MEMBANGUN
KEMBALI
Prambanan

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 19 Tahun 2002 tentang Hak Cipta
Lingkup Hak Cipta
Pasal 2
1. Hak cipta merupakan hak eksklusif bagi Pencipta atau Pemegang Hak Cipta untuk mengumumkan atau memperbanyak Ciptaannya, yang timbul secara otomatis stelah suatu ciptaan dilahirkan tanpa mengurangi pembatasan menurut peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Ketentuan Pidana
1. Barangsiapa dengan sengaja atau tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1) atau Pasal 49 (1) dan ayat (2) dipidana dengan pidana penjara masing-masing paling singkat 1 (satu) bulan dan/ atau denda paling bsedikit Rp. 1.000.000,00 (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp. 5.000.000.000,00 (lima milyar rupiah).
2. Barangsiapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu Ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta atau Hak Terkait sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dipidana penjara paling lam 5 tahun dan/atau denda paling banyak Rp. 500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

SAMBUTAN
DIREKTUR JENDERAL SEJARAH DAN PURBAKALA

Buku "Membangun Kembali Prambanan" merupakan upaya untuk merekonstruksi warisan budaya masa lalu secara utuh yang mengalami kerusakan akibat gempa bumi pada tanggal 27 Mei 2006. Uraian secara verbal dan piktorial disusun oleh Balai Pelestarian Peninggalan Purbakala Yogyakarta ini perlu kita sambut dengan baik.

Terbitnya buku ini meruapakan suatu wujud dedikasi kita sebagai pewaris kekayaan budaya yang ternilai ini. Candi Prambanan sebagai simbol keemasan peradaban Indonesia kuna, sudah selayaknya untuk terus terjaga dan lestari. Sebagai sebuah rekaman kegiatan selama kurun waktu tahun 2007 hingga 2008, buku ini menjadi bukti bahwa di dalam melestarikan benda cagar budaya perlu untuk melibatkan disiplin ilmu lain untuk bisa berjalan secara sinergis.

Semoga buku ini dapat bermanfaat bagi masyarakat luas dan sekaligus juga sebagai pertanggungjawaban arkeoogis dalam melaksanakan pemugaran.

Akhirnya saya mengucapkan selamat dan semoga buku ini dapat menjadi bahan acuan untuk berbagai kalangan.

Jakarta, Oktober 2009

Drs. Hari Untoro Dradjat, M.A

SAMBUTAN
DIREKTUR PENINGGALAN PURBAKALA

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas terbitnya buku "Membangun Kembali Prambanan" yang merupakan dokumentasi kegiatan rehabilitasi Candi Garuda dan Nandi. Kedua candi tersebut mengalami kerusakan yang cukup parah akibat gempa bumi tahun 2006 lampau. Candi Prambanan yang termasuk dalam warisan dunia merupakan kekayaan budaya yang sangat berharga.

Buku "Membangun Kembali Prambanan" memuat informasi berharga mengenai rehabilitasi bangunan candi khususnya bangunan yang mengalami kerusakan akibat gempa bumi. Rehabilitasi terhadap Candi Garuda dan Nandi adalah langkah awal dari perjalanan panjang yang harus ditempuh untuk membangun kembali Candi Prambanan yang rusak akibat gempa.

Diharapkan buku ini dapat menjadi jendela baru informasi rehabilitasi bangunan cagar budaya pasca gempa.

Jakarta, Oktober 2009

Drs. Junus Satrio Atmodjo, M.Hum

SAMBUTAN
KEPALA BALAI PELESTARIAN PENINGGALAN PURBAKALA YOGYAKARTA

Bencana gempa bumi tektonik yang melanda Yogyakarta dan sebagian propinsi Jawa Tengah bagian selatan telah berlalu hampir tiga tahun. Begitu banyak duka yang masih mengendap dalam kenangan. Sejumlah bangunan fisik maupun infrastruktur mengalami kerusakan yang luar biasa, tak luput pula bangunan-bangunan bersejarah di Propinsi Yogyakarta diantaranya adalah Candi Prambanan. Kerusakan struktural dan material dengan tingkat yang berbeda-beda terjadi pada keenam belas bangunan candi di halaman I Candi Prambanan. Termasuk pula robohnya pagar candi sisi barat.

Diawali dengan berbagai upaya *rescue* sesaat setelah gempa, yang kemudian dilanjutkan dengan berbagai macam studi untuk mengidentifikasi kerusakan serta penanganan untuk masa mendatang. Hingga tahun 2008 ini kegiatan rehabilitasi kerusakan akibat gempa telah dapat melaksanakan dua buah candi wahana yakni Candi Garuda dan Candi Nandi. Diharapkan untuk tahun-tahun mendatang kegiatan rehabilitasi Candi Prambanan dapat berlangsung secara berkelanjutan, karena masih ada permasalahan-permasalahan rehabilitasi yang belum terpecahkan, seperti kerusakan pada Candi Siwa. Diharapkan keseluruhan kegiatan rehabilitasi Candi Garuda dan Nandi yang telah purna di tahun 2008 ini dapat segera diikuti dengan rehabilitasi candi-candi lain di halaman I, sehingga semua dapat kembali utuh seperti sedia kala.

Buku "Membangun Kembali Prambanan" adalah dokumentasi tahapan pekerjaan yang telah terlampaui sejak tahun 2007 hingga 2008. Merupakan bentuk tanggungjawab kami kepada masyarakat atas pekerjaan rehabilitasi Candi Garuda dan Nandi atau khususnya Candi Prambanan. Tujuan dari rehabilitasi ini tiada lain adalah untuk menyelamatkan warisan budaya yang tak ternilai harganya ini.

Semoga buku ini bermanfaat bagi semua pihak.

Yogyakarta, Oktober 2009

Dra. Herni Pramastuti

Daftar Isi

Sambutan Direktur Jenderal Sejarah dan Purbakala v
Sambutan Direktur Peninggalan Purbakala vii
Sambutan Kepala Balai Pelestarian Peninggalan Purbakala Yogyakarta viii
Daftar Isi ix
Pengantar Editor xi

1 **Bukan Karya Bandung Bondowoso** 1
(Ni Luh Nyoman Rarianingsih, S.S dan Kayato Hardani, S.S)
- Manikam Peradaban
- Candi Garuda dan Nandi: Sebuah Langkah Awal

2 **Catatan Perjalanan 1150 Tahun Lara Jonggrang** 11
(Ni Luh Nyoman Rarianingsih, S.S dan Kayato Hardani, S.S)
- Diresmikan di Tahun 856
- Terbit Kembali
- Membangun Puing
- Kokoh Berdiri
- Terkoyak Gempa 2006

3 **Gempa Tektonik Mei 2006: Sejarah yang Sejenak Terhenti** 37
- Jejaring Kerjasama
  (Ni Luh Nyoman Rarianingsih, S.S dan Kayato Hardani, S.S)
- Bumi yang Terkandung: Tinjauan Geologi Permukaan di Daerah Prambanan
  (Dr.Ir. Subagyo Pramumijoyo)
- Karakter Asli Struktur Bangunan Candi Garuda dan Nandi
  (Darmojo, B.A)
- Perkuatan Struktural Bangunan Candi Wahana Hasil Pemugaran Tahun 1991
  (Darmojo, B.A)

- Tinjauan Geoteknik Lapisan Tanah dan Struktur Pondasi Candi Garuda dan Nandi Pascagempa 2006
  (Dr.es.sc.tech. Ahmad Rifa'i)

4 **Rehabilitasi Candi Garuda dan Nandi Pascagempa 2006** 69

- Perencanaan Teknis Rehabilitasi Candi Garuda dan Nandi
  (Ir. Suprapto Siswosukarto, Ph.D)
- Pelaksanaan Rehabilitasi Candi Garuda
  (Darmojo, B.A dan Aris Munandar)
- Pelaksanaan Rehabilitasi Candi Nandi
  (Darmojo, B.A dan Aris Munandar)

5 **Catatan Akhir** 119
(Dra. Hariana Suryaningsih, M.A)

Kepustakaan 124

MEMBANGUN KEMBALI PRAMBANAN

Diterbitkan oleh
Balai Pelestarian Peninggalan Purbakala Yogyakarta
Bogem, Kalasan, Sleman, Yogyakarta
Telp. (0274) 496019, 496419
e-mail: bp3yogya@yahoo.com
home: www.purbakalayogya.com

Editor
Prof.Dr. Inajati Adrisijanti
Andi Putranto, S.S.

Pengarah
Dra. Herni Pramastuti

Penulis
Dr. Ir. Subagyo Pramumijoyo
Dr.es.sc.tech. Ahmad Rifa'i
Ir. Suprapto Siswosukarto, Ph.D
Dra. Hariana Suryaningsih, M.A.
Ni Luh Nyoman Rarianingsih, S.S.
Aris Munandar
Darmojo, B.A
Kayato Hardani, S.S.

Pengumpul data
Jumino
Bunyakin
Murianto Herjuno, B.A.
Alam Yudha Utama, S.IP.

Dokumentasi
Supriyono

Cetakan I, 2009

Desain sampul dan tata letak :
Kayato Hardani, S.S

Hak cipta dilindungi Undang-Undang

MEMBANGUN KEMBALI PRAMBANAN

Editor :
Prof. Dr. Inajati Adrisijanti
Andi Putranto, S.S.

PENGANTAR EDITOR

Prof.Dr. Inajati Adrisijanti dan Andi Putranto, S.S.

Hampir empat tahun sudah bencana gempa bumi tektonik pada tanggal 27 Mei 2006 telah berlalu. Duka dan luka masih tertinggal di hati masyarakat Yogyakarta. Ribuan jiwa melayang, puluhan ribu lainnya terkoyak luka. kerugian materiil tak terbilang banyaknya. ratusan ribu rumah dan bangunan luluh lantak diguncang gempa berkekuatan 5,5 Skala Richter. Gempa yang melanda di sebagian besar wilayah Yogyakarta juga turut merusak berbagai peninggalan purbakala. Candi Rara Jonggrang atau lebih dikenal masyarakat sebagai Candi Prambanan tidak luput menjadi korban. Kerusakan yang cukup berat dialami bangunan-bangunan candi di dalam kompleks tersebut.

