

PELITA BOROBUDUR

LAPORAN KEGIATAN
PROYEK RESTORASI CANDI BOROBUDUR

Seri B no. 1

Departemen Pendidikan dan Kebudayaan
Republik Indonesia

Direktorat
Budayaan

4
1

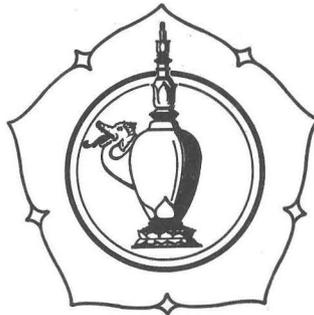
PELITA BOROBUDUR

Seri B No. 1

PENELITIAN TANAH CANDI BOROBUDUR

oleh

Dr. Sampurno



Proyek PELITA Restorasi Candi Borobudur
Departemen Pendidikan dan Kebudayaan

1973

**Bagian: I. Laporan singkat Penelitian Geologi
atas Tanahdasar dan Batuan dari
Bangunan Tjandi Borobudur (Djuni 1963)**

oleh

Dr. Sampurno

**Bagian: II. Progress Report Penelitian Tanahdasar
Tjandi Borobudur (September 1965)**

oleh

Dr. Sampurno

Bagian: III. Penelitian Tanah Tjandi Borobudur (Oktober 1966)

oleh

Dr. Sampurno

KATA PENGANTAR

Ilmu Purbakala, atau dalam bahasa asingnya «Archaeologi», adalah ilmu yang mempelajari masa silam umat manusia melalui peninggalan-peninggalannya yang berupa benda hasil kebudayaannya.

Sebagian besar dari peninggalan-peninggalan purbakala itu sudah tidak lagi dikenal dan kebanyakan tertimbun tanah, sehingga harus ditemukan dahulu sebelum dapat dipelajari akan maknanya dalam kehidupan para pembuatnya dan tempatnya dalam sejarah. Oleh karena itu penggalian menjadi tjiro chas dari ilmu purbakala.

Penggalian dalam ilmu purbakala lain sekali daripada penggalian dalam pengertian sehari-hari. Yang terpenting dan mutlak menjadi syarat adalah disusunnya suatu dokumentasi yang lengkap, berupa laporan yang disertai foto-foto dan gambar-gambar, agar keadaan tanah beserta isinya selama dan sesudah penggalian dapat diabadikan setjara visuil. Selalu harus diingat bahwa penggalian berarti pengrusakan keadaan asli, dan karenanya tidak dapat diulang! Pun harus selalu diingat bahwa hanya dokumentasi yang lengkap sadjalah yang dapat dipergunakan dalam telaah-telaah selandjutnja.

Setelah didapatkan kembali dan diabadikan melalui dokumentasi, sesuatu peninggalan purbakala harus diselamatkan dari bahaya musnah. Dalam hal ini dokumentasi lebih landjut adalah syarat mutlak pula. Keadaan peninggalan purbakala itu diamati terus-menerus, dipelihara dan dirawat setjara teratur, dan bilamana sesuatu ketika nampak adanya perubahan maka keadaan yang berubah itu harus segera diteliti, difoto dan digambar, dengan disertai uraian selengkapnja. Apalagi bilamana perubahan itu terdjadi setjara sengadja, seperti halnya pada perbaikan sesuatu kerusakan, maka sekali lagi dokumentasilah yang pertama-tama harus diusahakan.

Dokumentasi adalah pertanggung-jawab dari segala apa yang telah dilakukan terhadap sesuatu peninggalan purbakala. Bagi orang yang tidak melakukan pekerjaan itu, dokumentasi adalah tulang punggung dan djuga landasan untuk setiap usaha selandjutnja, baik dalam rangka penjelamatan maupun dalam rangka penelitian. Tidak jarang terdjadi bahwa dokumentasi yang kini dianggap sempurna nanti ternyata banjak kekurangannya. Sering benar terdjadi bahwa hal yang kini dianggap wajar dan karenanya tidak didokumentasikan, di kemudian hari muntjul sebagai masalah besar, sehingga pertanyaan-pertanyaan yang timbul tidak dapat terdjawab.

Chusus mengenai Borobudur maka yang mula-mula menimbulkan pemikiran untuk melakukan pemugaran sekarang ini adalah djustru perbandingan bahan-bahan dokumentasi. Foto-foto

relief jang diambil 70 tahun j.l. djauh lebih bagus daripada foto-foto sekarang! Lebih mahirkah djurupotret dahulu? Lebih sempurnakah alat-alat potret sekitar tahun 1900?

Penelitian menundjukkan, bahwa bukan itulah soalnja. Jang mendjadi sebab ialah bahwa batu-batu Tjandi Borobudur itu telah mengalami proses keausan, sehingga keadaannya sekarang telah berbeda, dalam arti: lebih buruk dari beberapa puluh tahun jang lalu.

Atas dasar kesimpulan ini maka dilakukanlah penelitian jang mendalam dan meluas, untuk achirnja sampai kepada kesimpulan lebih landjut bahwa Borobudur sedang terantjam bahaja runtuh. Satu-satunja djalan untuk menjelamatkannya ialah: pemugaran total.

Sekali lagi dokumentasi mendjadi landasan dari perentjanaan-perentjanaan mengenai pemugarannya. Usaha-usaha membersihkan Tjandi Borobudur sedjak dari ditemukannya kembali dalam tahun 1814 sampai mendjelang achir abad ke-19 untuk sebagian besar tidak ada dokumentasinja. Maka tidak banjaklah jang dapat kita ketahui tentang keadaan selengkapnja dari peninggalan purbakala ini sebelum dilakukan restorasi oleh Van Erp.

Dokumentasi jang diusahakan Van Erp betul-betul lengkap dan sempurna. Hanja sadja: untuk waktu itu, sebab sekarang ternjata bahwa dalam pematangan rentjana pemugaran jang kita hadapi ini telah timbul pelbagai matjam pertanjaan jang djawabannya tidak dapat kita peroleh dari dokumentasi tadi. Bahkan ada pula kita djumpai hal-hal jang sama sekali tidak dapat kita harapkan dari Van Erp tetapi njatanja dilaksanakan padahal salah, sedangkan keterangan ataupun dokumentasi dari perbuatan itu tidak ada. Misalnja sadja: adanja petjahan-petjahan batu berukir jang ditjampurkan dalam adukan beton untuk memperkuat lantai lorong, adanja batu-batu berukir jang disisipkan dalam tempat jang tidak semestinja dan rupanja digunakan sekedar sebagai pengisi kekurangan sadja, dan lain-lain sebagainya.

Berdasarkan pengalaman bahwa dokumentasi Van Erp jang begitu lengkap itu masih djuga kurang sempurna, maka sekarang kita berusaha untuk berfikir sedjauh mungkin dengan menerbitkan laporan-laporan jang selengkap-lengkapnja tentang pekerdjaan jang sedang berlangsung dan menjusun dokumentasi sampai kepada hal-hal jang seketjil-ketjilnja.

Sudah barang tentu tidak semua apa jang ada dapat atau perlu dilaporkan dan diterbitkan, dan tidak semua detail didokumentasikan. Pun kemungkinan-kemungkinan akan adanja kekurangan di kemudian tidak dapat diperhitungkan, apalagi diramalkan, dari sekarang. Namun demikian, usaha tetap akan kita djalankan untuk mendekati kesempurnaan.

Dalam rangka usaha ini maka Projek Restorasi Tjandi Borobudur akan menerbitkan 3 matjam laporan, jaitu:

- Seri A, jang berisi laporan-laporan umum dan laporan-laporan tahunan;
- Seri B, jang berisi laporan-laporan khusus berkenaan dengan sesuatu research;
- Seri C, jang berisi karangan-karangan lepas jang merupakan pendekatan ilmiah dari sesuatu masalah berkenaan dengan Borobudur.

Pemimpin Projek
Restorasi Tjandi Borobudur

BAGIAN I

**LAPORAN SINGKAT PENELITIAN GEOLOGI
ATAS TANAHDASAR DAN BATUAN DARI
BANGUNAN TJANDI BOROBUDUR (DJUNI 1963)**

ISI

	hal
Tudjuan.....	9
Kadaan Tanahdasar Tjandi Borobudur	9
Kadaan kemiringan bangunan tjandi	11
Kadaan batuan dari bangunan tjandi.....	11
Pembahasan.....	13

Lampiran :

- I Peta keletakan Tjandi Borobudur
skala 1 : 500. (tjetak biru).
- II Tjandi Borobudur
muka atas (tjetak biru)
skala 1 : 200.
- III Borobudur
daftar-daftar pengukuran kemiringan (tjetak biru)
(daftar-daftar).
- IV Lampiran petrografi batuan dari
bangunan Tjandi Borobudur.

**LAPORAN SINGKAT PENELITIAN GEOLOGI
ATAS TANAHDASAR DAN BATUAN DARI
BANGUNAN TJANDI BOROBUDUR**

Tudjuan

Laporan ini berisi hasil penelitian geologi atas tanahdasar Tjandi Borobudur jang dikerdjakan pada bulan Djuni — 1963 dalam rangka persiapan guna memperbaiki kembali Tjandi Borobudur jang mengalami kerusakan-kerusakan bangunan dibeberapa tempat atas permintaan Lembaga Purbakala dan Peninggalan Nasional. Penelitian geologi ini dilaksanakan untuk mengetahui sampai dimana kemungkinan adanja pengaruh tanah terhadap bangunan tjandi tsb. dan pula mentjoba mentjari sebab-sebab kerusakannya jang selandjutnja diharapkan dapat digunakan sebagai penambah pengetahuan mengenai bangunan tjandi dan sebagai salah satu dasar pemikiran akan perbaikannya.

Disamping itu telah pula dikerdjakan pemeriksaan petrografi terhadap beberapa tjontoh batuan berasal dari bangunan tjandi jang ternyata sangat erat hubungannya dengan kerusakan-kerusakan relief pada dinding tjandi. Usaha-usaha untuk menjelamatkan sangat perlu dipikirkan bersama.

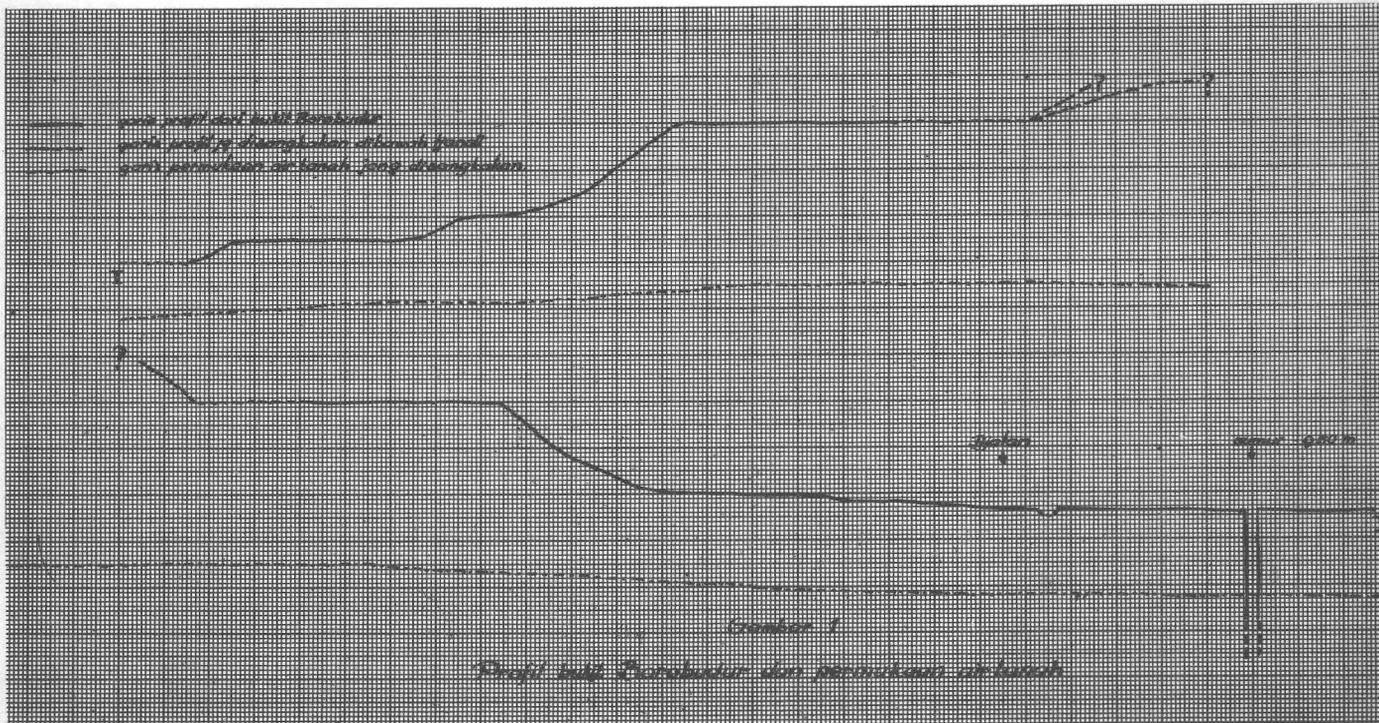
Keadaan Tanahdasar Tjandi Borobudur

Bangunan Tjandi Borobudur didirikan diatas sebuah bukit berbentuk memandjang berarah Barat Barat Daja Timur menenggara dengan ukuran pandjang ± 300 M dan lebar ± 100 M. Bukit ini mempunjai ketinggian ± 15 M diukur dari permukaan tanah datar disekitarnja dan mempunjai puntjak jang rata (diratakan?).

Bangunan tjandi itu sendiri terletak dibagian Timur dari bukit sedangkan di sebelah Baratnja terletak pasanggrahan dan bangunan-bangunan jang lain (lihat peta lampiran I).

Bukit tersebut terdiri dari tufa breksi jang sangat poreus dengan komponen-komponen bersudut dari batuan beku andesit (?) jang djarang dan semen dari tuff halus. Bukit dimana terdapat bangunan tjandi masih bersambung pada bagian Barat dan Timur dengan bukit-bukit ketjil jang serupa tetapi dengan puntjak jang tidak rata. Timbul dugaan bahwa puntjak bukit tjandi itu adalah rata karena diratakan. Bukit-bukit tsb dikelilingi oleh tanah datar jang berasal dari endapan bandjir dan endapan alluvial sungai dan terdiri dari pasir dan lempung.

Lambung bukit mempunjai kemiringan jang tjukup landai jaitu maximum 35° dan tidak menundjukkan gejala penggerogotan oleh erosi jang membahayakan (lihat profil — gbm. 1).



Didataran sekitar bukit terdapat sumur-sumur dengan airtawar jang dalamnja agak berbeda antara satu tempat dengan jang lain menurut tempatnja. Kedalaman rata-rata muka airtanah dari muka tanah adalah — 7.50 M; misalnja:

1. Sumur di desa Sabrangrawa : — 5.70 M
2. Sumur di sebelah Utara tjandi: — 9.50 M
3. Sumur di sebelah Timur tjandi: — 7.50 M.

Perkiraan mengenai keadaan permukaan airtanah ditempat tsb. dapat dilihat pada profil gmb. 1. Keadaan tanah jang poreus di tempat ini dan kedalaman permukaan airtanah akan menjebakkan air hudjan jang djatuh meresap dengan tjepat kedalam tanah. Djika demikian airtanah rupa-rupanja tidak mengganggu kepada bangunan tjandi.

Mengenai tanahdasar (tanah fundasi) dari tjandi ada suatu soal jang harus dipetjahkan jaitu apakah bangunan tjandi itu didirikan berupa tumpukan-tumpukan batu jang masif ataukah berupa tumpukan-tumpukan diatas gundukan tanah sebagai inti? Besar kemungkinannya bahwa bangunan tjandi hanjalah merupakan tumpukan-tumpukan balok-balok batu jang diletakkan diatas tanah sebagai intinja. Hal ini dapat dikatakan berdasarkan petundjuk jaitu bahwa pada waktu hudjan turun di beberapa tempat di tjandi selalu keluar lumpur jang keluar dari dalam tjandi melalui rongga antar balok-balok batu bangunan tjandi. Kebenaran pemikiran ini hendaknja dibuktikan terlebih dulu.

Keadaan kemiringan bangunan tjandi

Bersama-sama dengan pengamatan geologi telah dilakukan djuga penindjauan ke bangunan tjandi jang mengalami kemiringan, disertai dengan pengukuran sudut kemiringan pada beberapa tempat, chususnja pada tingkat II dan tingkat III. Umumnja kemiringan dinding tjandi adalah ketjil, tetapi pada Sektor Utara tertjatat ukuran terbesar jaitu 10° miring ke Utara.

