol dari kaki bagian tumit, telapak, dan jari sedangkan pelipit atas seperti telapak tangan dalam posisi menyangga. Candi Arjuna dalam kompleks percandian Arjuna

memiliki ornamen kaki yang lengkap dibandingkan dengan kaki candi yang lainnya terlihat polos.

5. Pembuatan relung pada ketiga sisinya tidak semata-mata menyusun batu secara berurutan dari arah samping, namun cenderung menyelesaikan relung terlebih dahulu pada posisinya untuk kemudian dilanjutkan dengan menyusun batu-batu di samping kiri dan kanannya. Bukti tampilnya batu-batu yang dimensinya lebih kecil dari batu dinding diduga dipasang paling akhir untuk mengakhiri tampilan dinding secara utuh.
6. Hal yang sama dengan nomor 4 adalah pemasangan batu pada pintu candi (*architrave*); sedangkan pada atap pintu masuk terlihat potongan batu relatif lebih besar mengingat fungsi yakni sebagai balok (*beam*) yang tidak mungkin disambung batunya.
7. Penyusunan batu candi pada bagian atap merupakan langkah yang paling sulit; logika mekanika yang baik menghasilkan rumus bahwa bentuk mengikuti fungsi (*form follows function*); justru dengan beban yang lebih berat pada atap candi mengakibatkan kokohnya struktur candi dan merupakan struktur *monolith* yang kaku mulai dari atap, tubuh, kaki dan fondasi. Sebagai ilustrasi atap Candi Arjuna memiliki berat (perhitungan kasar) ± 39 ton. Sifat elastis bangunan candi diperoleh dari siar (sambungan antar batu) itu sendiri sehingga mampu bergerak lentur pada saat ada gaya horisontal yang disebabkan oleh tekanan angin. Dalam hal disain struktur atap dapat pula dijelaskan

bahwa bentuk sungkup bagian dalam mengerucut ke arah atas dan masing-masing bilah batu dipotong miring sehingga tercipta bentuk kerucut; berbeda dengan bentuk-bentuk struktur lengkung (*arch*) yang banyak dijumpai pada bangunan di Eropa. Disamping pengetahuan intuitif tentang statika hal ini terkait erat dengan bahan baku yang tersedia dan dipakai pada saat itu namun juga karena kepercayaan (metafisis) tentang bentuk *atap meru* yang runcing menyerupai gunung.

8. Proporsi ketinggian bangunan (T) dan ketinggian kaki (Tk) adalah 9,35 meter : 1,25 meter = 0,1336 atau $Tk : T = 1 : 7,48$.
9. Sedangkan ukuran *hasta* terdapat beberapa versi sebagai berikut: Kitab *Manasara Silpasastra*; perhitungan hasta adalah 26 atau 27 *angulas* = 4 *hasta*. 1 *angula* = lebar jari tangan (*finger's breadth*) ± 8 cm, berarti 26×8 cm = 208 : 4 = antara 50 - 52 cm, sedangkan Pascal Lordereau (dalam Jacque Dumarcays - *Candi Sewu*, 1986) menjelaskan bahwa *hasta Jawa* horizontal adalah 34 cm dan *hasta* pada masyarakat Jawa; untuk ukuran horizontal (dalam Frick, Heinz dan LMF Purwanto, 2006:105) adalah ± 42 cm (Bab III:72).

VI. 2. Kognisi perancang-pembangun Candi Arjuna

Kebudayaan materi tidak hanya refleksi perilaku sosial, tetapi juga pola dari kognisi (Zubrow, Ezra B.,1994:187). Hasil analisis di atas memperlihatkan bahwa dalam *chaîne opératoire*; langkah-langkah penyusunan batu pada struktur Candi Arjuna menunjukkan informasi bahwa tidak semua data emik sesuai dengan

kenyataan. Artinya para *sthapati* dalam merancang dan membangun Candi Arjuna memperlihatkan kecerdasan dan kreativitas terutama dalam mengadaptasi pengetahuan-pengetahuan yang pernah dipelajarinya (di India) dan menyikapi konteks bahan baku, teknologi yang sudah dimiliki sampai aspek kultural manusia atau masyarakat Dieng di Jawa Tengah.

1. Pemetaan kognitif (*cognitive mapping*) yang mencakup aktivitas mengumpulkan informasi, merepresentasikannya di dalam pikiran, dan memproses informasi yang berkaitan dengan tata letak atau susunan perangkat fisik (obyek-obyek nyata) dapat dilihat dari kesimpulan di atas. Hasil akhir dari proses tersebut dinamakan peta kognitif. Karena persebaran artefak di situs Dieng cukup banyak maka bisa diduga bahwa kecerdikan (*ingenuity*) para *sthapati* diikuti oleh perseorangan maupun kelompok lain sehingga peta kognitif yang juga merupakan peta mental (*mental map*) yang merepresentasikan atau menggambarkan keadaan dunia sebagaimana yang dipercayai berkembang di daerah Dieng.
2. Apabila ada kebenaran para manusia Jawa kuno belajar tentang candi di India, dan hingga saat ini belum ditemukan bukti tertulis tentang tata cara atau bagaimana manusia Jawa membangun candi maka telah terjadi proses imajeri atau gambaran mental (*mental imagery*). Imajeri merupakan bayangan pikiran seseorang mengenai obyek atau peristiwa yang pernah dipersepsi, dialami, atau hanya dibayangkan. Para perancang-pembangun candi menyimpan dalam otak dan membayangkannya kembali pada saat akan membangun candi.

Arsitektural percandian di Dieng yang beraneka ragam juga mengalami perkembangannya, mulai dari yang sederhana (yang sudah tidak diketemukan temuannya) sampai dengan candi-candi yang tergolong baru dan secara teknis cukup maju. Kondisi ini menunjukkan berkembangnya konsep desain candi.

3. Pembentukan konsep (*concept formation*) disebut juga belajar tentang konsep (*concept learning*). Konsep merupakan kecakapan yang harus dimiliki oleh para perancang-pembangun candi pada masa itu, sebab, konsep-konsep selalu diperlukan untuk mengerjakan tugas-tugas yang lebih sulit seperti penalaran dan pemecahan masalah. Bisa dibayangkan kemungkinan para perancang-pembangun candi ketika menyusun batu-batu untuk atap tidak hanya sekali langsung berhasil. Untuk itu diperlukan kemampuan untuk mencoba dan meralat berulang-ulang.

Penjelasan kognisi perancang-pembangun candi di atas merupakan proses kognitif, manusia terlibat dalam tugas membangun candi. Belajar konsep akan berkait dengan bagaimana manusia membuat klasifikasi dan kategorisasi. Mengklasifikasikan obyek-obyek berarti memberlakukan urutan terhadap seperangkat obyek-obyek itu sedangkan pembentukan kategori adalah manusia harus menemukan struktur kategori yang diminta (Suharnan, 2005:116). Manusia perancang-pembangun Candi Arjuna telah memperlihatkan bagaimana berkonsep saat membangun candi melalui tahapan-tahapan yang telah diuraikan di depan.

VI. 3. Prospek penelitian dan kesempatan kerja

Produk lain yang dihasilkan dari studi ini selain tentang kognisi para perancang-pembangun Candi Arjuna di Dieng adalah aspek teknis yang bisa dijadikan data untuk prospek penelitian selanjutnya. Sedangkan dengan mengembangkan bidang yang terkait dengan aspek kognitif, arsitektur, komputer, teknologi informasi dan bahasa, arkeologi dapat berperan dalam menyediakan lapangan pekerjaan khususnya bagi para lulusan studi arkeologi. Tersedianya lapangan pekerjaan berarti juga membuat program studi arkeologi bisa berjalan sebagaimana diharapkan. Ada pun prospek lain yang dimaksud adalah:

1. Mengembangkan pelaksanaan *recording* dan *documenting* seluruh bangunan candi dan sumberdaya arkeologi melalui teknologi *laser-scanner-photogrammetry*, sehingga bisa diketahui kondisi fisiknya secara akurat dan efisien pengerjaannya. Data yang telah terdigitisasi akan lebih mudah menyimpannya dan mengambilnya kembali serta lebih aman dan memperpanjang umur datanya. (Contoh: dengan menggabungkan teknik hasil *laser-scanner photogrammetry* dan menggabungkannya dengan *autocad* bisa didapatkan pemerian batu lapis pada Candi Arjuna dengan ukuran-ukuran panjang, lebar dan tebal secara akurat. Sekaligus dapat mendeteksi tingkat kerusakan pada saat melakukan SKA (Studi Kelayakan Arkeologi) dan pada saat evaluasi teknis (STA- Studi Teknis Arkeologi) dapat merumuskan dan menentukan metode yang akan digunakan.

(Periksa hasil pemerian: Data Batu Tepi pada Sisi Utara dan Timur)

2. Melanjutkan penelitian yang menyangkut aspek kognitif masyarakat perdana Dieng dalam meramu konsep disain yang berasal dari luar dan memadukannya dengan kekayaan kognisi manusia Dieng sehingga bisa dipetik kearifan lokal yang lain seperti apa lagi yang dimiliki oleh manusia Dieng dan relevansinya bagi kehidupan masyarakat Dieng saat ini.
3. Merupakan studi yang memadukan tentang kognisi, teknis dan refleksi sosial. Dari studi tersebut dapat dirumuskan secara teknis dan filosofis tentang teknis konservasi bangunan candi; bahwa pengertian, prinsip dan panduan teknis konservasi menurut piagam-piagam internasional masih kurang dipahami. Hal ini terbukti dari studi ini bahwa pengertian rekonstruksi kebudayaan, baru sampai pada tataran teknis, yakni aspek bentuk atau disain saja yang aplikasinya bertentangan dengan prinsip-prinsip konservasi. Nara Charter, 1994 adalah sebuah contoh piagam yang menekankan pada aspek otentisitas (*authenticity in material, authenticity in design, authenticity in workmanship* dan *authenticity in setting*), namun apabila melihat cara penanganan konservasi benda cagar budaya, khususnya bangunan arsitektural masih banyak pekerjaan rumah yang harus dikerjakan terutama tentang pemahaman filosofi konservasi dan teknik konservasi.
4. Indonesia yang terletak pada daerah rawan gempa, tentunya dalam menyikapi fenomena alam ini diperlukan penelitian lanjutan untuk

menyusun *Planning and Engineering Guidelines for Seismic Retrofitting of Historic Stone Structure*; hal ini diperlukan supaya para ahli struktur (teknik sipil) juga memahami tentang teknik konservasi yang benar. Kejadian Gempa di Yogyakarta dan Jawa Tengah 26 Mei 2006 yang mengakibatkan runtuhnya bangunan-bangunan, termasuk Candi di Kompleks Candi Prambanan seyogyanya menjadi kajian yang menarik untuk ditindaklanjuti secara utuh sehingga penyusunan *guideline* sebagaimana disebut di atas dapat diwujudkan dan dijadikan model penanganan konservasi sumberdaya arkeologi secara lebih baik.

5. Penelitian-penelitian yang berbasis arkeologi kognitif, sejauh pengetahuan penulis belum banyak dilakukan di Indonesia, maka mengembangkan model-model penelitian yang berbasis ilmu kognitif akan memperkaya imajinasi para arkeolog melalui cara-cara dan metode yang unik dalam memformulasikan permasalahan pada saat menyikapi sebuah temuan.
6. Melalui teori simbol dalam memasuki arkeologi kognitif serta didukung oleh penggunaan sarana komputer grafis akan menghasilkan produk-produk arkeometri, tekno arkeologi, dan juga arkeologi virtual yang semakin mendesak untuk disikapi dan bahkan tidak bisa dihindari di masa depan. Ilmu Arkeologi akan sangat bergantung pada pemanfaatan perkembangan teknologi industri dan informasi dan interdisiplin.

7. Menjadikan sebagai model mata kuliah materi arkeologi atau laboratorium arkeologi, dan juga menjadi salah satu mata kuliah pilihan di jurusan arsitektur, untuk jurusan arkeologi terutama dalam memahami masalah statika, struktur, proporsi, *balance*, *unity* dan estetika bentuk; sedangkan untuk arsitektur untuk memahami aspek arkeologi (terutama filsafat dan kebudayaan), teknik konservasi situs dan bangunan cagar budaya.
8. Membuka cakrawala baru bagi studi arkeologi dan pengelolaan sumberdaya arkeologi; karena perkembangan riset 3-D dan kecerdasan buatan (AI) dalam komputer telah mencapai *Virtual Reality (VR)* yang amat dekat kaitannya dengan perkembangan arkeologi di masa depan.
9. Membuka lapangan pekerjaan baru yang amat prospektif bagi lulusan jurusan arkeologi untuk mengembangkan arkeologi di sektor informasi, antara lain:
 - a. Manajemen sumberdaya budaya (*heritage management*)
 - b. Konsultan IT dan perangkat lunak khusus arkeologi (*Archaeological IT consulting and software development*)
 - c. Manajemen ekskavasi digital (*digital excavation management*)
 - d. Museum dan arsip digital (*digital archives and museums*)
 - e. Publikasi digital (contoh: *Internet Archaeology*)
 - f. Ahli arkeologi yang menekuni pengajaran dan pelatihan arkeologi kuantitatif (*teaching and training quantitative archaeologists*)

- g. Ahli scenografi untuk mempublikasikan data-data arkeologi melalui pameran-pameran (*archaeological scenography*)

VI. 4. Visualisasi arkeologi sebagai representasi penelitian

Untuk menggambarkan analisis profil maupun prototip pembangunan sebuah Candi Arjuna disampaikan melalui film animasi, tayangan tersebut menggunakan dasar program *autocad (computer aided-design)* dengan 3D max untuk memproses rendering. Kesadaran akan pengerjaan tesis dengan bantuan perangkat lunak komputer grafis merupakan kesulitan tersendiri, terutama saat memvisualkan data-data arkeologi yang minim namun tesis ini diharapkan bisa menjadi pengantar menuju kepada komputasional arkeologi yang lebih maju dengan berbasis kecerdasan buatan (*artificial intelligence*).

Visualisasi arkeologi ini sekaligus sebagai pemacu bagi para pemerhati dan pelaku di dunia arkeologi; bahwa data arkeologi sudah waktunya dipublikasikan (divisualisasikan) kepada masyarakat dengan tujuan memberikan pemaknaan baru tentang sumberdaya arkeologi (budaya) karena dapat menjadi langkah strategis dalam membantu memecahkan persoalan pendidikan, penelitian, pelestarian dan pengelolaan arkeologi di masa kini dan yang akan datang.

Dalam tesis ini disajikan ilustrasi sederhana dengan menyajikan film animasi sebagai bentuk representasi arkeologi dengan maksud supaya arkeologi dapat lebih dipahami melalui cara-cara ini sehingga bisa menjadi bahan pembelajaran bagi masyarakat tertentu yang membutuhkannya.

Penilaian terhadap permasalahan bangsa saat ini lebih disebabkan karena terkikisnya rantai budaya yang dahulu diyakini pernah tumbuh gemilang, maka upaya memperbaikinya pun seyogyanya juga dari akar masalah di kebudayaan. Melalui rekonstruksi kognisi yang benar, arkeologi dapat menyumbangkan pemikiran bagi masyarakat supaya lebih mampu menghadapi dan memecahkan persoalan hidup dalam perjalanan menuju habitus baru.



Catatan:

- I. Pelaksanaan skema teknik *Chaîne opératoire* dan *Robson Bonnichsen* secara prinsip adalah sama, karena keduanya mengandung unsur-unsur pokok, yakni: fase, sekuen, operasional, dan gerakan yang mengisyaratkan setiap tahap tersebut. Bonnischen melengkapinya dengan memasukkan faktor emik untuk melihat kedekatan antara faktor etik dan emik serta antropologi kognitif.
- II. Untuk membaca rangkaian tesis dan memahami *chaîne opératoire* diperlukan waktu dan kesabaran supaya fase, sekuen, operasional, dan gerakan dari tiap-tiap lapisan batu struktur candi dapat dimengerti.
- III. Catatan untuk melengkapi naskah para penulis pendahulu:
 1. Nomor 1 (hal.123-124); tentang kedalaman fondasi dan tinggi *adhistana* (kaki candi). Informasi ini akan melengkapi disertasi Anom, 1997 halaman 136 tentang penjelasan data yang didapat pada saat menulis disertasi tidak terdapat candi-candi yang fondasinya setinggi kaki candi. Melalui data yang diolah dalam tesis ini ternyata diketahui bahwa kedalaman fondasi Candi Arjuna (@) sama dengan tinggi kaki candi (@). Lihat Tabel 2-28.
 2. Nomor 8 (hal.126); tentang proporsi tinggi bangunan Candi Arjuna. Perhitungan ini berbeda dengan salah satu kesimpulan Atmadi, 1979; 200-202 (dalam disertasi Anom 1997; 352) dijelaskan bahwa: Nomor 1) Semua bangunan candi satu bilik, baik di Jawa Tengah maupun di Jawa Timur, mempunyai perbandingan tinggi kaki (Tk) dibanding tinggi bangunan (T) yang sama, $Tk/T = 0,21$, atau $Tk : T = 1 : 5$. Melalui data yang diolah dalam tesis ini ternyata diketahui bahwa tinggi Candi Arjuna = 9,35 meter dan tinggi kaki candi = 1,25 meter, berarti perbandingan tinggi kaki candi dan tinggi candi adalah $Tk/T = 0,1336$, atau $Tk : T = 1 : 7,48$. Lihat Tabel 2-29.

DAFTAR PUSTAKA

- Acharya, Prasanna Kumar, I.E.S.,1927. *Indian Architecture according to Manasara-Silpasastra*.
- Aris Munandar, Agus dalam *Kesejajaran Arsitektur Bangunan Suci India dan Jawa Kuno*, SIMPOSIUM TENTANG IKATAN KEBUDAYAAN ANTARA INDONESIA DENGAN INDIA, yang diselenggarakan oleh Pusat Kebudayaan India Jawaharlal Nehru (Kedutaan Besar India) bekerja sama dengan Universitas Indonesia dan Bhaskara, di Auditorium Erasmus Huis Jakarta pada tanggal 30 Maret 2005).
- Barcello, Juan. A, 2007, (summary), release, May, 2008. *Computational Intelligence in Archaeology*: Universidad Autonoma de Barcelona, Spain.
Web page: <http://seneca.uab.es/prehistoria/Barcelo/IGIBook.html>
- Balai Konservasi Peninggalan Borobudur, 2005. Data rekaman *Laser Scanner Photogrammetry* dan Laporan Konservasi Candi di Dieng.
- Barbacci, M.R., C.B. Weinstock, and J.M. Wing, (abstrak), 1988. *Programming at the Processor-Memory-Switch Level*, Carnegie Mellon University. Pittsburgh, PA 15213, U.S.A.
- Bernet Kempers, A.J., 1959. *Ancient Indonesian Art*. Amsterdam: C.P.J. van Der Peet.
- Bosch, F.D.K, 1924. "A Hypothesis as to the Origin of Indo-Javanese Art", Rupam No.17.
- Brandes, J.L.A., 1887. "Een Jayapattra of acte van eene rechterlijke uitspraak van Saka 849, TBG.
- Brown, Percy, 1959. *Indian Architecture (Buddhist and Hindu Periods)*. Bombay: D.B.Taraporevala Sons & Co. Private Ltd.
- Budihardjo, Eko, 1991. *Architectural Conservation in Bali*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Cochrane, A dan J. Russel, 2007. *Visualising Archaeologies: A Manifesto*, Cambridge Archaeological Journal, vol.17 (1).
- Coomaraswamy, Ananda K., 1985. *History of Indian and Indonesian Art*. New York: Dover Publications, Inc.
- Dagens Bruno, 1976. *MAYAMATA TRAITÉ SANSKRIT D'ARCHITECTURE*, Publications de L'institut Français d'Indologie No. 40,2.

- Depdikbud, Bagian Proyek Pelestarian/Pemanfaatan Peninggalan Sejarah dan Purbakala Jawa Tengah, 1991-1992. *Candi Sewu, Sejarah dan Pemugarannya*.
- Depdikbud, Bagian Proyek Pelestarian/Pemanfaatan Peninggalan Sejarah dan Purbakala Jawa Tengah, 1992-1993. *Candi Sewu*, Pemugaran Candi Perwara Deret I no. 20, Candi Apit no. 1, Candi Apit No. 8, Area Dwarapala.
- Dumarçay, Jacques, 1986. "*Candi Sewu dan Arsitektur Bangunan Agama Buda di Jawa Tengah*", bekerja sama dengan Pascal Lordereau, Seri Terjemahan Arkeologi no. 1 kerjasama dengan Ecole Francaise D'Extreme-Orient. Proyek Penelitian Purbakala Jakarta, Depdikbud.
- Dumarçay, Jacques, 1999. "*Bentuk Kedua Candi Lumbung dan Candi Bima*", dalam Henri Chambert-Loir & Hasan Muarif Ambary, *Panggung Sejarah: Persembahan Kepada Prof.Dr.Denys Lombard*. Jakarta: Pusat Penelitian Arkeologi Nasional, Yayasan Obor Indonesia.
- Forte, Maurizio and Alberto Siliotti (ed.) 1997. *Virtual Archaeology, Re-creating Ancient Worlds*.
- Forte, Maurizio and Sofia Pescarin, (2008). *Behaviors, Interaction and Affordance in Virtual Archaeology*, [maurizio.forte],[sofia.pescarin]@itabc.cnr.it – CNR ITABC, VHLab, Rome, Italy.
- Frick, Heinz dan LMF. Purwatmo, 2006, *Sistem Bentuk struktur bangunan. Dasar-dasar konstruksi dalam arsitektur*. Kanisius-Soegijapranata University Press.
- Gabora, Liane, 2004. *Mind. Introduction: What Can Archaeology Tell Us about the Mind?* University of British Columbia
- Harris, Catherine L, 2004. *Language and Cognition*, Boston University, Massachusetts, USA
- Hodder, Ian (ed.), 1995. *Interpreting Archaeology, Finding meaning in the past*
- Hodder, Ian (ed), 1989. *The Meanings of Things, Material Culture and Symbolic Expression*.
- Hodder, Ian, 2001, *Archaeological Theory Today*, Blackwell Publishers
- Hodder, Ian, 1986. *Reading The Past, Current approaches to interpretation in archaeology*,
- Koentjaraningrat, 2004, *Manusia dan Kebudayaan di Indonesia*, Djambatan.

- Letenyei, Laszlo and Botond Borbely, 2005, *The program Mental Map Editor*.
www.mentalmap.org.
- Magetsari, Nurhadi, 2005. *Perkembangan Teori Arkeologi Mutakhir*, Makalah untuk
Pertemuan Ilmiah Arkeologi ke-10 di Yogyakarta, 26-30 September 2005.
- Mangunwijaya, Y.B, *Wastu Citra*,1992. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Matlin, Margaret W. *Cognition*, 2002. Fifth edition –State University of New York,
Geneseo
- Mithen, Steven J, 1996. *Cognitive Archaeology*
- Mithen, Steven J, (abstract), 14 February 2000. *Brain, Mind, and Culture: What
Relationship?*
- Mithen, Steven J, (abstract), 1996, *The Prehistory of The Mind*, Thames and Hudson.
- Nowell, Susan, April 2000, (Dissertation in Anthropology), *Symmetry: The
archaeology of mind: Standardization and symmetry in lithics and their
implications for study of the evolution of human mind*. University of
Pennsylvania.
- Renfrew, Colin and Ezra B. W. Zubrow, 1994, *The Ancient mind, Elements of
cognitive archaeology*; (ed.) Cambridge University Press.
- Renfrew, Colin – Paul Bahn, 2000, *Archaeology: Theories Methods and Practice*,
third edition, Thames and Hudson.
- Renfrew,C. 1982. *Towards an Archaeology of Mind*. Cambridge University Press:
Cambridge & New York.
- Renfrew,C. & Scarre, C. (eds.) 1998. *Cognition and Material Culture: the
Archaeology of Symbolic Storage*. McDonald Institute: Cambridge
- Sharer, Robert,J., 1979,University of Pennsylvania & Wendy Ashmore, University of
Pennsylvania *Fundamentals of Archaeology*.
- Stemberg, Robert J, *Cognitive Psychology*, 1999, Second edition, Yale University.
- Thomas, David Hurst. *Archaeology*, 1979
- Tim Elektron HME-ITB, (2008). electron@hme.ee.itb.ac.id

- Santiko, Hariani, 2005. *Hari-Hara, Kumpulan Tulisan tentang Agama Veda dan Hindu di Indonesia abad IV-XVI Masehi*, Universitas Indonesia.
- Segal, Erwin, (summary), (2008). *Development of cognition*
- Sumadio, Bambang (Penyunting), 1984, *Sejarah Nasional Indonesia II: Jaman Kuna*. Jakarta: Balai Pustaka.
- Suhaman, 2005, *Psikologi Kognitif*, Srikandi-Surabaya.
- Wikipedia, the free encyclopedia, *The Computational Theory of Mind (CTM)*
- Wikipedia, the free encyclopedia. *System theory in Archaeology*
- Willey, Gordon R dan Philip Phillips, 1958, *Method and Theory in American Archaeology*, University of Chicago, USA.
- Wirjosoeparto, Soetjipto, 1957. *Seni Bangunan Kuno di Dieng*. Jogjakarta: Kalimosodo.
- Wynn, Thomas, 2002. *Archaeology and cognitive evolution*, Department of Anthropology, University of Colorado, Colorado Springs. twynn@ucss.edu
- Young, David E dan Robson Bonnichsen, 1984, *Understanding Stone Tools: A Cognitive Approach*.

Catatan: Angka tahun yang di dalam kurung merupakan tahun dimana sumber tersebut di dapat dan bukan atau belum tentu tahun terbitan.

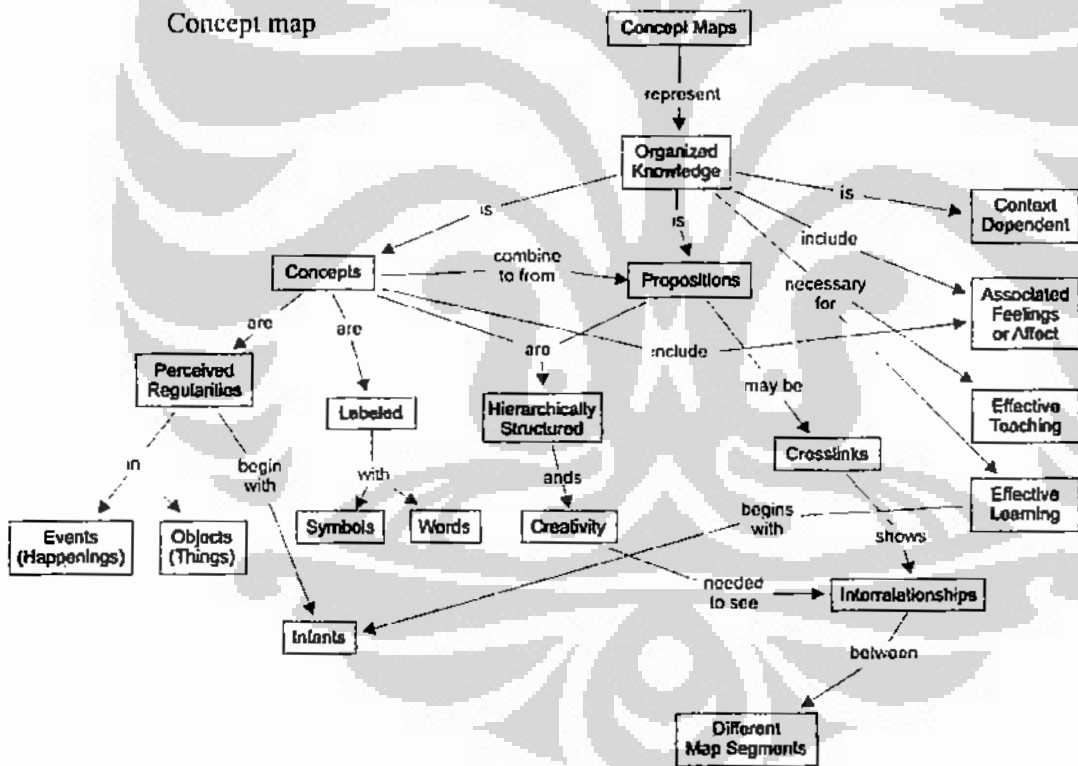
DAFTAR KATA – KATA (GLOSARIUM)

- Artificial Intelligence (AI)** adalah sebuah studi yang mendasarkan pada sebuah premis bahwa pikiran yang cerdas dapat dipandang sebagai bentuk komputasi. AI adalah sebagian dari komputer sains yang mempelajari (dalam arti merancang) sistem komputer yang berintelegeni, yaitu sistem yang memiliki karakteristik berpikir seperti manusia. (Avron Barr dan Edward E. Feigenbaum dalam bukunya "The handbook of AI").
- Chaine operatoire** istilah yang diciptakan oleh Andre Leroi Gourhan dipakai sebagai landasan teori yang digunakan untuk mengetahui perilaku pembuat alat batu melalui tahapan teknik produksi yang saling berkait. Implementasi dari chaine operatoire berupa "konsep skema operasi" (*conceptual operative schema*) yang berisi: fase, sekuen, operasional, dan gerak isyarat.
- Cognitive act** tindakan teknik yang merupakan hasil dari olahan pikiran manusia; di dalam tindakan kognitif telah mengandung unsur-unsur kesadaran dari sebuah pemikiran (*mind*).
- Cognitive space** dipakai untuk menganalogikan tempat secara dua, tiga atau lebih dalam dimensi waktu saat menjelaskan dan mengkategorikan pikiran, memori dan ide. Setiap individu memiliki ruang kognisi, yang pada akhirnya menghasilkan kategori yang unik dari ide-ide. Ukuran dari sebuah ruang kognitif tergantung dari informasi, pelatihan dan kepedulian seseorang. Semua itu tergantung pula dari seting kebudayaan dalam dunia global.
- Computational archaeology** dideskripsikan sebagai metode analitis yang berbasis komputer untuk tujuan studi tentang perilaku manusia dalam jangka yang panjang dan studi tentang evolusi perilaku itu sendiri. Seperti subdisiplin yang lain yang menggunakan awalan komputasional antara lain: *computational biology*, *computational physics* dan *computational sociology*, istilah tersebut dipakai untuk (secara umum matematis) metode-metode yang tidak

akan dapat tampil realistis apabila tanpa bantuan sebuah komputer.

Concept mapping

adalah teknik untuk memvisualkan kaitan-kaitan antara konsep-konsep yang berbeda-beda. Sebuah peta konsep dapat digambarkan dalam sebuah diagram yang menunjukkan keterkaitan antara beberapa konsep. Konsep memiliki koneksi dengan label 'panah' yang cabang-cabangnya menuju ke bawah dalam sebuah struktur hirarki. Hubungan antara konsep-konsep diartikulasikan dalam frasa (ungkapan; kelompok kata-kata yang tidak mempunyai subyek dan predikat) yang saling berhubungan, seperti: "gives rise to", "results in", "is required by," atau "contributes to". Dapat digambarkan sebagai berikut:



Fuzzy cognitive map

adalah sebuah peta kognitif yang di dalamnya terkait antara beberapa elemen (seperti: konsep, peristiwa, sumberdaya) dari sebuah "mental landscape" dapat dipergunakan untuk menghitung "strength of impact"

dari elemen-elemen tersebut. Teori yang ada dibalik penghitungan tersebut adalah fuzzy logic^[1].

Imajeri	adalah gambaran atau bayangan pikiran mengenai objek-objek konkret atau peristiwa-peristiwa yang pernah dipersepsi dan disimpan di dalam ingatan. Sekarang imajeri banyak dimanfaatkan di dalam bidang psikologi klinis, olahraga, konsumen, dan kreativitas.
Klasifikasi objek	memberlakukan urutan terhadap seperangkat objek berdasarkan tujuan urutan tertentu.
Kategori objek	menemukan struktur; klasifikasi yang baik jika menghasilkan keserupaan yang maksimal di dalam suatu kelompok, dan meminimalkan keserupaan antarkelompok.
Laser-Scanner	sebagaimana layaknya alat scanner portable namun alat scanner ini cara merekamnya dengan bantuan sinar laser.
Pemrosesan simbolik	komputer semula didisain untuk memproses bilangan/angka-angka (pemrosesan numerik), sementara manusia dalam berpikir dan menyelesaikan masalah lebih bersifat simbolik, dan tidak didasarkan kepada sejumlah rumus atau melakukan komputasi matematis. Maka sifat penting dari AI adalah bahwa AI merupakan bagian dari ilmu komputer yang memerlukan proses secara simbolik dan non-algoritmik dalam menyelesaikan masalah.
Photogrammetry	adalah proses untuk mendapatkan ukuran melalui teknik fotografi/ digital foto. Saat ini alat tersebut sering digabungkan dengan <i>laser scanner</i> untuk mendapatkan hasil yang lebih maksimal. Hasil pemotretan tersebut memiliki keakuratan (<i>precise</i>) yang tinggi, disamping ukuran alat ini juga menghasilkan rupa dasar (<i>texture</i>) dari obyek. Banyak digunakan dikalangan arsitektur dan arkeologi terutama untuk membuat dan mengumpulkan data monumen, bangunan, artefak, situs.
Physical Symbol System	Sebuah konsep yang menjelaskan bahwa manusia adalah merupakan PSS karena seperti jantung dari sebuah kekuatan kecerdasan buatan ("strong AI").

