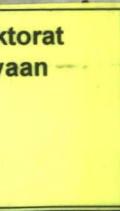
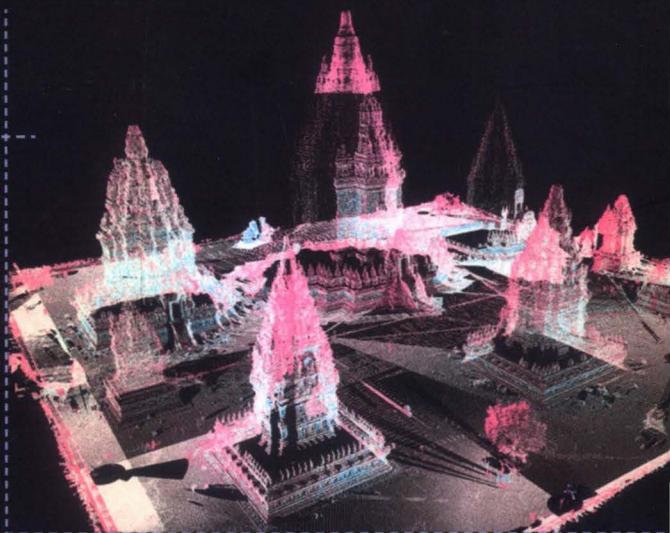
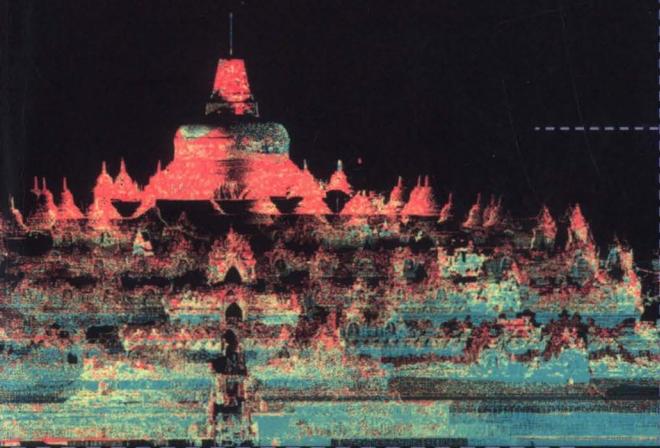
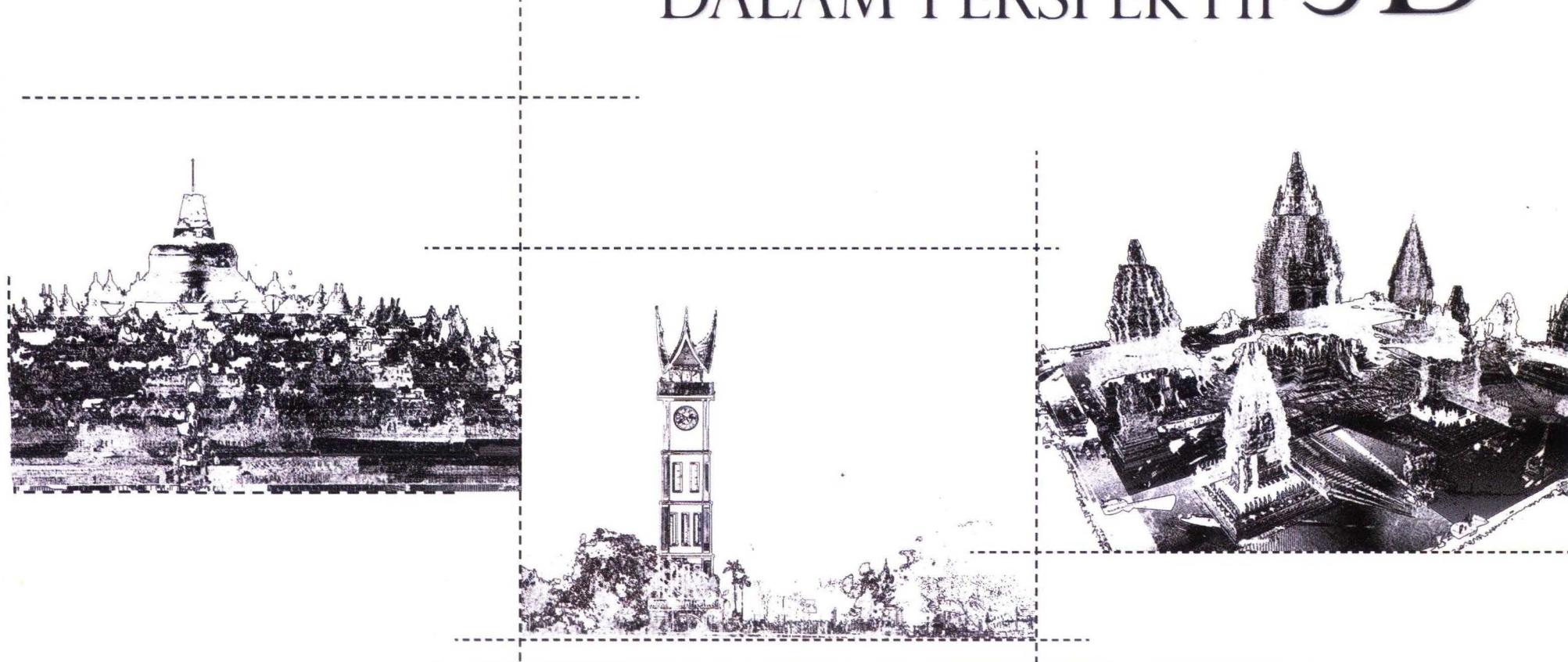


Merekam Jejak Masa Lalu
CAGAR BUDAYA DALAM PERSPEKTIF 3D



Balai Konservasi Borobudur
Direktorat Jenderal Kebudayaan
Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

Merekam Jejak Masa Lalu
**CAGAR BUDAYA
DALAM PERSPEKTIF 3D**



Balai Konservasi Borobudur

Merekam Jejak Masa Lalu

CAGAR BUDAYA DALAM PERSPEKTIF 3D

Pengarah :

Kepala Balai Konservasi Borobudur

Editor :

Drs. Marsis Sutopo, M.Si

Redaksi :

Brahmantara, S.T

Pramudianto Dwi Hanggoro

Sumber citra pemindaian 3D

Balai Konservasi Borobudur

Diterbitkan oleh :

Balai Konservasi Borobudur

Direktorat Jenderal Kebudayaan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

Jl. Badrawati Borobudur, Magelang, Indonesia, 56553

Telp. [0293] 788225, 788175 / Fax. [0293] 788367

Email: balai@konservasiborobudur.org / konservasiborobudur@yahoo.com

website: www.konservasiborobudur.org / <http://kebudayaan.kemendikbud.go.id/bkborobudur/>

Cetakan I : Desember 2014

ISBN : 978-602-17306-6-9

Sambutan Kepala Balai Konservasi Borobudur

Salah satu aktivitas yang mengiringi pelestarian terhadap Cagar Budaya dari awal sampai akhir adalah pendokumentasian. Dalam hal ini pendokumentasian terhadap Cagar Budaya adalah memindahkan realitas lapangan yang berupa benda, struktur, bangunan, situs, dan kawasan ke dalam bentuk deskripsi verbal, peta, gambar, foto, audio, dan film. Oleh karena itu aktivitas pendokumentasian Cagar Budaya menjadi salah satu bagian pelestarian terhadap Cagar Budaya yang tidak dapat diabaikan.

Pada sisi lain, perkembangan teknologi dan peralatan dokumentasi khususnya peralatan fotografi berkembang sangat cepat. Awalnya dokumentasi fotografi hanya diperoleh gambar dalam bentuk foto hitam putih yang kemudian berkembang menjadi foto berwarna. Baru beberapa tahun terakhir ini fotografi berkembang lebih cepat lagi dengan teknologi digital. Bahkan dalam perkembangannya muncul Laser Scanning 3 Dimensi yang jauh lebih akurat untuk pendokumentasian.

Penggunaan Laser Scanning 3 Dimensi untuk pendokumentasian Cagar Budaya ternyata memiliki manfaat yang sangat besar dalam mendukung kegiatan pelestarian. Hal ini karena sekaligus dapat merekam dimensi ukuran benda dengan akurasi yang sangat tinggi. Buku yang diberi judul Merekam Jejak Masa Lalu: Cagar Budaya Dalam Perspektif 3D ini memberikan gambaran visual ketika Cagar Budaya didokumentasikan dengan Laser Scanning 3 Dimensi.

Akhir kata, semoga buku ini bermanfaat dan dapat memberi inspirasi untuk kita semua.

Borobudur, Desember 2014

Kata Pengantar

Indonesia merupakan salah satu negara yang mempunyai mozaik pusaka budaya terbesar di dunia, warisan budaya tersebut terlihat maupun tidak terlihat, yang terbentuk oleh alam ataupun oleh akal budi manusia, serta interaksi antar keduanya dari waktu kewaktu. Keanekaragaman warisan budaya tersebut memiliki keunikan tersendiri, baik yang tumbuh dilingkungan budaya tertentu, maupun hasil percampuran antar budaya baik diwaktu lampu, saat ini maupun nanti, yang menjadi sumber inspirasi, kreativitas dan daya hidup. Peninggalan sejarah yang merupakan hasil cipta, rasa dan karsa manusia tersebut, salah satunya adalah bangunan-bangunan yang memiliki nilai penting (sejarah, budaya maupun ilmu pengetahuan), baik yang berdiri sendiri, maupun yang berada dalam satu kawasan.

Keberadaan tinggalan-tinggalan yang berupa bangunan Cagar Budaya mempunyai arti penting bagi ilmu pengetahuan, budaya, dan peradaban manusia saat ini, bukan karena romantisme masa lalu atau upaya untuk mengawetkan komponen bersejarah saja, tetapi lebih karena sebagai upaya untuk menjadi alat dalam mengolah transformasi dan vitalisasi pusaka sehingga diharapkan dapat memberikan kualitas kehidupan masyarakat yang lebih baik berdasarkan kekuatan aset Cagar Budaya.

Metode pendokumentasian dan perekaman data Cagar Budaya terus mengalami perkembangan yang cukup pesat, dari metode dan teknik sederhana sampai dengan teknologi digital berbasis 3D (tiga dimensi). Data perekaman dan pendokumentasian Cagar Budaya merupakan kesatuan yang tidak bisa lepas dari manajemen informasi Cagar Budaya.

Perkembangan teknologi mutakhir dalam perekaman data dan pendokumentasian Cagar budaya adalah 3D laser scanning, sebuah perangkat digital menggunakan teknologi Light Detection and Ranging (LiDAR). Perangkat dan teknologi ini menangkap data secara 3D (tiga dimensi) terhadap permukaan obyek suatu benda atau bangunan Cagar Budaya dengan pemindaian laser. Salah satu instansi yang telah mengembangkan teknologi ini adalah Balai Konservasi Borobudur. Beberapa situs penting di Indonesia telah didokumentasikan dengan baik dan lengkap mulai dari situs pra sejarah sampai dengan masa kolonial. Bentuk dan hasil pemindaian secara 3D (tiga dimensi) sangat bermanfaat untuk rekonstruksi dalam rangka pelestari sebuah bangunan Cagar Budaya.

Hasil dari perekaman data dan pendokumentasian beberapa situs Cagar Budaya penting di Indonesia dengan menggunakan teknologi 3D Laser scanning ini kami dokumentasikan dalam bentuk buku yang berjudul " Merekam Jejak Masa Lalu ; Cagar Budaya Dalam Perspektif 3D".

Kami berharap semoga buku ini mampu memberikan manfaat bagi pembaca semua, khususnya kalangan Pelestari untuk mengembangkan teknologi perekaman data dan pendokumentasian Cagar Budaya di masa yang akan datang

Borobudur, Desember 2014
Tim redaktur

DAFTAR ISI

PENDOKUMENTASIAN CAGAR BUDAYA oleh Drs. Marsis Sutopo, M.Si	1
1. PERAN FOTOGRAMETRI PADA MASA PEMUGARAN CANDI BOROBUDUR oleh Pramudianto Dwi Hanggoro	9
2. PERKEMBANGAN SISTEM PENDOKUMENTASIAN DENGAN TEKNOLOGI HDS (High Definition Survey) 3D LASER SCANNING	20
3. APLIKASI 3D LASER SCANNING UNTUK PEREKAMAN DATA DAN PENDOKUMENTASIAN CAGAR BUDAYA DI INDONESIA oleh Brahmantara	33
· Candi Borobudur	36
· Candi Prambanan	38
· Candi Sewu	42
· Candi Gedongsongo	44
· Candi Tikus	49
· Candi Muara Takus	51
· Benteng Vredeburg	55
· Benteng Vanderwijk	64
· Benteng Otanaha	69
· Museum Nasional	72
· Jam Gadang	90
· Situs Gunung Padang	100
· Situs Megalitik Lore Pokokea	113
· Situs Megalitik Lore Tadulako	129

PENDOKUMENTASIAN CAGAR BUDAYA

Oleh: Marsis Sutopo

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia **dokumen** adalah sesuatu yang tertulis, tercetak, atau terekam yang dapat dipakai sebagai bukti atau keterangan. Lebih lanjut secara umum dokumen dapat pula diartikan sebagai hasil rekaman yang dapat memberikan informasi tentang sesuatu hal.

Dokumen terbagi atas beberapa macam, yaitu dalam bentuk:

1. Tulisan atau tekstual (buku, majalah, atau laporan);
2. Non tekstual (foto, peta, gambar, kaset, audio visual);
3. Gabungan antara tekstual dan non tekstual.

Sedangkan pengertian **pendokumentasian** adalah cara dan proses pembuatan dokumen melalui serangkaian kegiatan pengumpulan, pemilihan, pengolahan, dan penyimpanan yang berkenaan dengan pembuatan dokumen.

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

Adapun data yang dapat dikumpulkan melalui Metode Dokumentasi misalnya:

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

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

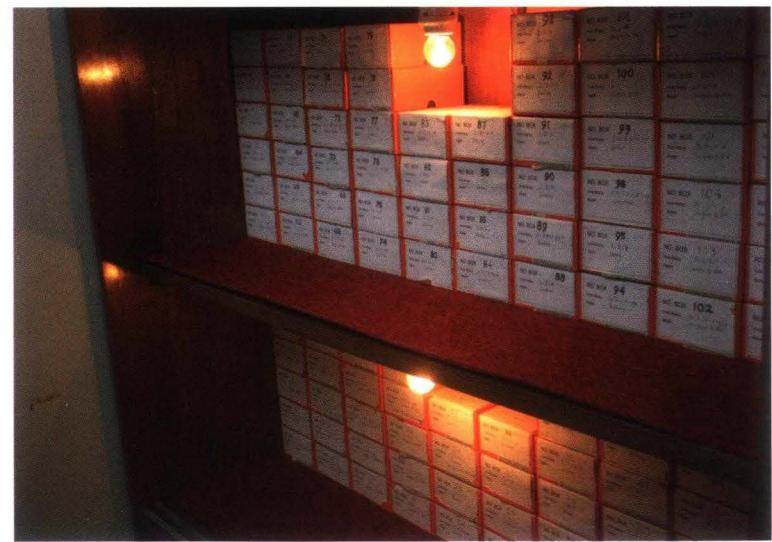
Membuat suatu dokumentasi memang akan menghabiskan waktu dan mungkin membosankan. Mungkin sebagian orang juga akan bertanya-tanya, mengapa kita harus menghabiskan waktu untuk membuat dokumentasi sementara kita sudah disibukkan dengan perkerjaan pekerjaan rutin. Dalam kehidupan sehari-hari dengan mempunyai dokumen yang baik kita akan mendapatkan sejumlah keuntungan seperti:

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

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



Ruang Penyimpanan Arsip Celluloce dengan Compact Rolling Shelving(CRS)



Koleksi Negative Kaca BKB

Dokumentasi Cagar Budaya

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

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

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

- [1] Pemerintah membentuk sistem Register Nasional Cagar Budaya untuk mencatat data Cagar Budaya
- [2] Benda, bangunan, struktur, lokasi, dan satuan ruang geografis yang telah ditetapkan sebagai Cagar Budaya harus dicatat di dalam Register Nasional Cagar Budaya.

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

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

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

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

Jika dicermati lebih lanjut Dokumentasi Cagar Budaya seperti yang diamanatkan pada empat Pasal di atas merupakan pekerjaan besar yang lingkupnya

nasional, memerlukan sistem yang holistik dan terpadu, memerlukan sarana dan prasarana yang lengkap, serta ketersediaan SDM yang profesional. Bahkan membutuhkan perencanaan yang matang dan cermat, dari tahap menyusun perencanaan, pengumpulan data lapangan, pemilihan, dan penyajian sebagai data yang dapat diakses oleh masyarakat.

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

Kegiatan pendokumentasian Cagar Budaya sebagai bagian yang tidak terpisahkan dari kegiatan pelestarian selanjutnya menggunakan peralatan fotografi. Sesuai dengan perkembangan teknologi fotografi, khususnya bentuk filmnya, dalam pendokumentasian Cagar Budaya dikenal jenis-jenis dokumentasi Cagar Budaya, yaitu:

a. Film Kaca

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

b. Film Celluloce [BW dan Colour]

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

c. Film Slide

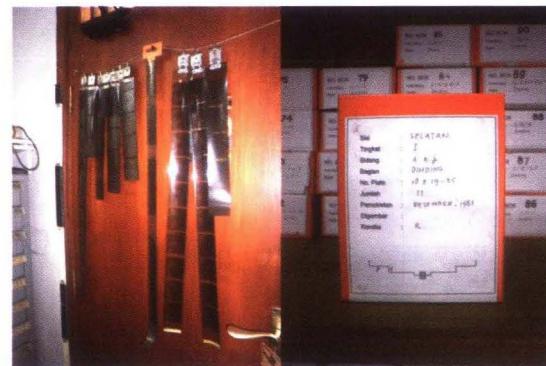
Film slide adalah film positif, artinya gambar yang langsung terekam di permukaan film. Film ini langsung dapat dilihat dengan menggunakan slide proyektor yang dipantulkan ke layar. Jika akan dicetak justru harus direpro ke dalam film negatif.

d. Film Digital

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



Koleksi Film Selluloid BKB yang berisi Kegiatan Pelestarian Cagar Budaya



Negative Kaca

Peralatan Fotografi Cagar Budaya

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

a. Peralatan Teknis

i). Kamera

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

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

ii). Badan Kamera

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

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

- Tuas pemutar film (untuk kamera yang menggunakan film gulungan celluloid)
- Pencacah bidakan (angka yang menunjukkan jumlah film yang sudah terpakai).
- Tombol pelepas rana (tombol untuk ditekan pada saat pengambilan gambar)
- Angka penunjuk kecepatan film ASA/ISO
- Angka pemilih kecepatan (bukaan diafragma)



- Engkol penggulung balik film
- Terminal lampu flas
- Pewaktu (self timer)
- Jendela pembidik
- Rana (sekat penutup film)
- Tempat film (untuk SLR celuloid) atau tempat chip (untuk SLR digital)
- Tombol-tombol untuk pemasangan dan pelepasan lensa

iii). Lensa kamera

Lensa kamera yang sering dipakai dalam pemotretan Cagar Budaya yaitu:

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

Selain itu juga ada peralatan teknis pendukung, antara lain:

- Lampu (lampu blitz dan lampu penerang)
- Filter lensa Pelindung cahaya (lens hood)
- Statif (tripod)
- Pengukur cahaya (flash meter)
- Defuser (alat untuk mengurangi cahaya)
- Slave unit (alat bantu untuk sinkronisasi antara lampu kilat jika menggunakan lebih dari satu lampu kilat)
- Cable release (kabel yang dihubungkan pada tombol pelepas yang berada di badan kamera)
- Reflektor yang berfungsi untuk memantulkan cahaya.
- Kompas untuk mengetahui dari arah mana obyek diambil gambarnya.
- Skala meter (syarat mutlak dalam pemotretan Cagar Budaya menggunakan Skala meter)



yang disesuaikan dengan besarnya obyek.

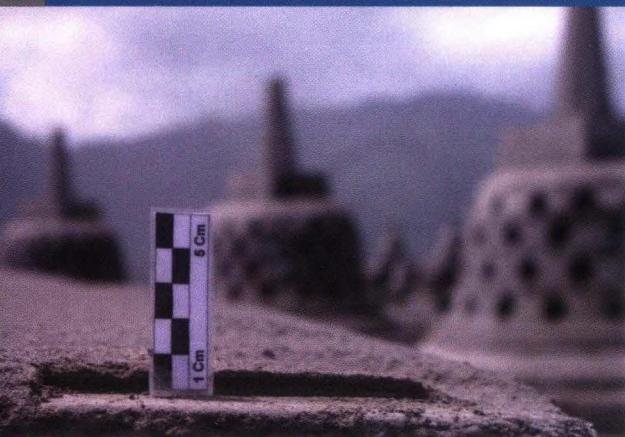
- Meja (untuk reproduksi gambar)
- Peralatan kebersihan (cleaning kit)
- Kotak penyimpan kamera untuk menghindari dari kotoran debu dan menghindari kelembaban.

b. Bahan

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

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

Pemotretan Cagar Budaya



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

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

justru yang kelihatan adalah skala meternya bukan obyek yang difoto.

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

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

Dalam pemotretan kegiatan penggalian arkeologi selain diperlukan skala dan penunjuk arah, juga diperlukan papan informasi yang antara lain berisi informasi

nama situs, nama kotak galian, kedalaman/spit, tanggal pemotretan. Penggunaan papan informasi ini tentunya akan sangat membantu pada saat pengguna foto memanfaatkan untuk penafsiran data arkeologi yang diperoleh dalam penggalian arkeologi.

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

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

Penyimpanan Dokumen

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

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



Perawatan Negatif Kaca

Fotogrametri Pada Masa Pemugaran Candi Borobudur

Oleh : Pramudianto Dwi Hanggoro

A. Sejarah Fotogrametri di Balai Konservasi Borobudur

Rekaman fotogrametri untuk bangunan Candi Borobudur yang pertama kali dilakukan oleh missi Bantuan I.G.N. Oktober 1972 dan kedua Nopember 1973. para ahli/expert yang menangani adalah Mr. Carbonel, Mr. Otie, Mr. Papounot, Mr. Aubriat dan Mr. Michele sebagai photographer Specialist fotogrammetri. Pemotretan untuk fotogrammetri ini dilaksanakan dengan dua cara :

1. Untuk gambar dinding candi perbidang dengan teknik terrastrial dengan menggunakan metrik stereo kamera: SMK-120, SMK-40 dan hasselblad.
2. Untuk gambar denah candi/ pandangan atas dengan teknik aerial fotogrammetri, pemotretan menggunakan helicopter dan matrik kamera khusus untuk pemotretan udara.

Dari hasil kegiatan tersebut total jumlah gambar yang dihasilkan = 58 lembar, dengan perincian sebagai berikut:

1. Dinding utama candi/ bidang skala 1:20 ada 38 lembar
2. Denah/ tampak atas perkuadran skala 1:50 ada 12 lembar
3. Tampak depan perkuadran 1: 50 ada 4 lembar
4. Vertical Section 1: 100 ada 4 lembar

Gambar-gambar fotogrametri missi bantuan IGN [Institut Geografi Nasional St Mande Prancis], dengan ketua team Mr.Oche ini hanya sempat merekam untuk sisi Utara dan sisi Selatan candi Borobudur, dan diterima PPCB (Proyek Pemugaran Candi Borobudur) bulan Desember 1974. Fotogram yang diberikan ke Borobudur sejumlah 554 pasang dengan perincian :

Ukuran [12,5 x 17,2] cm = 33 pasang;
[8,9 x 11,1] cm = 295 pasang;
[6,4 x 8,5] cm = 226 pasang.

Dalam rapat proyek pemugaran Candi Borobudur tanggal 10 Nopember 1973 yang dihadiri para Expert salah satunya seorang ahli fotogrametri berkebangsaan perancis Mr.Osche dari Institut Geografi Nasional St Mande Prancis dihasilkan kesepakatan tentang pentingnya kelanjutan aplikasi terrestrial photogrametri untuk pemugaran Candi Borobudur.

Untuk melanjutkan rekaman Fotogrametri sisi Barat dan sisi Timur, maka proyek pemugaran Candi Borobudur membentuk devisi kerja fotogrametri sendiri dan mendatangkan seorang expert Geodesi yang juga sebagai assiten ahli fotogrametri arsitektural yaitu Ir. Ingolf Bursteddl (warga negara jerman). Kemudian diikuti dengan pemesanan peralatan unit fotogrametri oleh Dr.Voute (Unesco) seorang expert dari Belanda ke Chief Field Equipment division Unesco Mr. Linkowski. Dan peralatan ini tiba di Borobudur pada bulan Desember 1974. Adapun peralatan unit fotogrametri tersebut terdiri dari :

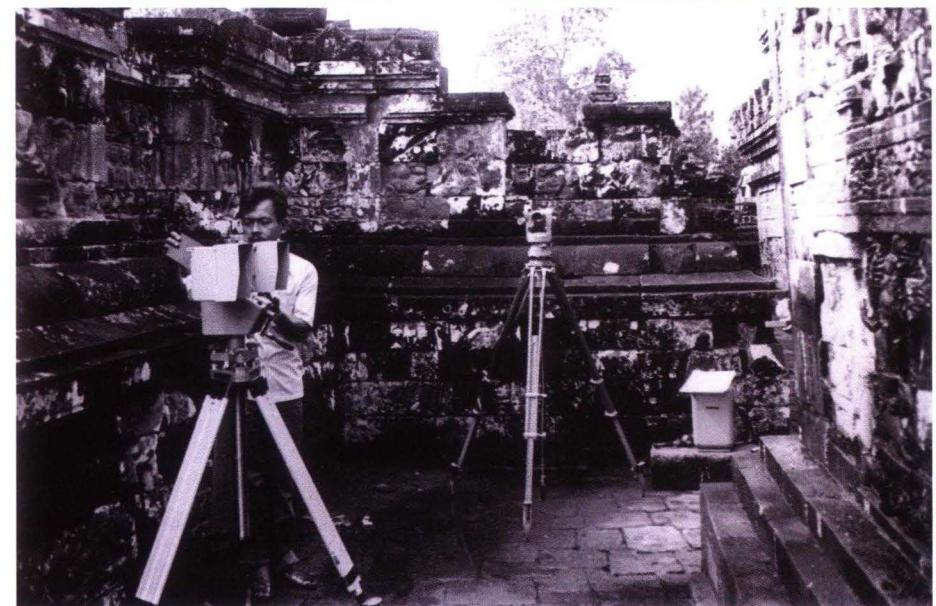
1. Metrik kamera Stereo SMK-120 dan SMK-40.
2. Stereoplotter merk Terragraph.
3. Tracing table EZ3.
4. UNR tilf Computer

Harga peralatan Dm 168975

Biaya pengiriman dll Dm 10098

Total biaya Dm 179098

Pemasangan peralatan/ installment dilaksanakan oleh Mr. Kuzchel dari PT Simindo Jakarta. Untuk pengoperasian peralatan fotogrametri



Pemasangan Glass Plate pada Pemotretan Lapangan Fotogrametri Analog Pra Pemugaran II

didatangkan ahli/ expert dari jepang ke Borobudur, yaitu :

1. Mr.Yoshiyuki ushikawa dan
2. Mr.Taisaku Itto

Mereka melatih kader-kader teknisi menengah selama 2 bulan, dari bulan desember 1974 sampai dengan januari 1975.

Dalam rangka untuk memperdalam bidang ilmu fotogrammetri, para kader-kader teknisi dikirim studi ke luar negeri dengan sumber dana dari Unesco dan Hubungan bilateral dua negara Indonesia – Perancis dan Indonesia – Belanda.

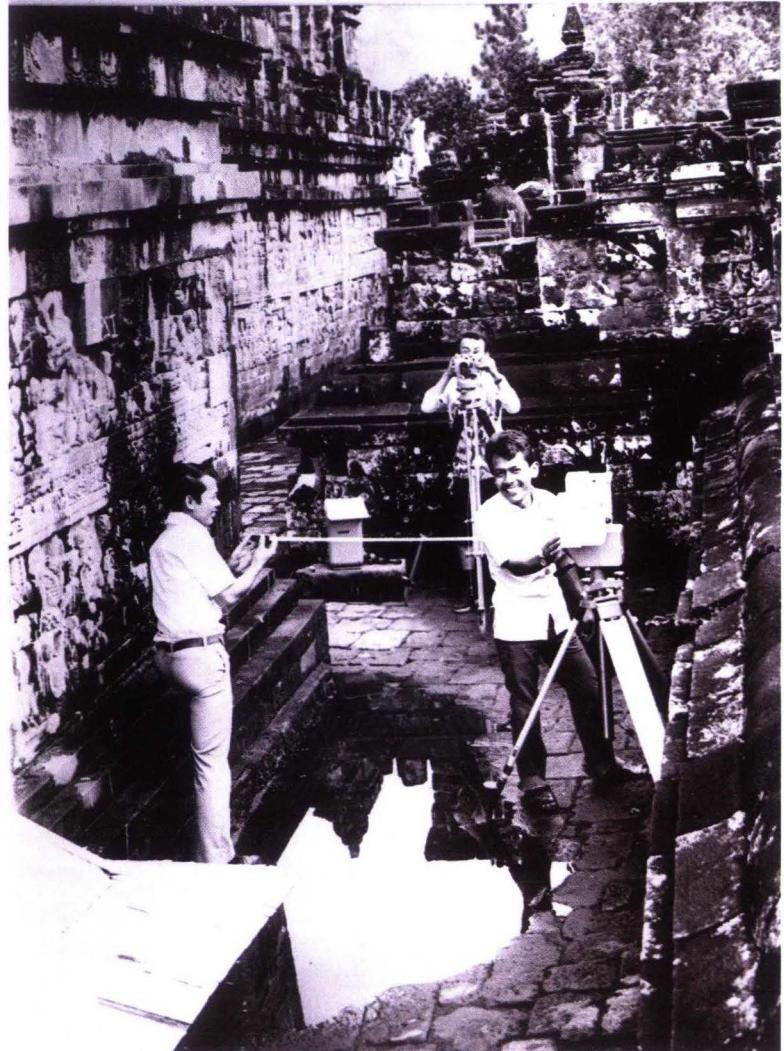
1. Subyantoro ke I.T.C/ Enschede Belanda dan IGN/ Prancis, dari februari 1973 sampai dengan Agustus 1974.
2. Subagyo R dan Supriyono ke IGN/ st Mande Prancis tanggal 25 juli 1975 s/d Maret 1976.

Berdasarkan arahan dari expert Unesco Ir. Ingolf Burstedde, perekaman data fotogrametri untuk pemugaran candi Borobudur tertuang dalam buku "Pedoman Kerja Photogrammetry for Borobudur Restoration Project" oleh Ir. Ingolf Burstedde, April 1975 adalah merekam dinding-dinding utama Candi Borobudur per bidang, dengan skala 1:20.

Kegiatan perekaman data ini selesai Desember 1980 dan dilanjutkan dengan kegiatan perekaman data kondisi dinding-dinding utama Candi Borobudur sesudah dipugar, sebagai arsip pemugaran dan sebagai data banding.



Pemotretan Lapangan Fotogrametri Analog PRA Pemugaran II



Pengukuran Titik Kontrol Fotogrametri analog PRA Pemugaran II

B. Fotogrametri Analog

1. Apa Dan Bagaimana Fotogrametri Analog/ Non Digital

Berasal dari kata fotogram dan metri. Dimana fotogram adalah photograph yang dihasilkan oleh kamera fotogrammetri, metri berarti ukuran. Kamera fotogrammetri adalah kamera metric atau kamera yang dibuat khusus untuk tujuan pengukuran. Karakteristik kamera ini adalah tidak mengandung kesalahan lensa, yang berupa ASBERASI/ tidak terjadi DEFORMASI/ perubahan bentuk objek yang dipotret. Hal lain yang perlu dipahami yaitu metrik kamera ini bukaan rana/ diaphragm fixed/ tidak bisa diperbesar atau diperkecil, dengan tujuan; perbandingan antara jarak lensa-objek dan lensa-bayangan pada pemotretan pertama dan berikutnya adalah lineair, jarak lensa-bayangan adalah juga tidak bisa diubah dengan tujuan sama dengan diatas, dengan kata lain tidak punya pengaturan jarak, pada kamera biasa (non-metrik) pengaturan jarak lensa-bayangan diadakan untuk memperoleh bayangan / gambar yang tajam. Kamera metrik punya ketajaman yang prima.

Proyeksi yang dimiliki fotogram seperti hasil pemotretan umumnya yaitu berupa gambar dengan proyeksi perspektif / gambar dua dimensi dengan proyeksi memusat dengan kelemahan yaitu bagian objek yang letaknya jauh akan terproyeksi dengan skala kecil.

Dalam hal gambar teknis yang diperlukan adalah memuat skala yang sama, baik yang dekat maupun yang jauh. Atau dengan kata lain gambar teknis adalah gambar dengan proyeksi ORTHOGONAL, bukan proyeksi sentries seperti halnya pada PERSPEKTIF.

Sepasang fotogram akan menghasilkan bayangan stereoskopis / tiga dimensi, walaupun proyeksi yang ada masih memusat / perspektif. Untuk mendapatkan bayangan objek secara stereoskopis dan merubah proyeksi persepektif ke orthogonal diperlukan perangkat alat yang biasa disebut STREO PLOTER.

Alat ini dilengkapi dengan pengamatan optik dan mekanik, pada rangkaian mekanik ada suatu system yang disebut parallelogram yang berfungsi sebagai perubah skala, semakin jauh bagian dari objek

akan semakin besar skalanya, sesuai dengan besarnya focus lensa dari kamera metric yang digunakan. Dengan ini maka sifat proyeksi perspektif telah dirubah sebagai proyeksi orthogonal.

Juga pada rangkaian optik, didalam pandangan stereoskopis terdapat titik yang bisa digerakkan kesegala arah (horizontal, vertical dan kedalaman). Stereoplotter dihubungkan dengan meja gambar / tracing table, yang mana meja ini dilengkapi dengan pensil ataupun jarum penggores. Ukuran objek bisa didapatkan di sini karena meja ini dilengkapi dengan counter, dan roda-roda gigi untuk mendapatkan skala gambar yang dikehendaki. Untuk merubah proyeksi gambar, maksudnya menghendaki gambar denah, tampak atau irisan atau garis kurva / kontur, digunakan 1 unit perangkat Tilt computer.

2. Pengetahuan Teknis

Metriks Kamera ada 2 jenis pokok :

- Single kamera
- Double kamera

Pemakaian kamera berdasarkan kebutuhan, pemotretan udara (serial fotogrammetri) selalu menggunakan single kamera.

Double kamera, jarak maximum objek tidak lebih dari 10 meter, sehingga cocok untuk fotogrametri terrestrial.

Macam Pemotretan :

- Normal fotografi, axis kamera tegak lurus dengan bidang objek.
- Oblige/ fotografi miring, axis kamera membuat sudut tertentu dengan bidang objek.

Cara Pemotretan :

- Memasang titik kontrol pada objek minimal 4 titik.
- Menghitung kedudukan titik-titik kontrol tersebut, sebaiknya menggunakan theodolit.
- Menentukan garis pemotretan 2 titik sejajar objek.
- Menentukan Bx / jarak kamera kanan dan kamera kiri.

Catatan :

Base on X atau Bx adalah jarak pemotretan antara foto kanan/ pertama dengan foto kiri/ kedua.

- Min Bx = $4 \times$ jarak objek [D]
- Max Bx = $12 \times D$

e. Mengatur kedudukan kamera benar-benar horizontal dan axis kamera benar-benar tegak lurus bidang objek, hal ini hanya bisa dicapai dengan penggunaan theodolit/ pesawat ukur.

f. Mengatur pencahayaan

g. Pelepasan shutter

Untuk pemotretan benda tanpa bidang, misal patung atau benda-benda yang lain perlu diperhatikan batas garis pemotretan sesuai dengan sudut pandangan. Dan tetap diperlukan titik-titik kontrol, bisa berada di objek atau diletakkan di luar objek.

Satu ketentuan yang tidak boleh dilanggar untuk normal fotografi yaitu ketentuan point e tersebut diatas.

Formasi Model Stereo :

- Memasukkan sepasang fotogram pada stereoploter
- Memasukkan focus/f kamera
- Menghilangkan parallax/ kesalahan pemotretan
- Menentukan skala model, yaitu :

$$\text{Skala Model} = \frac{Bx \text{ pada Stereoploter}}{Bx \text{ Pemotretan}}$$

Penggambaran :

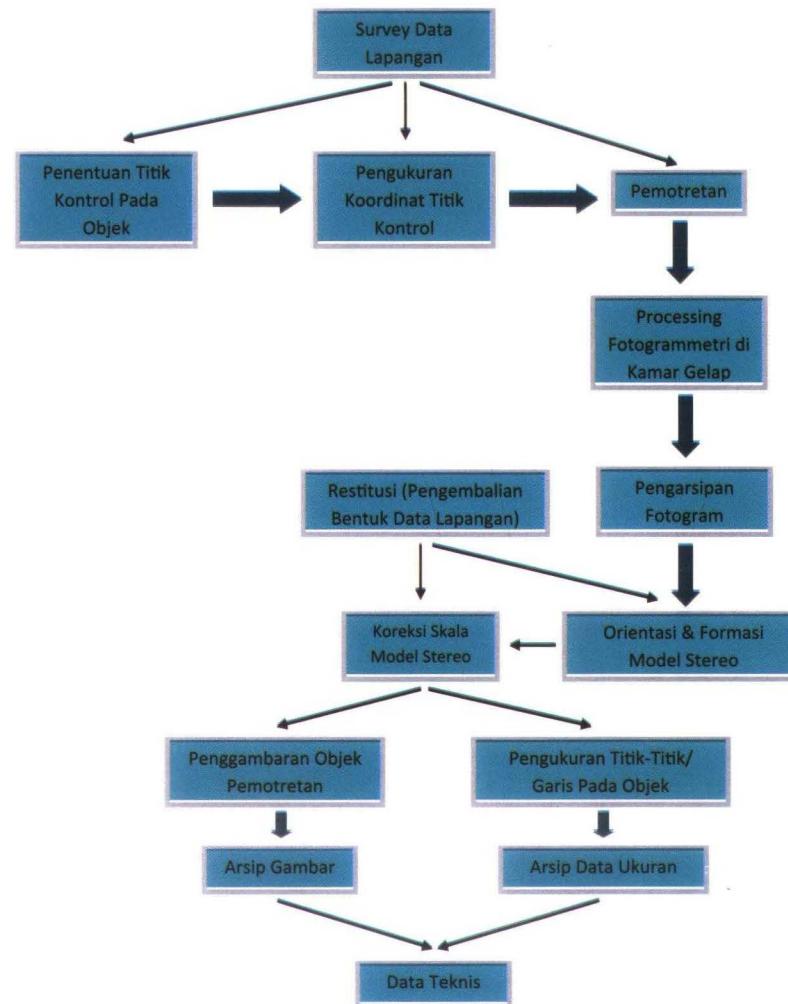
- Ploting titik-titik kontrol pada kertas gambar dengan skala yang diinginkan.
- Cocokkan titik-titik kontrol pada kertas gambar dengan titik-titik kontrol pada stereo model. Bila ada selisih maka skala pada stereo model perlu dirubah agar benar-benar pas. Bila selisih ini dibiarkan tanpa koreksi maka skala gambar tidak akurat.
- Gerakan plotting mark pada stereo plotter tepat pada permukaan yang ingin digambar atau diketahui ukurannya.

Macam gambar yang dihasilkan :

- Gambar tampak/ frontal elevation
- Gambar denah/ ground plan

- Gambar potongan/ sida elevation
- Gambar detail element
- Gambar kontur

3. Skema Operational Fotogrametri Analog



Penentuan
Titik Kontrol
Pada Objek

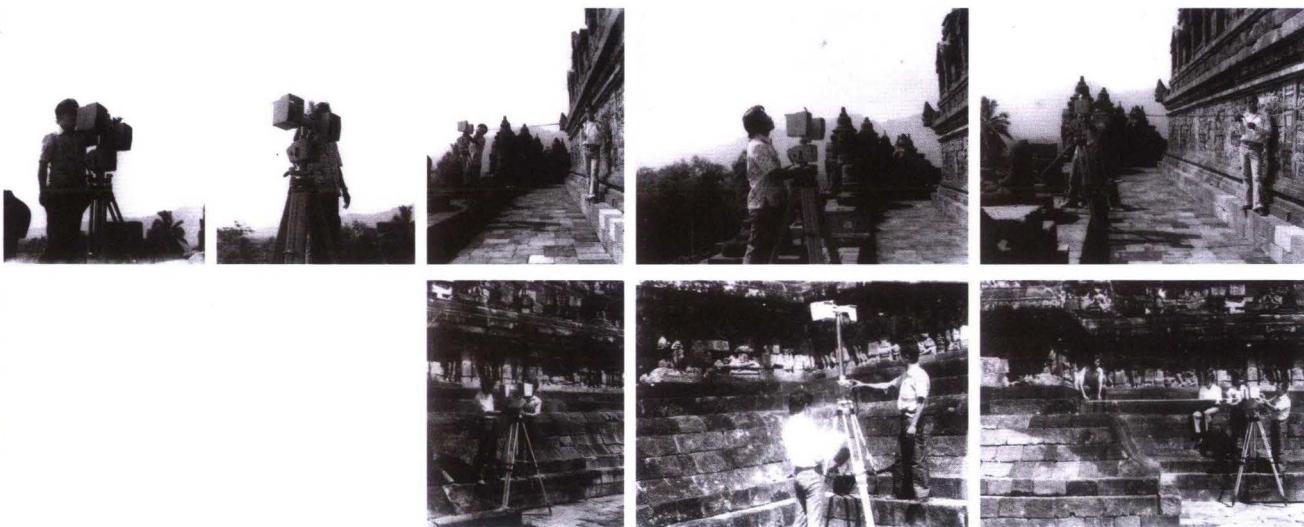


Dokumentasi Skema Operational Fotogrametri Analog

Pengukuran
Koordinat
Titik Kontrol



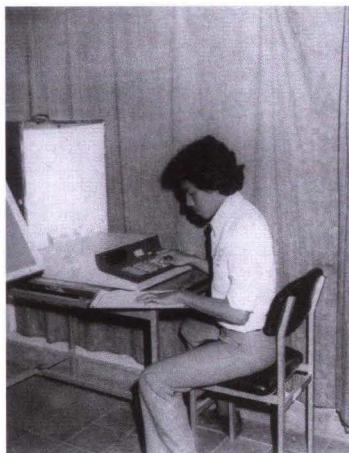
Pemotretan



Processing
Fotogrametri
di Kamar Gelap



Pengukuran
Titik-Titik
Garis
Pada Objek



Penggambaran
Objek
Pemotretan



Pengarsipan
Fotogram

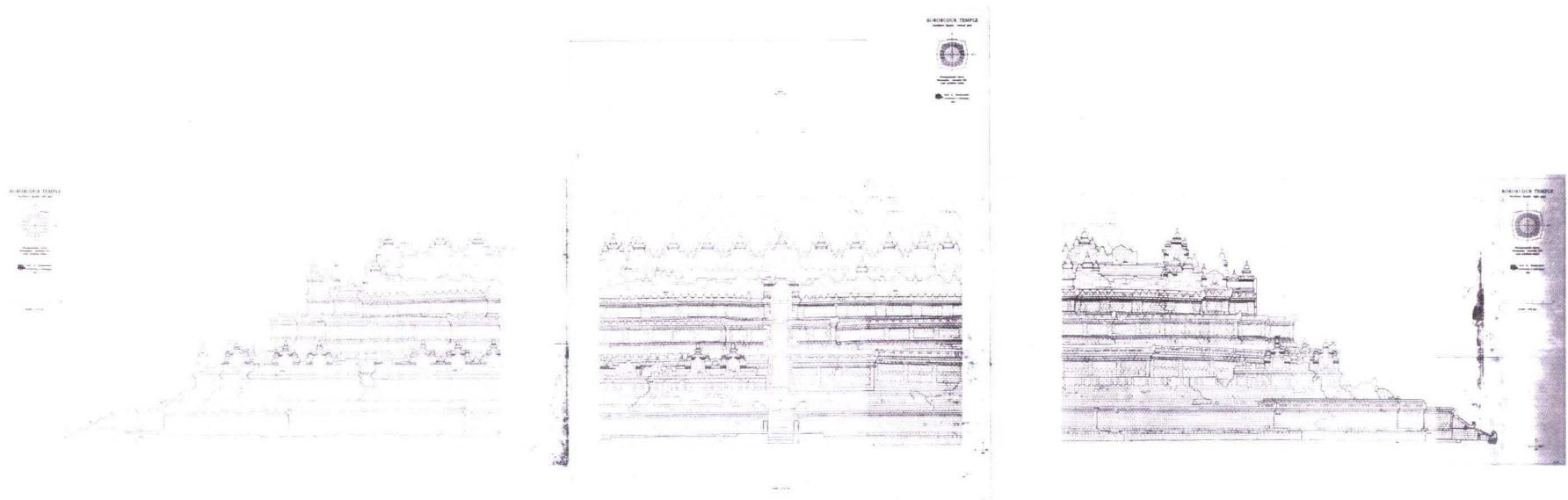


4. Unit Peralatan Fotogrametri "Analog"

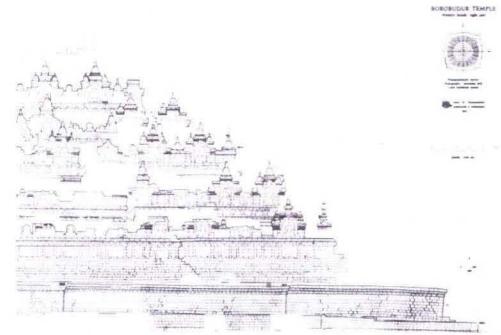
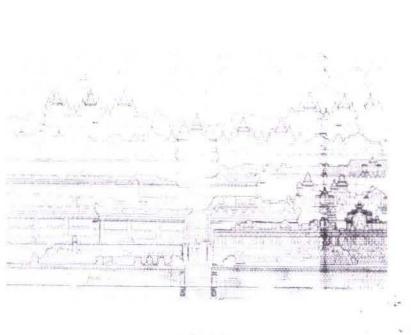
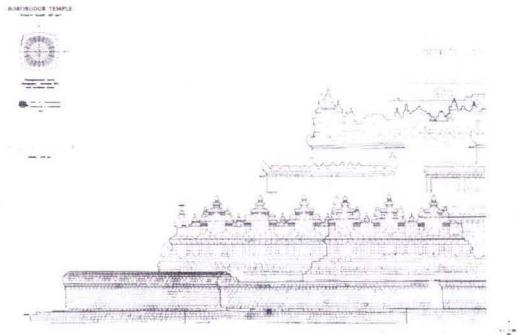
- a. Metrik Kamera
- b. Theodolith
- c. Kamar Gelap
- d. Stereo Plotter
- e. Tilt Computer
- f. Tracing Table
- g. Kabinet Alat-Alat : Penggaris, Pensil, Gigi, dll
- h. Almari Arsip Fotogram

5. Peranan Fotogrammetry pada Pemugaran dan Konservasi Benda Cagar Budaya

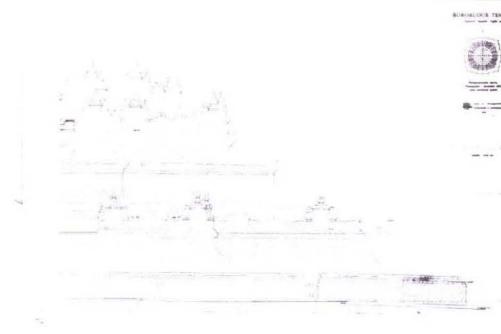
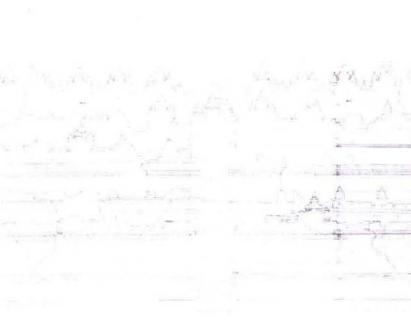
Dalam menangani sebuah situs diperlukan sekali gambar kondisi sebelum dipugar, tidak hanya sebagai dokumentasi saja, tapi digunakan untuk perencanaan-perencanaan seperti rencana rekontruksi, rencana kebutuhan bahan pokok pemugaran, dll.