Pengukuran kemiringan dinding dikerdjakan dengan klinometer kompas Breithaupt dengan ketelitian pembatjaan tiap 1° . Untuk mendjelaskan sistematika pengukuran maka bangunan tjandi kami bagi mendjadi 4 (empat) sektor dan tiap sektornja dibatasi oleh garis-garis jang menghubungkan sudut-sudut tjandi tsb. dengan pusatnja. Keempat sektor tsb. adalah :

1. *Sektor Utara*: dibatasi grs batas utara tjandi — grs jang menghubungkan udjung Barat Laut dengan puntjak dan udjung Timur Laut dengan puntjak (ABF).
2. *Sektor Timur*: dibatasi grs batas Timur — grs jang menghubungkan udjung Timur Laut dengan puntjak dan udjung Tenggara dengan puntjak (BCF).
3. *Sektor Selatan*: dibatasi grs batas Selatan — grs jang menghubungkan udjung Tenggara dengan puntjak dan udjung Barat Daja dengan puntjak (CDF).
4. *Sektor Barat*: dibatasi grs batas Barat — grs jang menghubungkan udjung Barat Daja dengan puntjak dan udjung Barat Laut dengan puntjak (ADF).

Dinding-dinding jang diukur kemiringannja adalah dinding-dinding dari tingkat II dan III sedangkan tingkat-tingkat jang lain tidak diukur karena dindingnja tidak memperlihatkan kemiringan-kemiringan jang djelas. Dalam peta terlampir (lihat peta — lampiran 2) terlihat pembagian sektor tersebut diatas beserta dengan harga-harga sudut kemiringan dan arahnja pada tempat pengukuran masing-masing.

Dalam daftar 1 dapat dibatja frekwensi pengukuran menurut sektor, arah kemiringan dan besarnja sudut kemiringan dalam deradjad. Djelas terlihat bahwa pada sa'at pengukuran dilakukan, sudut terbesar adalah 10° dan terdapat pada dinding tjandi sebelah Utara.

Hal jang menarik mengenai kemiringan dinding ialah *bahwa dinding tingkat II tiap sektor akan miring kearah luar, sedangkan dinding dari tingkat III akan miring kearah pusat*. Misalnja dari Sektor Utara, maka dinding tingkat II miring ke utara dan dinding tingkat III miring ke Selatan. Dari Sektor Timur, dinding tingkat II miring kearah Timur dan dinding tingkat III miring ke Barat, dsl.

Pengukuran perubahan kemiringan dinding tjandi djuga dilakukan setjara teratur oleh Lembaga Purbakala dan Peninggalan Nasional. Hasil pengukuran pada dinding Utara dapat dilihat pada daftar lampiran 3. Dari data tsb. ternjata bahwa gempa bumi sangat mempengaruhi perubahan kemiringan.

Keadaan batuan dari bangunan tjandi

Beberapa tjontoh batuan dari bangunan tjandi telah dikirimkan kepada kami dan telah diperiksa setjara petrografi. Dari sedjumlah batuan jang diperiksa dapat diambil kesimpulan bahwa djenis batuannja adalah hampir serupa jaitu dari djenis *basalt* hanja ada perbedaan mengenai porositasnja dan perbandingan prosentase mineral dalam batuan-batuan tsb. Pada umumnja batuan dari bangunan tjandi menundjukkan porositas jang tinggi jaitu antara 30% — 50% dengan besarnja pori-pori antara 0.5 mm dan 2 mm.

DAFTAR 1

PENGUKURAN KEMIRINGAN DINDING TJANDI BOROBUDUR

Sektor	Tingkat	Arah Kemiringan	Besarnya kemiringan dalam derajat										Djml.
			1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	
SEKTOR UTARA	II	Utara Selatan Timur Barat	frekwensi pengukuran.										16
			1	2	1	1	1	1	2	5	1	1	0
			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
			1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	0
SEKTOR UTARA	III	Utara Selatan Timur Barat	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
			3	4	1	1	1	-	1	-	-	-	11
			1	2	1	-	-	-	-	-	-	-	4
			1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2
		DJUMLAH	8	10	3	2	2	1	3	5	1	1	36
SEKTOR TIMUR	II	Utara Selatan Timur Barat	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	3
			2	1	2	-	-	-	-	-	-	-	5
			2	3	6	2	3	-	-	-	-	-	16
			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
SEKTOR TIMUR	III	Utara Selatan Timur Barat	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	2
			3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	5
			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
			1	4	2	-	3	-	-	-	-	-	10
		DJUMLAH	9	12	11	3	6	-	-	-	-	41	
SEKTOR SELATAN	II	Utara Selatan Timur Barat	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
			1	4	5	-	2	2	1	-	-	-	15
			1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
			1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2
SEKTOR SELATAN	III	Utara Selatan Timur Barat	4	3	1	1	-	2	-	-	-	-	11
			1	2	1	-	1	-	-	-	-	-	5
			-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	4
			-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2
		DJUMLAH	8	16	7	1	3	4	1	-	-	40	
SEKTOR BARAT	II	Utara Selatan Timur Barat	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	3
			4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
			1	2	4	3	2	2	-	-	-	-	14
SEKTOR BARAT	III	Utara Selatan Timur Barat	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2
			1	3	-	-	-	-	-	-	-	-	4
			1	6	-	-	2	1	-	-	-	-	10
			2	2	1	-	-	-	-	-	-	-	5
		DJUMLAH	11	16	5	3	4	3	-	-	-	42	
DJUMLAH PENGUKURAN			36	54	26	9	15	8	4	5	1	1	159

Batuannya sendiri bertekstur hyaloophytik dengan fenokris lembut dari Plagioklas djenis Labradorit, Pyrozene dan mineral-mineral bidjih, masing-masing berukuran rata-rata 1 mm. Fenokris-fenokris tsb. terdapat dalam masadar katja, kadang-kadang dengan mikrolit felspar dan mineral-mineral bidjih. Perbandingan antara mineral dan katja/mikrolit dalam batuan ini sekitar 60% dan 40%, sedangkan prosentase masing-masing mineral rata-rata adalah sebagai berikut:

Plagioklas (Labradorit):	75 %
Phyroksin	: 20 %
Mineral bidjih	: 5 %

Tampaknja kesemua mineral dalam batuan ini tidak memperlihatkan kelapukan jang njata. Uraian petrografi lengkap dari batuan terdapat dalam lampiran.

Jang patut diperhatikan dalam batuan ini dalam hubungan dengan bangunan tjandi — khususnja dengan relief — adalah porositasnja. Batuan ini demikian poreusnja sehingga akan rapuh dan tak tahan benturan atau gesekan. Dengan demikian keamanan relief akan sangat terganggu.

Pembahasan

1. Melihat keadaan geologinja maka bukit dimana tjandi tsb. dibangun tidak perlu dichawatirkan. Keadaan tanah dan morfologi rupa-rupanja tjukup stabil. Jang perlu diteliti adalah dasar dari tjandi itu sendiri. Sangat besar kemungkinannja bahwa inti tjandi adalah tanah dan besar pula kemungkinannja bahwa tanah tsb. dibuat undak-undakan untuk meletakkan balok-balok batu bangunan tjandi. Mengingat bahwa tjelah-tjelah antara balok batu tetap terbuka (tidak disemen) maka apabila hudjan air hudjan akan turun meresap kebawah melalui tjelah-tjelah tsb. dan lambat laun akan mengikis tanah dasar, lebih-lebih pada batas antara balok-balok batu dan tanah, dan pada sudut-sudut undak-undakan. Hal ini mengakibatkan gerakan batu bangunan setjara perlahan-lahan dan diperkuat apabila ada gempa. Rupa-rupanja tanah inti jang mengalami pengikisan jang kuat adalah undakan tanahdasar dari tingkat II. Proses pengikisan akan dapat diperlambat dengan memperketjil meresapnja air hudjan kedalam tanah ini. Hal ini dapat dilakukan dengan menutupi tjelah-tjelah antara balok batuan dan dengan mengadakan tjara penjaluran air jang lebih baik.

Kebenaran mengenai pemikiran tanah inti ini perlu dibuktikan dengan mengadakan pembongkaran pertjobaan ditempat-tempat jang aman.

Tindakan selandjutnja sangat tergantung pada kenjataan itu nantinja.

2. Berdasarkan penelitian petrografi ternjata bahwa batuan dari bangunan Tjandi Borobudur sangat poreus jang akan mengurangi daja tahan batuan terhadap benturan dan gesekan. Hal ini sangat kurang menguntungkan bagi relief jang ada pada dinding tjandi tsb. Pemikiran lebih landjut melindungi relief perlu segera dibitjarakan bersama.

Bandung, 17 Agustus 1965

ttd

Dr. Sampurno

BAGIAN II

PROGRESS REPORT PENELITIAN TANAHDASAR

TJANDI BOROBUDUR (September 1965)

ISI

	hal.
I. Pendahuluan	17
II. Keadaan lapisan-lapisan dari lubang penggalian.....	17
A. Umum.....	17
B. Lubang penggalian R.I.	18
C. Lubang penggalian R.III.....	20
D. Lubang penggalian A.I dan A.II.....	20
III. Pembahasan	21

- Lampiran: 1. Peta lokasi penggalian
2. Peta dari lubang R I/1
3. Peta dari lubang R I/2
4. Peta dari lubang R I/3
5. Peta dari lubang R III/2
6. Peta dari lubang A II/2

PROGRESS REPORT PENELITIAN TANAHDASAR TJANDI BOROBUDUR

I. Pendahuluan

Pada tanggal 2 — 12 September 1965 telah dilakukan penggalian pertjobaan pada beberapa tempat dibangunan tjandi Borobudur dengan maksud untuk mengetahui ada atau tidaknja tanah dibawah bangunan tjandi dan ditiap lorong, dan untuk mengetahui bagaimanakah tebal dan susunan batuan bangunan tjandi setjara umum. Penggalian diadakan dibeberapa tempat, jaitu pada Rupadhatu lorong Pertama (dengan nomor kode R I/1, R I/2, dan R I/3, Rupadhatu lorong ketiga (R III/1, R III/2), Arupadhatu tingkat pertama (A I/1), dan Arupadhatu tingkat II (A II/1, dan A II/2). Djumlah lubang penggalian seluruhnya ada 8 (delapan) buah. Lokasi dari lubang-lubang penggalian tersebut dapat dilihat dalam peta lokasi.

Dalam laporan ini akan dapat dibatja mengenai keadaan atau kedudukan lapisan-lapisan batuan batu bangunan tjandi seperti yang diketemukan selama penggalian dan tanah yang dapat ditemukan bagian bawah dari lapisan-lapisan batuan tersebut. Lampiran-lampiran yang disertakan dalam laporan ini akan dapat memperdjelas uraian. Pada bagian achir dari laporan singkat ini ditjoba mengemukakan pembahasan mengenai keadaan-keadaan jang diketemukan.

II. Keadaan lapisan-lapisan dari lubang penggalian

A. Umum:

Keadaan umum lapisan-lapisan jang tertembus penggalian tetap seperti jang telah pernah kami sebutkan dalam laporan terdahulu. Setjara singkat dapat kami sebutkan lapisan demi lapisan dari bagian atas kebagian bawah, sbb.:

1. *Lapisan baturai*: terdiri dari lapisan baturai andesite persegi tipis (± 3 Cm).
2. *Lapisan beton* : sebagai pengisi/pembuat rata tempat-tempat jang miring atau tjekung. Tebalnja tidak sama antara satu tempat dengan tempat jang lain.
3. *Lapisan balok-balok batu*: terdiri dari bata-bata batu basalt jang berpori halus, dengan ukuran berbagai bentuk, rata-rata $35 \times 20 \times 20$ Cm, kadang-kadang mentjapai $54 \times 50 \times 20$ Cm. Tebal lapisan ini untuk tempat jang berlainan tebal jang lain pula.

4. *Lapisan tanahdasar*: terdiri dari tuff halus yang selalu lembab, kadang-kadang tertjampur dengan tanah-urug terdiri dari petjaman-petjaman batu ketjil-ketjil bertjampur tuff.

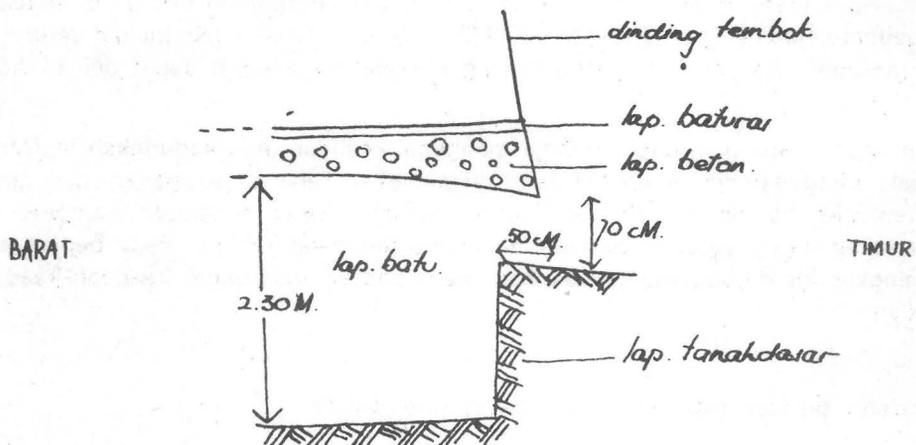
Keadaan lapisan-lapisan tsb. bagi masing-masing tempat adalah berbeda. Lapisan tanahdasar kami kirakan sebagai bagian dari bukit itu sendiri dimana Tjandi Borobudur didirikan.

B. *Lubang penggalian R I (Rupadhatu Lorong Pertama).*

1. R I/1 (Rupadhatu lorong Pertama lubang 1).

Penggalian diadakan pada Rupadhatu lorong Pertama disebelah Barat, terletak disebelah Utara tangga; menembus lantai selasar sampai pada tanahdasar. Terdapat perbedaan ketebalan antara susunan lapis batuan dibawah lantai dengan lapis batuan dibawah pagar langkan.

Lantai selasar asli ditempat ini miring dan ambles kearah Timur sehingga terdapat perbedaan tinggi antara lantai selasar sebelah Barat dan Timur sebesar ± 30 Cm. Tebal lapisan balok-balok batu pada dasar selasar sampai lapisan tanahdasar adalah 12 lapis batu setebal ± 2.30 M sedangkan pada dasar dari dinding pagar langkan hanya mentjapai 4 lapis batu setebal ± 70 Cm. Dinding langkan miring kearah Barat (lihat penampang A — B pada R I/1). Empat lapis batu dibawah pagar langkan mendjorok ± 50 Cm. kearah Barat. Sketsa penampang arah Barat — Timur dari R I/1 adalah sbb.:

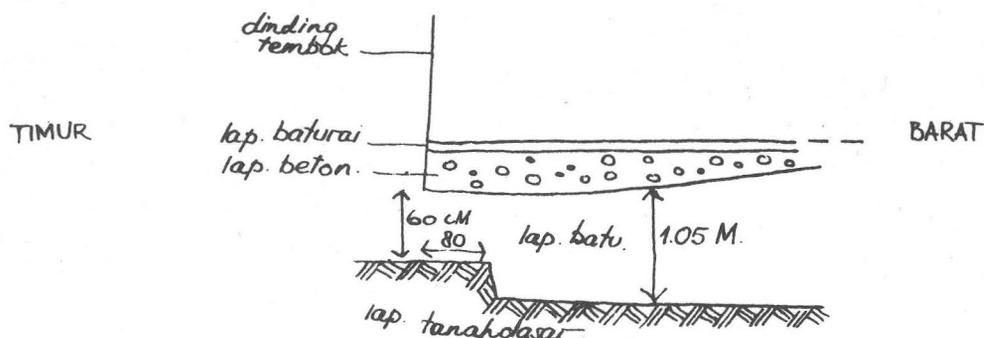


Sketsa penampang Barat — Timur R I/1

Tanahdasar pada tempat ini adalah tuff halus jang selalu lembab pada waktu digali. Ketjepatan rembasan air volume 1 Liter adalah 10 menit. Diantara rongga antara balok batu terdapat banjak sekali tuff lembab jang masuk kedalamnja dan kadang-kadang berupa lempung.

2. R 1/2 (Rupadhatu lorong Pertama lubang 2).

Terletak lebih ke Utara lagi djika dibandingkan dengan R 1/1. Djuga penggalian pada tempat ini telah dilakukan sampai pada tanahdasar. Lantai selasar mengalami penenggelaman sampai kira-kira 40 Cm dengan bagian Timur lebih rendah dari bagian Barat. Pagar langkan sebelah Timur terletak diatas dasar balok-balok batu jang terdiri hanja dari 3 lapis (± 60 Cm tebal) sedangkan kira-kira 80 Cm mendjorok kearah Barat mulai terdapat lantai dengan dasar 5 lapis batu setebal ± 1.05 M. Pagar langkan miring kearah Barat. Sketsa penampang lapisan-lapisan pada R 1/2 adalah sbb.:



Sketsa penampang Timur — Barat R 1/2

(gambar lengkap dari lubang penggalian R 1/2 dan penampang, lihat lampiran).