Konsep PSS sempat mengganggu beberapa ahli filsafat dan para humanis (seperti John Searle) yang menganggap sebagai menurunkan (*degrading*) kemengertian (*sense*) tentang hakiki manusiawi. Hipotesa PSS kali pertama diperkenalkan oleh Herbert Simon dan Allen Newell dalam *paper*-nya yang terkenal "*Computer Science as Empirical Enquiry*", yang dipublikasikan pada awal 1970-an.

- Representasi arkeologi** bentuk dari sebuah kajian arkeologi yang bertujuan supaya masyarakat pemirsa, pendengar, pembaca bisa memahami dan mengerti dari pesan-pesan yang ingin disampaikan oleh dunia arkeologi. Bisa juga disebut visualisasi arkeologi, bentuknya bisa berupa gambar, film, audio-visual, media cetak.
- Technical act** adalah gerakan teknik yang hanya didasarkan pada sebuah tindakan semata, belum menyentuh bahwa tindakan teknis tersebut merupakan hasil dari sebuah kesadaran olah kognisi.
- Virtual archaeology** suatu pendalaman tentang arkeologi yang bertujuan untuk membuat informasi arkeologis nyata secara visual. Merupakan lompatan ke depan yang baik dalam memanfaatkan komputer dengan segala aplikasinya sehingga hasil temuan dapat diungkap secara visual.

JEJARING ARKEOLOGI DAN *AI SCIENCES* DI EROPA

1. Studi *AI Science*

- [University College London: M.Sc. GIS and Spatial Analysis in Archaeology](#)
- [University of York: Archaeological Information Systems](#)
- [University of Birmingham: Landscape Archaeology and Geomatics](#)
- [University of Southampton: MSc in Archaeological Computing \(Spatial Technologies\) and MSc in Archaeological Computing \(Virtual Pasts\)](#)
- [Archaeoinformatics at Siena University \(Italian page\)](#)
- [Archaeoinformation science at CAU Kiel \(German page\)](#)
- [University of the Aegean M.Sc. in Cultural Informatics](#)

2. Institusi dan Kelompok Penelitian

- [University College London: Material Culture and Data Science Research Group](#)
- [University of Southampton: Archaeological Computing Research Group](#)
- [University of Birmingham: HP Visual and Spatial Technology Centre Archaeological Computing Division](#)
- [Foundation for Research and Technology Hellas \(FORTH\), Center for Cultural Informatics](#)
- [Alexandria Archive Institute \(AAI\)](#)
- [Internet and Open Source for Archaeology](#) is a portal dedicated to the collection and creation of resources to help archaeologists evaluate open source alternatives to proprietary software.

3. Layanan Provider Teknologi Informasi Arkeologi

- [Archaeology Data Service](#)
- [Oxford ArchDigital](#)
- [Intrasis GIS](#)
- [ArcTron \(in German\)](#)
- [Open Context: experimental system for archaeological data-sharing](#)

Sumber: "http://en.wikipedia.org/wiki/Computational_archaeology"

Kategori: [Archaeological sub-disciplines](#)

DATA LINGKUNGAN DAERAH STUDI (DAERAH VULKAN DAN PEMBENTUKAN BATU ANDESIT)

Letak Geografis

Kabupaten Banjarnegara mempunyai luas wilayah 1.064,52 km persegi, terbagi menjadi 20 Kecamatan, 5 Kelurahan dan 279 Desa. Terletak antara 712' sampai 731' Lintang Selatan dan 231' sampai 308' Bujur Timur.

Ketinggian Wilayah

Ketinggian tempat pada masing-masing wilayah umumnya tidak sama yaitu antara 40-2.300 meter dpl dengan perincian kurang dari 100 meter (9,82%), antara 100-500 meter (28,74%) dan lebih dari 1000 (24,40%). Menurut kemiringan tanahnya maka 24,61% dari luas wilayah mempunyai kemiringan 0-15% dan 45,04 dari luas wilayah mempunyai kemiringan antara 15-40% sedangkan yang 30,35% dari luas wilayahnya mempunyai kemiringan lebih dari 40%.

Pengairan

Sebagai daerah yang sebagian besar (lebih kurang 60%) berbentuk pegunungan dan perbukitan, terdapat sungai yang besar yaitu Sungai Serayu dengan anak-anak sungainya : Kali Tulis, Kali Merawu, Kali Pekacangan, Kali Gintung dan Kali Sapi. Dimanfaatkan sebagai sumber pengairan yang dapat mengairi areal sawah seluas 9.813,88 hektar, rata-rata bulan basah pada umumnya lebih banyak dari bulan kering dengan curah hujan rata-rata 3.000 milimeter/tahun, sedangkan temperatur daerah rata-rata 20-26 C.

Sumber: jawatengah.go.id dan Pemkab. Banjarnegara, Pemkab. Wonosobo



Candi Arjuna

Candi Arjuna adalah kelompok candi-candi Shiva, yang terletak di pusat bagian timur kompleks vulkanik. Gugusan candi ini merupakan percandian hindu tertua di Jawa, dibangun antara abad ke 8-9. Nama Dieng berasal dari “Di Hyang” yang berarti Rumah Tuhan (*Abode of the Gods*). Daratan tinggi Dieng tersebar lebih dari 400 candi . Di Dieng paling tidak, pernah terjadi 18 kejadian tentang semburan (*eruption*) sejak tahun 1375. Kebanyakan semburan tersebut bersifat *phreatic* dan mulai semburan kecil hingga sedang (VEI=1-2) dalam letusannya. Delapan kali semburan bersifat ledakan. Semburan pada tahun 1375 VEI-nya 3. Delapan kali berakibat fatal. Semburan pada tahun 1786, menyebabkan tanah merekah merusakkan Desa Jamping dan menewaskan 38 nyawa manusia. Semburan pada tahun 1826 dan 1827 juga berakibat fatal. Semburan yang terjadi dekat Desa Timbang pada tahun 1928 menyebabkan tewasnya lebih kurang 40 orang, satu diantaranya karena kejatuhan batu letusan. Uap akibat letusan pada tahun 1939 menewaskan 10 orang di Desa Timbang dan lahar merusakkan tanah seluas 50 hektar. Selama tahun 1944 semburan abu dan batuan vulkanik tua menghujani paling tidak 7 desa dan menewaskan 117 orang dan 250 orang terluka. Semua luka pada tubuh disebabkan karena lumpur panas. Semua kasus terjadi kira-kira 0,6 mil (1 km) dari lubang semburan. Pada tahun 1964, 116 orang tewas. Dan yang paling fatal terjadi pada tahun 1979. Paling tidak, terjadi tiga kali gempa sebelum terjadi semburan *phreatic*. Paling sedikit 149 orang meninggal dunia karena keracunan gas beracun setelah mereka lolos dari semburan *phreatic* di kawah Sinila dan Sigludung. Mayat-mayat diketemukan sepanjang jalan menuju ke Batur (manusia terbaring berjajar selayaknya orang sedang tidur). Gas beracun tersebut adalah karbon dioksida (CO₂) atau karbon dioksida dan hidrogen sulfat (H₂S). Lebih dari 1000 orang terluka dan 100 diantaranya membutuhkan perawatan di rumah sakit). Sekitar 15.000 warga dari 6 desa di sekitar Sinila dievakuasi. Gas beracun juga mematikan ikan-ikan dan sumberpangan yang lain. Newhall dan Dzurisin (1988) mencatat bahwa Delarue (1980) membedakan menjadi 4 macam semburan *phreatic* dan *phreatomagmatic* yang terjadi di Dieng:

1. Semburan *phreatic* sebagai akhir dari menutupnya kawah secara mandiri (contoh: Kawah Sileri, 1943-1944; Candradimuka, 1945; and Sikidang);
2. Semburan *phreatic* sebagai akhir dari retakan tektonik yang menghasilkan air tanah yang panas kemudian berkilau dan menguap (contoh: Timbang, 1928, 1939);
3. Semburan *phreatomagmatic* sebagai akhir retakan selama intrusi gumpalan batu panas, yang menghasilkan air tanah yang panas kemudian berkilau dan menguap (contoh: Kendil);
4. Letusan *phreatic* yang tidak berakar sebagai akhir masuknya lava mengisi masuk ke permukaan air (contoh: Pakuwojo)

Semburan di bagian pusat dan timur-laut kompleks Dieng adalah termasuk tipe 1, bagian barat termasuk tipe 2, tipe 3 dan tipe 4 terjadi di bagian tenggara. Semburan tipe 1 tidak didahului dengan catatan gempa. Semburan tipe 2 dan 3 tercatat didahului dengan gempa dan keretakan pada permukaan tanah.

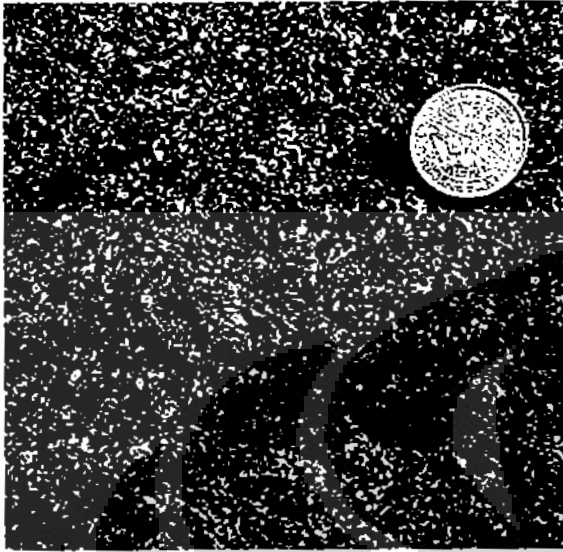


Foto lava andesit yang mengalir di kompleks vulkanik Dieng.

Batu Geochemistry dari kompleks vulkanik Dieng.

Sample	Basalt of Telogo Mendjer	Andesite of Pangonan	Andesite of Pakuwodjo
SiO ₂	51.19	55.64	62.93
Al ₂ O ₃	20.02	17.91	14.37
Fe ₂ O ₃	3.69	3.91	3.97
FeO	5.24	5.13	2.78
MnO	0.15	0.14	0.09
MgO	3.45	3.20	2.31
CaO	9.75	7.16	4.38
Na ₂ O	3.38	3.65	3.16
K ₂ O	1.42	2.07	3.29
H ₂ O ⁺	0.64	0.62	1.33
H ₂ O ⁻	0.30	0.45	0.51
TiO ₂	1.05	0.93	0.69
P ₂ O ₅	0.17	0.15	0.05
Total	100.45	100.24	99.86

Catatan:

- Semua analisis dari Van Bemmelen (1947) seperti tercatat di Neumann van Padang (1951).
- Batu andesit asal Pongoran mengandung augite dan hyperstene.
- Batu andesit asal Pakuwojo mengandung augite, hyperstene, dan biotite.
- Giggenbach dan kawan-kawan (1992) menggunakan komposisi isotopik dari helium dan karbon untuk mengidentifikasi kebanyakan sumber magmatik yang mengeluarkan gas di kompleks vulkanik Dieng.



Energi geothermal dikembangkan untuk memproduksi tenaga listrik. Terletak di pusat dan bagian timur kompleks.



Daratan tinggi Dieng (Dieng Plateau). Kawah Gunung Kendil di sebelah kiri dan Kawah Gunung Prahu di sebelah kanan.

Copyright John Seach
www.volcanolive.com



*Kawah Sikidang.
Gelembung lumpur dan
kubangan di kompleks
volkanik Dieng.*



*Gelembung Lumpur
(Bubbling mud) di Kawah
Sikidang. Temperatur
Lumpur 76.7° C.
temperature tanah di
samping lubang semburan
33.2° C.*

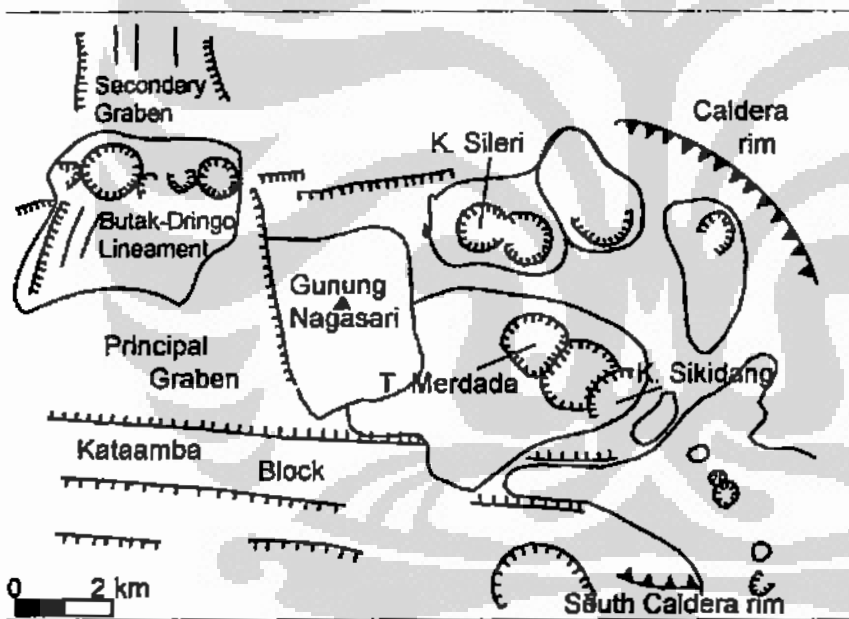


*Di Kawah Sikidang deposit
lumpur ditumbuhi vegetasi,
disampingnya banyak
terdapat gelembung lumpur
(bubbling mud).*



Telaga Warna (danau kawah/ crater lake) di kawasan kawah Dieng.

Temperatur danau 22.1 ° C (6 ° di atas temperatur udara maksimum) , pH 3.1

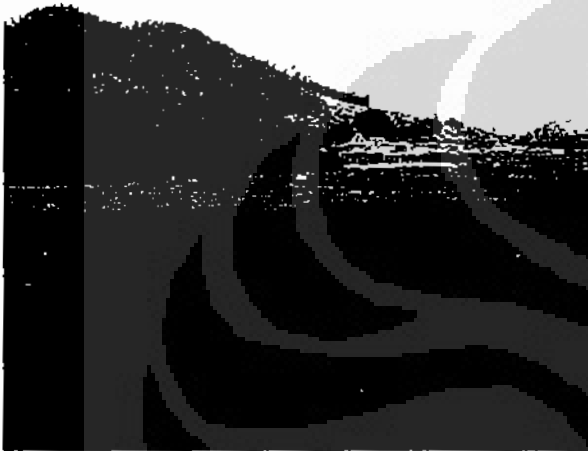


Sketch map of Dieng Plateau and caldera from Newhall and Dzurisin (1988) and modified from Delarue (1980).

Dieng Volcanic Complex (atau disebut Dieng Plateau) adalah sebuah kompleks volcano. Sebuah kompleks volcano adalah rakitan (*assembled*) yang luas secara spatial, temporal dan genetik yang berhubungan dengan pusat-pusat vulkanik besar atau kecil yang berkait dengan aliran lava dan batu *pyroclastic* (Francis, 1994). Kompleks volcano Dieng berbentuk cekungan besar, kira-kira panjang 14 km (9 miles) dan lebar 6 km (4 miles) yang terbentang dari arah barat-laut ke arah tenggara. Struktur yang luas ini kemungkinan sebuah kaldera yang saling berkaitan dengan sisa-sisa dari dua atau lebih *stratovolcanoes*.

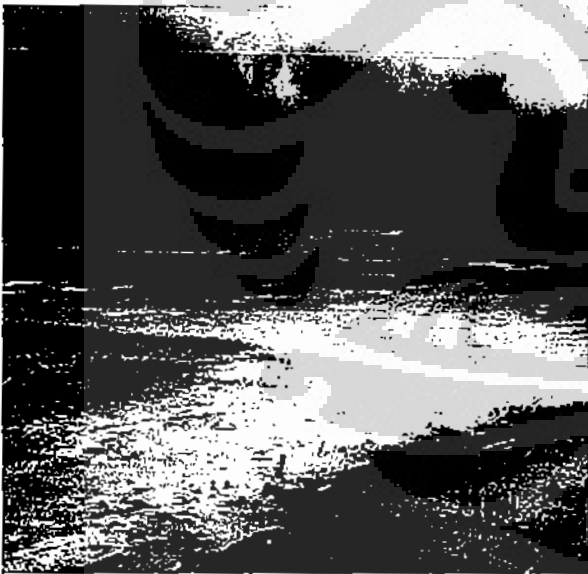
Meski pun demikian, tidak ada deposit dengan volume yang besar yang mengaitkan dengan sebuah kaldera-peristiwa pembentukannya sudah teridentifikasi. Apabila sebuah kaldera itu tertutup maka artinya adalah lebih tua dari 16.000 tahun.

Di Dalam kompleks yang banyak berbentuk kerucut, rata-rata memiliki ketinggian 100-300 m. Banyak kerucut terbuat dari sisa-sisa pembakaran kayu atau debu. Aliran-aliran lava tidak lazim. Kawah Sibanteng, satu dari kerucut terbesar di kompleks Dieng



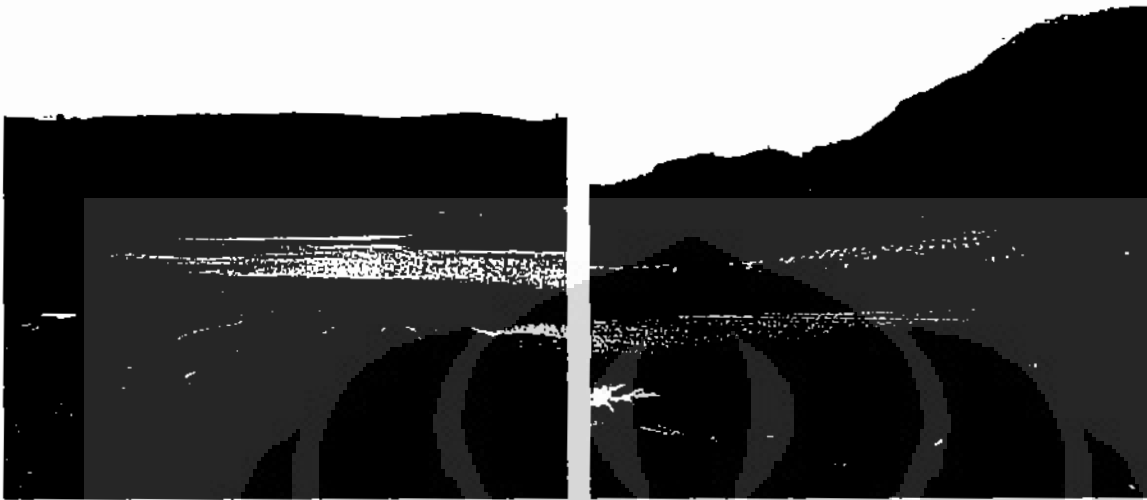
Semua foto oleh: Steve Mattox.

Telaga Warna adalah danau yang luas, relief kerucut yang rendah. Gelembung gas naik ke atas permukaan danau dan udaranya berbau belerang.



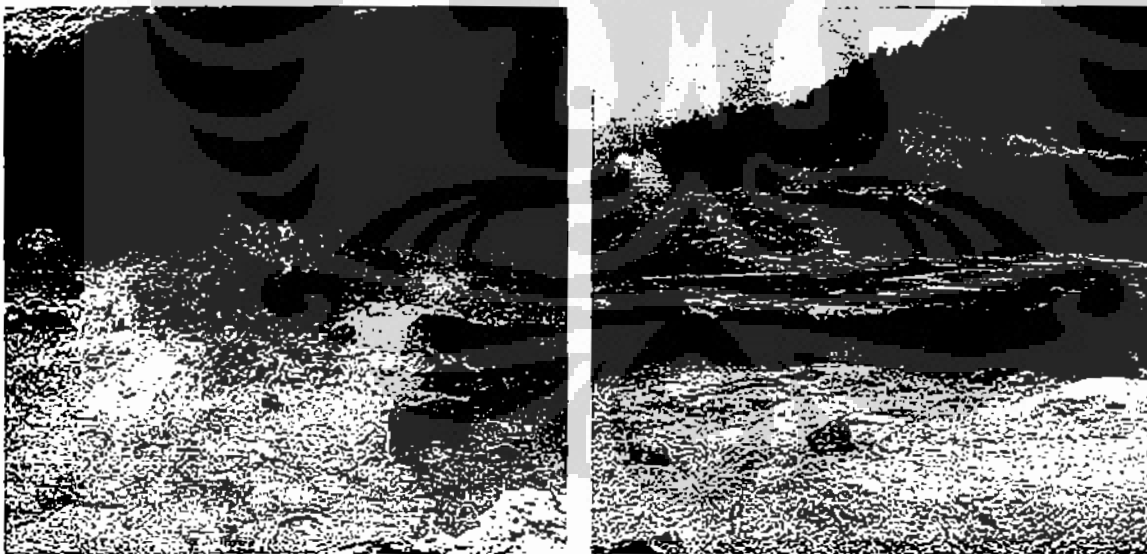
Lahan berwujud terasering memanjang ke arah tenggara merupakan benefit dari Kompleks Vulkanik Dieng. Tanaman kentang adalah hasil panen yang umum di daratan tinggi Dieng.





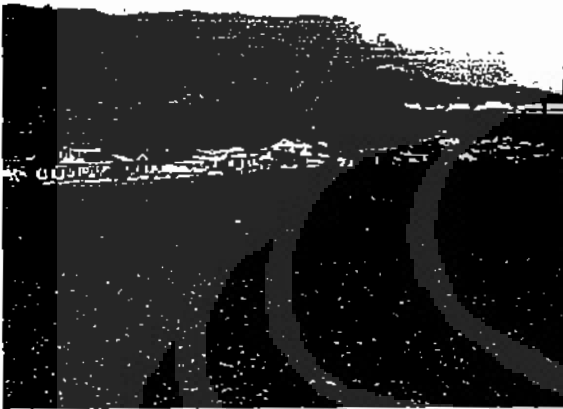
Panorama Telaga Merdada, luas, relief kerucut yang rendah kemungkinan adalah maar.

Kadang-kadang terdapat lubang untuk keluar gas; itu adalah lubang dalam berisi lumpur yang mendidih dekat lokasi solfatara.



Solfatara terletak di sisi timur Kawah Sikidang

*Tampak timur ke perkampungan Dieng.
Perhatikan tebing yang terjal (caldera rim?)
melatarbelakangi sepanjang kompleks arah
tenggara.*



*Tampak dari barat, sepanjang bagian
tenggara (rim?) kompleks Dieng dari barat
Kawah Sileri.*



Tahun terjadinya penyemburan pada kawah-kawah di Kawasan Dieng
2005, 1993, 1986, 1981, 1979, 1964, 1956, 1954, 1953, 1952?, 1944, 1943, 1939,
1928, 1883-84, 1847, 1826, 1825, 1786, 1776?, 1375.

Sumber Informasi:

- Bemmelen, R.W., van, 1949, Report on the volcanic activity and volcanological research in Indonesia during the period 1936-1948. *Bulletin Volcanologique*, II, 9, Napoli 1949, p. 23-24.
- Delarue, C., 1980, Exploration geothermique dans la region de Dieng (java): Univ. Paris XI, unpubl. Ph.D. thesis, 247 p.
- Francis, P., 1994, *Volcanoes a planetary perspective*: Oxford University Press, New York, 443 p.
- Giggenbach, W.F., Sano, Y., and Schmincke, H.U., 1991, CO₂-rich gases from Lake Nyos and Monoun, Cameroon; Laacher See, Germany; Dieng Indonesia, and Mt. Gambier, Australia - variation on a common theme: *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, v. 45, p. 311-323.
- LeGuern, F., Tazieff, H., and Faivre Pierret, R., 1982, An example of health hazards: people killed by gas during a phreatic eruption: Dieng Plateau, Java, Indonesia, *Bulletin of Volcanology*, v. 45, p. 153-156.
- Miller, C.D., Sukhyar, R., Santoso, and Hamidi, S., 1981, Eruptive history of the Dieng Mountains region, central Java, and potential hazards from future eruptions: U.S. Geol. Survey Open-File Report 83-68, 26 p.
- Muffler, L.J.P., 1970, Geothermal potential of the Dieng Mountains, central Java, Indonesia: U.S. Geol. Survey Project rep. (IR) IND-10, 20 p.
- Newhall, C.G., and Dzurisin, D., 1988, Historical unrest at large calderas of the world: U.S. Geological Survey Bulletin 1855, v. 2, p. 755-772.
- Simkin, T., and Siebert, L., 1994, *Volcanoes of the World*: Geoscience Press, Tucson, Arizona, 349 p.
- Neumann van Padang, M., 1951, Indonesia. Catalogue of the Active Volcanoes of the World, International Association of Volcanology, I, Rome, Italy, p. 271

Summary:

Dieng Volcano - John Seach

Central Java, Indonesia

7.2 S, 109.9 E,
summit elevation 2565 m
Complex Volcano

Dieng volcano complex is located in the central highlands of Java, Indonesia. The volcano is composed of two stratovolcanoes (Butak Petarangan and Dieng) and many craters.

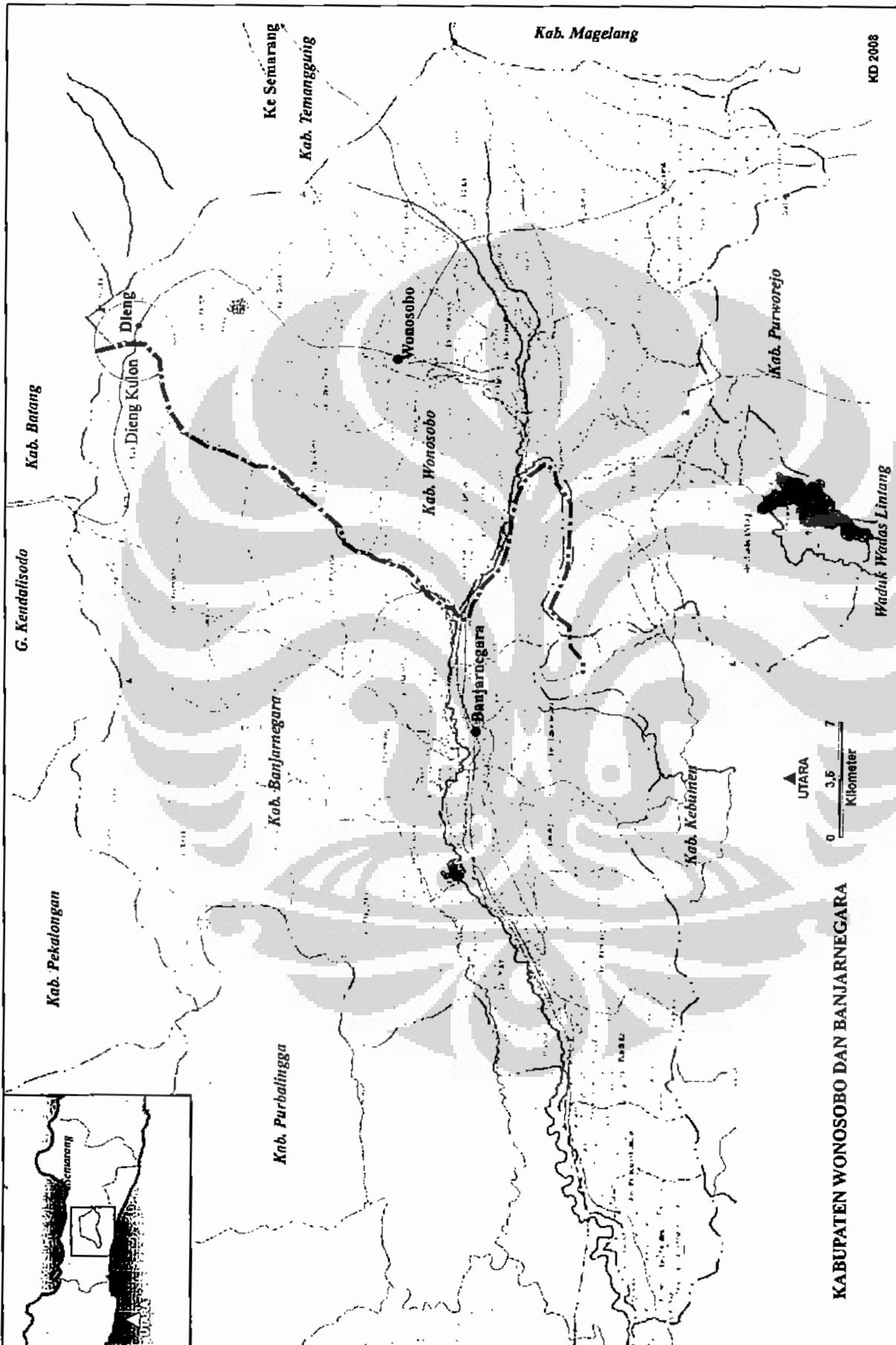
Warm acidic lakes fill some of the craters.

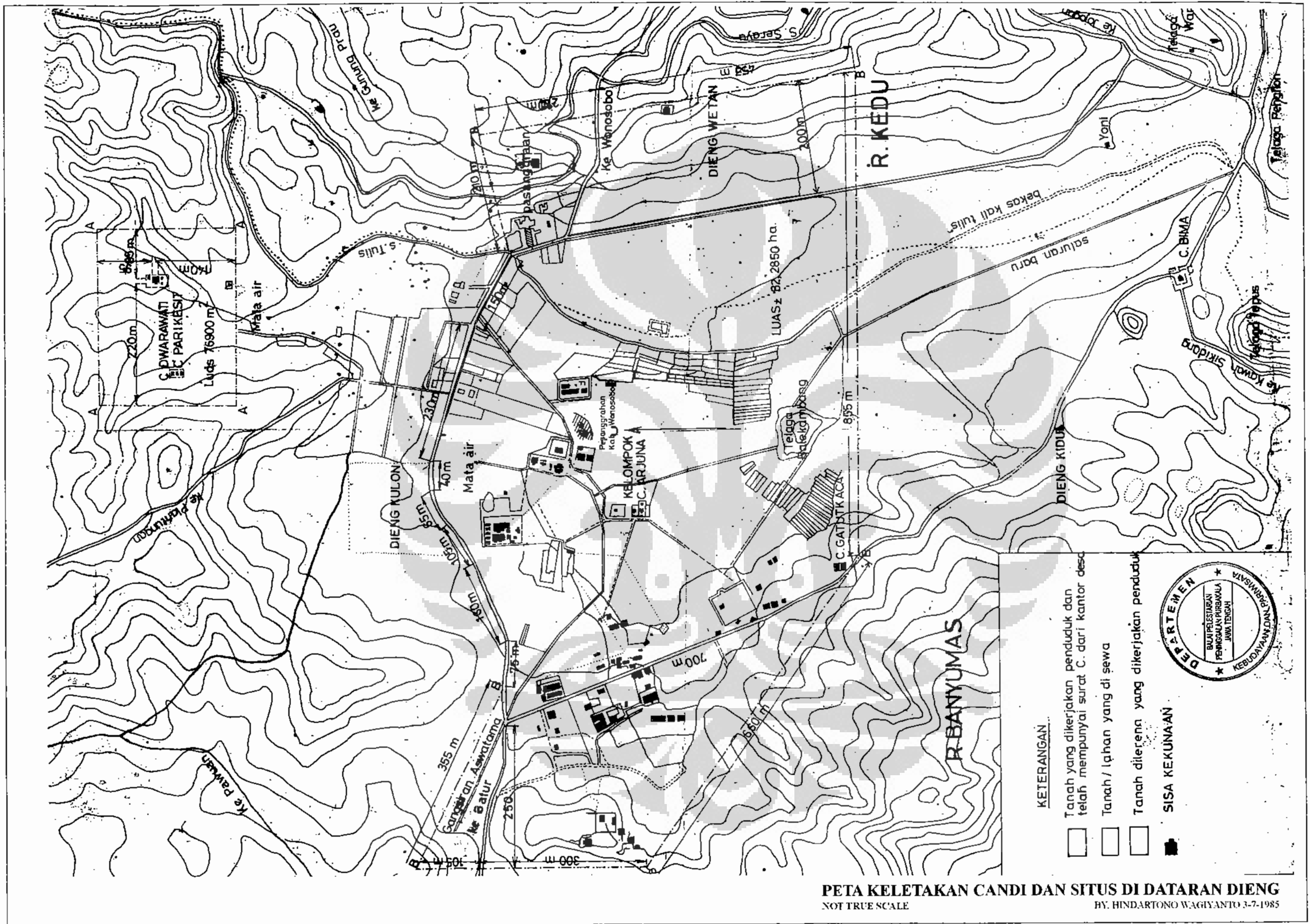
Volcanic cones at Dieng include the following - Bismo, Srojo, Binem, Panganan, Merdodo, Pagerkandang, Nogosari, Petarangan, Telogo Dringo, Pakuwaja, Kendil, Kunir and Prambanan.