Kondisi Candi Borobudur sisi utara sebelum pemugaran II
Hasil penggambaran fotogrammetry analog



*Kondisi Candi Borobudur sisi barat sebelum pemugaran II
Hasil penggambaran fotogrammetry analog*



*Kondisi Candi Borobudur sisi timur sebelum pemugaran II
Hasil penggambaran fotogrammetry analog*

Kondisi Candi Borobudur sisi selatan sebelum pemugaran II Hasil penggambaran fotogrammetry analog

Perencanaan-perencanaan tersebut diatas dikatakan baik apabila dalam pelaksanaan pemugaran nantinya tidak didapati problem-problem yang disebabkan oleh kurangnya penghitungan, atau pelaksanaan pemugaran berjalan tanpa ada modifikasi dari perencanaan.

Gambar ataupun ukuran-ukuran yang dihasilkan dengan menggunakan fotogrametri punya ketelitian yang tinggi/ akurat, dan tanpa deformasi, sehingga sangat cocok sebagai teknis.

Gambar tidak hanya sebagai dokumen saja, tetapi sangat berguna sebagai kertas kerja, sebagai dasar untuk membuat perencanaan-perencanaan. Sebuah gambar perencanaan, gambar rekonstruksi bangunan misalnya, akan lebih dipertanggungjawabkan apabila didasarkan atas ukuran-ukuran yang akurat.

Dalam hal menggambar detail atau bentuk-bentuk tidak beraturan contoh ukiran, patung dll hamper tidak dijumpai kesulitan ataupun kesalahan bentuk. Operasional fotogrametri untuk pengendalian situs, akan dihasilkan gambar yang berkualitas.

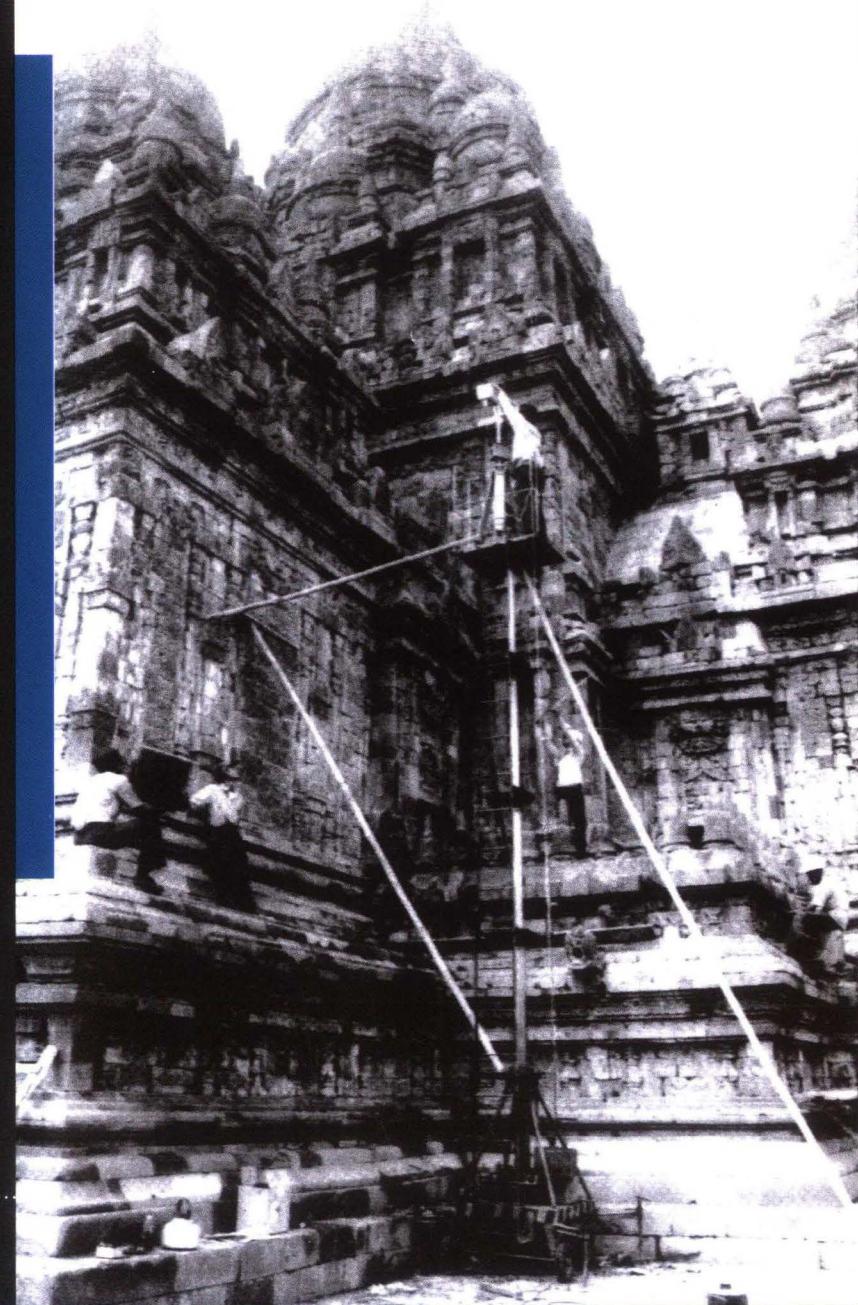
Untuk benda / bangunan kecil, pengukuran cukup dengan cara sederhana, namun bila objek tersebut sangat besar, apalagi risikan kalau dipinjat, penggambaran cara manual tidak dimungkinkan, bila digunakan teodolit maka yang didapat beberapa titik saja. Hanya dengan fotogrametri atau cara yang lebih canggih (lesser scanning) semua titik / elemen pada objek bisa saja diukur dan digambar dengan akurasi yang tinggi.

Fotogrametri dapat diaplikasikan untuk monitoring lewat gambar kontur dari rekaman periode awal dan periode berikutnya bila kontur ini berubah berarti ada perubahan bentuk pada objek, ketelitian/ accuracy tergantung pada kecilnya kontur yang dibuat. Dengan theodolit tidak bisa membuat kontur suatu patung atau bangunan. Tetapi dengan cara fotogrammetri, kontur suatu patung atau bangunan ini bisa digambar dan perbedaan bentuknya juga bisa digambar selain volume perubahannya juga bisa dihitung.

OBJEK PRODUKSI	GAMBARAN/ UKURAN
Bangunan	Gambar Tampak, Irisan, Denah, Detail Bangunan
Patung dan sejenisnya	Gambar Tampak, Kontur
Bukit/ Tebing	Gambar Tampak, Irisan, Denah, Kontur
Escavasi Cagar Budaya	Gambar Situasi, Temuan, Lapisan Tanah



Pemotretan fotogrametri analog area atas pada candi sewu dengan perancah hidrolik



Pemotretan fotogrametri analog pada Candi Sewu dengan bantuan perancah hidrolik

PERKEMBANGAN SISTEM PEREKAMAN DATA DAN PENDOKUMENTASIAN CAGAR BUDAYA DENGAN TEKNOLOGI

HDS *[High Definition Survey]* 3D LASER SCANNING

Oleh: Brahmantara

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan dengan berbagai macam keanekaragaman suku bangsa. Banyak tinggalan bangunan sejarah dan prasejarah yang tersebar dari sabang sampai merauke. Beberapa diantaranya adalah tinggalan jaman sejarah dan prasejarah yang tersebar di propinsi Jawa Barat. Tinggalan yang tersebar di Jawa Barat sendiri banyak sekali mulai dari tinggalan jaman prasejarah, sejarah, masa islam maupun masa kolonial. Tinggalan yang berupa candi misalnya saja Candi Jiwa dan Blandongan yang terletak di Batujaya, Karawang. Tinggalan lain dari masa prasejarah misalnya saja Situs Cipari yang terletak di Kuningan dan Situs Gunung padang di Cianjur.

Keseluruhan situs tersebut sudah berada dalam perlindungan Pemerintah daerah setempat maupun pemerintah pusat. Usaha perlindungan merupakan sesuatu yang sangat penting sekali, dasar pelestarian Cagar Budaya tersebut berdasarkan UU Cagar Budaya nomor 11 tahun 2010.

Usaha pelestarian jangka panjang tidak hanya berhenti pada aspek perlindungan, upaya preservasi dan konservasi juga perlu dilakukan untuk menjaga kondisi keterawatan bangunan itu sendiri. Perekaman data dan Pendokumentasian Cagar Budaya juga merupakan salah satu usaha yang sangat penting untuk menjaga kelestarian dan kondisi keterawatan. Dokumentasi dengan berbagai macam metode merupakan salah satu bentuk perekaman data.

Proses perekaman data, sistem pendokumentasian dan manajemen informasi merupakan satu kesatuan yang tidak dapat dipisahkan. Rangkaian kegiatan tersebut digunakan sebagai salah satu usaha pelestarian dan pemeliharaan obyek Benda Cagar Budaya.

SISTEM PENDOKUMENTASIAN DAN PEREKAMAN DATA CAGAR BUDAYA

Dalam sebuah manajemen informasi dan sistem pendokumentasian Cagar Budaya perlu melibatkan berbagai multi disiplin ilmu untuk mendapatkan informasi yang menyeluruh dan lengkap. Sistem informasi yang menyeluruh dan lengkap dapat dimanfaatkan, antara lain :

- a) untuk memperoleh pengetahuan untuk memajukan pemahaman warisan budaya, nilai- nilai dan yang evolusi;
- b) untuk mempromosikan kepentingan dan keterlibatan masyarakat dalam pelestarian warisan melalui sosialisasi informasi yang direkam;
- c) untuk memastikan bahwa pemeliharaan dan pelestarian warisan yang sesuai terhadap bentuk fisiknya, materinya, konstruksi, makna sejarah dan budaya.
- d) memberikan informasi untuk proses identifikasi, pemahaman, penafsiran dan penyajian warisan, dan sebagai media promosi Cagar Budaya
- e) memberikan catatan permanen dari semua monumen, kelompok

bangunan dan situs yang terancamrusak atau diubah dengan cara apapun, atau beresiko terhadap peristiwa alam atau aktivitas manusia;

- f) memberikan informasi untuk administrator dan perencana di tingkat nasional, regional maupun lokal dalam bidang perencanaan dan pengembangan kebijakan pengendalian pelestarian Cagar Budaya;

PERKEMBANGAN SISTEM PENDOKUMENTASIAN DAN PEREKAMAN DATA CAGAR BUDAYA

Sistem pendokumentasian khususnya untuk Benda Cagar Budaya mengalami perkembangan yang cukup pesat, beberapa perkembangan sistem pendokumentasian dan perekaman data dalam rangka pelestarian Cagar Budaya antara lain :

a. Sketsa dan Pencatatan Manual

merekam data/obyek dengan melihat langsung melalui berbagai keanekaragaman format, kemudian dituangkan dalam bentuk gambar dengan dimensi dengan akurasi yang kurang teliti. Alat yang digunakan seperti : pensil, blocknote, ballpoint.

b. Hand Survey

Teknik Perekaman dengan mengukur obyek menggunakan tangan, berdasarkan penilaian dan peralatan sederhana seperti : penggaris sederhana, meteran kecil, pensil kertas gambar.

c. Photograpy

Teknik Perekaman modern dengan menggunakan alat kamera disertai dengan metode khusus untuk mendapatkan data langsung dari obyek.

d. Rectified photography

Teknik photography yang didasarkan pada konsep membawa permukaan obyek-fasad bangunan, kedalam bidang gambar (foto) menjadi Kondisi paralel. Perbaikan menghilangkan sudut perspektif dan distorsi lensa kamera dan menciptakan citra yang terukur secara geometris, proporsional dengan permukaan fasad. Metode ini cepat dan membutuhkan pelatihan yang maksimal, dan menuntut ada peralatan berteknologi tinggi. Gambar perbaikan bisa dilakukan dengan atau tanpa

titik kontrol pengukuran objek, dengan sedikit variasi dalam akurasi dan kehandalan. Titik kontrol dapat diukur dengan menggunakan pita pengukur

e. Photogrammetry

Sebuah teknik survei di mana geometri dua dimensi atau tiga-dimensi objek dapat diukur dari foto-foto yang diambil dari dua atau lebih sedikit berbeda posisi, dengan metode pengambilan foto yang disebut stereographs. Hasil data ini mampu menyediakan penampilan dengan dua perspektif yang berbeda dari objek yang sama yang meniru perspektif visi teropong manusia. Pengukuran diekstrak dari stereographs, dan 3-D Informasi direkonstruksi menggunakan beberapa instrumen perangkat keras.

f. Reflectography inframerah [IRR]

Teknik pencitraan fotografi yang menggunakan khusus detektor digital atau film panas-sensitif untuk menangkap penyerapan dan karakteristik emisi radiasi inframerah yang dipantulkan antara 750 dan 2000 nanometer. IRR adalah sederhana, cepat, dan efektif dalam menyelidiki kondisi permukaan dengan mendeteksi gambar pudar data yang ditangkap dapat melalui lapisan atas permukaan yang overpainted

g. Radar penembus tanah [GPR] / Geo radar

Teknik perekaman data bawah permukaan tanah yang menggunakan gelombang elektromagnetik untuk menyelidiki struktur bawah tanah atau internal alami atau buatan manusia. Teknik ini telah digunakan dalam menyelidiki karakteristik dan kerusakan dinding dan batu struktur, termasuk void, detasemen, retak, kebocoran, dan aplikasi bidang Arkeologi untuk perekaman data bawah permukaan area ekskavasi sebuah situs arkeologi. GPR memiliki akurasi yang baik, sistem dasar terdiri dari Unit akuisisi data dan dua [transmisi dan menerima] antena. Pemancar mengirimkan pulsa frekuensi tinggi gelombang radio. Ketika gelombang hits batas obyek dengan sifat listrik yang berbeda. Data catatan antena penerima ini dikenal sebagai anomali yang tercermin dalam sinyal kembali.

h. Global Positioning System [GPS]

Metode pemetaan yang menggunakan alat dengan sistem peralatan khusus untuk menerima radio sinyal yang dikirim dari jaringan dua puluh empat satelit yang berada pada lingkaran bumi dalam orbit yang tepat. GPS memungkinkan akuisisi cepat data rinci dan komprehensif dengan akurasi. Ada dua kategori umum GPS penerima radio dalam tingkatan akurasi. Untuk dua kategori tersebut, akurasi dapat ditingkatkan sampai beberapa sentimeter dengan diferensial sinyal, yang merupakan stasiun radio berbasis tanah atau pemancar. Base station ini mengirimkan sinyal melalui suplemen sinyal dari satelit. Untuk perangkat GPS genggam, akuisisi data tidak dikoreksi oleh stasiun berbasis darat dan mempunyai toleransi akurasi yang cukup besar berkisar antara 5 dan 15 meter akurasi.

i. Total Station Theodolite

Perangkat survei standar yang terdiri dari teleskop yang kuat dipasang di dasar yang berputar secara horizontal dan vertikal. Seorang operator bisa menemukan titik dengan mengukur jarak melalui elektronik pengukuran jarak [EDM] perangkat maupun horizontal dan sudut vertikal. Perhitungan trigonometri dilakukan oleh komputer onboard, menggabungkan horizontal dan sudut vertikal dengan pengukuran jarak untuk menentukan sebuah XYZ koordinat. Serangkaian poin dapat dikombinasikan untuk membentuk garis dan bidang, sehingga mewakili objek yang direkam.

j. Teknologi Video

Alat elektronik yang digunakan untuk menangkap dan memproses sejumlah besar gambar dan suara secara berurutan, menjadikannya alat yang ideal untuk merekam gerak dan rinci proses. Video juga disebut sebagai teknologi yang digunakan untuk mengedit dan mengirimkan gambar dan suara.

k. Sistem Informasi Geografis [GIS]

Suatu komponen yang terdiri dari perangkat lunak, perangkat keras, data geografis dan sumberdaya manusia yang bekerja bersama secara efektif untuk menangkap, menyimpan, memperbaiki, memperbarui, mengelola, memanipulasi, mengintegrasikan, menganalisa, dan menampilkan data dalam suatu informasi berbasis geografis [Budiyanto, 2002].

k. 3D Laser scanning

Biasa disebut laser scanning merupakan instrumen alat yang menggunakan sistem pemindaian laser untuk merekam dan menangkap data koordinat permukaan objek (x,y,z) yang merupakan data real. Data koordinat titik yang kemudian disebut "points clouds" ini merupakan data yang ditampilkan dalam 3 dimensi. data yang dihasilkan sangat cepat dan mempunyai akurasi yang cukup tinggi.

Aplikasi alat ini sendiri bermacam –macam mulai penggunaan dalam bidang Pertambangan, Civil Engineering, Oil dan Gas survey sampai aplikasi untuk perekaman data sebuah situs/bangunan Cagar Budaya.

Masing-masing metode perekaman data dan pendokumentasian tersebut tentunya mempunyai tingkat akurasi data yang berbeda-beda tergantung dari metode yang digunakan. Akurasi data yang dihasilkan mulai data dengan akurasi rendah sampai dengan akurasi tinggi dapat digambarkan dalam tabel frame work sebagai berikut

Tabel 1. Frame Work Metode Pendokumentasian

	A akurasi rendah	B akurasi menengah	C akurasi tinggi
Manual Recording			
	Photo sederhana Sketsa	Photo format besar dan detail Gambar tangan	Photograph format besar photography resolusi tinggi Foto stereo Photogrammetry Gambar Tangan
Digital Recording			
Data Vektor /CAD	Gambar AUTOCAD detail ukuran GPS	Gambar AUTOCAD detail ukuran autocad overlay dengan photo rekonstruksi GPS, 3D modeling	DIGITAL Photogrammetry TOTAL STATION GPS 3D Modeling 3D Laser Scanning
Raster Image	Photo DIGITAL Scanning PHOTO Digital VIDEO	Photo DIGITAL FOTO UDARA High resolution Digital VIDEO	Photo DIGITAL resolusi tinggi FOTO UDARA resolusi tinggi

sumber : gettybook-guiding principal 2007

Penentuan metode perekaman data dan pendokumentasian sebuah situs Cagar Budaya sangatlah penting untuk mendapatkan data secara menyeluruh dan lengkap. Untuk sebuah objek Cagar Budaya tidak harus menggunakan metode yang paling mutakhir, ini juga tergantung dari luasan dan kompleksitas objek Cagar Budaya itu sendiri. Contoh saja tidak akan efektif dan efisien untuk melakukan perekaman data sebuah objek Cagar Budaya dengan luasan $4 \times 4 \text{ m}^2$ menggunakan data Foto Udara. Setiap metode yang digunakan akan mengikuti kepentingan dari luasan objek yang akan direkam dan didokumentasikan. Karakteristik dari luasan dan kompleksitas data Cagar Budaya dapat digambarkan pada diagram 1 sebagai berikut :

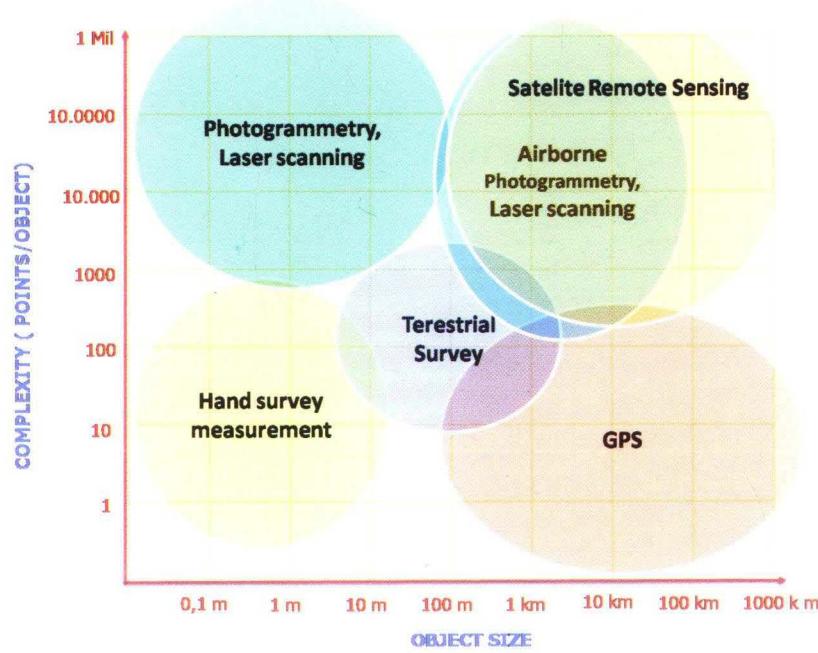
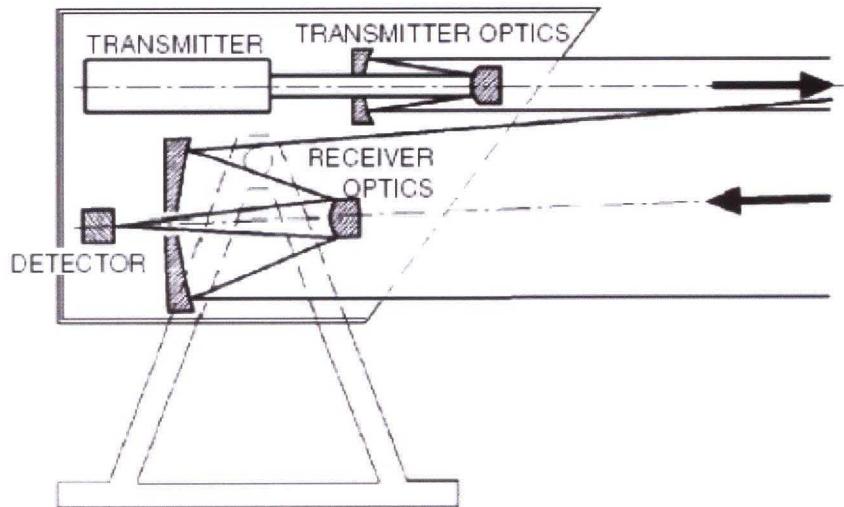


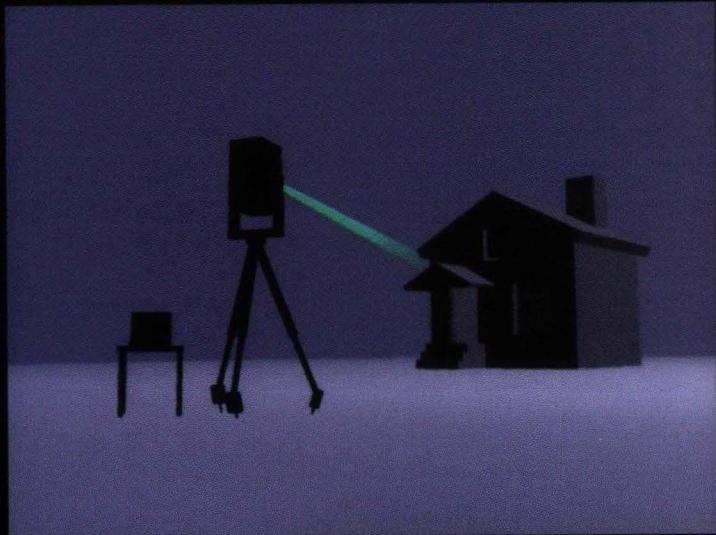
Diagram 1. Karakteristik Metode Perekaman Data 2D dan 3D berdasarkan ukuran objek dan kompleksitas data

TEKNOLOGI HDS (High Definition Survey) 3D LASER SCANNING

3D Laser Scanning atau lebih dikenal dengan Laser Scanner merupakan instrumen analisis real world yang dapat mengumpulkan data permukaan dan bentuk objek kemudian ditampilkan dalam bentuk 3 dimensi dengan warna yang dapat dioverlay dengan warna asli/foto real. Prinsip kerja dari pada alat ini sendiri adalah pemindaian dengan sistem laser untuk menangkap data objek. Data yang terkumpul dapat digunakan untuk mengkonstruksi bentuk digital dalam model 3 dimensi yang dapat digunakan untuk berbagai keperluan.



Gambar 1. Komponen Optik dari 3D Laser Scanning [weitkamp,2005]



Gambar 2. Prinsip Kerja 3D Laser Scanning

Spesifikasi 3D Laser Scanning

3D *Laser scanning* merupakan pengembangan dari alat survey berbasis *Electronic Total Station* (ETS). Untuk survey pengukuran, penggambaran dan pemetaan berbasis 3D *Laser Mapping* itu sendiri juga mengalami perkembangan yang cukup pesat, beberapa kurun waktu ini ada beberapa alat yang sudah berkembang diantaranya :

- 1]. Delta Sphere 3000 produksi dari 3rd Tech
- 2]. I-SITE 4400 produksi I-SITE
- 3]. ALTM 3100 dan ILRIS 3D produksi Optech
- 4]. RIEGL LMS-Z210i dan RIEGL LMS-Z420i produksi RIEGL Mesurement System
- 5]. GS101 dan GS200 produksi Trimble
- 6]. HDS2500, HDS300, HDS4500 dan Scan Station C10 produksi Leica Geosystem HDS.

Aplikasi perekaman data dan pendokumentasi berbasis 3D *Laser Mapping* untuk beberapa objek Cagar budaya yang telah dikembangkan adalah menggunakan Varian terbaru yang diproduksi oleh *Leica Geosystem HDS* yaitu tipe Scan Station C10.



Gambar 3. Leica C 10

Lecia Geosystem HDS tipe Scan Station C10 mempunyai spesifikasi teknis alat sebagai berikut :

General	
Instrument type	Compact, pulsed, dual-axis compensated, very high speed laser scanner, with survey-grade accuracy, range, and field-of-view; integrated camera and laser plummet
User Interface	Onboard control, notebook, tablet PC or remote controller
Data storage	Integrated solid-state drive (SSD), external PC or external USB device
Camera	Auto-adjusting, integrated high-resolution digital camera with zoom video
System Performance	
Accuracy of single measurement	
Position*	6 mm
Distance*	4 mm
Angle (horizontal/vertical)	60 µrad / 60 µrad (12" / 12")
Modeled surface precision**/noise	2 mm
Target acquisition***	2 mm std. deviation
Dual-axis compensator	Selectable on/off; resolution 1", dynamic range +/- 5°, accuracy 1.5"
Laser Scanning System	
Type	Pulsed; proprietary microchip
Color	Green, wavelength = 532 nm visible
Laser Class	3R (IEC 60825-1)
Range	300 m @ 90%; 134 m @ 18% albedo (minimum range 0.1 m)
Scan rate	Up to 50,000 points/sec, maximum instantaneous rate
Scan resolution	
Spot size	From 0 – 50 m: 4.5 mm (FWHM-based); 7 mm (Gaussian-based)
Point spacing	Fully selectable horizontal and vertical; < 1 mm minimum spacing, through full range; single point dwell capacity
Field-of-View	
Horizontal	360° (maximum)
Vertical	270° (maximum)
Aiming/Sighting	Parallax-free, integrated zoom video
Scanning Optics	Vertically rotating mirror on horizontally rotating base; Smart X-Mirror™ automatically spins or oscillates for minimum scan time
Data storage capacity	80 GB onboard solid-state drive (SSD) or external USB device
Communications	Dynamic Internet Protocol (IP) Address, Ethernet or wireless LAN (WLAN) with external adapter
Integrated color digital camera with zoom video	Single 17° x 17° image: 1920 x 1920 pixels (4 megapixels) Full 360° x 270° dome: 260 images; streaming video with zoom; auto-adjusts to ambient lighting
Onboard display	Touchscreen control with stylus, full color graphic display, QVGA (320 x 240 pixels)
Level Indicator	External bubble, electronic bubble in onboard control and Cyclone software
Data transfer	Ethernet, WLAN or USB 2.0 device
Laser plummet	Laser class: 2 (IEC 60825-1) Centering accuracy: 1.5 mm @ 1.5 m Laser dot diameter: 2.5 mm @ 1.5 m Selectable ON/OFF

METODE PEREKAMAN DATA 3D LASER SCANNING

1. Survey Lokasi dan persiapan

Sebelum dilakukan scanning tahap awal yang dilakukan adalah persiapan dan survey lokasi. Survey lokasi ditujukan untuk mendapatkan gambaran lokasi obyek dan kondisi lingkungan sekitar. Hal ini berkaitan dengan posisi titik berdiri scan dan alur yang akan dibuat.

2. Scanning obyek

Setelah tahap persiapan dan survei dilakukan tahap selanjutnya adalah Scanning obyek dengan Instrument 3D laser scanning. Ada beberapa tahapan / proses yang dilakukan yaitu :

a. Acquire Photo Image.

Proses pengenalan obyek yang dilakukan dengan capturing obyek. Hasil yang dapat dilihat pada proses ini adalah hasil foto dengan dimensi keliling





Gambar 4. Acquire Photo Image

b. Scanning Objek

Merupakan proses inti dari 3D Laser Scanning dimana instrument melakukan perekaman terhadap surface obyek dengan menggunakan laser yang kemudian tersimpan dalam data point (Point Clouds) berkoordinat [x,y,z]. Bagian obyek yang akan di scan dapat disetting sesuai dengan keinginan kita . Untuk settingan kerapatan point dapat dilakukan sampai dengan spasi 2 mm, semakin kecil/rapat settingan spasi yang kita lakukan maka data akan semakin kompleks dan detail, jumlah point yang dihasilkan akan semakin besar dan waktu yang dibutuhkan pun akan semakin lama.



Gambar 5. Scanning objek

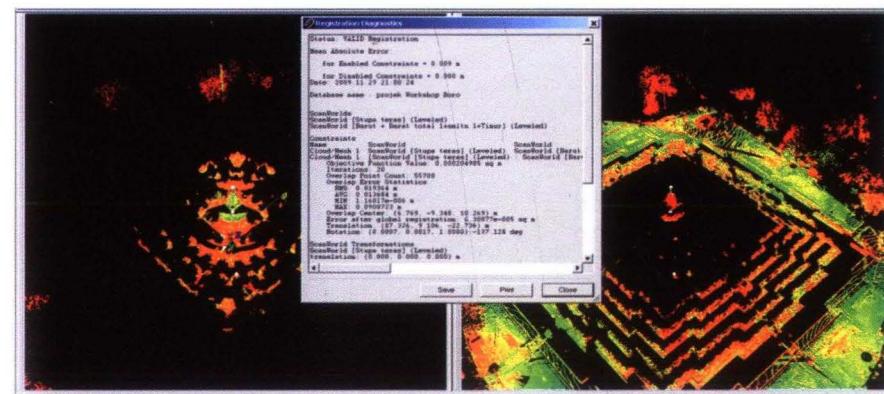
c. Scanning Target

Merupakan proses pengambilan data 3D untuk target yang dipasang pada sekitar obyek. Minimal target yang dipasang untuk proses penggabungan/registrasi adalah sebanyak 3 buah dengan setungan spasi serapatan mungkin (± 2 mm). settingan kerapatan ini akan berpengaruh pada keakuratan hasil koordinat x,y dan z.

3. Registrasi Point Clouds

Proses penggabungan dari beberapa Scanworld. Ketika kita melakukan scanning terhadap suatu obyek untuk mendapatkan data menyeluruh maka kita akan berdiri lebih dari 1 titik berdiri, setelah scanning total kita lakukan maka data tiap kali kita berdiri itu akan menghasilkan scanworld. Untuk mendapatkan data koordinat, dimensi yang akurat maka kita harus melakukan proses registrasi diatas.

Sebagai titik ikat untuk penggabungan kita menggunakan data dari target scan. Untuk registrasi dari scanworld 1 ke scanworld 2 minimal menggunakan 3 titik target, semakin banyak target yang digunakan maka akan semakin bagus data yang dihasilkan. Error yang dihasilkan pada proses registrasi harus mempunyai nilai dibawah 6 mm.



Gambar 6. Proses Registrasi

PENGOLAHAN DATA DAN KELUARAN

Aplikasi 3D *Laser Scanning* sendiri sebenarnya sangat banyak dalam berbagai aspek, masing-masing aspek tentunya mempunyai keluaran data yang berbeda-beda tergantung dari kepentingan dan keperluannya. Aplikasi dari 3D *Laser Scanning* dalam berbagai aspek tersebut antara lain :

1. Perekaman data untuk Bangunan modern (perumahan, pemukiman, RS, dll)
2. Perekaman data bidang perpipaan dan tambang
3. Perekaman data bidang Sipil, Arsitek dan Survey (Jalan, Jembatan, Terowongan, Bandara, dll)
4. Perekaman data bidang forensik (olah TKP)
5. Perekaman data bidang Arkeologi (bangunan bersejarah)

Untuk aplikasi perekaman data dan pendokumentasian Cagar budaya sendiri, keluaran dari metode perekaman menggunakan 3D *Laser Scanning* ini terdiri dari beberapa macam output, tergantung dari kepentingan dan studi kasus yang ada.

Secara teknis tahapan dari proses perekaman data dan pendokumentasian Cagar budaya menggunakan Aplikasi 3D *Laser Scanning* sampai mendapatkan keluaran data terdiri dari 2 tahapan :

1. Perekaman data dilapangan:
 - a. Survey lokasi
 - b. Acuire foto image
 - c. Proses scanning
 - d. Software menggunakan *cyclone 8.1*
 - e. Waktu yang dibutuhkan : contoh satu objek areal ekscavasi [10x10] m : 4 jam
2. Pengolahan data dilaboratorium/kantor :
 - a. Registrasi/penggabungan data
 - b. Pengolahan data
 - c. Keluaran/ouput :
 - i. Asbuilt drawing/gambar kerja 2 dimensi [software Autocad]
 - Denah
 - Gambar tampak depan

- Gambar tampak samping
- Potongan

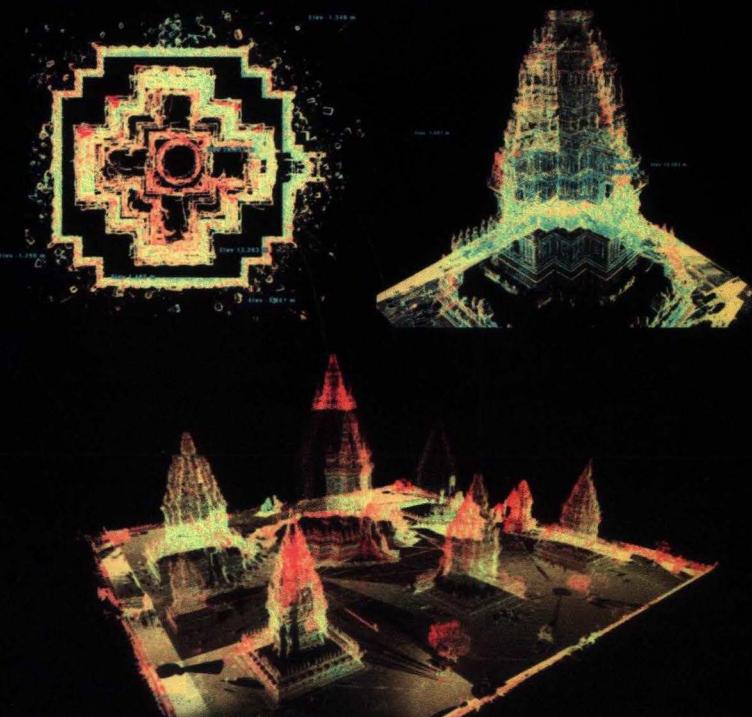
- ii. 3D image modeling [software 3D reshaper, Google sketcup, dll]
- iii. Fly thorugh animasi [extension file avi]

- d. Waktu pengolahan data : contoh satu objek areal ekscavasi [10x10] m : 7-10 hari.

Masing-masing keluaran tersebut juga mempunyai fungsi dan keperluan data yang berbeda-beda antara lain :

1. Keluaran/output sebagai reference/ basic data kondisi existing sebuah bangunan

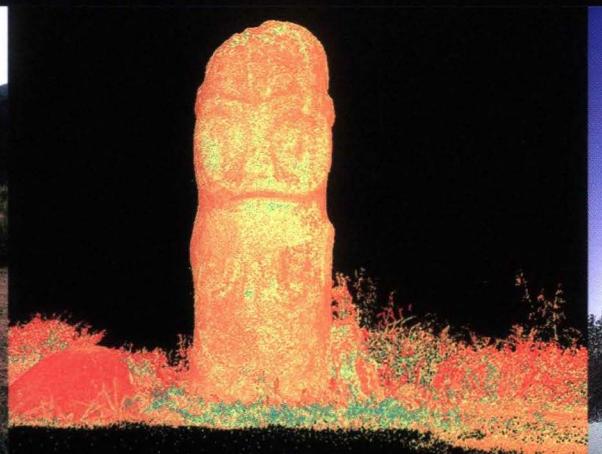
Data keluaran dari fungsi ini adalah *Asbuilt drawing* 2D dan 3D image



Gambar 7. Output data 3D image [objek Kompleks Candi Prambanan]



[a]

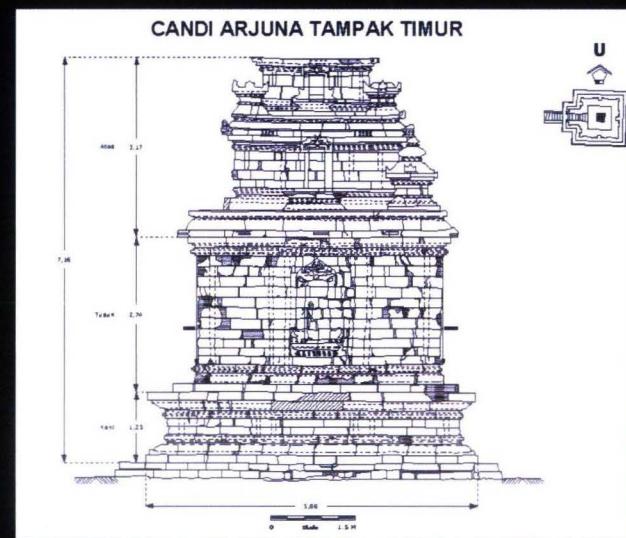


[b]



[c]

Gambar 7. [a]. Data Foto [b]. Data Points Clouds 3D [c] 3D Modeling

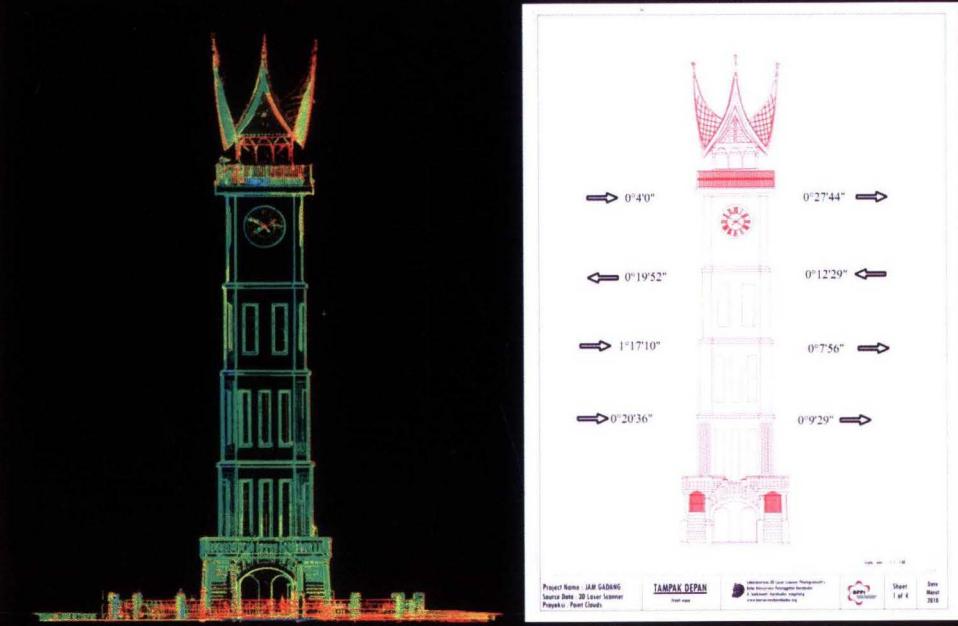


Gambar 8. Output data Asbuilt drawing 2D

2. Keluaran/output untuk analisis dan pengukuran kemiringan bangunan

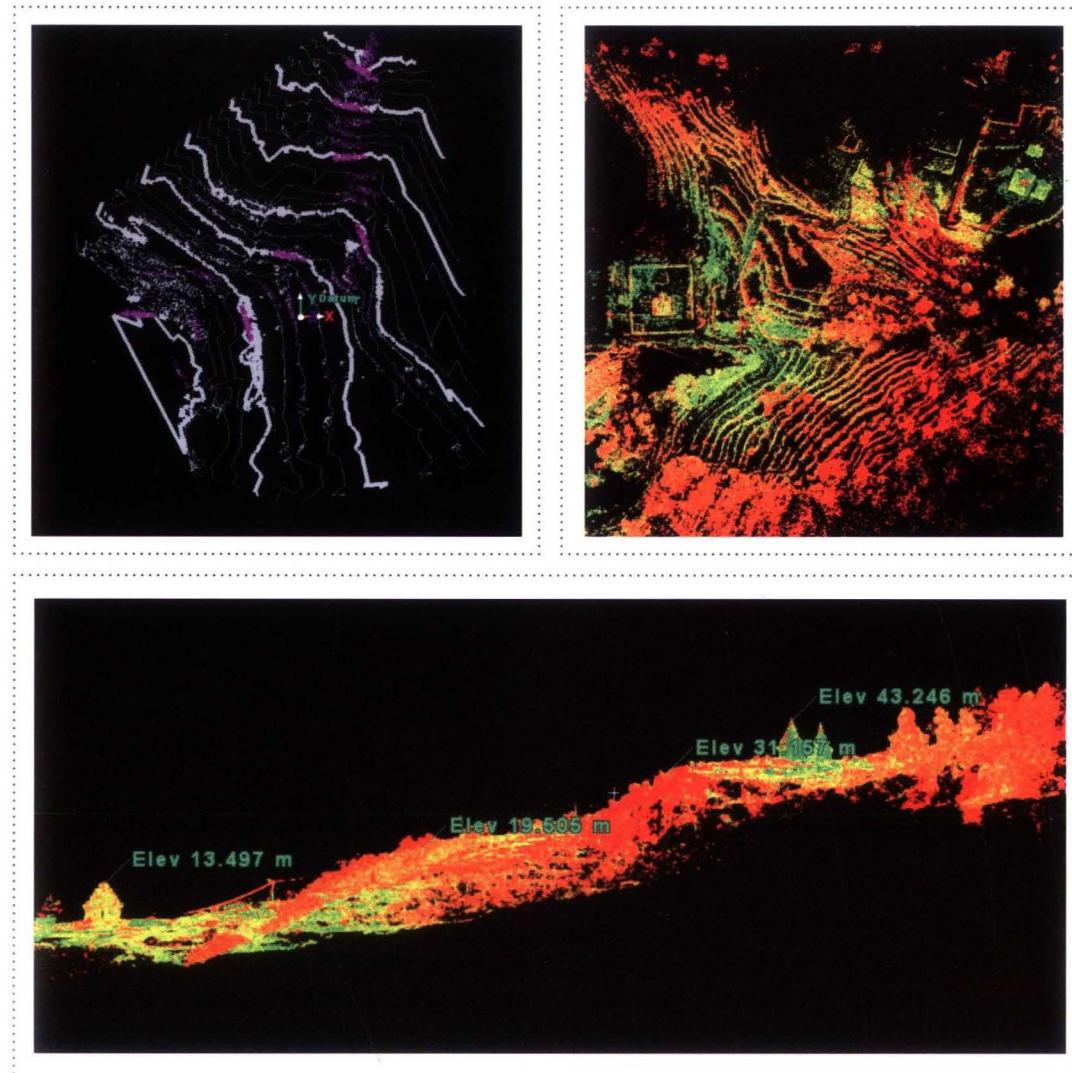


Gambar 10. Output perhitungan kemiringan [Candi Sewu]



Gambar 11. Output perhitungan kemiringan [Jam Gadang]

3. Keluaran/output untuk analisis Topografi kawasan



Gambar 11. Output data topografi [Candi Gedong songo]

KESIMPULAN

Dari hasil analisis data Aplikasi 3D *Laser Scanning* untuk perekaman data dan pendokumentasian

Cagar Budaya mempunyai beberapa kesimpulan yaitu :

1. Aplikasi 3D *Laser Scanning* sangat efektif untuk digunakan sebagai metode perekaman data dan pendokumentasian Cagar Budaya.
2. Output data yang dihasilkan dari proses perekaman data dengan menggunakan aplikasi 3D *Laser Scanning* berupa *Asbuilt drawing* 2 dimensi kondisi existing, dan dapat digunakan untuk analisis stabilitas aspek kemiringan sebuah bangunan Cagar Budaya.
3. Metode perekaman data dan pendokumentasian dengan aplikasi 3D *Laser Scanning* sangat efektif digunakan untuk bangunan Cagar Budaya karena metode ini non destruktive dan diaplikasikan tidak menyentuh objek itu sendiri, sehingga sangat aman digunakan untuk kondisi bangunan yang sangat rawan runtuh dan berbahaya.
4. Aplikasi 3D *Laser Scanning* merupakan metode perekaman data berbasis *Terrestrial*, untuk sebuah kawasan Cagar Budaya dengan area yang luas perlu dikombinasikan dengan pengembangan metode perekaman berbasis *Aerial* menggunakan *Airborn Laser Scanning* [ALS]

Daftar Pustaka

Weitkamp C., 2005, Lidar: *Introduction, in Takashi F. And Tetsuo F. [editors], Laser Remote Sensing*, CRC Press, Taylor and Francis Group, Boca Raton.