Tanahdasar disini terdiri — setidak-tidaknja dibagian teratas ini — dari lempung pasiran dengan tjampuran kerakal dengan bentuk komponennja membulat sebesar 5 — 6 Cm tiap komponennja. Dibeberapa bagian, tanahdasar tertjampur dengan petjahan-petjahan batu tadjam-tadjam. Diduga bahwa bagian ini terdiri dari tanah-urug dan bukan tanah asli. Perembasan air ditempat ini 10 menit per L. Tanah galian jang baru bersifat lempung pasiran bila basah (lembab).

3. R 1/3 (Rupadhatu lorong Pertama lubang 3).

Terletak dibagian Utara tjandi sebelah Barat. Ditempat ini lapisan balok-balok batu hanja tipis sadja, terdiri dari 4 lapis sedalam ± 70 Cm. Tanahdasar terdiri tuff halus jang lembab bersifat lempung. Ketjepatan meresap air volume 1 liter adalah 2 djam 10 menit. Dinding pagar langkan sangat miring ke Utara. Keterangan dan gambar terperintji mengenai lubang R 1/3 ini belum selesai dibuat, menunggu data-data jang belum datang di Bandung.

C. *Lubang penggalian R III (Rupadhatu lorong ketiga).*

1. **R III/1** (Rupadhatu lorong ketiga, lubang 1).

Digali disisi Utara tangga sebelah Barat. Penggalian dihentikan karena kesukaran-kesukaran teknis. Dinding langkan tidak bagitu miring.

2. **R III/2** (Rupadhatu lorong ketiga, lubang 2).

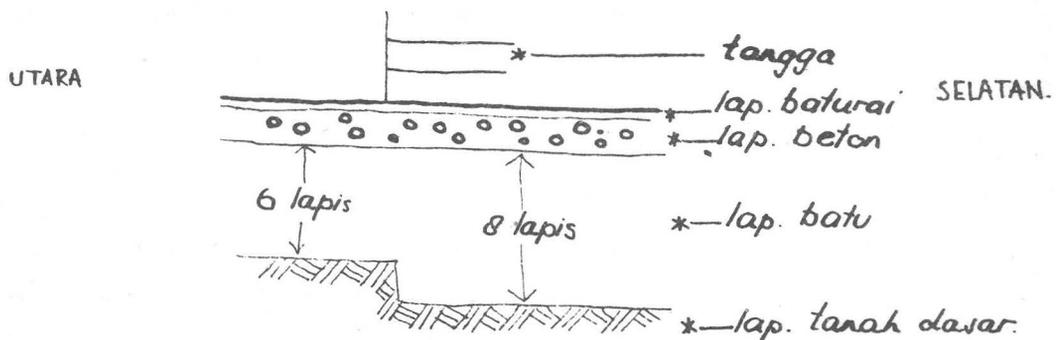
Dikerdjakan pada bagian tjandi sebelah Utara. Tanahdasar baru tertjapai setelah menggali lantai selasar dengan menembus 15 lapis batu. Tjontoh tanah telah diambil. Demikian pula pengukuran-pengukuran jang perlu telah dilaksanakan. Dinding langkan tidak banjak menundukkan kemiringan.

D. *Lubang penggalian A I dan A II (Arupadhatu tingkat Pertama dan tingkat Kedua).*

1. **A I/1.** (Arupadhatu tingkat Pertama, lubang 1).

Terletak pada bagian Barat ditepatan tangga. Lapis batu dibagian djalan ketangga lebih tebal djika dibandingkan dengan bagian jang lain diluarnja. Lapisan batuan dibawah djalan ketiga mentjapai 8 lapis batu sedangkan pada sebelah Utaranja terdapat 6 lapis. Tanahdasar terdiri dari tuff halus jang lembab dengan banjak mengandung petjahan batu. Ditempat ini ketjepatan meresap air adalah besar, jaitu 9 menit per Liter.

Penampang Utara — Selatan pada penggalian ini adalah sbb. :



Sketsa penampang utara — Selatan A I/1

2. **A II/1 dan A II/2.** (Arupadhatu tingkat kedua, lubang 1 dan lubang 2).

Data-data lengkap mengenai keadaan dari lubang penggalian A II/1 belum disampaikan kepada kami, sedangkan lubang A II/2 dapat dilihat dapa lampiran.

III. Pembahasan

Dari uraian mengenai keadaan lapisan-lapisan jang terdapat pada tiap penggalian dapat diambil fakta-fakta sbb :

1. tebal lapisan antara satu tempat dengan tempat jang lain adalah tidak sama meskipun terletak dalam lorong jang sama. Tjontoh R I/1, R I/2 dan R I/3.
2. tanahdasar dibeberapa tempat terdiri dari tanah-urug disamping tanah asli jang berupa tuff pasiran (R I/2, A I/1 dll).
3. tanahdasar sangat lembab dan sering bersifat lempung.
4. banjak bagian dari tanahdasar terdapat didalam rongga antar balok-batu.
5. pada tempat-tempat dengan lapis batu jang tipis terdapat kemiringan-kemiringan dinding selasar atau pelengkungan-pelengkungan lantai (R I/2 dan R I/3 sedangkan tempat-tempat dengan lapis batu jang tebal ternjata kurang menundjukkan gejala tsb. R I/1, R III/2).
6. ada kemungkinan bahwa pelengkungan-pelengkungan terdjadi pada batas antara dua ketebalan lapisan batu jang berbeda, tetapi jang bersebelah-menjebelah.
7. lorong-lorong atau tingkat-tingkat jang terdiri dari lapisan batu jang tebal — Rupa-dhatu III keatas — tidak/kurang mengalami gangguan-gangguan letak asal.
8. gangguan letak asal terdjadi pada bagian penampang tjandi jang menundjukkan sudut jang besar (Rupadhatu lorong kedua dan ketiga).

Dari fakta-fakta tsb. dapat diambil kesimpulan bahwa gangguan-gangguan letak asal dinding-dinding dan lantai terdjadi pada tempat-tempat dengan lapisan batu jang tipis dan terdapat perbedaan ketebalan. Hal ini disebabkan baru adanja *perbedaan tekanan pada tanahdasar jang lembek* dan disertai dengan *pindahnja partikal-partikal dari tanahdasar kedalam rongga-rongga antar balok-balok batu*. Hal jang terachir ini berdjalan sangat lambat sekali tetapi waktu jang sangat lama telah memindahkan sedjumlah tanah jang tjukup besar.

Pengamanan dari bangunan Tjandi Borobudur dari kerusakan total hendaknja selalu mengingat kepada hal-hal tersebut diatas, lebih-lebih perhatian harus ditjorahkan pada pengamanan dan penguatan pada dasar Rupadhatu lorong II dan III.

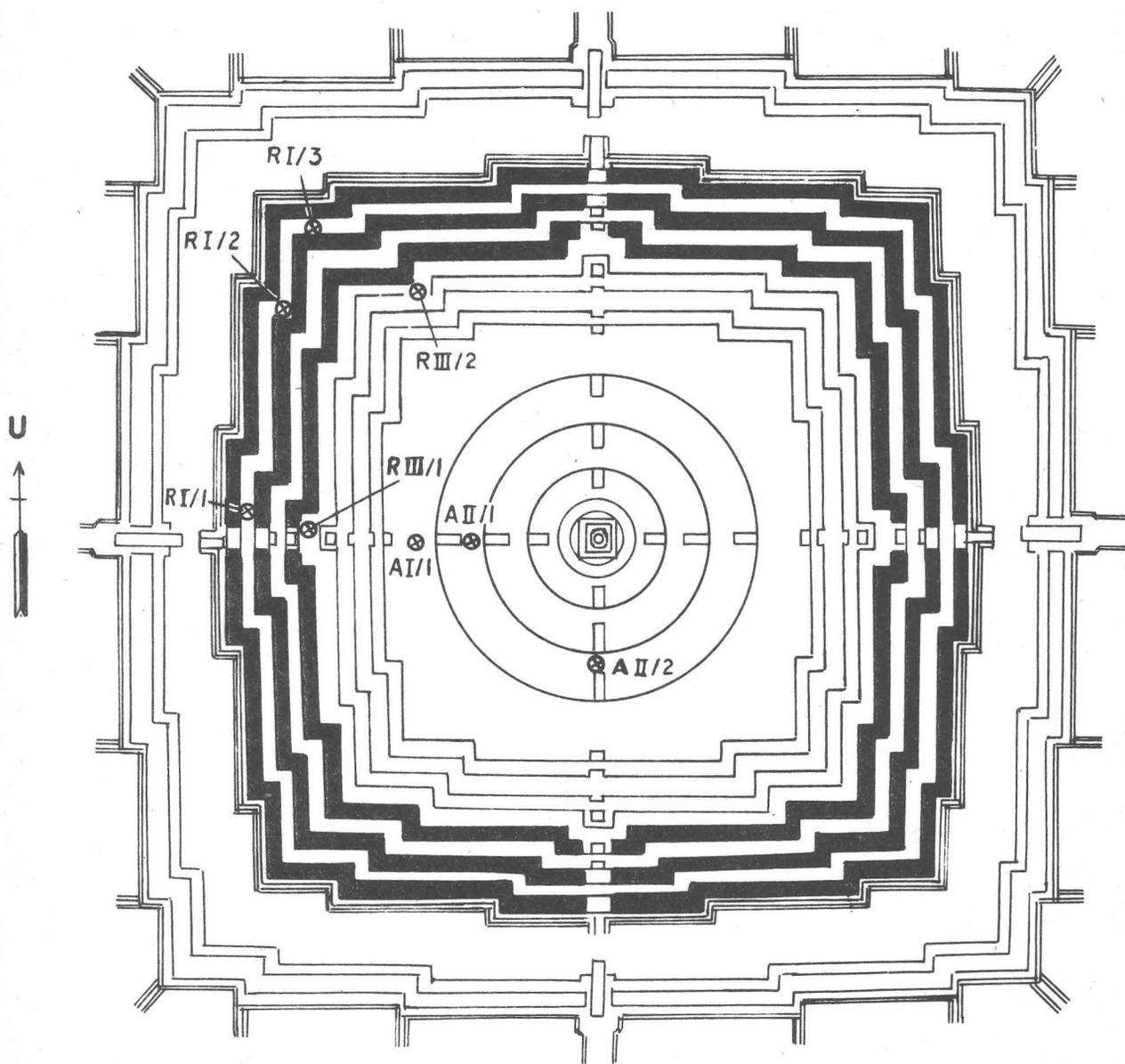
Bandung 20, Oktober 1965

ttd

Dr. Sampurno

SITUASI TJ. BOROBUDUR

Skala 1: 800

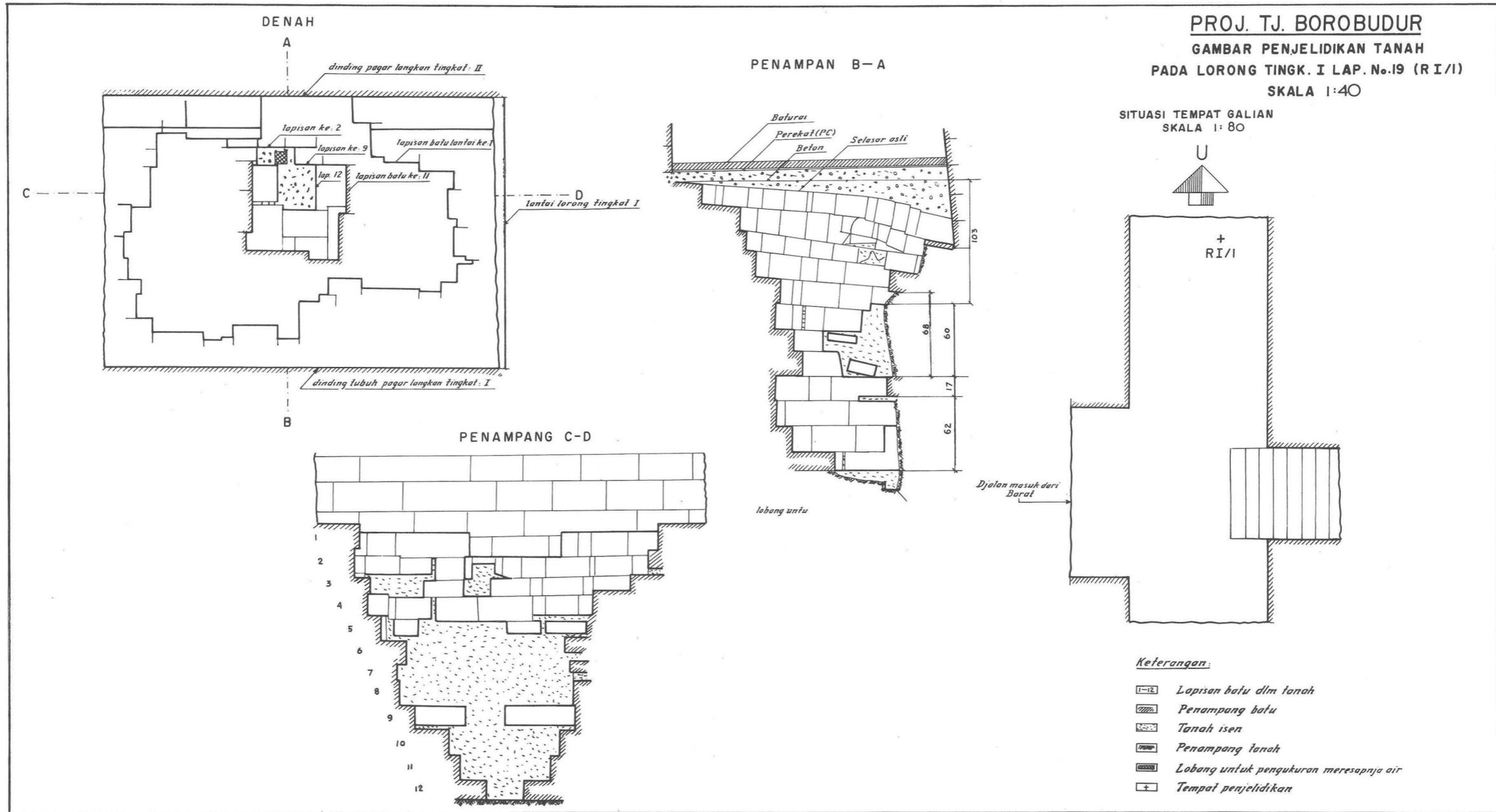


Keterangan:

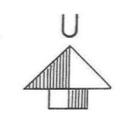
⊗ Tempat yg diselidiki

PROJ. TJ. BOROBUDUR

**GAMBAR PENJELIDIKAN TANAH
PADA LORONG TINGK. I LAP. No.19 (R I/I)
SKALA 1:40**



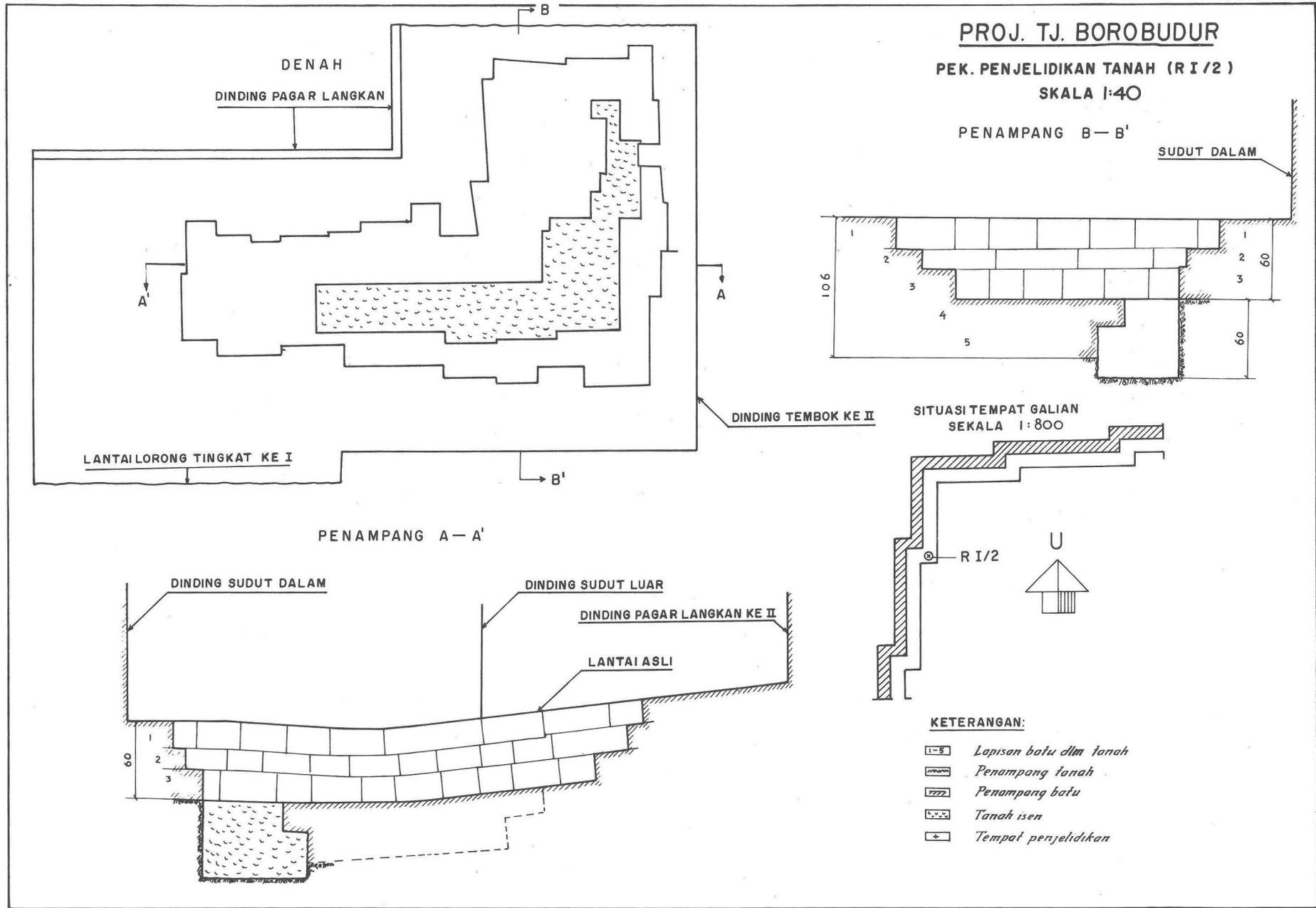
SITUASI TEMPAT GALIAN
SKALA 1:80

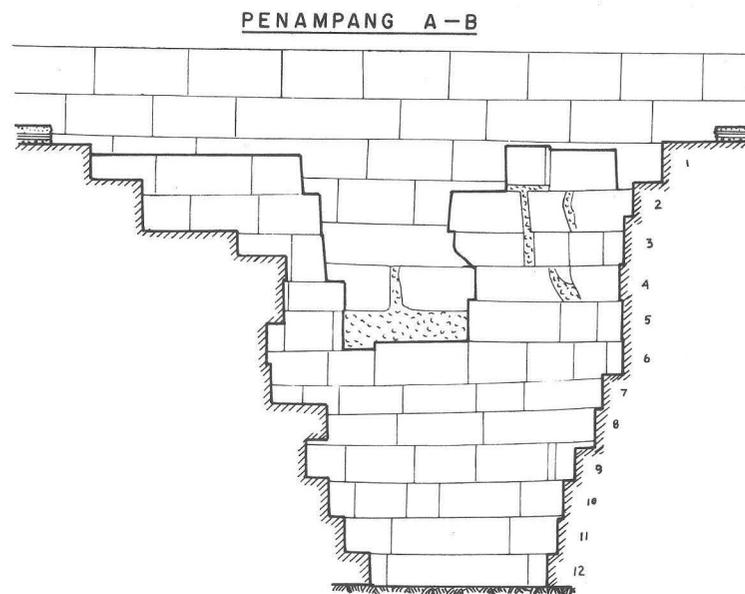
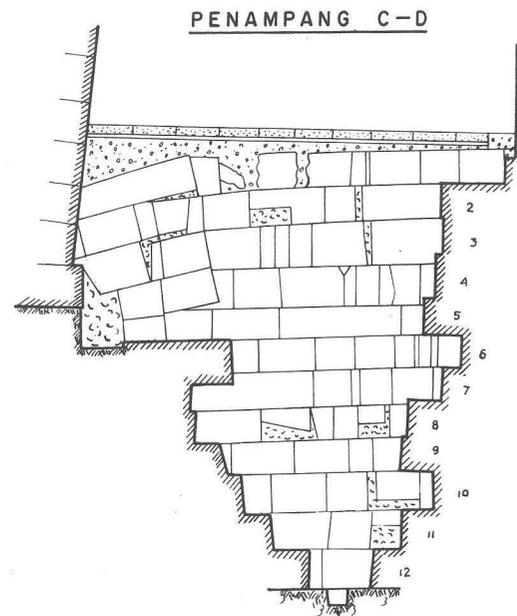
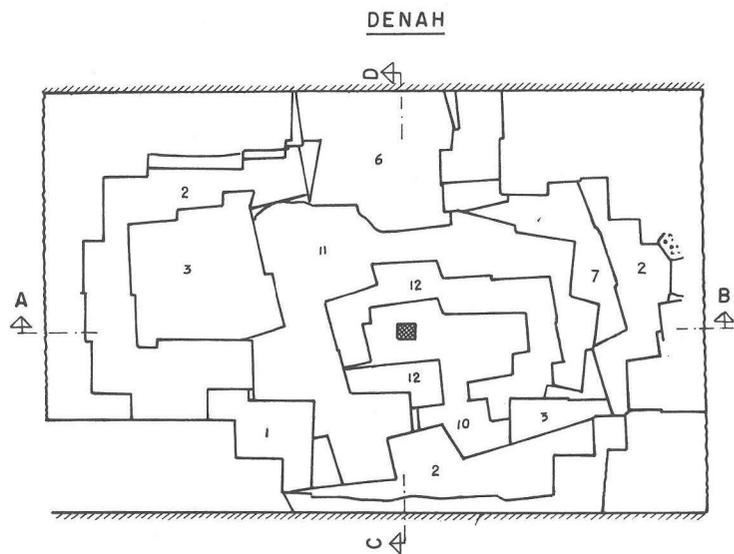


+
RI/I

Keterangan:

- 1-12 Lapisan batu dlm tanah
- Penampang batu
- Tanah isen
- Penampang tanah
- Lobang untuk pengukuran meresapnya air
- + Tempat penjelidikan

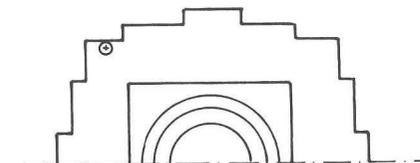




PROJ. T.J. BOROBUDUR
PEK. PENJELIDIKAN TANAH
PADA LORONG TINGK. I LAP. 24 (RI/3)
SKALA 1:40



SITUASI QUADRANT KE I/II
TJ. BOROBUDUR
SKALA 1:2.000

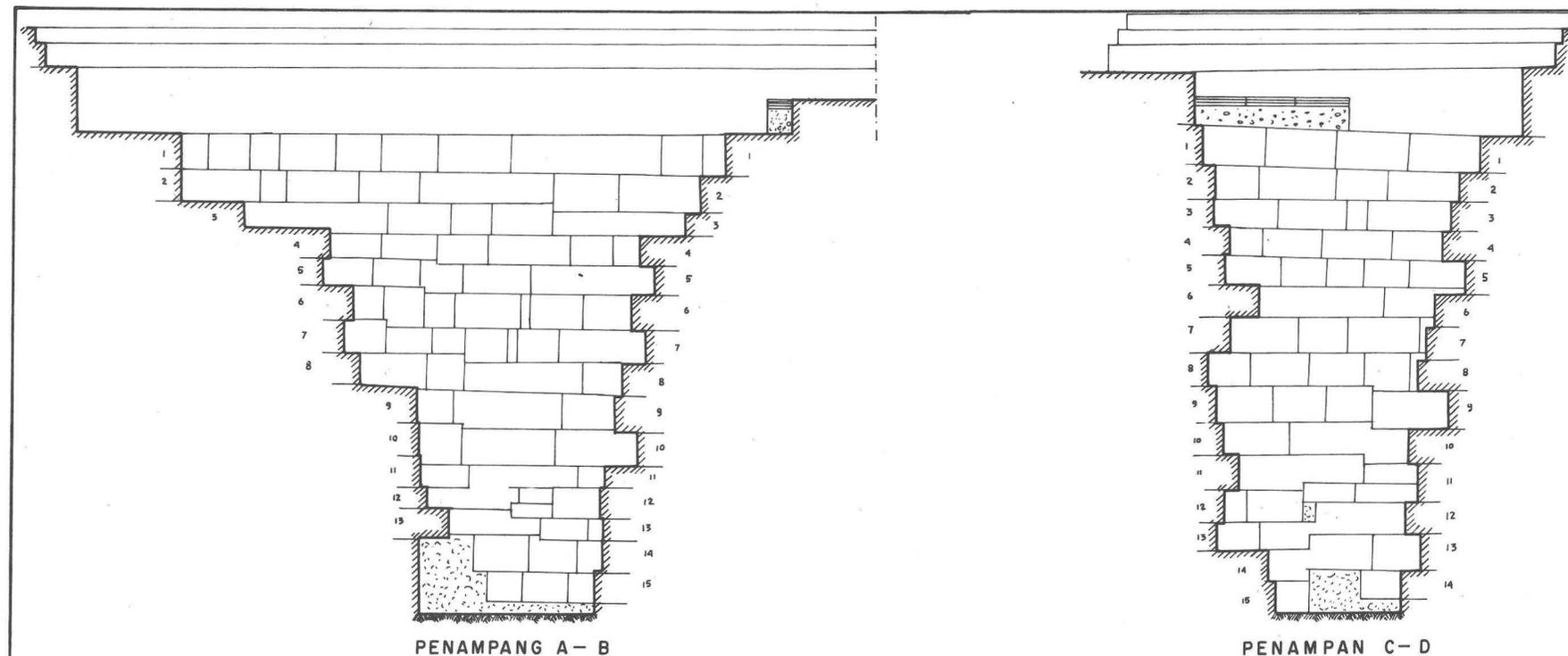


Keterangan:

- 1 - 12 Lapisan batu dlm tanah
- Baturai (baru)
- Perekat (PC)
- Beton
- Penampang batu
- Penampang tanah
- Tanah isen
- Lobang untuk mengukur meresapnya tanah
- ⊙ Tempat yang diselidiki

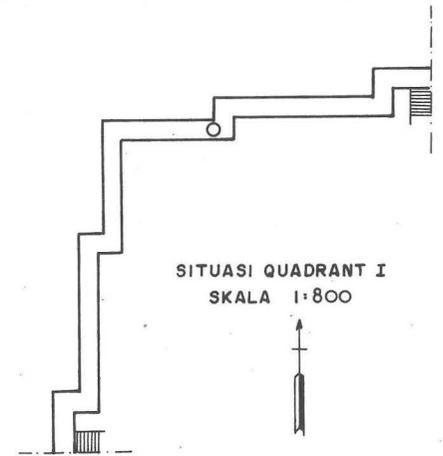
PROJ. TJ. BOROBUDUR

PEK. PENJELIDIKAN TANAH
 LANTAI RUPADATU TINGK. KE III (R III/2)
 SKALA 1:40

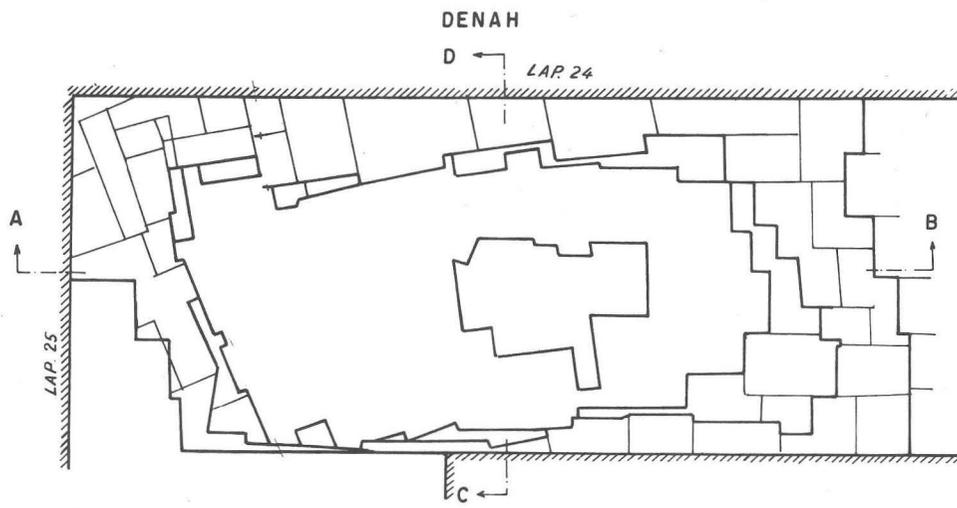


PENAMPANG A - B

PENAMPAN C - D



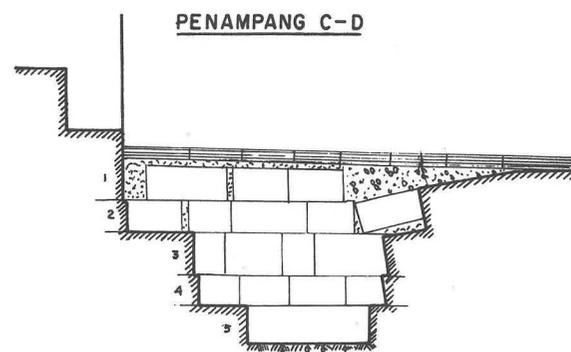
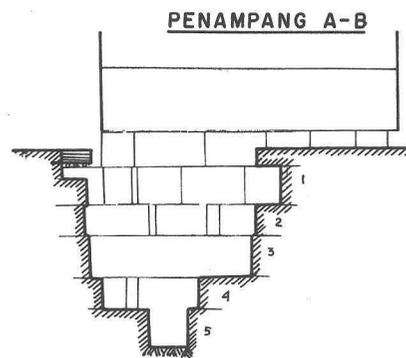
SITUASI QUADRANT I
 SKALA 1:800



DENAH

Keterangan:

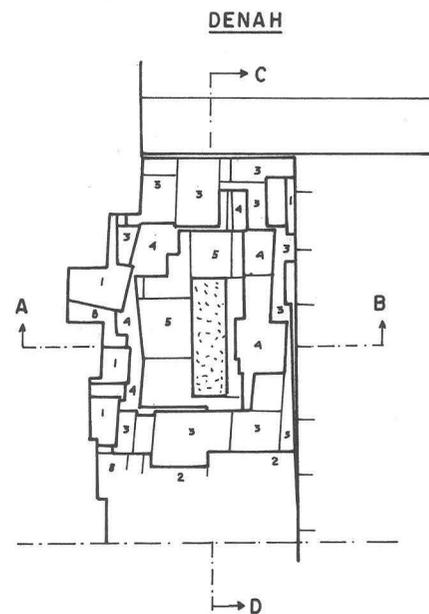
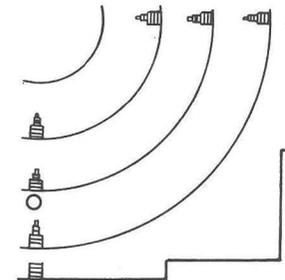
- | | | | |
|------|------------------------|--|----------------------|
| 1-15 | Lapisan batu dlm tanah | | Penampang tanah |
| | Batu asli | | Beton |
| | Batu baru | | Tanah |
| | Penampang tanah | | Tempat yg diselidiki |



PROJ. T.J. BOROBUDUR
PEK. PENJELIDIKAN TANAH
LANTAI ARUPADATU TINGK. KE II (A II/2)
SKALA 1:40



SITUASI QUADRANT III
SKALA 1:800



Keterangan:

- 1-5 Lapisan batu dalam tanah
- Batu asli
- Batu baru
- Penampang batu
- " tanah
- Beton
- Tanah isen
- Tempat yg diselidiki

ISI

	Hal.
I. PENDAHULUAN	25
II. PENELITIAN TERDAHULU	26
III. PENELITIAN TANAH HASIL PEMBORAN.....	26
A. Lokasi dan keadaan pemboran	27
B. Matjam tanah dan kekuatannya	29
IV. KESIMPULAN DAN SARAN	29
A. Kesimpulan.....	29
B. Saran	30

- Lampiran :
- Kolom-kolom pemboran (lembar 1 s/d 9)
 - Penampang pemboran
 - Bagian analisa batuan
 - Tabel kekuatan tanah (tabel 2)
 - Daftar contoh inti (tabel 3)
 - Analisa petrografi
 - Peta situasi Tjandi Borobudur
 - Peta penampang Tjandi Borobudur dengan lubang pemboran

BAGIAN III

PENELITIAN TANAH TJANDI BOROBUDUR

(Oktober 1966)

PENELITIAN TANAH TJANDI BOROBUDUR

(Oktober 1966)

I. Pendahuluan

Lembaga Purbakala dan Peninggalan Nasional di Djakarta menugaskan untuk mengadakan penelitian mengenai keadaan tanah dibawah dan disekitar Tjandi Borobudur — Djawa Tengah — dalam rangka persiapan perbaikan tjandi tersebut jang sekarang ini mengalami beberapa kerusakan jang tjukup parah. Penelitian ini meliputi :

- komposisi tanah dan penjebarannja
- stratigrafi
- petrografi
- kekuatan tanah

chususnja dari tanah dibawah tjandi dan tanah dari bukit dimana Tjandi Borobudur didirikan.