Berita mengenai kerusakan berat yang menimpa Candi Rara Jonggrang terdengar hingga ke berbagai penjuru dunia. Badan dunia yang mengurusi kebudayaan yaitu UNESCO pun turun tangan dan bekerjasama dengan instansi terkait di bidang purbakala segera membentuk tim untuk menyelamatkan monumen arkeologi yang telah berpredikat World Heritage ini.

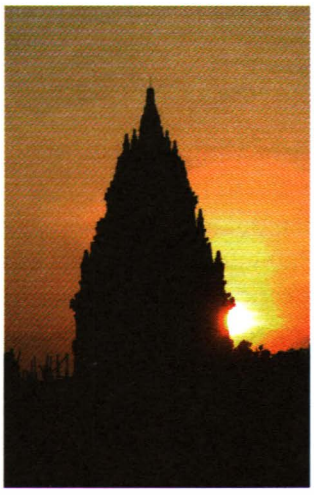
Kegiatan tanggap darurat untuk penyelamatan bangunan-bangunan di Candi Rara Jonggrang meliputi kegiatan pengamanan lokasi, pendokumentasian kerusakan, dan pengumpulan batuan runtuh dan mengalami kerusakan. Tahap selanjutnya adalah menyiapkan langkah-langkah yang terkait dengan upaya rehabilitasi bangunan candi. Kerusakan yang menimpa bangunan-bangunan di Candi Rara Jonggrang menyebabkan perlunya disusun skala prioritas rehabilitasi. Bangunan candi yang mendapat prioritas rehabilitasi saat ini adalah Candi Nandi dan Candi garuda, yaitu dua candi dari kelompok candi wahanan di kompleks Candi Rara Jonggrang.

Kegiatan-kegiatan yang merupakan rangkaian dari proses rehabilitasi Candi Nandi dan Candi Garuda tertuang di dalam buku ini. Buku Membangun Kembali Prambanan dibuat dalam rangka purna pugar Candi Nandi dan Candi Garuda agar nilai sejarah, kepurbakalaan, sekaligus proses rehabilitasi yang telah dilakukan dapat terekam dan disampaikan kepada masyarakat secara luas. Dengan demikian dalam waktu-waktu mendatang dapat menjadi bahan renungan dalam melindungi dan melestarikan peninggalan hasil karya nenek moyang yang bersifat monumental.

Akhir kata semoga buku ini dapat menjadi pelengkap dari seluruh rangkaian peristiwa yang mengawali kegiatan rehabilitasi Candi Nandi dan Candi Garuda yang dapat merekam seluruh kegiatan tersebut dan dapat bermanfaat bagi masyarakat.

1

Bukan Karya Bandung Bondowoso: Sebuah Pengantar



Manikam Peradaban

Tak kurang dari 240 bangunan candi batu didirikan dalam sebuah areal seluas kurang lebih 49.284 m^2 pada abad ke-9 Masehi lampau atas perintah raja. Dimaksudkan sebagai sebuah *dharmma* bagi agamanya sekaligus sebagai sebuah menara gading peradaban Mataram Kuna. Sebuah karya luhur yang diharapkan kelak dapat menjadi monumen kebanggaan sekaligus manikam peradaban.

Pada masa lalu, Candi Prambanan boleh dikatakan merupakan sebuah proyek prestisius yang pada akhirnya bisa terselesaikan sesuai harapan. Tidak diketahui siapakah peletak batu pertama pembangunan kuil Siwa ini. Sejauh ini kita hanya mengetahui bahwa Rakai Kayuwangi adalah raja yang meresmikannya di tahun *wualung gunung sang wiku* atau 778 Saka (856 Masehi).

Ribuan kubik batu andesit diangkut, dipotong, dipahat dan disusun blok demi blok hingga membentuk bangunan-bangunan monumental. Ratusan arca dewa dipahat, puluhan panil batu bercerita pun turut diukir. Proyek sebesar ini tentu telah direncanakan dan diperhitungkan secara matang, tentu banyak pula yang ikut terlibat mulai dari penyandang dana, arsitek, pendeta, hingga para pekerja. Namun, berita dari masa lampau yang gemilang tersebut tak satu pun yang sampai kembali kepada kita di masa kini kecuali sebuah batu bertulis, prasasti Siwagraha.

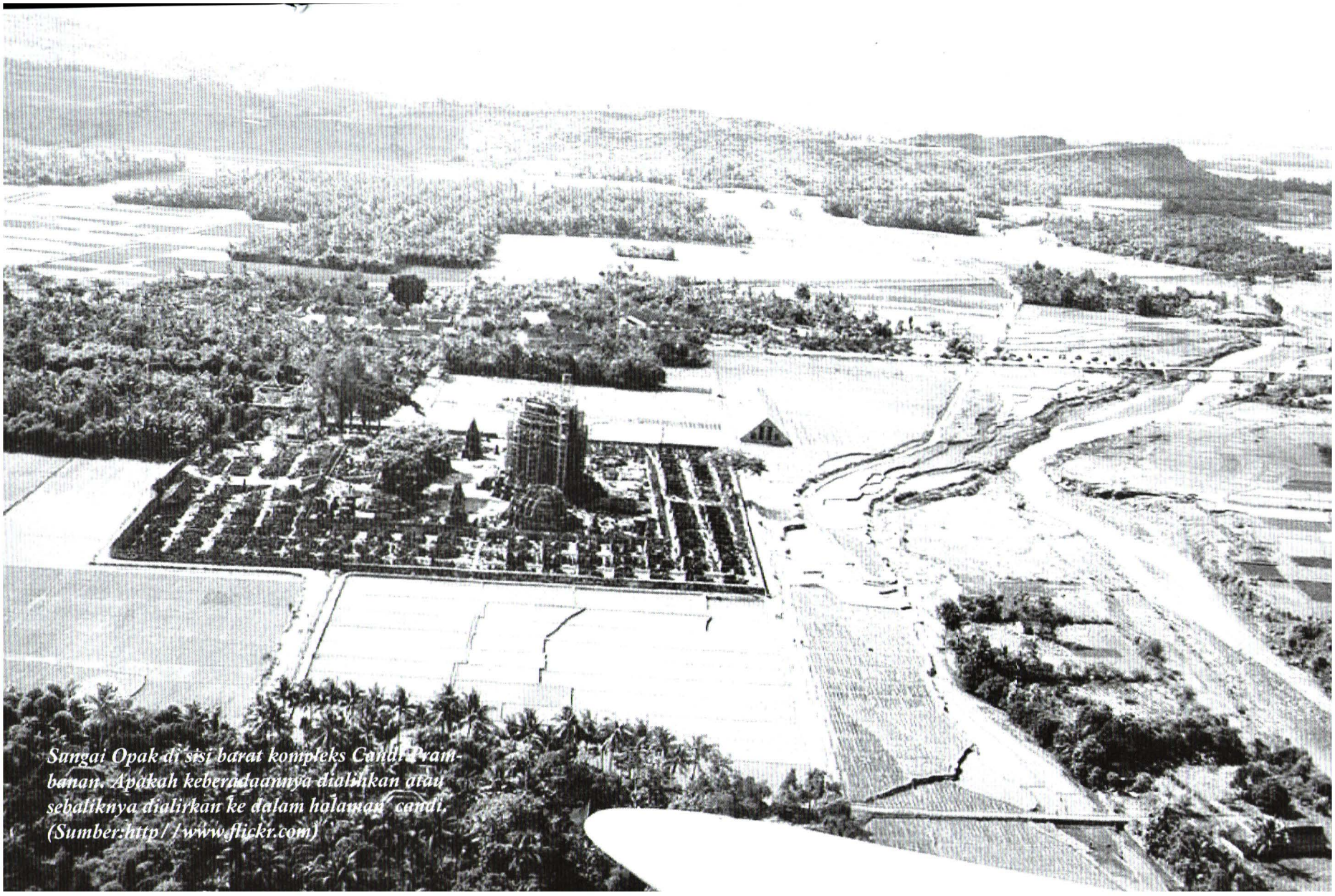
"... Sira bhakti ta bhaktita weh ksunika samapta dening angutus inatus magawai sagupura parhyangan aganitanggana ta pacalan ..."

Kutipan dari salah satu bait prasasti Siwagraha di atas merupakan sebuah narasi tentang pembuatan candi dan gapura yang dikerjakan oleh beratus-ratus pekerja. Candi Prambanan merupakan sebuah kompleks bangunan yang terbagi menjadi tiga halaman yang dipisahkan oleh pagar keliling. Pada mulanya ada aliran sungai yang melintasi halaman namun pada akhirnya alirannya dipindahkan.

Griya hayu ning hyang sebagai rumah Dewa Siwa yang menjadi simbol masa keemasan kerajaan Mataram Kuna pada waktu itu, mungkin telah dihidupkan selama beberapa generasi lantas menghilang tanpa diketahui musababnya. Adakah disebabkan kerusakan bangunan akibat bencana gempa, peperangan, ataukah kondisi politik-ekonomi-sosial yang pada akhirnya menyebabkan Prambanan tenggelam dalam sejarah selama belasan abad. Tarian suci Tandawa pun sejenak menghilang terkubur waktu. Kita mungkin dapat memperoleh sedikit gambaran kondisi candi-candi tua yang ditinggalkan pada waktu itu dengan membaca Kakawin *Siwarartrikalpa* karya Mpu Tanakung dari abad ke-15,

> "Dekat sebuah sungai di pegunungan munculah sebuah kompleks candi dari zaman dulu. Gapura-gapuranya yang berbentuk makara telah tumbang dan hancur, tembok-tembok pun hampir runtuh karena tidak dipelihara lagi. Kepala-kepala raksasa itu seolah-olah menangis, raut mukanya tertutup oleh tetumbuhan yang menjalar. Patung-patung penjaga pun dekat gapura-gapura itu tertumbang, rata dengan tanah, seolah-olah tidak kuat lagi dan sedih.
>
> Di pelataran gardu-gardu pun hancur, beberapa bangunan tinggal reruntuhannya saja sedangkan yang lain melapuk. Atapnya telah patah dan runtuh, sedangkan tiang-tiangnya miring, goyang-goyang kian kemari. Dan kalau melihat relief-relief, aduh, sungguh menyayat hati.
>
> Candi utama menjulang tinggi, tetapi rumput liar merimbun di puncaknya. Tembok-tembok samping retak dan menjadi tempat tumbuhnya sebuah pohon beringin yang dengan subur membentangkan ranting-rantingnya. Semua pariwarta pecah karena akar-akar pohon itu yang ganas. Hanya sang dewa utama berdiri tegak pada pusat pranalakanya.
>
> Banyak bangunan itu telah runtuh dan semua makara tersumbat dan tidak lagi mengalirkan air. Juga kolam dan hiasannya tak ada satupun lagi yang masih dalam keadaan asli."