Subdir Konservasi, Dirjen Sejarah dan Purbakala [DG-HAO], Pemeliharaan Benda Cagar Budaya [BCB] dan Situs [*Conservation of Cultural Heritage*

UNESCO World Heritage Centre, 2008, *Operational Guidelines for the Implementation of the World Heritage Convention*.

Pierre Smars, 2007 paper : *Documenting Arsitektural Heritage*

Buildings Department, Hongkong, 2012 : *Practise Guidebook for Adaptive and Addition Works to Heritage Buildings 2012*

Robin Letellier, 2007: *Guiding Principal Recording Documentation, and Information Manajemen for Conservation of Heritage Places*, The Getty Conservation Institute

Aplikasi 3D Laser Scanning untuk Perekaman Data Dan Pendokumentasian Cagar Budaya Di Indonesia





Peta Aplikasi 3D Laser Scanning untuk Perekaman Data Dan Pendokumentasian Cagar Budaya Di Indonesia

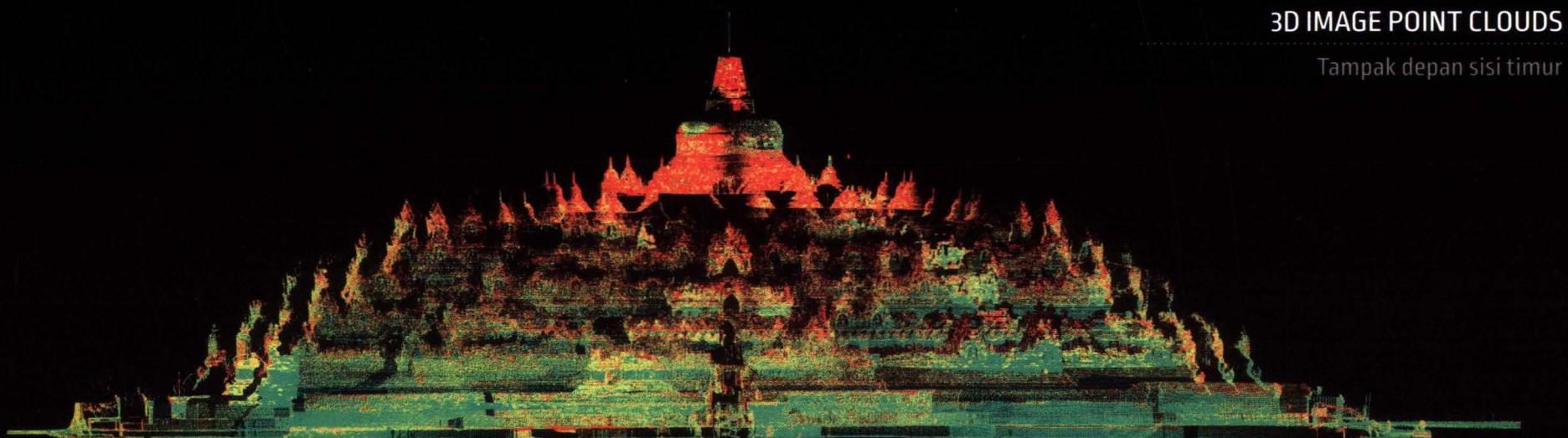
CANDI BOROBUDUR

a. Project Data

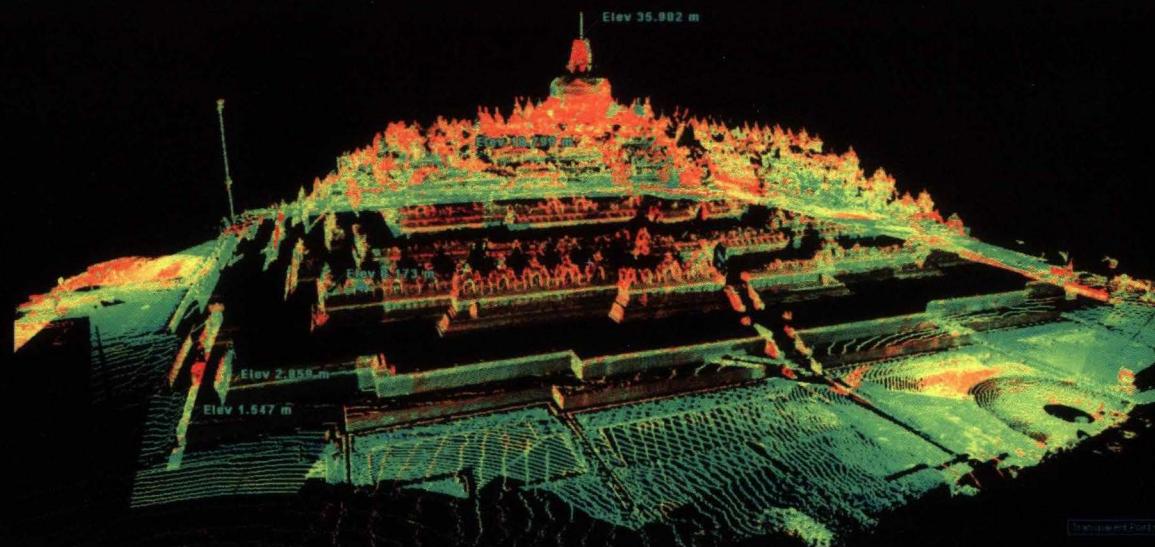
- 1) Object name : Candi Borobudur
- 2) Lokasi : Magelang, Jateng
- 3) Luas area scan : $\pm 204,45 \text{ m} \times 224,80 \text{ m}$
- 4) Lama Perekaman : 5 hari
- 5) Titik berdiri : 7 titik
- 6) Spasi scan : 10 – 15 cm
- 7) Jumlah point : 9.093.749 point



b. Output Data

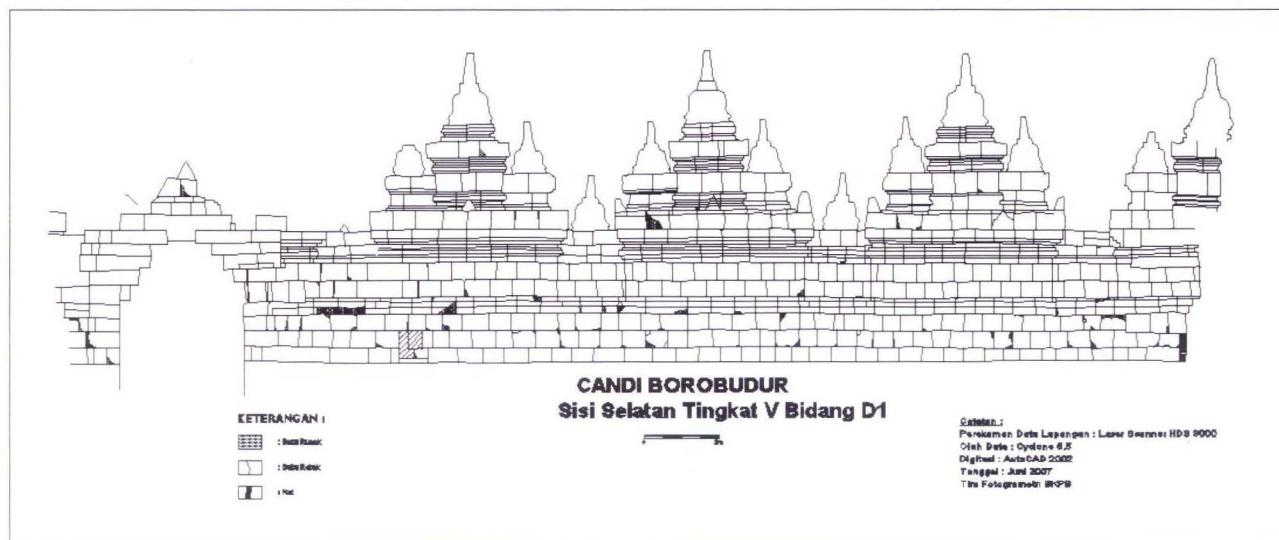


3D IMAGE POINT CLOUDS



Perspektive View

AS BUILD DRAWING 2D



KOMPLEKS CANDI PRAMBANAN CANDI BRAHMA

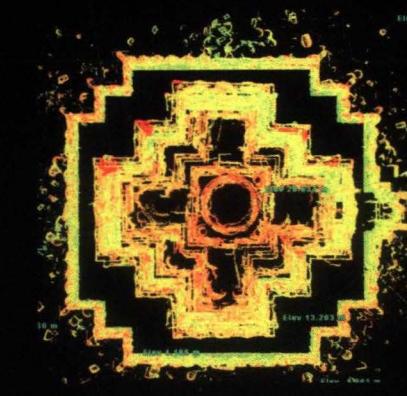
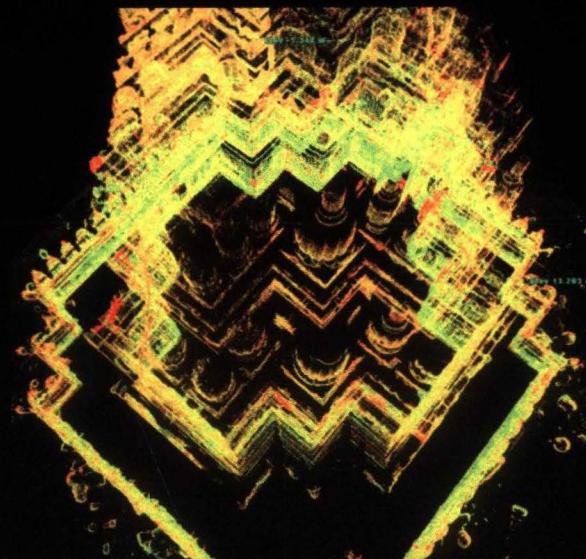
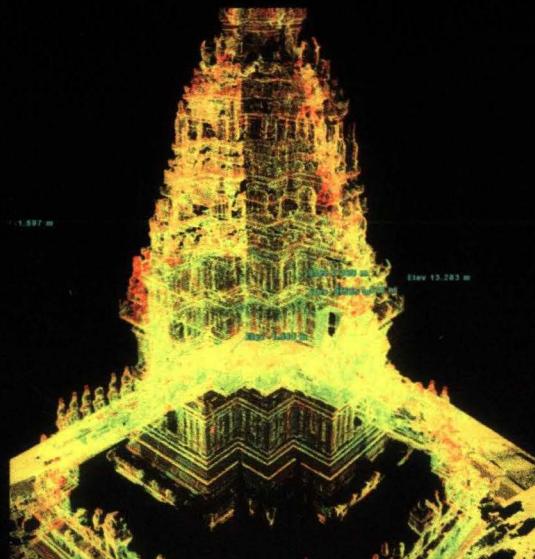
Pasca Gempa 27 Mei 2006

a. Project Data

- 1) Object name : Candi BRAHMA
- 2) Lokasi : Prambanan , Yogyakarta
- 3) Luas area scan : $\pm 116,99 \times 117,11$ m
- 4) Lama Perekaman : 28 jam (4 hari)
- 5) Titik berdiri : 4 Titik
- 6) Spasi scan : 6 – 12 mm
- 7) Jumlah point : 32.538.270 points

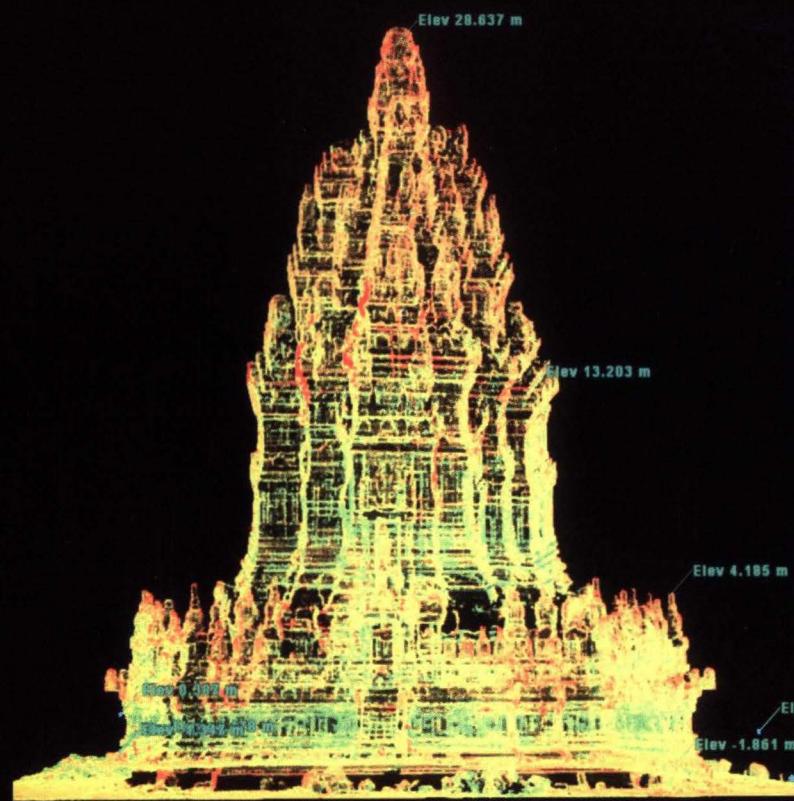


b. Output Data

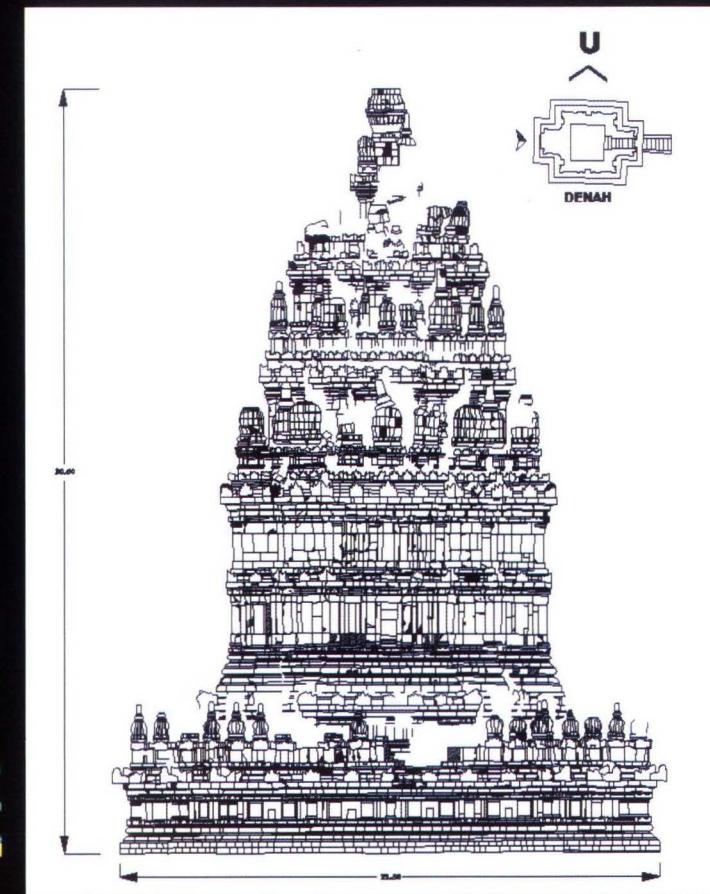


3D IMAGE POINT CLOUDS

Tampak depan sisi timur



PERSPEKTIVE VIEW



AS BUILD DRAWING 2D

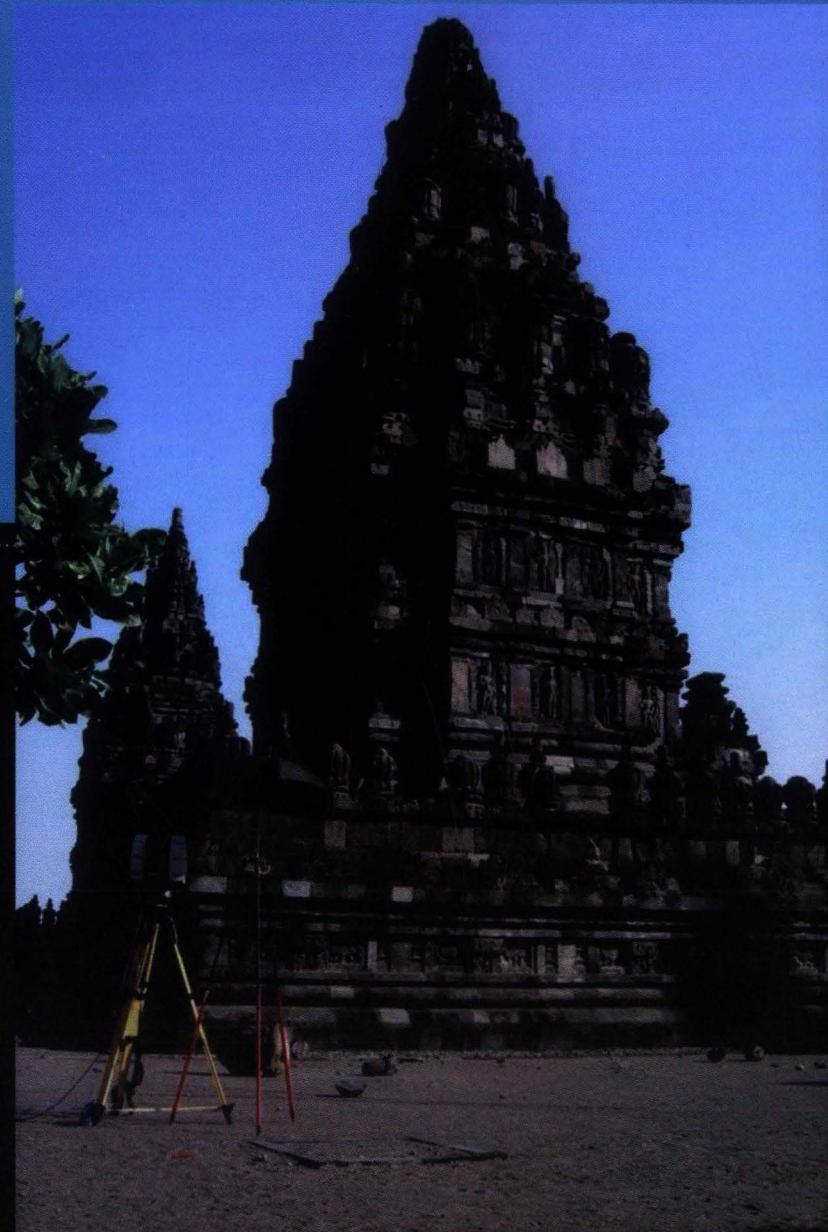


KOMPLEKS CANDI PRAMBANAN CANDI SIWA

Pasca Gempa 27 Mei 2006

a. Project Data

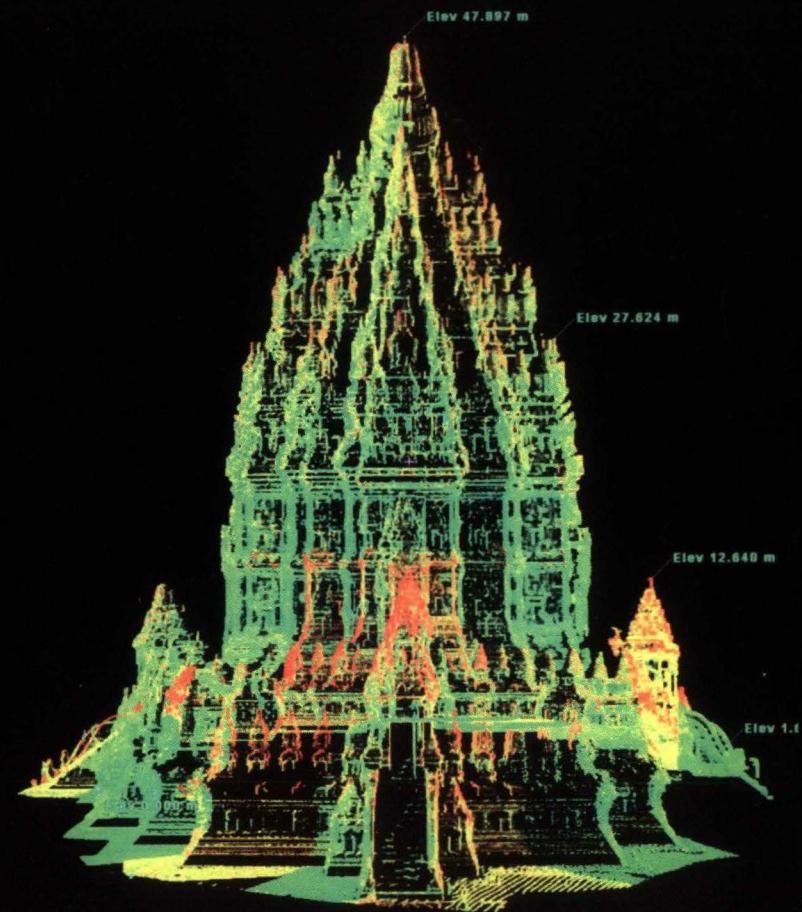
- 1) Object name : Candi SIWA
- 2) Lokasi : Prambanan , Yogyakarta
- 3) Luas area scan : $\pm 116,99 \times 117,11$ m
- 4) Lama Perekaman : 28 jam (4 hari)
- 5) Titik berdiri : 4 Titik
- 6) Spasi scan : 6 – 12 mm
- 7) Jumlah point : 2.486.098 points



b. Output Data



Colour from scanner



Intensity colour map

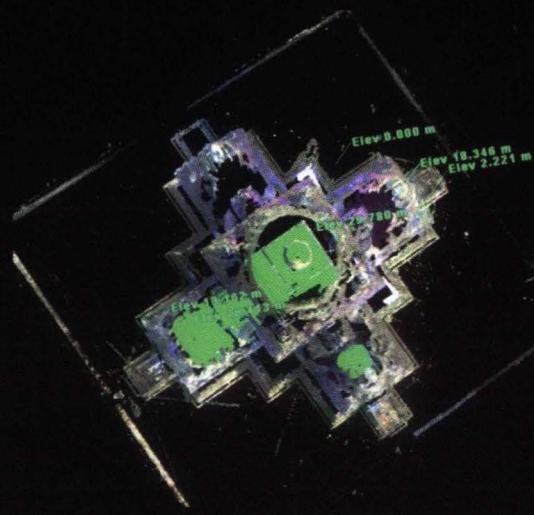
CANDI SEWU

a. Project Data

- 1) Object name : Candi Sewu
- 2) Lokasi : Dukuh Bener, Desa Bugisan, Kec. Prambanan, Kab. Klaten, Jawa Tengah
- 3) Luas area scan : $\pm 1691,874$ m²
- 4) Lama Perekaman : 14 jam (2 hari)
- 5) Titik berdiri : 4 Titik
- 6) Spasi scan : 1-3 cm
- 7) Jumlah point : 21.195.095 point



b. Output Data



3D IMAGE POINT CLOUDS

Deformasi horisontal analisis candi Sewu

TAMPAK SELATAN GAMBAR KEMIRINGAN PROFIL KAKI DAN TUBUH CANDI INDUK SEWU



TAMPAK TIMUR GAMBAR KEMIRINGAN PROFIL KAKI DAN TUBUH CANDI INDUK SEWU



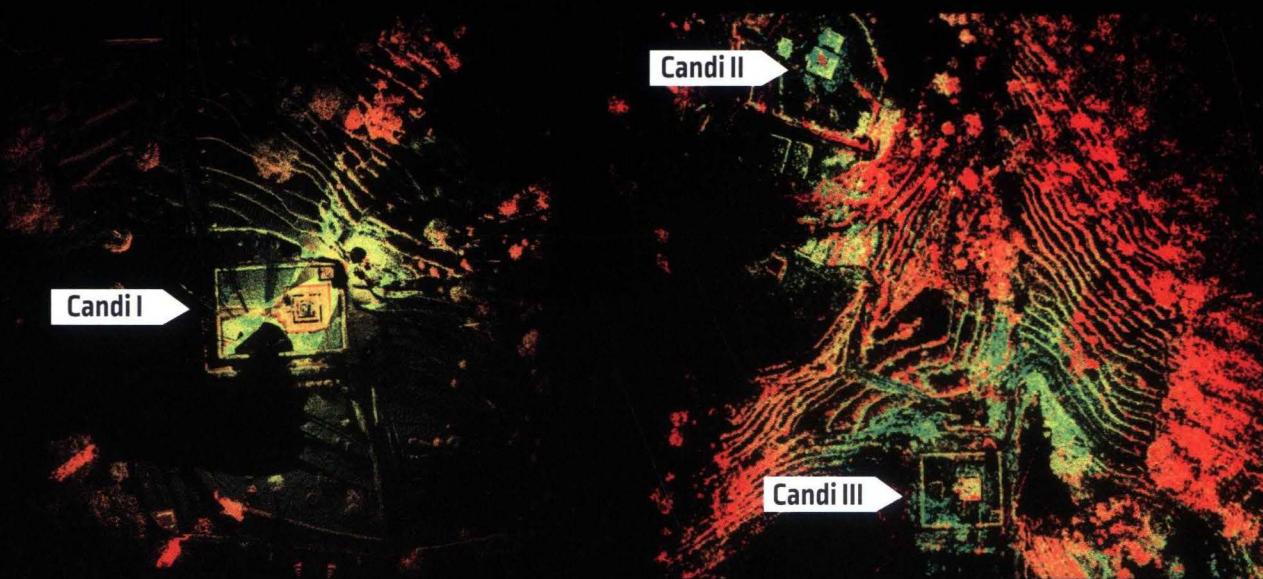
CANDI GEDONG SONGO

a. Project Data

- 1) Object name : Candi Gedong Songo
- 2) Lokasi : Candi, Ambarawa, Semarang Jawa Tengah
- 3) Luas area scan : $\pm 505,92 \times 495,76$ m
- 4) Lama Perekaman : 2 hari
- 5) Titik berdiri : 4 titik
- 6) Spasi scan : 6 mm – 20 cm
- 7) Jumlah point : 45.512.404 points



b. Output Data

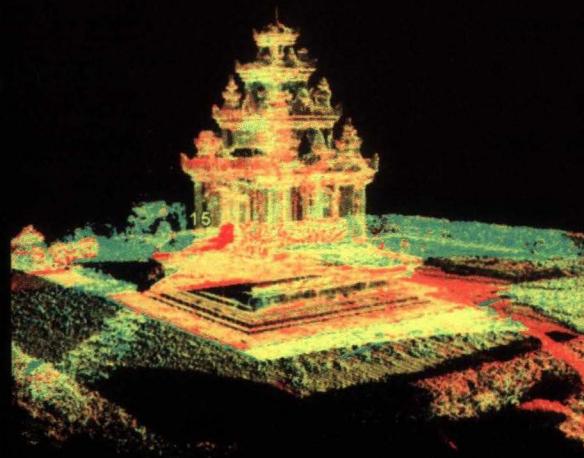


3D IMAGE POINT CLOUDS
Areal Scanning

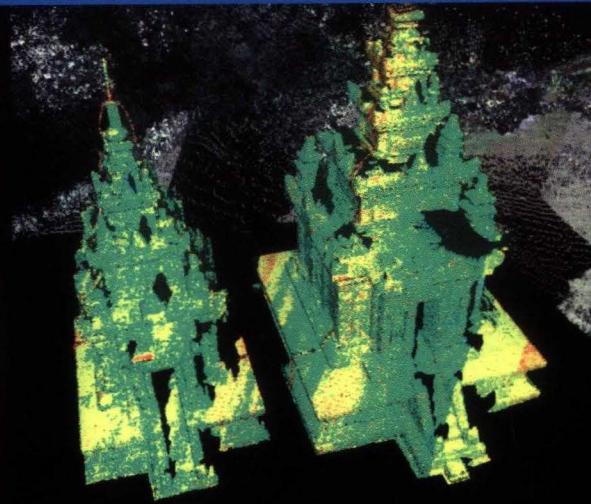
3D IMAGE POINT CLOUDS



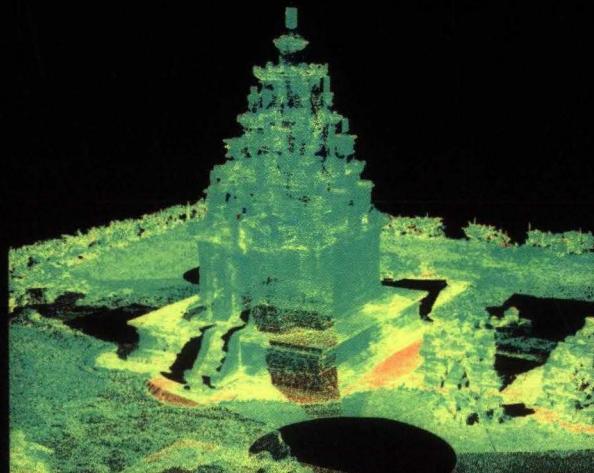
Candi I



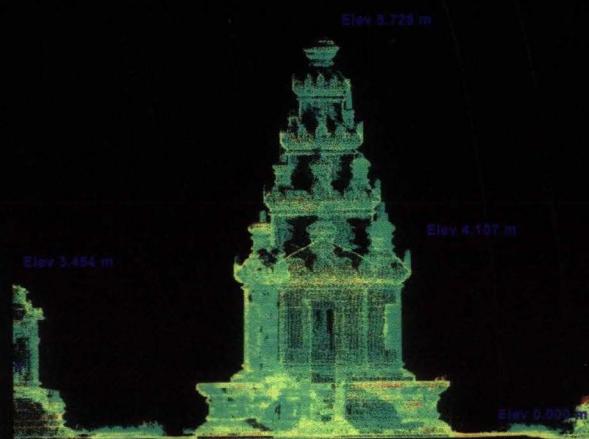
Candi II



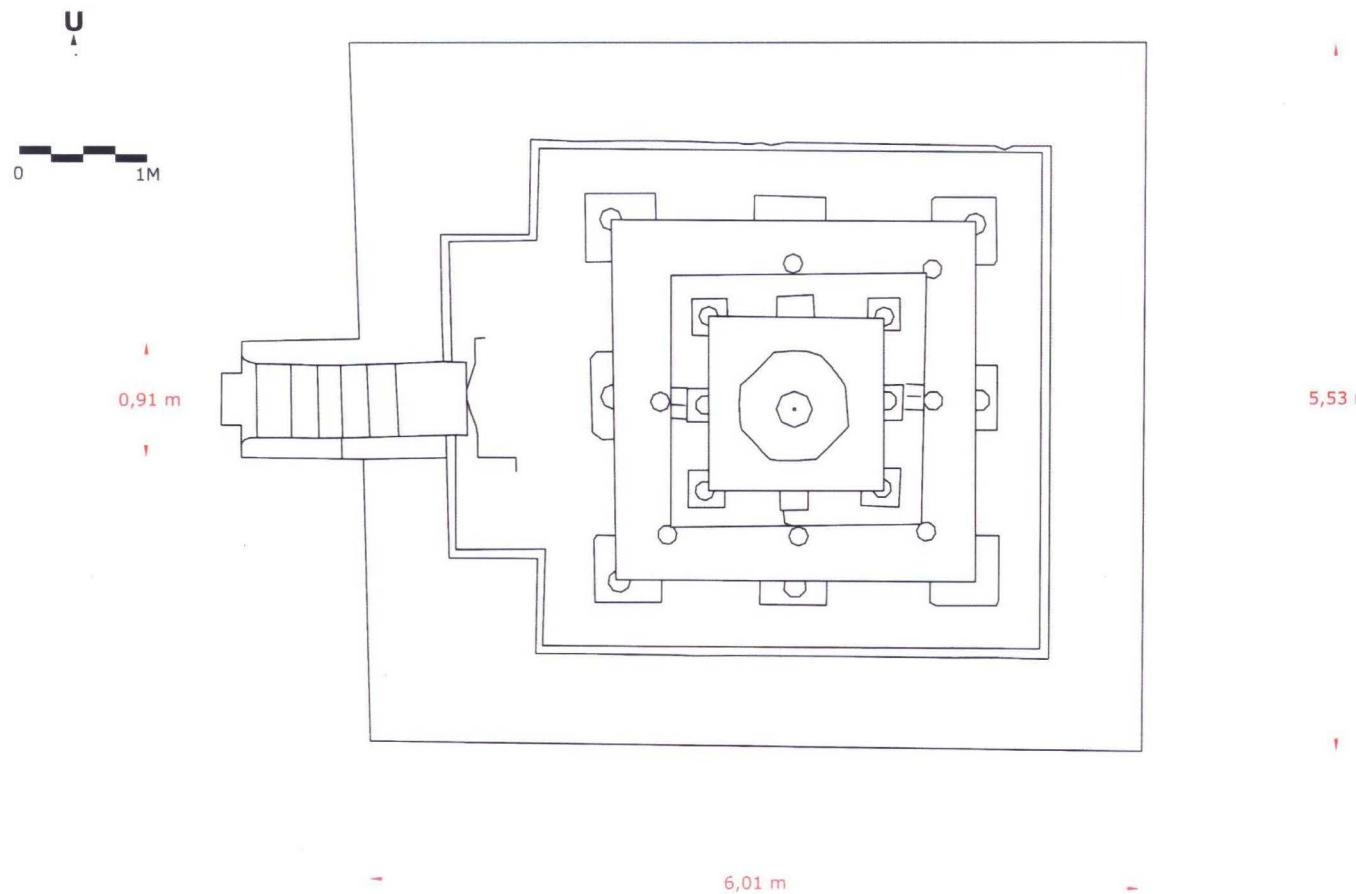
Candi III



Candi IV



Candi V



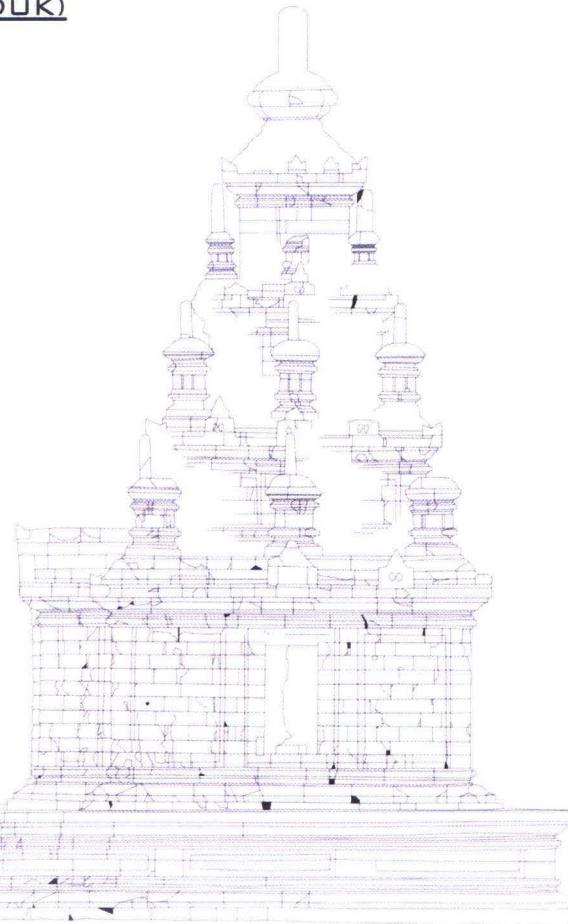
DENAH CANDI IV (INDUK)

TOP VIEW

TAMPAK SAMPING CANDI IV (INDUK)

LEFT VIEW

0 1M

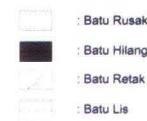


5,48 m (Atap)

6,01 m

0,83 m

1,07 m (Kaki)



POTONGAN CANDI IV (INDUK)



1

5,48 m (Atap)

2,10 m (Tubuh)

1,08 m (Kaki)

1,11 m

6,07 m

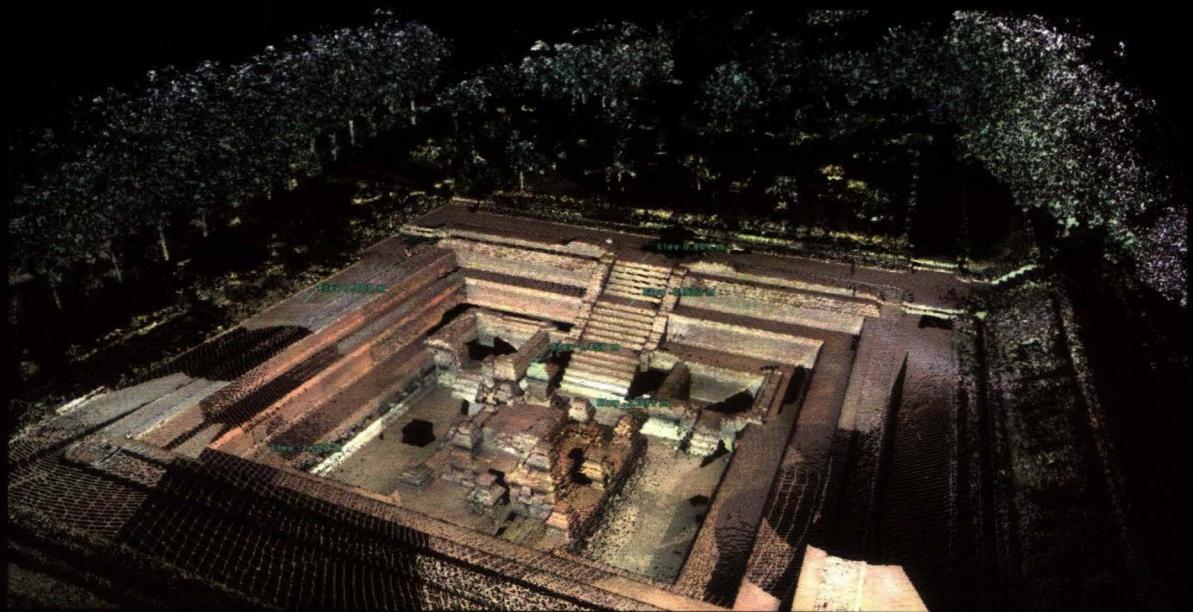
Candi Tikus

a. Project Data

- 1) Object name : Candi TIKUS
- 2) Lokasi : Trowulan, Jawa Timur
- 3) Luas area scan : $\pm 40 \times 75$ m
- 4) Lama Perekaman : 10 jam [1 hari]
- 5) Titik berdiri : 4 Titik
- 6) Spasi scan : 5 cm
- 7) Jumlah point : 28.944.233 point



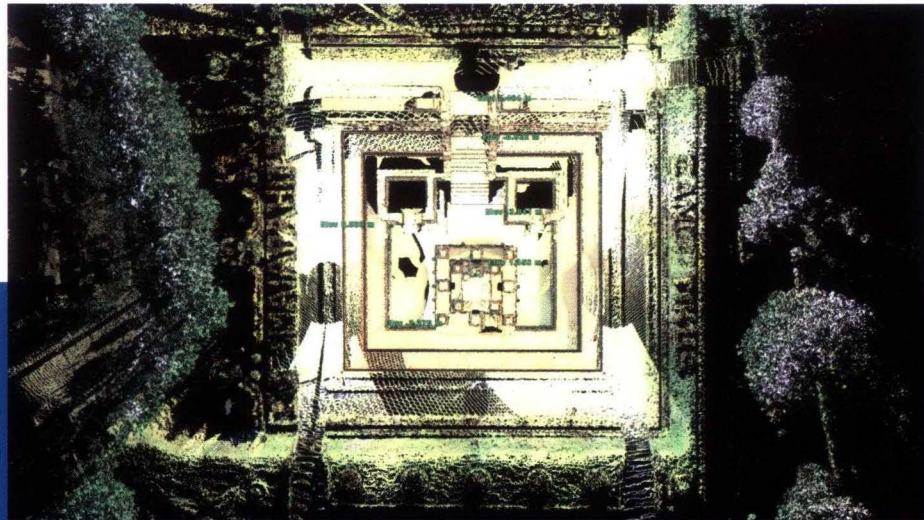
b. Output Data



3D IMAGE POINT CLOUDS

Perspektive View Candi Tikus

3D IMAGE POINT CLOUDS



Tampak Atas Candi Tikus



Potongan Melintang [Utara – Selatan]



Potongan Melintang [Barat Timur]