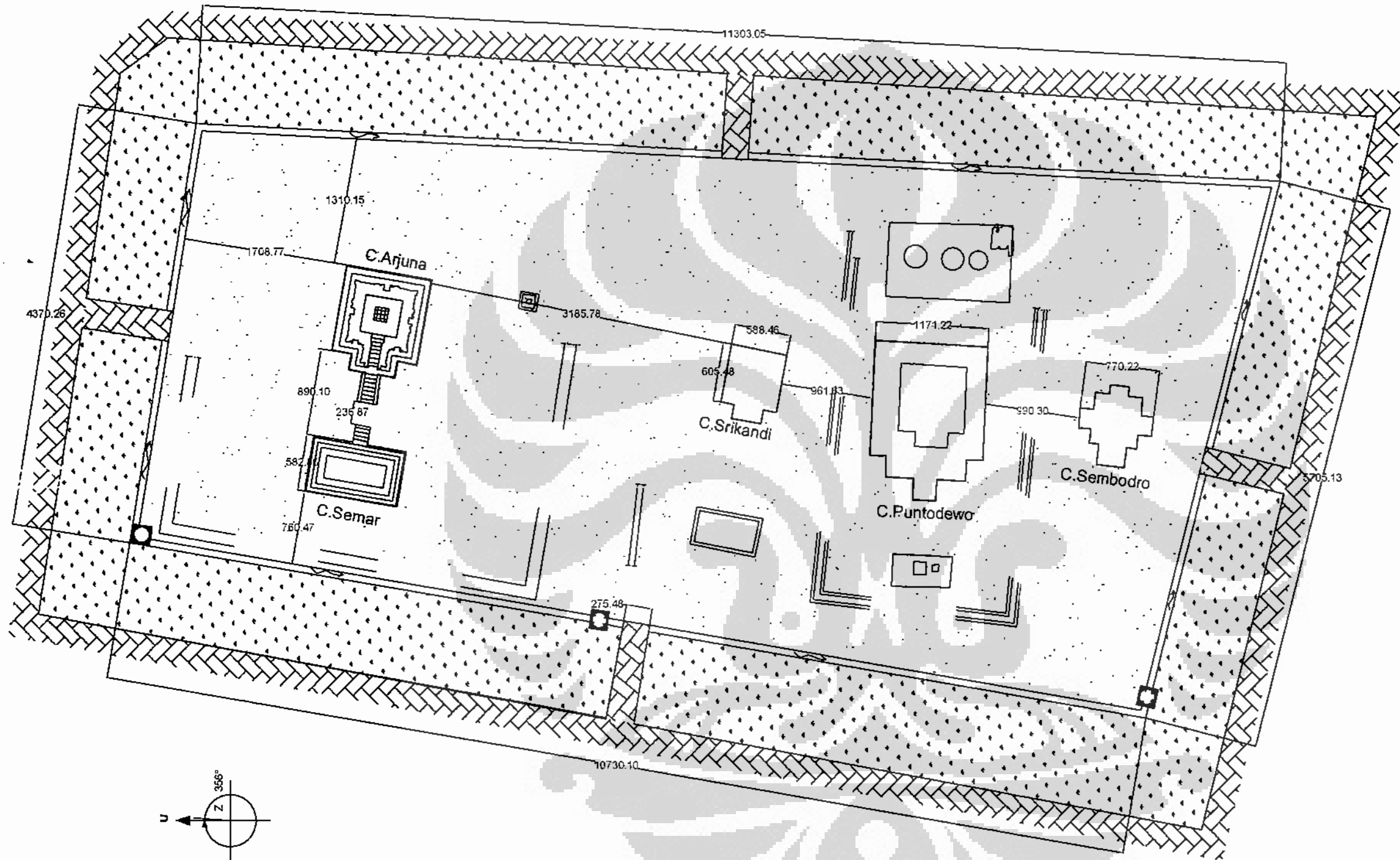
Fumarole areas - Kawah Sikidang, Kawah Sigajah, Kawah Kumbang, Kawah Sibanteng, Kawah Upas, Telogo Terus, Kawah Pagerkandang, Kawah Sipandu, Kawah Siglagah and Kawah Sileri.

Butak Petarangan is the second volcano located in the Dieng complex. It consists of a crater-lake named Telogo Dringo and Condrodimuko fumarole field.

PETA LOKASI DAERAH PENELITIAN



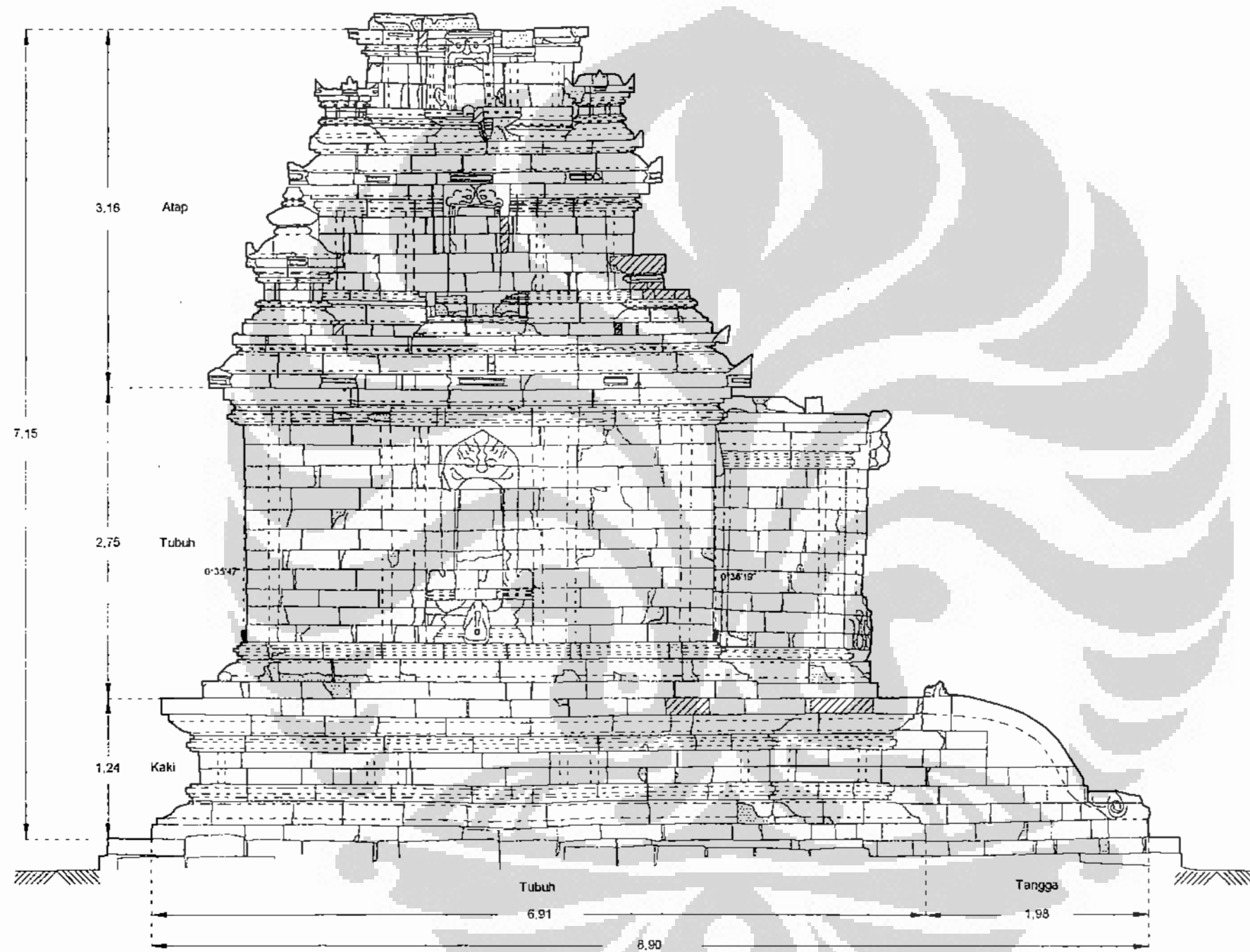




SITUASI KOMPLEKS PERCANDIAN PADA KELOMPOK CANDI ARJUNA

Sumber : Balai Konservasi Peninggalan Borobudur, 24 Oktober 2015

KD 2008

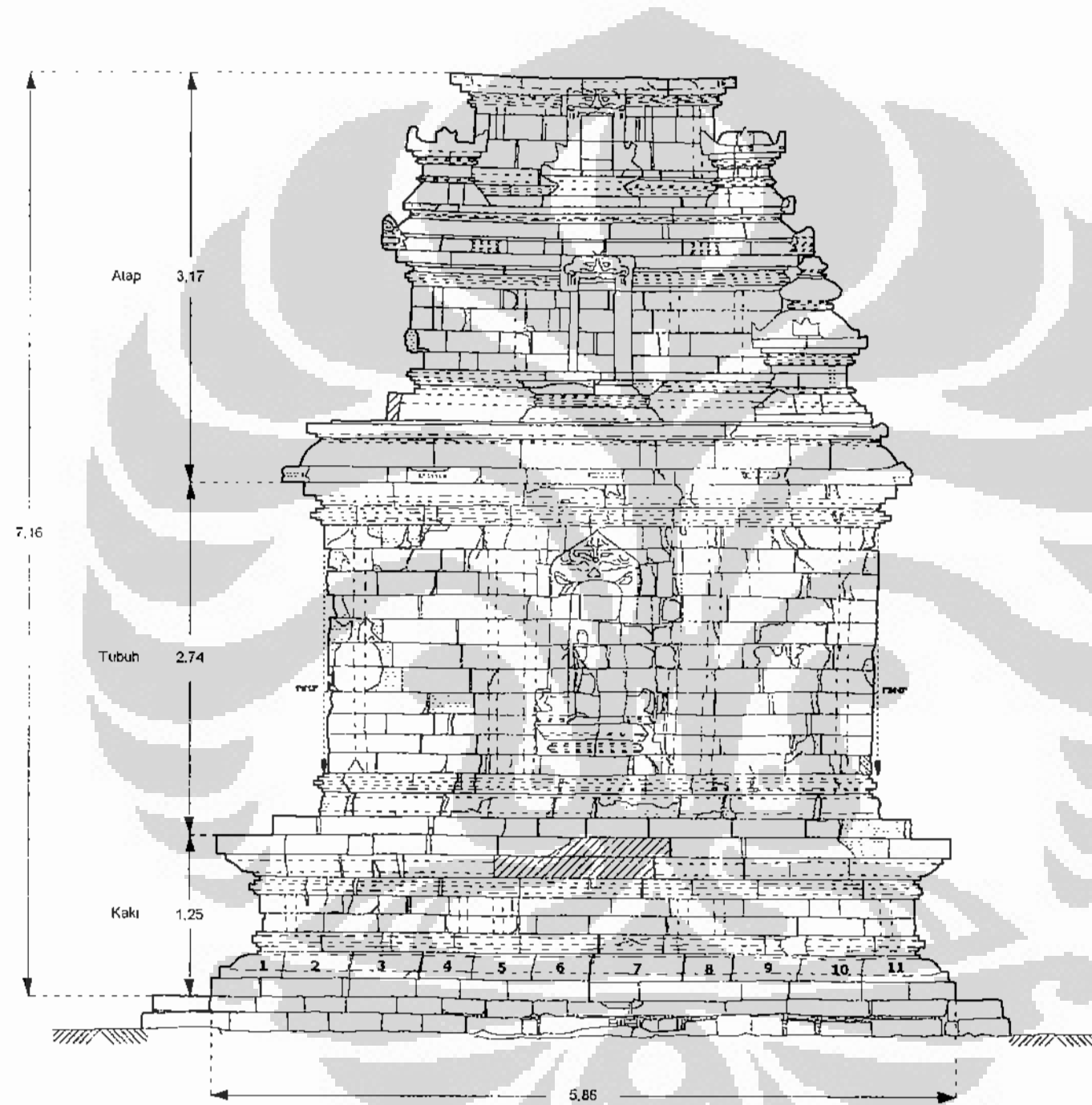


DETIL SUSUNAN BATU PADA SISI UTARA CANDI ARJUNA

SKALA
0 1,5 M

Sumber : Balai Konservasi Peninggalan Borobudur, 24 Oktober 2005
Diolah : Kriswandhono, 2008

KD 2008



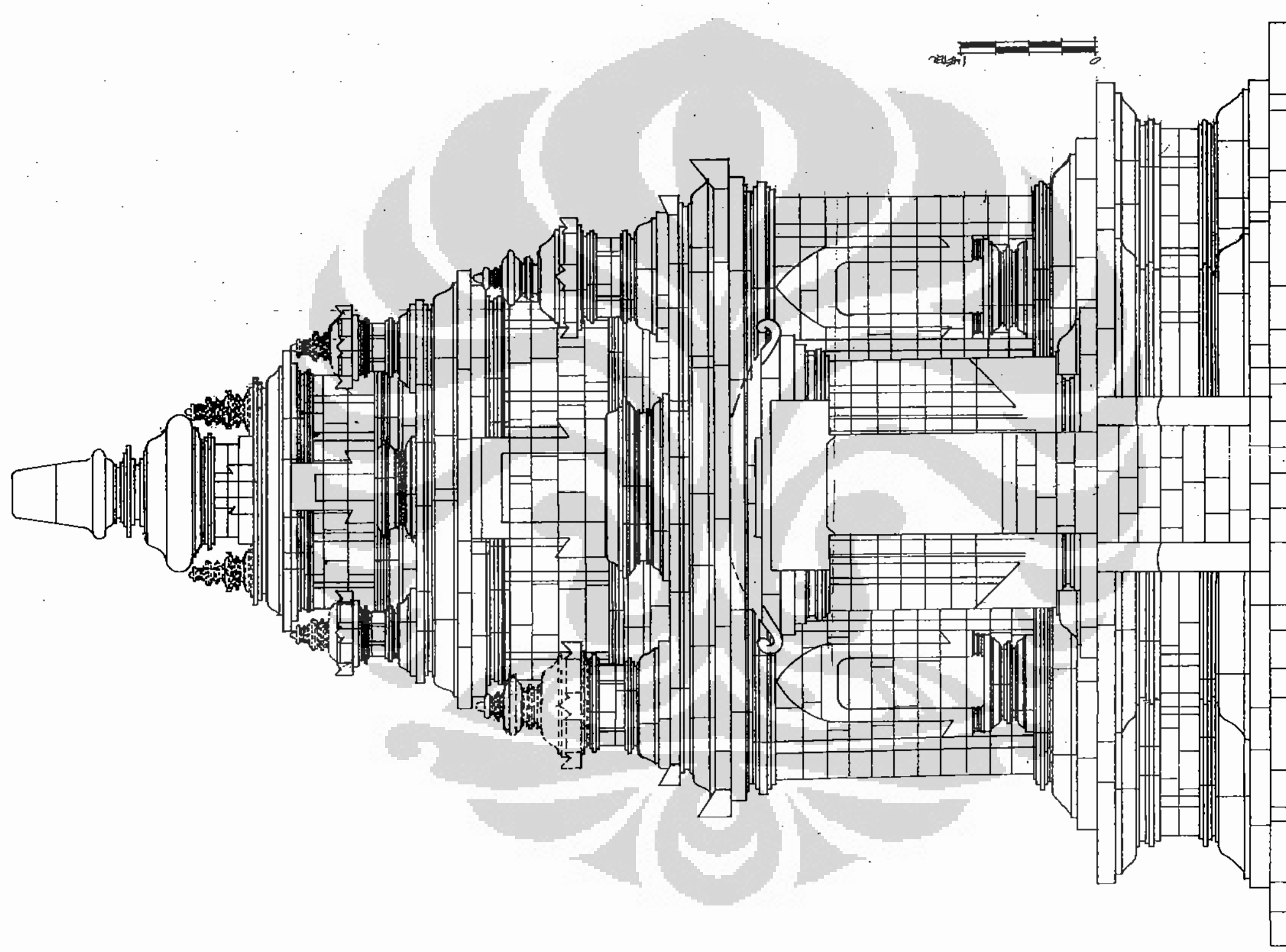
DETIL SUSUNAN BATU PADA SISI TIMUR CANDI ARJUNA

SKALA
0 1,5 M

Sumber : Balai Konservasi Peninggalan Borobudur, 24 Oktober 2005
Drafah : Kriswandhono, 2008

KD 2009

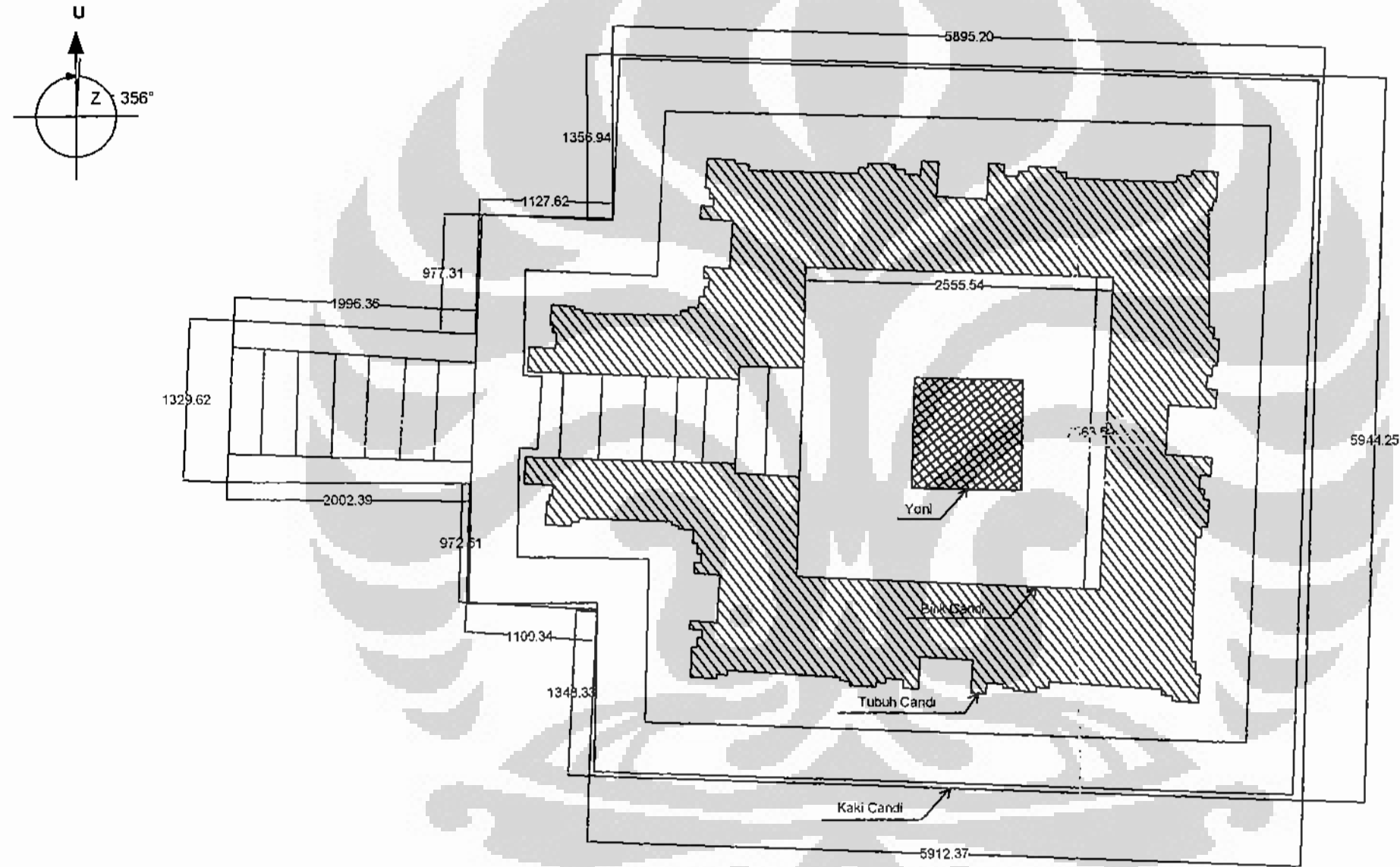
GAMBAR - 4



DETIL SUSUNAN BATU PADA SISI BARAT CANDI ARJUNA

Sumber : Balai Konservasi Pembangunan Borobudur, 24 Oktober 2005 - Diolah : Kriswandhono, 2008

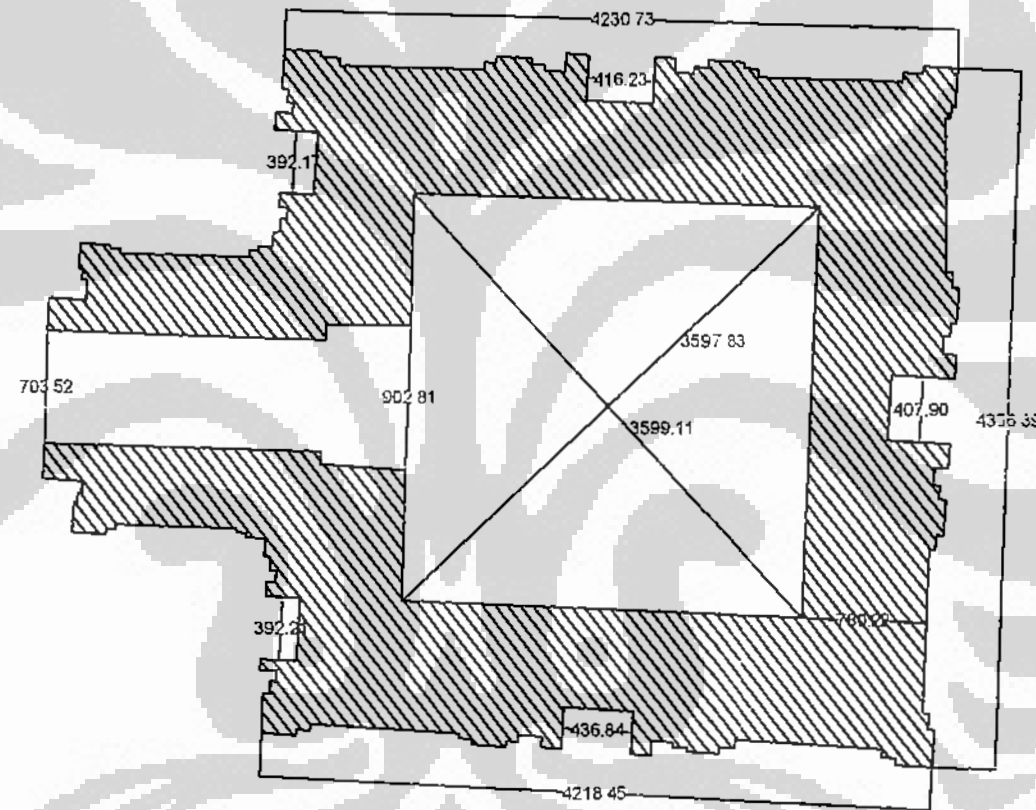
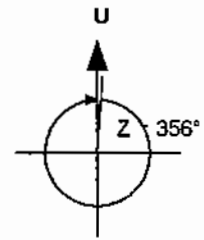
KD 2008



POTONGAN PENAMPANG TUBUH CANDI, TANGGA DAN KAKI CANDI

Sumber : Balai Konservasi Peninggalan Borobudur, 24 Oktober 2005
Diolah : Kriswandhono, 2008

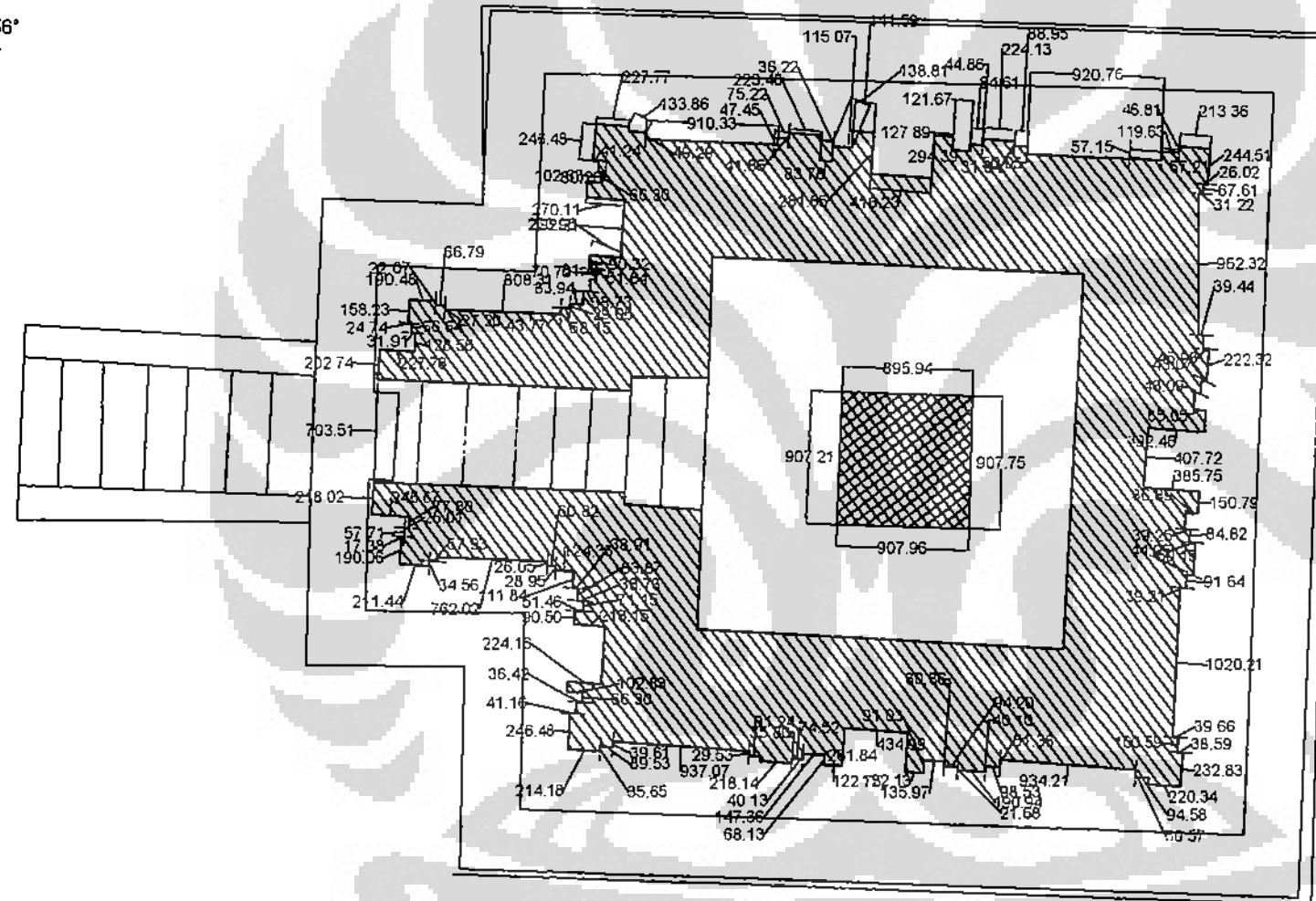
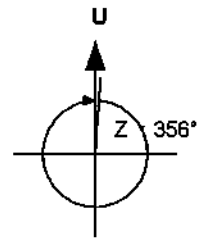
KO 2008



POTONGAN PENAMPANG TUBUH CANDI



Sumber : Balai Konservasi Peninggalan Borobudur, 24 Oktober 2005
Ditolah : Kriswandhono, 2008



DETIL UKURAN TUBUH CANDI

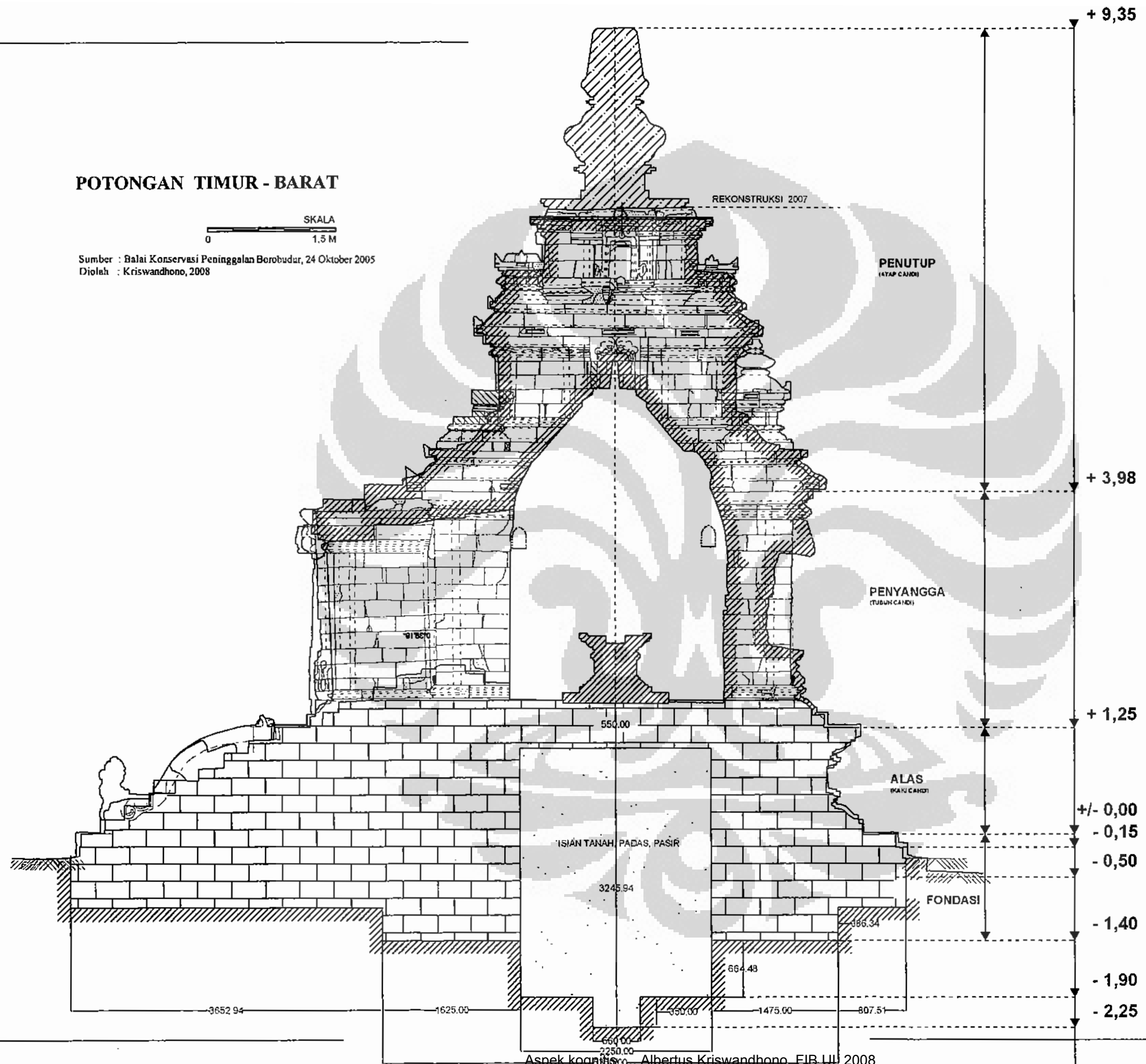


Sumber : Balai Konservasi Peninggalan Borobudur, 24 Oktober 2005
Diolah : Kriswandhono, 2008

POTONGAN TIMUR - BARAT

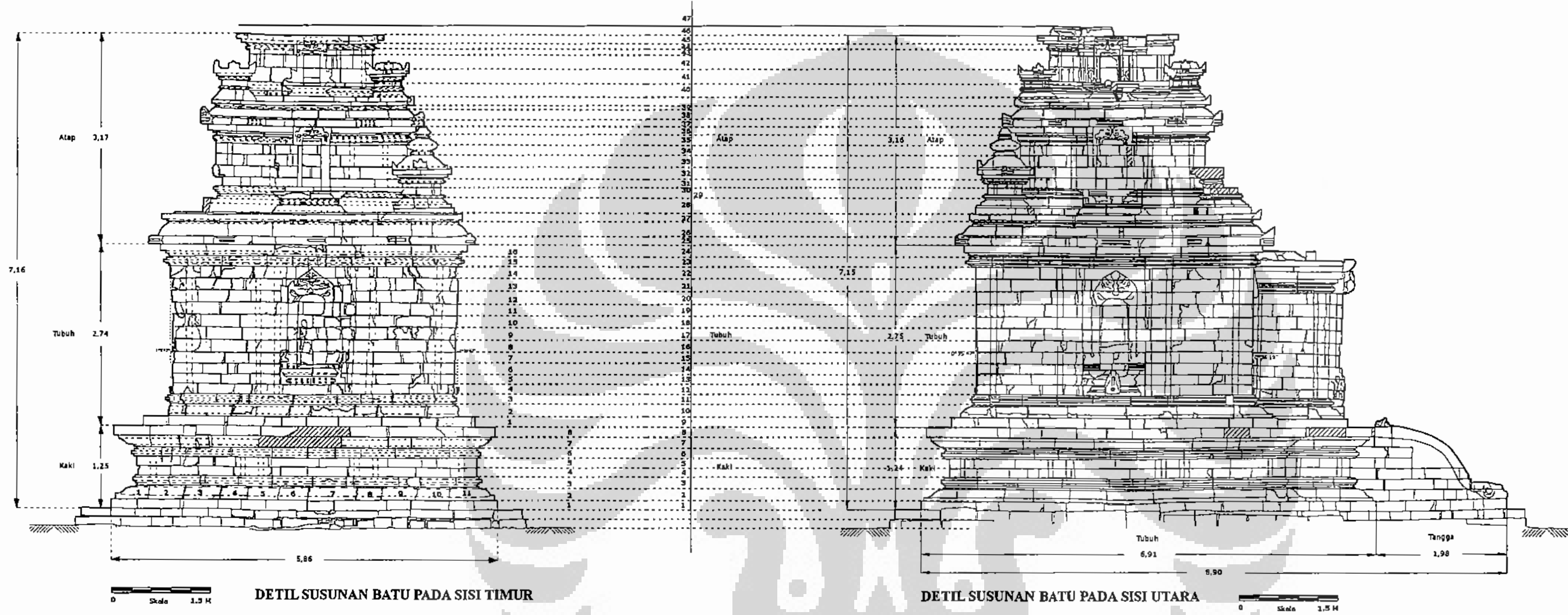
SKALA
0 1,5 M

Sumber : Balai Konservasi Peninggalan Borobudur, 24 Oktober 2005
Diolah : Kriswandhono, 2008