Keadaan candi-candi kuna takterawat sebagaimana ditulis oleh Mpu Tanakung sepenuhnya berbeda dengan narasi yang dituliskan oleh prasasti



Sungai Opak di sisi barat kompleks Candi Prambanan. Apakah keberadaannya dialihkan atau sebaliknya dialirkan ke dalam halaman candi. (Sumber:http//www.flickr.com)

Siwagrha ketika masih dimanfaatkan oleh masyarakat pendukungnya,

> "Pusat gugusan candi itu mempunyai tembok sendiri. Penjaga-penjaga pintunya nampak menakutkan. Tempat sang dewa bersemayam indah sekali. Pada pintu gerbangnya terdapat dua buah bangunan kecil, sedangkan sejumlah bangunan-bangunan kecil lain yang indah-indah juga dipergunakan sebagai pertapaan. Di sebelah timur candi induk terdapat pohon tanjung Ki Muhur yang baru satu tahun umurnya tetapi sangat cepat tumbuhnya, sedangkan keindahannya yang luar biasa menyamai pohon Parijataka milik dewata. Di sinilah sang dewata itu turun dan dahan-dahannya yang rindang merupakan payung baginya. Bangunan-bangunan kecil yang berderet bersap-sap mengitari bangunan induknya sama semua bentuknya. Pun tingginya sama, demikian pula maksudnya, sedangkan dasarnya pun sama, yaitu pemikiran yang sama. Perbedaan hanya terdapat dalam jumlah yang dari masing-masing deretan. Maka siapakah orangnya, yang masih ragu untuk menunaikan pemujaannya? Karena keyakinan keagamaan inilah maka masyarakat memberikan sumbangan-sumbangannya, sehingga pembangunan dari parhyangan ini, lengkap dengan gapura-gapura dan arca-arca wanita penghiasnya, dapat segera dirampungkan oleh para pekerja beratus-ratus jumlahnya"(Anom, 1993: 7)

Selama berabad-abad setelah ditinggalkan, pusaka peradaban ini mengalami penjarahan. Tak terbilang jumlah arca dewa-dewi yang hilang, belum lagi perigi-perigi yang dibongkar untuk diambil hartanya, serta batu-batu candi dijadikan pondasi jalan dan bangunan.

Brambanam. Demikian penyebutan reruntuhan Candi Prambanan oleh para penjelajah Eropa pada masa-masa awal. E.R. Scidmore yang berkunjung di tahun 1890-an mengatakan bahwa dalam sejumlah buku panduan wisata menyebutkan jika reruntuhan Candi Prambanan berada sangat dekat dengan stasiun kereta api, bahkan sangat dekat dengan pintu gerbangnya. Ia datang pertamakalinya ke Prambanan tidak lama setelah jalur kereta api yang melewati Prambanan diresmikan oleh pemerintah Hindia Belanda.

Gugusan Candi Prambanan untuk pertama kalinya disebut dalam catatan C.A Lons pada tahun 1733. Ia menyebutnya sebagai sebuah bukit besar yang dipuncaknya menyeruak atap-atap reruntuhan bangunan batu. Namun baru di tahun 1802, Gubernur Pantai Utara-Timur Nicolaus Engelhard berinisiatif untuk membersihkan dan meneliti Candi Prambanan. Diperintahkannya Cornelius dan Wardenaar untuk membuat lukisan-lukisan yang pada akhirnya mendorong para antiquarian Eropa untuk semakin sering meneliti dan mendeskripsikan reruntuhan di Candi Prambanan.

Siwaratrikalpa

...tembok-tembok samping retak dan menjadi tempat tumbuhnya sebuah pohon beringin yang dengan subur membentangkan ranting-rantingnya ... (Candi Wisnu di tahun 1880, sumber: Knaap, 1999)

...kalau melihat relief-relief, aduh, sungguh menyayat hati...

Usaha awal restorasi candi Siwa diawali oleh F.D.K Bosch di tahun 1918, namun usaha restorasi yang benar-benar sistematis dilakukan pada tahun 1938 yang dipimpin oleh van Romondt. Selama kurun waktu dari tahun 1938 hingga 1945 merupakan masa-masa yang berat, resesi ekonomi dan eskahalasi perjuangan mencapai titik kulminasi. Pada tahun 1942 semua pejabat Belanda termasuk pejabat *Oudheidkundige Dienst* ditawan Jepang yang mengakibatkan pekerjaan diteruskan oleh pribumi Soehamir, Samingoen dan Soewarno. Pada waktu itu pekerjaan sangat tersendat dengan sulitnya semen dan bahan-bahan lainnya.

Lebih jauh dalam catatan kuartal IV pemugaran Candi Siwa, berita bulanan nomor 8 tahun 2604 (1944) yang diketik oleh Samingoen dengan jelas menggambarkan kondisi pekerjaan waktu itu,

> "Dalam kwartal berita ini pekerdja-pekerdja masih semakin berkoerang, karena keadaan semakin hebat pengaroehnja akan penghidoepan mereka sehari-hari. Pekerdjaan tidak hanja terganggoe oleh karena sedikitnja pekerdja sadja, akan tetapi djoega karena tidak ada ketetapan tentang masoeknja; sebab mereka diharoeskan oentoek sementara waktoe sekali sebagai romusha di lapangan terbang Badoek dan pengangkoetan batoe-batoe di kali Opak untuk keperloean balatentara. Penaikan oepah poela akan menolong keadaan, tetapi ini beloem joega dapat mengedjar bertambahnja kegentingan. Banjaknja pekerdja jang masih sanggoep melakoekan kewadjiban sehari-hari ialah diantara 40-50 orang"

Seluruh upaya restorasi benar-benar selesai di tahun 1951 dan diresmikan dua tahun kemudian oleh Presiden Soekarno. Baru di tahun 1992 ke-16 bangunan candi di halaman pusat dapat berdiri kembali. Demikianlah roda sejarah Candi Prambanan yang diresmikan pertama kali di tahun 778

Saka (856 Masehi) oleh Rakai Kayuwangi, sejarah pun kembali berulang dengan diresmikannya kembali di tahun 1953 oleh anak cucunya. Adalah sebuah upaya panjang dan penuh dedikasi untuk membangun kembali Candi Prambanan.

Pemugaran bangunan cagar budaya bukanlah pekerjaan biasa, bukan pula pekerjaan yang selesai dalam semalam. Legenda Bandung Bondowoso hanyalah menjadi cerita epos heroik pria Jawa yang turut menambah eksotisme Candi Prambanan sebagai sisa simbol peradaban kuna.

Candi Garuda dan Nandi: Sebuah Langkah Awal

Pascagempa 27 Mei 2006 hampir semua bangunan yang berada di halaman pusat tersebut mengalami kerusakan, dengan tingkat yang bervariasi. Sesuai dengan jenisnya, kerusakan yang dialami dapat dibedakan menjadi dua, yaitu: kerusakan struktural dan kerusakan material. Kerusakan struktural meliputi retak, miring, melesak, dan deformasi, yang semuanya terkait dengan struktur, dan stabilitas bangunan. Adapun kerusakan material meliputi batu-batu komponen candi yang jatuh, pecah, dan mengelupas. Pada saat gempa terjadi banyak batu bagian atap, yaitu batu kemuncak dan ratna, yang jatuh menimpa bagian pagar dan gapura, sehingga runtuhannya memenuhi halaman pusat, dan lorong-lorong bangunan candi.

Kerusakan pasca gempa pada setiap bangunan candi mempunyai karakteristik tersendiri yang dipengaruhi baik faktor internal maupun faktor eksternal. Faktor internal meliputi struktur, konstruksi, dan teknik pemugaran, sedangkan faktor eksternal berupa kondisi lingkungan, antara lain rekahan tanah pada waktu terjadi gempa.

Candi Wisnu yang mengalami kerusakan akibat gempa

Banyaknya kerusakan yang terjadi juga dipengaruhi oleh kondisi lingkungan makro, yakni kompleks Candi Prambanan secara geologis berada di kawasan rawan gempa, karena tepat berada di pertemuan tiga garis sesar. Ketiga sesar tersebut adalah Sesar Ungaran – Merapi, Sesar Opak, dan Sesar Jiwo.