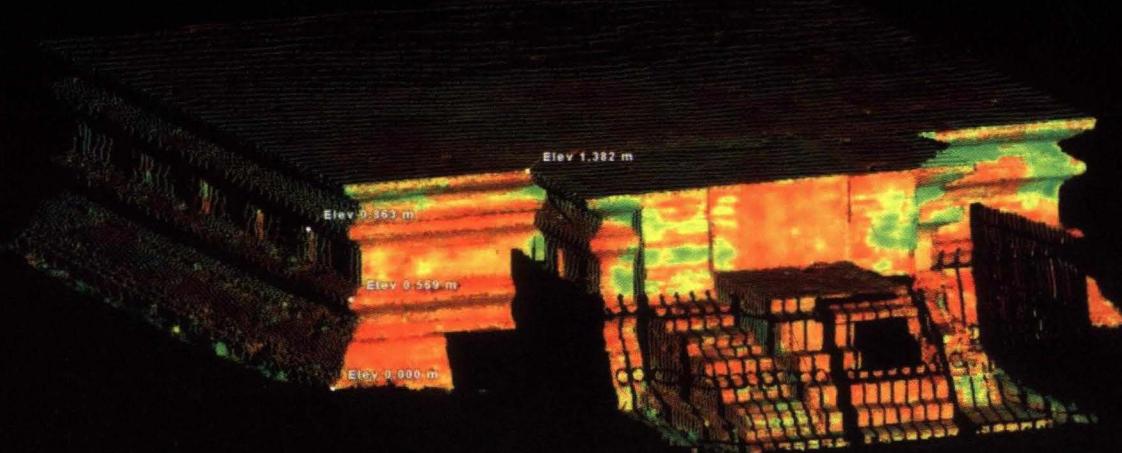
Candi Muara Takus

a. Project Data

- 1) Object name : Candi Muara Takus
- 2) Lokasi : Kabupaten Kampar, Riau
- 3) Luas area scan : $\pm [80,294 \times 77,022] \text{ m}^2$
- 4) Lama Perekaman : 22 jam [2 hari]
- 5) Titik berdiri : 6 titik
- 6) Spasi scan : 5 mm – 1 cm
- 7) Jumlah point : 34.940.633 point



b. Output Data

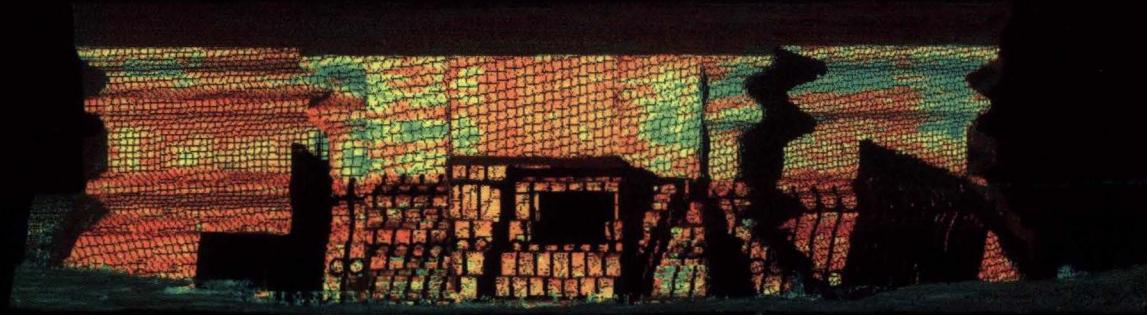


3D IMAGE POINT CLOUDS

Perspektive View dengan elevasi / intensity colour map

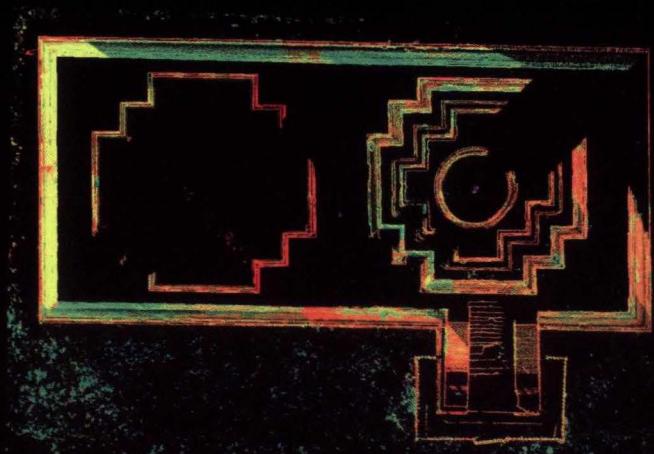
3D IMAGE POINT CLOUDS

Data 3D Image Candi Palangka



Tampak Depan [front View]

3D Image Model Candi Bungsu



Tampak Atas [top view]



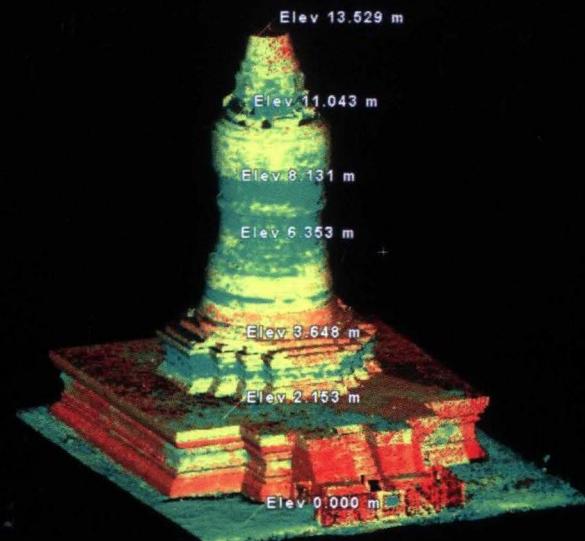
Perspektive View

3D IMAGE POINT CLOUDS

3D Image Model Candi Mahligai



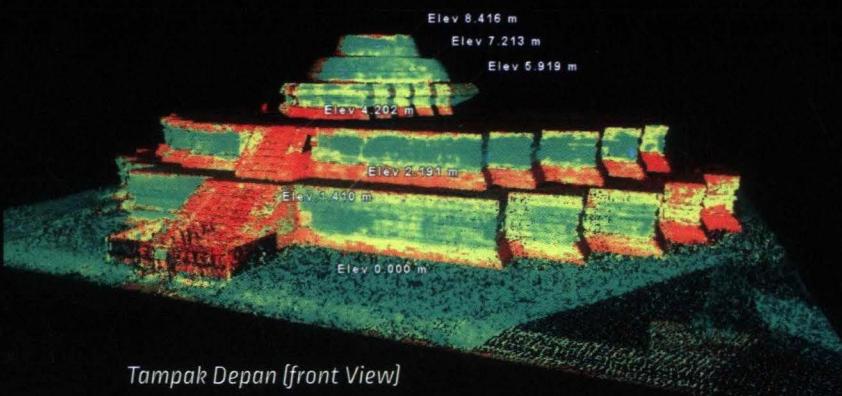
Tampak Depan [front View]



Perspektive View



Tampak Atas [top view]

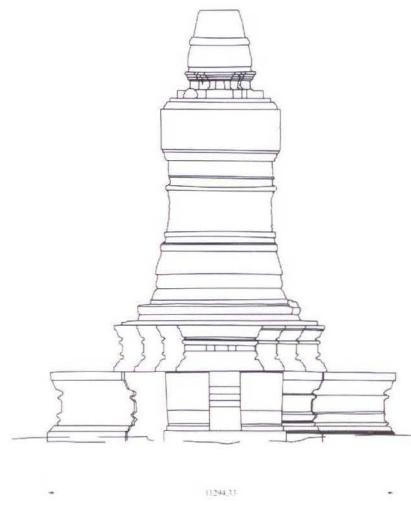


Tampak Depan [front View]

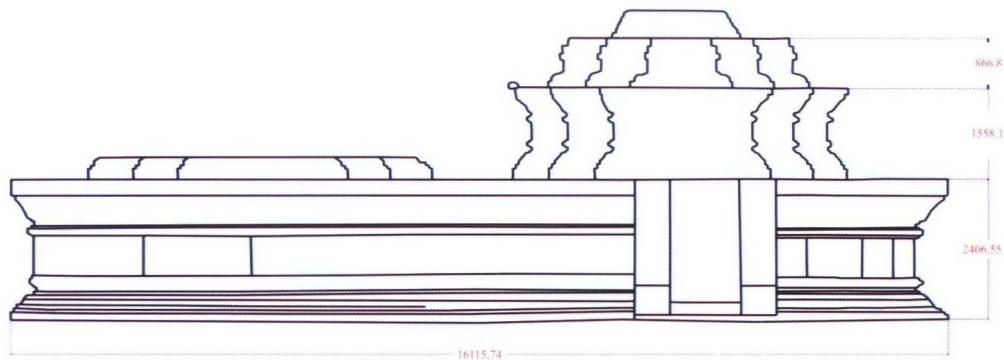


Tampak Atas [top view]

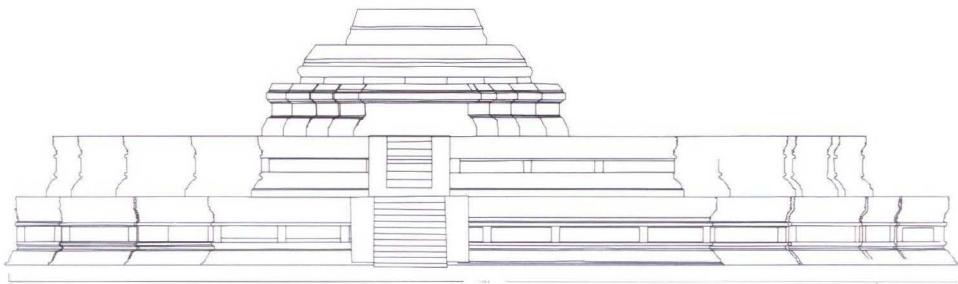
Asbuilt Drawing 2D



Tampak depan Candi Maghligai



Tampak depan Candi Bungsu



Tampak depan Candi Tuo

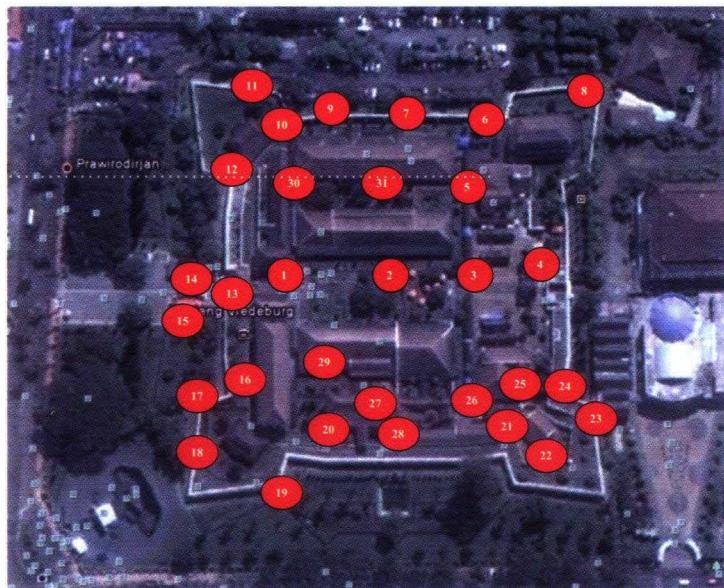
Benteng Vredeburg

a. Project Data

- 1) Object name : Benteng Vredeburg
- 2) Lokasi : Jl. Jend. A.Yani, Yogyakarta
- 3) Luas area scan : $\pm [225,431 \times 235,084] \text{ m}^2$
- 4) Lama Perekaman : 7 hari kerja (rata-rata perhari 10 jam)
- 5) Titik berdiri : 31 titik
- 6) Spasi scan : 1-5 cm
- 7) Jumlah point : 180.774.318 point



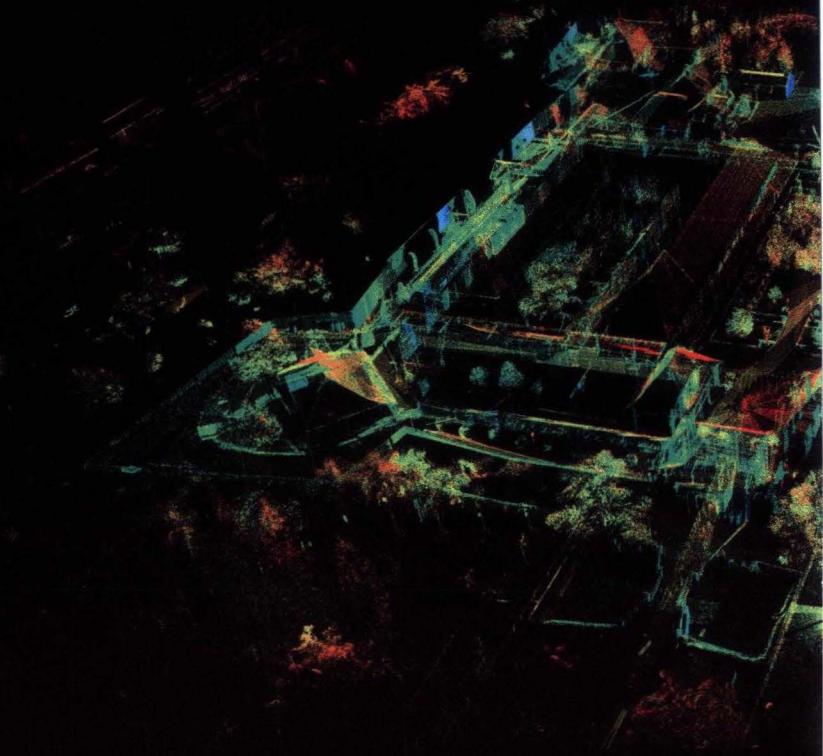
b. Output Data



Ploting Alur Scanning dan Posisi Titik Berdiri [Scanworld]

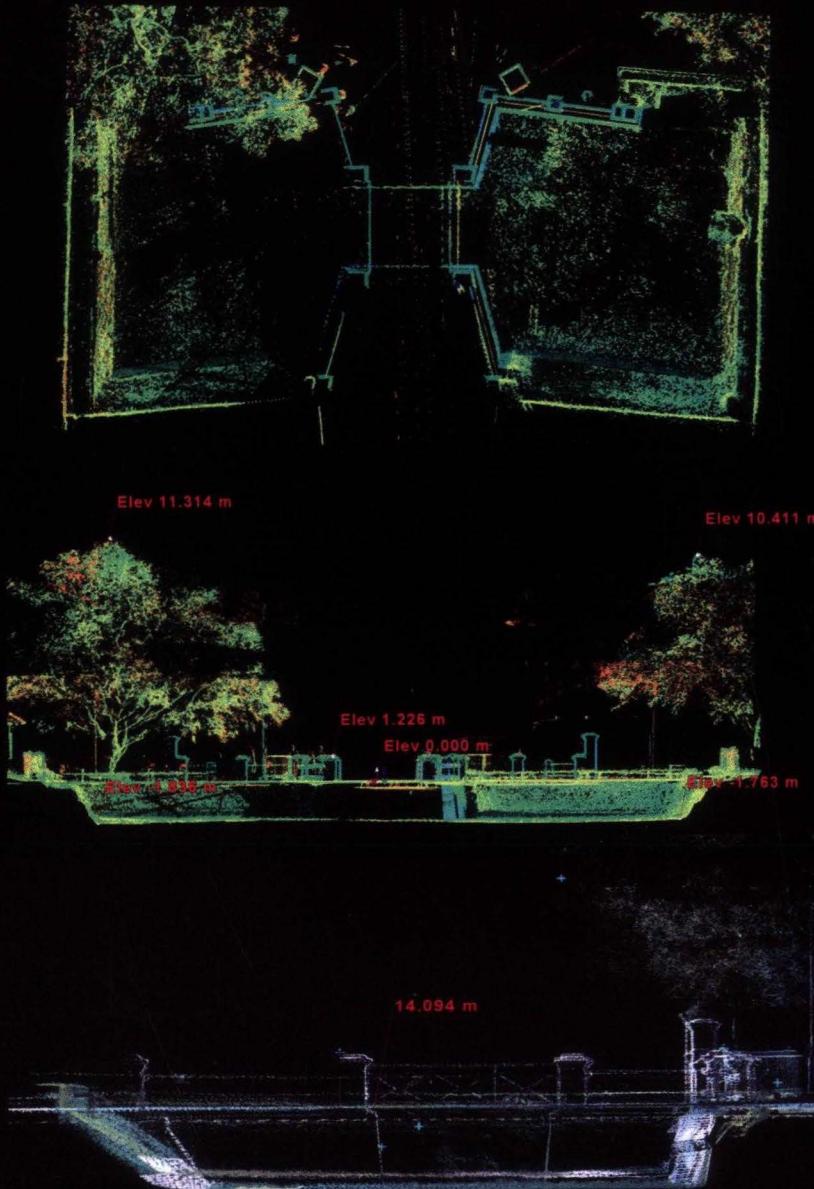


Benteng Vredeburg – Top View [Colour From Scanner]



Benteng Vredeburg – Perspektive View [Colour From Scanner]

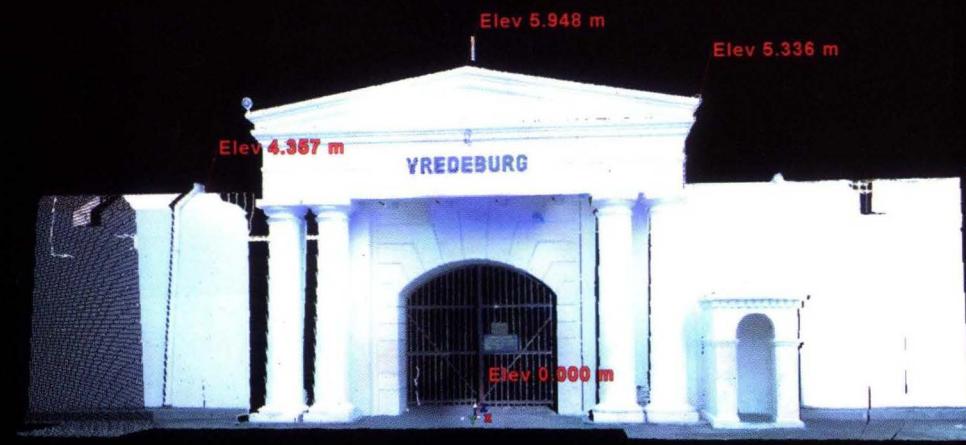
3D IMAGE POINT CLOUDS



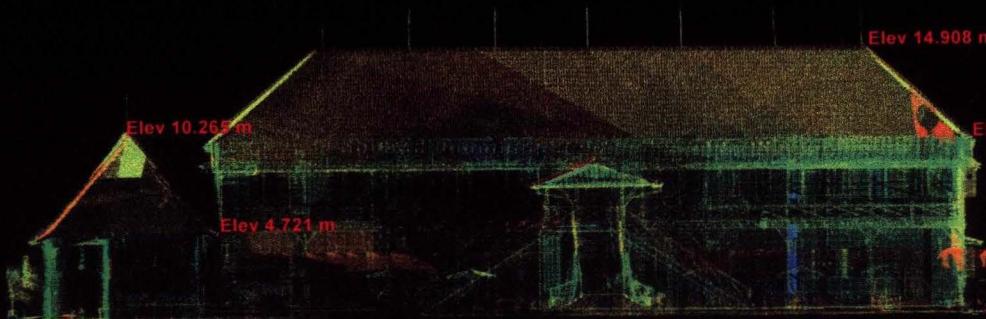
3D IMAGE POINT CLOUDS



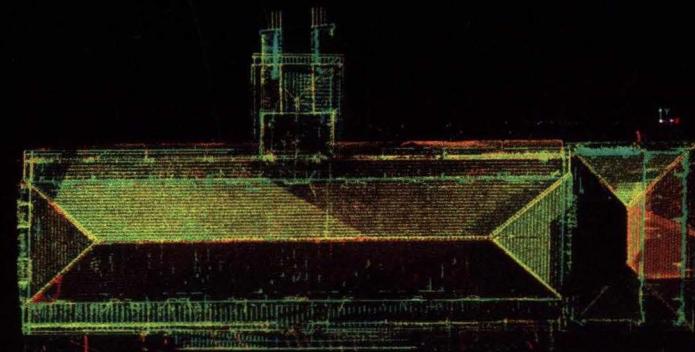
Gerbang Sisi Barat – Perspektive View (Colour From Scanner)



Gerbang Sisi Barat – Front View (Image Color Map)

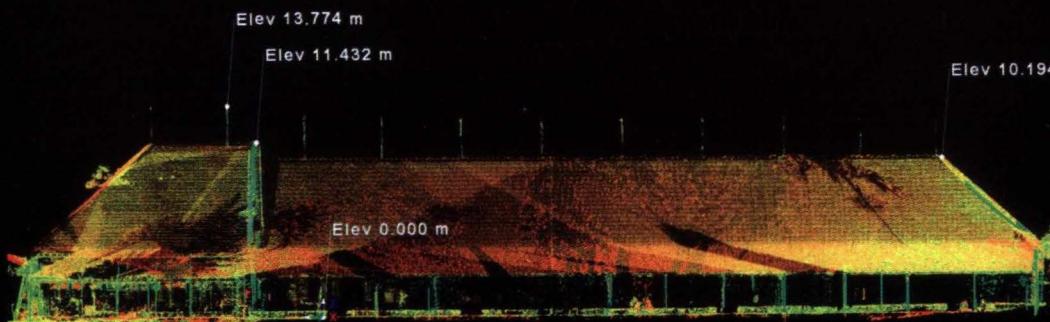


Kafe Museum (Indische Koffe) – Front View (Colour From Scanner)

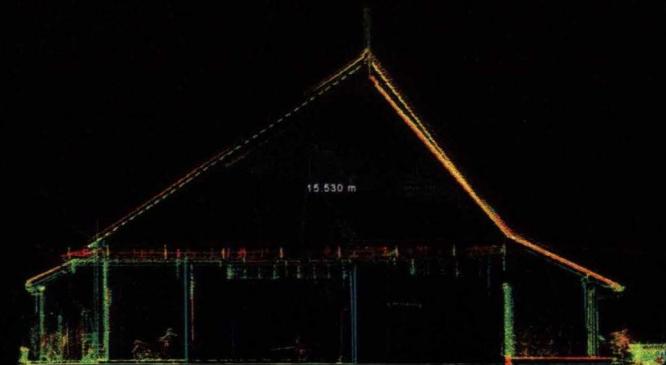


Kafe Museum (Indische Koffe) – Top View (Colour From Scanner)

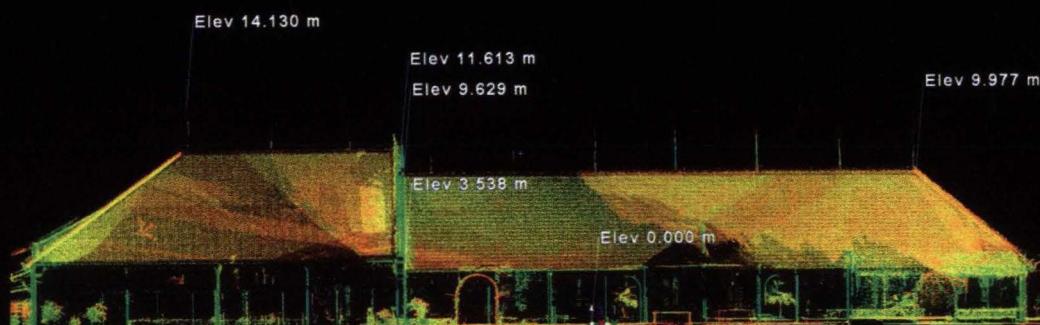
3D IMAGE POINT CLOUDS



Ruang Diorama II – Front View [Colour From Scanner]



Ruang Diorama II – Left View [Colour From Scanner]

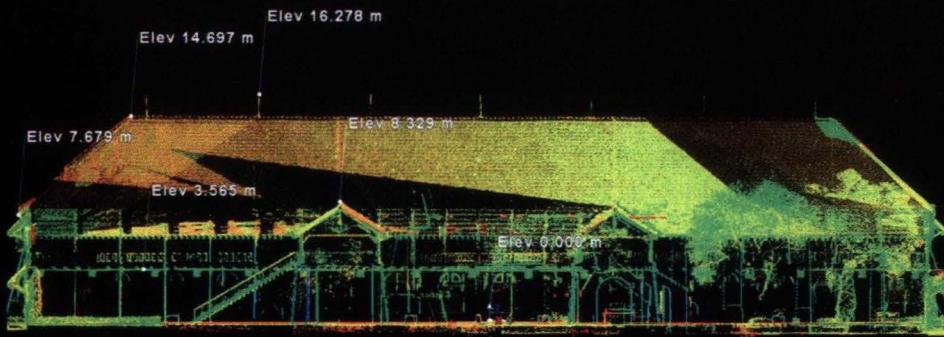


Ruang Diorama I – Front View [Colour From Scanner]

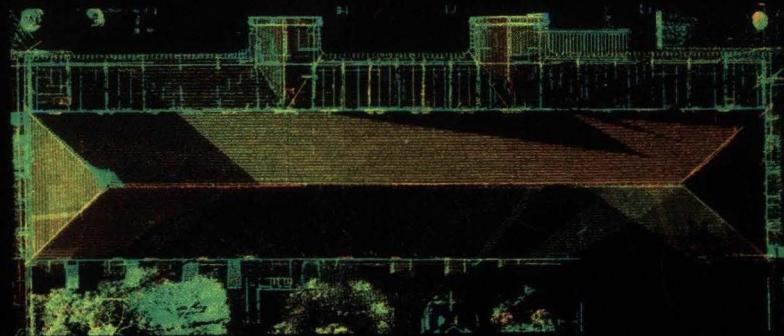


Ruang Diorama I – Left View [Colour From Scanner]

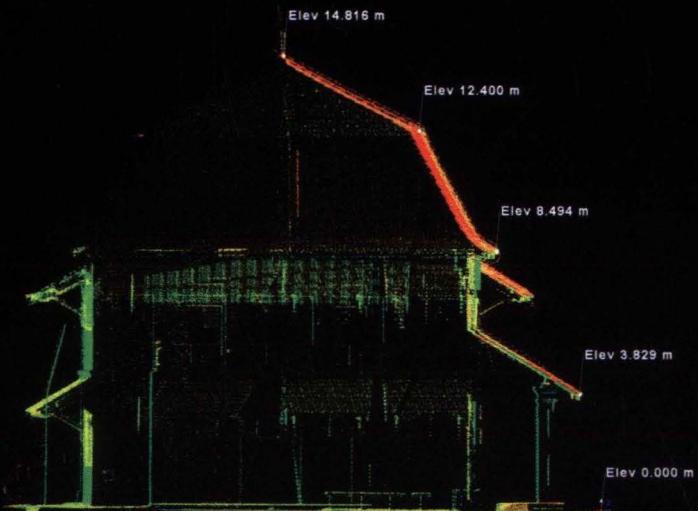
3D IMAGE POINT CLOUDS



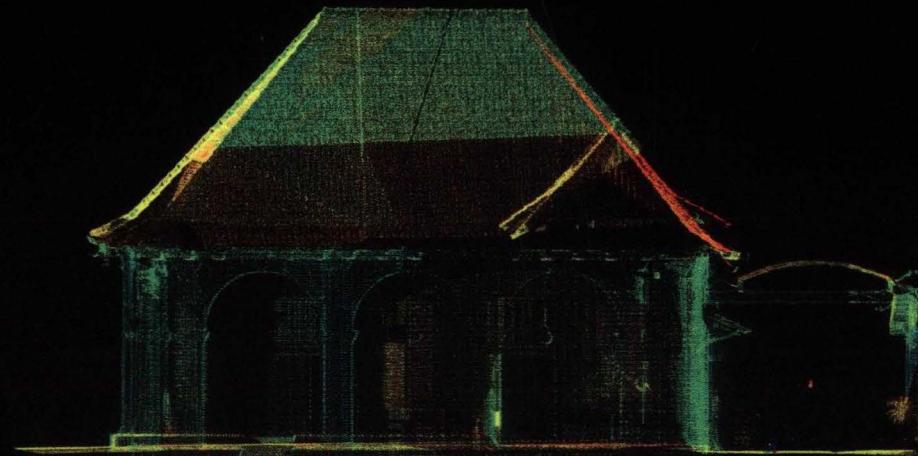
Ruang Diorama III – Front View [Colour From Scanner]



Ruang Diorama III – Top View [Colour From Scanner]

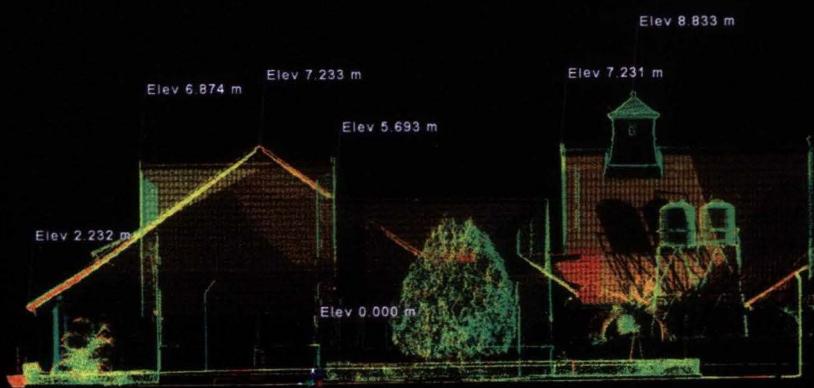


Ruang Diorama IV – Front View [Colour From Scanner]

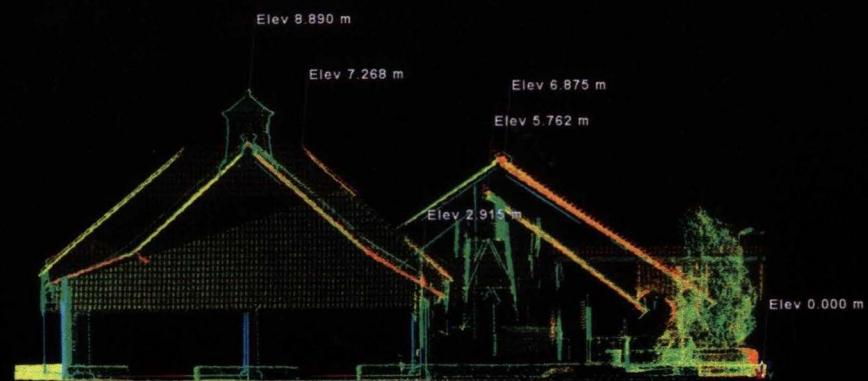


Ruang Pengenalan – Front View [Colour From Scanner]

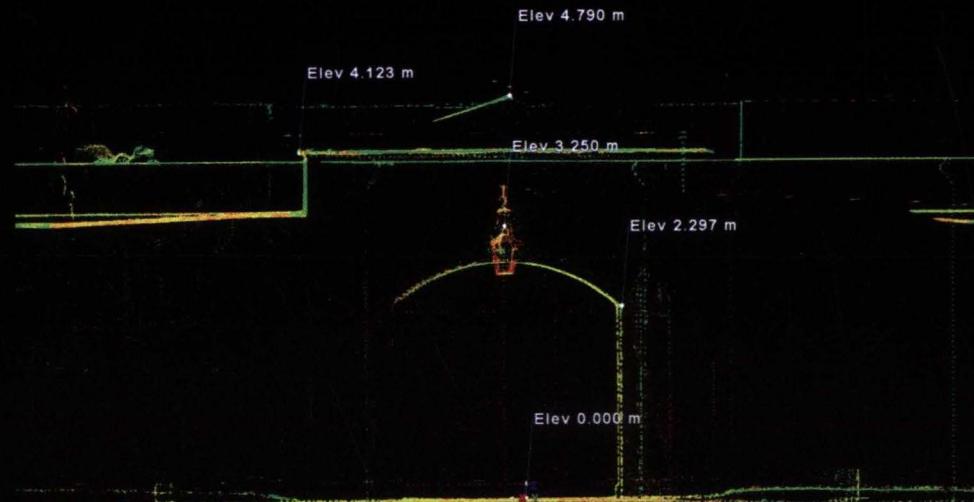
3D IMAGE POINT CLOUDS



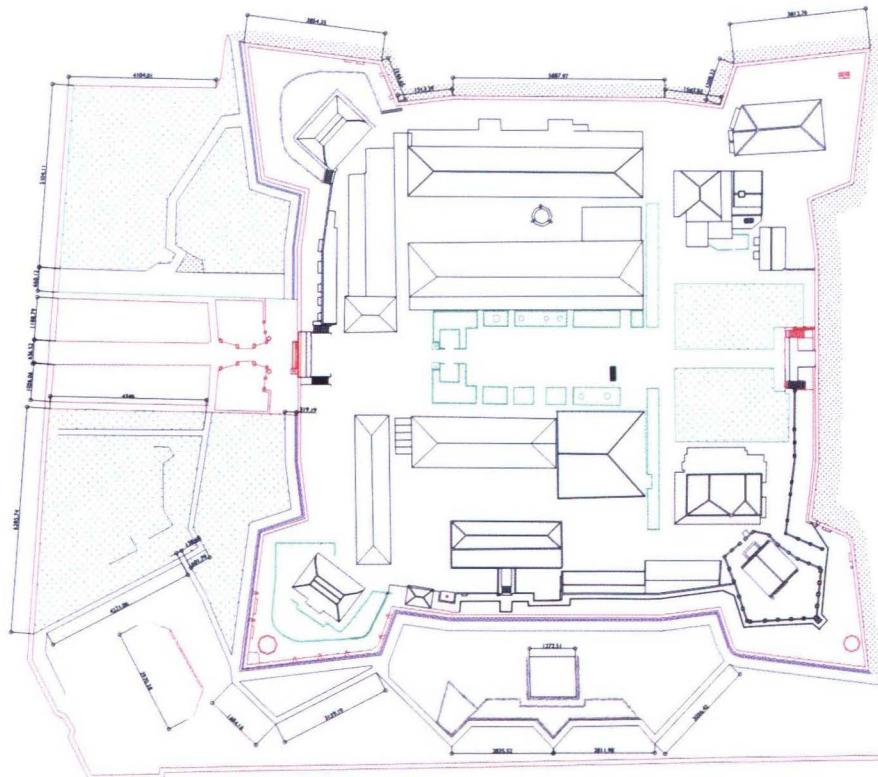
Guest House – Front View [Colour From Scanner]



Guest House – Left View [Colour From Scanner]



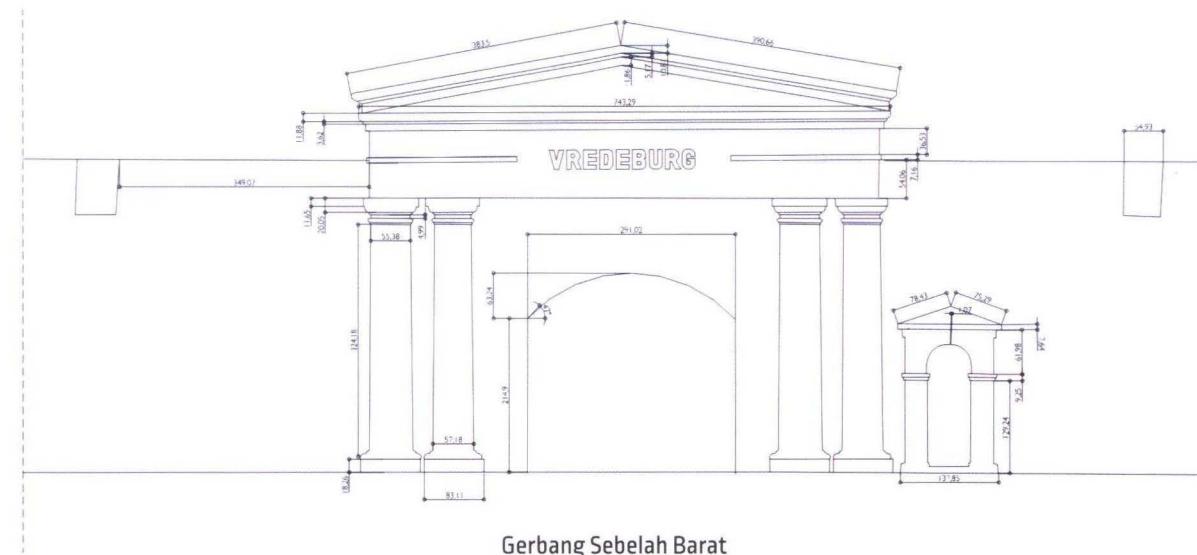
Gerbang Sisi Timur – Front View [Colour From Scanner]



Museum Benteng Vredeburg - Tampak Atas



Ruang Pengenalan – Tampak Depan



Pameran Tetap Diorama 1 dan Kantor

Benteng Vanderwijk

a. Project Data

- 1) Object name : Benteng Vanderwijk
- 2) Lokasi : Gombong, Jawa Tengah
- 3) Luas area scan : $\pm 7168 \text{ m}^2$
- 4) Lama Perekaman : 40 jam (3 hari)
- 5) Titik berdiri : 10 titik
- 6) Spasi scan : 2-3 cm
- 7) Jumlah point : 48.915.690 point



b. Output Data



3D IMAGE POINT CLOUD
Perspektive View intensity colour map

3D IMAGE POINT CLOUDS



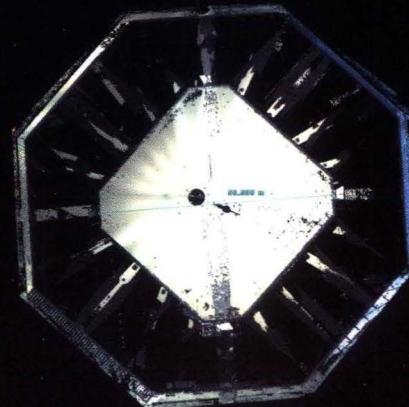
Perspektive View colour from scanner with elevation



Perspektive View dimensi dinding dalam



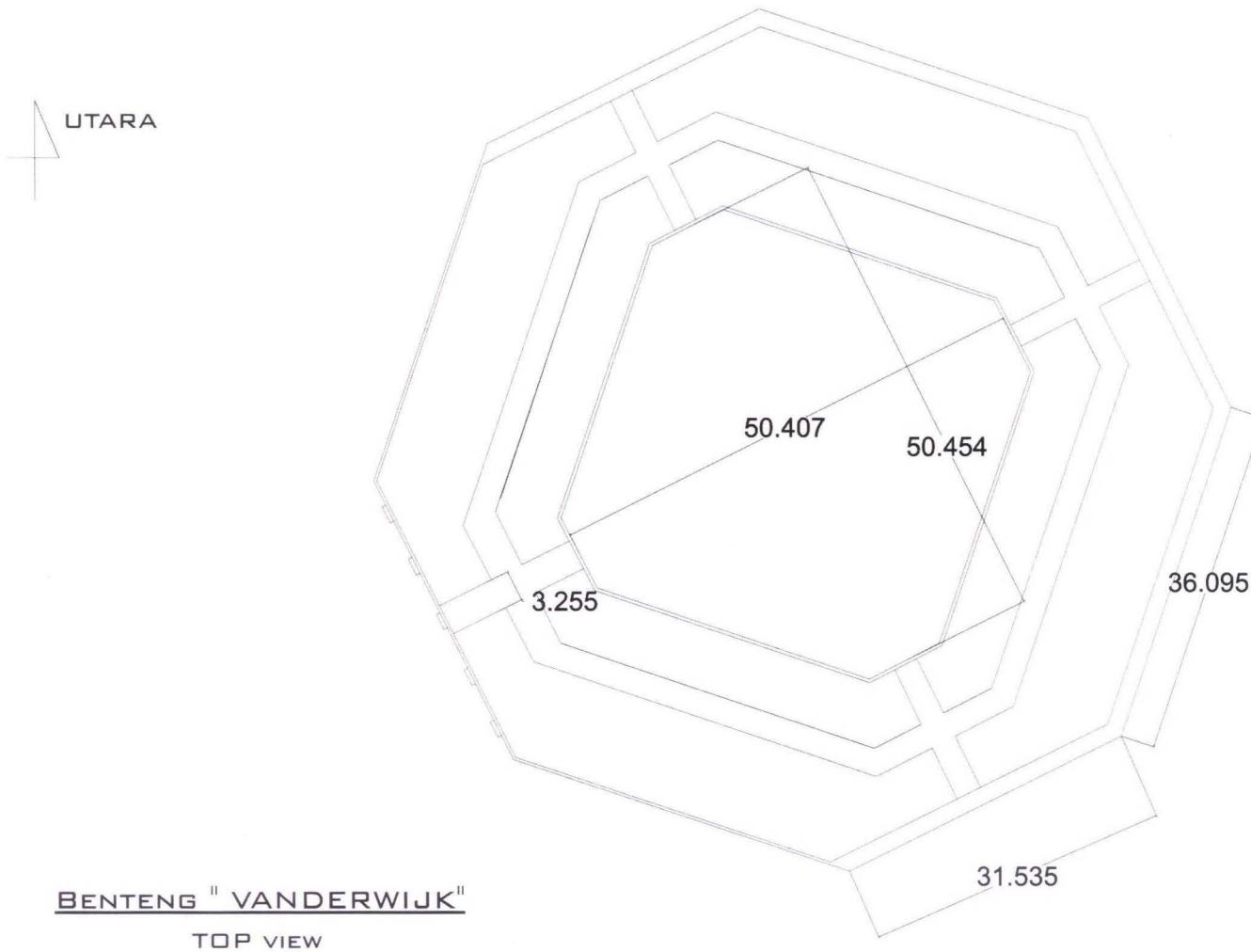
Perspektive View colour from scanner pintu masuk sisi dalam

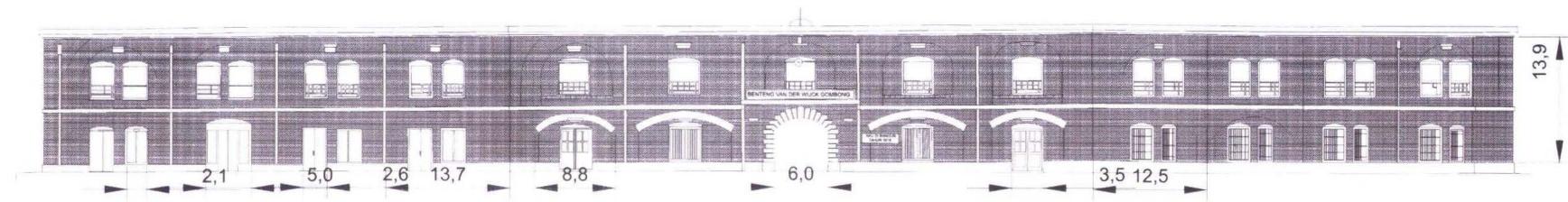


Tampak Atas [top View] // colour from scanner



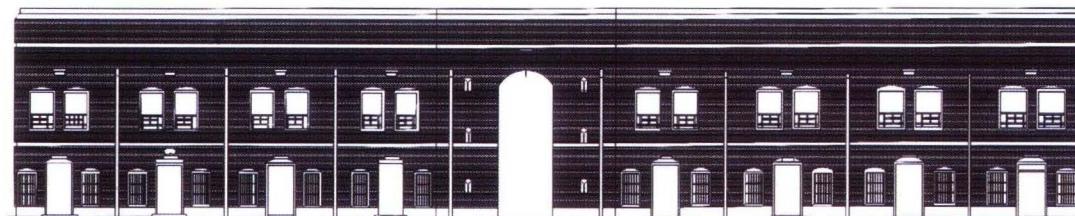
Perspektive View colour from scanner benteng sisi luar dan dalam





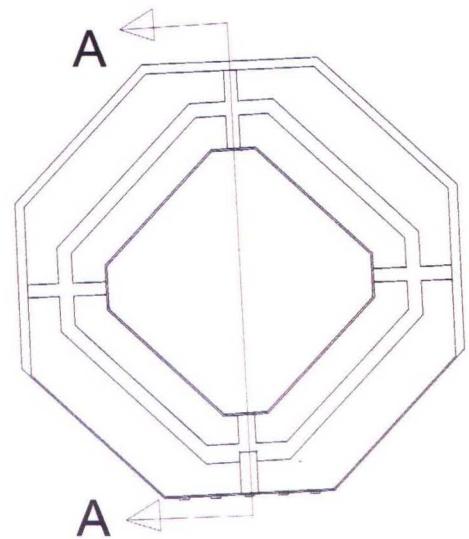
BENTENG "VANDERWIJK"

FRONT VIEW



BENTENG "VANDERWIJK"