GAMBAR - 8

GAMBAR ANALISIS SUSUNAN BATU STRUKTUR CANDI ARJUNA LAPISAN KE 1 S/D 47



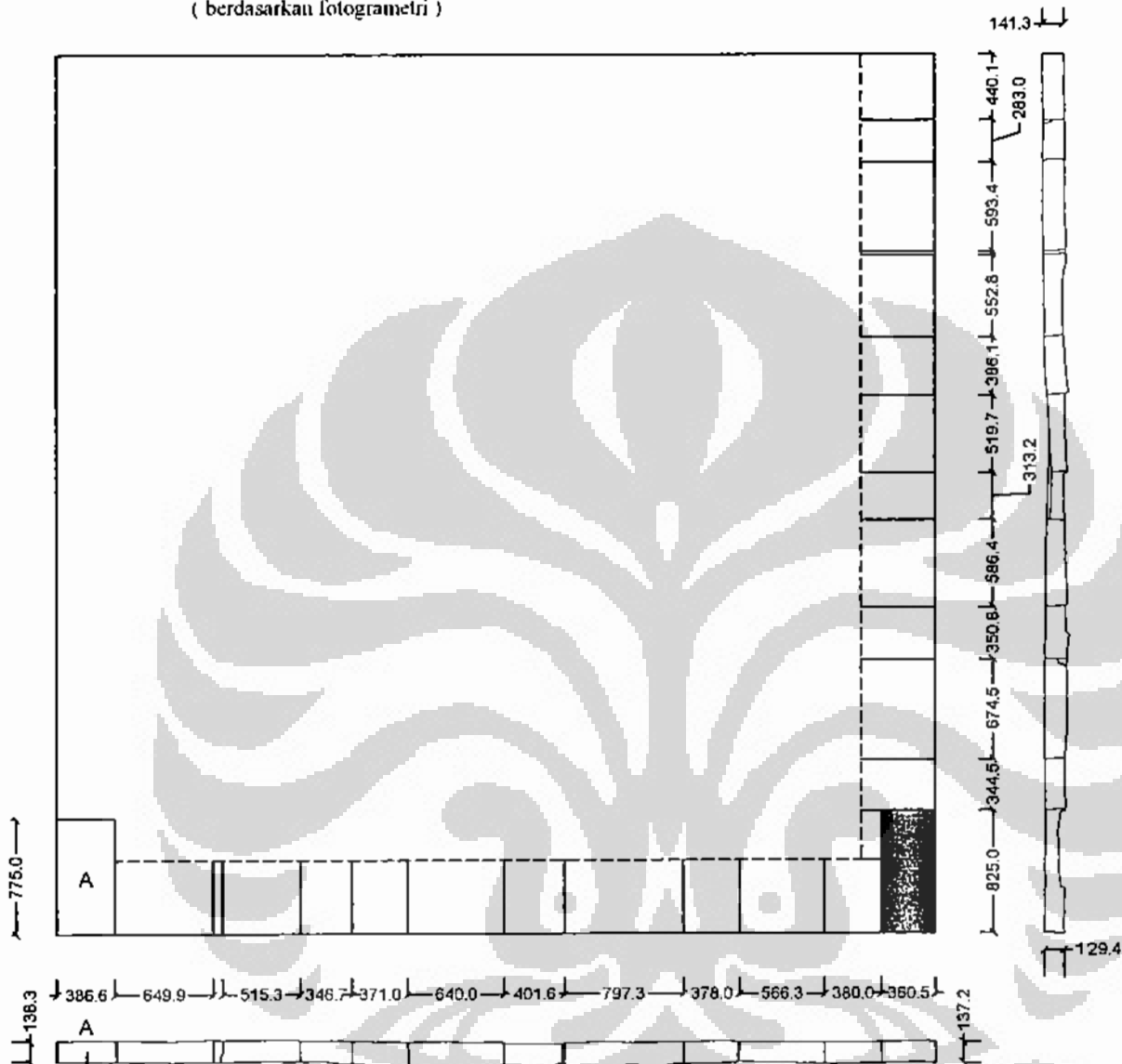
TAMPAK SISI UTARA
PRA RESTORASI 2005

TAMPAK SISI UTARA
PASCA RESTORASI 2008



Sumber: Gambar laser-scanner photogrammetry, Balai Konservasi Pentinggalan Borobudur, 24 10 2005
Foto Pra restorasi - BP3 Jawa Tengah, Pasca restorasi - Krisna mAAN Indonesia

DATA BATU TEPI PADA SISI UTARA DAN TIMUR
(berdasarkan fotogrametri)

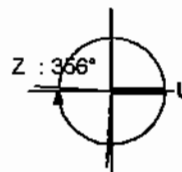


Contoh perhitungan volume satu keping batu (A):
 $775.0 \times 386.6 \times 138.3 = 41436754.5 \text{ mm}^3 \sim 0.041 \text{ m}^3$
 maka dapat diketahui massa batu, yaitu:
 $\text{volume} \times \text{massa jenis} = 0.041 \times 2.54 = 0.10414 \text{ ton} = 104 \text{ kg}$

Perhitungan di atas dimaksudkan untuk memberikan ilustrasi bahwa menggunakan peralatan *laser-scanner photogrammetry* dan perangkat lunak komputer amat membantu dalam proses analisis teknis.

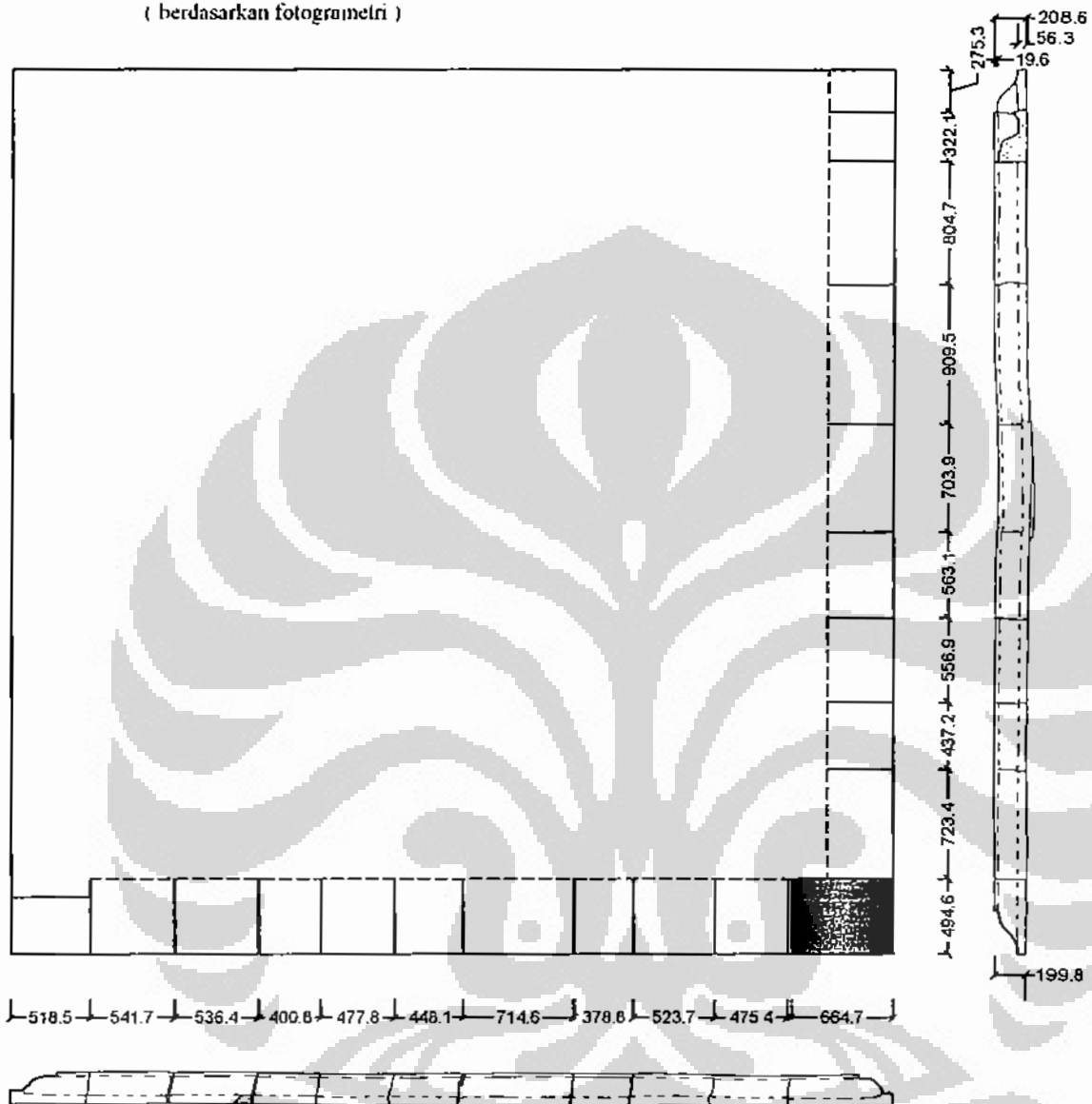
1/47/K

SKALA



KD 2008

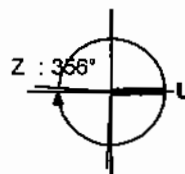
DATA BATU TEPI PADA SISI UTARA DAN TIMUR
(berdasarkan fotogrametri)



2/47/K

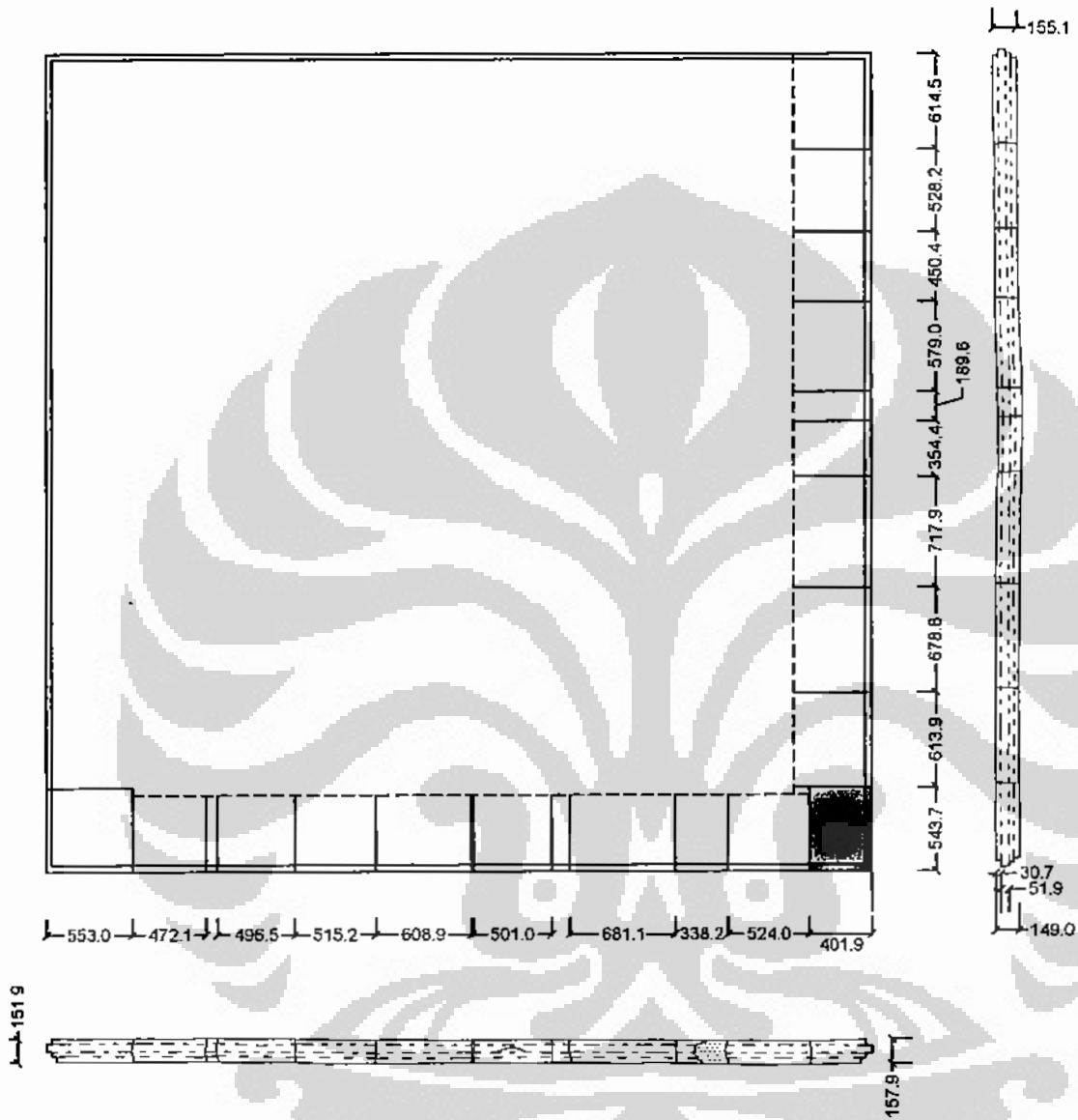
SKALA

0 1500 MM



KD 2008

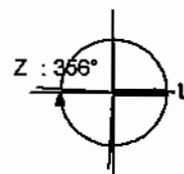
DATA BATU TEPI PADA SISI UTARA DAN TIMUR
(berdasarkan fotogrametri)



3/47/K

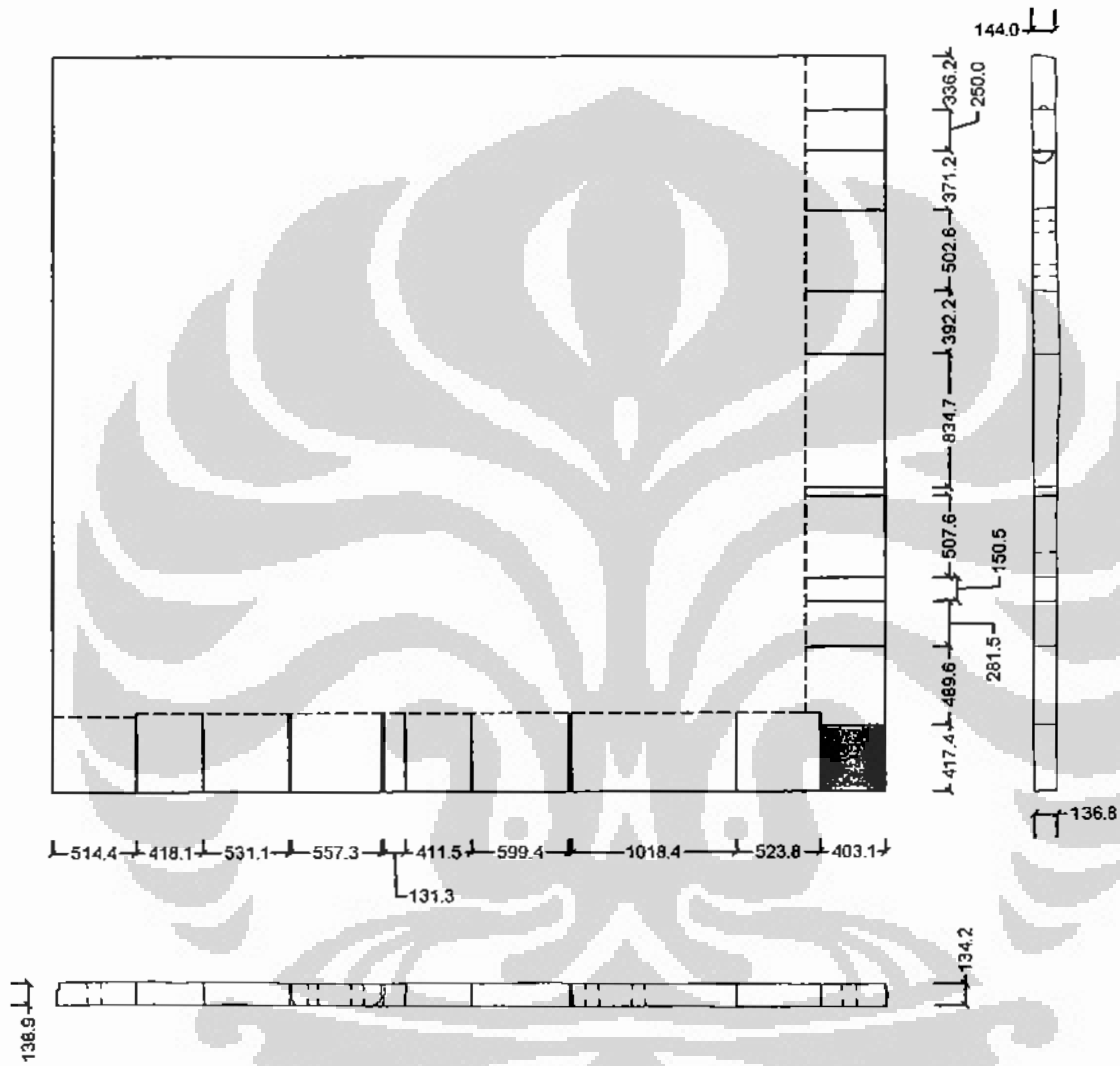
SKALA

0 1500 MM



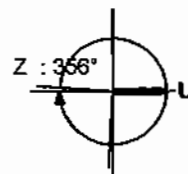
KD 2008

DATA BATU TEPI PADA SISI UTARA DAN TIMUR
(berdasarkan fotogrametri)



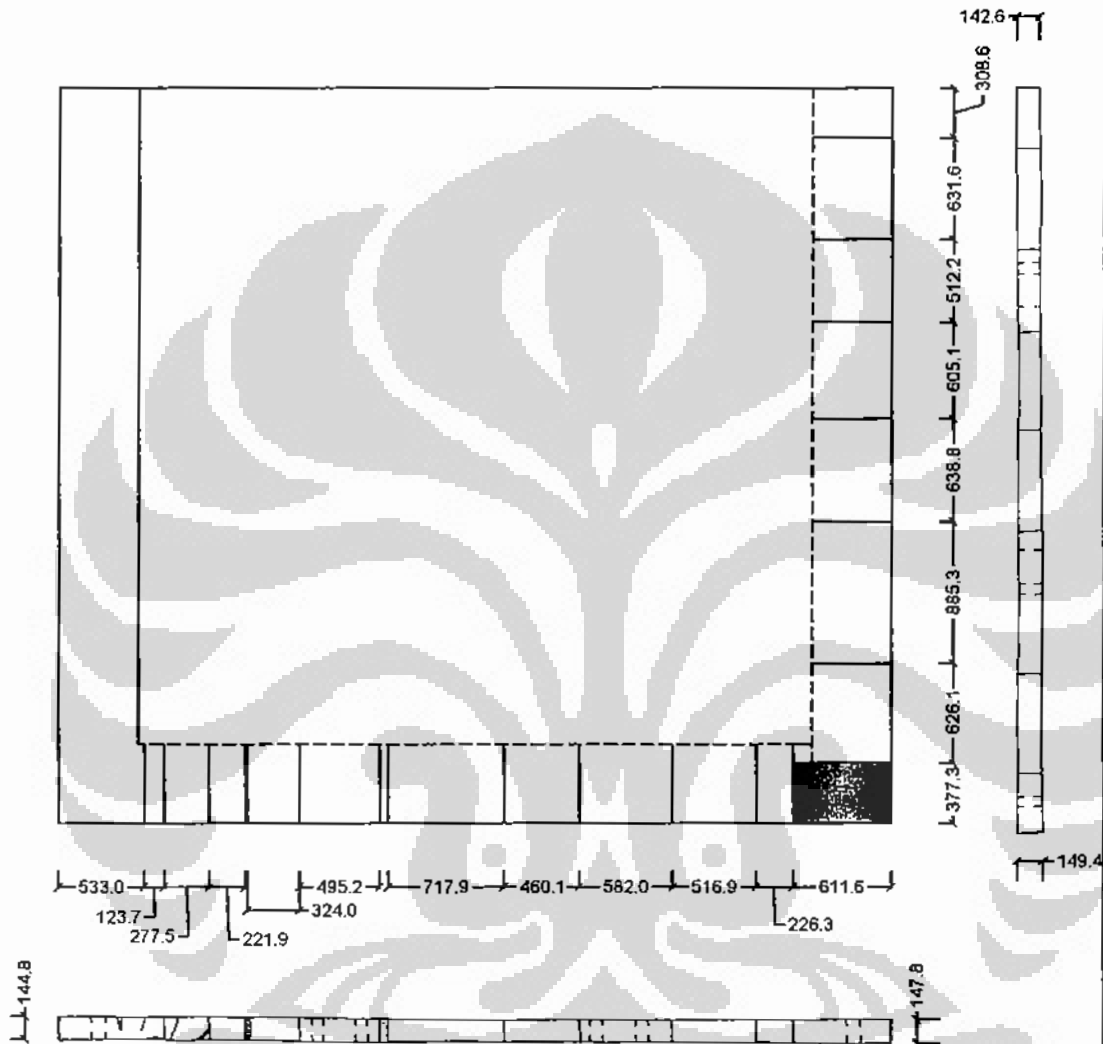
4/47/K

SKALA



KD 2008

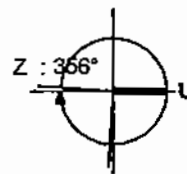
DATA BATU TEPI PADA SISI UTARA DAN TIMUR
(berdasarkan fotogrametri)



5/47/K

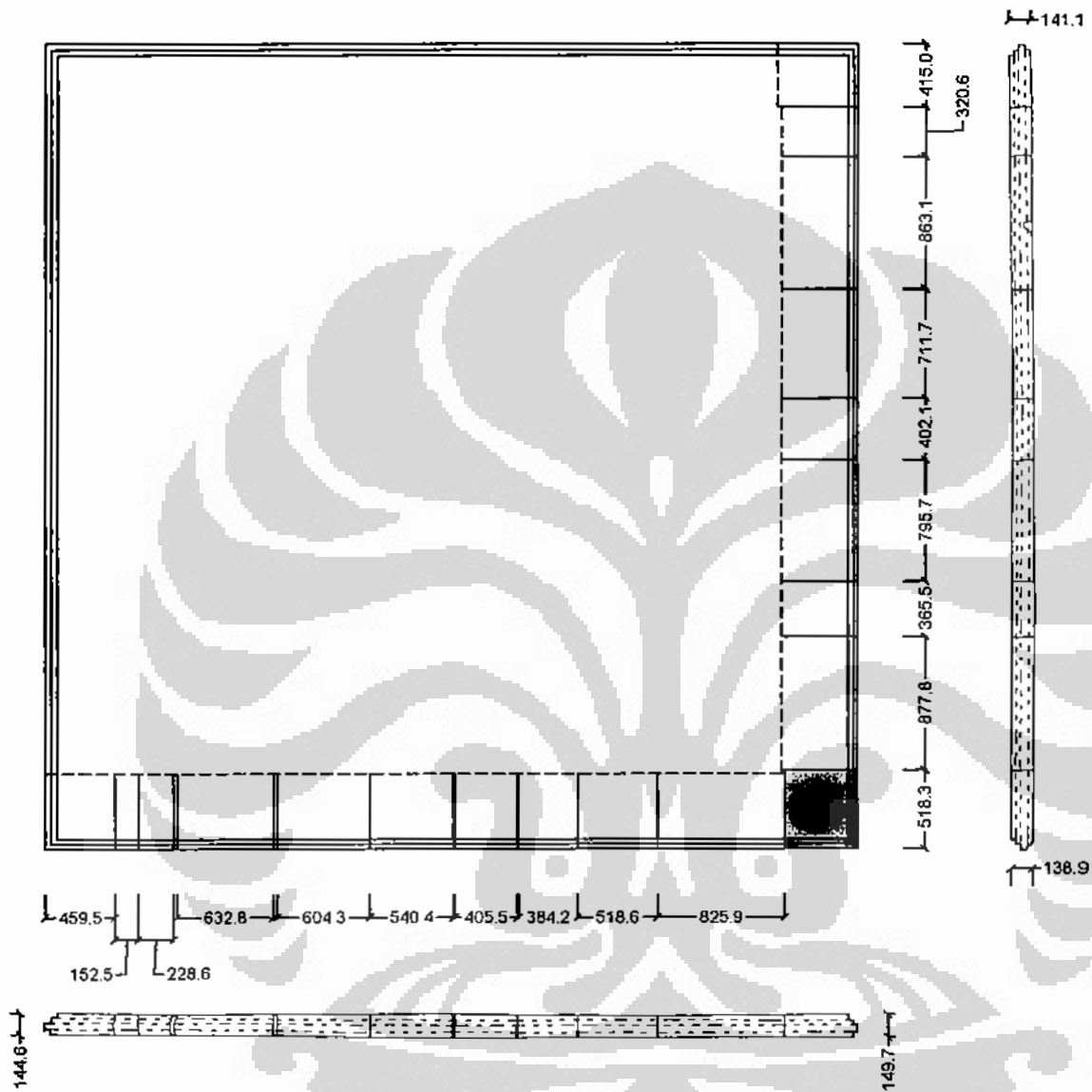
SKALA

0 1500 MM



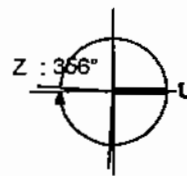
KD 2008

DATA BATU TEPI PADA SISI UTARA DAN TIMUR
(berdasarkan fotogrametri)



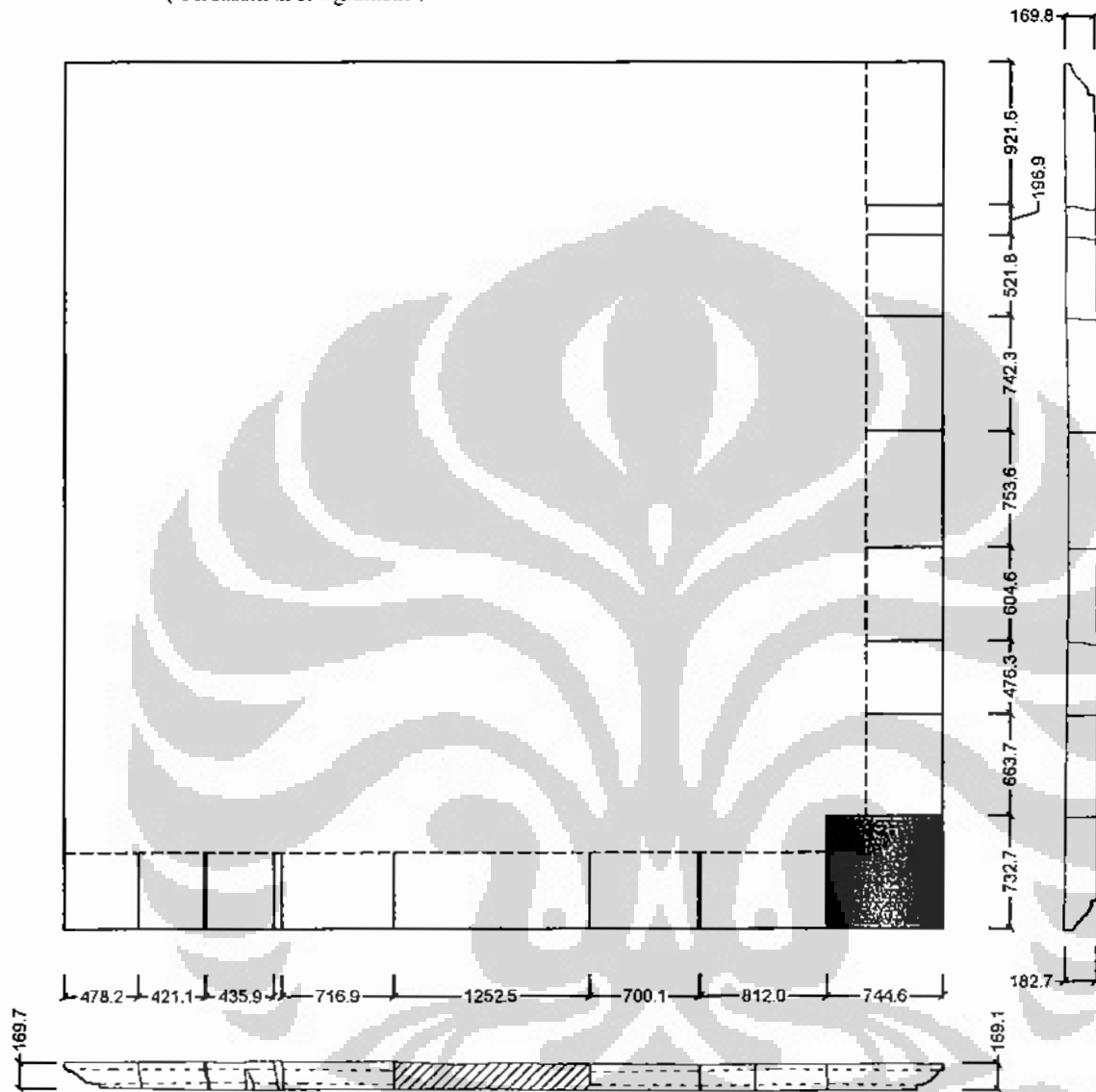
6/47/K

SKALA



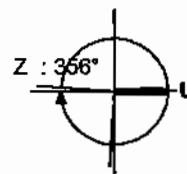
KD 2008

DATA BATU TEPI PADA SISI UTARA DAN TIMUR
(berdasarkan fotogrametri)



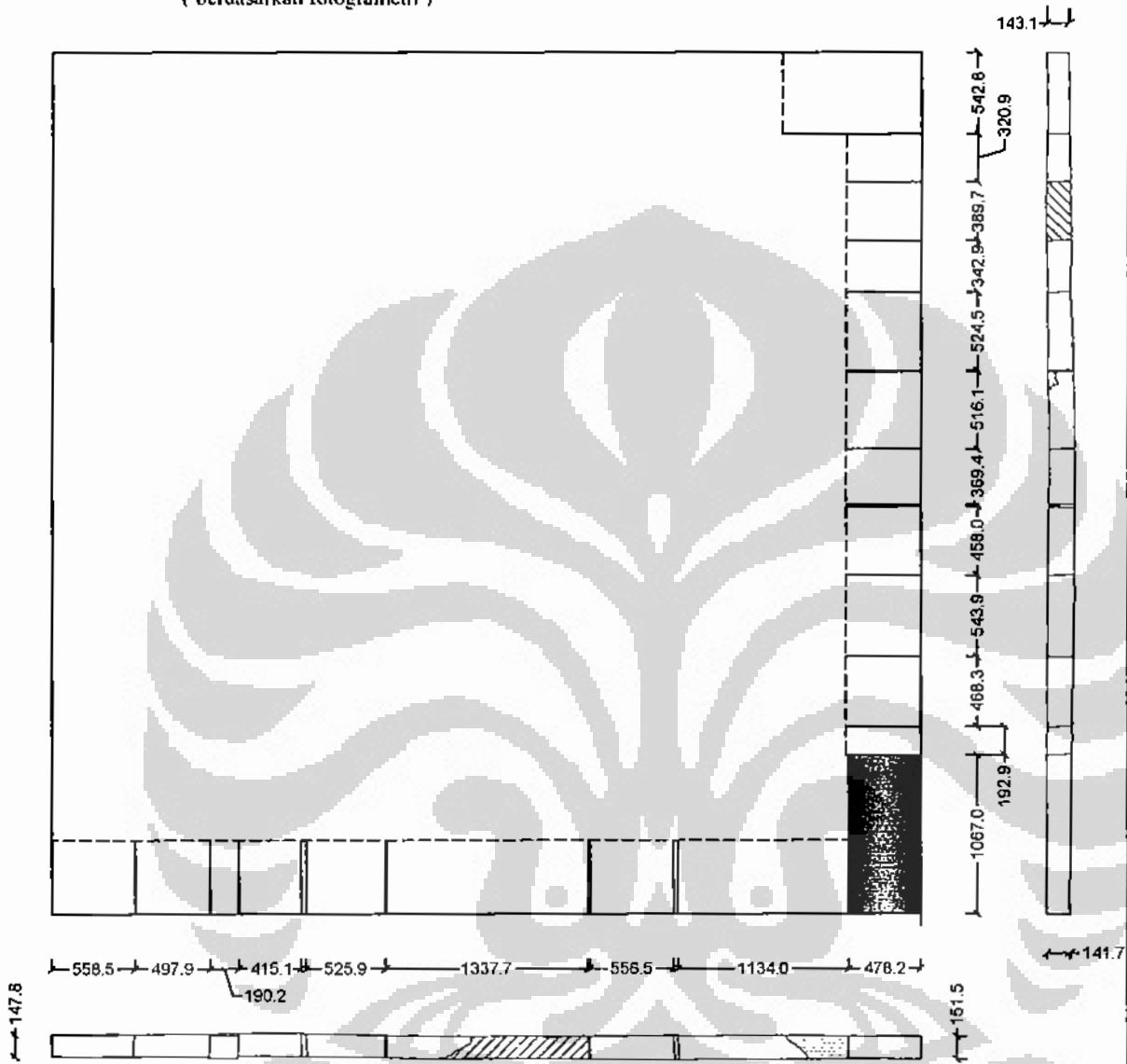
7/47/K

SKALA



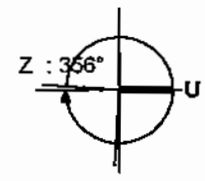
KO 2008

DATA BATU TEPI PADA SISI UTARA DAN TIMUR
(berdasarkan fotogrametri)