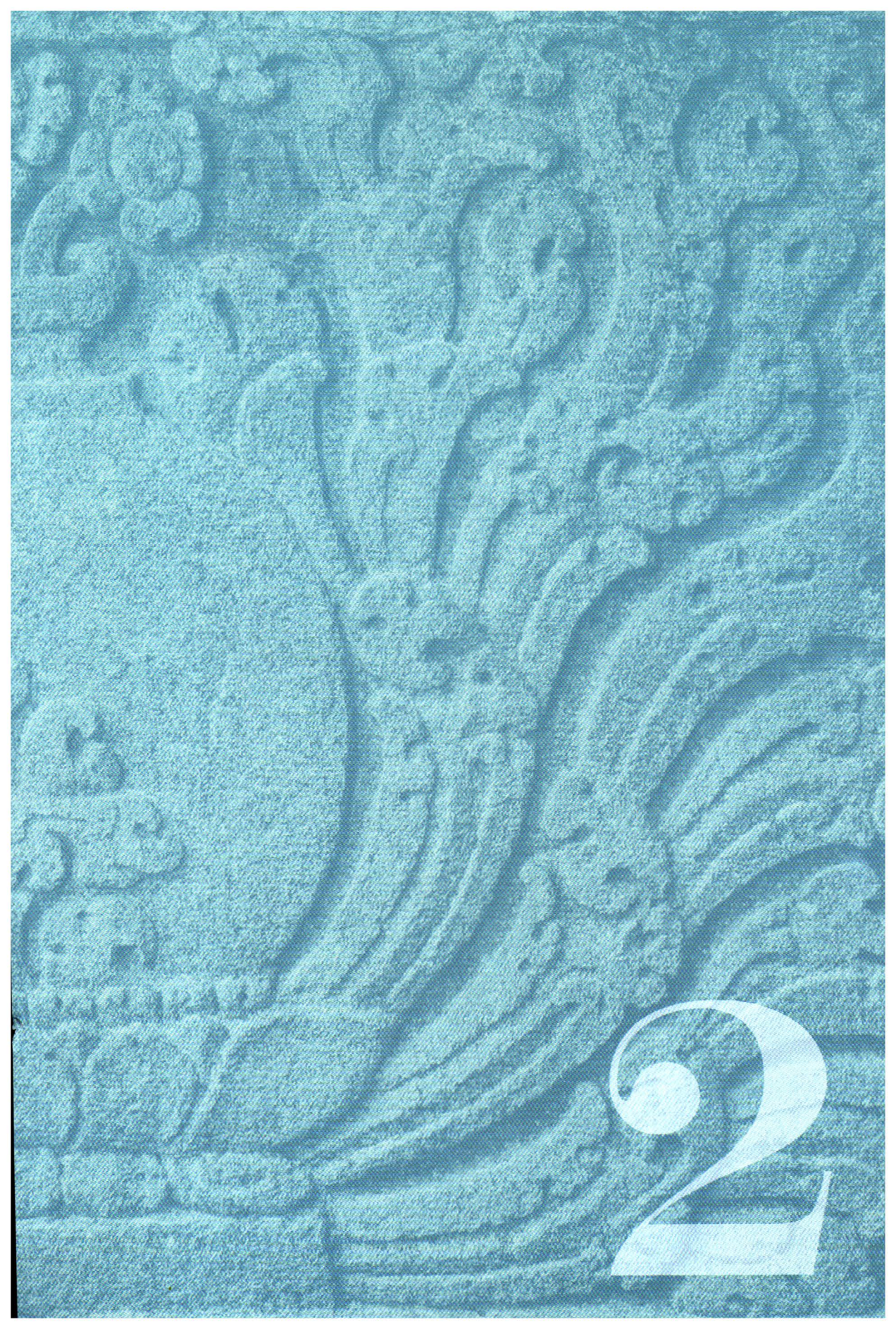
Candi Prambanan sebagai manikam peradaban mengalami kerusakan kembali. Pascagempa roda sejarah Candi Prambanan seolah mundur kembali. Mungkin ini merupakan jawaban sementara mengenai penyebab kerusakan Candi

Prambanan di masa lalu.

Gempa bumi 27 Mei 2006 yang lalu meninggalkan kerusakan yang cukup parah pada ketiga candi wahana. Dari ketiga bangunan candi wahana, kerusakan material bangunan yang paling parah adalah Candi Garuda, karena masih banyak ditemukan batu-batu yang runtuh dan pecah pada bagian atap, sedangkan kerusakan pada bangunan lainnya kebanyakan terjadi pada batu ratna. Walaupun terdapat batu-batu yang runtuh tetapi kondisinya tidak banyak yang pecah. Apabila dilihat sebaran fragmen yang terdapat di lorong candi, tampak bahwa pecahan batu bagian atap Candi Garuda masih banyak yang berada di tempatnya (*in situ*), sementara Candi Nandi dan Candi Angsa sudah banyak yang jatuh di lorong bangunan.

Setelah melalui kajian mendalam atas kerusakan pada setiap bangunan candi, maka dibuat skala prioritas untuk kegiatan rehabilitasi yang dilakukan tahap demi tahap. Mengawali dari keseluruhan rangkaian kegiatan adalah dengan melakukan rehabilitasi candi Garuda yang telah dilakukan selama tiga tahap yakni, tahap I yakni dari tanggal 10 September 2007 sampai dengan 10 Desember 2007, tahap II yakni sejak 17 Desember 2007 sampai dengan 24 Januari 2008, tahap III yang dikerjakan selama 100 hari yakni mulai 7 April 2008 sampai dengan 4 Agustus 2008. Adapun rehabilitasi candi Nandi yang dilaksanakan satu tahap selama 5 bulan dimulai pada Agustus hingga Desember 2008. Untuk tahun 2009 ini sejumlah upaya rehabilitasi tengah dilakukan terhadap candi Wisnu, Brahma serta sebagian pagar I sisi barat. Di masa-masa mendatang diharapkan keseluruhan bangunan candi dapat segera terselesaikan upaya rehabilitasi.

Pekerjaan rehabilitasi pascagempa bukanlah pekerjaan semalam, karena berlangsung lama dan di dalam prosesnya melibatkan berbagai disiplin ilmu yang telah mencurahkan perhatiannya demi kelestarian peninggalan sejarah budaya yang tak ternilai ini.



Catatan Perjalanan 1150 Tahun Rara Jonggrang

Sejauh ini penamaan gugusan candi di Prambanan disebutkan dengan berbagai macam nama. Dimulai dari istilah yang jamak dikenal yaitu 'Prambanan', kemudian 'Rara Jonggrang' yang penamaannya dilatarbelakangi legenda yang dikenal masyarakat. Dan terakhir adalah 'Siwagraha' atau 'Siwalaya'. Ini adalah penamaan yang dijumpai dalam prasasti berbahasa Jawa Kuna yang berangka tahun 778 Saka. Meski demikian, ketiga nama tersebut semuanya tetap mengacu pada satu bangunan yakni bangunan Candi Prambanan.

Penamaan sebuah bangunan candi setidaknya dikenal tiga cara yakni berdasar penamaan yang dijumpai dalam prasasti, penamaan atas dasar lokasi temuan serta penamaan berdasarkan penyebutan oleh masyarakat setempat.

Pada masa-masa awal – kemungkinan dari salah pengejaan – para pelancong Eropa menyebutkan sebagai *Brambanan*, *Brambanam* atau kadang *Brambanang*. Nama *Brambanan* setidaknya masih melekat pada nama stasiun kereta api yang berada ± 2 km di sisi tenggara candi. Stasiun milik NISM (*Nederlandsch-Indische Spoorweg Maatschapij*) ini pertama kali diresmikan tidak lama sebelum kunjungan Scidmore di tahun 1895-1896.

Penamaan 'Prambanan' hingga saat ini masih belum mendapat penjelasan yang memuaskan. Groneman (1901)

menyebutnya sebagai *Parambanan* yang berasal dari kata *ramban* yang berarti mengumpulkan dedaunan. Sedangkan, J.Crawfurd (1885) menyebutkan bahwa kata ini berasal dari kata *parabrahmana* yang bermakna tempat tinggal para brahmana. Namun penjelasannya sejauh ini masih diragukan (Jordaan, 2009: 12). Pendapat lain yang sepertinya lebih dapat diterima adalah pendapat Soekarto yang berlandaskan pada isi prasasti Poh. Dalam prasasti tersebut terdapat penyebutan seorang warga desa sekitar *Wanua Poh* yang bernama Dhanada. Ia berasal dari *Wanua Pangramwan* yang termasuk dalam *sima Wadihati*. Prasasti Poh memuat sejumlah toponim kuna yang berada di sekitar Prambanan di tahun 827 Saka. Prasasti ini ditemukan di dukuh Plembon, Prambanan.

Arca Dewi Durga di bilik utara candi Siwa

Nama *Pangramwan* ini kemudian diperkirakan sebagai cikal bakal dari nama Prambanan dengan penambahan suffiks –an (Soekarto, tt: 11). Mengingat di daerah sekitar Prambanan masih dijumpai sejumlah toponim kuna yang relatif sesuai dengan kondisi saat ini. Semisal Kelurak (*Kalumwarak*), Cepit (*Hinapit*), Taji (*Tajigunung*), Ijo (*Hijo*) dan masih banyak lainnya (Kusen, 1991: 49). Menariknya kata *Pangramwan* merupakan suatu kata yang berasal dari kata *ramwan* yang bermakna perahu rakit (Zoetmulder, 1997: 916). Mungkinkah ada kaitannya antara *Pangramwan* dengan sungai Opak!

Penyebutan dengan nama Rara Jonggrang justru semakin terkenal karena adanya tulisan-tulisan dari J.W. IJzerman dan Thomas Sir Raffles yang mengadopsi dari legenda yang berkembang di daerah sekitar Prambanan, sehingga dikenal luas di kalangan antiquarian Eropa. Seperti halnya N.J Krom yang lebih cenderung sering menggunakan istilah Rara Jonggrang dalam berbagai tulisannya. Pada dasarnya pemakaian nama Rara Jonggrang

Rara Jonggrang Dalam Legenda Bandung Bondowoso

"Rara Jonggrang adalah seorang putri semata wayang Raja Boko, penguasa di Kerajaan Medang Kamulan. Karena kecantikannya, seorang pangeran bernama Bandung Bondowoso berniat menyuntingnya sebagai istri. Raja Boko akan menyerahkan anak gadisnya asal ia bisa mengalahkan dirinya dalam sebuah pertempuran. Walhasil, terbunuhlah Raja Boko. Di lubuk hati lara Jonggrang takterbesitpun untuk menjadi istri pembunuh ayahnya. Namun, ia terlalu takut untuk menolak pinangannya. Maka ia mensyaratkan bagi Bandung Bondowoso untuk membuat seribu candi lengkap dengan arcanya dalam waktu semalam.

lebih didasari oleh eksotisme dalam legenda tersebut. Tokoh wanita yang bernama Rara Jonggrang dalam legenda ini menjelma menjadi arca terakhir dari seribu arca yang dipersyaratkan bagi Bandung Bondowoso. Arca tersebut seringkali dinisbatkan dengan arca *Durga Mahisasuramardini* yang berada di bilik utara candi Siwa. Rara Jonggrang secara harafiah bermakna 'gadis semampai', tentunya bukan menunjuk secara ikonografis atas arca Durga berlengan delapan dan berdiri di atas *mahisa* (kerbau).