POTONGAN A - A



Benteng Otanaha

a. Project Data

- 1) Object name : Benteng Otanaha
- 2) Lokasi : Kelurahan Dembe, Kecamatan Kota Barat, Kota Gorontalo
- 3) Luas area scan : $\pm [65,530 \times 28,243] \text{ m}^2$
- 4) Lama Perekaman : 3 jam
- 5) Titik berdiri : 2 titik
- 6) Spasi scan : 1-3 cm
- 7) Jumlah point : 4.285.924 point



b. Output Data



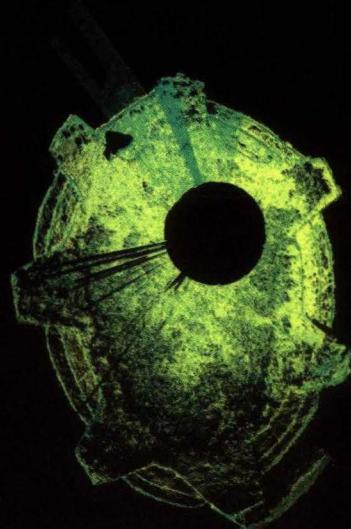
3D IMAGE POINT CLOUD

Sisi Dalam - Perspektive View 1
(Colour From Scanner)

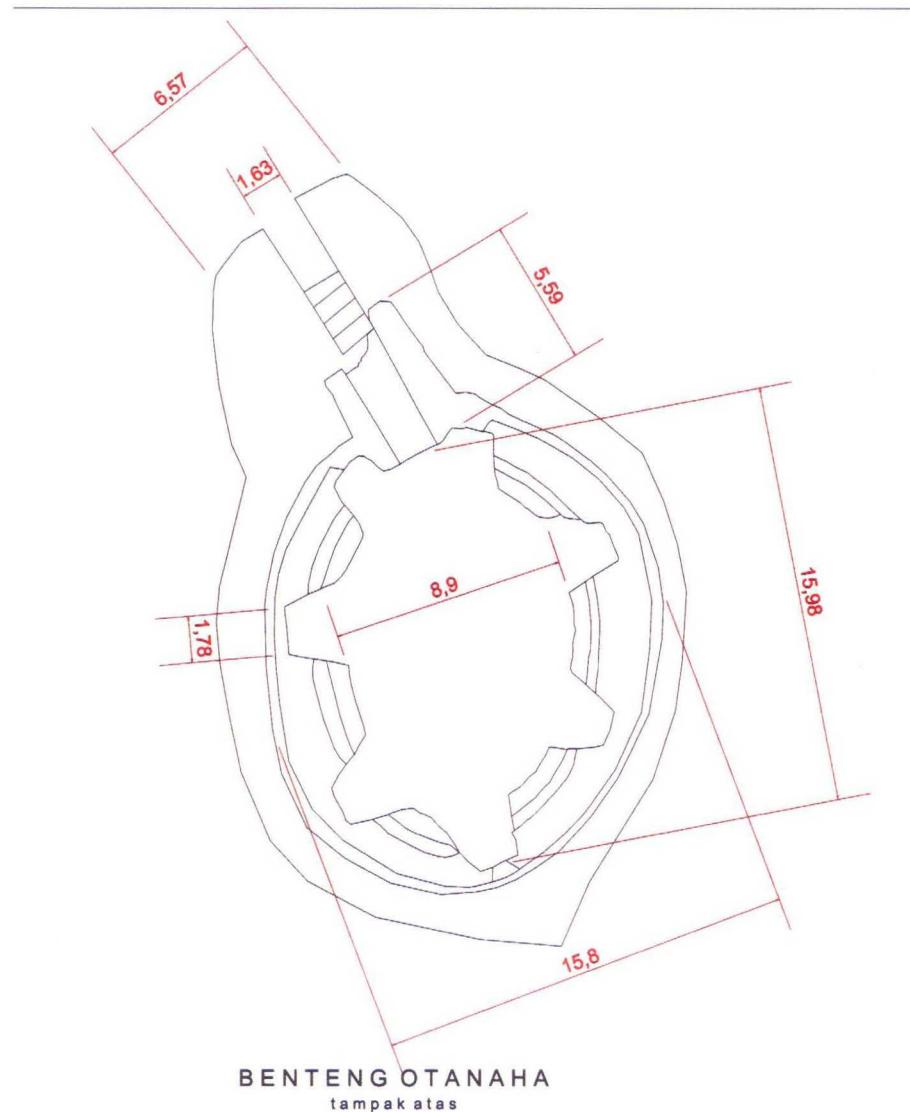
3D IMAGE POINT CLOUDS



Sisi Dalam - Perspektive View 2
[Colour From Scanner]



Top View [Colour From Scanner]



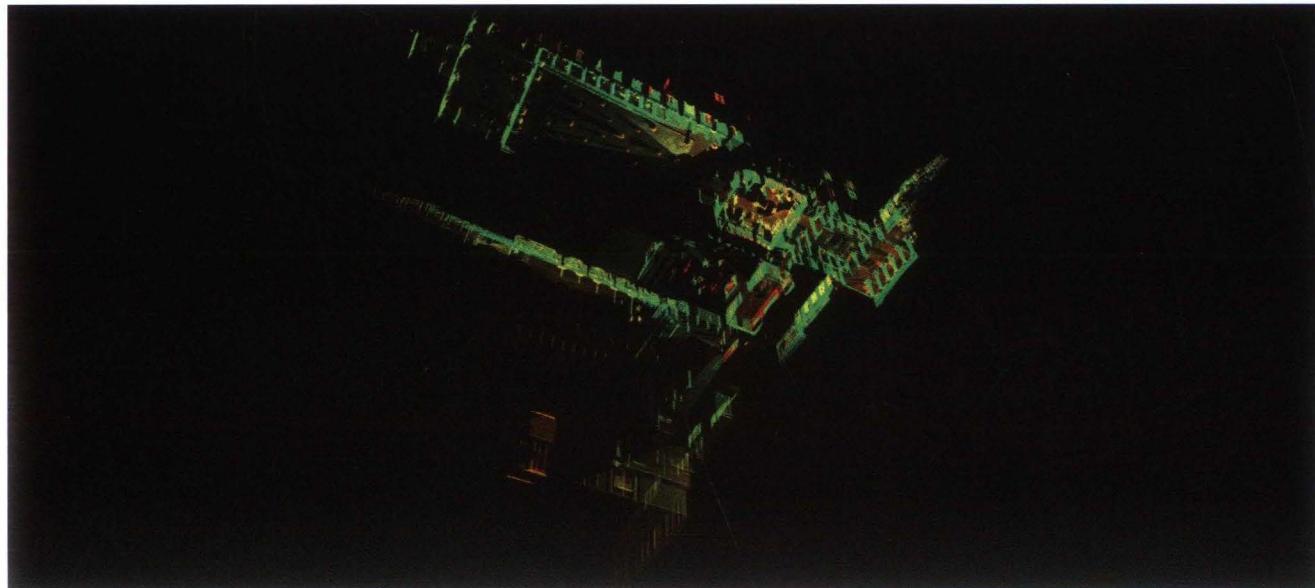
Museum Nasional

a. Project Data

- 1) Object name : Museum Nasional [Gedung Gajah]
- 2) Lokasi : Jl. Medan Merdeka Barat No.12, Gambir, Jakarta Pusat
- 3) Luas area scan : $\pm [184, 894 \times 149,236] \text{ m}^2$
- 4) Lama Perekaman : 63 jam
- 5) Titik berdiri : 14 titik
- 6) Spasi scan : 6 mm - 2 cm
- 7) Jumlah point : 71.231.343 point



b. Output Data



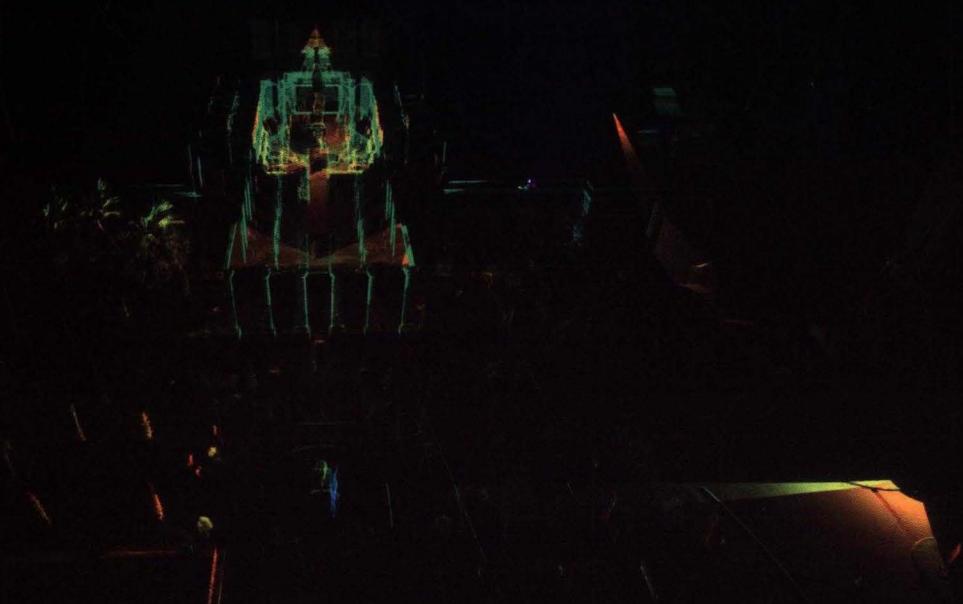
3D IMAGE POINT CLOUD

Perspective View 1 Museum Nasional
(Intensity Colour Map)

3D IMAGE POINT CLOUDS



*Perspective View 2 Museum Nasional
(Intensity Colour Map)*

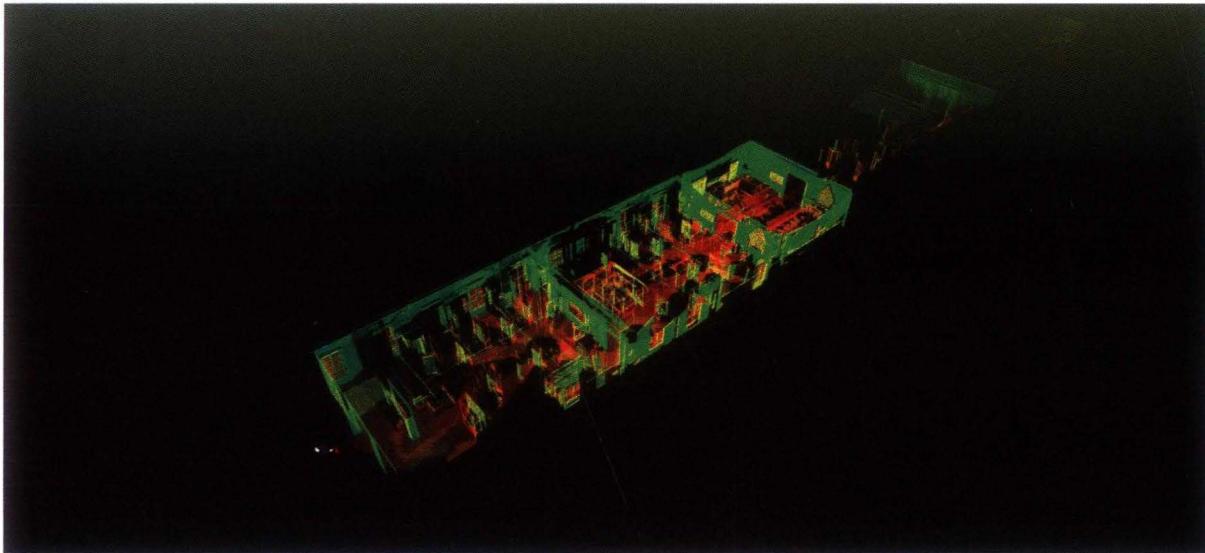


*Perspective View 3 Museum Nasional
(Intensity Colour Map)*

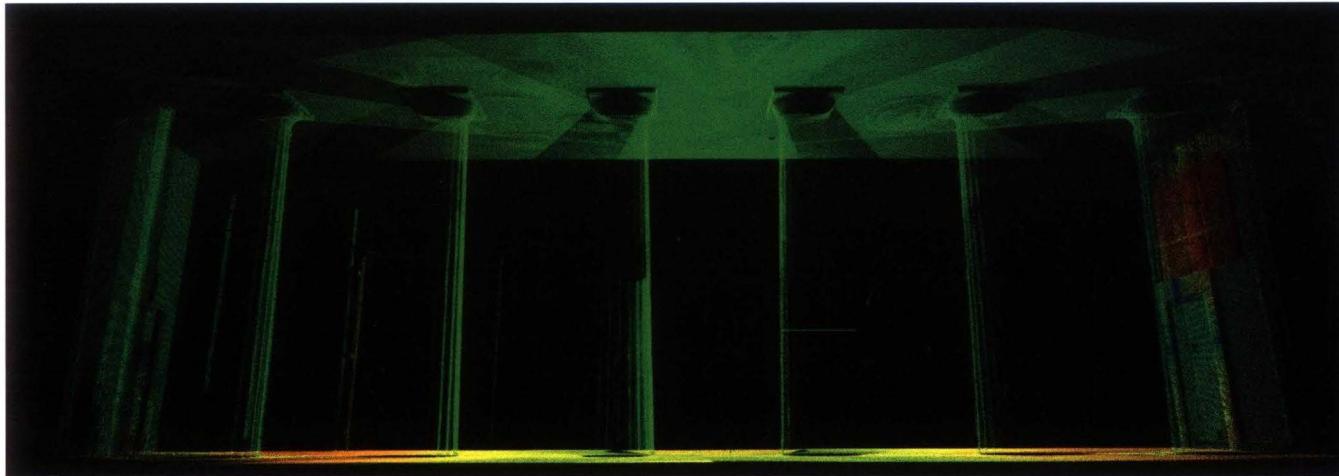
3D IMAGE POINT CLOUDS



Tampak Depan Museum Nasional
[Intensity Colour Map]



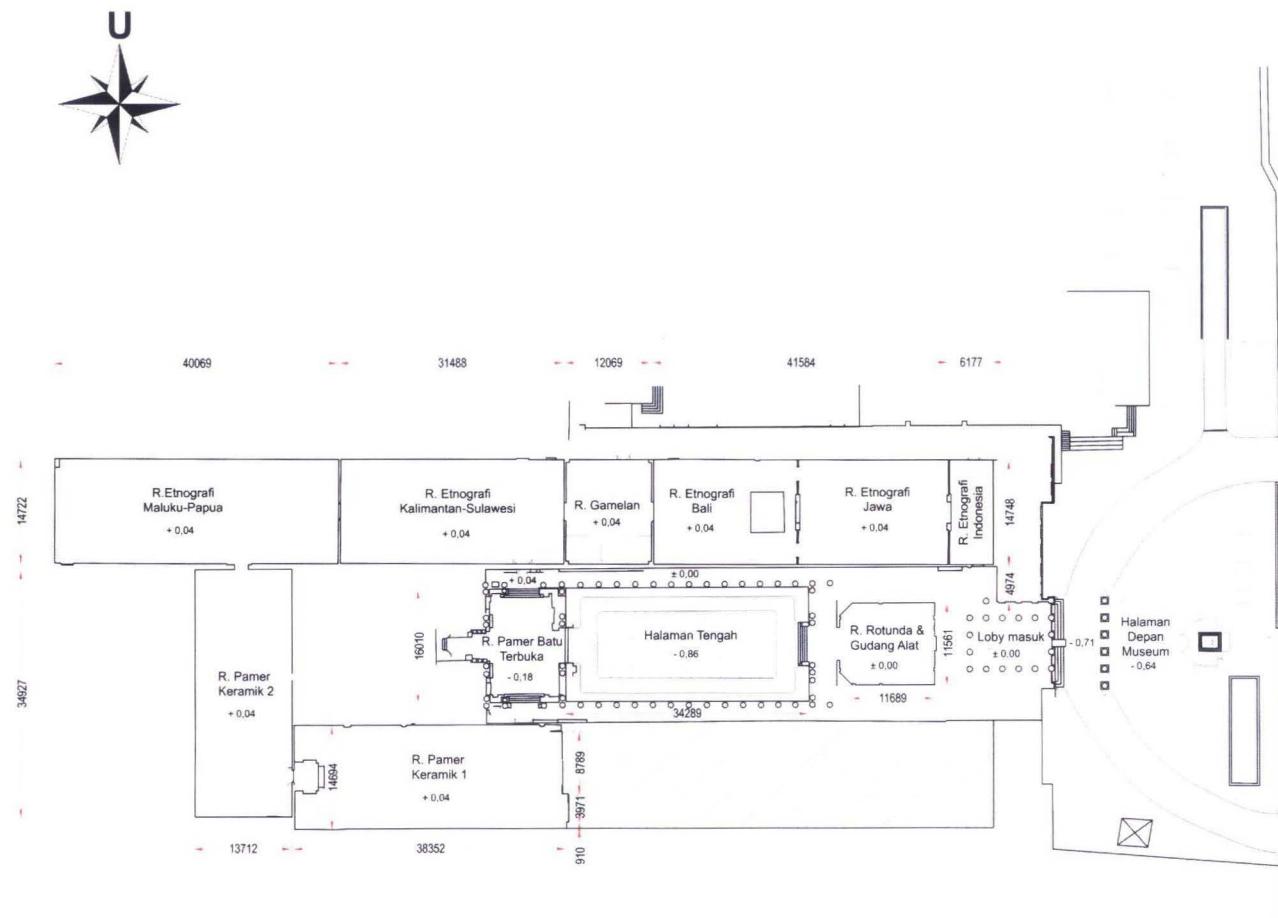
Perspektive View Ruang Etnografi
[Intensity Colour Map]



*Perspektive View Detail Kolom
(Intensity Colour Map)*



*Perspektive View Detail Kolom
(Intensity Colour Map)*

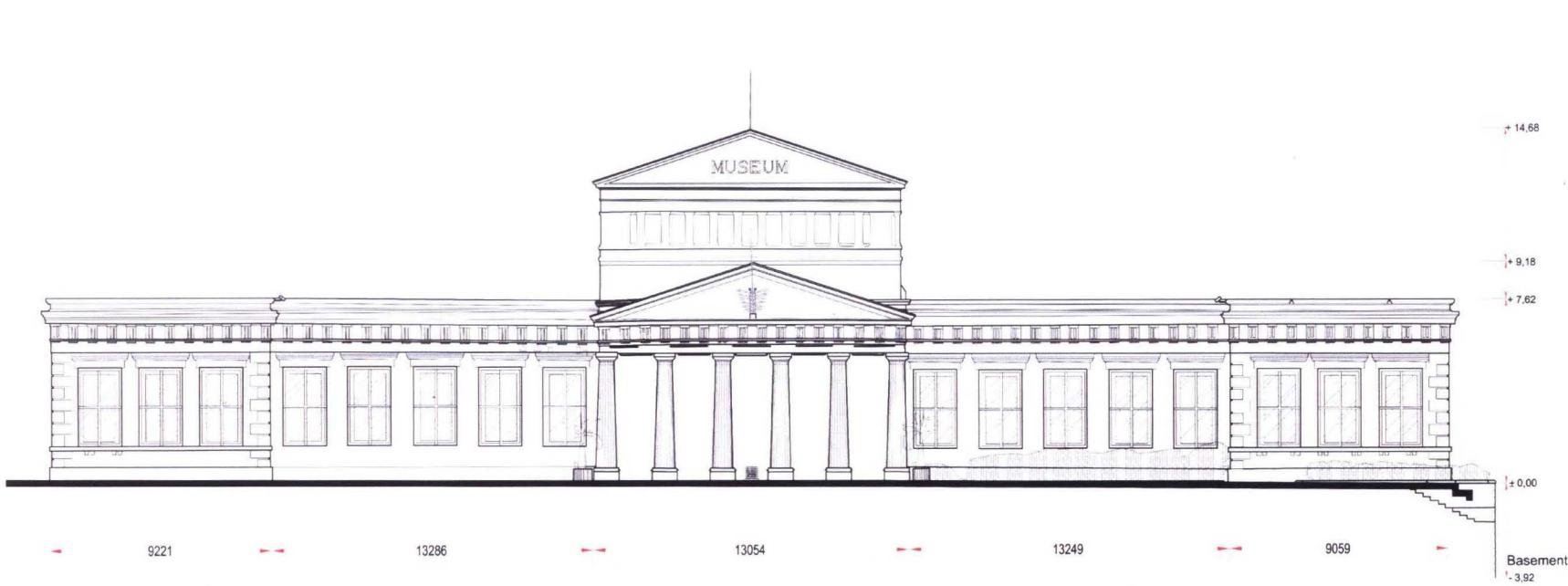


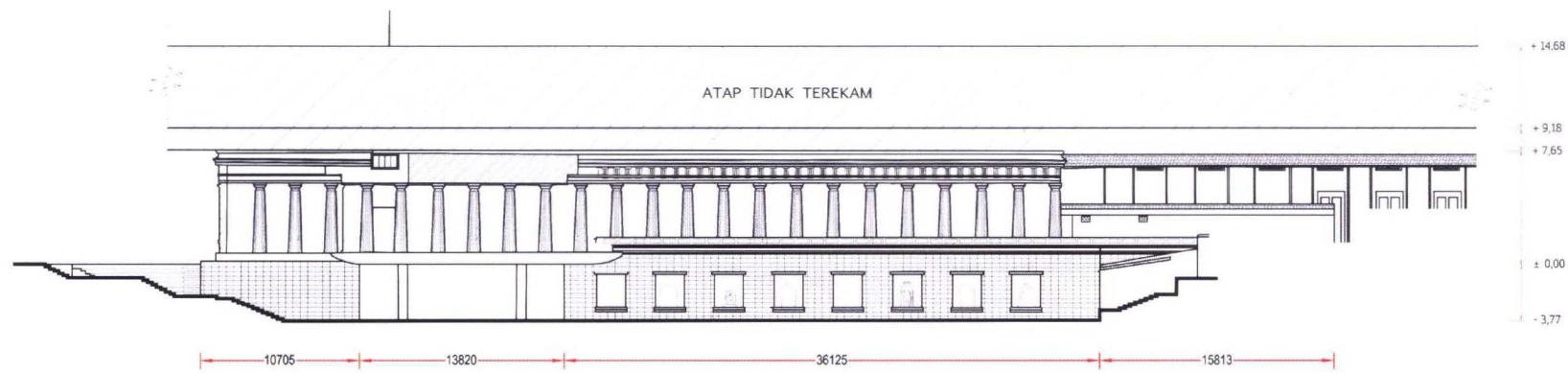
DENAH MUSEUM NASIONAL

SCALE : 1:1000

KETERANGAN :

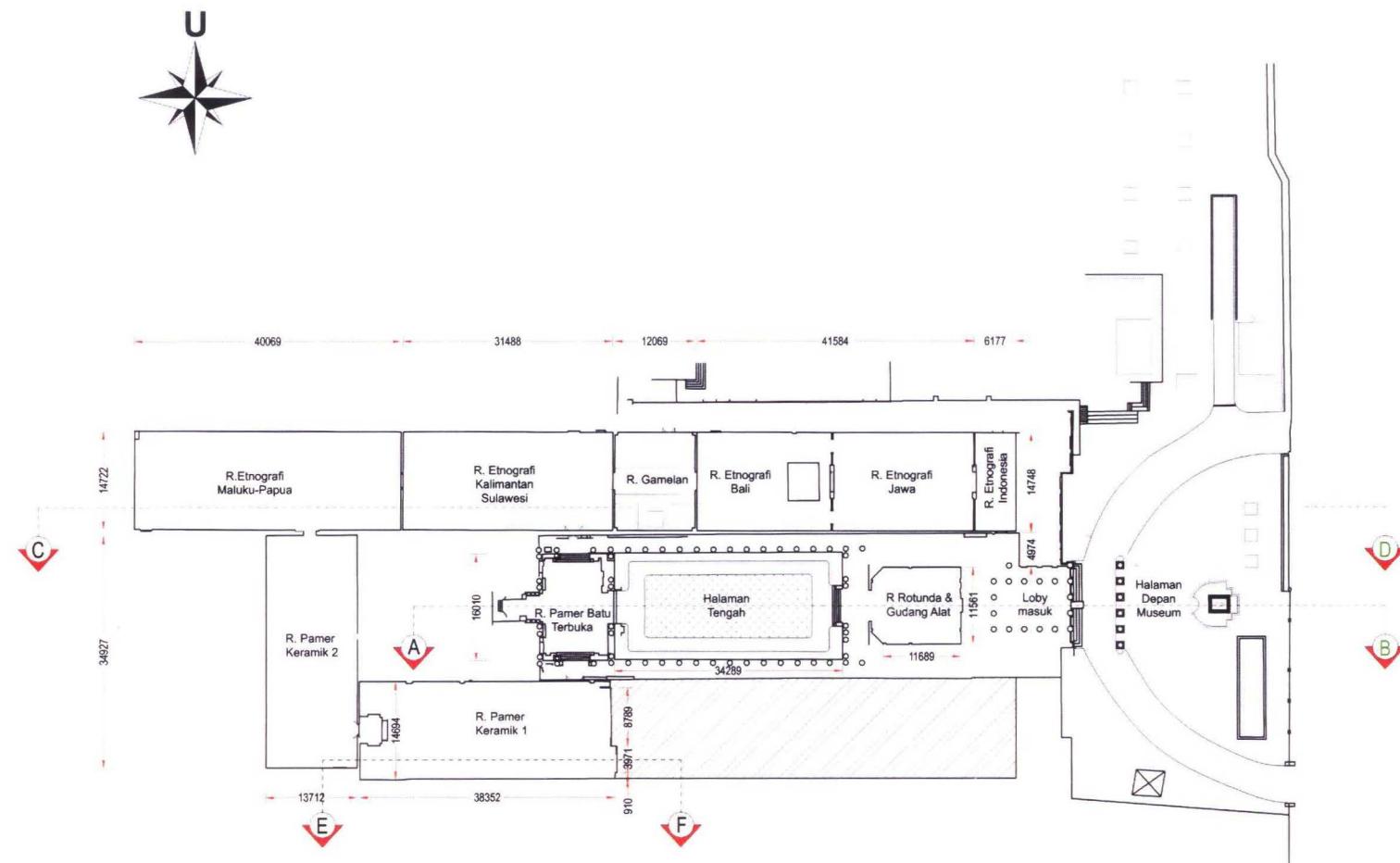
Ruangan tidak terekam





TAMPAK SAMPING MUSEUM NASIONAL

SCALE : 1:500



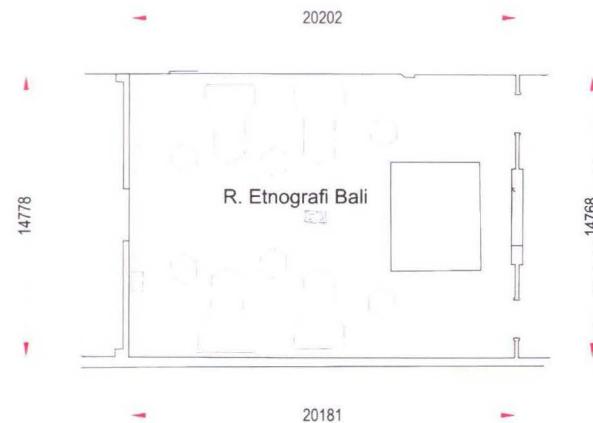
DENAH POTONGAN MUSEUM NASIONAL

SCALE : 1:1000

KETEPANGAN

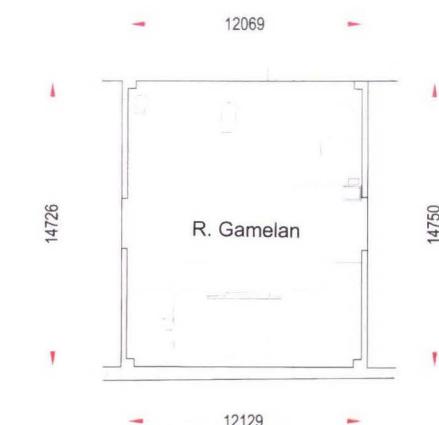


Ruangan tidak terekam



KETERANGAN :

Vitrin, furniture



KETERANGAN :

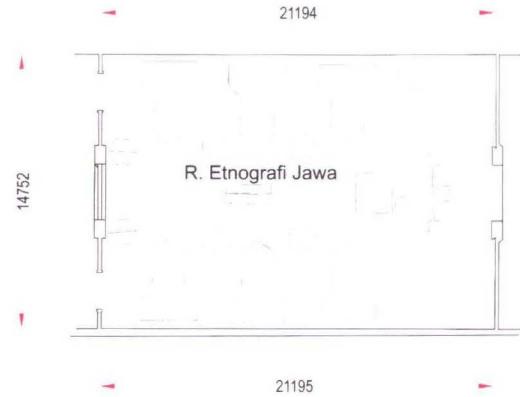
Vitrin, furniture

DENAH PENATAAN KOLEKSI RUANG BALI

SCALE : 1:300

DENAH PENATAAN KOLEKSI RUANG GAMELAN

SCALE : 1:300



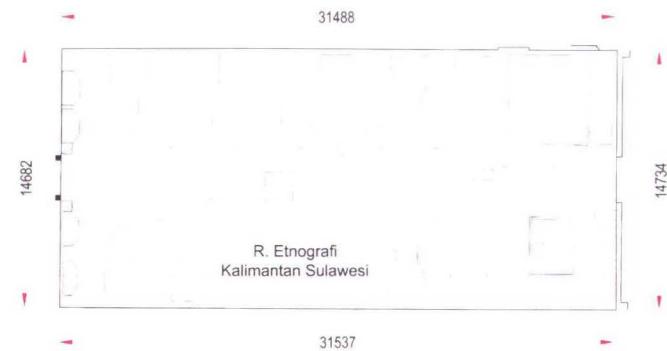
KETERANGAN :



Vitrin, furniture

DENAH PENATAAN KOLEKSI RUANG JAWA

SCALE : 1:300



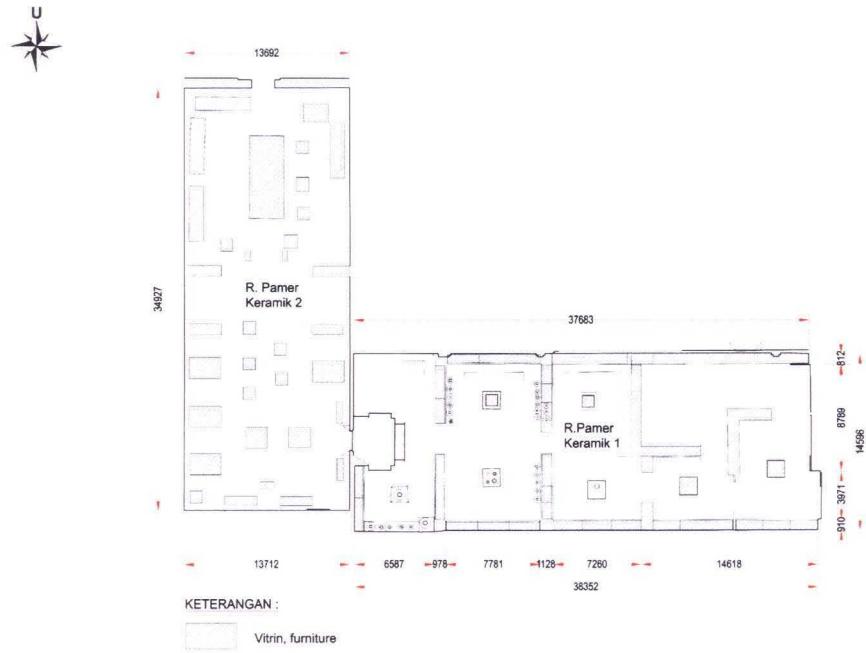
KETERANGAN :



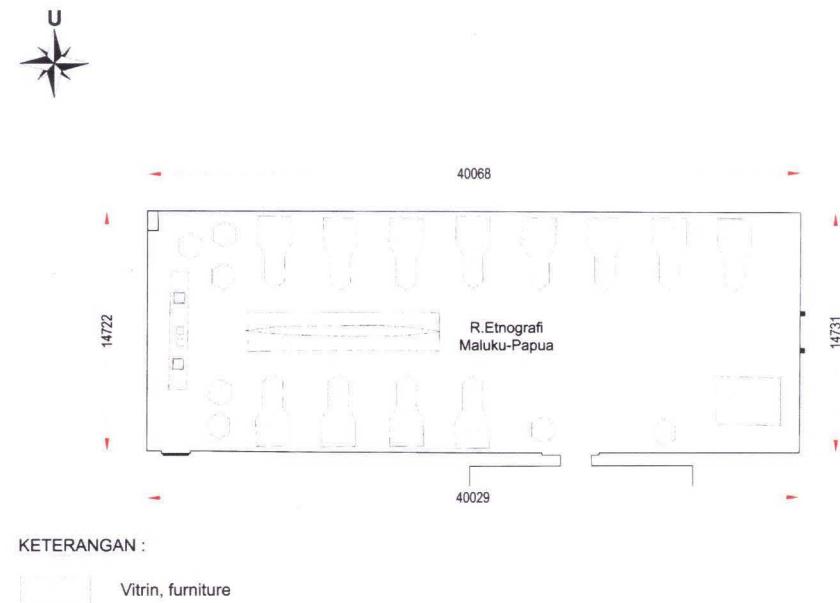
Vitrin, furniture

DENAH PENATAAN KOLEKSI RUANG KALIMANTAN DAN SULAWESI

SCALE : 1:300



DENAH PENATAAN KOLEKSI RUANG KERAMIK 1 DAN 2
SCALE : 1:400



DENAH PENATAAN KOLEKSI RUANG MALUKU DAN PAPUA
SCALE : 1:300



KETERANGAN :

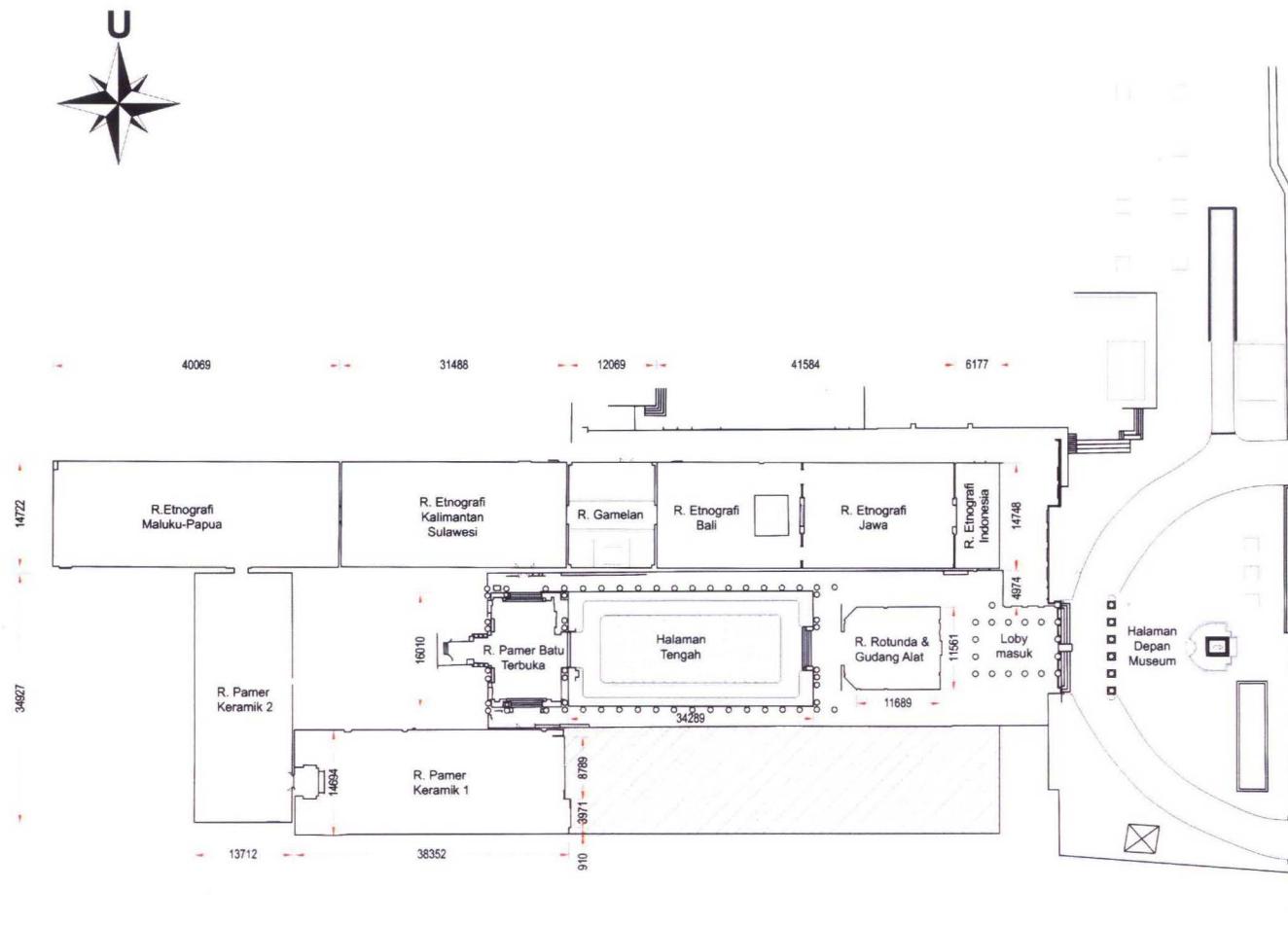


Vitrin, furniture



DENAH PENATAAN KOLEKSI RUANG ROTUNDA DAN GUDANG ALAT

SCALE : 1:200

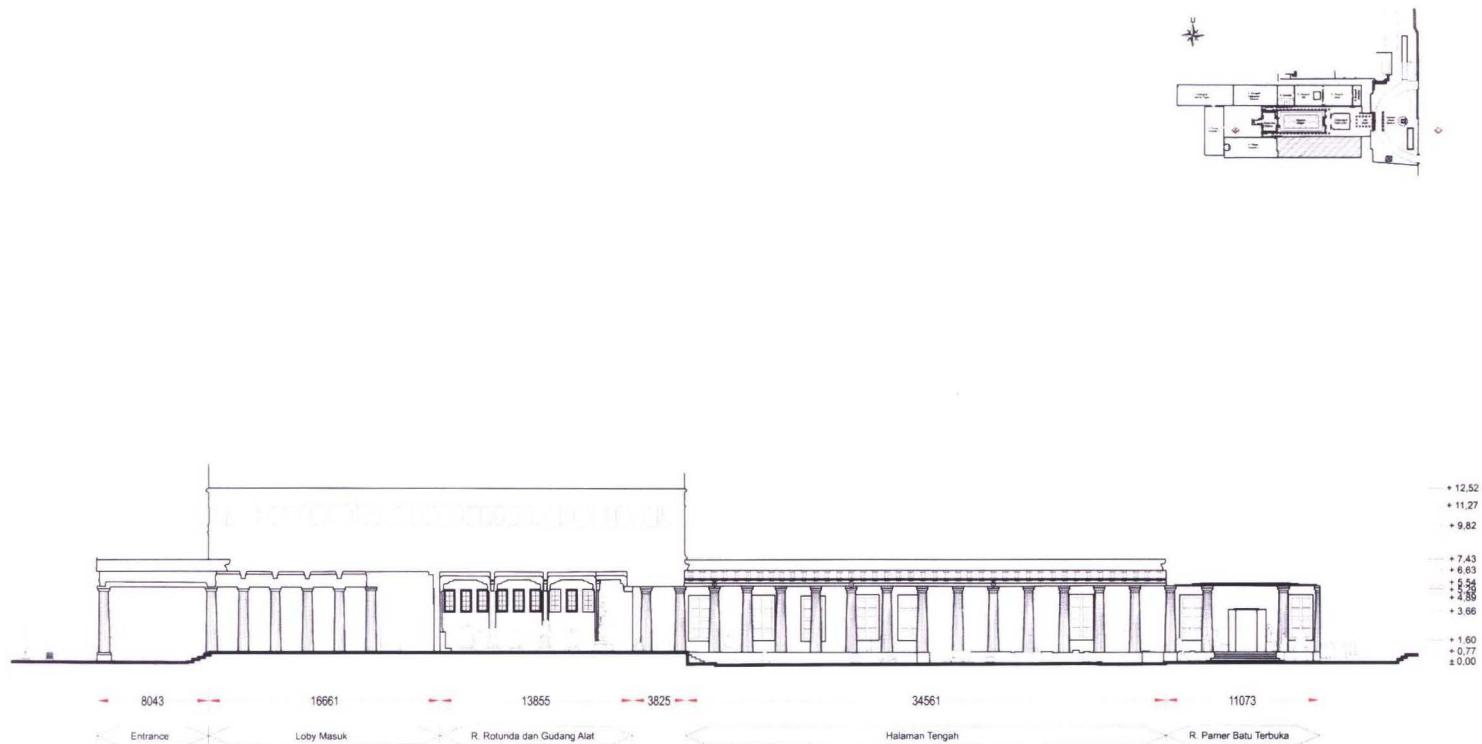


DENAH MUSEUM NASIONAL

SCALE : 1:1000

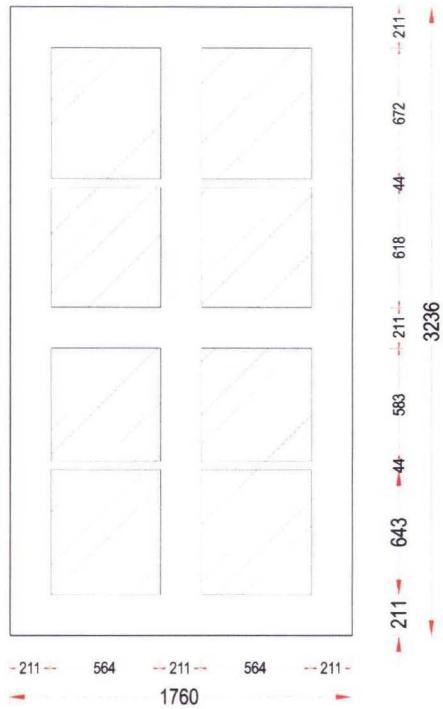
KETERANGAN :