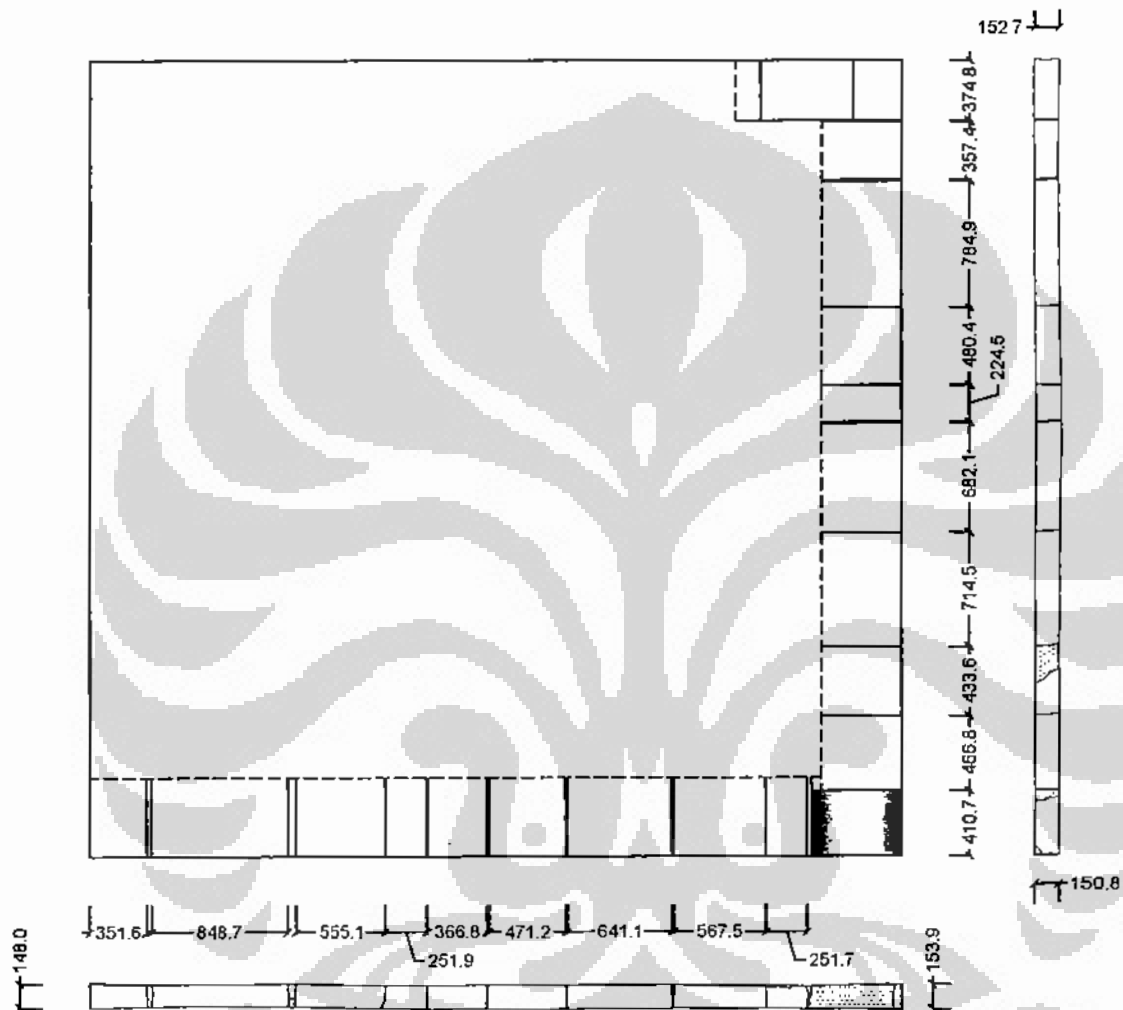
8/47/K

SKALA



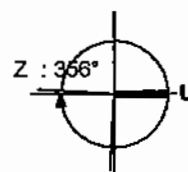
KD 2008

DATA BATU TEPI PADA SISI UTARA DAN TIMUR
(berdasarkan fotogrametri)



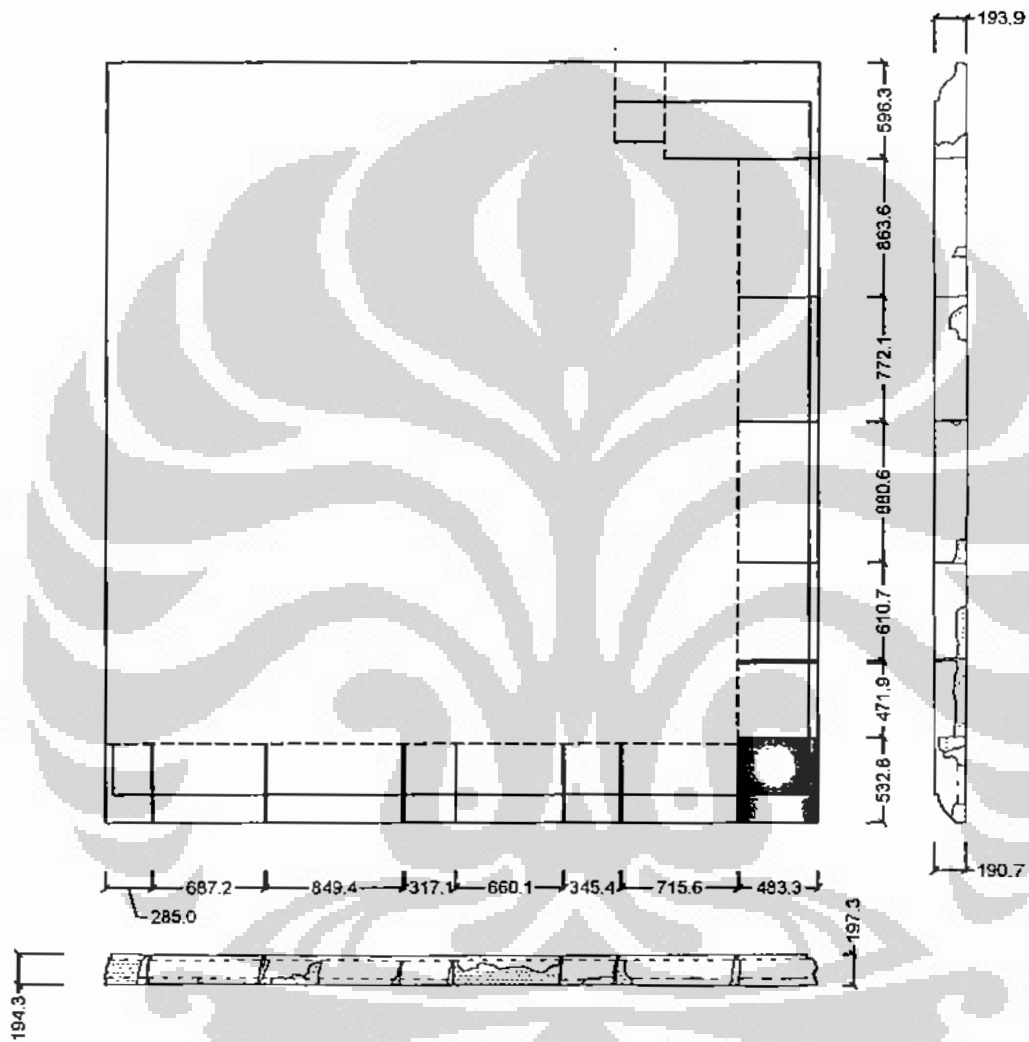
9/47/T

SKALA



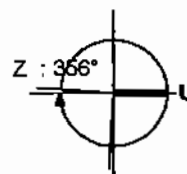
KD 2008

DATA BATU TEPI PADA SISI UTARA DAN TIMUR
(berdasarkan fotogrametri)



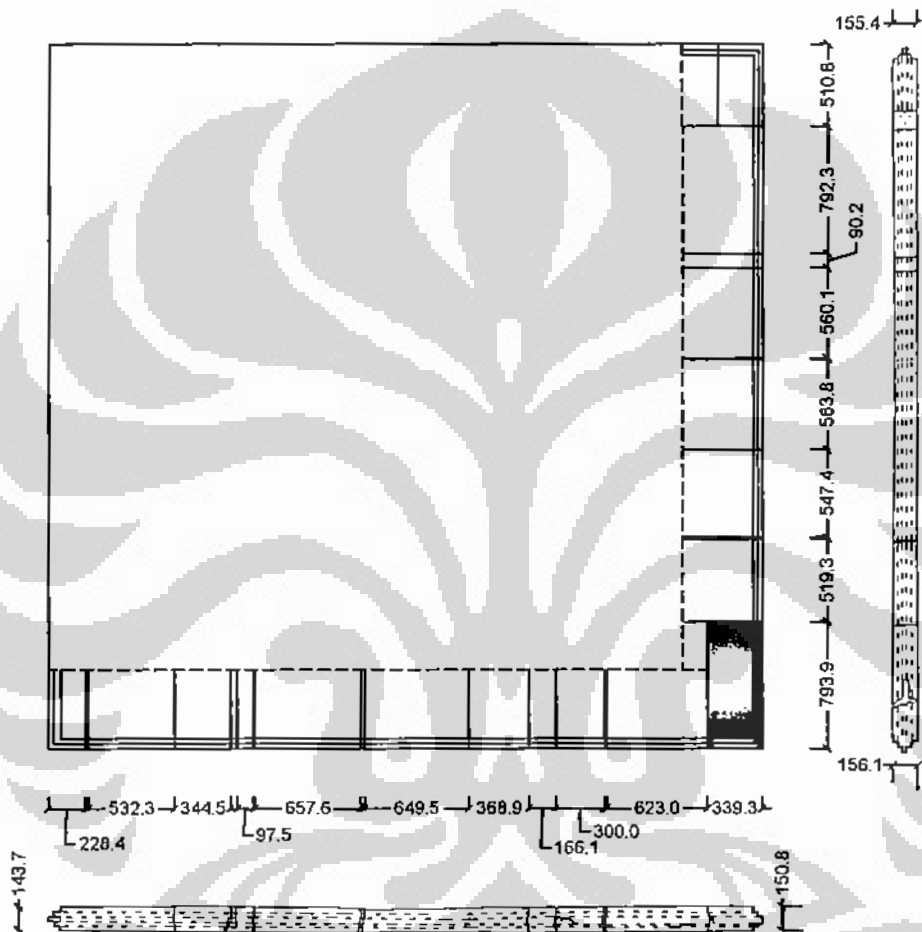
10/47/T

SKALA



KD 2008

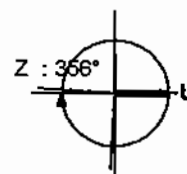
DATA BATU TEPI PADA SISI UTARA DAN TIMUR
(berdasarkan fotogrametri)



11/47Π

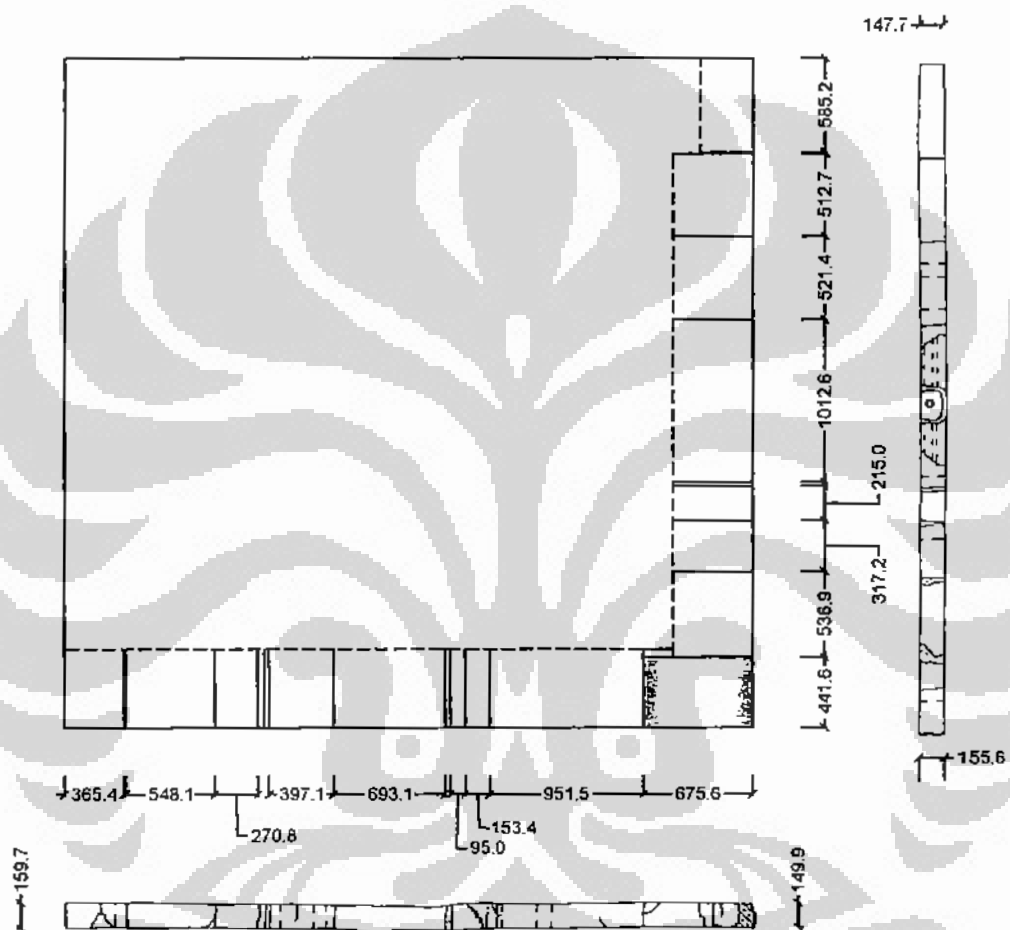
SKALA

0 1500 MM



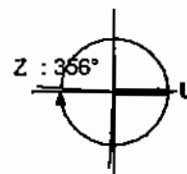
KD 2008

DATA BATU TEPI PADA SISI UTARA DAN TIMUR
(berdasarkan fotogrametri)



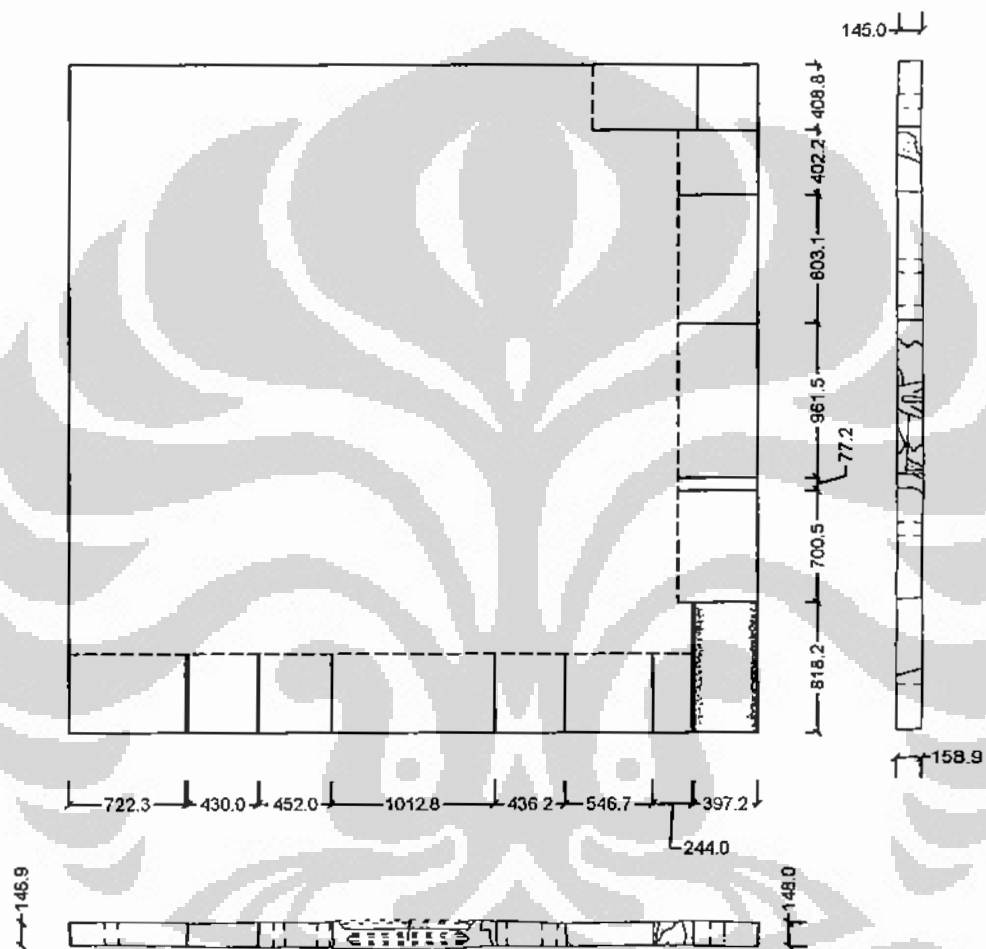
12/47T

SKALA



KD 2008

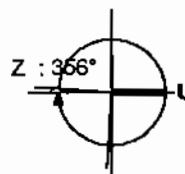
DATA BATU TEPI PADA SISI UTARA DAN TIMUR
(berdasarkan fotogrametri)



13/47T

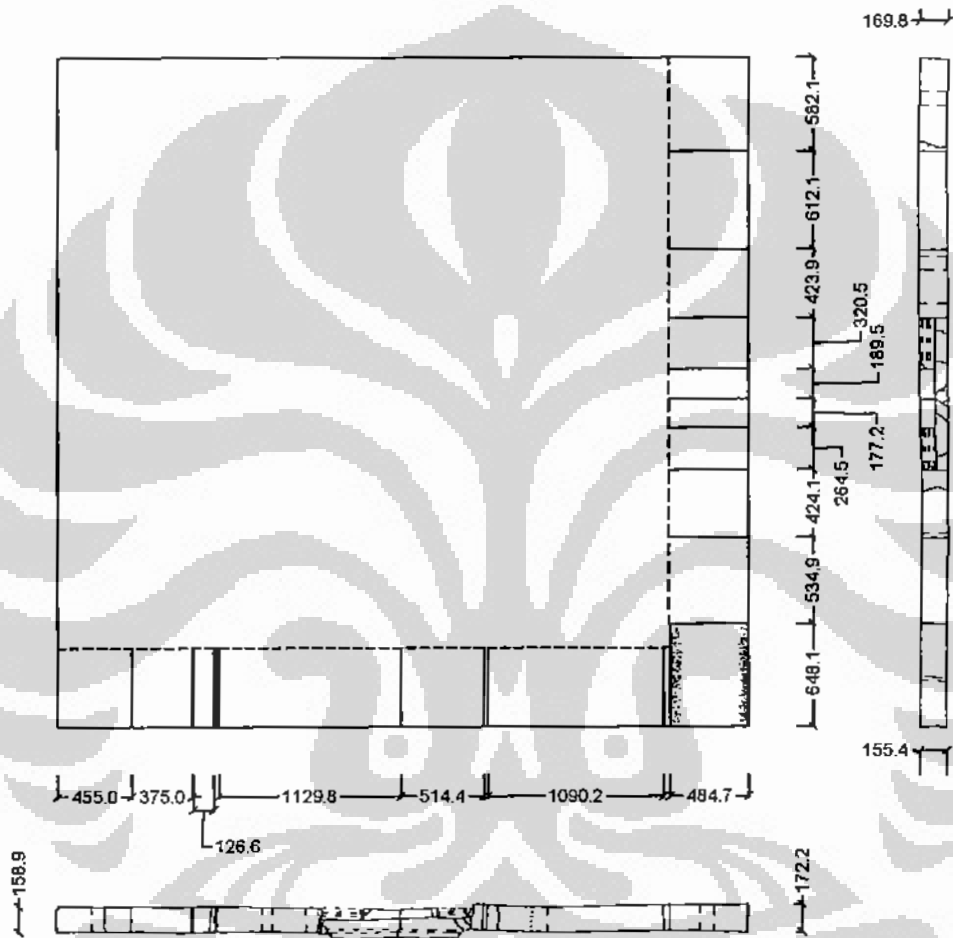
SKALA

0 1500 MM



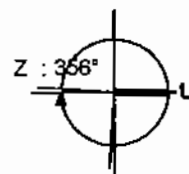
KD 2008

DATA BATU TEPI PADA SISI UTARA DAN TIMUR
(berdasarkan fotogrametri)



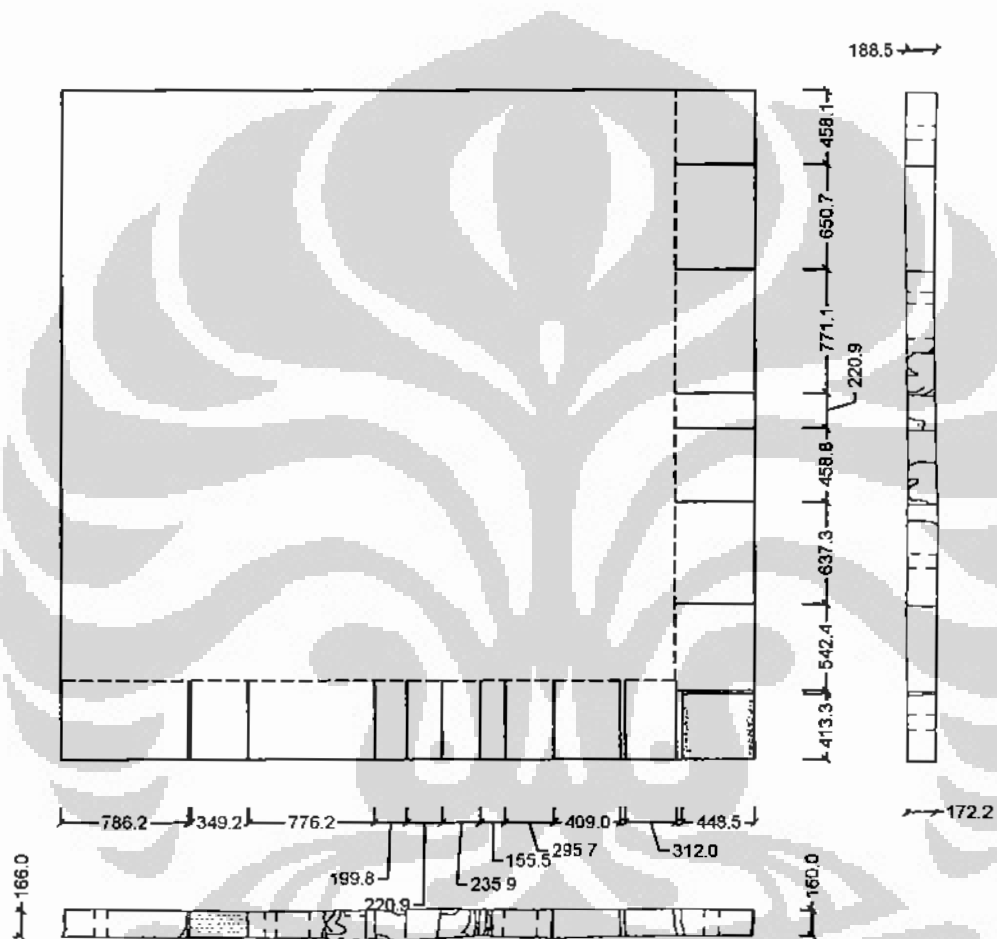
14/47Π

SKALA



KD 2008

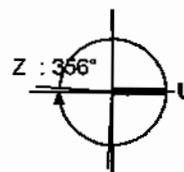
DATA BATU TEPI PADA SISI UTARA DAN TIMUR
(berdasarkan fotogrametri)



15/4717

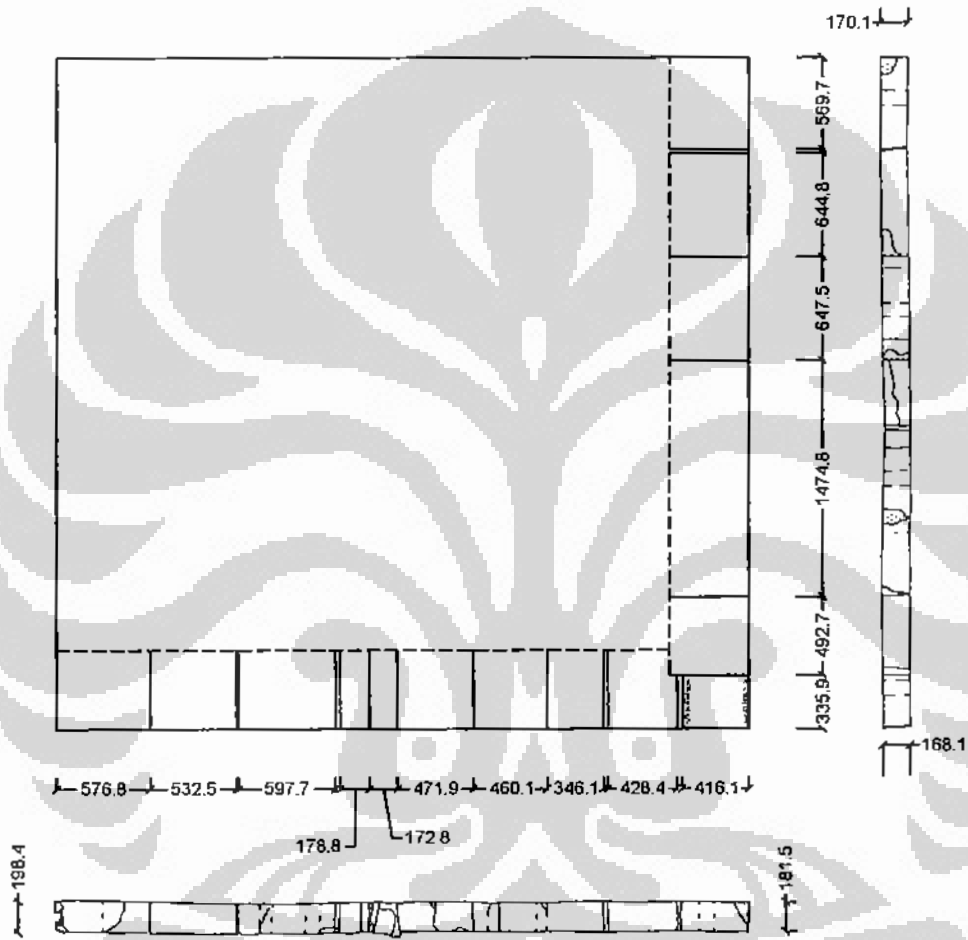
SKALA

0 1500 MM



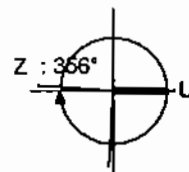
KD 2008

DATA BATU TEPI PADA SISI UTARA DAN TIMUR
(berdasarkan fotogrametri)



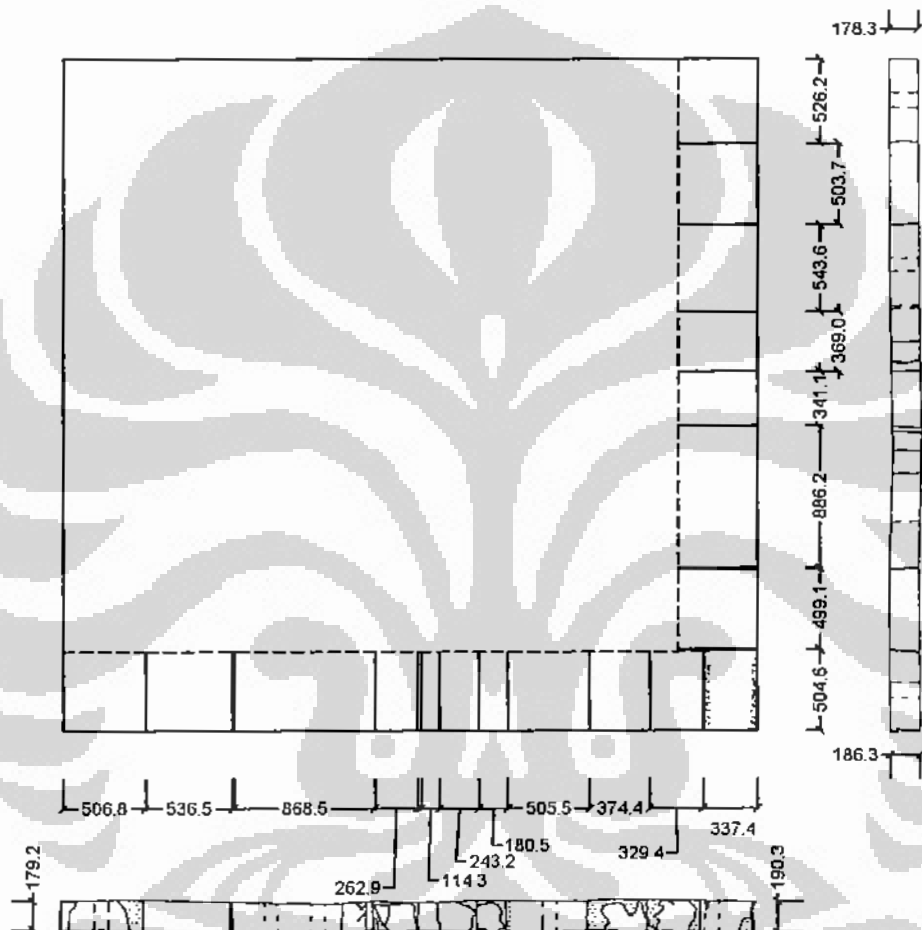
16/47/T

SKALA



KD 2008

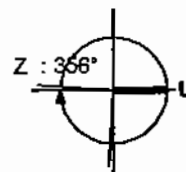
DATA BATU TEPI PADA SISI UTARA DAN TIMUR
(berdasarkan fotogrametri)