Durga Mahisasuramardini merupakan salah satu sakti dari Dewa Siwa yang sangat terkenal di India. Di India Timur, Durga dipuja di setiap musim gugur pada pertengahan ke dua bulan *Aswina*. Di dalam naskah *Devi Mahatnya* diceritakan asal muasal Durga. Berawal dari kemalangan dan kekalahan yang menimpa para dewa akibat peperangan dengan Mahisasura, maka para dewa memohon pertolongan Siwa dan Wisnu.

Dari rasa marah Dewa Siwa dan Wisnu terhadap *Asura* muncullah lidah api yang menyala-nyala dari keduanya. Kekuatan lidah api itu lantas bergabung menerangi segala penjuru dan mengumpul membentuk tubuh seorang wanita cantik. Dewa Siwa memberikan *trisula*, Wisnu memberikan *cakra*, Waruna memberikan *sangkha* dan *pasa*, Agni memberi tombak, Maruta memberikan busur dengan anak panahnya, Indra memberi *vajra* dan *Gantha*, Yama

Perangko bertema legenda Lara Jonggrang yang diterbitkan oleh PT.Pos Indonesia pada tahun 1998. Atas, peperangan Bandung Bondowoso dengan Raja Boko Tengah, Rara Jonggrang mengajukan syarat Bawah, pembangunan seribu candi dengan bantuan para jin.

Dengan dibantu sepasukan jin, Bandung Bondowoso nyaris bisa menyelesaikan persyaratan Rara Jonggrang, namun seketika para jin melarikan diri sebelum pekerjaan usai. Disebabkan oleh memerahnya langit di ufuk timur yang diiringi sahutan kokok ayam jantan yang sebenarnya hanyalah para utusan Rara Jonggrang yang membakar jerami dan memukul alu. Bandung Bondowoso merasa telah diperdaya oleh Rara Jonggrang. Maka, dikutuklah Rara Jonggrang menjadi arca batu yang ke seribu untuk melengkapi keseluruhan arca

memberi *kamandalu*, Kala memberi pedang dan perisai, Lautan Susu memberi kalung mutiara, Visvakarma memberi kapak dan baju zirah, Haimavat memberi seekor singa sebagai wahana, Kuwera memberi mangkuk, Sesa memberi sebuah kalung ular yang dihiasi dengan permata. Dengan perlengkapan pemberian para dewa tersebut, Durga berhasil membunuh para *asura* dan mengalahkan Mahisasura (Sahai, 1975: 182).

Arca Durga di Candi Prambanan ini diselesaikan dengan indah, lengkap dengan perhiasan mewah. Mengenai arca Durga yang berada di bilik utara ini N.J Krom (1923) berpendapat bahwa sandaran arca Durga yang saat ini pada mulanya ditempatkan sebuah arca lain yang lebih kecil. Pendapat ini didasarkan pada tampilan makara dan lidah api yang tertutup dengan fisik arca Durga yang lebih besar.

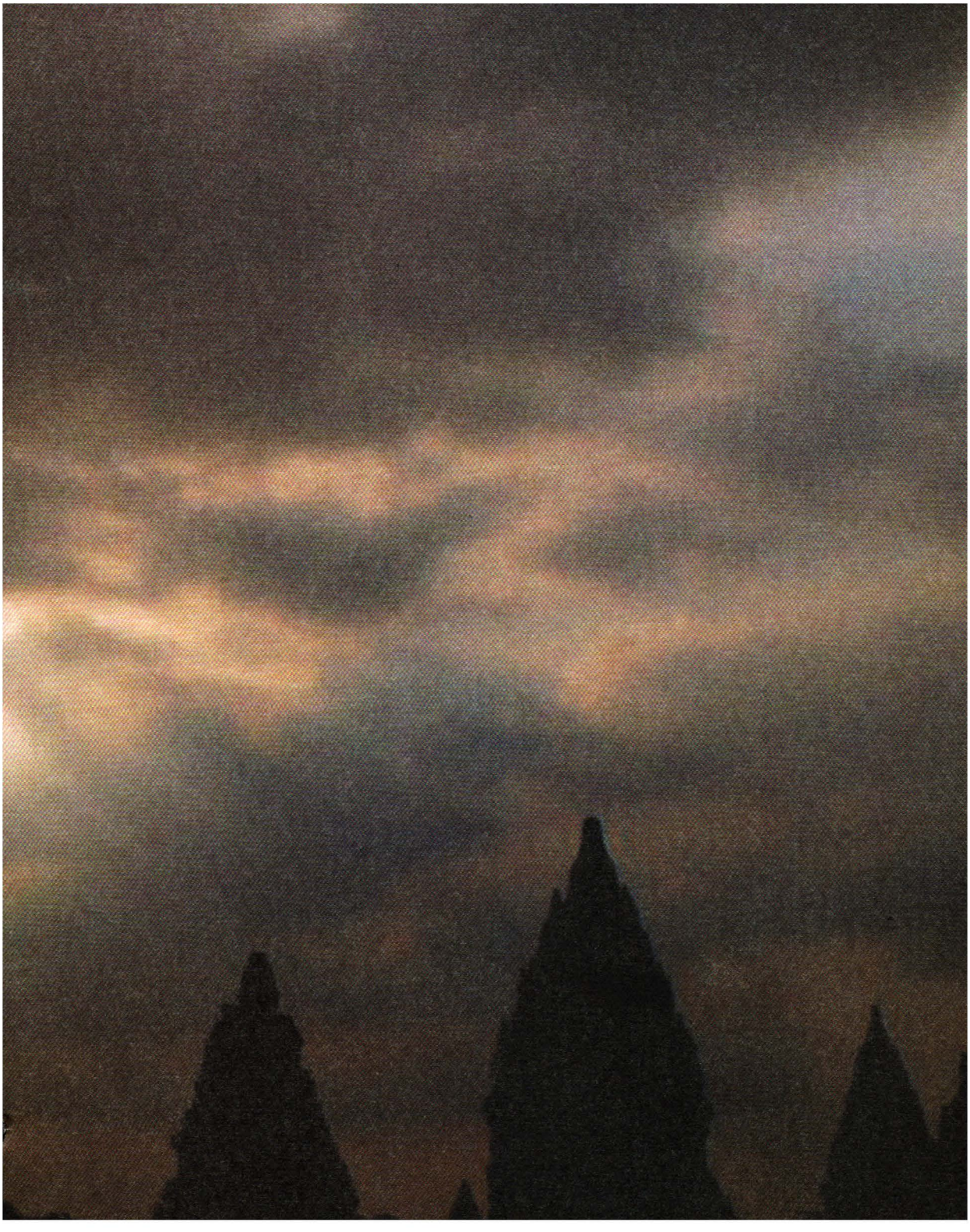
Sepertinya akan lebih tepat jika identifikasi Rara Jonggrang dihubungkan dengan Candi Siwa, karena merupakan bangunan paling tinggi (atau semampai) di keseluruhan Candi Prambanan. Di sini kita mendapati fakta tersamar bahwa legenda Bandung Bondowoso – kemungkinan sekali – muncul sebagai *folklore* masyarakat Prambanan ketika candi Siwa masih berdiri kokoh. Yakni sebuah menara gading sebagai monumen kejayaan Mataram kuna yang berdiri tinggi semampai di dataran Prambanan yang subur.

Di lain pihak kita menjumpai sebuah penyebutan dari dalam prasasti, yakni *Siwalaya* dan *Siwagrha* atau rumah Siwa yang merupakan penyebutan secara umum bagi percandian Prambanan. Menariknya dalam prasasti Siwagraha tersebut kita tidak menjumpai penyebutan pemandangan detil mengenai candi-candi Trimurti, penyebutan arca-arca utama seperti Siwa, Durga, Agastya, dan Ganesha atau bahkan candi-candi wahana pun tidak ada. Penyebutan adanya arca dewa (*bhatara*) pun disebut secara sekilas yakni ketika diresmikan … *yatekana tewek bhatara ginawai sinangskara weh* …

Adanya candi-candi perwara yang disusun bersap-sap, aliran sungai, dwarapala bermuka galak, pohon-pohon yang tumbuh di halaman candi serta panti tinapan justru disebutkan dalam proporsi yang lengkap. Setidaknya prasasti Siwagraha hingga kini masih menyimpan sejumlah pertanyaan yang belum terjawab.

Tak lebih dari 240 gugusan candi besar dan kecil dijumpai di kompleks percandian Prambanan. Masing-masing memiliki nama yang berbeda berdasarkan istilah yang dikenal masyarakat dan istilah khusus yang dikenal di lingkungan kepurbakalaan.

Identifikasi nama *Siwalaya* atau *Siwagraha* sebagai Candi Siwa lebih didasarkan atas penempatan arca Siwa di dalam candi terbesar. Hal semacam ini dapat dianalogikan dengan penamaan candi-candi di sekitar Prambanan seperti *Tarabhawana* yakni candi Kalasan yang dahulu di dalam bilik utamanya bertahta arca logam dewi Tara, kemudian kita mengenal adanya *Manjusrigraha* sebagai candi Sewu yang di bilik



utamanya juga ditahtakan arca Manjusri.

Permasalahan pun dapat terjadi pada penyebutan ketiga buah candi di sisi timur Candi Wisnu, Siwa dan Brahma. Ketiganya seringkali – bahkan hingga kini – dinamakan sebagai candi Wahana yakni candi yang berisi para *wahana* atau kendaraan para dewa utama yakni Garuda, Nandi dan Hamsa. De Haan (1927) dengan tegas menolak penggunaan istilah 'candi wahana'. Penolakannya tersebut didasarkan pada laporan Ijzerman pada tahun 1891 yang menyebutkan bahwa di 'candi garuda' dahulunya berisi arca Siwa yang telah pecah terpotong di antara reruntuhan bangunan. Lebih jauh De Haan lebih menyukai dengan penyebutan sebagai candi B untuk 'candi Garuda' dan candi A untuk 'candi Hamsa' (Jordaan, 2009).