■ Ruangan tidak terekam



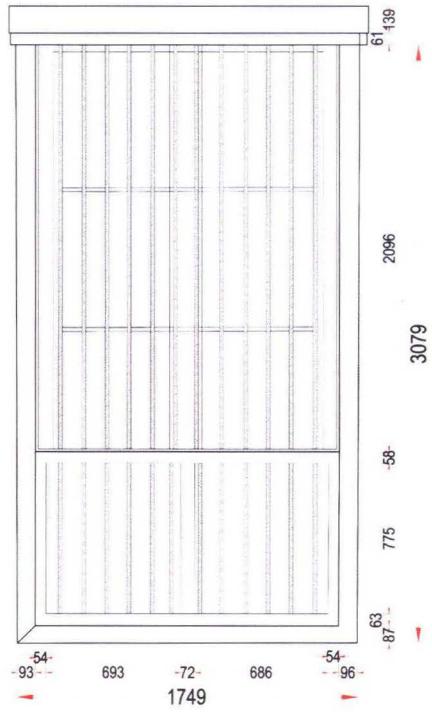
POTONGAN A-B

SCALE : 1:500



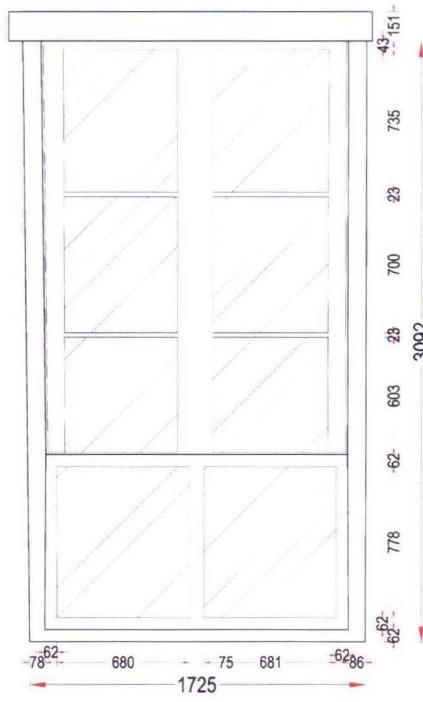
DETAIL JENDELA 1

SCALE : 1:30



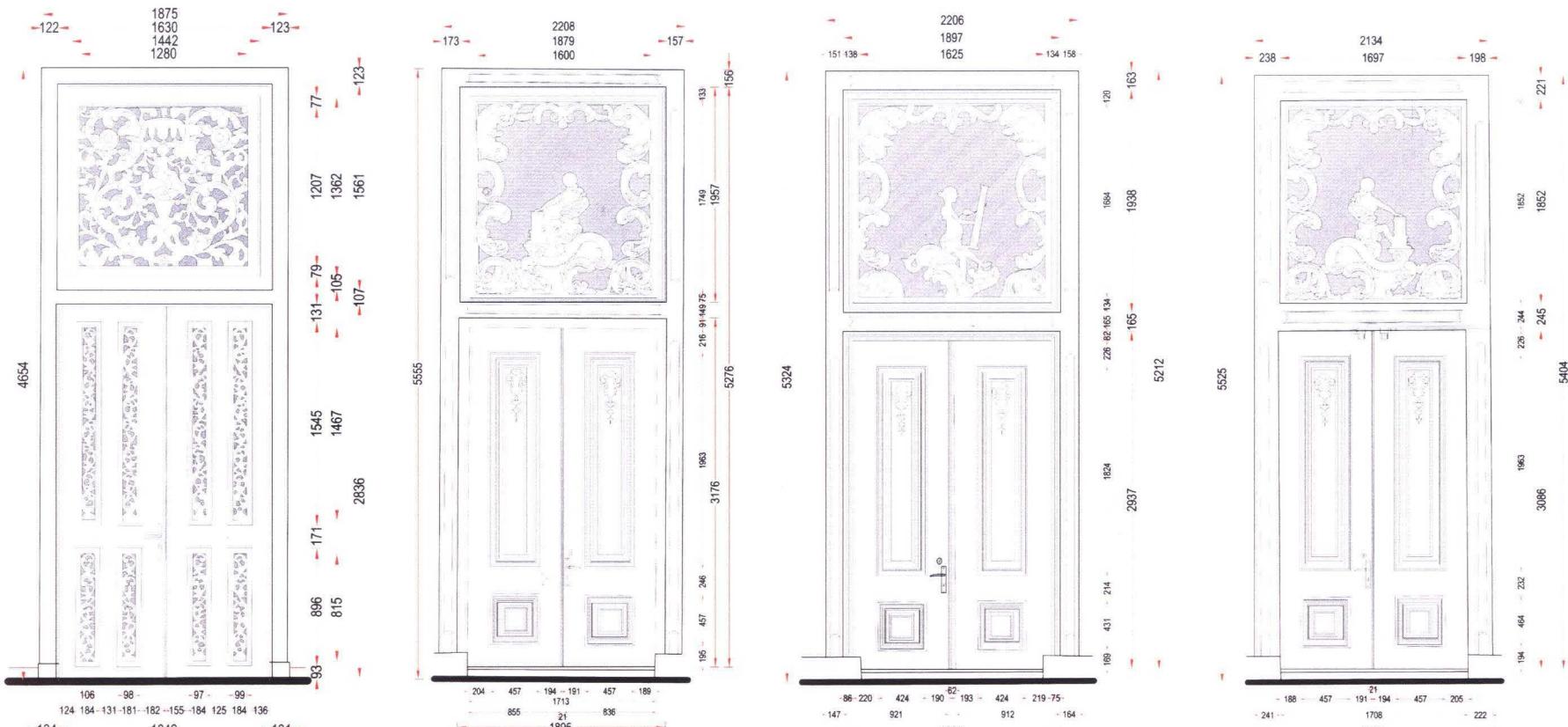
DETAIL JENDELA 2

SCALE : 1:30



DETAIL JENDELA 3

SCALE : 1:30



DETAIL PINTU 1

SCALE : 1:40

DETAIL PINTU 2

SCALE : 1:40

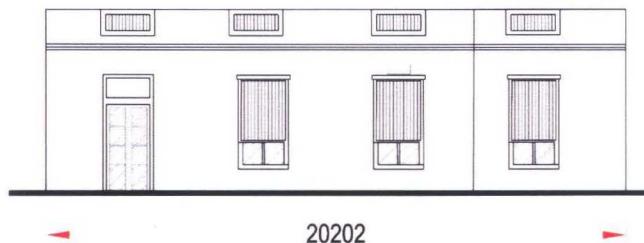
DETAIL PINTU 3

SCALE : 1:40

DETAIL PINTU 4

SCALE : 1:40

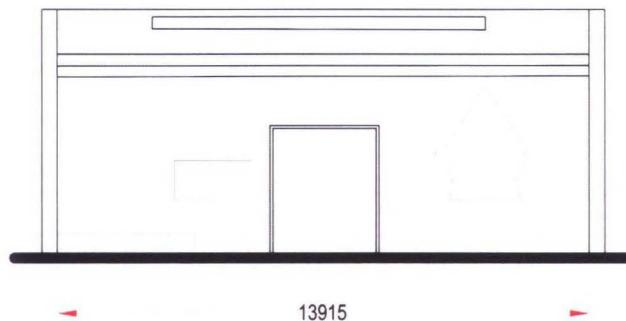
ASBUILT - DRAWING 2 DIMENSI



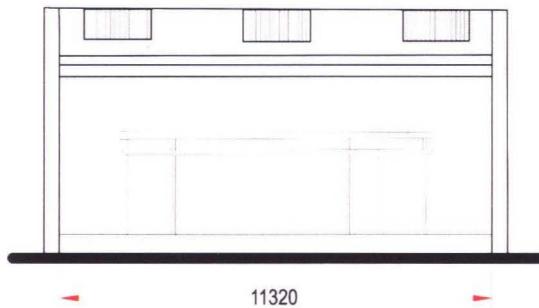
TAMPAK UTARA DINDING RUANG BALI
SCALE: 1:200

+ 6,39
+ 5,50
+ 4,98
+ 4,10

+ 0,83
± 0,00



TAMPAK BARAT DINDING RUANG GAMELAN
SCALE: 1:150

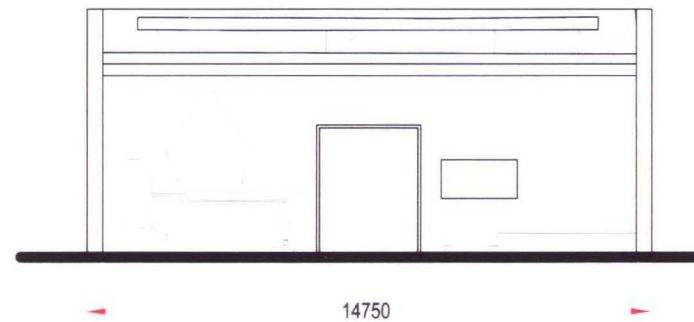


TAMPAK SELATAN DINDING RUANG GAMELAN
SCALE: 1:150

+ 6,49
+ 6,30
+ 5,70
+ 5,32
+ 4,76

+ 3,30

+ 0,62
± 0,00

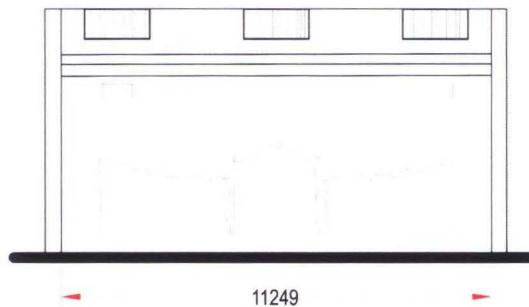


TAMPAK TIMUR DINDING RUANG GAMELAN
SCALE: 1:150

+ 6,49
+ 6,30
+ 5,95
+ 5,32
+ 4,76

+ 3,46

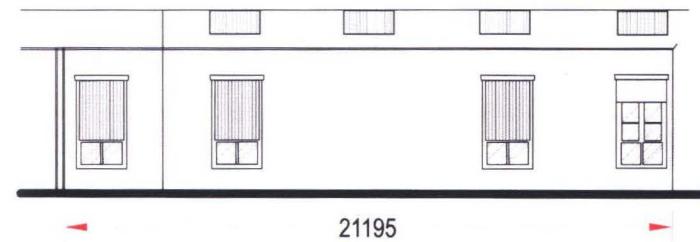
+ 0,62
+ 0,30
± 0,00



+ 6,49
+ 5,70
+ 5,32
+ 4,76

+ 3,46

+ 0,62
± 0,00

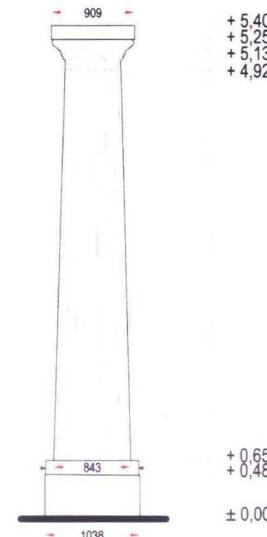


+ 6,42
+ 5,04
+ 4,14
+ 3,28

+ 0,88
± 0,00

TAMPAK UTARA DINDING RUANG GAMELAN

SCALE : 1:150

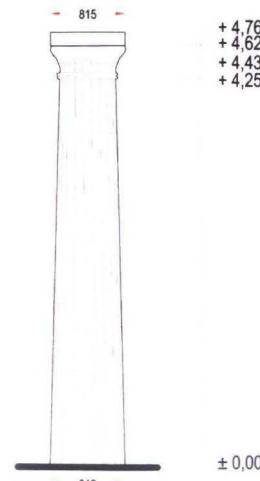


DETAIL KOLOM DEPAN

SCALE : 1:50

TAMPAK SELATAN DINDING RUANG JAWA

SCALE : 1:200



DETAIL KOLOM HALAMAN TENGAH

SCALE : 1:50

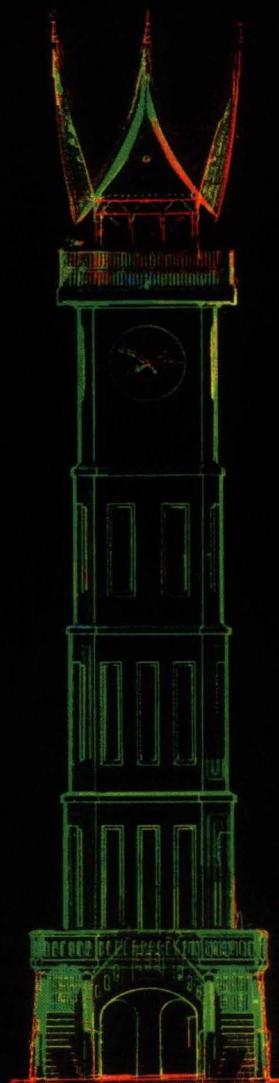
Jam Gadang

a. Project Data

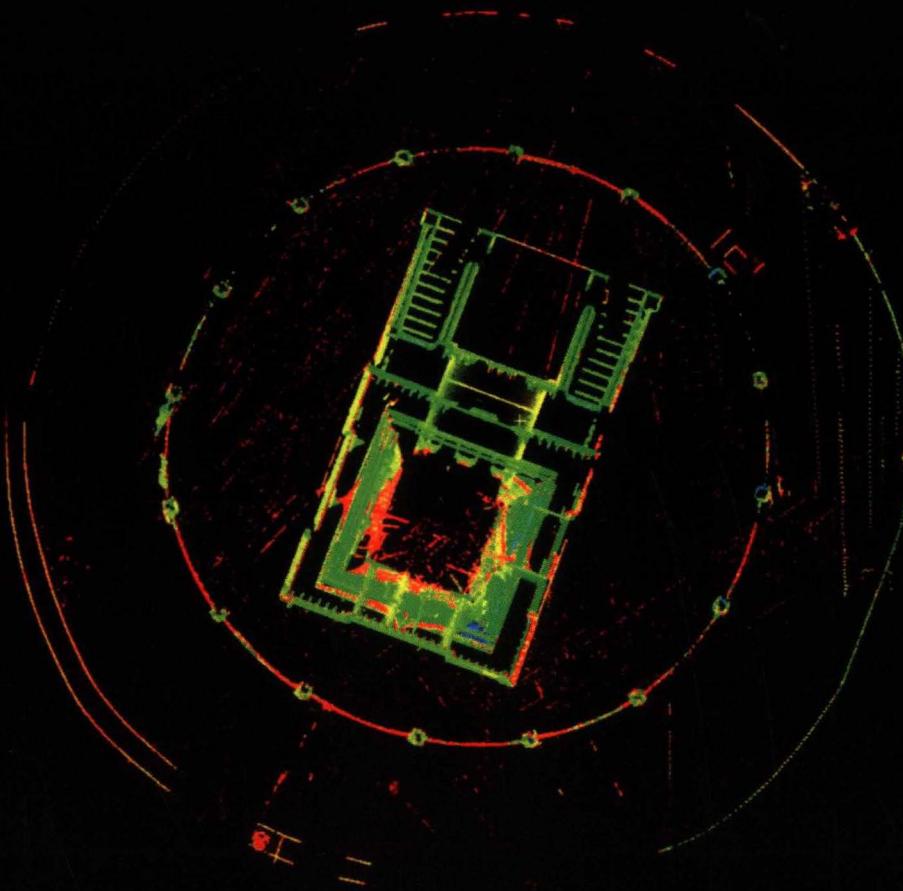
- 1) Object name : Jam Gadang
- 2] Lokasi : Bukit tinggi, Sumatra Barat
- 3] Luas area scan : $\pm [40 \times 80 \text{ m}^2]$
- 4] Lama Perekaman : 23 jam [2 hari]
- 5] Titik berdiri : 5 titik
- 6] Spasi scan : 5 mm – 1 cm
- 7] Jumlah point : 26.224.387 point



b. Output Data

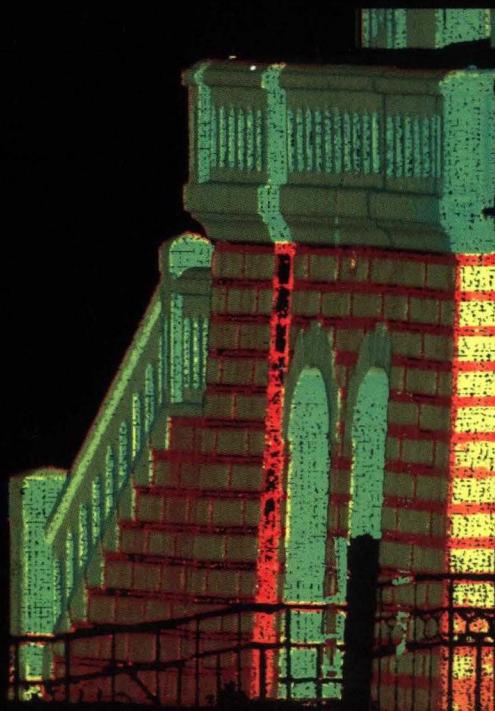


Tampak Depan (*Intensity Colour Map*)

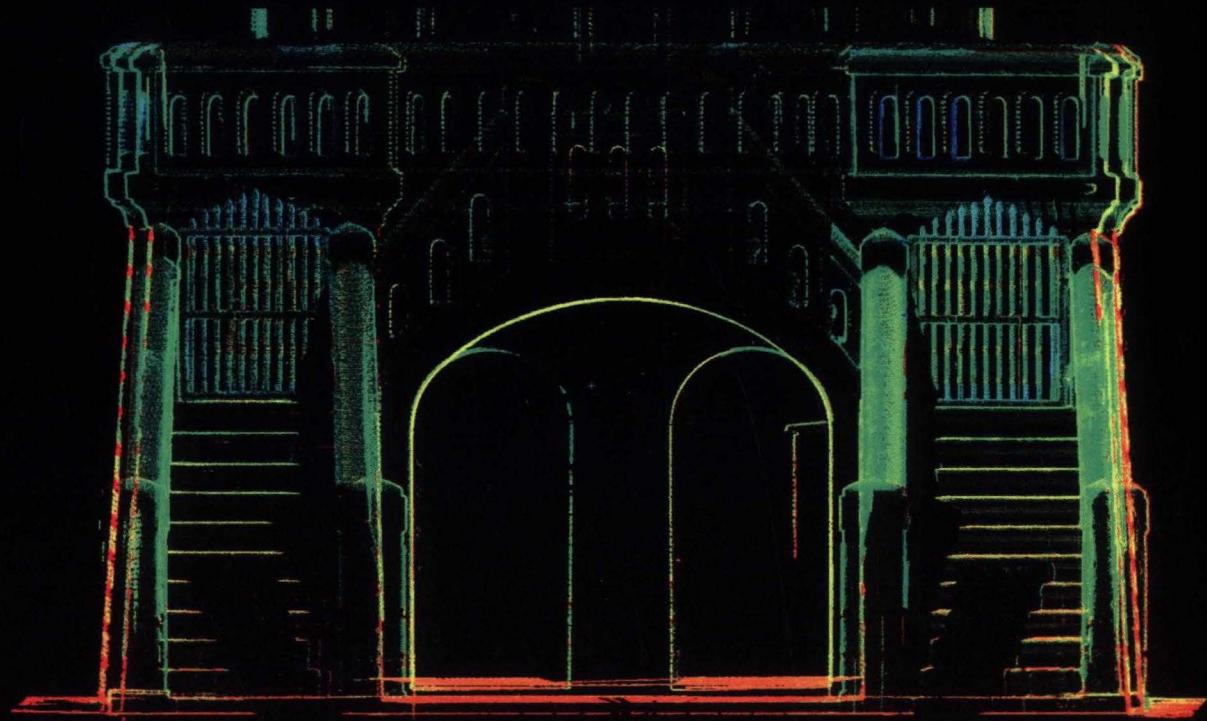


Tampak Atas (*Intensity Colour Map*)

3D IMAGE POINT CLOUD
Bangunan Utama Jam Gadang

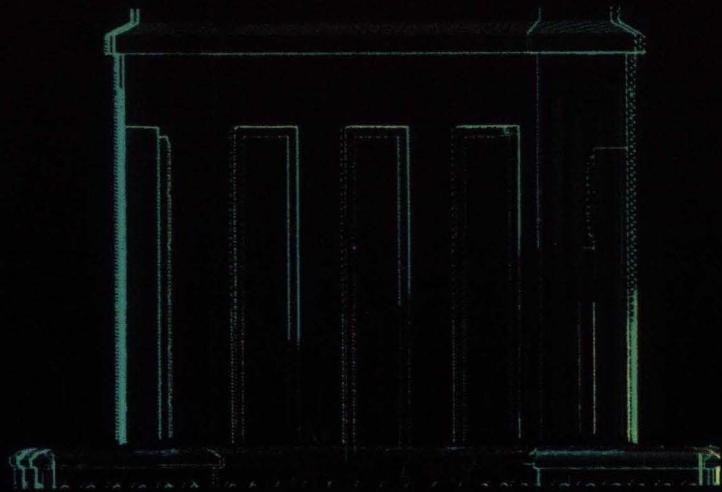


Detail Bagian Dinding Kaki [Intensity Colour Map]

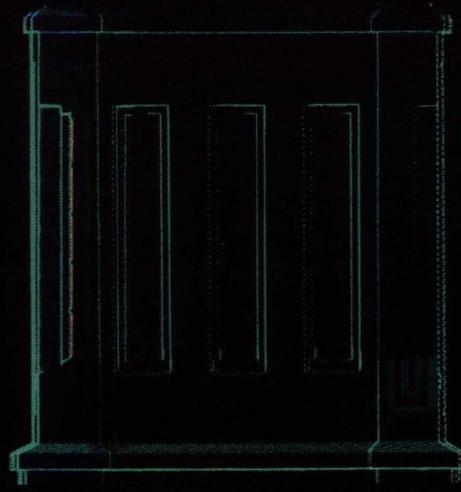


Detail Bagian Bangunan Utama

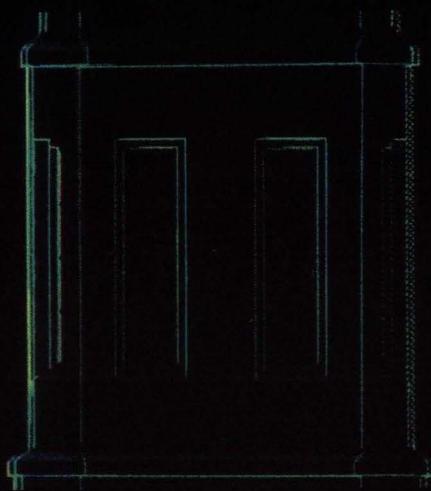
3D IMAGE POINT CLOUDS



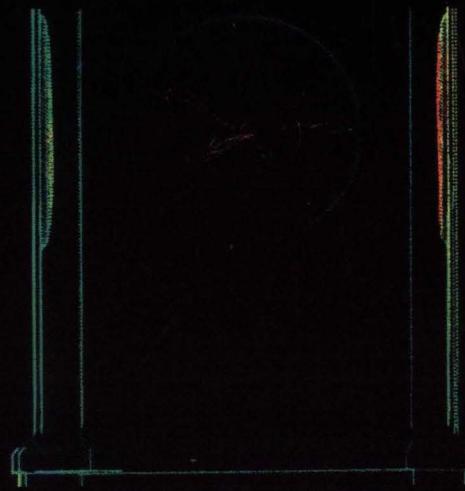
Detail bagian tubuh/level 1
[intensity colour map]



Detail bagian tubuh/level 2
[intensity colour map]



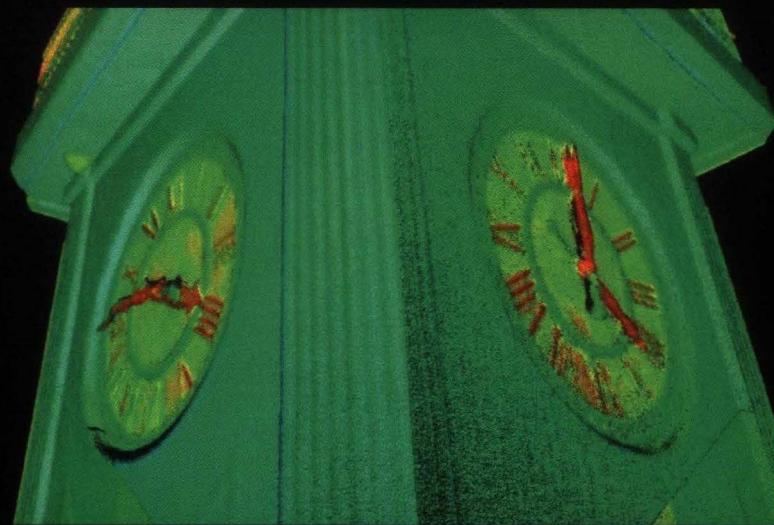
Detail bagian tubuh/level 3
[intensity colour map]



Detail bagian tubuh/level 4
[intensity colour map]

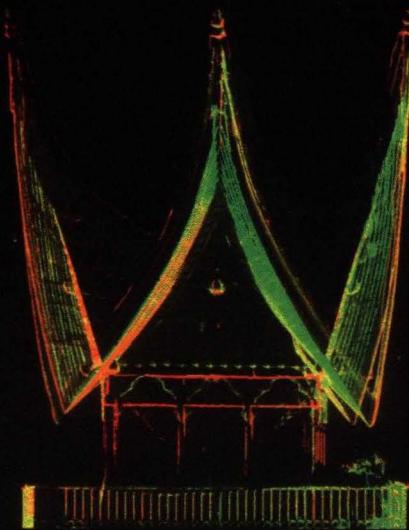
Detail Bagian Bangunan Utama

3D IMAGE POINT CLOUDS



Detail Bagian Bangunan Utama

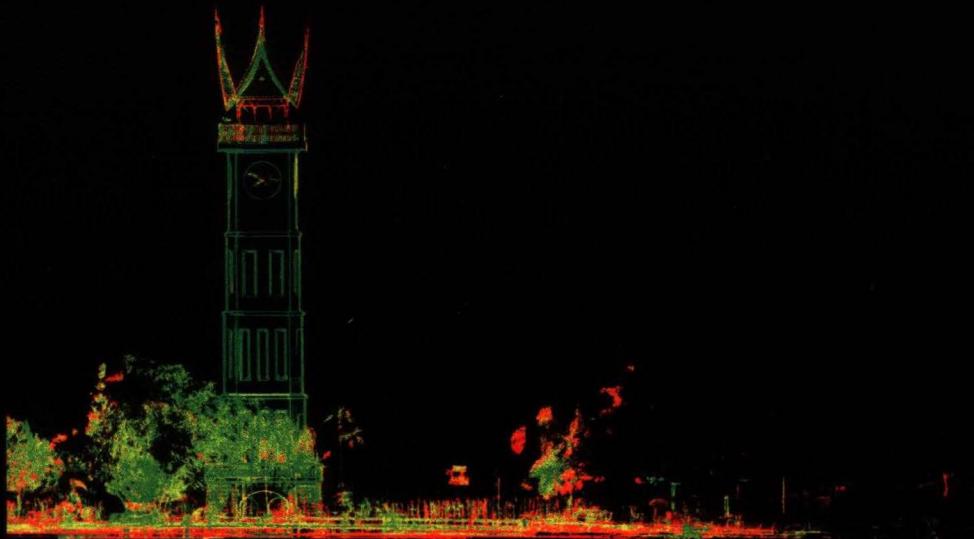
*Detail bagian jam
(intensity colour map)*



Detail bagian atap [intensity colour map]



*Detail bagian atap - perspektif view
(intensity colour map)*

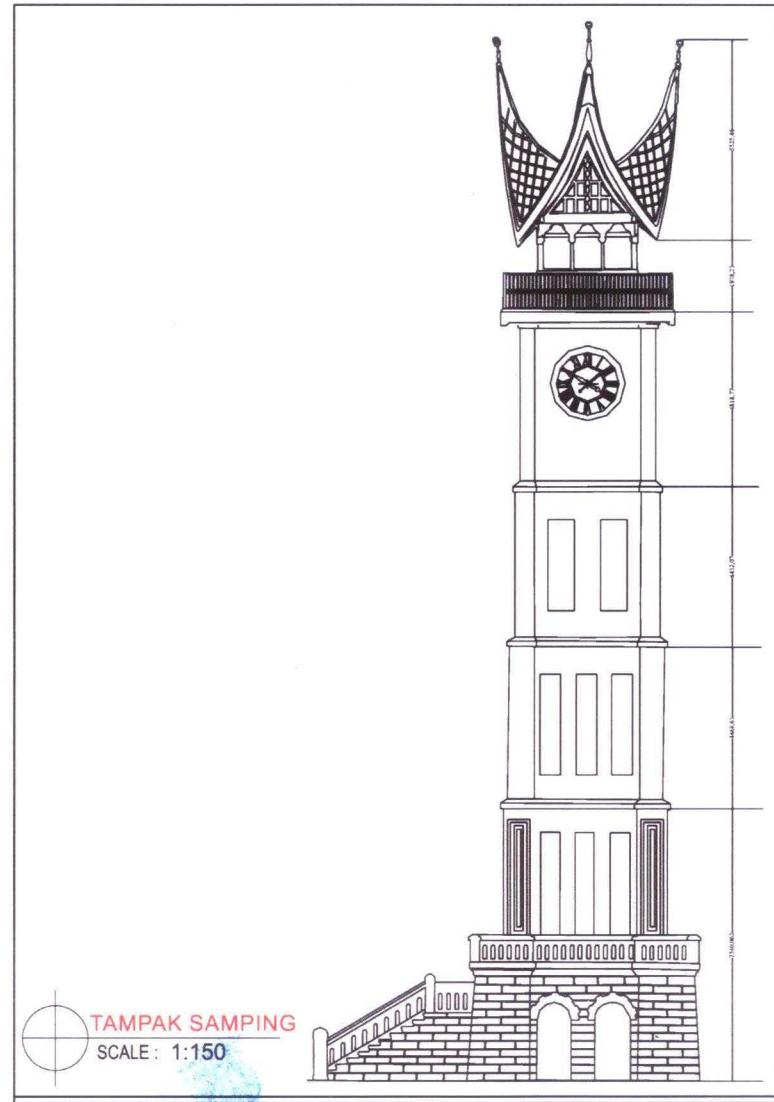
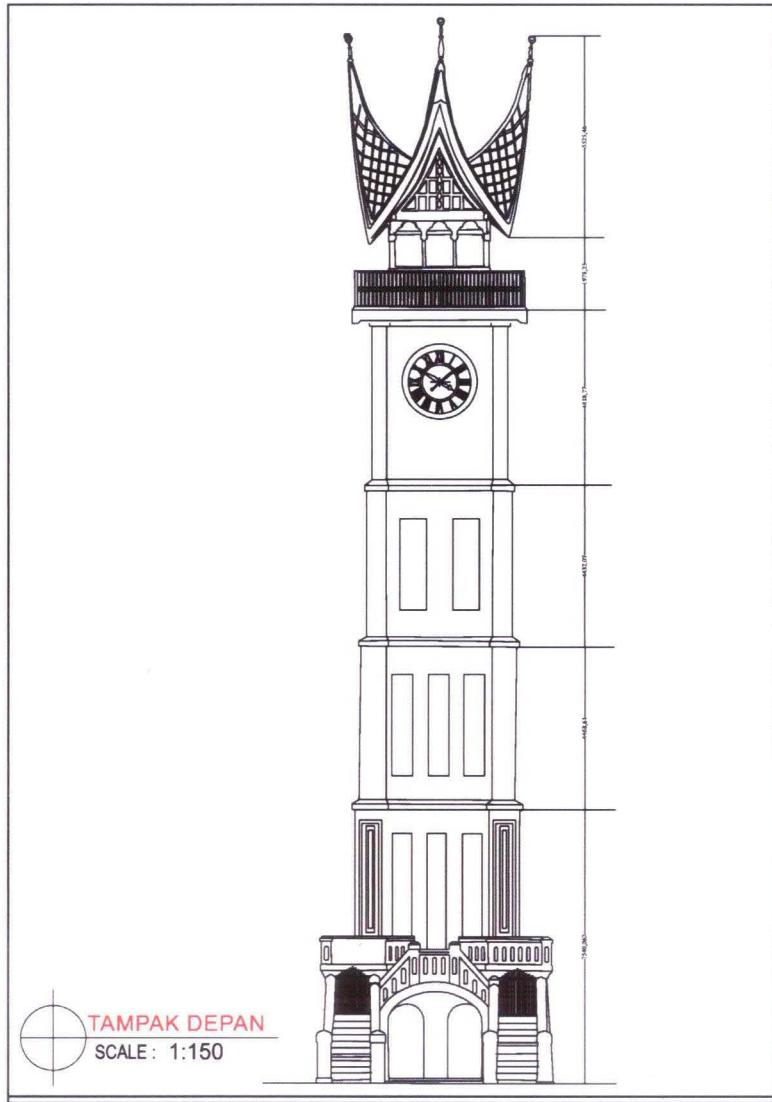


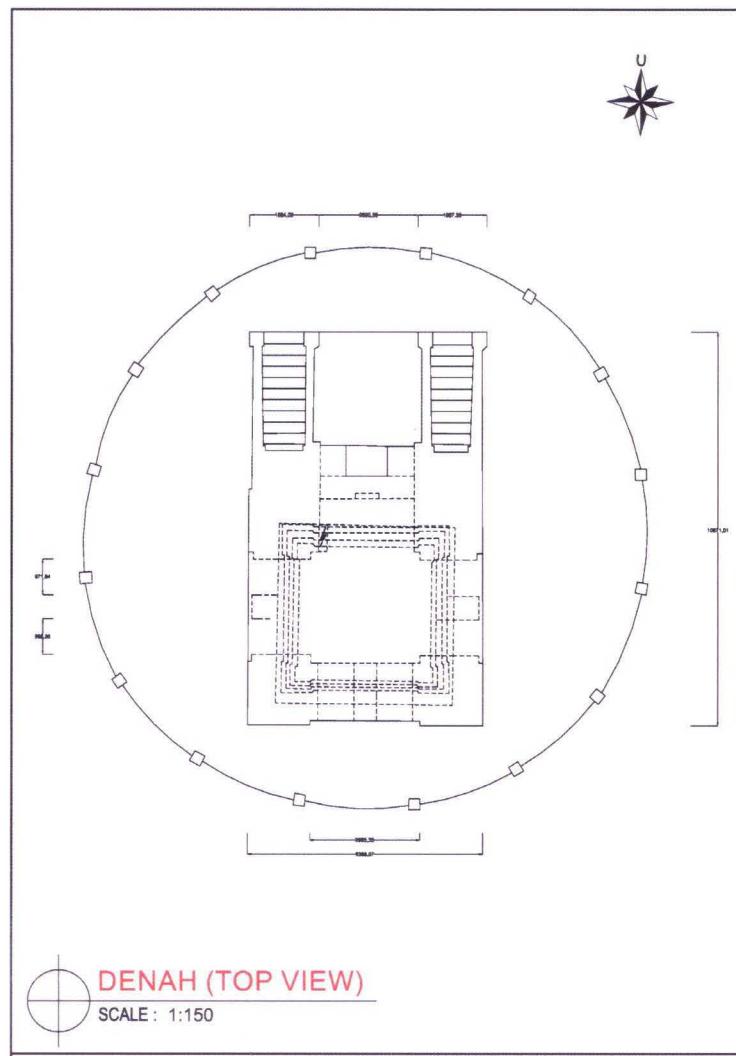
Bangunan Jam Gadang Dan Lingkungannya

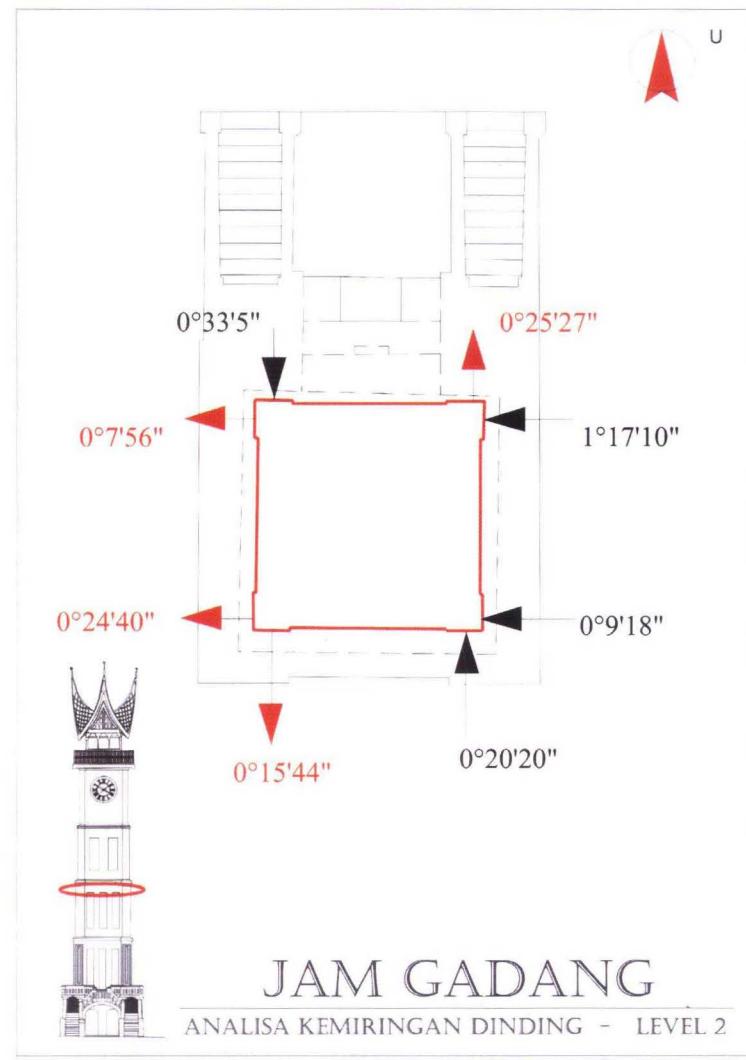
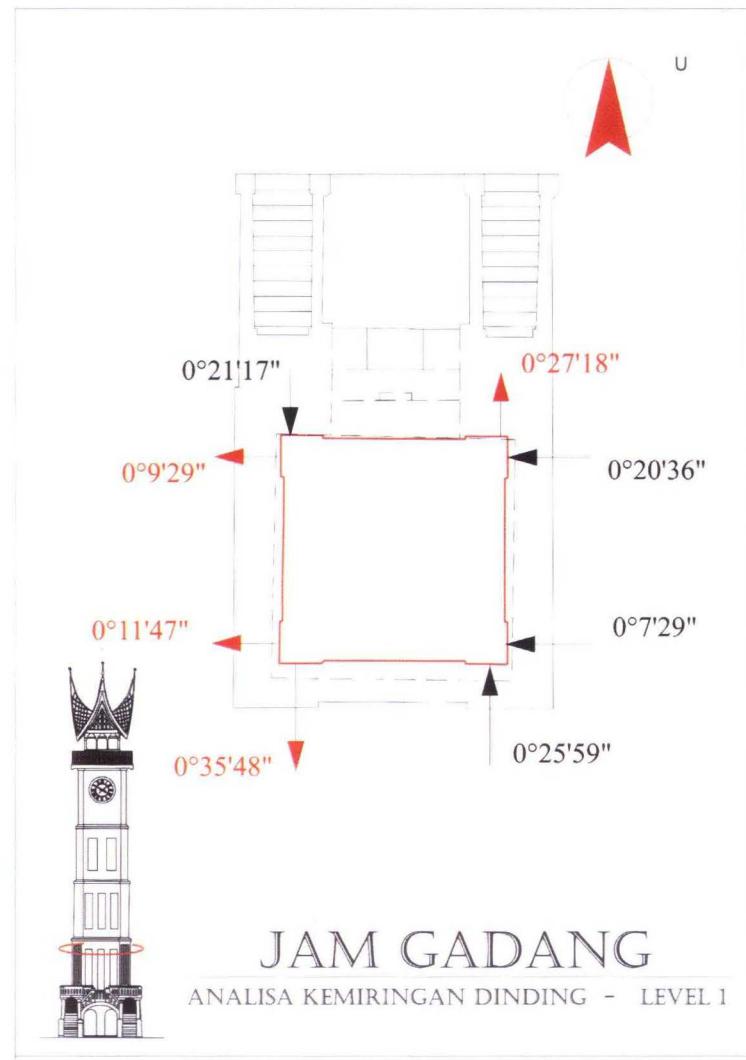
*Jam gadang dan lingkungannya
(intensity colour map)*

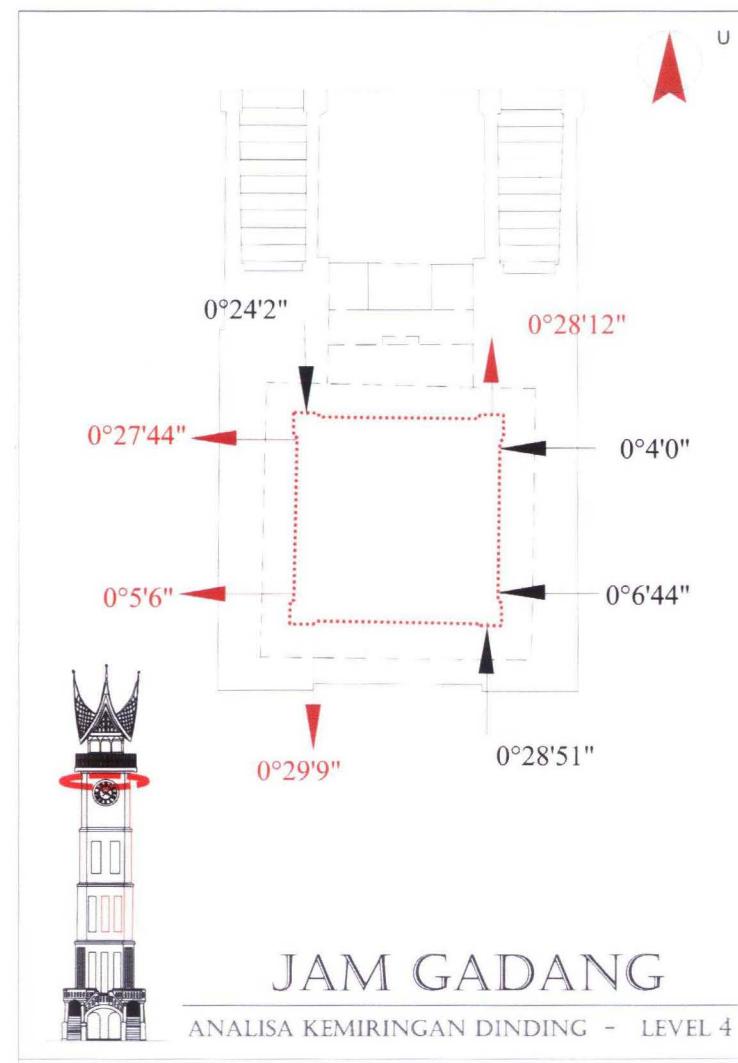
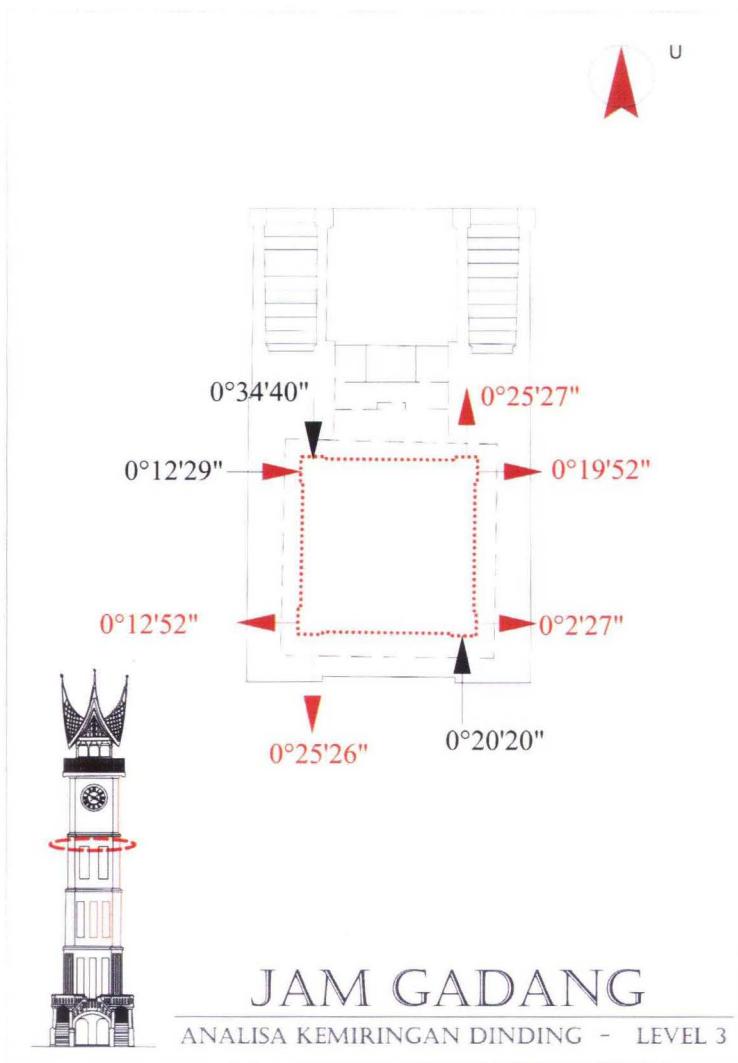