17/47π

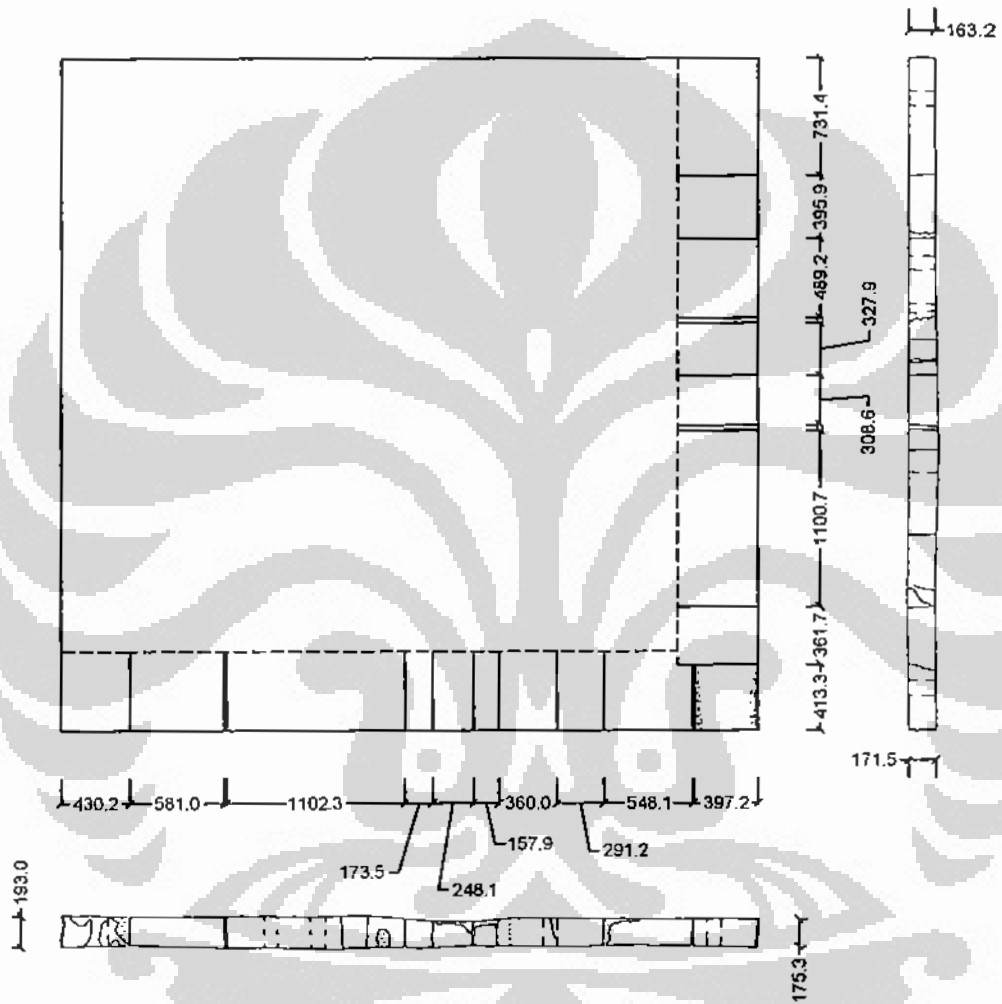
SKALA

0 1500 MM



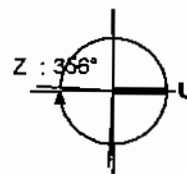
KD 2008

DATA BATU TEPI PADA SISI UTARA DAN TIMUR
(berdasarkan fotogrametri)



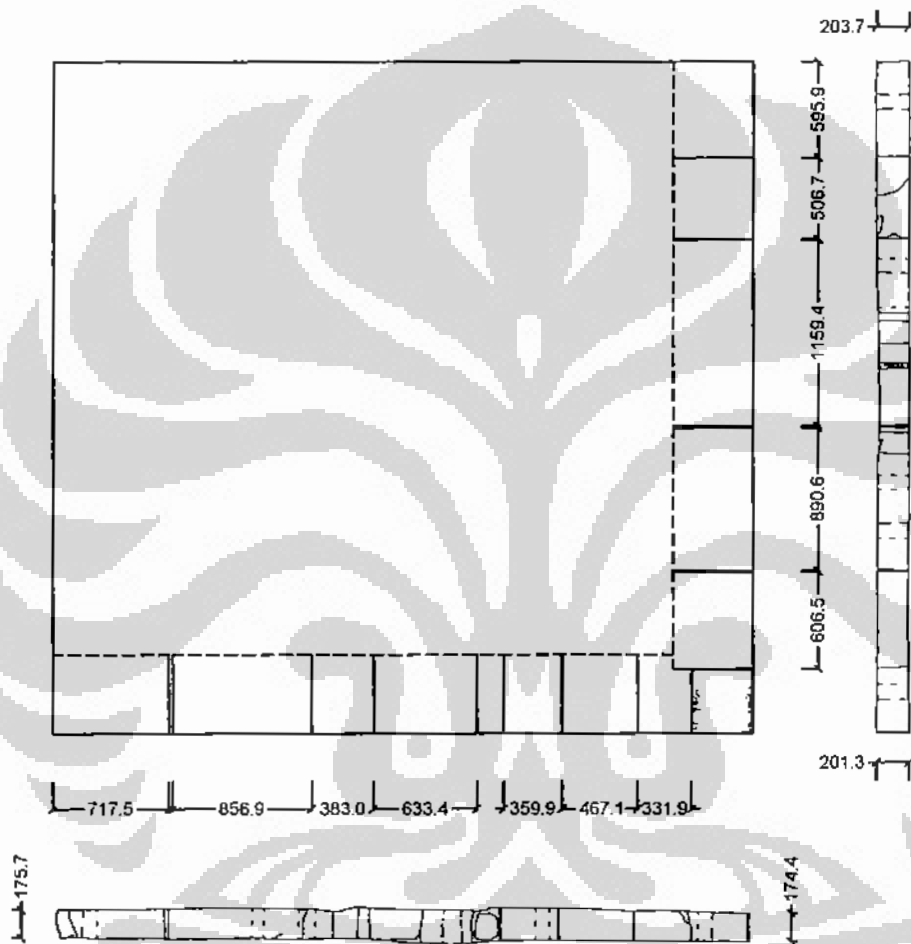
18/47T

SKALA



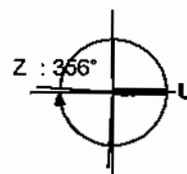
KD 2008

DATA BATU TEPI PADA SISI UTARA DAN TIMUR
(berdasarkan fotogrametri)



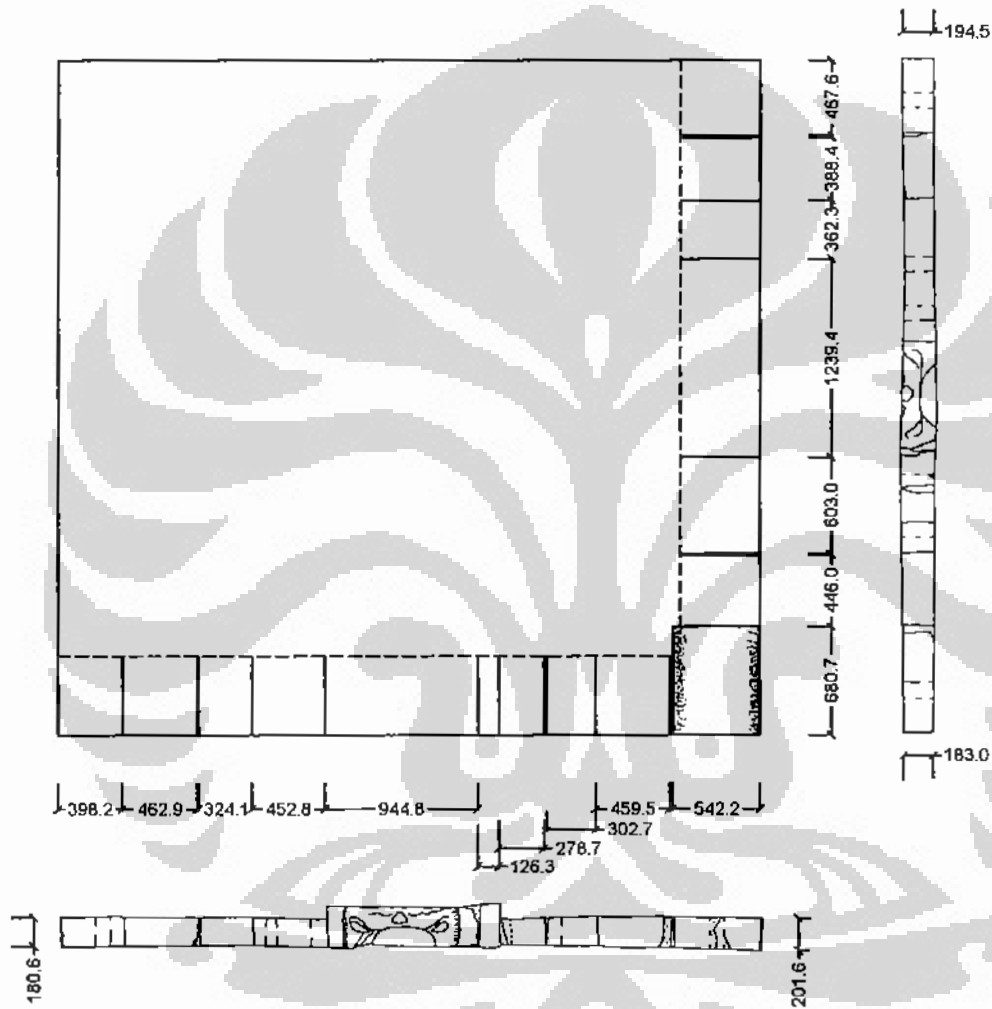
19/47T

SKALA



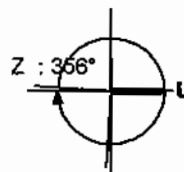
KD 2008

DATA BATU TEPI PADA SISI UTARA DAN TIMUR
(berdasarkan fotogrametri)



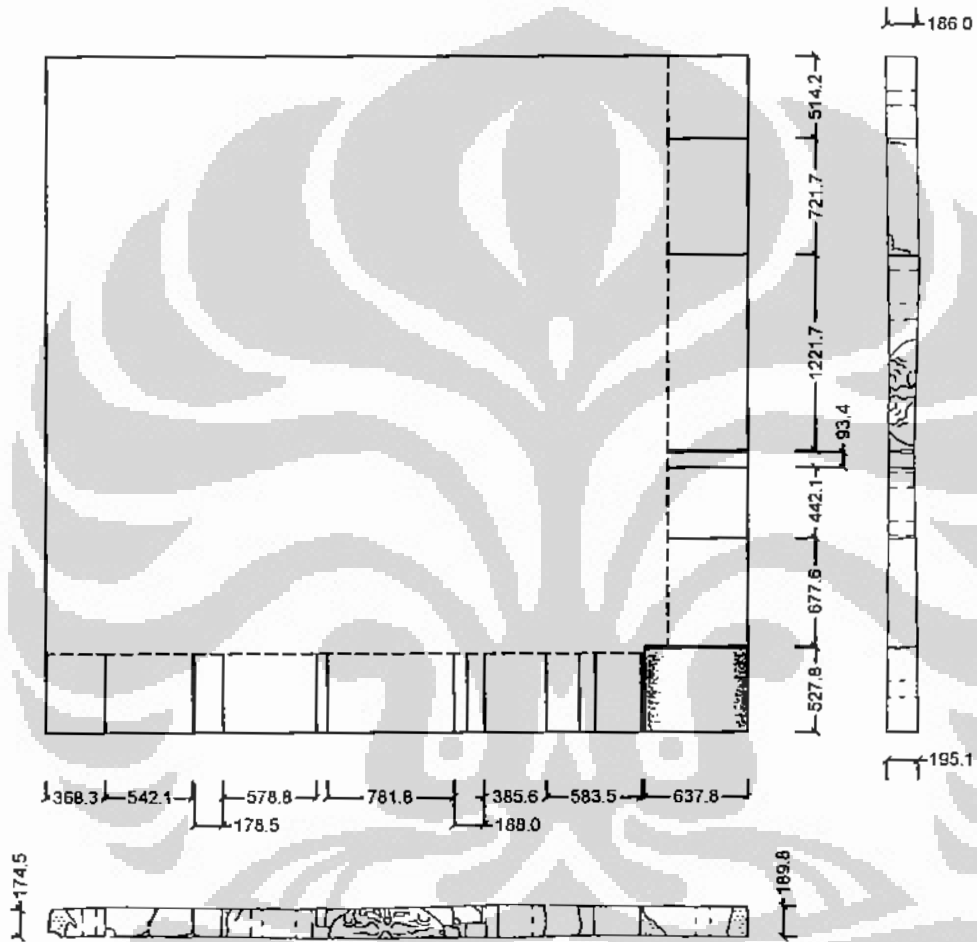
20/47/11

SKALA



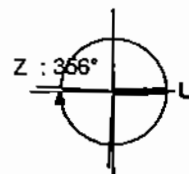
KD 2008

DATA BATU TEPI PADA SISI UTARA DAN TIMUR
(berdasarkan fotogrametri)



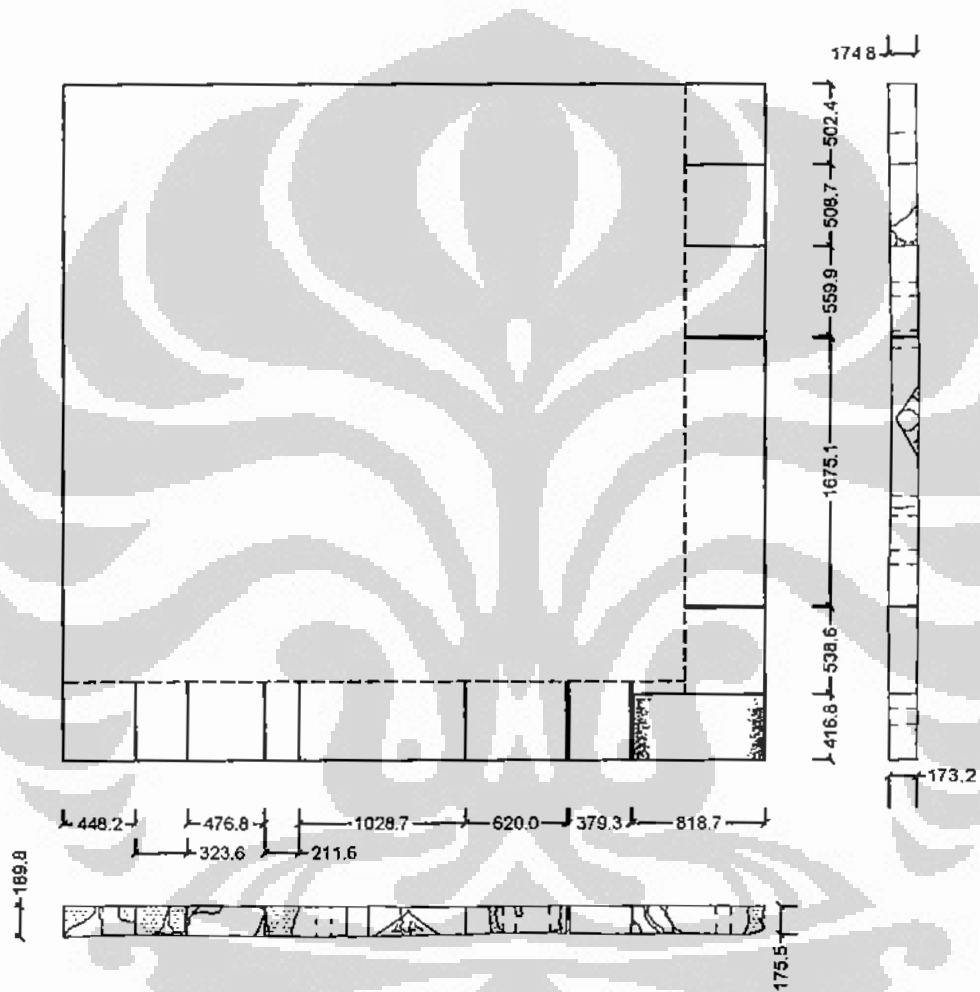
21/47π

SKALA



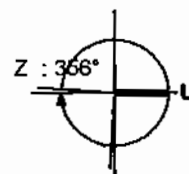
KD 2008

DATA BATU TEPI PADA SISI UTARA DAN TIMUR
(berdasarkan fotogrametri)



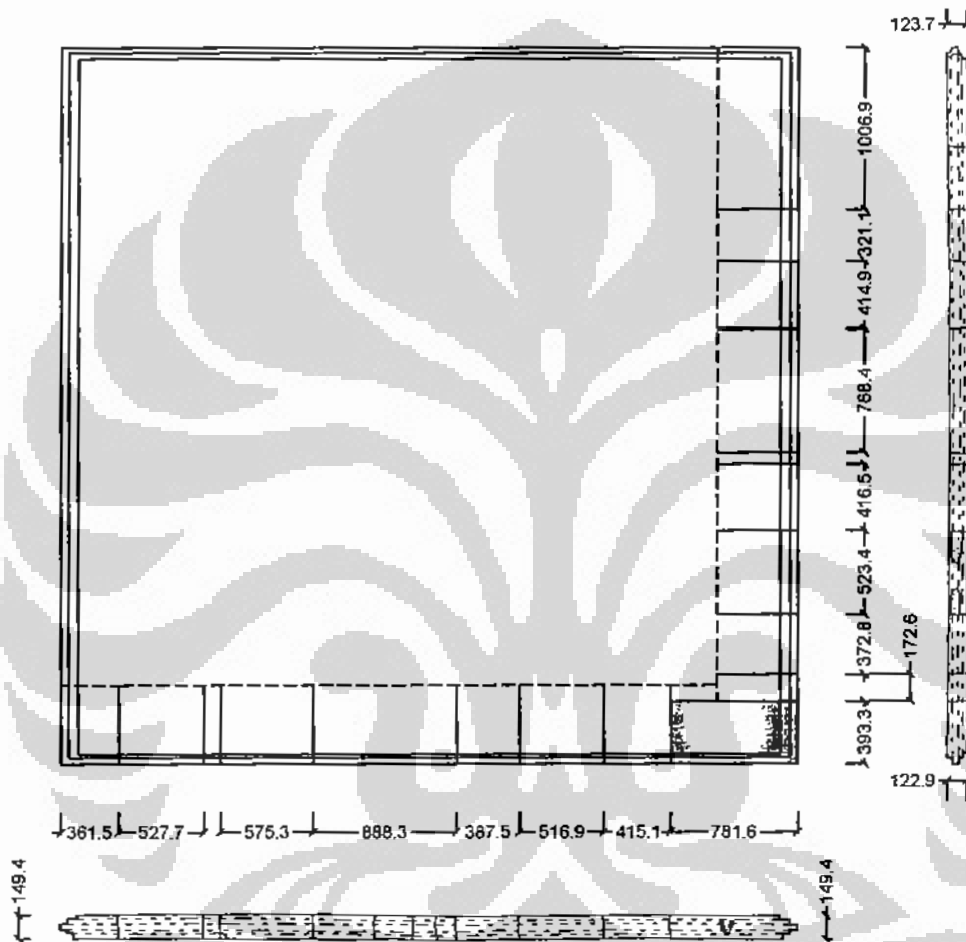
22/47IT

SKALA



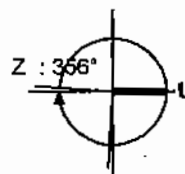
KD 2008

DATA BATU TEPI PADA SISI UTARA DAN TIMUR
(berdasarkan fotogrametri)



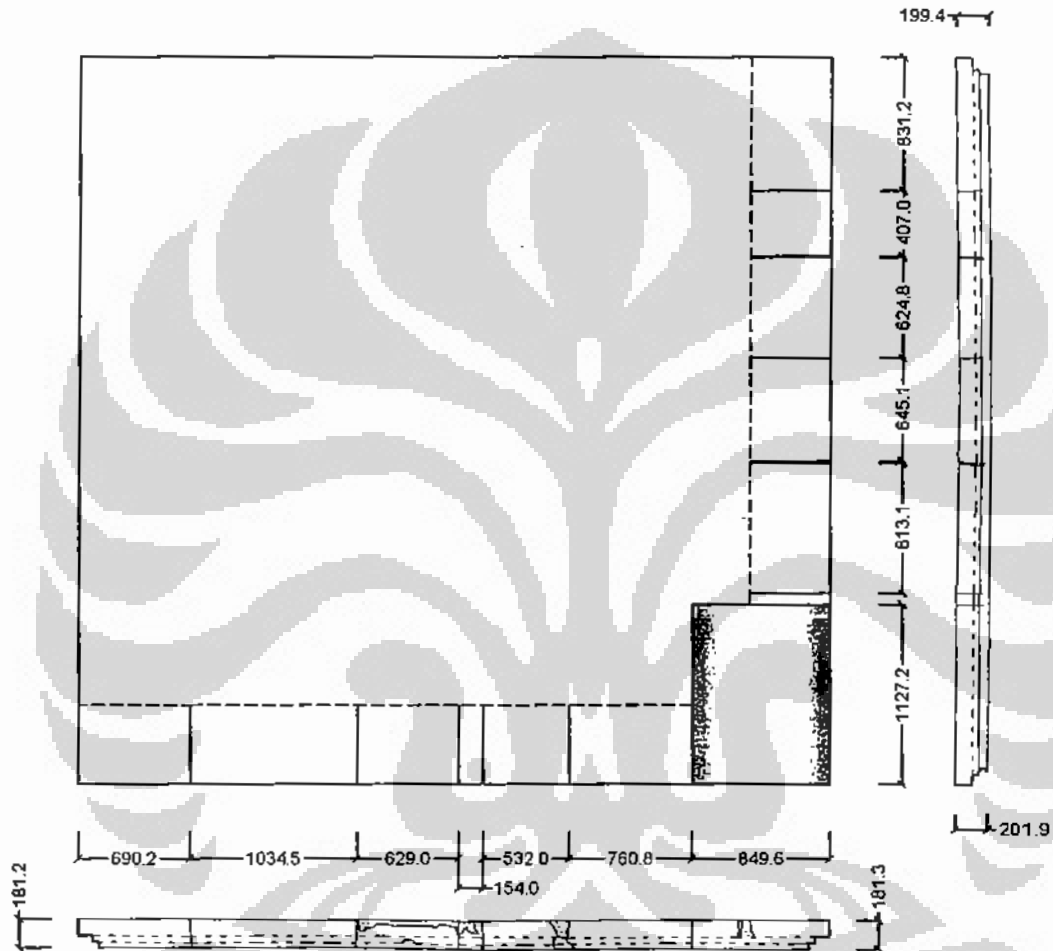
23/47Π

SKALA



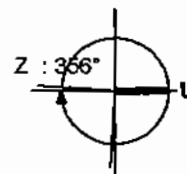
KO 2008

DATA BATU TEPI PADA SISI UTARA DAN TIMUR
(berdasarkan fotogrametri)



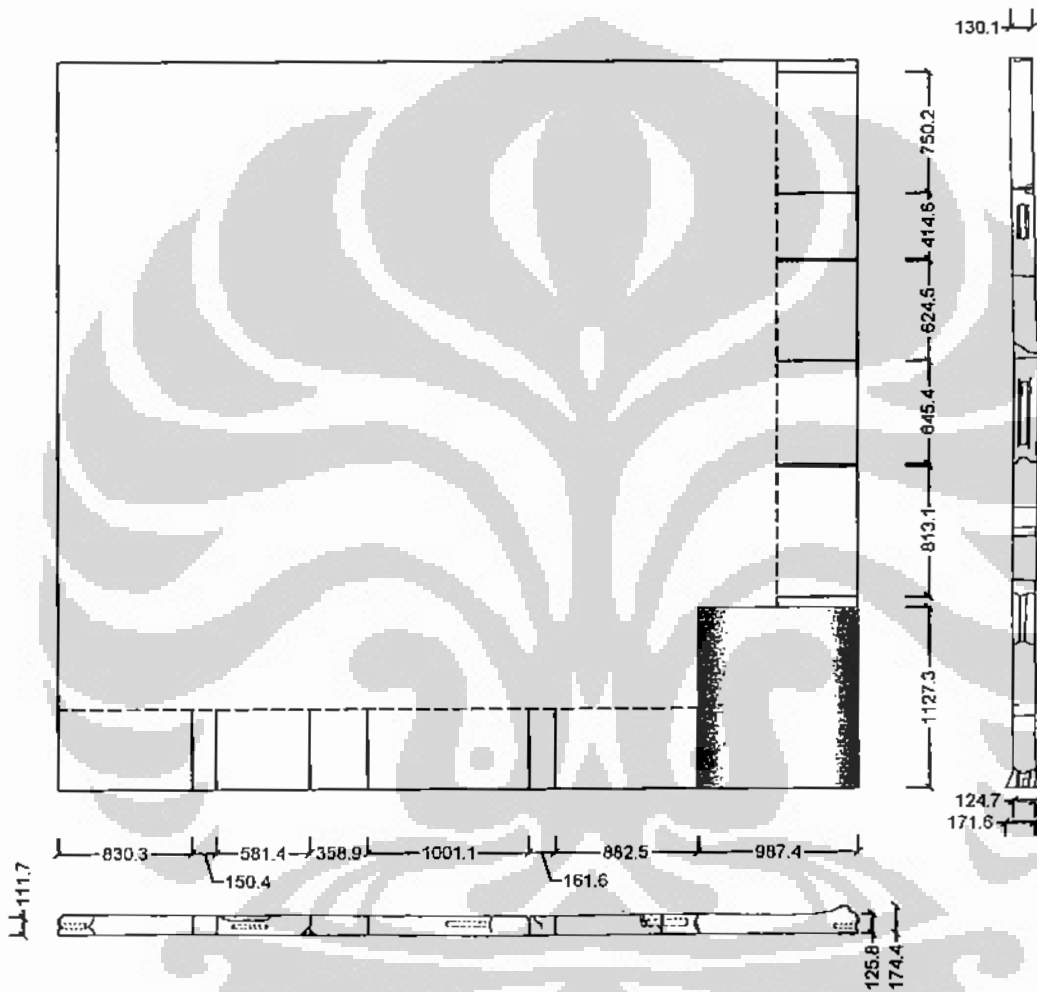
24/47π

SKALA



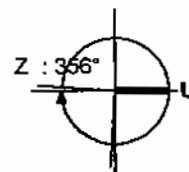
KD 2008

DATA BATU TEPI PADA SISI UTARA DAN TIMUR
(berdasarkan fotogrametri)



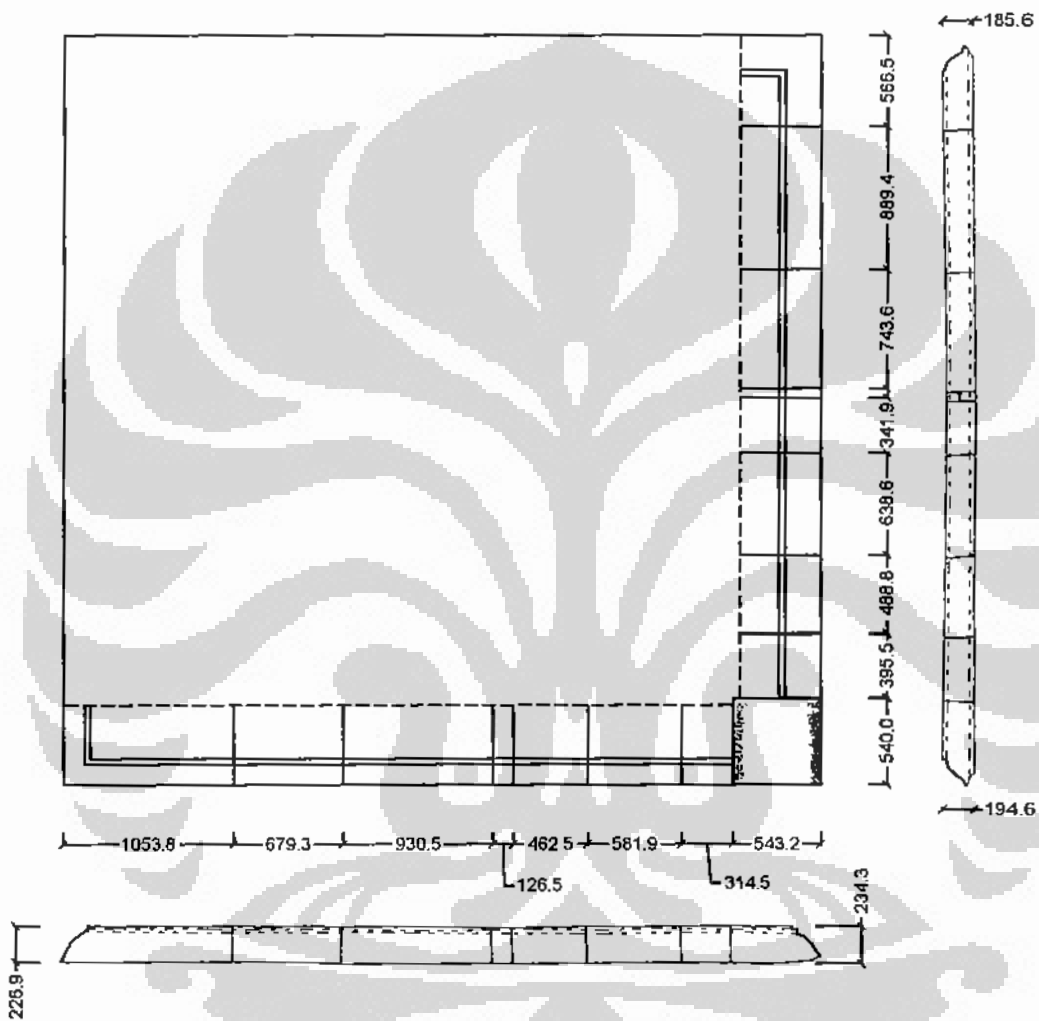
25/47/A

SKALA



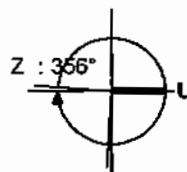
KD 2008

DATA BATU TEPI PADA SISI UTARA DAN TIMUR
(berdasarkan fotogrametri)



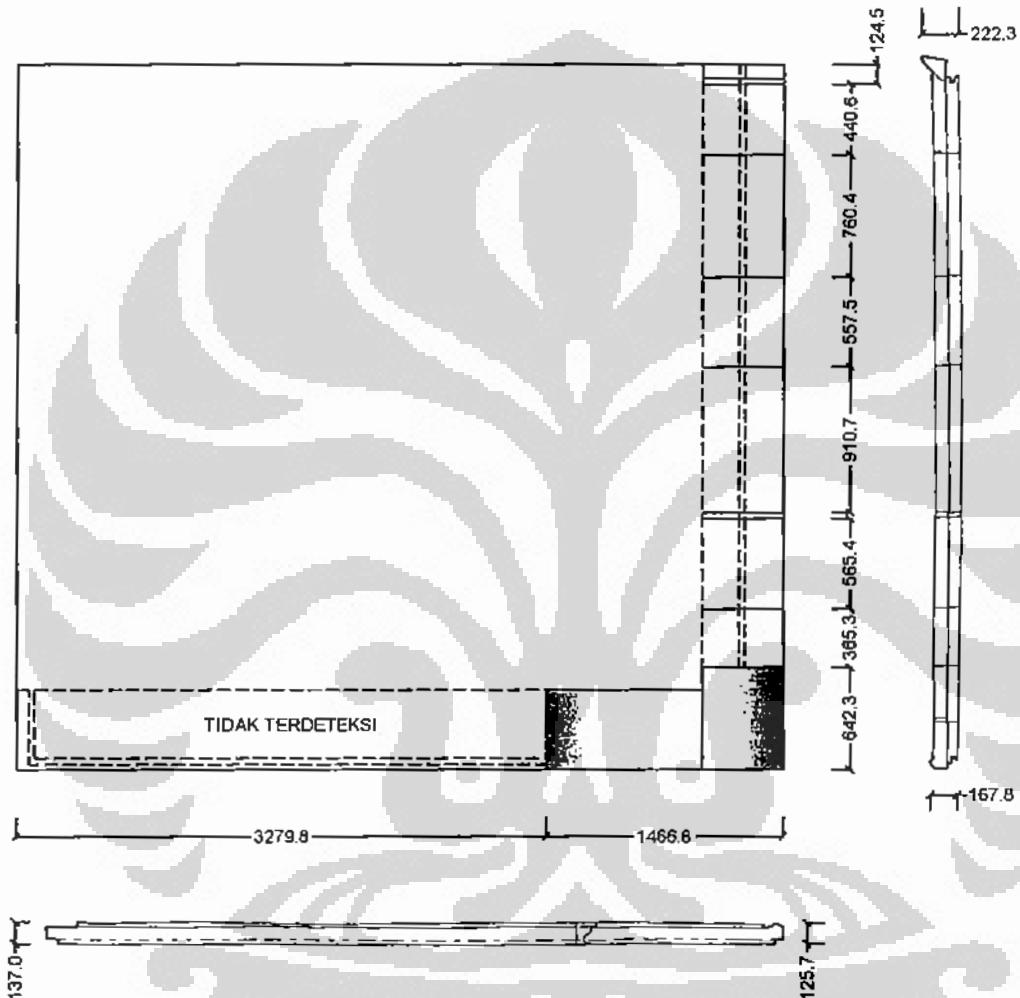
26/47/A

SKALA



KD 2008

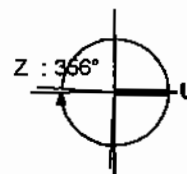
DATA BATU TEPI PADA SISI UTARA DAN TIMUR
(berdasarkan fotogrametri)