Penelitian terdahulu dirintis sedjak tahun 1962 dengan djalan mengadakan pengamatan-pengamatan geologis didaerah Borobudur dan sekitarnja, pengamatan muka airtanah pada sumur-sumur, penelitian petrografis beberapa tjontoh batuan dan djuga mengadakan penggalian-penggalian pertjobaan pada beberapa bagian tjandi. Achirnja pada tahun 1966 diadakan penelitian tanah jang lebih intensip dengan pertolongan pemboran-pemboran inti menembus tjandi Borobudur guna mendapatkan data jang lebih terperinci dan teliti dari susunan dan kekuatan tanah sebelum semua pekerdjaan perbaikan tjandi dilakukan.

Pekerdjaan pemboran tahap pertama ini dilakukan dalam bulan Oktober 1966, meliputi 9 (sembilan) lubang dengan djumlah kedalaman 61 meter pada kwadran Barat-Laut. Beberapa pemboran diantaranya mengalami kematjetan, tidak dapat menembus lebih dalam, karena menemui batuan keras — dalam hal ini kerakal (gravel) jang tertjampur dalam tufa lempungan berwarna tjoklat tua.

Interpretasi mengenai susunan tanah dibawah bangunan tjandi belum dapat diberikan dengan baik karena djumlah pengeboran belum mentjukupi.

Tugas penelitian ini dilaksanakan dengan bantuan laboratorium mekanika tanah bagian Sipil Institut Teknologi Bandung jang telah meneliti kekuatan tanah.

II. Penelitian terdahulu

Hasil-hasil penelitian terdahulu, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Tjandi Borobudur didirikan diatas suatu bukit atau deretan bukit-bukit ketjil jang memanjang dengan arah WNW — ESE. Besar kemungkinannya bahwa bukit-bukit tersebut merupakan bagian dari pegunungan Menoreh jang terletak disebelah Selatannya.
2. Pada banjak tempat dinding Tjandi Borobudur mengalami kemiringan-kemiringan baik kearah dalam maupun kearah luar. Setjara umum dapat dikatakan bahwa dinding tembok Rupadhatu II miring kearah *luar* sedangkan dinding tembok Rupadhatu III miring *kedalam*. Tembok kedua bagian ini, (Rupadhatu II dan III) merupakan tempat-tempat jang mengalami kemiringan paling parah, chususnya pada sektor Barat-Laut (tembok Utara dan Barat). Kemiringan maximum jang ditjapai adalah 10° miring kearah luar, jaitu pada dinding tembok Rupadhatu II sebelah Utara.

Ketjuali kemiringan-kemiringan dinding djuga terdapat pergeseran-pergeseran letak balok batu bangunan tjandi antara satu dengan jang lain.

3. Tjandi Borobudur mempunjai, *inti tanah*. Hal ini dibuktikan selama penggalian-penggalian pertjobaan jang diadakan. Adanja inti tanah djuga terbukti dengan keluarnya lumpur dari tjelah-tjelah dinding tembok bila hudjan turun.
4. Ketebalan tembok dan lantai tjandi antara satu tempat dengan jang lain berbeda meskipun pada lorong jang sama.
5. Lantai lorong dibanjak tempat *melesak kebawah* pada bagian jang dekat dengan dinding tembok. Hal ini terlihat setelah lapisan batu teratas dan lapisan beton pada lantai lorong dibongkar.
6. Inti tanah selama penggalian terdiri dari :
 - tufa atau tufa pasiran, jang dianggap tanah asli dari bukit.
 - tanah urug, jang terdiri dari kerakal bulat (gravel) dan petjahan-petjahan batu bangunan tjandi runtjing-runtjing tertjampur dalam tufa lempungan berwarna tjoklat tua.

Ketebalan dari masing-masing susunan tanah belum diketahui.

7. Bangunan Tjandi Borobudur terletak djauh diatas muka airtanah, mungkin lebih dari 25 meter diatasnja.

III. Penelitian tanah hasil pemboran

A. Lokasi dan keadaan pemboran:

Dalam penelitian ini telah diambil tjontoh tanah dari hasil pemboran inti dengan menggunakan bor \varnothing 3. Pemboran dilakukan pada kwadran Barat-Laut sebanyak 9 (sembilan) lubang, setelah lebih dahulu menggali bangunan tjandi. Perintjian penggalian dapat dilihat pada Tabel 1 sedangkan lokasi pemboran tertera pada Gambar 1.

TABEL I.

LOKASI DAN KEDALAMAN BOR

No.	Lokasi	Kedalaman	Keterangan
B I	Kaki tjandi (NW)	8.50 m	
B II	Rupadhatu I	9.50 m	
B III	Rupadhatu I	3.50 m	terhenti
B IV	Rupadhatu III	0.50 m	terhenti
B V	Rupadhatu III	0.00 m	terhenti
B VI	Arupadhatu I	12.00 m	terhenti
B VII	Kaki tjandi (N)	13.00 m	
B VIII	Kaki tjandi (W)	13.00 m	
B IX	Arupadhatu IV	1.00 m	terhenti
Djumlah		61.00 m.	

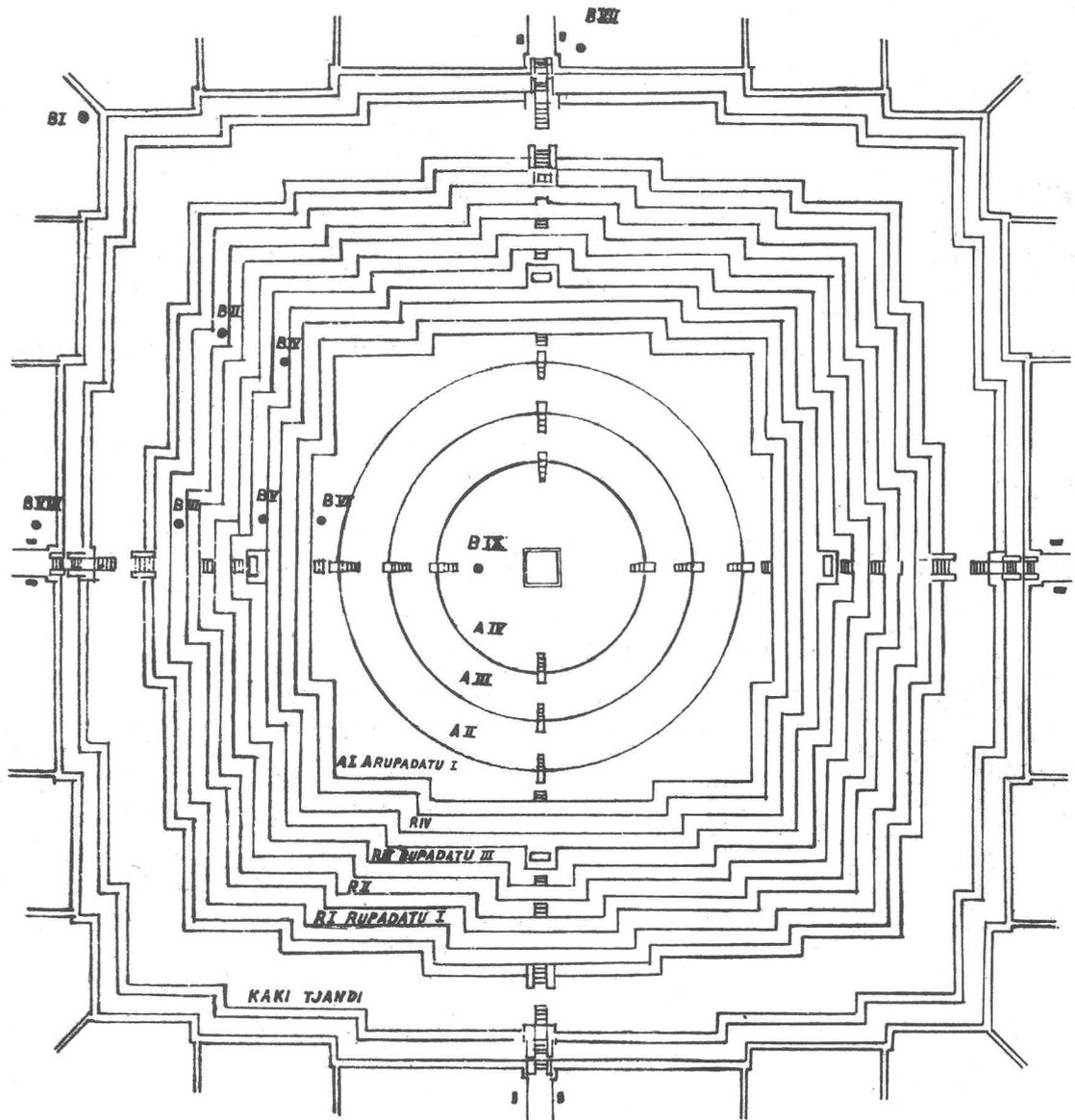
Pada B III, B IV, B V dan B VI pemboran terhenti karena mendjumpai batuan keras, jaitu kerakal (gravel) jang tertjampur dalam tufa lempungan. Gravel tersebut mentjapai ukuran 6 cm.

Ketjuali pemboran diatas djuga dilakukan pemboran pendjagaan pada lereng bukit jang terletak sebelah ESE Tjandi Borobudur dimana terletak pekuburan.

Dari tanah hasil pemboran diambil 2 matjam tjontohnja :

- a) tjontoh tanah untuk penelitian petrografi, diambil tiap 0.50 meter
- b) tjontoh tanah dari inti bor untuk penelitian mekanika tanah, diambil rata-rata tiap 1 meter. Penelitian mekanika tanah dilakukan pada tjontoh tanah jang berbeda lithologinja.

Gambar 1.
Lokasi pembaran Tjandi Borobudur
B I, B II dst. adalah nomor lokasi pembaran



B. *Matjam tanah dan kekuatannya*

Tanah hasil pemboran menundjukkan beberapa variasi lithologi jang dapat digolongkan sbb. :

1. *pasir tufa*, berwarna kuning ketjoklat-tjoklatan, bersifat rapuh dan lepas.
2. *tufa lempungan*, berwarna tjoklat tua, bersifat plastis lempung.
3. petjahan-petjahan andesit dalam tufa lempungan jang berwarna tjoklat tua dan bersifat plastis lempung. Sifat petjahan-petjahan andesit adalah sama dengan batuan bangunan tjandi dan berbentuk runtjing-runtjing.
4. kerakal (gravel) dalam tufa lempungan jang berwarna tjoklat tua kehitan-hitaman. Kerakal berbentuk membulat (rounded) berdiameter sampai 6 cm terdiri dari andesit.

Textur butiran dari pasir tufa dan tufa lempungan adalah sandy silt, sand-silt-clay, silty sand dan kadang-kadang clayey silty sand. Klasifikasi dibuat berdasarkan analisa butiran menurut M.I.T. dan kemudian klasifikasi textur menurut SHEPHARD (1954).

Untuk sementara dapat ditafsirkan bahwa matjam tanah (3) (4) jaitu tufa lempungan dengan petjahan andesit dan tufa lempungan dengan kerakal merupakan tanah urugan ; demikian pula mungkin tufa lempungan (2). Sedangkan pasir tufa (1) ditafsirkan sebagai tanah asli dari bukit dimana tjandi didirikan.

Keadaan fisika dan mekanika tanah jang diperiksa adalah :

specific gravity
volumetric weight
natural water content
liquid limit
plastic limit
plasticity index
unconfined co, pressive strength
sensitivity
apparent cohesion
apparent angle of internal friction
true or intergranular cohesion
true or intergranular angle of internal friction

Dalam lembar-lembar kolom pemboran berikut ini dapat dilihat kedudukan tanah dalam lubang bor dengan keterangan mengenai keadaan fisika dan mekanika tanahnja.

Data-data terperintji dari analisa butiran beserta diagramnja dan mekanika tanah dapat dilihat masing-masing pada Tabel-tabel dan Lembar 10, 11.

Pada peta terlampir terlihat profil tjandi dengan keadaan tanah hasil pemboran dan tafsiran sementara mengenai keadaan tanah urug.

IV. **Kesimpulan dan saran**

A. *Kesimpulan:*

1. Matjam: tanah jang dapat dipeladjadi dari hasil pemboran dapat digolongkan dalam:
 - a) *pasir tufa*, berwarna kuning ketjoklat-tjoklatan dengan textur butiran silty sand dan sandy silt.
 - b) *tufa lempungan*, berwarna tjoklat tua, dengan textur butiran sand-silt-clay ataupun clayey/silty sand.
 - c) *petjahan andesit runtjing-runtjing* dalam tufa lempungan, berwarna tjoklat tua.
 - d) *kerakal (gravel) andesit* dalam tufa lempungan berwarna tjoklat tua.

2. Penyebaran horisontal dan vertikal dari tanah dibawah tjandi belum dapat ditentukan dengan baik mengingat kurang tjukupnja pemboran jang dilakukan. Batuan dari 1c dan 1d diperkirakan sebagai tanah urug, jaitu jang didapati dalam lubang bor B VI, B V, B III dan mungkin djuga dari B II sampai kedalaman 6.00 m, B VII dan B VIII seluruhnja. Pasir tufa dari B I dan B II mulai kedalaman 6.00 m kebawah untuk sementara dianggap sebagai tanah asli.
3. Semua pemboran dilakukan diatas muka air tanah.
4. Pada B II dan B IV menundjukkan bahwa natural water content meningkat kearah bawah : pada B II meningkat dari 31.35% (kedalaman 1.50 — 3.00 sampai 42.25% (kedalaman 7.20 — 9.20 m),
Pada B IV meningkat dari 30.88% (kedalaman 0.00 — 1.50 sampai 51.72% (kedalaman 5.50 — 8.40 m).
- 5 Kekuatan tanah *terlemah* terdapat pada tufa lempungan B II (Rupadhatu I) dari 0.00 — 6.00 m. Apakah ini mendjadi sebab kerusakan bangunan tjandi ditempat itu, masih mendjadi persoalan dan perlu diteliti.
Kekuatan tanah *terbesar* terdapat pada tanah tufa lempungan dari B VII (Kaki tjandi Utara) dan B VIII (Kaki tjandi Barat).

B. *Saran:*

Penelitian tanah dibawah Tjandi Borobudur sebaiknya diperbanjak dan diperluas untuk mendapatkan data jang lebih lengkap mengenai penyebaran vertikal/horisontal dan kekuatan tanah sebelum pekerdjaan perbaikan tjandi dilaksanakan. Hal ini mengingat bahwa dari hasil penelitian ini menundjukkan heteroginnja sifat tanah dan penyebarannja jang tak menentu. Untuk sementara kesimpulan (5) dapat didjadikan pegangan buat perhitungan-perhitungan selandjutnja.