*Jam gadang dan lingkungannya
(colour from scanner)*





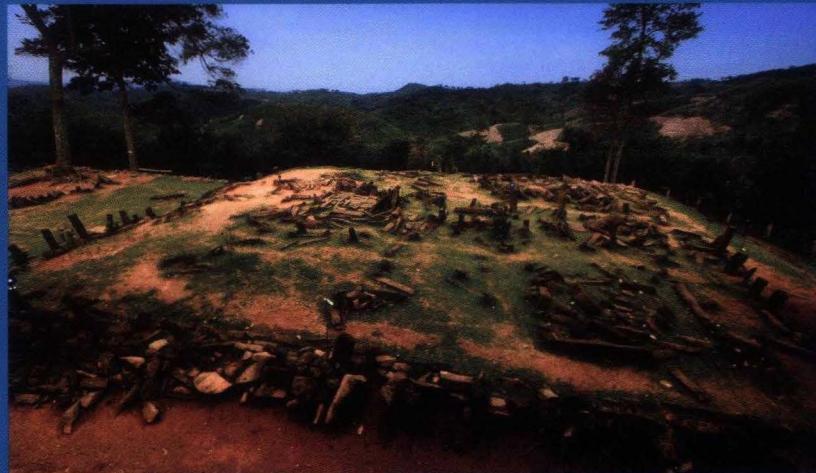




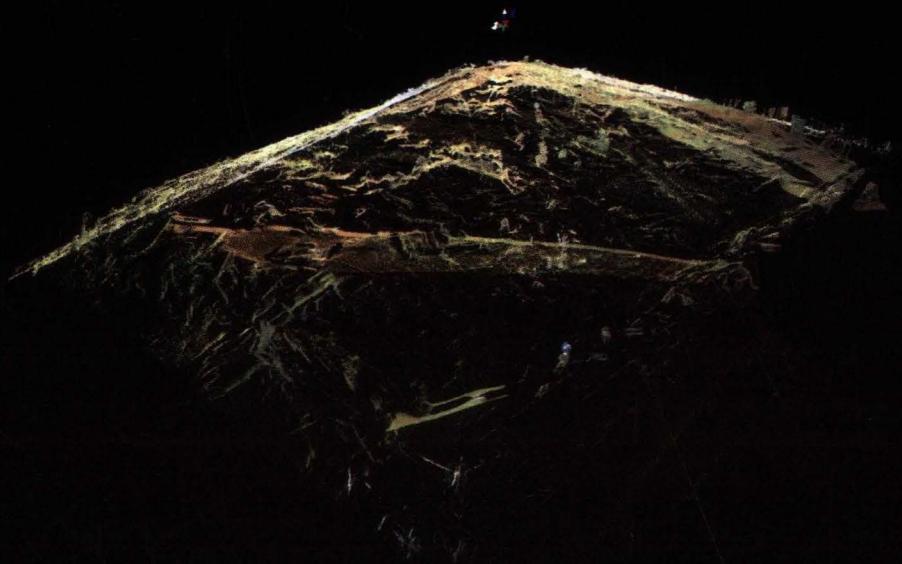
Situs Gunung Padang

a. Project Data

- 1) Object name : Situs Gunung Padang
- 2) Lokasi : Desa Cimenten, Kecamatan Camkapa, Kabupaten Cianjur Propinsi Jawa Barat
- 3) Luas area scan : teras utama \pm [151.02 x 72,22] m tangga \pm [211,01 x 16,99] m
- 4) Lama Perekaman : 43 jam
- 5) Titik berdiri : 38 titik
- 6) Spasi scan : 6 mm - 3 cm
- 7) Jumlah point : 225.903.535 point



b. Output Data



3D IMAGE POINT CLOUDS

*Perspektive View Teras V - Situs Gunung Padang
(Colour From Scanner)*

3D IMAGE POINT CLOUDS



*Perspektive View Teras IV - Situs Gunung Padang
(Intensity Colour Map)*

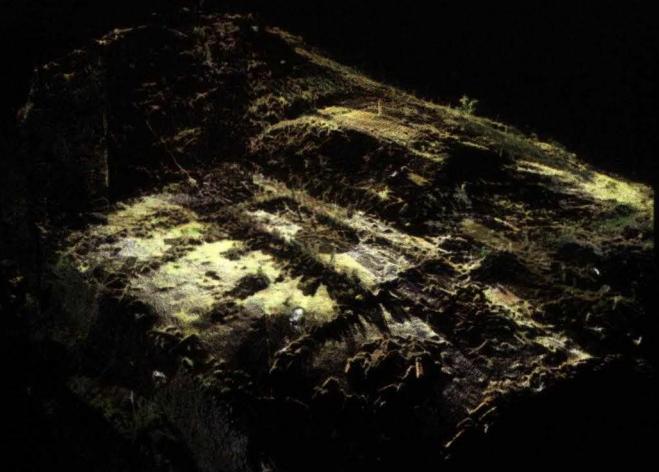


*Perspektive View Teras III - Situs Gunung Padang
(Intensity Colour Map)*

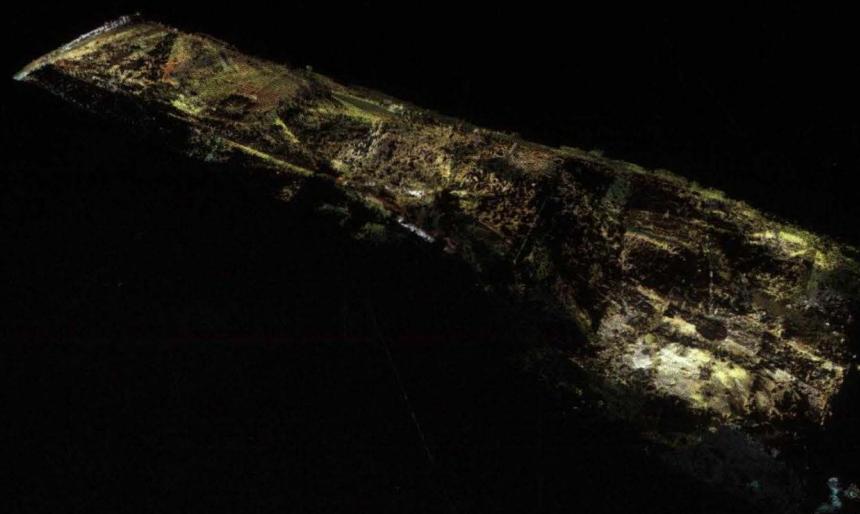
3D IMAGE POINT CLOUDS



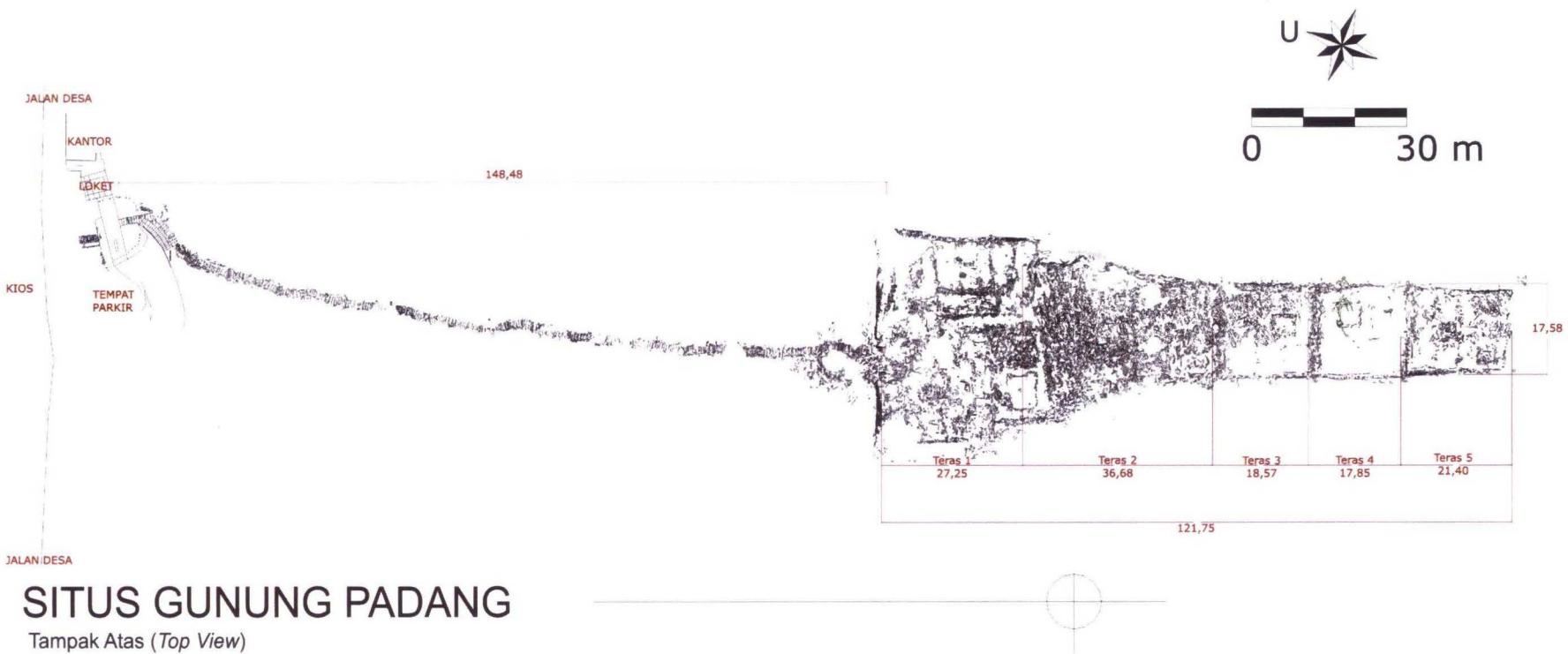
*Perspektive View Teras II - Situs Gunung Padang
(Colour From Scanner)*

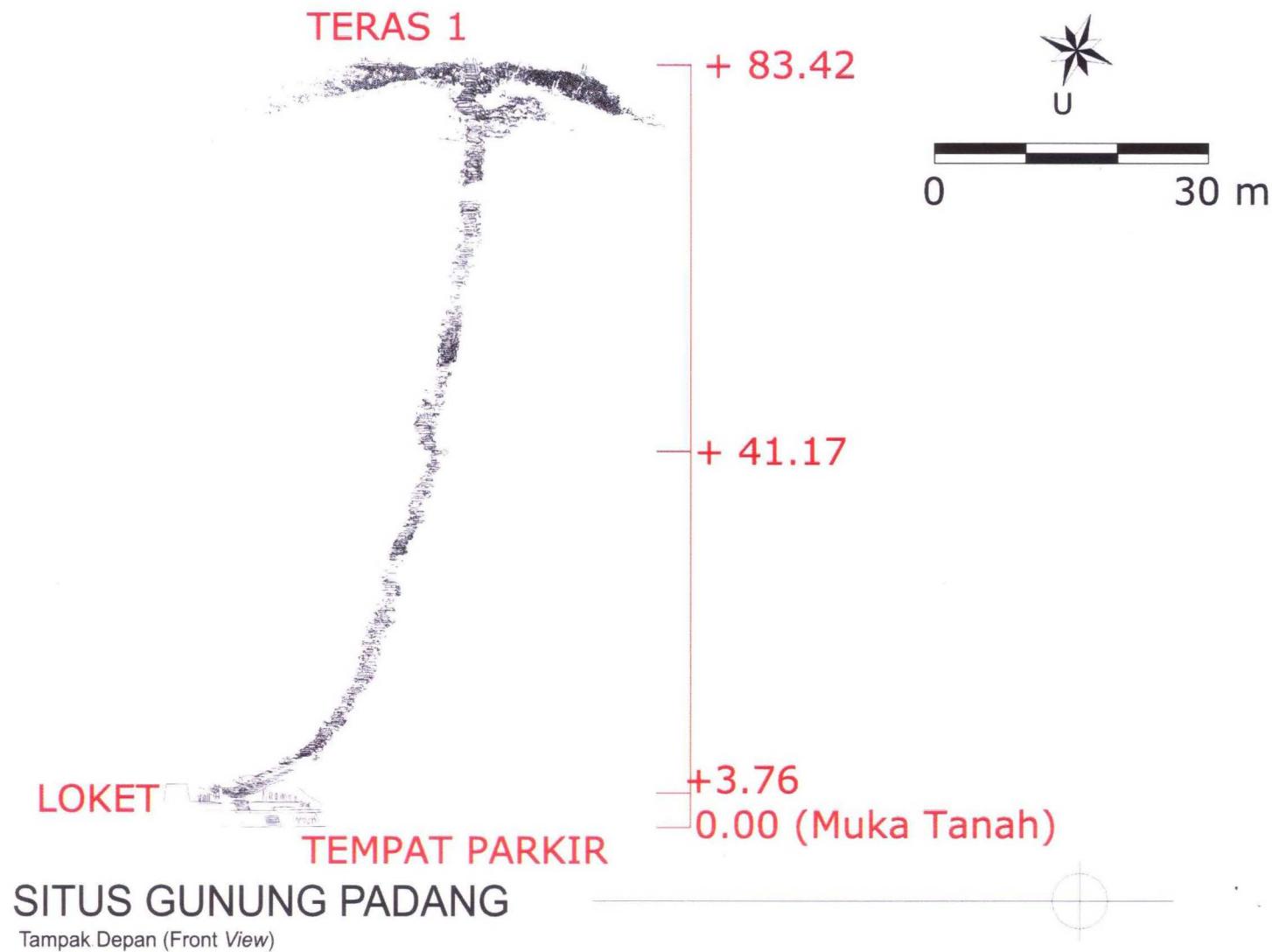


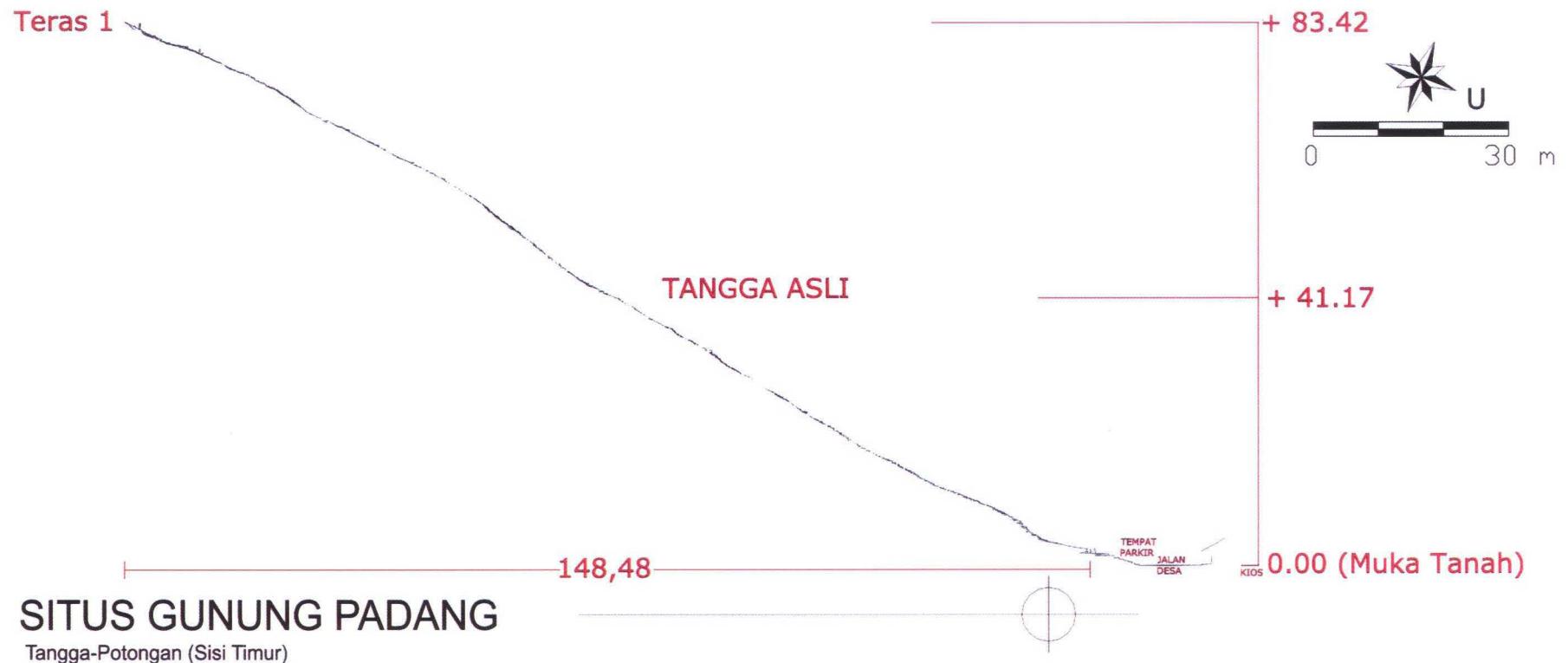
*Perspektive View Teras I - Situs Gunung Padang
(Colour From Scanner)*



*Perspektive View Teras I - V
(Colour From Scanner)*



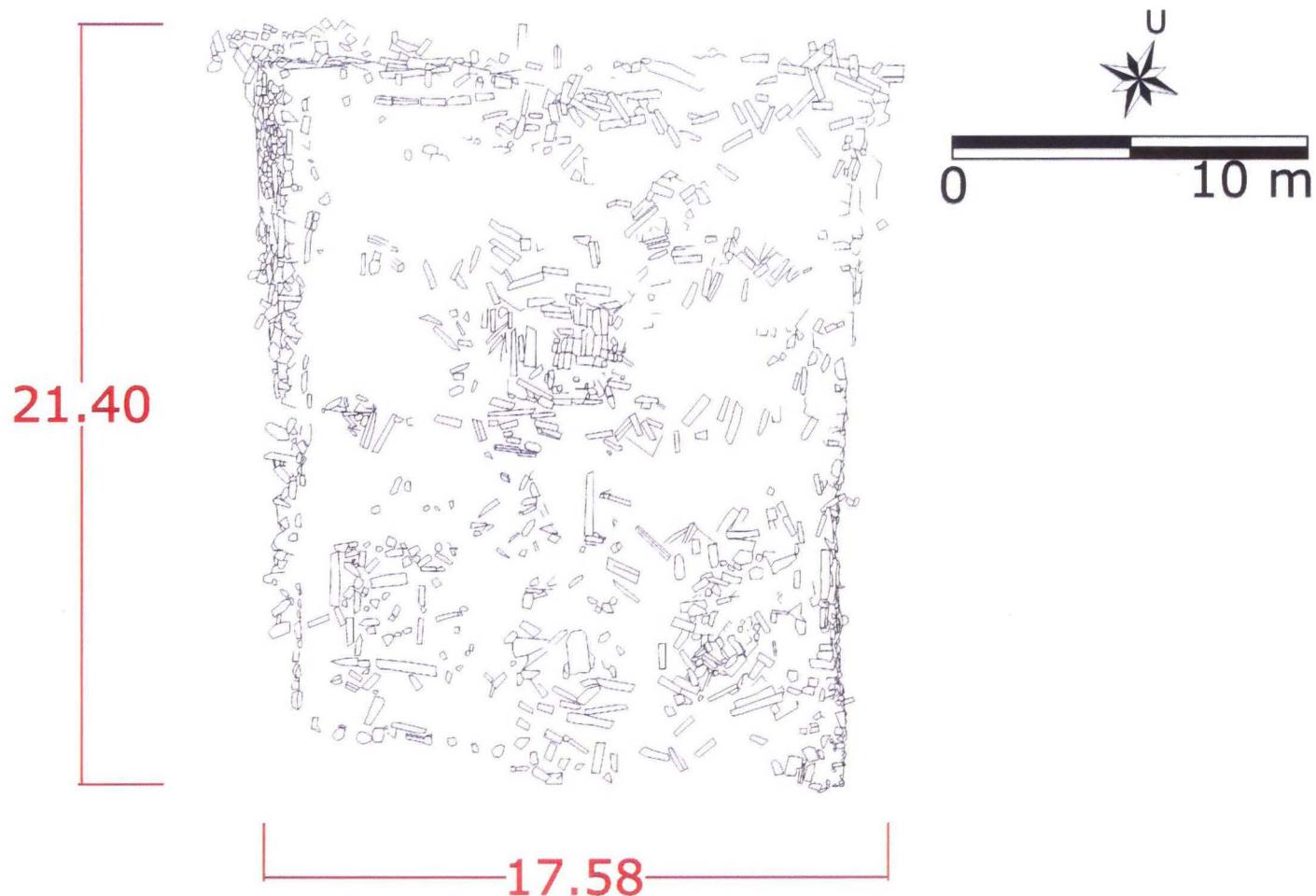






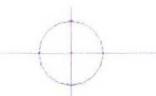
SITUS GUNUNG PADANG

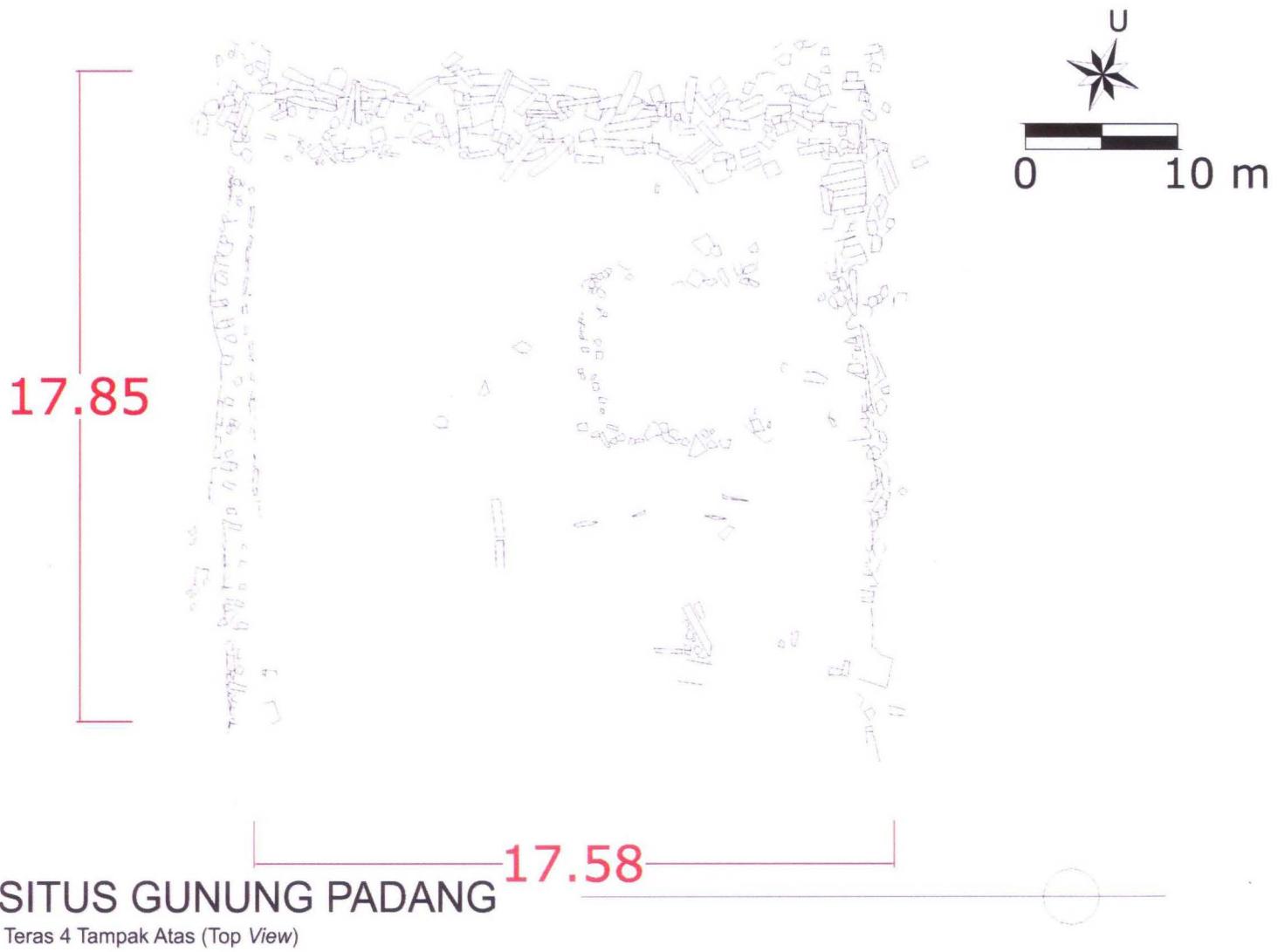
Teras Tampak Samping (Sisi Timur)

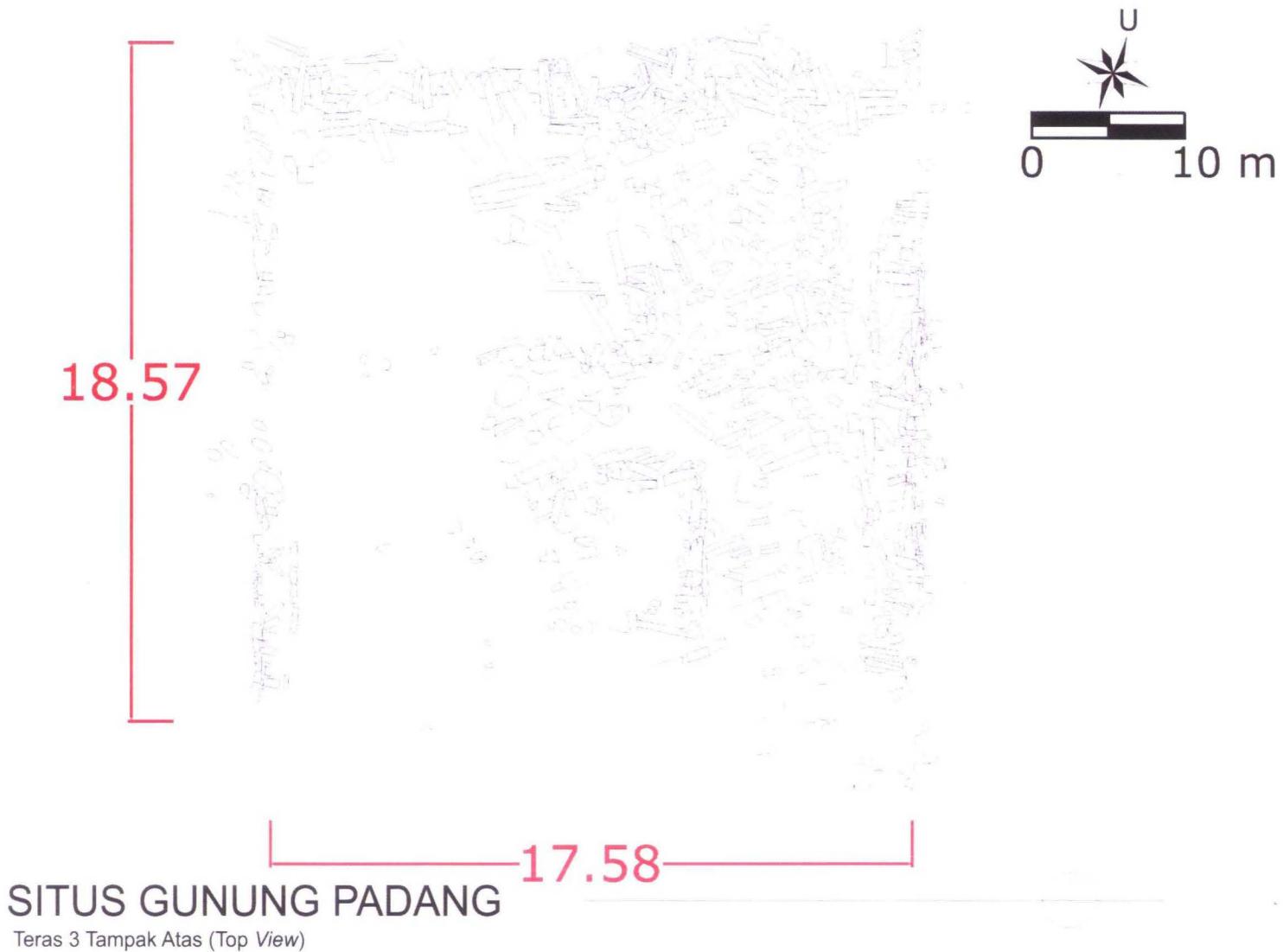


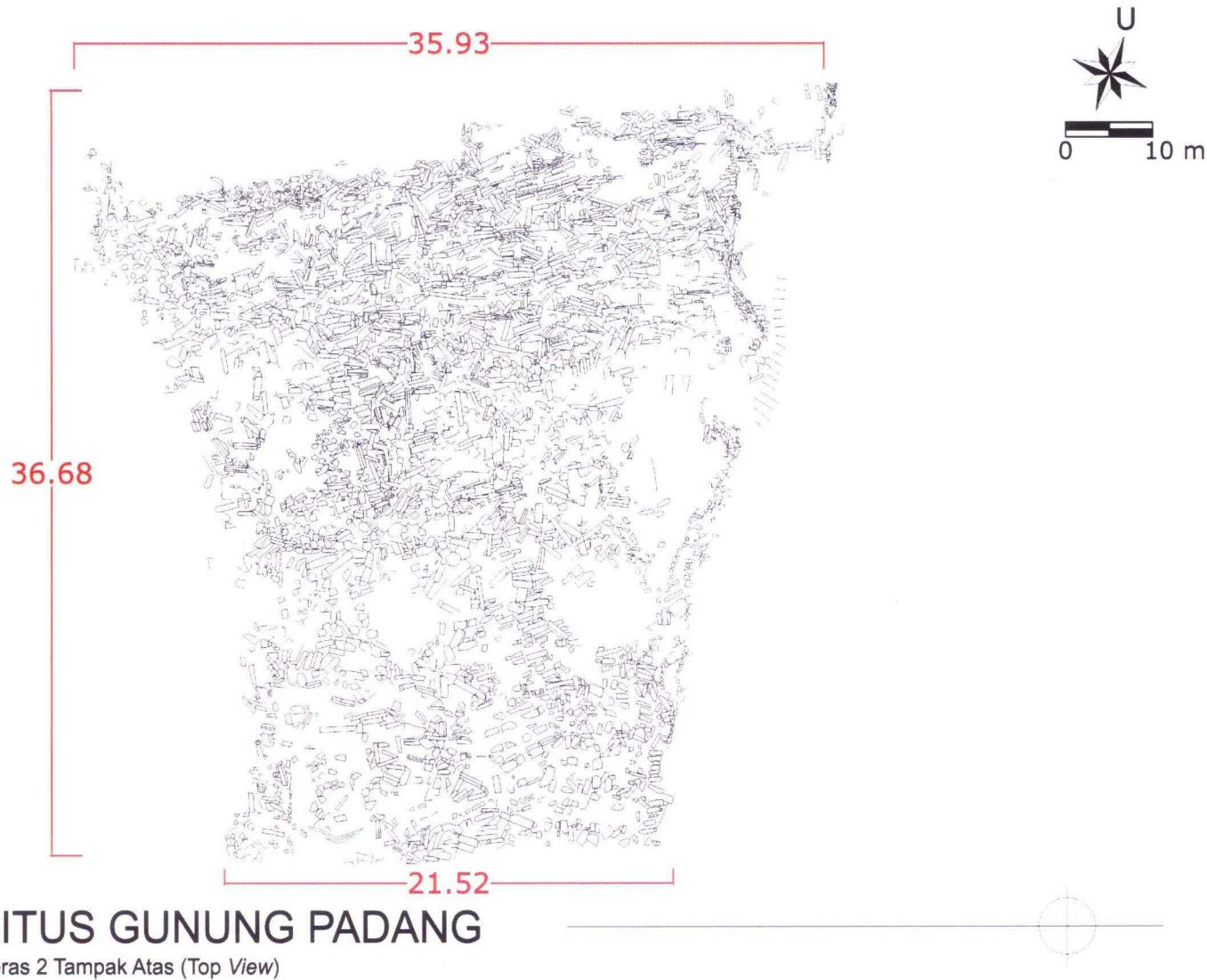
SITUS GUNUNG PADANG

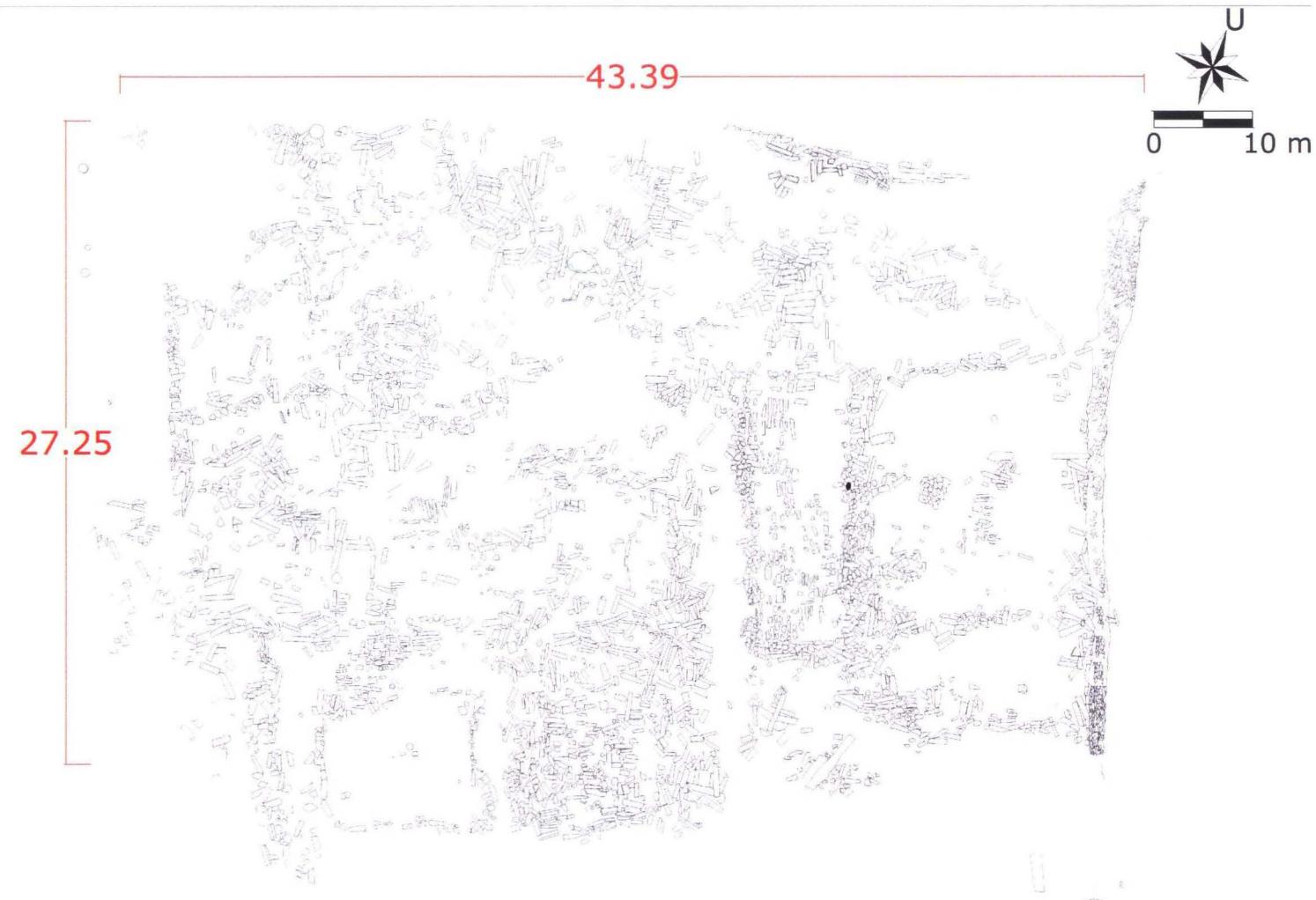
Teras 5 Tampak Atas (Top View)





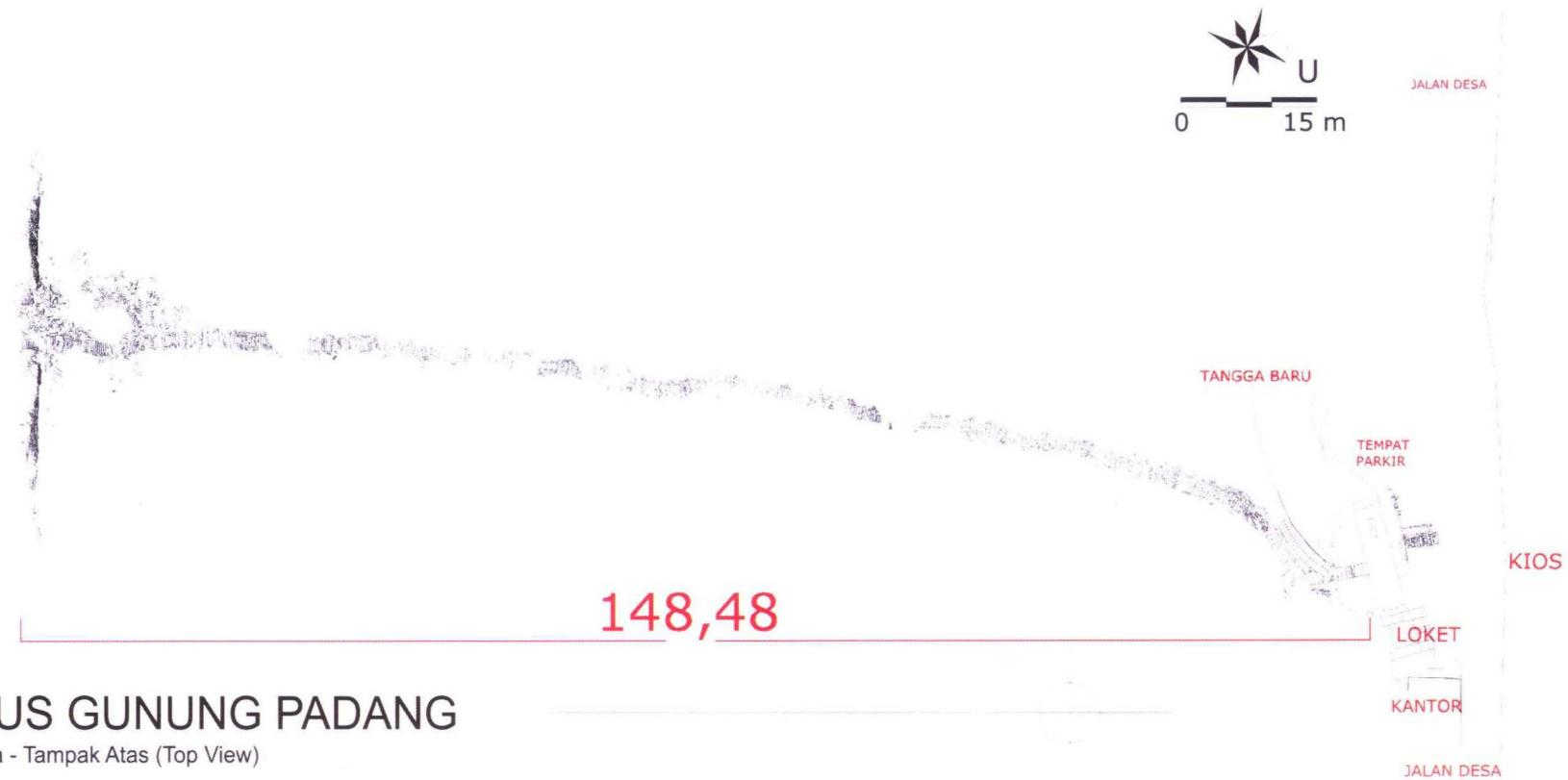






SITUS GUNUNG PADANG

Teras 1 Tampak Atas (Top View)



SITUS GUNUNG PADANG

Tangga - Tampak Atas (Top View)

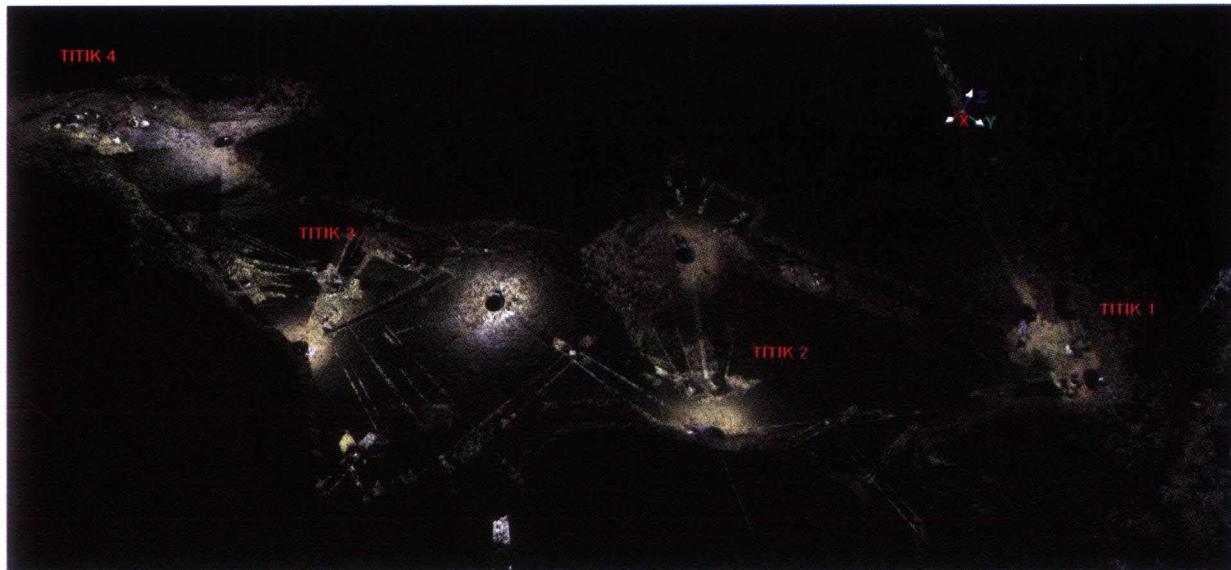
Situs Megalitik Lore Pokokea

a. Project Data

- 1) Object name : Situs Pokokea
- 2) Lokasi : Lembah Besoa, Desa Dado Kecamatan Lore tengah Poso , Sulteng
- 3) Luas area scan : $\pm [318,108 \times 180,775] \text{ m}^2$
- 4) Lama Perekaman : 21jam
- 5) Titik berdiri : 10 titik [scanworld]
- 6) Spasi scan : 2 mm - 1 cm
- 7) Jumlah point : 57.661.323 point



b. Output Data

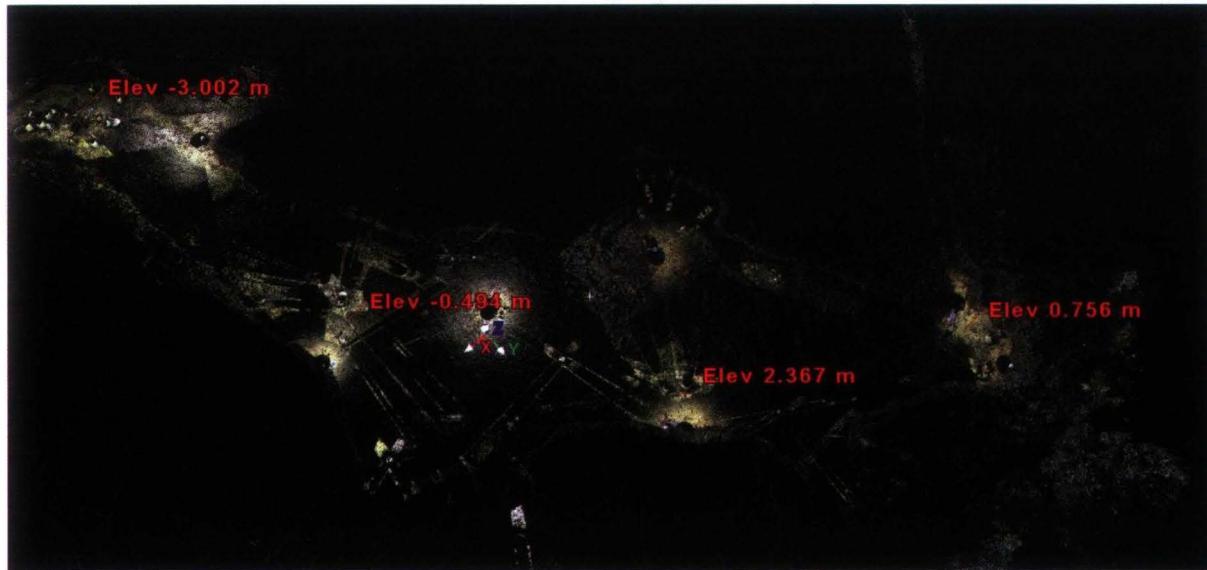


3D IMAGE POINT CLOUDS

Perspective View

Denah Persebaran Titik Temuan
(Intensity Colour Map)