27/47/A

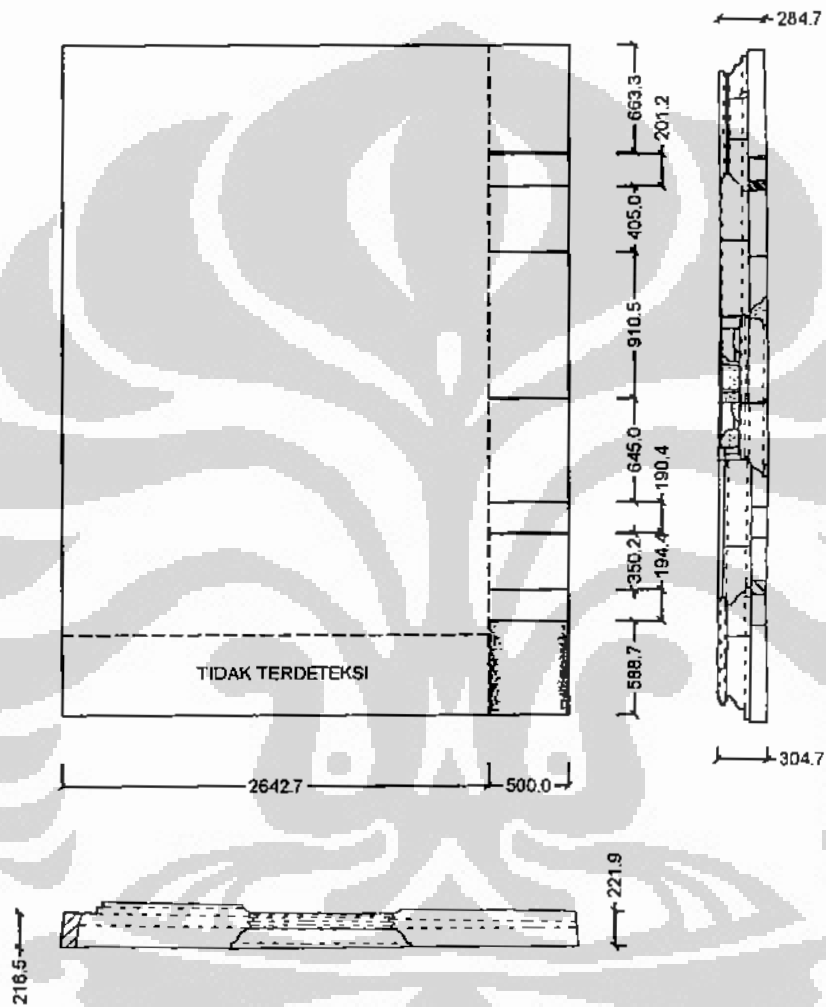
SKALA

0 1500 MM



KD 2008

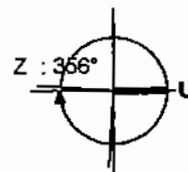
DATA BATU TEPI PADA SISI UTARA DAN TIMUR
(berdasarkan fotogrametri)



28/47/A

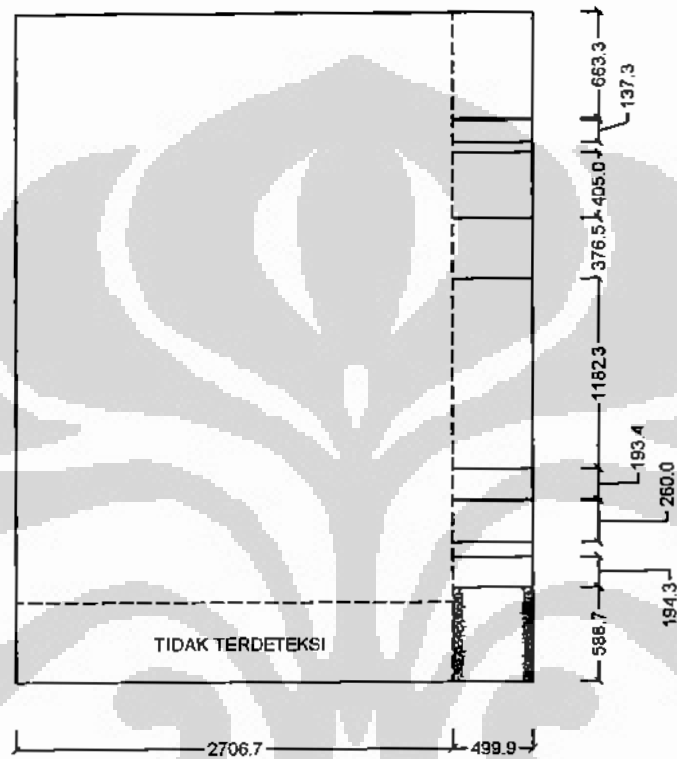
SKALA

0 1500 MM



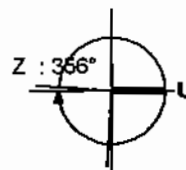
KD 2008

DATA BATU TEPI PADA SISI UTARA DAN TIMUR
(berdasarkan fotogrametri)



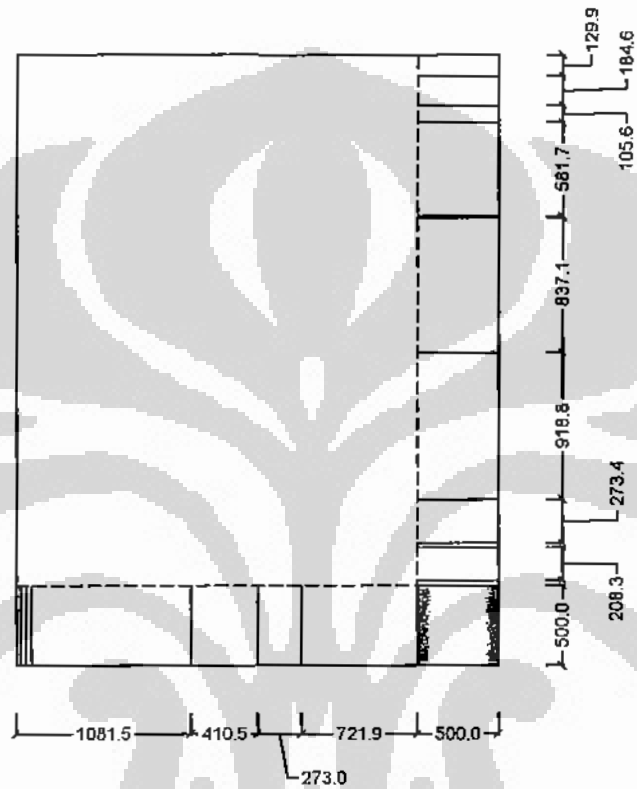
29/47/A

SKALA



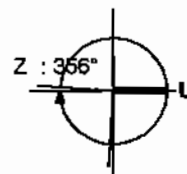
KD 2008

DATA BATU TEPI PADA SISI UTARA DAN TIMUR
(berdasarkan fotogrametri)



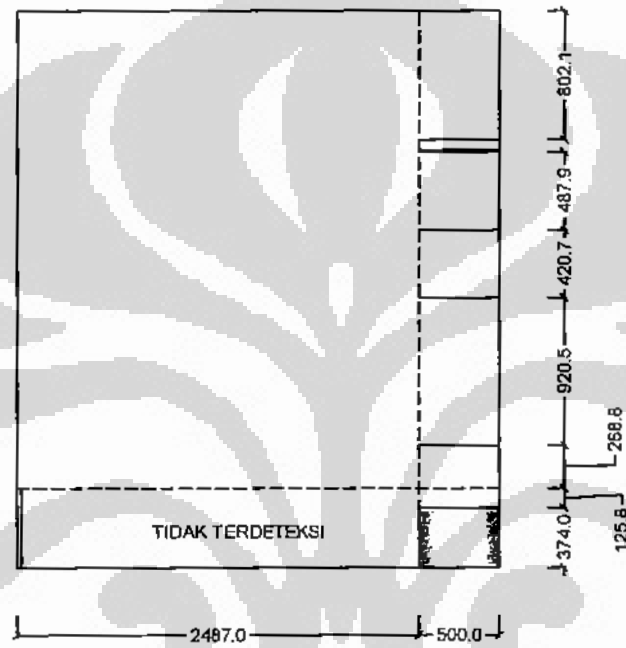
30/47/A

SKALA



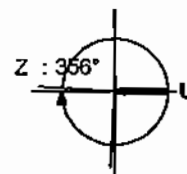
KD 2008

DATA BATU TEPI PADA SISI UTARA DAN TIMUR
(berdasarkan fotogrametri)



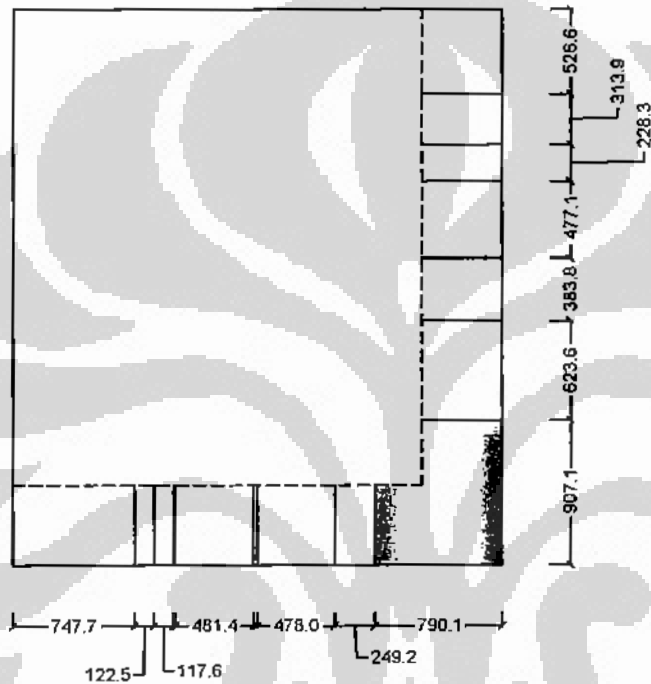
31/47/A

SKALA



KD 2008

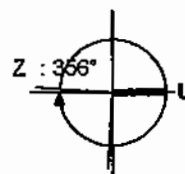
DATA BATU TEPI PADA SISI UTARA DAN TIMUR
(berdasarkan fotogrametri)



32/47/A

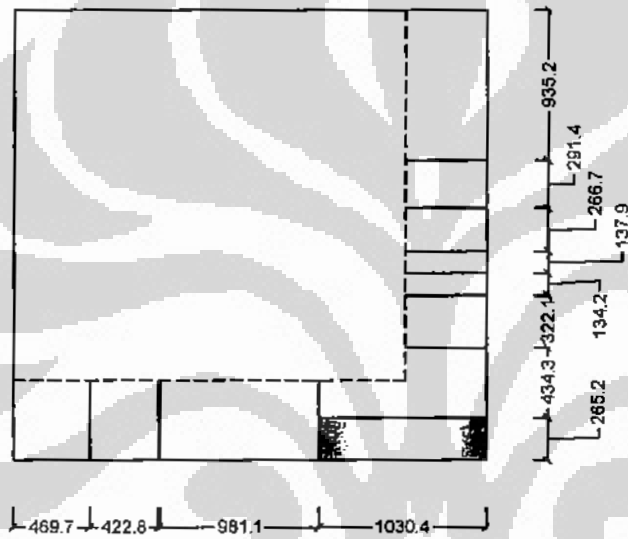
SKALA

0 1500 MM



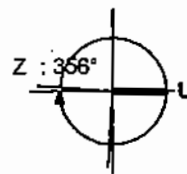
KD 2008

DATA BATU TEPI PADA SISI UTARA DAN TIMUR
(berdasarkan fotogrametri)



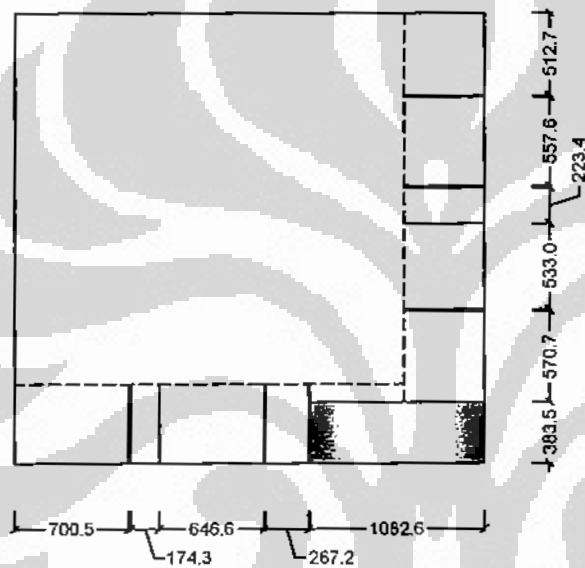
33/47/A

SKALA



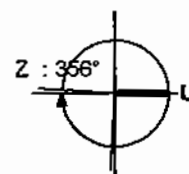
KD 2008

DATA BATU TEPI PADA SISI UTARA DAN TIMUR
(berdasarkan fotogrametri)



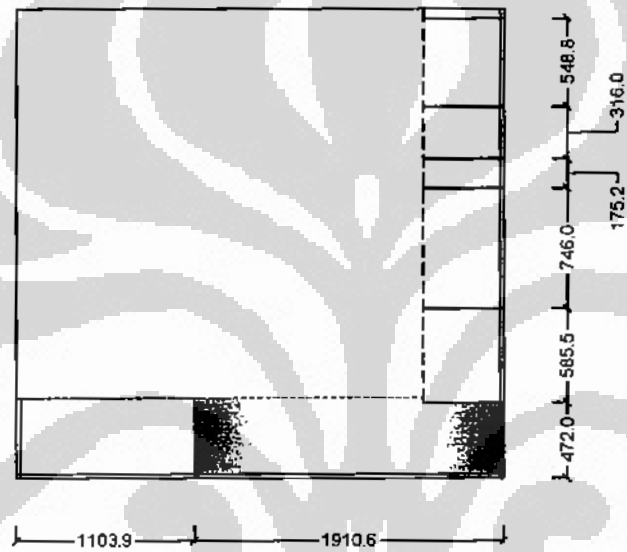
34/47/A

SKALA



KD 2008

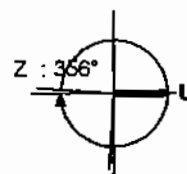
DATA BATU TEPI PADA SISI UTARA DAN TIMUR
(berdasarkan fotogrametri)



35/47/A

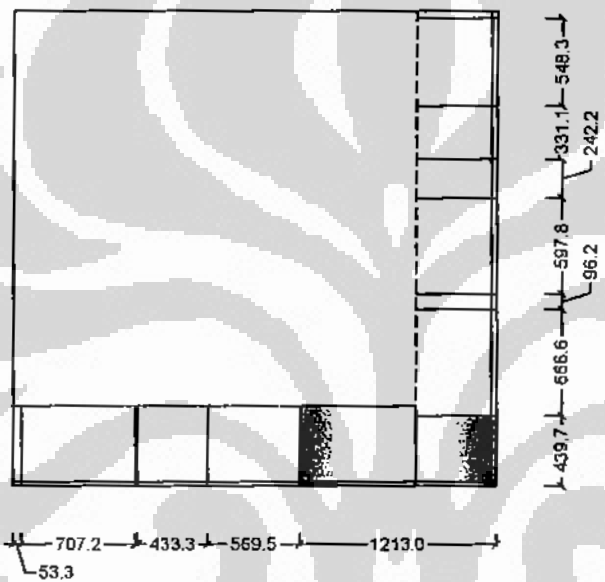
SKALA

0 1500 MM



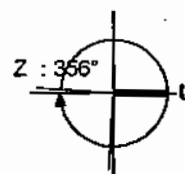
KD 2008

DATA BATU TEPI PADA SISI UTARA DAN TIMUR
(berdasarkan fotogrametri)



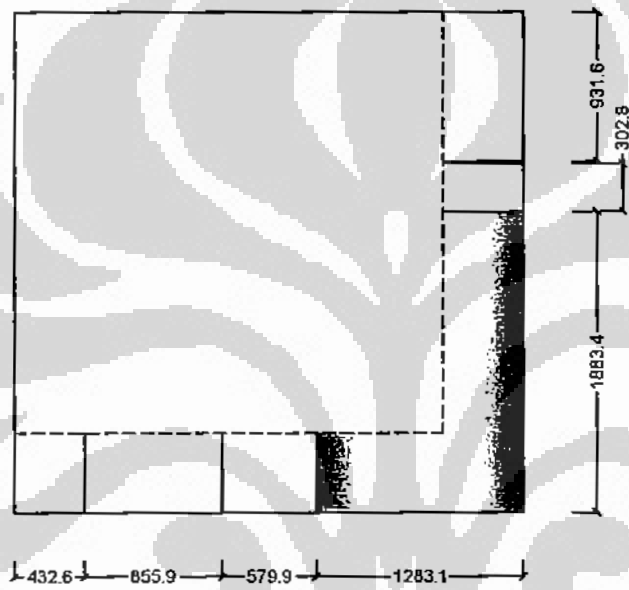
36/47/A

SKALA



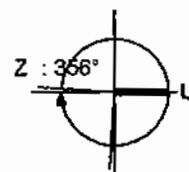
KD 2008

DATA BATU TEPI PADA SISI UTARA DAN TIMUR
(berdasarkan fotogrametri)



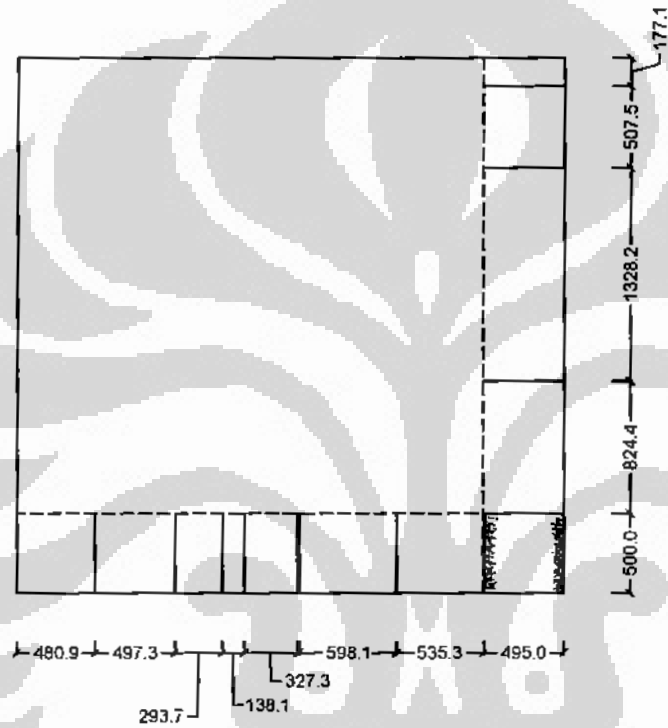
37/47/A

SKALA



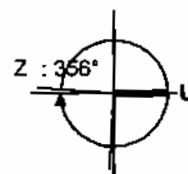
KD 2008

DATA BATU TEPI PADA SISI UTARA DAN TIMUR
(berdasarkan fotogrametri)



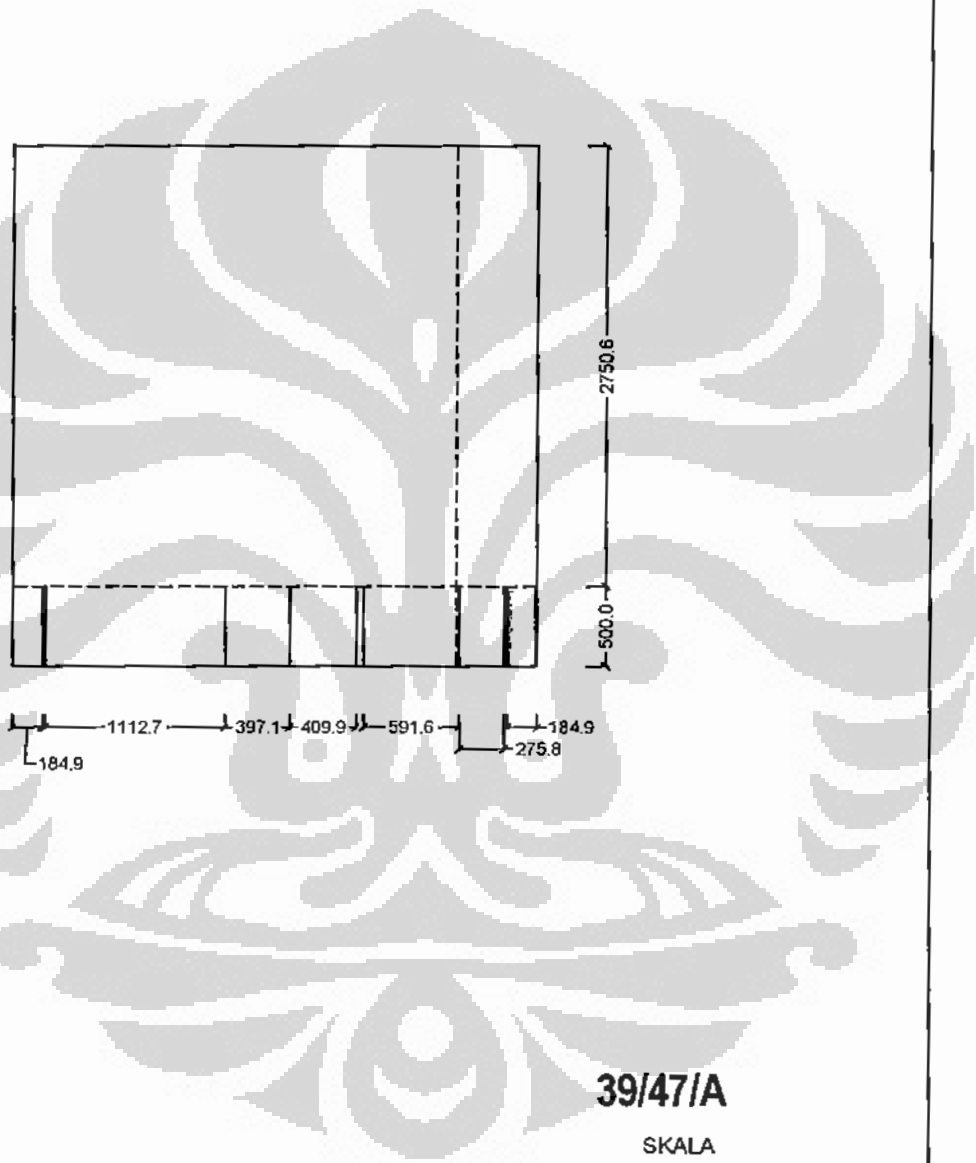
38/47/A

SKALA



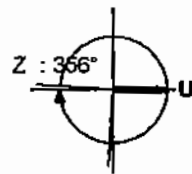
KD 2008

DATA BATU TEPI PADA SISI UTARA DAN TIMUR
(berdasarkan fotogrametri)



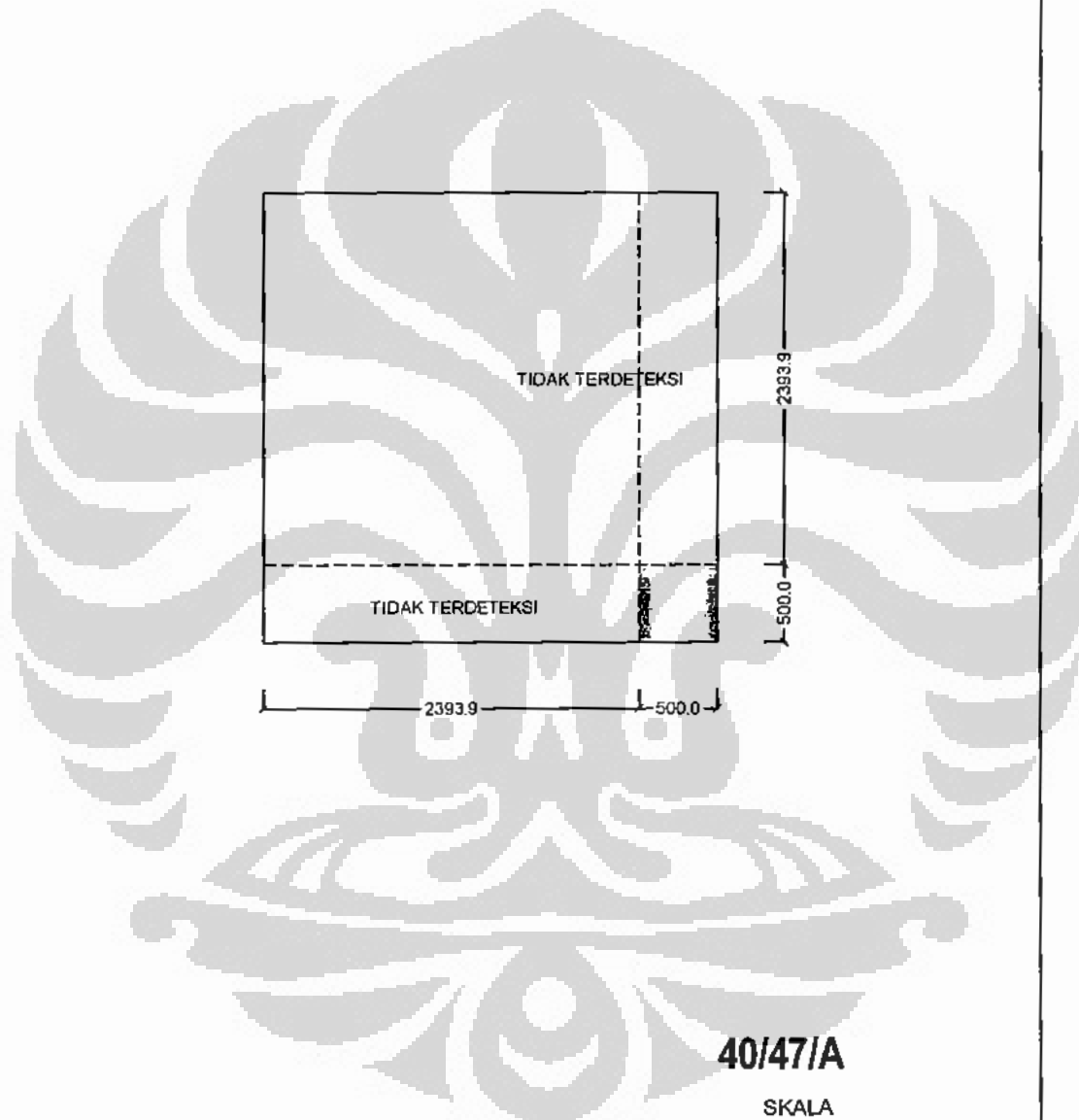
39/47/A

SKALA



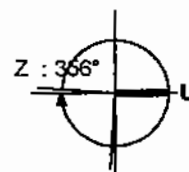
KD 2008

DATA BATU TEPI PADA SISI UTARA DAN TIMUR
(berdasarkan fotogrametri)



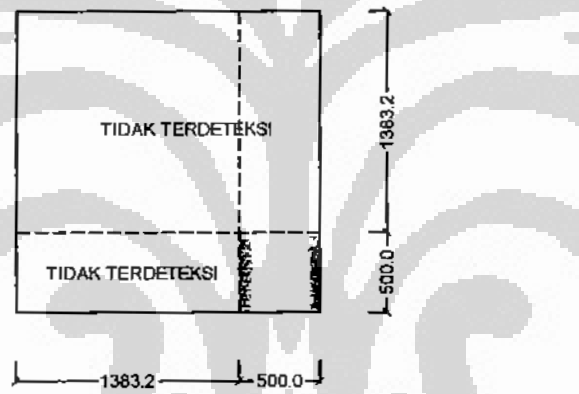
40/47/A

SKALA



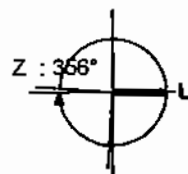
KD 2008

DATA BATU TEPI PADA SISI UTARA DAN TIMUR
(berdasarkan fotogrametri)



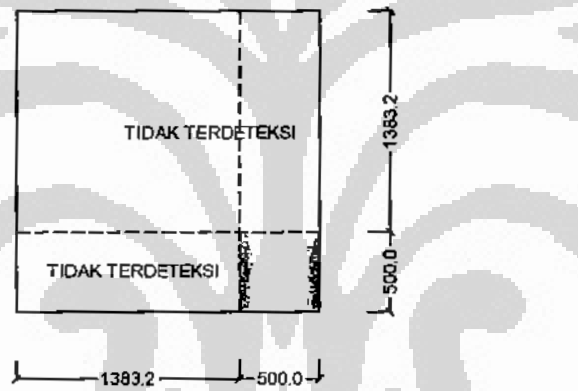
41/47/A

SKALA



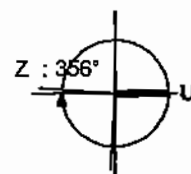
KD 2008

DATA BATU TEPI PADA SISI UTARA DAN TIMUR
(berdasarkan fotogrametri)



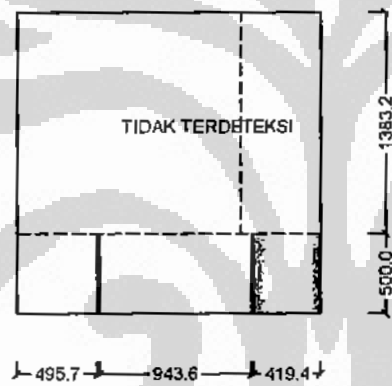
42/47/A

SKALA



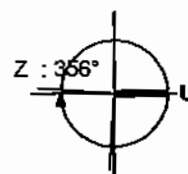
KD 2008

DATA BATU TEPI PADA SISI UTARA DAN TIMUR
(berdasarkan fotogrametri)



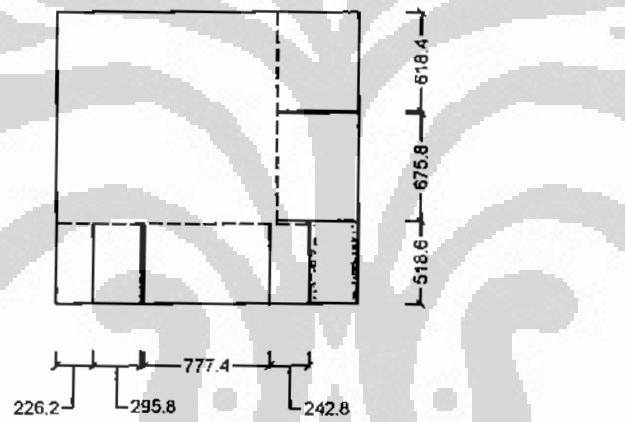
43/47/A

SKALA



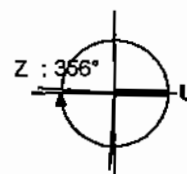
KD 2008

DATA BATU TEPI PADA SISI UTARA DAN TIMUR
(berdasarkan fotogrametri)



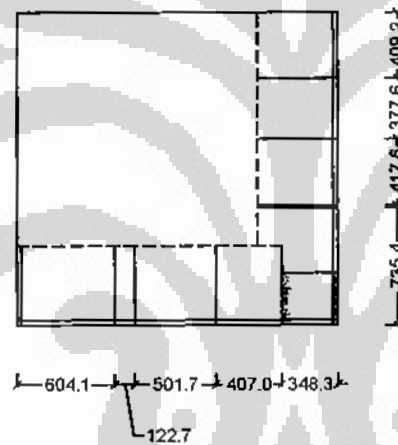
44/47/A

SKALA



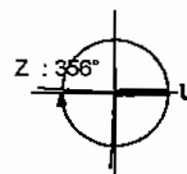
KD 2008

DATA BATU TEPI PADA SISI UTARA DAN TIMUR
(berdasarkan fotogrametri)