B IV

LOKASI : RUMAH TANI
 TINGGI PERMUKAAN : +0.95 M
 KEDALAMAN : 0.50 M
 SKALA : 1 : 10

LITHOLOGI	TAMBAH PROFIL WARNA	TAMBAH INTEI	FISIKA / MEKANIKA TANAH								
			γ_m t/m ³	γ_s t/m ³	W_N	W_L	W_P	q_u kg/cm ²	St	C kg/cm ²	ϕ°
<i>lata lempungan da nyan sedikit kerakal</i>			1.80	2.35	35.72	51.60	20.10				

B V

LOKASI : RUPADATU III
 TINGGI PERMUKAAN : +2.05 M
 KEDALAMAN : 0.00 M
 SKALA : 1 : 10

LITHOLOG

TANAH

PROFIL

WASANA

LELE

FISIKA / MEKANIKA TANAH

γ_m γ_s W_n W_L W_p q_u SL C ϕ
 t/m^3 t/m^3 $\%$ $\%$ $\%$ kg/cm^2 $\%$ kg/cm^2 $^\circ$

Koral (gravel) de-
 nyun semen lufa -
 tempungan



B VII

LOKASI : KARI NANTI (N)
 TINGGI PERMUKAAN : 0.00 M
 KEDALAMAN : 15. M
 SKALA : 1:10

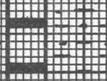
LITHOLOGI

TANAH
 PROFIL
 WARANA

FISIKA/MEKANIKA TANAH

γ_m γ_s W_n W_L W_p z_u U_c C
 t/cm³ t/cm³ % % % % % % %

lempung dengan butiran kasar
 0-5 mm



1.67 2.61 25.79 10.10 20.15 2.79 1.19 0.40 38

lempung



1.70



1.75

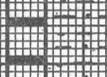


1.80



1.85

lempung dengan butiran kasar
 0-5 mm



1.90



1.95



2.00

lempung



2.05



2.10



2.15



2.20



2.25



2.30

B IX

LOKASI = ARUPADATU
TINGGI PERMUKAAN = +20.07 M
KEBALAMAN = 1.00 M
SKALA = 1 : 10

LITHOLOGI

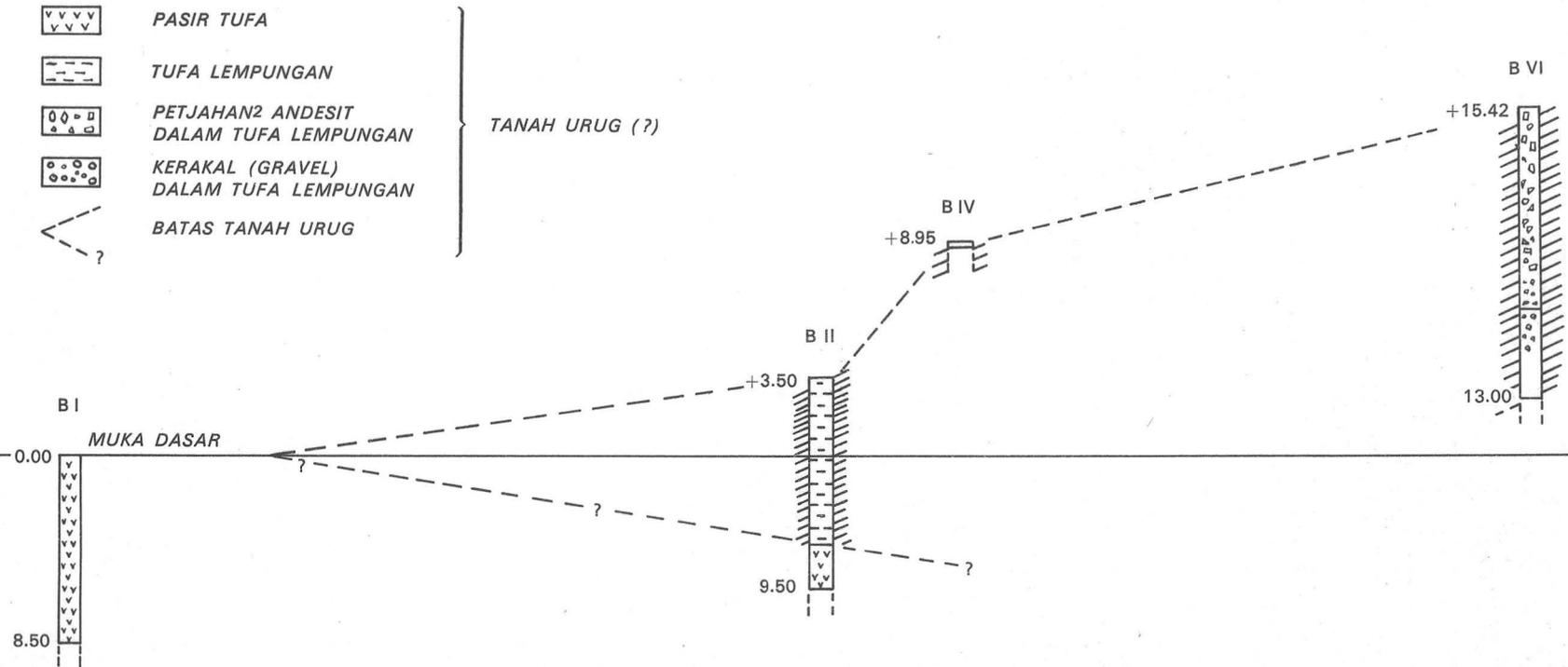
TANAH
PROFIL
JANGKA

LINE 1

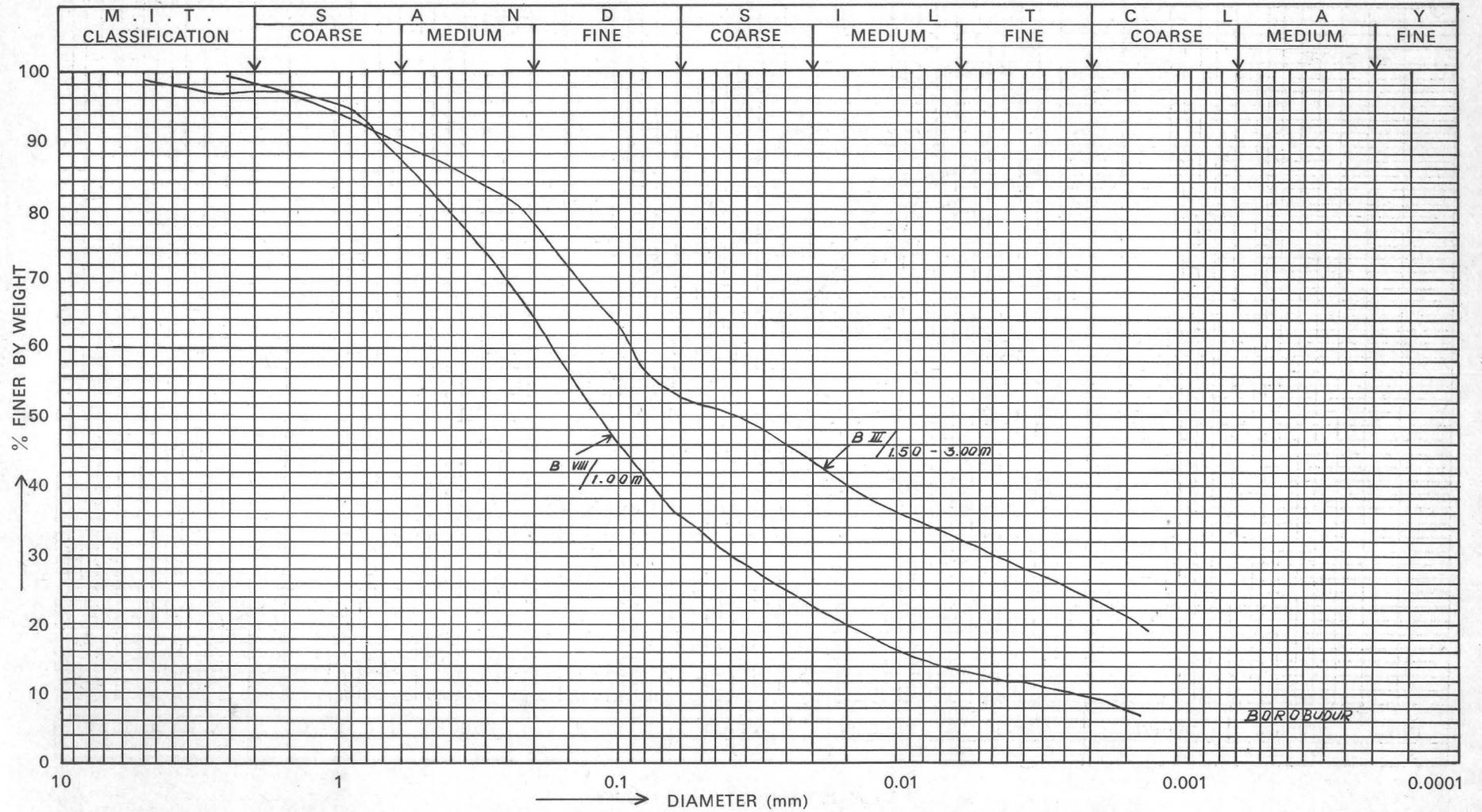
FISIKA / MEKANIKA TANAH

ρ_m ρ_s W_n W_L W_p σ_u σ_c C
t/m³ t/m³ % % % kg/cm² kg/cm² kg/cm²

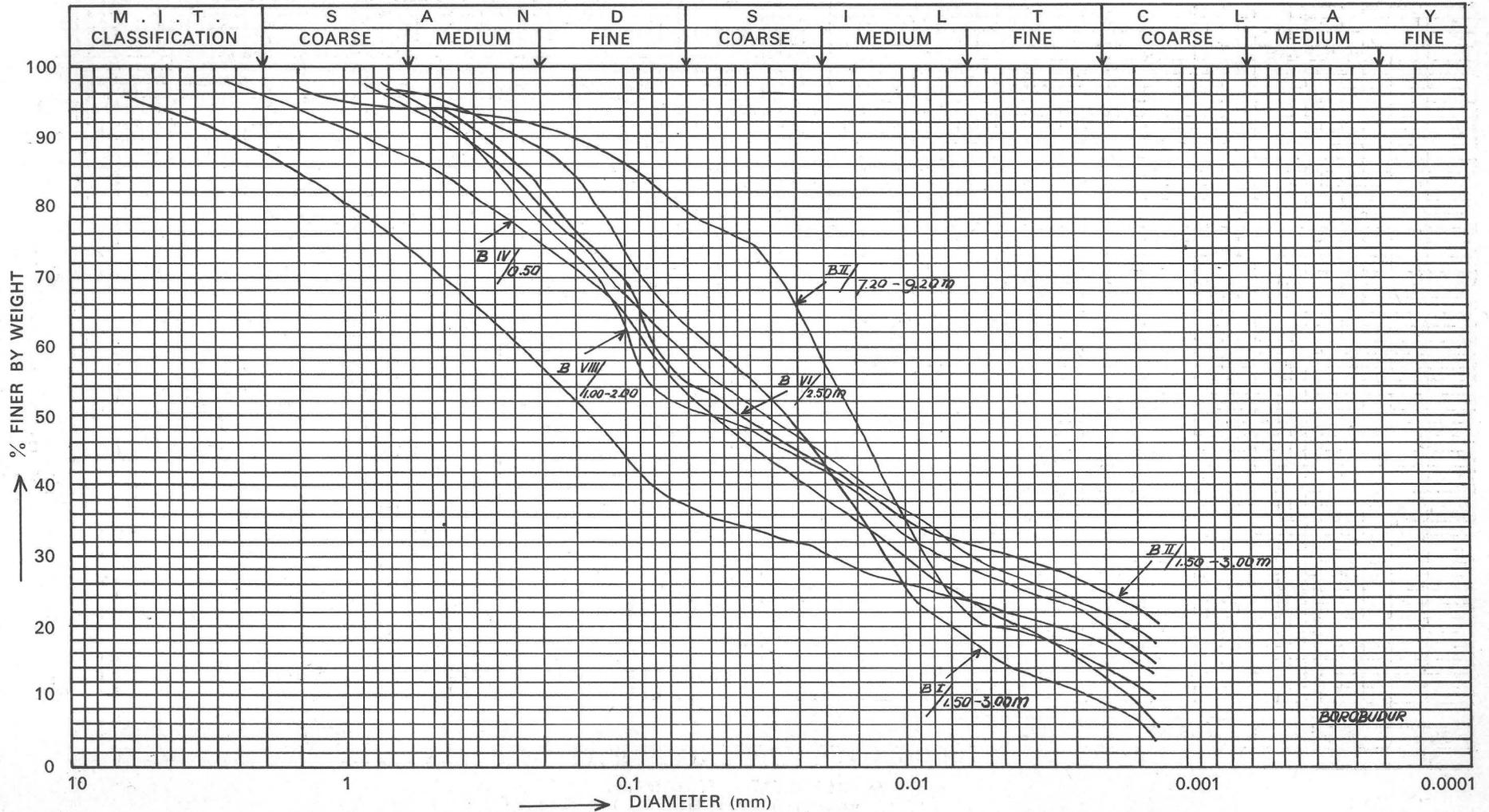
PENAMPANG BOR BI—B II—B IV—B VI
SKALA 1 : 300



**ANALISA BUTIRAN
(MENURUT KLASIFIKASI M.I.T.)**



ANALISA BUTIRAN (MENURUT KLASIFIKASI M.I.T.)



TABEL 2

KEKUATAN TANAH TJANDI BOROBUDUR

No. T	Bor Kedalaman (m)	m	s	W _N	W _l	W _p	I _p	Q _u kg/cm ²	S _t	c kg/cm ²	∅	\bar{c} kg/cm ²	∅
I	1.00 — 3.00	1.69	2.76	35.10	44.80	18.23	26.57	0.881	1.59	0.43	6	0.40	11
II	0.00 — 1.50	—	—	—	—	—	—	0.225	1.36	—	—	—	—
	1.50 — 3.00	1.66	2.66	31.35	57.00	19.91	37.09	—	—	0.07	8	0.11	10
	4.50 — 6.00	—	—	—	—	—	—	0.184	1.17	—	—	—	—
	7.20 — 9.20	1.76	2.72	42.25	50.10	20.33	29.77	—	—	0.18	10	0.20	17
III	1.50 — 3.00	—	2.64	—	52.18	19.41	32.77	—	—	—	—	—	—
	0.00 — 3.50	1.84	—	35.62	—	—	—	2.762	1.32	0.80	21	1.00	21
IV	0.00 — 0.50	1.80	2.73	33.72	51.60	20.10	31.50	—	—	—	—	—	—
V	0.00 — 2.00	—	—	—	—	—	—	0.719	1.30	0.24	5	0.24	8
	0.00 — 1.50	1.87	2.72	30.88	37.98	16.11	21.87	—	—	—	—	—	—
	5.50 — 8.40	1.46	2.64	51.72	83.20	36.39	46.81	0.979	1.38	0.11	13	0.20	15
VI	1.00 — 2.00	1.67	2.67	35.59	50.20	20.15	30.05	2.729	1.29	0.40	38	0.50	44
VIII	0.00 — 2.00	1.73	2.78	32.64	69.45	22.25	47.20	1.783	1.84	0.60	27	0.60	33

Pendjelasan:

s = specific gravity
m = volumetric weight
d = dry density
w_n = natural water content
e_o = void ratio
n = porosity
S_r = degree of saturation
W_L = liquid limit
C_c = Compression index

w_p = plastic limit
I_p = plasticity index
D₁₀ = effective size
C_u = uniformity coefficient
q_u = unconfined compressive strength
undisturbed q_u
S_t = $\frac{q_u}{\text{remolded } q_u}$ = sensitivity
c_v = coefficient of consolidation

c = apparent cohesion
∅ = apparent angle of internal friction
 \bar{c} = true or intergranular cohesion
∅ = true or intergranular angle of internal friction
k = coefficient of permeability
D_r = relative density
E_u = unsaturated modulus of elasticity
E_s = saturated modulus of elasticity

TABEL 3
DAFTAR TJONTOH INTI

No. Bor	Kedalaman (m)	Pandj. inti (m)	No. Bor	Kedalaman (m)	Pandj. inti (cm)
B I	0.00 — 1.50	23	B VII	0.00 — 1.00	16.0
	1.50 — 3.00	38.5		1.00 — 2.00	16.0
	3.00 — 4.50	39.0		2.00 — 3.00	19.0
	4.50 — 6.00	36.0		3.00 — 4.00	18.0
	6.00 — 8.00	—		4.00 — 5.00	19.0
			5.00 — 6.00	19.0	
B II	0.00 — 1.50	35.0		7.00 — 8.00	19.0
	1.50 — 3.00	29.0		8.00 — 9.00	28.0
	3.00 — 4.50	30.0		9.00 — 10.00	18.0
	4.50 — 6.00	27.0		10.00 — 11.00	20.0
	7.20 — 9.50	23.0		11.00 — 13.00	—
B III	0.00 — 1.50	20.0	B VIII	0.00 — 2.00	24.0
	1.50 — 3.50	25.0		2.00 — 3.00	30.0
				3.00 — 5.00	40.0
B IV	0.00 — 0.50	23.0		5.00 — 6.00	26.0
				6.00 — 7.00	29.0
B V	0.00	—		7.00 — 8.00	39.0
				8.00 — 9.00	31.0
B VI	0.00 — 2.00	23.0		9.00 — 10.00	35.0
	2.00 — 5.50	27.0		10.00 — 13.00	—
	5.50 — 8.40	20.0			
	9.00 — 10.00	18.0			
	10.00 — 11.00	20.0			
	11.00 — 12.00	—	B IX	0.00 — 1.00	—