Penggunaan istilah 'candi A' dan 'candi B' pada dasarnya merupakan terminologi yang lebih bisa diterima bagi kalangan ilmuwan. Meski demikian, penggunaan istilah 'candi Wahana' pun masih sering dipakai dalam berbagai tulisan ilmiah. Tidak berbeda pula dengan penggunaan 'Candi Nandi, Garuda dan Hamsa' merupakan istilah umum yang lebih dikenal oleh wisatawan.

Pada bagian kedua buku ini diuraikan secara singkat perjalanan sejarah Sang Rara Jonggrang ketika masih hidup, menghilang dan pada akhirnya hidup abadi kembali. Rara Jonggrang dihidupkan oleh masyarakat pendukungnya yang terwakili oleh keberadaan prasasti Siwagraha. Kemudian ia menghilang selama beberapa abad dan kemudian tercatat kembali dalam lembaran sejarah sejak didatangi oleh para pelancong dan antiquarian Eropa di abad 18-19 Masehi. Pada akhirnya ia dibangkitkan kembali dari tidur panjangnya agar kembali tegak berdiri. Lembar sejarah Rara Jonggrang untuk sejenak terhenti pada tahun 2006 ketika gempa tektonik besar mengguncang daerah Prambanan dan sekitarnya.

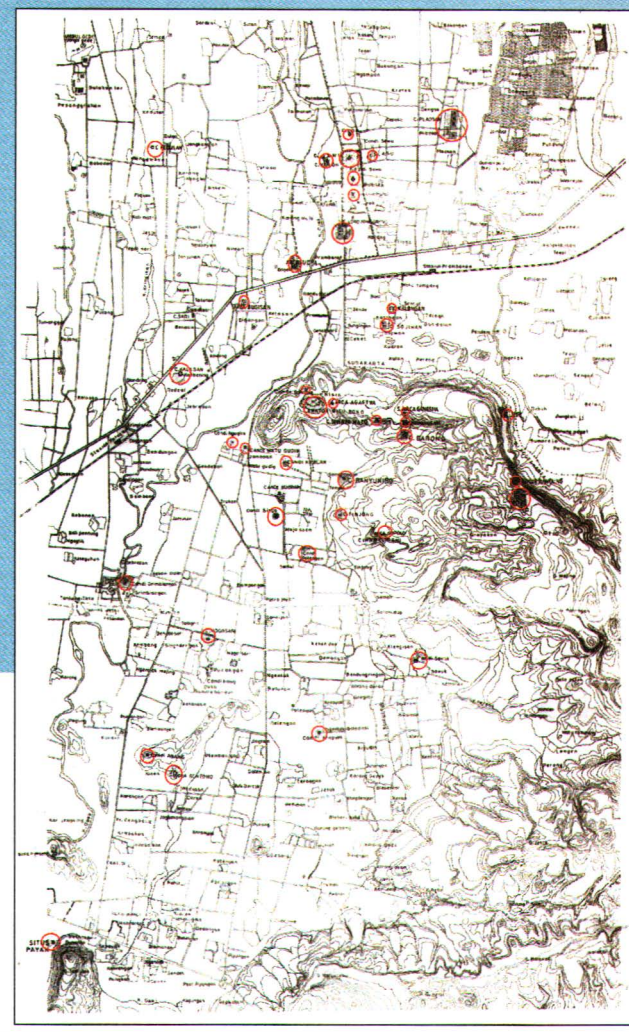
Diresmikan di Tahun 856

Rekonstruksi sejarah Candi Prambanan sedikit tersingkap dengan adanya temuan prasasti batu bertarikh 778 Saka (856 M). Meski demikian, tidak diketahui dengan pasti kapan dan dimana prasasti tersebut ditemukan. Saat ini prasasti tersebut disimpan di Museum Nasional Jakarta dengan nomor inventaris D28.

Prasasti yang ditulis bermetrum dengan bahasa dan huruf Jawa Kuna berisikan sebuah paparan yang rinci tentang suatu kompleks percandian Siwa yang identik dengan Candi Prambanan pada tahun 778 Saka. Informasi yang sampai ke kita di masa kini hanyalah periode peresmian saja oleh seorang raja bernama Jatiningrat. Kita tidak mengetahui apapun mengenai masa-masa awal pendirian komplek percandian Hindu ini.

Distribusi Candi di Kawasan Prambanan

Sebagian besar situs candi di kawasan Prambanan lebih banyak dijumpai di tempat yang tidak terlalu tinggi(kurang dari 200 m), kelerengan yang datar hingga landai (0-2%) dan bentuklahan berupa dataran fluvio gunung api. Topografi yang sedemikian memberikan sejumlah kemudahan besar bagi manusia untuk bergerak untuk melakukan berbagai macam kegiatan dalam upaya memenuhi keperluan hidupnya, sedangkan hasil dari proses geomorfologi yang berupa pelapukan bahan alam sangat menguntungkan manusia dalam bidang pertanian (Mundardjito, 2002: 285)



Dari uraian deskriptif dalam prasasti Siwagraha secara tersirat menampakkan bahwa bangunan telah selesai atau setidaknya telah lengkap keseluruhan ketika diresmikan di tahun 778 Saka (856 M). Dengan melihat besarnya kompleks percandian menimbulkan argumentasi jika Candi Prambanan dibangun jauh sebelum tahun 856 Masehi. Bahkan Dumarcay (1991) berpendapat jika Candi Prambanan dibangun dalam tempo waktu 24 tahun yakni antara tahun 832 M dan selesai tahun 856 M. Meski pendapat ini masih diragukan. Uraian yang mendalam mengenai prasasti Siwagraha diperoleh dalam tulisan Casparis (1956), ia berpandangan bahwa Candi Prambanan sekitar pertengahan abad 9 M bersamaan dengan saat terjadi perebutan kekuasaan antara dinasti Sailendra dan kebangkitan kembali Dinasti Sanjaya oleh Rakai Pikatan (Jordaan, 2009).

J.G. Casparis membagi isi prasasti Siwagraha menjadi dua bagian penting. Pertama, adalah bagian yang berkaitan dengan pendirian bangunan-bangunan candi (*dharmma*) yang dijumpai pada bait 11 sampai dengan 23. Kedua, adalah bagian yang berkaitan dengan peresmian dan penetapan tanah sima yang terjadi pada hari Kamis Wage tanggal 11 bulan Margasira tahun 778 Saka sekaligus peresmian arca dewa (Casparis, 1956).

Dari sisi arsitektur bangunan, Bhattacharya (1978) berpandangan jika bangunan Candi Prambanan dan candi Sewu masih menampakkan ciri-ciri arsitektur Budhis yakni *Sarvatto Badhra* yang berkembang di Paharpur (Bengali) sekitar tahun 770-810 yakni masa Dharmapala (Jordaan, 2009: 57).

Pendapat Bhattacharya tersebut menarik karena mengaitkan arsitektur Candi Prambanan dengan arsitektur Budhis yang berkembang dari abad ke-8 hingga 9 awal. Secara semi makro Candi Prambanan berada di sebuah kawasan yang memiliki kepadatan bangunan candi yang beragam. Khususnya pada bagian sisi timur kali Opak dimana terdapat candi Bubrah, Lumbung dan Sewu. Diperkirakan keempat candi besar yang berderet ini memiliki kesatuan *mandala*. Pott (1966) mengkaji dengan menggunakan konsep *matra* Budhis bertingkat yang apabila ditilik dari perspektif teologi, Candi Prambanan memiliki keterkaitan dengan candi-candi lain bercorak Budha seperti Candi Sewu, Bubrah dan Lumbung (Jordaan, 2009).

Sebuah temuan menarik berupa arca Siwa bimetalik yang ditemukan di reruntuhan candi Sewu. Arca tersebut memiliki atribut sebagai dewa Siwa namun sikap tangannya adalah *anjalihasta mudra* yakni sikap menyembah. Timbul Haryono (1996) mencermati data ikonografi arca tersebut dan kemudian membandingkan dengan data tekstual *Nispanayogavali* tentang *dharmadhatu wagiswaramandala* hingga dapat diperoleh kesimpulan bahwa arca tersebut penggambaran Maheswara yang berada dalam konteks *dharmadhatu wagiswaramandala*. Dengan demikian dapat disetujui bahwa pembangunan Candi Prambanan dan keletakkannya yang berdekatan dengan kompleks candi agama Budha tidak perlu ditafsirkan sebagai tandingan candi besar agama Budha, akan tetapi merupakan desain besar teologis yang menggambarakan mandala sebagaimana halnya candi Banon yang berdekatan dengan candi Borobudur, candi Mendut dan candi Pawon (Haryono,1996).

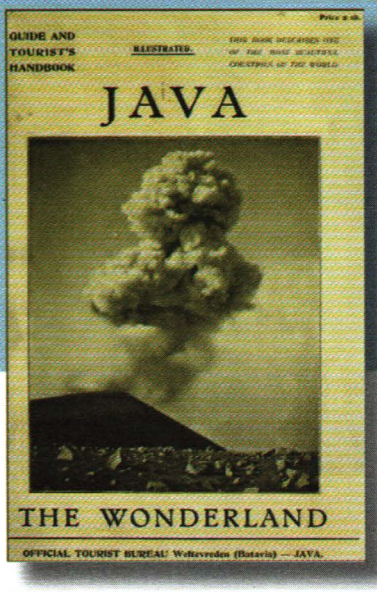
Salah satu informasi menarik yang terdapat pada prasasti Siwagraha adalah penggambaran secara eksplisit kondisi Candi Prambanan pada saat itu yang pada dasarnya dapat dikategorikan sebagai pantulan alam yang jamak diceritakan dalam kakawin. Di tahun 778 Saka lingkungan alamiah *griha hayu ning hyang* disebutkan bersamaan dengan pohon tanjung, pohon Ki Muhur, pohon Parijata, serta aliran sungai. Adanya aliran sungai yang dialihkan *lwah innalihaken* dalam prasasti Siwagraha sangat menarik, karena ada dua pernyataan yang bertolak belakang. Pernyataan datang dari Casparis (1956) menyebutkan aliran sungai dialihkan sehingga menyusuri halaman candi. Sedang peryataan kedua adalah dari Boechari (1973) yang menyebut jika aliran sungai dipindahkan karena menyentuh halaman candi. Perbedaan pendapat tersebut hanya terletak pada terjemahan sebuah partikel penanda hubung Jawa Kuna '*apan*' yang dapat berarti 'karena, sebab, sebagai'.