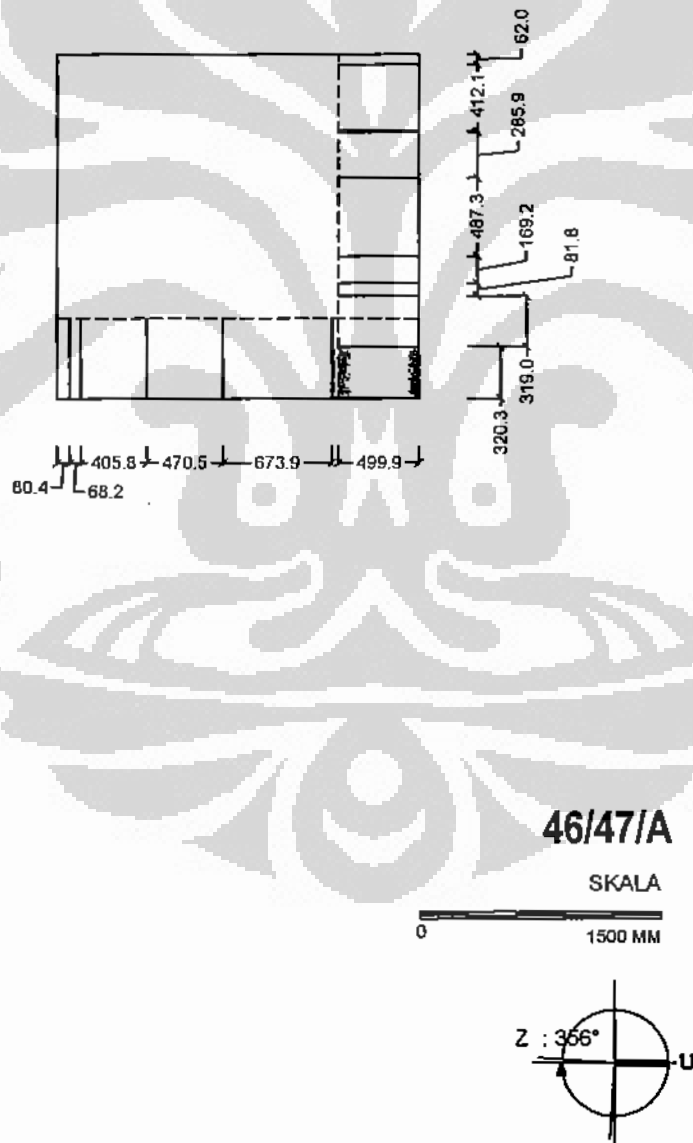
45/47/A

SKALA



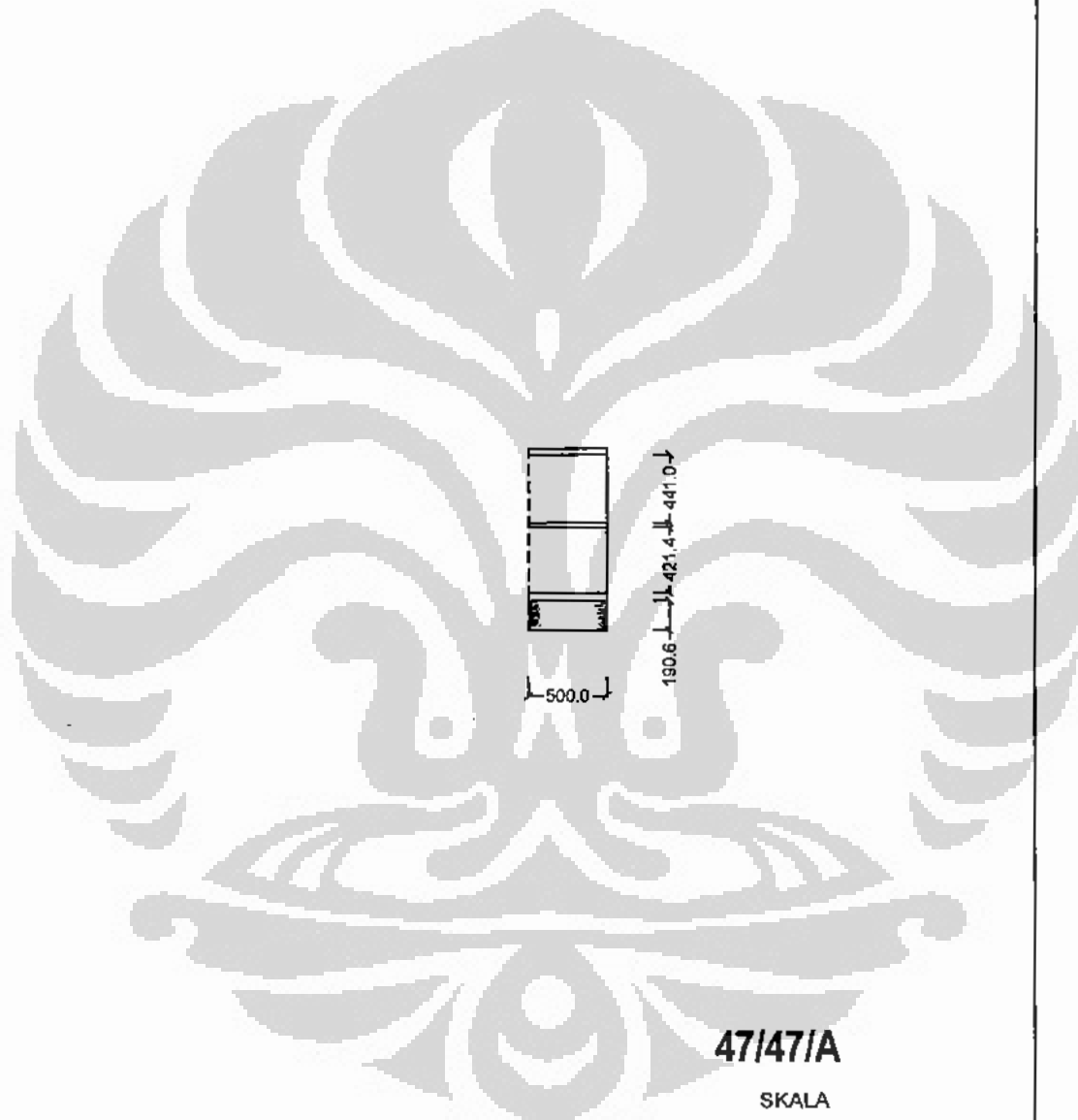
KD 2008

DATA BATU TEPI PADA SISI UTARA DAN TIMUR
(berdasarkan fotogrametri)



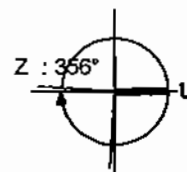
KD 2008

DATA BATU TEPI PADA SISI UTARA DAN TIMUR
(berdasarkan fotogrametri)



47/47/A

SKALA



KD 2008

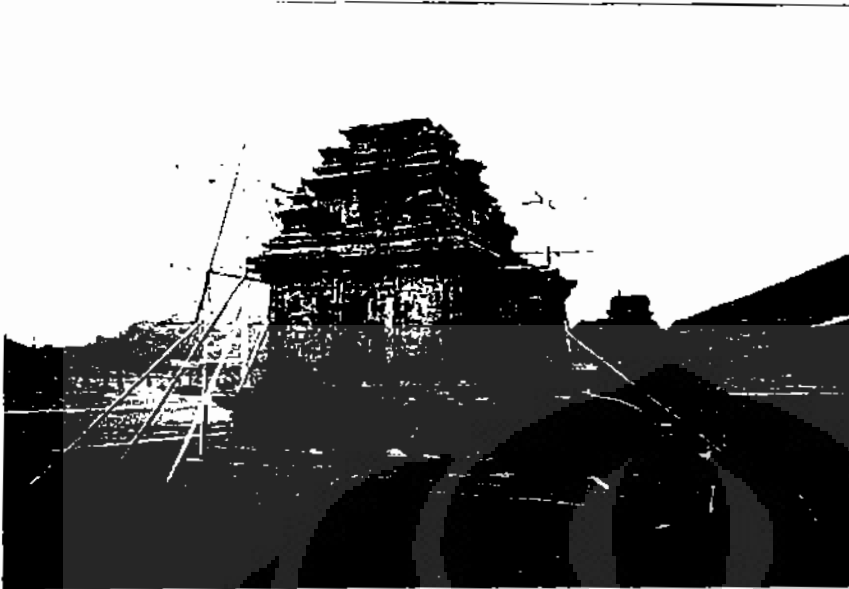


Foto 1:
Kondisi Candi Arjuna pada saat pra restorasi 2005, tampak pemasangan perancah kayu (*scaffolding*) pada pekerjaan persiapan.



Foto 2:
Kondisi batu pada atap candi saat dilakukan restorasi. Para tukang menggunakan alat tatah batu (*iw:betel*) untuk memberikan kode batu dan melepaskan masing-masing bilah batu karena kondisinya telah lengket karena faktor alam, seperti kotoran tanah, lumut, jamur.

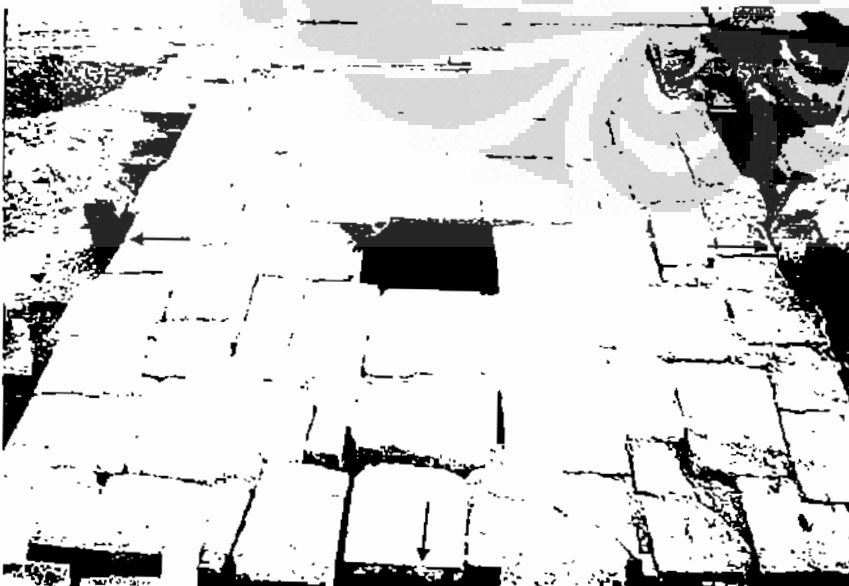


Foto 3:
Susunan batu pada bagian atap candi. Terlihat hiasan ratna atau miniatur candi pada sudut-sudut tepi atap candi. Perhatikan pemasangan relung hiasan pada atap candi; relung diletakkan pada susunan batu atap yang telah diberi tekukan (*sponing*) supaya relung tidak bergeser kesamping (tanda panah).

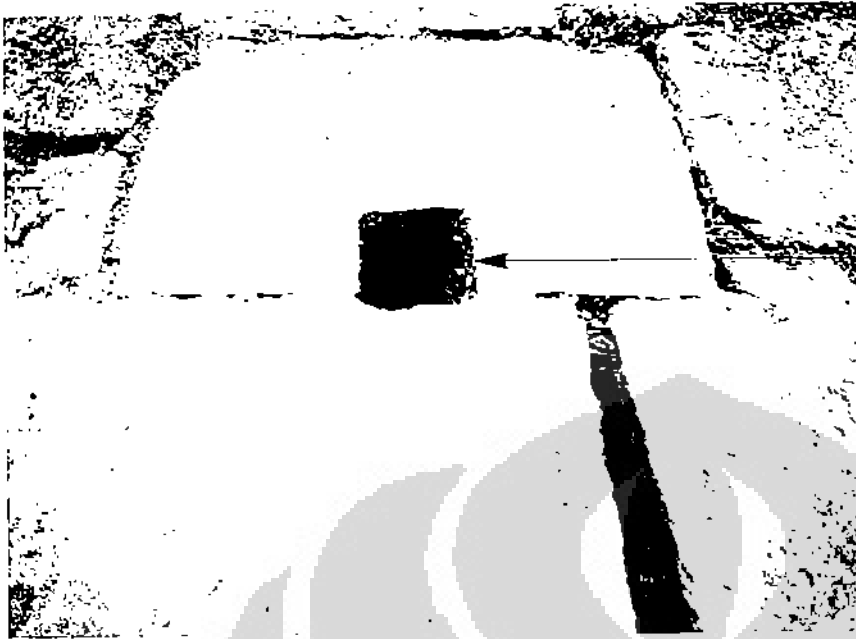
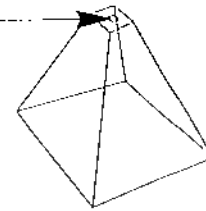


Foto 4:
Batu pengisi pada susunan batu atap, lubang tengah adalah titik pusat dimana garis 'jurai dalam' sungkup bertemu.



bagian dalam sungkup



Foto 5:

Bagian tubuh Candi Arjuna, 2006-2007.

Pekerjaan anastilosis, adalah suatu sistem dalam sebuah kegiatan restorasi (rekonstruksi) dalam arkeologi yang meliputi kegiatan pembongkaran, penyusunan dan pemasangan kembali elemen-elemen yang ada pada suatu artefak.

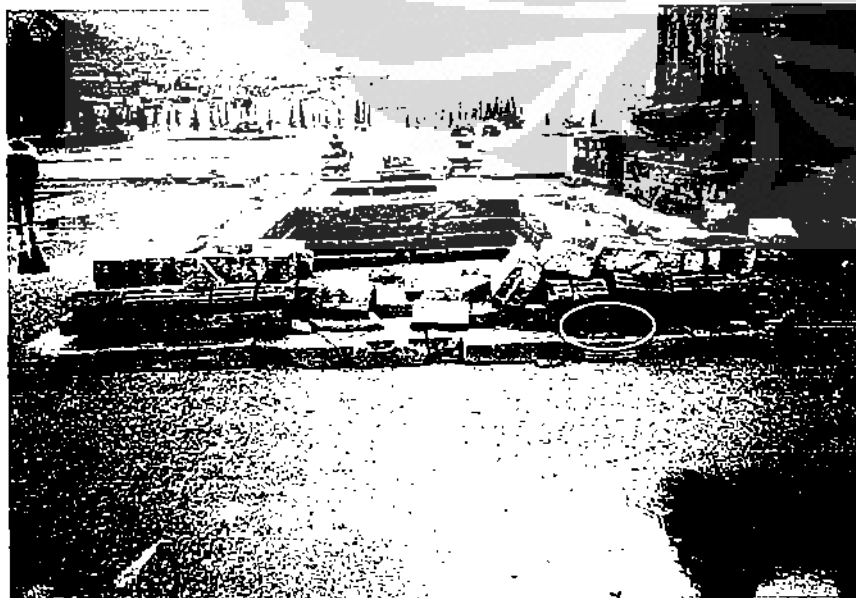


Foto 6:
Bagian atap Candi Arjuna.

Coak (purus); adalah sistem konstruksi untuk memasang hiasan antefix tengah. Sistem ini juga dipakai di Candi Arjuna. Sedangkan untuk antefix sudut bahan yang digunakan *monolith* dengan batu tepi.

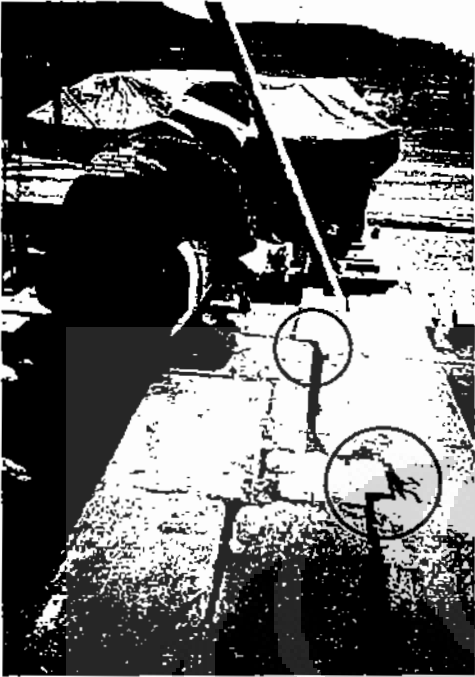


Foto 7:
Sebelum batu diturunkan terlebih dahulu dibersihkan secukupnya dan diberi tanda untuk memudahkan pemasangan kembali pada posisi semula.

Pemasangan batu yang berbentuk khusus, sangat beralasan sebagai batu pengunci dalam sebuah sistem struktur; yakni mencegah batu bergeser dari tempat yang telah direncanakan.



Foto 8:
Proses penurunan bilah-bilah batu dari atap candi, kotoran yang mengendap selama puluhan bahkan ratusan tahun silam, turut menyebabkan degradasi bahan penyusun.

Coakan (lingkaran) tempat purus hiasan antefix dipasang; merupakan jenis sambungan yang banyak ditemui di bangunan candi di Jawa.



Foto 9:
Konstruksi bentuk Portal.

Batu besar berfungsi sebagai balok (*beam*); hal ini terjadi karena ada ruang dibawahnya yang digunakan untuk masuk dan keluar (pada pintu candi).

1. Sebagai penumpu batu di atasnya.
2. Sebagai penguat antar dinding di kiri dan kanannya, perhatikan bentuk batuyang menonjol ke bawah, berfungsi menyalurkan gaya ke dinding candi. (bdk. sebuah bentuk konstruksi jembatan).

KD 2008



Foto 10:
Kondisi akhir sebelum restorasi bilik candi, lengkap dengan yoni.

Kotak tengah berukuran 2,25 x 2,25 mtr tidak terdapat susunan batu pengisi namun hanya terdiri dari galian yang berisi tanah halus, batu, dan pasir (batu seperti gambar no. 12).



Foto 11:
Batu pengisi di bawah lantai bilik candi terlihat melesak ke bawah. Penurunan struktur akibat penurunan tanah.



Foto 12:
Batu padas pengisi galian di bawah lingga dan yoni. Disamping batu padas galian tersebut diisi dengan tanah dan pasir.

**Foto 13:**

Terlihat perbedaan jenis batu yang digunakan sebagai struktur penahan beban berat dan sedang. Bagian dalam menggunakan batu padas yang memiliki kekerasan lebih kecil dibanding batu andesit.

Secara teknis hal ini dapat dipahami karena beban pada bidang tersebut tidak memerlukan pondasi yang kuat.

**Foto 14:**

Proses pembersihan dan pengkodean masing-masing bilah batu pada bagian permukaan lantai bilik candi sebelum batu dibongkar untuk proses restorasi.

**Foto 15:**

Proses pembersihan dan pengkodean masing-masing bilah batu, sebelum batu dibongkar untuk proses restorasi.



Foto 16:
Kondisi campuran tanah, batu dan pasir sebelum dibersihkan, nampak teronggok keluar permukaan saat batu pengisi di sampingnya dibongkar.



Foto 17:
Setelah pekerjaan *substructure* selesai, pekerjaan pemasangan batu untuk struktur kaki candi dilakukan. Dapat dilihat pada lapis III, pihak konservator melakukan pembuatan *concrete slab*, yakni pembuatan struktur penahan beban merata dengan menggunakan konstruksi beton bertulang.



Foto 18:
Wiremesh (jaring kawat), keadaan sebelum pengecoran. Anyaman besi berfungsi sebagai penahan gaya tarik pada saat terbebani, sedangkan beton berfungsi penahan gaya tekan pada saat terbebani.



Foto 19:
Kondisi dasar fondasi candi bagian tengah terletak -1,90 mtr, terdapat sumber air yang selalu menggenangi galian. Tampak lubang adalah (menurut penuturan para ahli batu) bekas galian yang digunakan oleh para pemburu harta karun bawah candi (peripih, dll.)

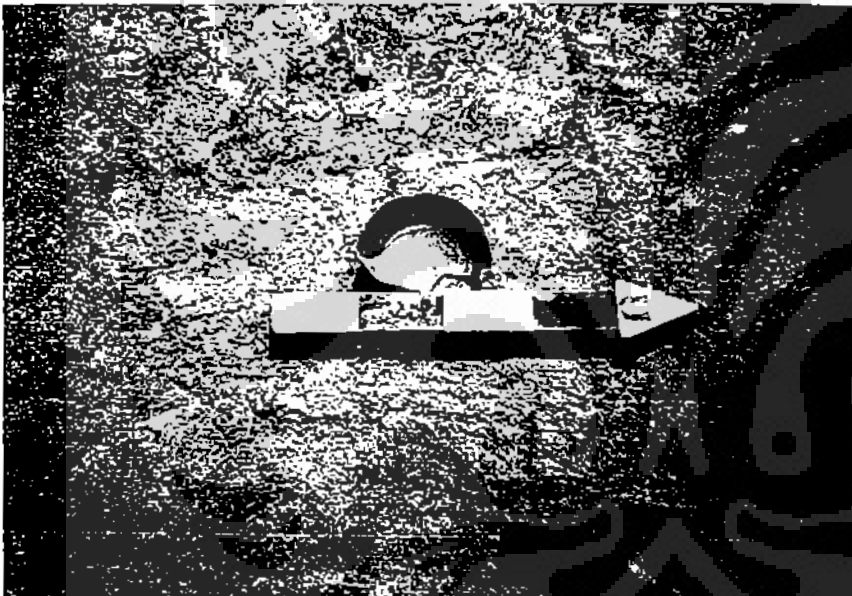


Foto 20:
Temuan berupa fragmentasi wadah yang terbuat dari bahan tanah liat.



Foto 21:
Temuan tersebut (foto 20) ditemukan di bagian barat galian fondasi tengah.



Foto 22:
Letak tangga dan pintu candi: Sisi barat candi adalah sisi dimana tangga dan pintu candi diletakkan; tampak batu perata (alas batu) sebagai penumpu anak tangga yang akan disusun setelah kaki candi selesai dikonstruksi.



Foto 23:
Meletakkan batu yoni pada alas batu yang telah disiapkan terlebih dahulu.



Foto 24:
Semakin ke atas susunan batu tentu mempunyai resiko terhadap kestabilan dan kekokohan. Nampak para pekerja memasang batu kemudian mengisi siar dengan campuran pasir semen sebagaimana layaknya memasang batu bata pada dinding bangunan sekarang.



Foto 25:
Mengganti batu yang telah rusak dengan bahan batu andesit yang baru.



Foto 26:
Proses penyusunan batu dinding pada tubuh candi.



Foto 27:
Proses pembuatan struktur tambahan berupa *ring balk* beton bertulang, terletak melingkari candi, persis pada ketinggian di atas pintu candi.

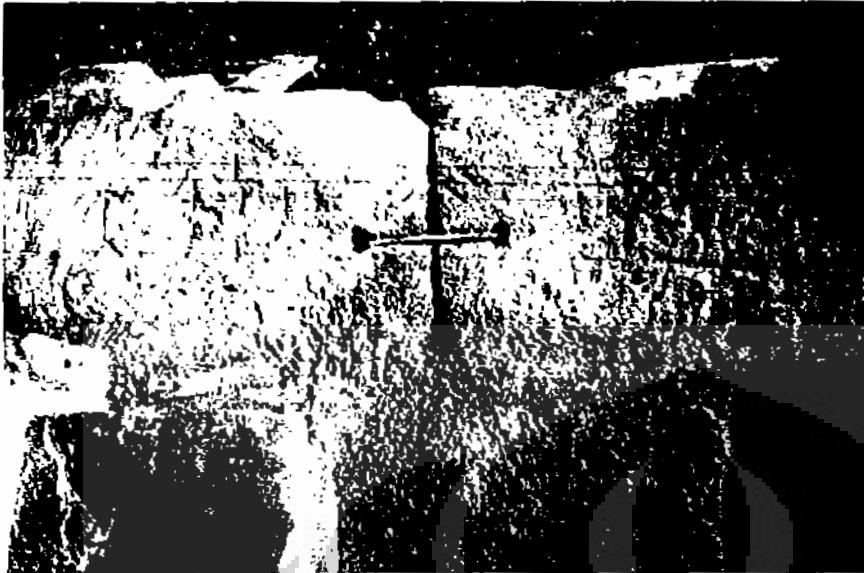


Foto 28:
Memperkuat kaitan antara 2
buah batu dengan
menggunakan besi beton.

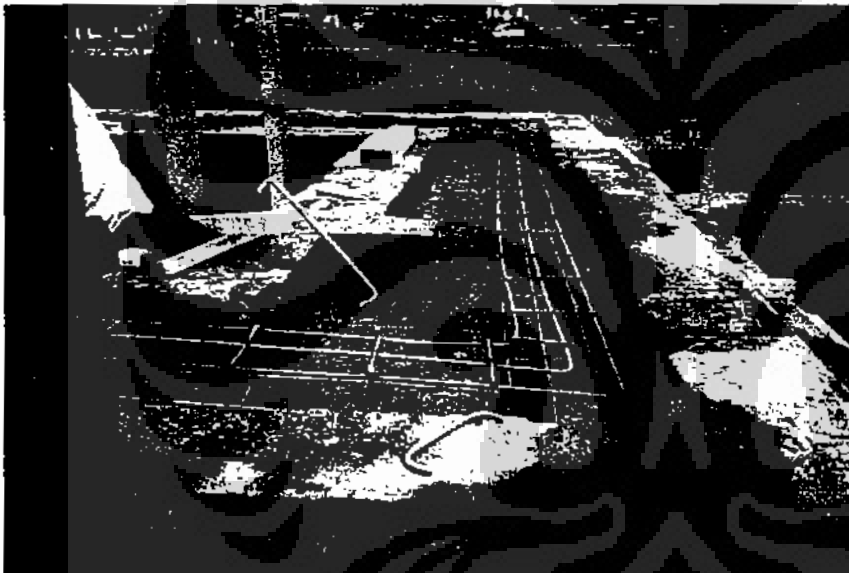


Foto 29:
Perkuatan baru berupa
ringbalk beton bertulang.
Dicor diantara batu larik
bagian depan dan dalam
pada dinding tubuh candi,
pada lapis ke 26
(perbatasan tubuh dan atap
candi).

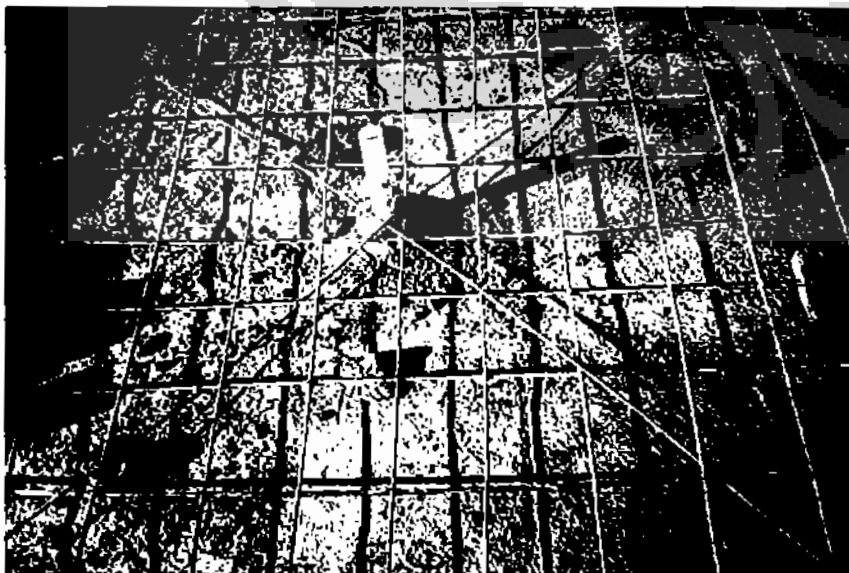
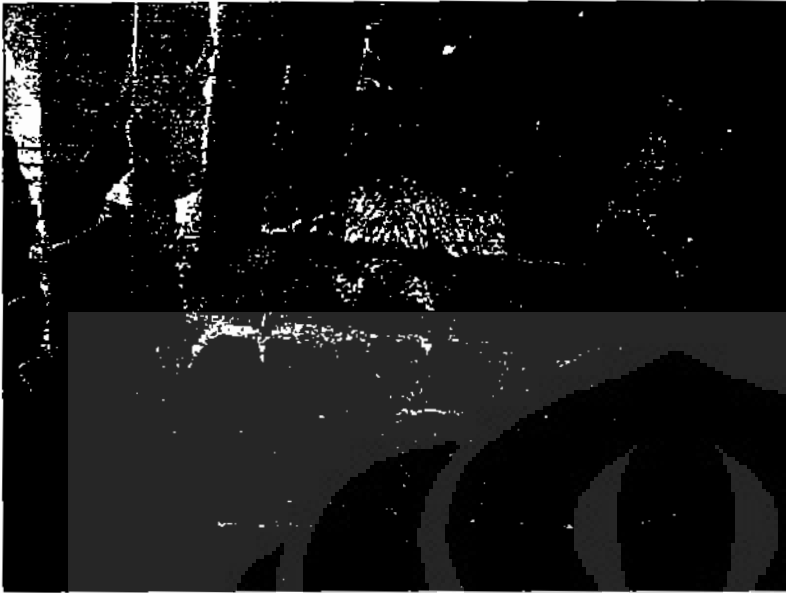


Foto 30:
Perkuatan baru
menggunakan plat beton
bertulang, dilakukan di
lapis batu ke 36 pada
struktur atap candi.

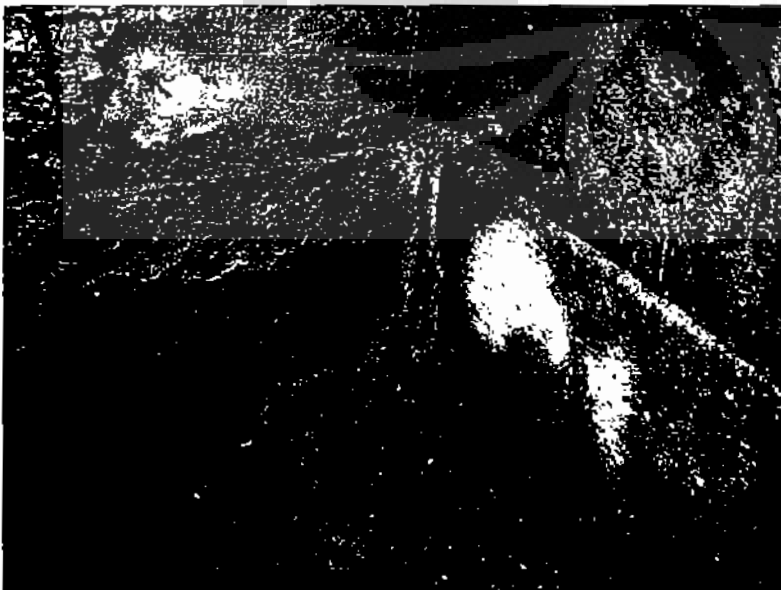
**Foto 31:**

Sungkup candi dilihat dari dalam bilik candi. Dari jenis bahan bangunan dan teknologi mengolah bahan penyusun, maka akan mencerminkan bentuk dari struktur itu sendiri.

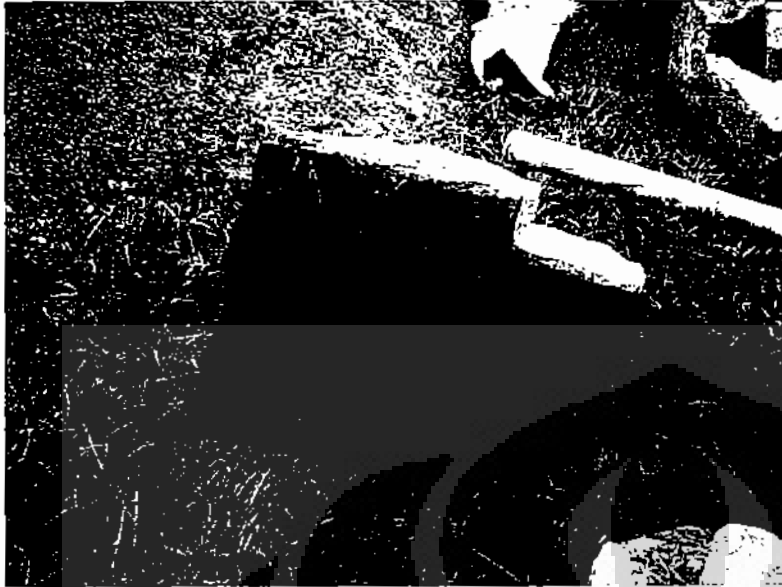
**Foto 32:**

Kemiringan sungkup candi amat berkait dengan pengaruh wujud mikrokosmos yang mereka yakini, yaitu bentuk atap sebagai cerminan gunung atau *meru*.

Seperti cungkup pada bangunan makam, tempat ibadah, atap candi pun demikian keempat garis jurai dibuat mengarah kepada satu titik pusat (menuju ke arah vertikal).

**Foto 33:**

Susunan batu pada pertemuan dinding dan lantai bilik candi.

**Foto 34:**

Bagian bawah batu pada anak tangga; terdapat ceruk berbentuk *dome*.

**Foto 35:**

Pada candi ini konstruksi bawah (*substructure*) nya lebih sederhana dibandingkan dengan Candi Arjuna. Seperti nampak fondasi candi hanya menggunakan batu padas.

Keterangan:

Restorasi Maret 2008

**Foto 36**

Lubang yang terisi air adalah pondasi tengah candi sebagaimana juga terlihat di Candi Arjuna.

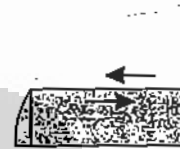
candi
setiaki
pemugaran 2008

KD 2008

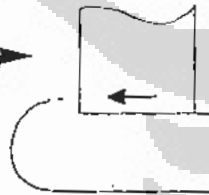
**Foto 37:**

Jenis sambungan dan detail ornamen/ hiasan pada Candi Setiaki lebih beragam. Terlihat disain sambungan batu untuk balustrade (batu yang biasanya berbentuk melengkung terdapat di sisi kiri dan kanan anak tangga).

Untuk menghindari pergeseran apabila terjadi gaya horizontal.

**Foto 38:**

Demikian juga dengan susunan batu ke arah vertikal, juga dipersiapkan *sponing* supaya bila terjadi gerakan horizontal tubuh candi tidak mudah bergeser dari tempatnya.

**Foto 39:**

Penggunaan bahan batu utuh untuk pembuatan pelipit berakhiran antefix.

Pengkodean pada batu yang dipakai oleh para ahli batu jaman sekarang untuk menyusun batu-batu supaya kembali pada tempatnya.

candi
setiaki
pemugaran 2008

KD 2008



SISI
LETAK PINTU (?)

Foto 40:
Sistem registrasi batu
pada Candi Setiaki

MENGHADAP KE UTARA (?)

A	ATAP
T	SISI SELATAN
-+	LAPIS KE 03
△	NOMER URUT (NO.9)
⊥	NOMER URUT BERIKUTNYA

Catatan:

1. Cara penulisan dan pembacaan kode di atas berdasarkan pada sistem registrasi yang pernah dilakukan di Candi Arjuna dan Candi Sewu.
2. Candi Setiaki terletak di sebelah barat Candi Arjuna yang mulai bulan Maret 2008 sedang dilakukan rekonstruksi. Merupakan penemuan baru candi.
3. Penebalan garis biru merupakan rekayasa grafis, hanya untuk memperjelas kode.



Foto 41:
Stabilisator pada batu tepi
yang langsung bersinggungan
dengan tanah berbentuk tonjolan
-tonjolan.

candi
setiaki
pemugaran 2008

KD 2008