ANALISA PETROGRAFI

- Bor B I: 0.00 — 0.50 m Pasir tufa agak lempungan, warna tjoklat putjat. Besar butir 0.30 — 2.00 mm, mengandung $\pm 7\%$ mineral hitam dan $\pm 5\%$ felspar. Djuga didapatkan fragmen-fragmen batuan jang lapuk.
- 0.50 — 1.00 m Pasir tufa, warna putih ketjoklatan dengan besar butir rata-rata 0.30 mm, mengandung $\pm 5\%$ mineral-mineral hitam dan $\pm 2\%$ felspar.
- 1.00 — 1.50 m Pasir tufa, warna putih ketjoklatan, mengandung $\pm 15\%$ mineral hitam, 10% felspar dan fragmen-fragmen batuan jang sudah lapuk.
Agak kasar dari atasnja.
- 1.50 — 2.00 m Pasir tufa sedang, warna ketjoklatan agak hidjau, dengan besar butir rata-rata 0.50 mm. Mengandung $\pm 30\%$ mineral-mineral hitam, sedangkan felsparnja sukar ditentukan sebab warnanja sukar dibedakan dengan tufanja sendiri jang sudah lapuk.
- 2.00 — 2.50 m Pasir tufa halus, warna putih ketjoklatan agak hidjau. Mengandung $\pm 30\%$ mineral hitam, $\pm 15\%$ felspar dan $\pm 3\%$ fragmen batuan jang sudah lapuk. Lebih halus dari atasnja.
- 2.50 — 3.00 m Pasir tufa halus, warna putih tjoklat agak kehidjauan. Mengandung 30% mineral-mineral hitam, $\pm 15\%$ felspar dan 15% fragmen-fragmen batuan jang sudah lapuk. Sama dengan atasnja.
- 3.00 — 3.50 m Pasir tufa kasar, warna tjoklat kuning kehidjauan. Mengandung $\pm 5\%$ mineral hitam, 20% felspar dan fragmen-fragmen batuan jang mentjapai ukuran 8 mm sebanjak kira-kira 15%.
- 3.50 — 4.00 m Pasir tufa sedang, warna putih kekuning-kuningan dengan ukuran besar butir rata-rata 0.4 mm. Mengandung $\pm 30\%$ mineral-mineral hitam (halus) sedangkan felsparnja sukar ditentukan. Didapatkan djuga fragmen-fragmen batuan jang sudah lapuk kira-kira 15%. Keadaan hampir sama dengan tjontoh No. 6.
- 4.00 — 4.50 m Pasir tufa sedang, warna tjoklat putjat agak kelabu. Mengandung $\pm 15\%$ mineral-mineral hitam, 15% felspar dan fragmen-fragmen batuan jang sudah lapuk jang mentjapai ukuran 0.60 mm. Warna lebih tua djika dibandingkan dengan atasnja.
- 4.50 — 5.00 m Pasir tufa sedang, warna tjoklat muda kehidjauan. Mengandung 15 — 20% mineral-mineral hitam, $\pm 10\%$ felspar dan fragmen-fragmen batuan jang sudah lapuk sebanjak $\pm 7\%$, warna lebih tua dari atasnja.
- 5.00 — 5.50 m Pasir tufa sedang, warna tjoklat muda kehidjauan. Mengandung 10 — 15% mineral-mineral hitam, 15 — 20% felspar dan fragmen batuan jang mentjapai ukuran 2.50 mm sebanjak $\pm 7\%$. Keadaan sama dengan atasnja.

- 5.50 — 6.00 m Pasir tufa sedang, warna kuning tjoklat kehidjauan. Mengandung 20 — 25% mineral-mineral hitam, \pm 15% felspar dan fragmen batuan jang sudah lapuk \pm 10%. Keadaan sama dengan atasnja.
- B Bor B II 0.00 — 0.50 m Pasir tufa lempungan, warna tjoklat muda-tjoklat. Ukuran besar butir rata-rata 0.3 mm. Mengandung \pm 7% mineral-mineral hitam, \pm 5% felspar dan fragmen-fragmen batuan jang sudah lapuk \pm 3%.
- 0.50 — 1.00 m Pasir tufa lempungan, warna tjoklat muda-tjoklat mengandung \pm 15% mineral-mineral hitam, \pm 10% felspar-felspar batuan fragmen-fragmen jang mentjapai ukuran 3.00 mm sebanyak 3%. Keadaan sama dengan atasnja.
- 1.00 — 1.50 m Pasir tufa lempungan kasar, warna kuning tjoklat, mengandung \pm 15% mineral-mineral hitam, \pm 7% felspar dan \pm 10% fragmen-fragmen batuan jang mentjapai ukuran 3.00 mm. Keadaan sama dengan atasnja hanja lebih kasar.
- 1.50 — 2.00 m Pasir tufa lempungan kasar, warna tjoklat kelabu-tjoklat hitam. Mengandung \pm 3% mineral hitam, \pm 2% felspar dan fragmen-fragmen batuan \pm 50% jang ukuran rata-ratanja 4.00 mm. Warna lebih tua daripada atasnja.
- 2.00 — 2.50 m Pasir tufa lempungan kasar, warna tjoklat kelabu-tjoklat hitam. Mengandung \pm 10% mineral hitam, \pm 3% felspar dan \pm 30% fragmen batuan (andesit). Keadaan adalah sama dengan atasnja.
- 2.50 — 3.00 m Pasir tufa kasar, warna tjoklat-tjoklat tua. Mengandung \pm 10% mineral hitam, \pm 2% (banjak jang lapuk) dan fragmen-fragmen \pm 40% jang ukuran rata-ratanja 4.00 mm.
- 3.00 — 3.50 m Pasir tufa lempungan kasar, warna tjoklat muda-tjoklat tua. Mengandung \pm 7% mineral hitam sedangkan felsparnja sukar ditentukan (lapuk). Fragmen-fragmen batuan jang berukuran \pm 3.00 mm sebanyak \pm 40%. Keadaan sama dengan atasnja.
- 3.50 — 4.00 m Pasir tufa kasar, warna tjoklat muda-tjoklat tua, mengandung \pm 7% mineral hitam, felspar sukar ditentukan dan fragmen-fragmen batuan jang mentjapai ukuran 8.00 mm sebanyak \pm 50%. Lebih kasar dibandingkan dengan atasnja.
- 4.00 — 4.50 m Pasir tufa lempungan kasar, warna tjoklat-tjoklat tua(hitam). Mengandung mineral hitam \pm 10%, felspar \pm 5% dan fragmen batuan berukuran rata-rata (.00 mm, sebanyak \pm 25% (sudah lapuk).
- 4.50 — 5.00 m Pasir tufa lempungan kasar, warna tjoklat kemerah-merahan, mengandung \pm 5% mineral hitam, felsparnja sukar ditentukan. Sedang sebagian besar terdiri dari fragmen-fragmen batuan lapuk bertjampur dengan tufa.

- 5.00 — 5.50 m Pasir tufa kasar (agak lempungan), warna tjoklat merah, mengandung $\pm 5\%$ mineral hitam, sedangkan felsparnja sukar ditentukan (lapuk) dan fragmen batuan jang besar butirnja rata-rata 5.00 mm sebanjak 15%. Warna lebih tua dari atasnja.
- 5.50 — 6.00 m Keadaan sama dengan atasnja.
- 6.00 — 6.70 m Pasir tufa kasar (agak lempungan), warna tjoklat-tjoklat tua. Baik mineral hitam maupun felsparnja sukar ditentukan, sedangkan fragmen batuan (andesit) jang berukuran rata-rata 4.00 mm sebanjak $\pm 10\%$.
- 6.70 — 7.20 m Pasir tufa halus/sedang (agak lempungan), warna tjoklat muda-merah bata (warna oker), mengandung 7 — 10% mineral hitam, $\pm 7\%$ felspar. Mungkin merupakan daerah transisi.
- 7.20 — 7.70 m Pasir tufa halus/sedang, warna kuning-merah bata (warna oker). Besar butir rata-rata 0.20 mm, dengan mineral hitam $\pm 7\%$ dan felspar sebanjak $\pm 5\%$. Besar butir lebih halus dari atasnja.
- 7.70 — 8.20 m Pasir tufa sedang, warna tjoklat muda-kekuningan. Besar butir rata-rata 0.30 mm, dengan komposisi mineral hitam $\pm 10\%$, felspar $\pm 5\%$ dan sisanja adalah tufa bertjampur dengan fragmen batuan jang lapuk.
- 8.20 — 8.70 m Keadaan sama dengan atasnja.
- 8.70 — 9.20 m dan selandjutnja..... keadaan sama dengan atasnja hanja warna lebih muda (agak putih keabu-abuan).
- Bor B III 0.00 — 0.50 m Tufa (lempungan), warna tjoklat-tjoklat kemerah-merahan. Komposisinja terdiri dari $\pm 5\%$ mineral hitam, sedangkan felsparnja sukar ditentukan (lapuk), dan fragmen-fragmen batuan $\pm 20\%$, jang besar butirnja mentjapai 4.00 mm. Sedangkan sisanja terdiri dari tufa dan fragmen batuan jang sudah lapuk.
- 0.50 — 1.00 m Tufa lempungan, warna tjoklat tua-tjoklat kemerahan. Mengandung mineral hitam $\pm 10\%$, felspar $\pm 5\%$, sedangkan sisanja adalah tufa jang lempungan (lengket).
- 1.00 — 1.50 m Tufa lempungan, warna tjoklat tua. Baik mineral hitam, felspar dan fragmen batuan sukar ditentukan. Dalam keadaan kering menundjukkan struktur rekah lumpur (muderack).
- 1.50 — 2.00 m Tufa lempungan, warna tjoklat tua-hitam. Mineral hitam dan felsparnja sukar ditentukan. Didapatkan fragmen batuan jang sudah lapuk, jang ukuran rata-ratanja 4.00 mm sebanjak $\pm 40\%$.
- 2.00 — 2.50 m Tufa lempungan, dengan warna tjoklat-tjoklat tua (hitam). Mengandung mineral hitam $\pm 5\%$, sedangkan felsparnja sukar ditentukan. Didapatkan pula fragmen-fragmen batuan $\pm 10\%$. Sedangkan sisanja adalah tufa dan hasil-hasil pelapukan jang lain, jang mempunjai sifat lengket.

- 2.50 — 3.00 m Tufa lempungan dengan warna tjoklat-tjoklat tua/hitam. Mineral hitamnja kira-kira 5%, sedangkan felsparnja sukar ditentukan dan komponen batuan jang lapuk kira-kira sebanyak 10%. Menunjukkan fragmentasi jang tadjam-tadjam.
- 3.00 — 3.50 m Tufa lempungan dengan warna tjoklat-tjoklat tua (hitam). Mineral hitam kira-kira 5%, sedangkan felsparnja sukar ditentukan (lapuk). Fragmen-fragmen batuan jang sudah lapuk kira-kira 40%.
- 3.50 — m Kerakal dalam tufa lempungan.
- Bor B IV 0.00 — 0.50 m Tufa lempungan dengan warna tjoklat-tjoklat tua. Komposisi terdiri dari mineral hitam $\pm 15\%$, felspar $\pm 7\%$ dan fragmen batuan jang lapuk (dengan diameter rata-rata 4.00 mm) sebanyak $\pm 3\%$. Sedangkan sisanja adalah tufa dan hasil pelapukan jang lain jang bersifat lempungan (lengket).
- 0.50 — m Kerakal dalam tufa lempungan tjoklat tua.
- Bor B V 0.00 — 0.50 m Tufa lempungan jang keadaan serta matjamnja adalah sama dengan hasil pemboran dari Bor B IV.
- 0.50 — m Kerakal besar, diameter 8 — 10 cm bertjampur lempung.
- Tjataan:* Dalam pemboran jang diadakan di Bor B III, IV, V diketemukan kerakal maupun petjahan batu jang menjejabkan pemboran terhenti.
- Bor B VI 0.00 — 1.00 m Tufa lempungan, warna tjoklat-tjoklat tua dengan mineral hitam $\pm 10\%$, $\pm 7\%$ felspar dan fragmen batuan $\pm 20\%$. Fragmen-fragmen batuan jang terdapat didalam inti pemboran ini berukuran rata-rata 3.00 mm.
- 1.00 — 1.50 m Tufa lempungan, warna tjoklat tua, dengan mineral hitam $\pm 10\%$, felspar $\pm 5\%$ dan fragmen batuan $\pm 5\%$ jang berukuran ± 3.00 mm. Bagian jang halus bersifat seperti lumpur.
- 1.50 — 2.00 m Tufa lempungan warna tjoklat-tjoklat tua/hitam. Mineral hitamnja $\pm 10\%$, felspar $\pm 10\%$, sedangkan fragmen batuan jang berukuran ± 7.00 mm $\pm 20\%$. Keadaan adalah sama dengan atasnja.
- 2.00 — 2.50 m Tufa lempungan, warna tjoklat tua/hitam. Keadaan adalah sama dengan atasnja.
- 2.50 — 3.00 m Tufa lempungan warna tjoklat tua-tjoklat. Keadaan adalah sama dengan atasnja hanja butiran agak kasar-kasar (fragmen batuan).

- 3.00 — 3.50 m Sama dengan atasnja (tufa lempungan).
- 3.50 — 4.00 m Sama dengan atasnja, hanja fragmen batuan jang didapat agak kasar.
- 4.00 — 4.50 m Sama dengan atasnja. Bagiannja jang halus pada waktu kering menunjukkan struktur rekah lumpur (muderack).
- 4.50 — 5.00 m Tufa lempungan, warna tjoklat tua. Mengandung $\pm 15\%$ mineral hitam, $\pm 10\%$ felspar dan fragmen batuan berukuran rata-rata 3.00 mm sebanjak $\pm 10\%$.
- 5.00 — 5.50 m Pasir tufa, dengan warna tjoklat keabu-abuan. Mengandung $\pm 20\%$ mineral hitam, $\pm 10\%$ felspar dan fragmen-fragmen batuan (andesit dan basalt?) jang mentjapai ukuran ± 8.00 mm sebanjak $\pm 40\%$.
- 5.50 — 6.50 m Pasir tufa lempungan, warna tjoklat tua. Mengandung $\pm 5\%$ mineral hitam, $\pm 5\%$ felspar dan fragmen-fragmen batuan jang lapuk sebanjak $\pm 40\%$. Besar butiran setjara umum adalah sama.
- 6.50 — 7.00 m Pasir tufa lempungan, warna tjoklat hitam/tua. Mengandung $\pm 5\%$ mineral hitam, $\pm 5\%$ felspar dan fragmen-fragmen batuan $\pm 10\%$. Besar butiran setjara umum adalah sama. Keadaan sama dengan atasnja.
- 7.00 — 7.50 m Pasir tufa lempungan, warna tjoklat tua. Mengandung $\pm 20\%$ mineral hitam, 10% felspar dan fragmen-fragmen batuan $\pm 10\%$ jang ukuran rata-ratanja 3.00 mm.
- 7.50 — 8.40 m Tufa lempungan, warna tjoklat muda-tjoklat. Mengandung $\pm 7 - 10\%$ mineral hitam, $\pm 10\%$ felspar dan tufa jang agak kasar $\pm 50\%$, dengan besar butir jang relatif sama.

Tjataan: Pemboran terhenti karena terbentur pada batuan jang ukurannja melebihi ukuran penginti.