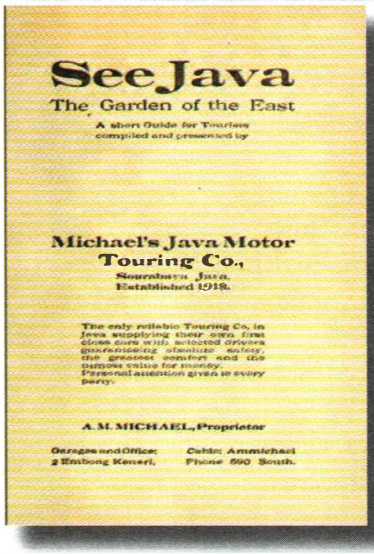
Ada perbedaan mendasar mengenai dua pernyataan tersebut. Pertama berarti aliran sungai justru dimasukkan ke halaman candi, sedang pernyataan kedua bermakna aliran sungai dipindahkan keluar halaman candi. Dengan demikian jika pernyataan pertama yang benar berarti aliran sungai harus dibelokkan ke timur, sebaliknya jika pengertian kedua yang benar seharusnya sungai dibelokkan ke barat. Adakah sungai yang dimaksud adalah Sungai Opak yang mengalir di sisi barat Candi Prambanan?

Permasalahan pokok yang muncul apakah dalam kenyataan sungai Opak pernah mengalami pemindahan aliran sungai? Hal ini muncul karena adanya kenyataan bahwa halaman ketiga dari kompleks Candi Prambanan ternyata tidak konsentris seperti dua halaman lainnya, tetapi agak menyerong seolah-olah untuk menghindari aliran sungai. Sehingga timbul pertanyaan, apakah sebenarnya yang dipindahkan itu sungai ataukah halaman ketiga. Guna menyelidiki informasi dari prasasti maka pernah dilakukan survey dengan menggunakan metode geofisika elektromagnetik *very low frequency* (VLF) yang bertujuan untuk membuktikan ada tidaknya sungai purba di bawah permukaan tersebut di sekitar Candi Prambanan. Dari hasil survey tersebut diketahui adanya sebaran konduktivitas tinggi pada batuan di bawah Candi Prambanan dengan kedalaman 14 -16 m dari permukaan tanah. Sedangkan daerah konduktif lainnya diperkirakan merupakan katong-kantong air yang terkumpul pada batu pasir atau bisa juga merupakan saluran-saluran purba yang lebih kecil lainnya. Secara terpadu apabila daerah konduktif tersebut di korelasikan akan menggambarkan posisi keberadaan sungai purba bawah tanah (Sismanto, 2007a: 13).

Dari pengujian geolistrik yang juga dilakukan pada tahun 2007 di halaman I Candi Prambanan juga menghasilkan data bahwa candi-candi di halaman I berdiri di atas tanah urug dengan ketebalan lapisan di bagian selatan relatif lebih tebal ($\pm$ 8 m) daripada bagian utara ($\pm$ 4 m) (Sismanto, 2007b: 12). Tanah urug di halaman I berupa tanah bercampur pasir, kerikil dan tatal-tatal andesit dan batu putih (*tuff*) dalam jumlah yang sangat besar. Selain itu dari hasil penelitian arkeologis diketahui jika bangunan Candi Wisnu, Siwa dan Brahma berdiri pada sebuah batur pondasi batu putih. Batur pondasi ini merupakan kaki tersembunyi yang menopang bangunan candi dengan alas pondasi yang berdiri di atas permukaan tanah asli, yakni kondisi tanah berpasir yang belum ada pengurugan hingga setebal $\pm$ 5 meter.

Dari hasil penelitian mutakhir tersebut menunjukkan bahwa pekerjaan pembangunan Candi Prambanan adalah sebuah pekerjaan mahabesar dalam peradaban masyarakat Jawa Kuna. Hal tersebut masih harus disempurnakan dengan penyelesaian arsitektur dan teknis bangunan Candi Prambanan yang juga tak kalah rumitnya. Hal tersebut semakin meyakinkan pendapat bahwa Candi Prambanan telah didirikan dengan perencanaan yang matang.





Atas, sampul booklet wisata Java The Wonderland *diterbitkan sekitar tahun 1900 yang dicetak di Batavia.*
Bawah, See Java The Garden of The East *yang diterbitkan di Surabaya pada tahun 1918.*
(Sumber: http//archive.org)

Pariwisata di Masa Hindia Belanda

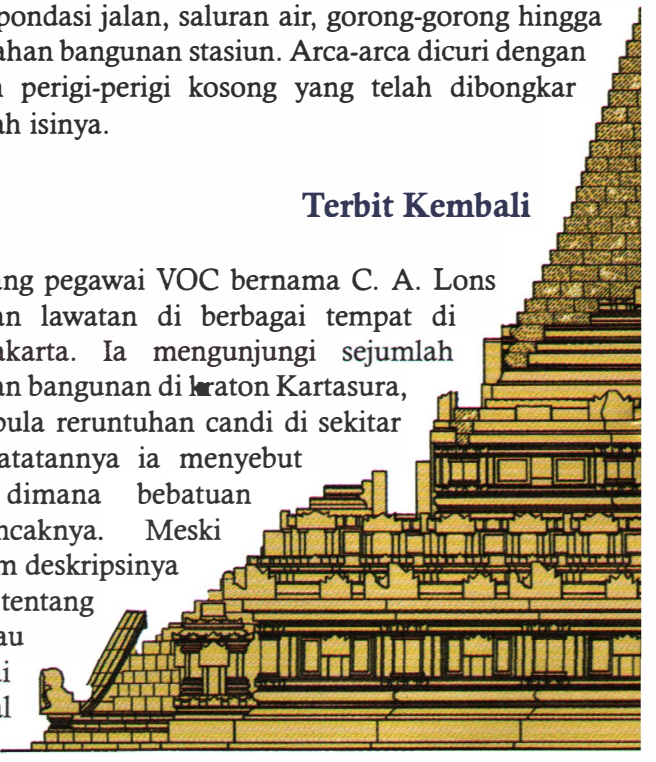
Booklet yang menawarkan keindahan alam dan eksotisme budaya Indonesia (baca: Jawa) banyak bermunculan bersamaan dengan pertumbuhan ekonomi yang tumbuh pesat di sepanjang tigadasawarsa pertama abad ke-20. Di dalam brosur tersebut telah dituliskan panduan bagi wisatawan manca ketika harus bercakap dalam bahasa pribumi, panduan hunian hotel beserta tarifnya, serta obyek-obyek wisata yan layak dikunjungi. Umumnya brosur tersebut telah dilengkapi dengan ilustrasi foto.

Namun demikian agaknya masih menyisakan pertanyaan apakah kompleks percandian ini dibangun dengan tuntas. Karena pada kenyataannya kita menjumpai adanya sejumlah relief yang belum selesai terpahat, serta hiasan yang belum terpasang. Krom berpendapat jika hal tersebut lebih disebabkan oleh adanya bencana yang mengakhiri pekerjaan besar ini. Adakah gempa sebagaimana tahun 2006 yang lalu?

Satu fakta yang tak terbantahkan bahwa keelokan arsitektur bangunan Candi Prambanan runtuh dan menghilang bersama sejarah emasnya selama beberapa belas abad. Nasib buruk pun merundung reruntuhan batu dari bangunan suci ini. Tak terbilang blok-blok yang batu dimanfaatkan sebagai pondasi bangunan, pondasi jalan, saluran air, gorong-gorong hingga dijadikan bahan bangunan stasiun. Arca-arca dicuri dengan menyisakan perigi-perigi kosong yang telah dibongkar untuk dijarah isinya.

Terbit Kembali

Pada tahun 1733 seorang pegawai VOC bernama C. A. Lons mengadakan kunjungan lawatan di berbagai tempat di Surakarta dan Yogyakarta. Ia mengunjungi sejumlah peninggalan-peninggalan bangunan di kraton Kartasura, Kota Gede, termasuk pula reruntuhan candi di sekitar Prambanan. Dalam catatannya ia menyebut adanya bukit-bukit dimana bebatuan menyembul di puncaknya. Meski diragukan apakah dalam deskripsinya tersebut ia bertutur tentang Candi Prambanan atau Candi Sewu? Sampai dengan sekitar awal abad 19 setidaknya



tercatat sejumlah antiquarian Belanda membuat catatan deskriptif berupa gambar dan peta sekitar Prambanan. Cornelius di tahun 1805 membuat lukisan candi Kalasan, Sari dan Sewu, namun tidak ada catatan lain mengenai Prambanan. Baru kemudian di masa kolonial Inggris, Raffles (1811-1816) memerintahkan C. Mackenzie dan G. Baker untuk melakukan survei dan deskripsi atas kekunaan di Candi Prambanan. Hasil laporan dari Mackenzie dan Baker di kemudian hari ditindaklanjuti oleh Crawfurd sebagai perintis penelitian arkeologis Candi Prambanan.