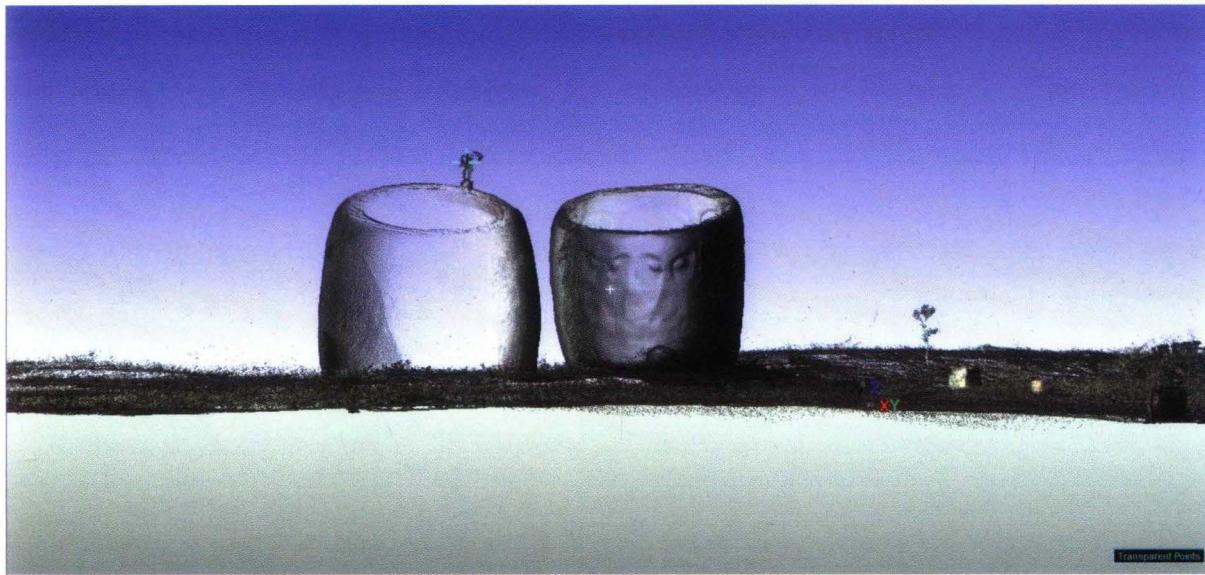
3D IMAGE POINT CLOUDS



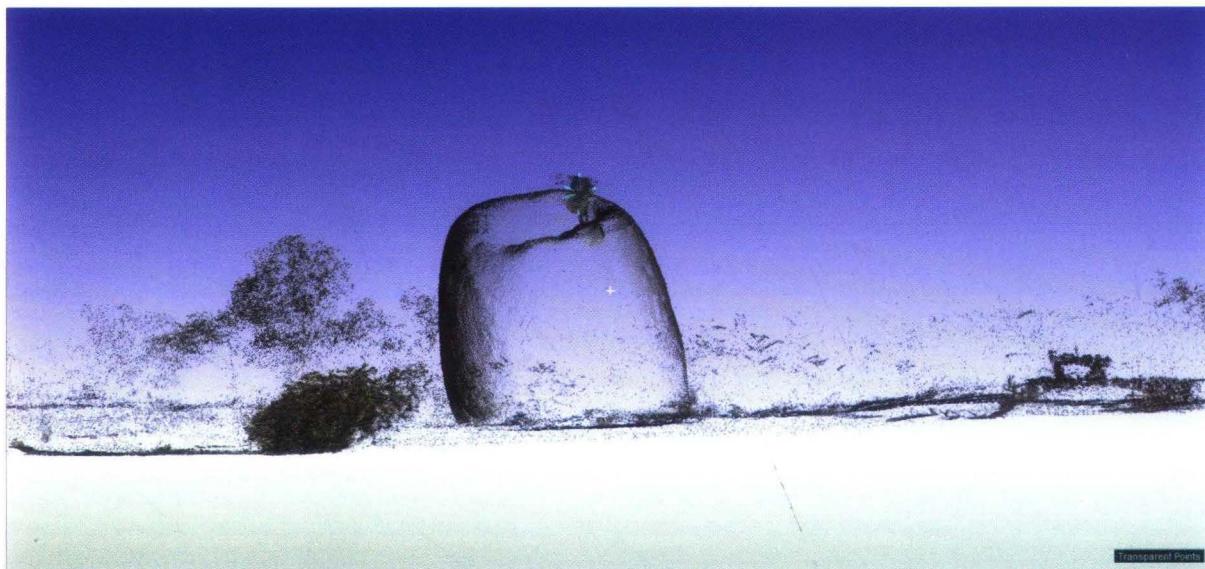
Perspective View Beda Tinggi Persebaran Titik Temuan
[Intensity Colour Map]



Perspective View Titik
[Color from Scanner]

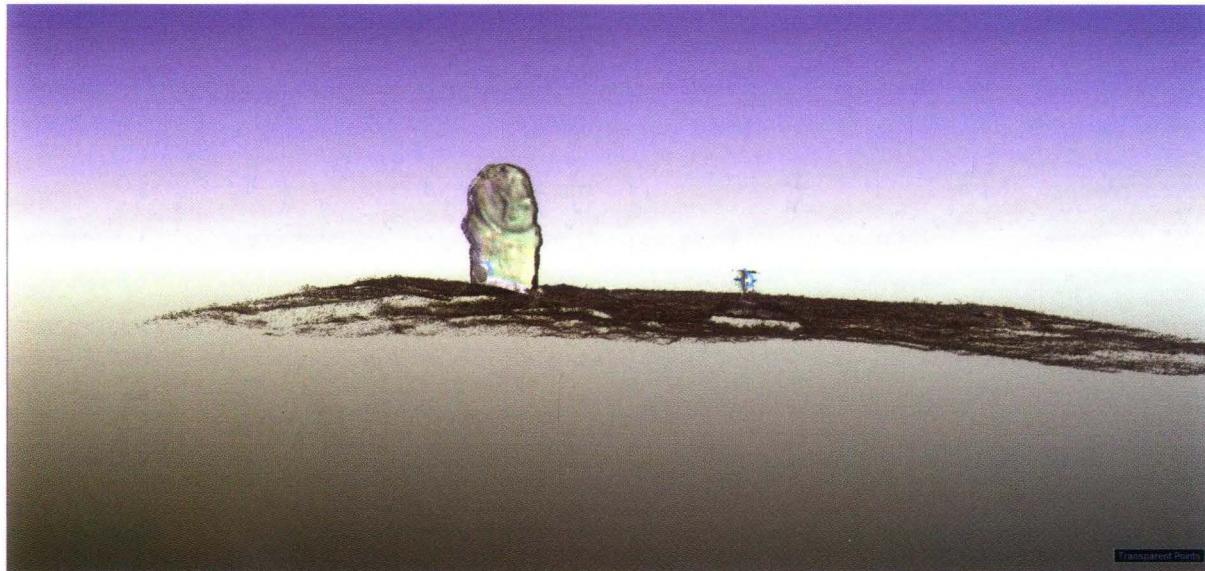


Perspective View 1 Titik 2
(Color from Scanner)

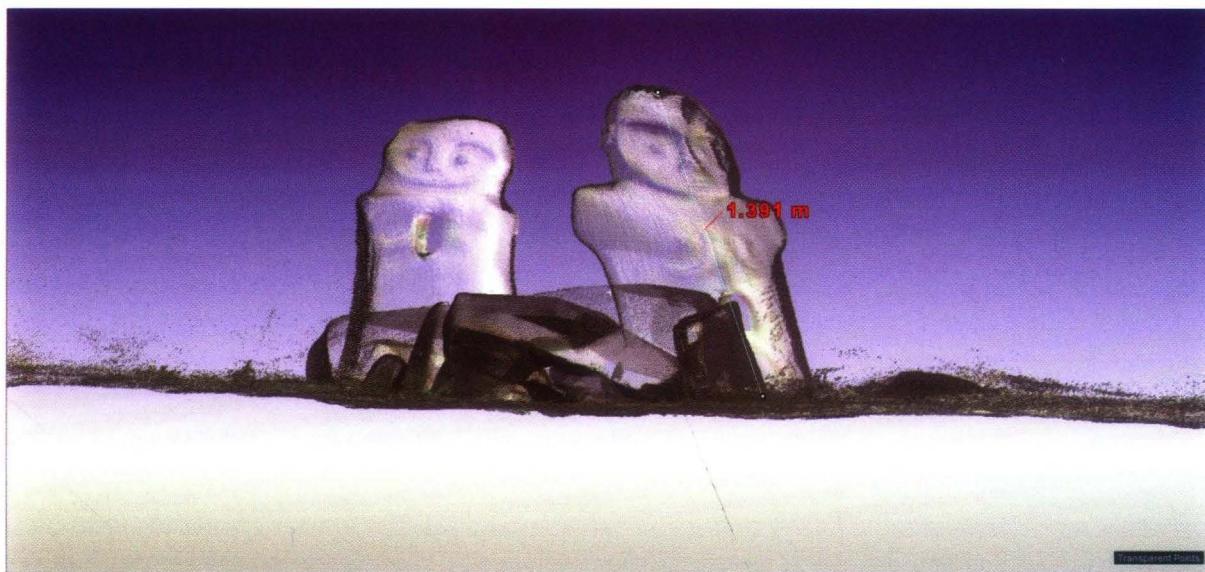


Perspective View 2 Titik 2
(Color from Scanner)

3D IMAGE POINT CLOUDS



Perspective View 1 Titik 3
(Color from Scanner)



Perspective View 2 Titik 3
(Color from Scanner)



*Perspective View 3 Titik 3
(Color from Scanner)*

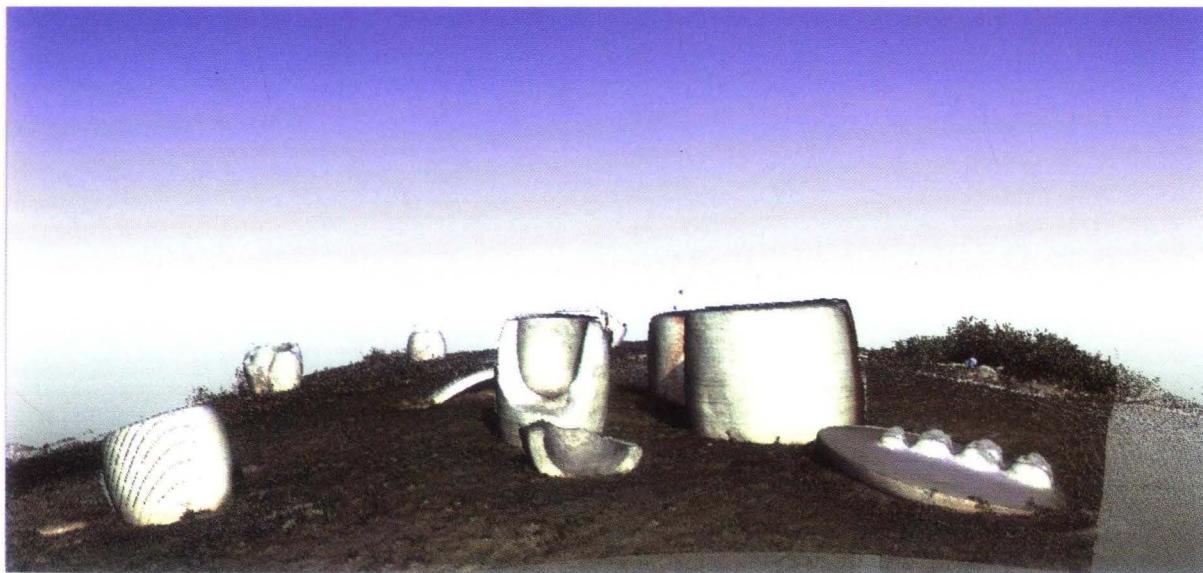


*Perspective View 1 Titik 4
(Color from Scanner)*

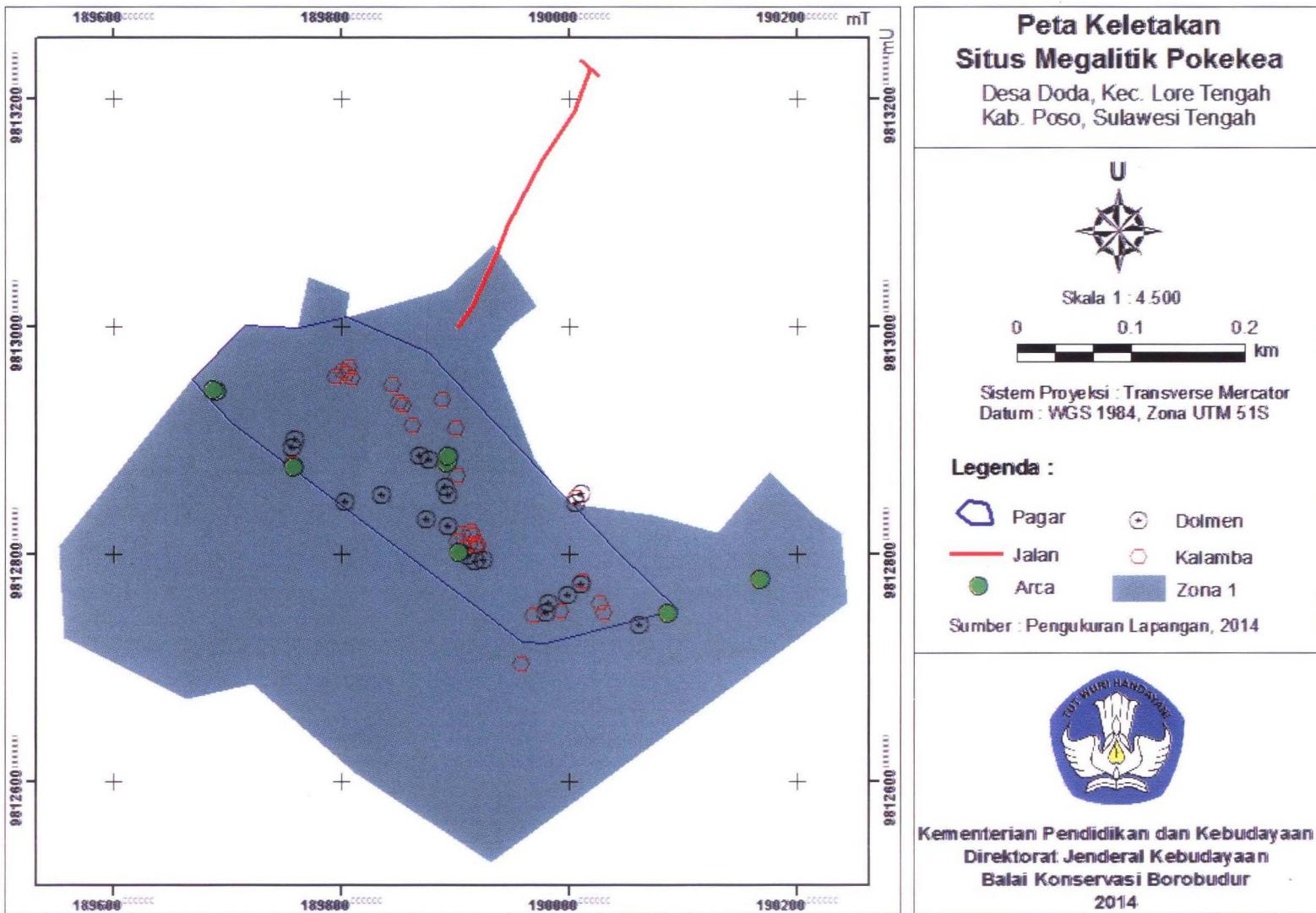
3D IMAGE POINT CLOUD

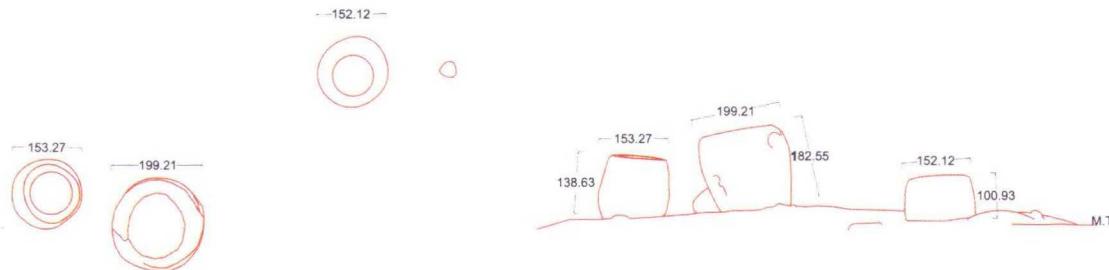


*Perspective View 2 Titik 4
[Color from Scanner]*



*Perspective View 3 Titik 4
[Color from Scanner]*

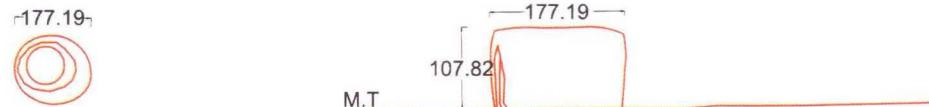




TAMPAK ATAS
SCALE : 0 90 Cm

TAMPAK SAMPING
SCALE : 0 90 Cm

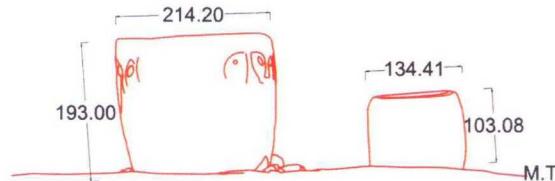
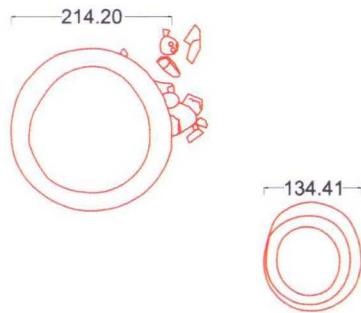
Detail Benda A
Komplek Megalitik Pokekea



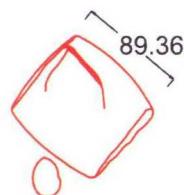
TAMPAK ATAS
SCALE : 0 90 Cm

TAMPAK SAMPING
SCALE : 0 90 Cm

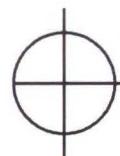
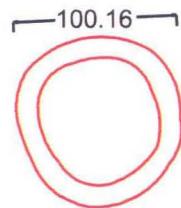
Detail Benda B
Komplek Megalitik Pokekea



Detail Benda C
Komplek Megalitik Pokekea

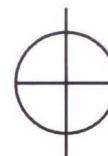
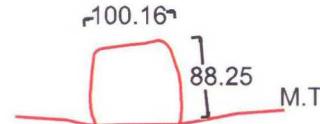


Detail Benda D
Komplek Megalitik Pokekea



TAMPAK ATAS

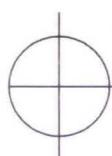
SCALE : 0 90 Cm



TAMPAK SAMPING

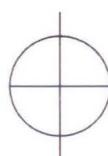
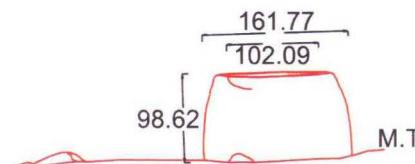
SCALE : 0 90 Cm

*Detail Benda E
Komplek Megalitik Pokekea*



TAMPAK ATAS

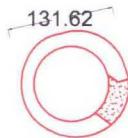
SCALE : 0 90 Cm



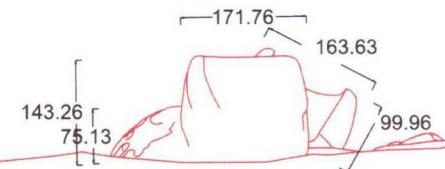
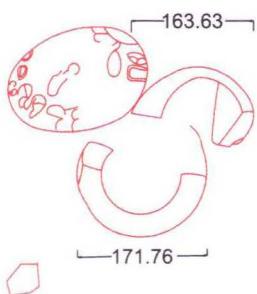
TAMPAK SAMPING

SCALE : 0 90 Cm

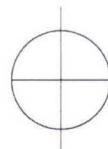
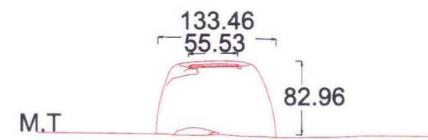
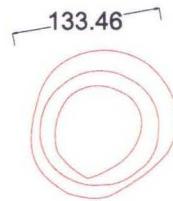
*Detail Benda F
Komplek Megalitik Pokekea*



Detail Benda H
Komplek Megalitik Pokekea

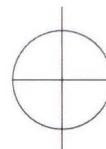


Detail Benda I
Komplek Megalitik Pokekea



TAMPAK ATAS

SCALE : 0 90 Cm

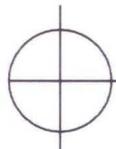
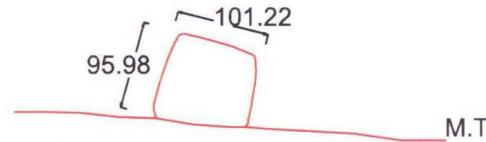
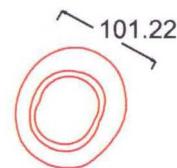


TAMPAK SAMPING

SCALE : 0 90 Cm

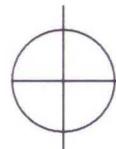
Detail Benda J

Komplek Megalitik Pokekea



TAMPAK ATAS

SCALE : 0 90 Cm

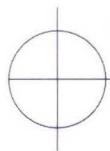
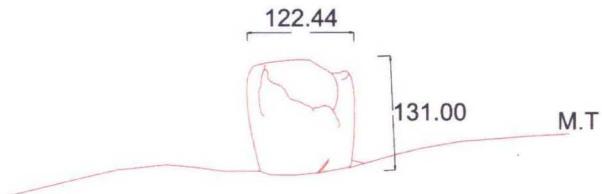


TAMPAK SAMPING

SCALE : 0 90 Cm

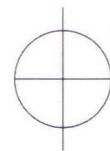
Detail Benda K

Komplek Megalitik Pokekea



TAMPAK ATAS

SCALE : 0 90 Cm

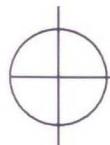
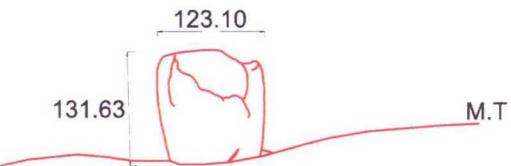
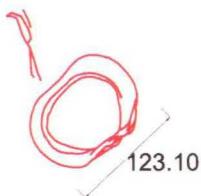


TAMPAK SAMPING

SCALE : 0 90 Cm

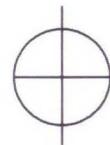
Detail Benda L

Komplek Megalitik Pokekea



TAMPAK ATAS

SCALE : 0 90 Cm

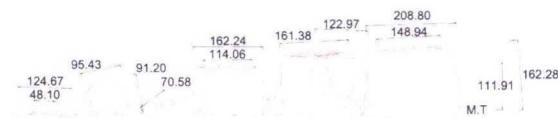


TAMPAK SAMPING

SCALE : 0 90 Cm

Detail Benda M

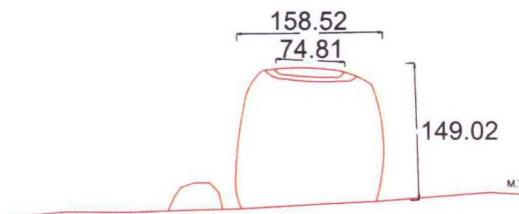
Komplek Megalitik Pokekea



TAMPAK SAMPING
SCALE:

TAMPAK ATAS
SCALE:

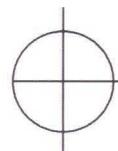
Detail Benda N
Komplek Megalitik Pokekea



TAMPAK ATAS
SCALE: 0 90 Cm

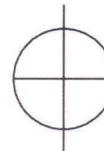
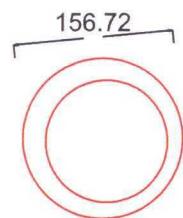
TAMPAK SAMPING
SCALE: 0 90 Cm

Detail Benda O
Komplek Megalitik Pokekea



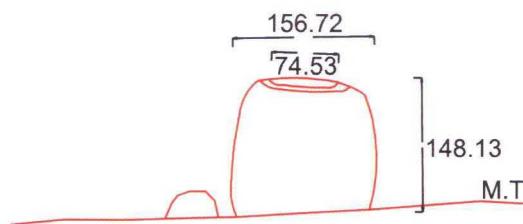
TAMPAK ATAS

SCALE :



TAMPAK SAMPING

SCALE :



*Detail Benda P
Komplek Megalitik Pokekea*



Situs Megalitik Lore Tadulako

a. Project Data

- 1) Object name : Situs Tadulako
- 2) Lokasi : Lembah Besoa, Desa Dado Kecamatan Lore tengah Poso , Sulteng
- 3) Luas area scan : $\pm [137,298 \times 146,923] \text{ m}^2$
- 4) Lama Perekaman : 21 jam
- 5) Titik berdiri : 8 titik (scanworld)
- 6) Spasi scan : 2 mm - 1 cm
- 7) Jumlah point : 22.479.919 point



b. Output Data



3D IMAGE POINT CLOUD

Perspective View Denah Persebaran
Temuan Situs Tadulako
(Color from Scanner)

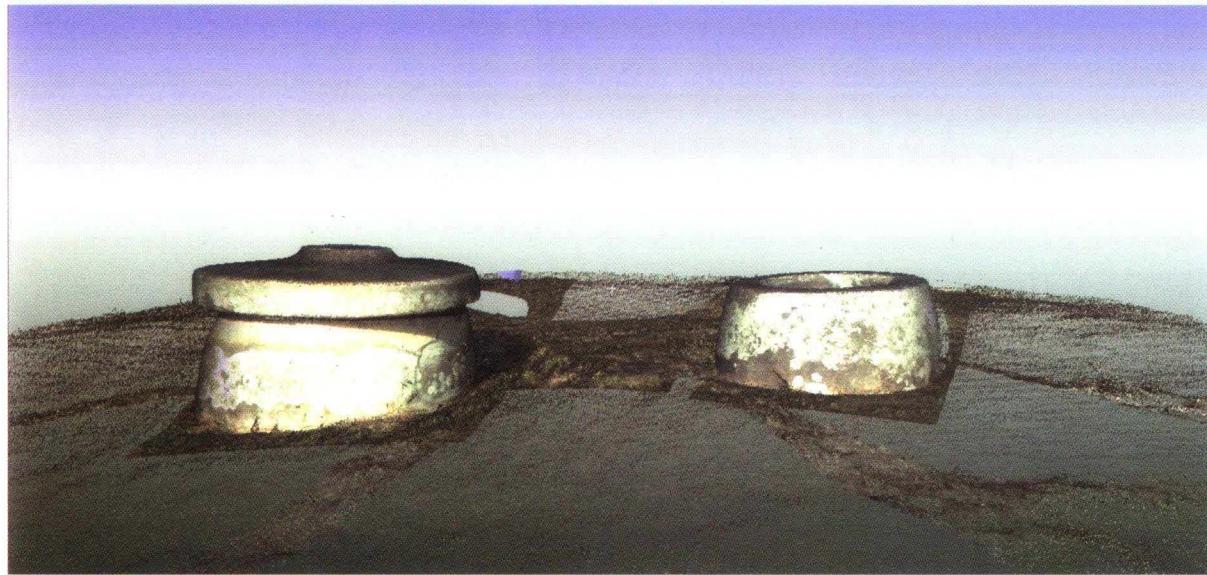
3D IMAGE POINT CLOUDS



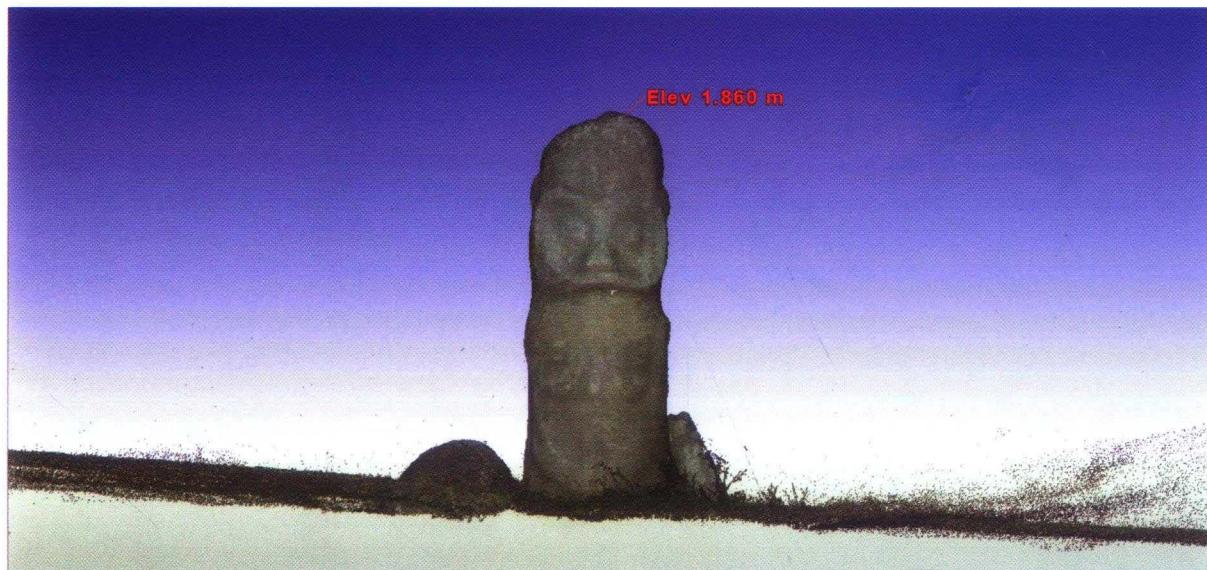
Top View [tampak Atas]
Titik 1 Temuan Situs Tadulako
(Color from Scanner)



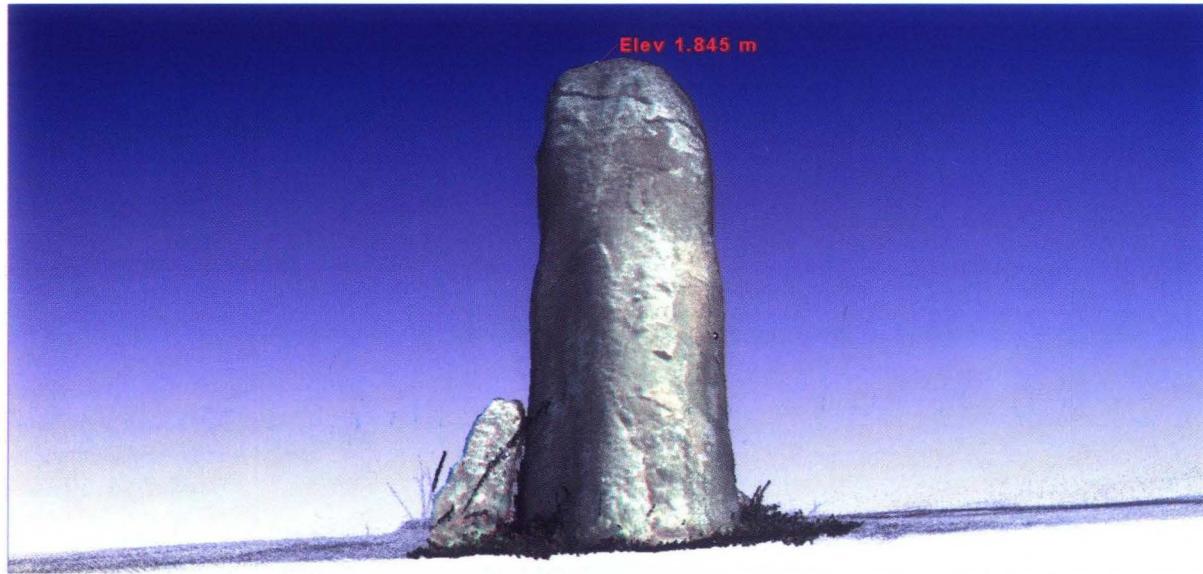
Perspektive View Titik 1 Temuan Situs Tadulako
(Color from Scanner)



Front View [Tampak Depan]
Titik 1 Temuan Situs Tadulako
[Color from Scanner]



Front View [Tampak Depan]
Titik 2 Temuan Situs Tadulako
[Color from Scanner]



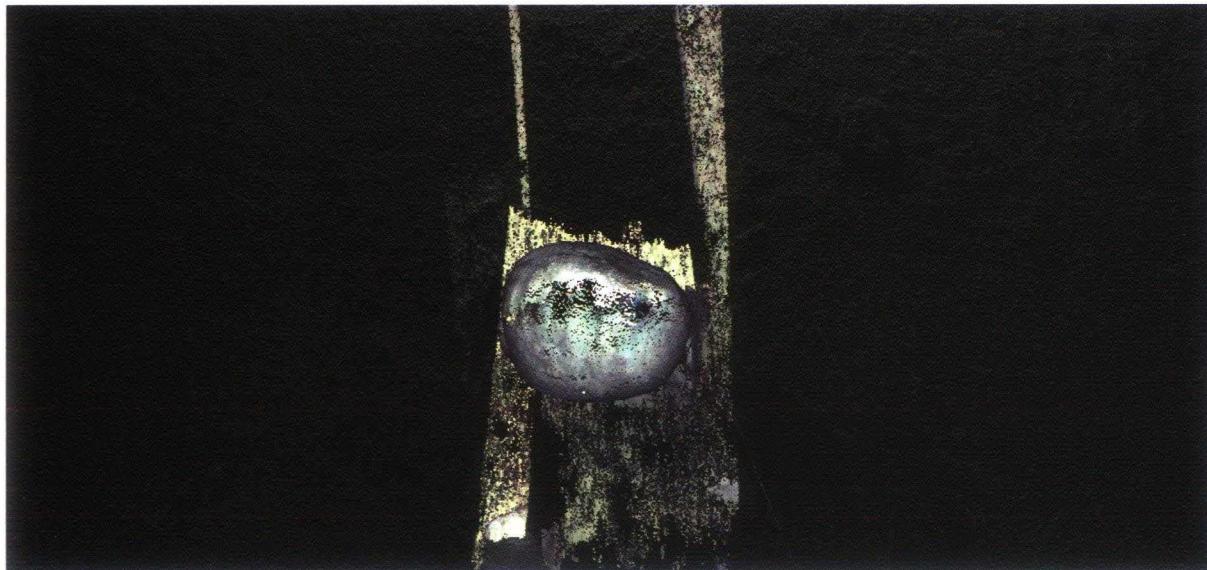
Back View [Tampak Belakang]
Titik 2 Temuan Situs Tadulako
[Color from Scanner]



Left View [Tampak samping kiri]
Titik 2 Temuan Situs Tadulako
[Color from Scanner]



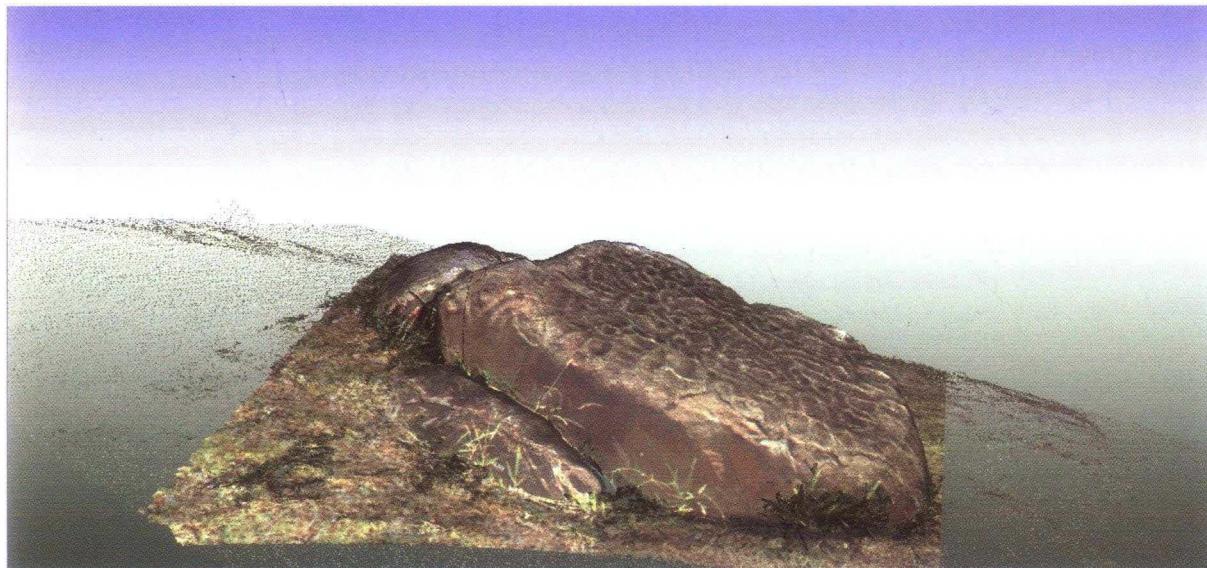
Right View [Tampak samping kanan]
Titik 2 Temuan Situs Tadulako
[Color from Scanner]



Top View [Tampak atas]
Titik 2 Temuan Situs Tadulako
[Color from Scanner]



Top View [Tampak atas]
Titik 3 Temuan Situs Tadulako
[Color from Scanner]



Perspektive View
Titik 3 Temuan Situs Tadulako
[Color from Scanner]



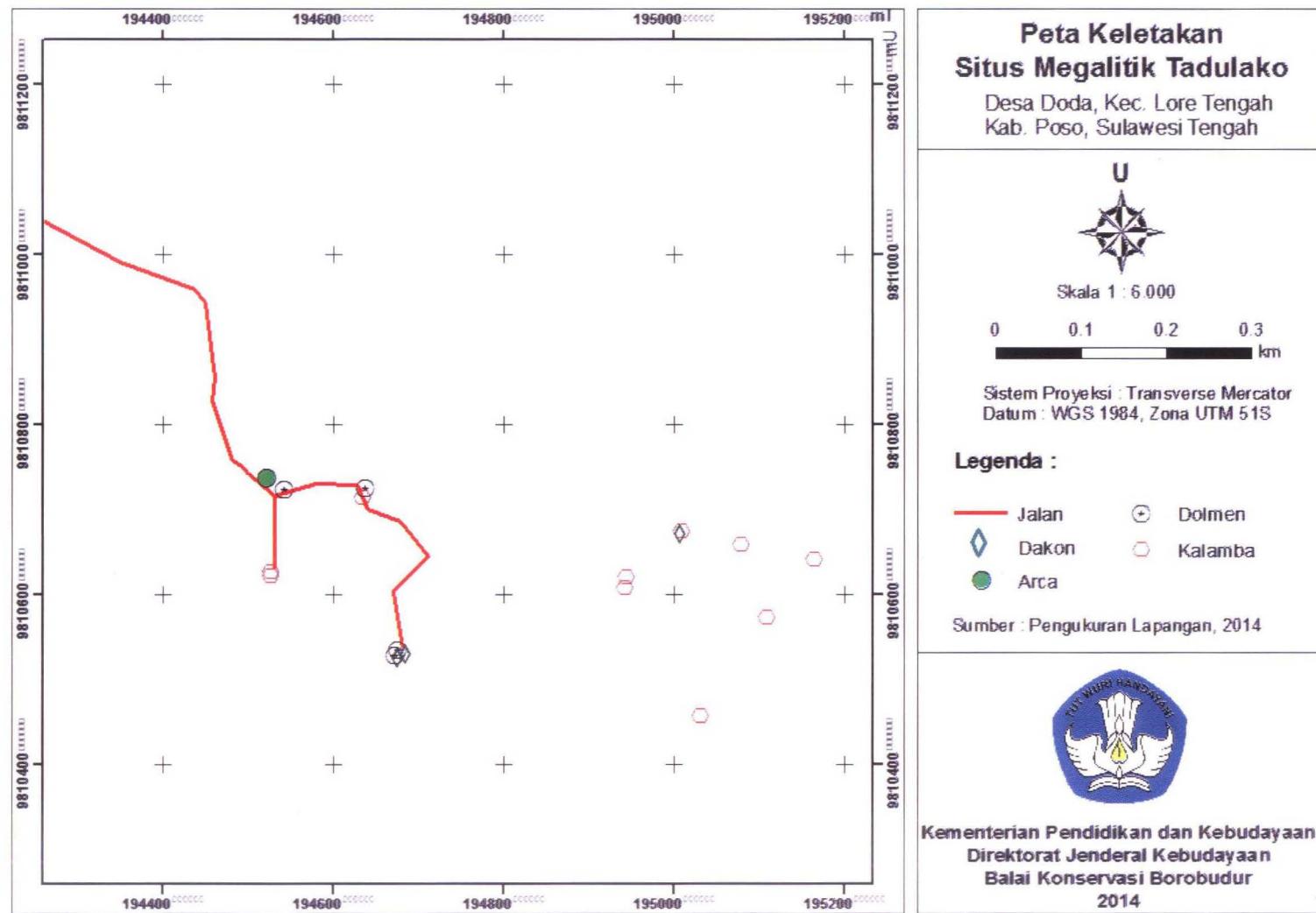
Front View [Tampak depan]
Titik 3 Temuan Situs Tadulako
[Color from Scanner]

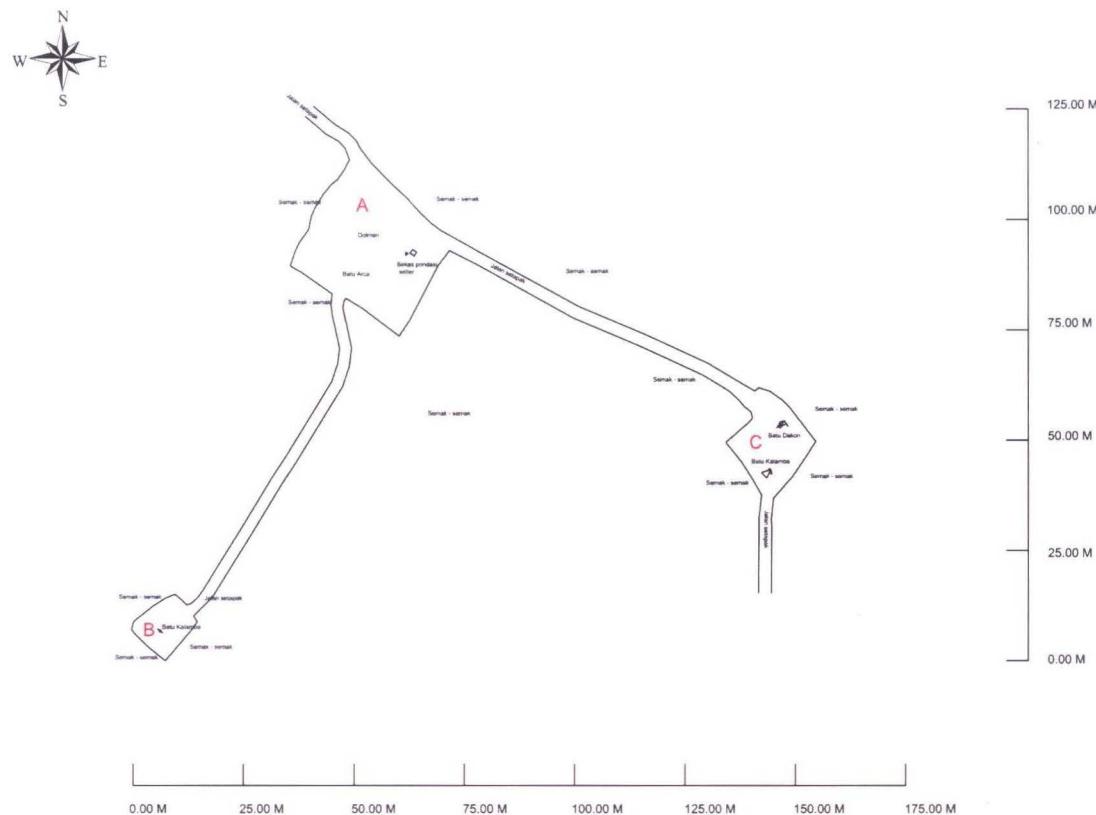


Right View [Tampak samping kanan]
Titik 3 Temuan Situs Tadulako
[Color from Scanner]



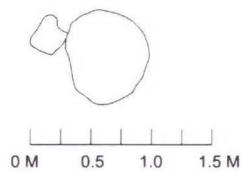
Left View [Tampak samping kiri]
Titik 3 Temuan Situs Tadulako
(Color from Scanner)





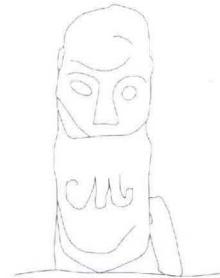
DENAH SITUASI KELETAKAN KOMPLEK MEGALITIK TADULAKO

SKALA : 1 : 500



TAMPAK ATAS BATU ARCA

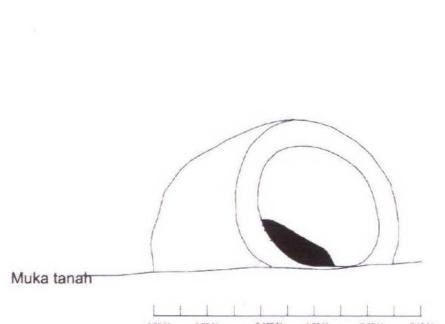
SKALA 1 : 25



Muka tanah

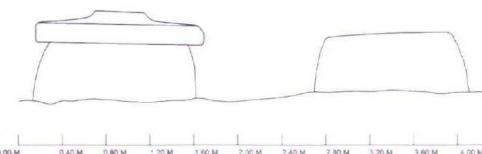
TAMPAK DEPAN BATU ARCA

SKALA 1 : 25



TAMPAK DEPAN BATU KALAMBA (C)

SKALA 1 : 25



Muka tanah

TAMPAK DEPAN BATU KALAMBA (B)

SKALA 1 : 25



Cagar Budaya Indonesia

www.konservasiborobudur.org | copyright@ 2014

003

Perpu
Jen