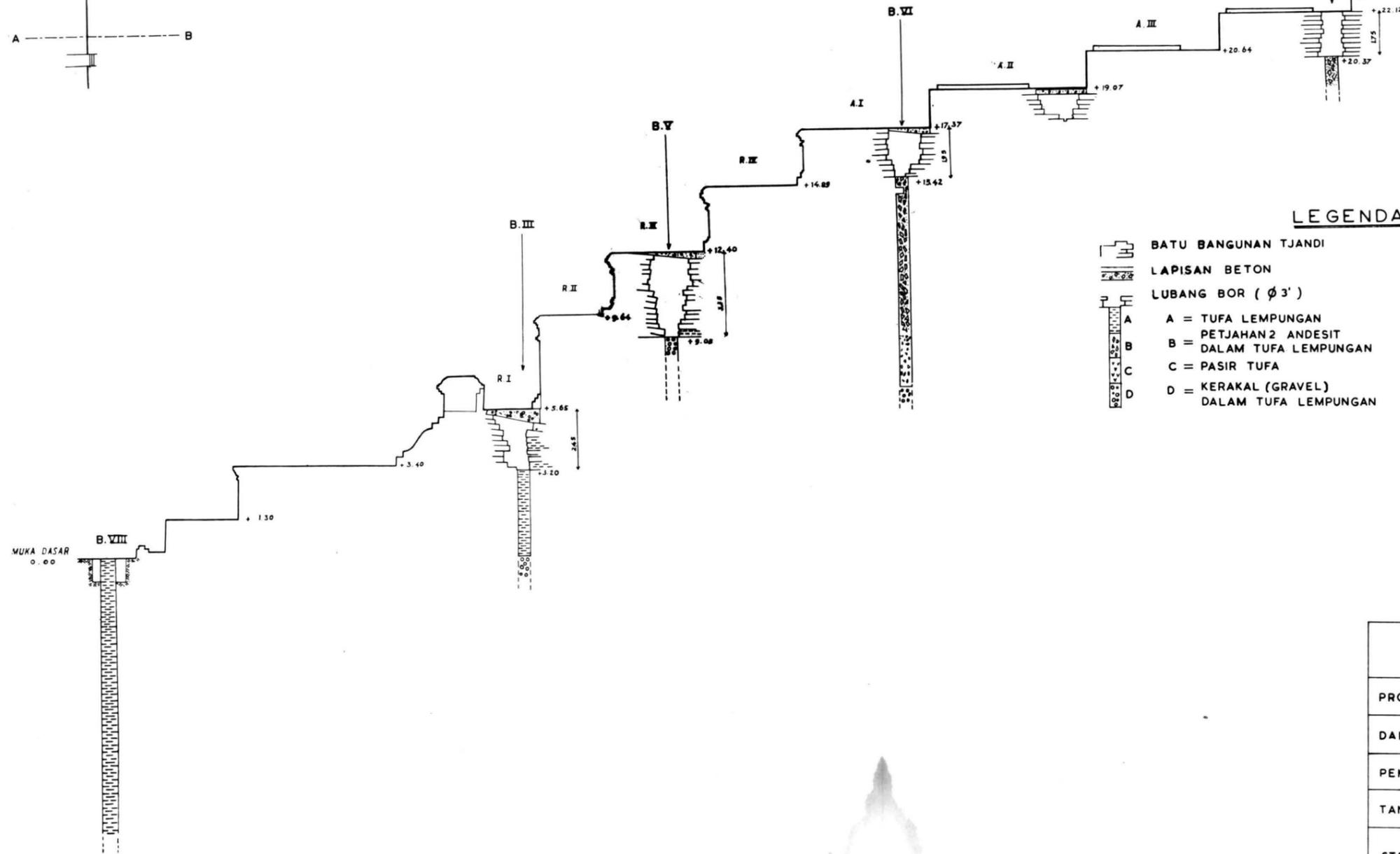
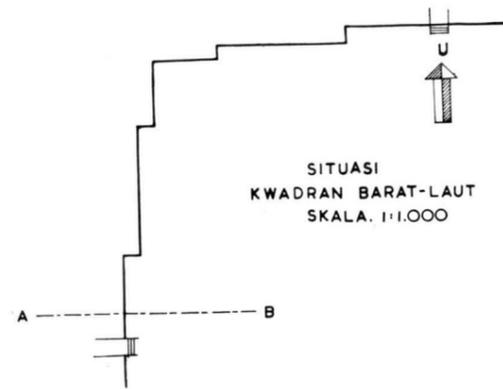
- Bor B VIII 0.00 — 0.70 m Pasir tufa lempungan, warna tjoklat-tjoklat tua. Mengandung $\pm 10\%$ mineral hitam, $\pm 15\%$ felspar dan fragmen batuan jang berukuran rata-rata 3.00 mm sebanjak $\pm 5\%$. Setjara keseluruhan besar butir adalah sama.
- 0.70 — 1.20 m Pasir tufa lempungan, warna tjoklat tua. Keadaan adalah sama dengan atasnja, hanja kelengketannja agak kurang.
- 1.20 — 1.70 m Pasir tufa halus lempungan, warna tjoklat. Mengandung mineral hitam $\pm 10\%$, felspar $\pm 10\%$ dan fragmen batuan $\pm 5\%$ jang ukuran rata-ratanja ± 1.00 mm. Lebih halus daripada atasnja.

- 1.70 — 2.20 m Tufa lempungan, warna tjoklat-tjoklat tua/hitam. Mengandung $\pm 5\%$ mineral hitam, $\pm 5\%$ felspar dan $\pm 5\%$ fragmen batuan. Pada waktu kering menunjukkan rekah lumpur (muderack).
- 2.20 — 2.70 m Tufa lempungan dengan warna tjoklat. Keadaan ataupun matjamnja adalah sama dengan atasnja (nomor 4).
- 2.70 — 3.20 m Tufa lempungan, warna tjoklat, sama dengan atasnja, hanja, lebih halus.
- 3.20 — 3.70 m Tufa lempungan sama dengan sebelah atasnja (No. 6).
- 3.70 — 4.20 m Pasir tufa lempungan dengan warna tjoklat kelabu-kehitam-hitaman. Mengandung $\pm 2\%$ mineral hitam, 2% felspar, dan fragmen-fragmen batuan $\pm 4\%$ jang keadaannja sudah lapuk.
- 4.20 — 4.70 m Pasir tufa dengan warna tjoklat kelabu kehitam-hitaman. Matjamnja adalah sama dengan atasnja, hanja lebih kasar. (didapatkan fragmen batuan jang berukuran ± 2.50 mm).
- 4.70 — 5.20 m Pasir tufa, dengan warna tjoklat keabu-abuan. Matjamnja adalah sama dengan atasnja, hanja warna lebih muda.
- 5.20 — 5.70 m Pasir tufa dengan warna tjoklat kelabu. Idem seperti atasnja.
- 5.70 — 6.20 m Pasir tufa warna tjoklat kelabu, keadaan adalah sama dengan atasnja, hanja komponen batuan jang lapuk lebih besar.
- 6.20 — 6.70 m Pasir tufa seperti sebelumnja, agak kasar kalau dibandingkan dengan atasnja.
- 6.70 — 7.20 m Pasir tufa seperti sebelumnja, hanja lebih kasar dimana fragmen batuan jang didapat mentjapai ukuran ± 8.00 mm.
- 7.20 — 7.70 m Pasir tufa warna tjoklat. Matjamnja tak berbeda dengan atasnja.
- 7.70 — 8.70 m Pasir tufa dengan warna kelabu-kelabu tua. Terdiri dari $\pm 2\%$ mineral hitam, 4% felspar (jang sudah lapuk) dan fragmen-fragmen batuan sebesar $\pm 80\%$. Dengan ukuran rata-rata ± 0.8 mm.
- 8.70 — 9.20 m Pasir tufa kasar, warna tjoklat hitam. Mineral hitam maupun felsparnja sukar ditentukan dan fragmen-fragmen batuan jang mentjapai ukuran ± 6.00 mm sebanjak $\pm 70\%$.
- 9.20 — 10.20 m Pasir tufa kasar, warna tjoklat tua/hitam. Keadaan adalah sama dengan atasnja, hanja komponen tufanja lebih tinggi ($\pm 50\%$). Keadaan selandjutnja tak banjak berbeda.
- Bor B IX 0.00 — 0.70 m Pasir tufa lempungan; warna tjoklat muda-tjoklat. Terdiri dari $\pm 5\%$ mineral hitam, $\pm 10\%$ felspar, dan fragmen batuan $\pm 5\%$ jang mentjapai ukuran ± 8 mm.

- 0.70 — 2.20 m Pasir tufa lempungan, warna tjoklat. Fragmen batuan jang didapat mentjapai ukuran ± 3.00 mm jang banjaknja $\pm 5\%$, sedangkan mineral hitam dan felsparnja sukar ditentukan sebab sudah lapuk dan bertjampur dengan komponen-komponen jang lain.
- 1.20 — 1.70 m Pasir tufa lempungan warna tjoklat kekuningan-tjoklat. Matjamnja adalah sama dengan atasnja hanja lebih halus.
- 1.70 — 2.20 m Pasir tufa lempungan, warna tjoklat tua, dengan komposisi mineral hitam $\pm 10\%$, felspar $\pm 5\%$, sedangkan fragmen batuan sukar dibedakan dengan tufa jang merupakan bagian terbesar dalam tjontoh ini.
- 2.20 — 2.70 m Pasir tufa lempungan, warna tjoklat muda. Keadaan adalah sama dengan atasnja, hanja warna lebih muda.
- 2.70 — 3.20 m Pasir tufa lempungan, warna tjoklat kekuningan. Matjam adalah sama dengan atasnja, hanja lebih halus.
- 3.20 — 3.70 m Pasir tufa lempungan, warna tjoklat. Idem seperti atasnja.
- 3.70 — 4.20 m Pasir tufa lempungan, warna tjoklat kekuningan. Idem seperti atasnja.
- 4.20 — 4.70 m Pasir tufa lempungan kasar, warna tjoklat tua/hitam. Mengandung $\pm 10\%$ mineral hitam, $\pm 5\%$ felspar, dan $\pm 4\%$ fragmen batuan jang lapuk jang mentjapai ukuran ± 3.00 mm. Lebih kasar daripada atasnja.
- 4.70 — 5.20 m Pasir tufa kasar, warna tjoklat keabu-abuan. Terdiri dari $\pm 10\%$ mineral hitam, sedangkan felsparnja sukar ditentukan dan fragmen-fragmen batuan jang sudah lapuk $\pm 40\%$.
- 5.20 — 5.70 m Pasir tufa kasar, warna tjoklat kekuningan tjoklat tua. Mineral hitamnja $\pm 7\%$ sedang felsparnja sukar ditentukan (lapuk) dan fragmen batuan jang mentjapai ukuran ± 8.00 mm sebanjak $\pm 40\%$. Keadaan adalah seperti atasnja.
- 5.70 — 6.20 m Pasir tufa kasar, warna tjoklat kelabu. Fragmen batuan mentjapai $\pm 50\%$ dengan ukuran rata-rata ± 5.00 mm, mineral hitam $\pm 5\%$, sedangkan felsparnja sukar ditentukan, (sudah lapuk).
- 6.20 — 6.70 m Pasir tufa kasar, warna tjoklat kelabu, jang matjamnja adalah sama dengan atasnja.
- 6.70 — 7.20 m Pasir tufa, sama dengan sebelumnya.
- 7.20 — 7.70 m Pasir tufa kasar, seperti atasnja, hanja komponen batuan jang lapuk lebih besar ($\pm 60\%$).

- 7.70 — 8.20 m Pasir tufa kasar seperti sebelumnya. (atasnja)
- 8.20 — 8.70 m Pasir tufa kasar agak lempungan, warna tjoklat tua. Mineral hitamnja $\pm 15\%$, felsparnja $\pm 5\%$, sedangkan fragmen batuan jang lapuk $\pm 30\%$.
- 8.70 — 9.20 m Pasir tufa kasar agak lempungan seperti atasnja.
- 9.20 — 9.70 m Pasir tufa agak lempungan, warna tjoklat kekuning-kuningan. Mineral hitamnja $\pm 5\%$, felsparnja $\pm 2\%$, sedangkan fragmen batuan jang lapuk $\pm 30\%$.
- 9.70 — 10.20 m Pasir tufa agak lempungan, matjam adalah sama dengan atasnja, hanja warna agak lebih muda (tjoklat kekuning-kuningan).

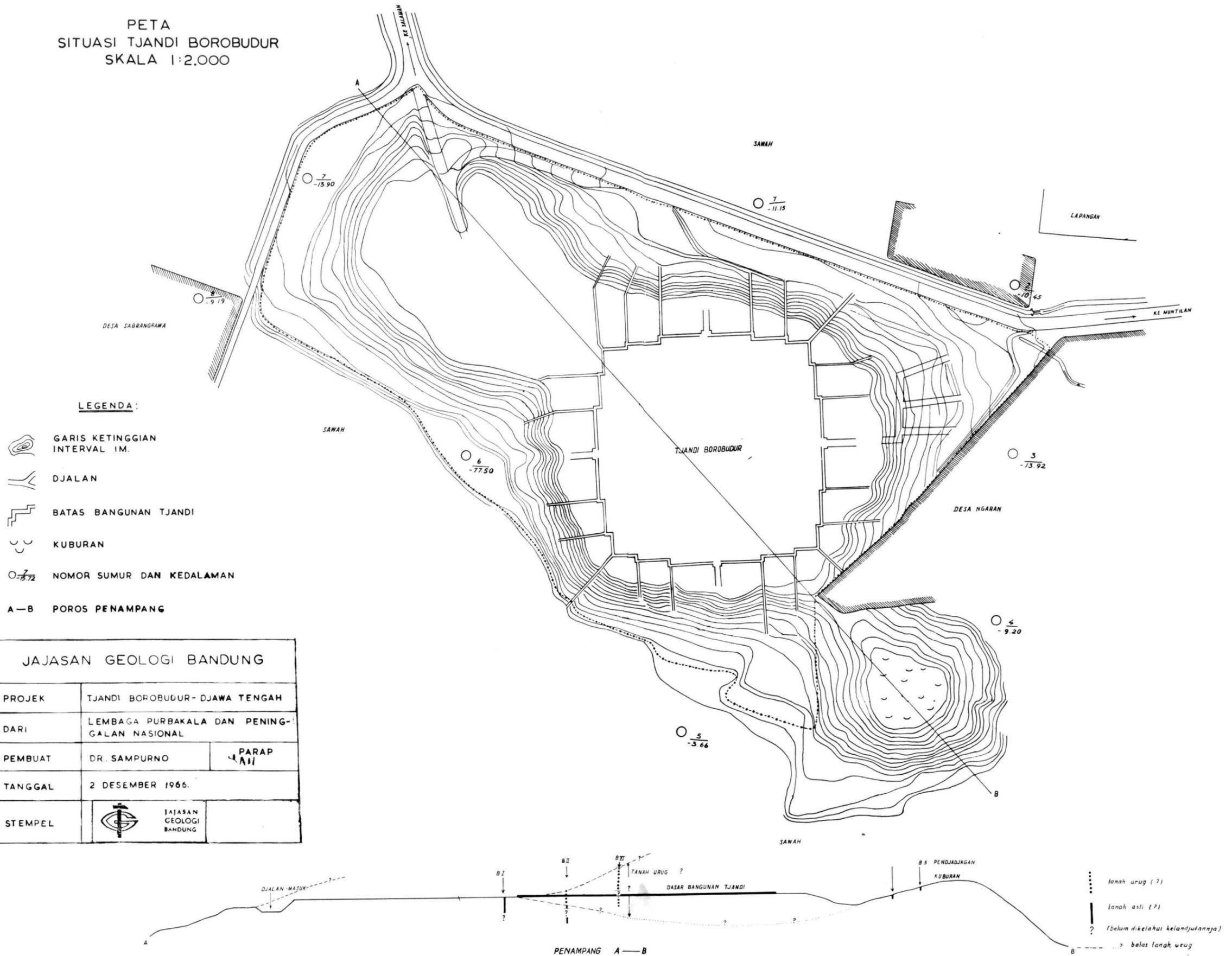
TJANDI BOROBUDUR
 PENAMPANG A - B DENGAN LOBANG PEMBORAN
 SKALA. 1:200



- LEGENDA**
- BATU BANGUNAN TJANDI
 - LAPISAN BETON
 - LUBANG BOR (ϕ 3')
 - A = TUFU LEMPUNGAN
 - B = PETJAHAN 2 ANDESIT DALAM TUFU LEMPUNGAN
 - C = PASIR TUFU
 - D = KERAKAL (GRAVEL) DALAM TUFU LEMPUNGAN
 - A-B PENAMPANG
 - B.III NOMOR LUBANG BOR
 - R.I TINGKAT RUPADATU I
 - A.I TINGKAT ARUPADATU I
 - +15.42 KETINGGIAN DARI MUKA DASA BAGIAN TJANDI
 - 1.95 JANG DIBONGKAR

JAJASAN GEOLOGI BANDUNG		
PROJEK	TJANDI BOROBUDUR-DJAWA TENGAH	
DARI	LEMBAGA PURBAKALA DAN PENINGGALAN NASIONAL	
PEMBUAT	DR. SAMPURNO	PARAP A.II
TANGGAL	2 DESEMBER 1966.	
STEMPEL		JAJASAN GEOLOGI BANDUNG

PETA
SITUASI TJANDI BOROBUDUR
SKALA 1:2.000



LEGENDA:

- GARIS KETINGGIAN INTERVAL 1M.
- DJALAN
- BATAS BANGUNAN TJANDI
- KUBURAN
- NOMOR SUMUR DAN KEDALAMAN
- A—B** POROS PENAMPANG

JAJASAN GEOLOGI BANDUNG	
PROJEK	TJANDI BOROBUDUR - DJAWA TENGAH
DARI	LEMBAGA PURBAKALA DAN PENINGGALAN NASIONAL
PEMBUAT	DR. SAMPURNO
TANGGAL	2 DESEMBER 1966.
STEMPEL	JAJASAN GEOLOGI BANDUNG

..... tanah urug (?)
 ——— tanah asli (?)
 ? (belum diketahui kelanjutannya)
 ? batas tanah urug

Perpustakaan
Jenderal
7
S