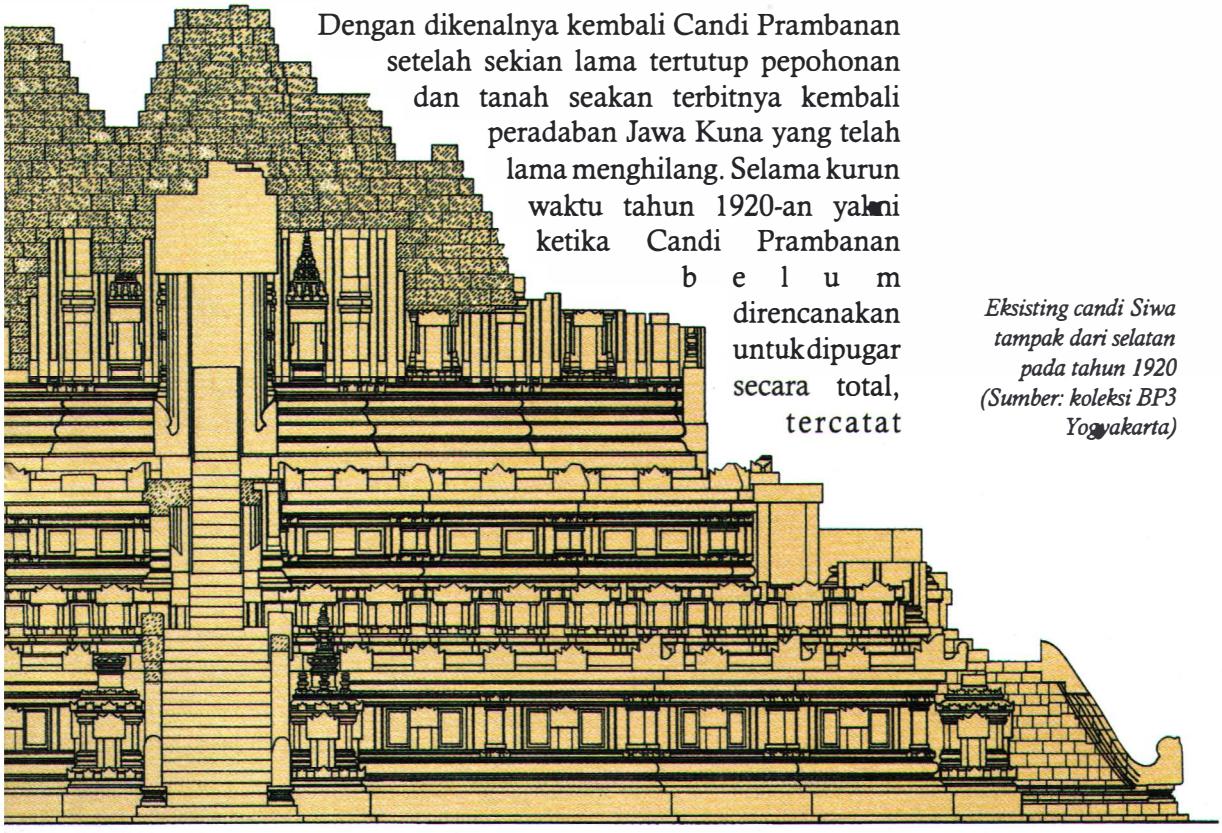
Beyond Solo one meets again with large tracts of **Teak** Reservations. But, except the **Prambanan Temples**, 10 miles outside of **Djocja**, the road from Solo to Djocja offers little of interest to the ordinary sightseer. It is the country par excellence for Tobacco growing and one sees a large number of huge drying and curing sheds on this part of the road.

Prambanan Temples. This Temple City is situated 10 miles from Djocja on the road from Solo. The walled in square contains six temples of which the most important and best preserved are the Ciwa (in the centre) the Wishnu (on the right) and the Brahma temple (on the left). Opposite the Ciwa Temple stands the temple of the Sacred Bull. Around the six temples, surrounded by a ring wall, were built the dwellings of the priests in charge. The whole is a Hindoo temple city, alas badly destroyed by earthquakes.

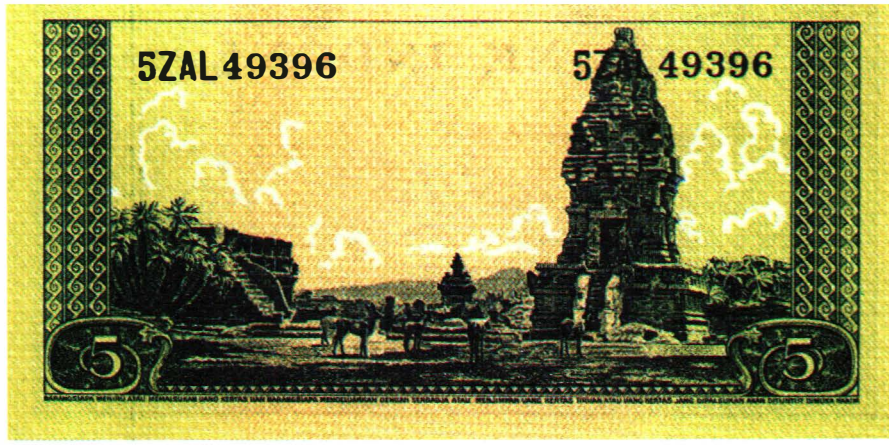
Deskripsi singkat mengenai lokasi wisata Candi Prambanan yang ditulis pada brosur See Java The Garden of The East *(Sumber: http//archive.org)*

Di tahun 1885, untuk pertama kalinya Ijzerman melakukan pembersihan dengan menebang semak belukar dan pepohonan yang menutupi reruntuhan serta membersihkan bilik-bilik candi dari reruntuhan. Di tahun 1889 Groneman juga melakukan pembersihan terhadap reruntuhan, namun sayangnya pembersihan tersebut justru membuat keadaan semakin memburuk. Groneman di dalam membersihkan reruntuhan tidak melakukannya secara sistematis, ia hanya menata potongan batu yang memiliki bentuk sama dan membuang batu-batu yang sekiranya 'tidak' penting ke sungai Opak.

Dengan dikenalnya kembali Candi Prambanan setelah sekian lama tertutup pepohonan dan tanah seakan terbitnya kembali peradaban Jawa Kuna yang telah lama menghilang. Selama kurun waktu tahun 1920-an yakni ketika Candi Prambanan belum direncanakan untuk dipugar secara total, tercatat



Eksisting candi Siwa tampak dari selatan pada tahun 1920 (Sumber: koleksi BP3 Yogyakarta)



Uang kertas yang dikeluarkan oleh pemerintah pada tahun 1952 yang memuat gambar candi Apit selatan (Sumber:http//www.ATSnotes.com)

sejumlah biro perjalanan wisata telah menawarkan Candi Prambanan sebagai tujuan kunjungan wisatawan Eropa khususnya. Sejumlah biro wisata dari Batavia dan Surabaya telah menerbitkan brosur panduan wisata yang terbit sekitar tahun 1900 dan 1918. Di dalamnya telah memasukkan Candi Prambanan sebagai obyek yang layak dikunjungi. Brosur-brosur berilustrasi foto tersebut sudah memuat informasi singkat sejarah dan latar belakang agamanya yakni agama Hindu.

Kunjungan wisata tersebut juga didukung oleh semakin berkembangnya sarana transportasi berupa kereta api. Jalur rel yang menghubungkan Yogyakarta-Surakarta (*Vorstenlanden*) dengan Semarang telah ada sejak tahun 1870-an yang dikelola oleh NISM (*Nederlandsch Indische Spoorweg Maatschappij*). Di sepanjang jalur tersebut dibangun stasiun-stasiun sebagai tempat naik turun penumpang dan barang komoditas. Catatan E.R. Scidmore yang mengunjungi Candi Prambanan di tahun 1895, menyebutkan pada waktu pertama kali datang ke Candi Prambanan ia menggunakan kereta api. Selanjutnya ia juga mendeskripsikan kondisi stasiun Brambanan dengan kepala stasiun yang ramah dan simpatik.

Membangun Puing

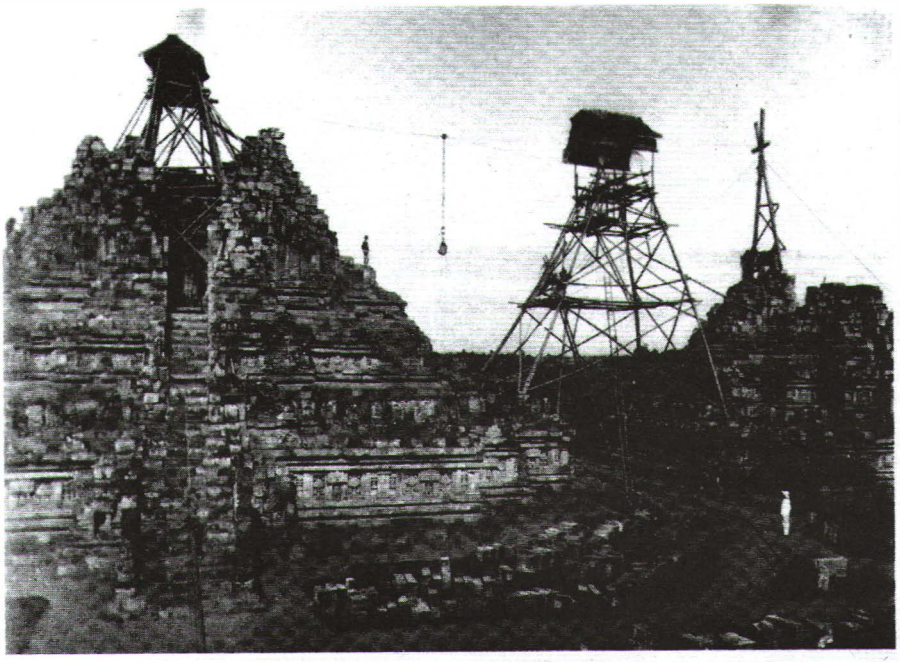
Sejauh catatan historis yang masih tersisa hingga saat ini diyakini bahwa titik awal rekonstruksi atas bangunan Candi Prambanan – Siwa khususnya – dirintis oleh Ijzerman pada tahun 1885. Ia adalah ketua *Archaeologische Vereeniging van Jogja* yakni semacam perkumpulan arkeolog swasta. Meski demikian kita juga tidak bisa mengabaikan peran para pionir-pionir sebelum Ijzerman yang telah membuat sketsa, ilustrasi maupun dokumen fotografi mengenai kondisi candi saat itu. J. Mitan dengan sketsa candi Siwa yang dibuat untuk buku *History of Java* karya Raffles di tahun 1817, serta tokoh semacam Woodbury dan Page serta Kasijan Cephas di akhir abad 19 telah menghasilkan dokumentasi foto yang sangat bernilai.

Upaya Ijzerman di tahun 1885 tersebut sebatas membersihkan bilik-bilik dari reruntuhan batu serta melakukan sejumlah penelitian melalui penggalian. Di tahun 1891 terbit tulisannya yang berjudul *Beschriving der Oudheden* yang hasilnya adalah menegaskan bahwa reruntuhan candi tersebut merupakan candi yang bercorak Siwa bukan Budha

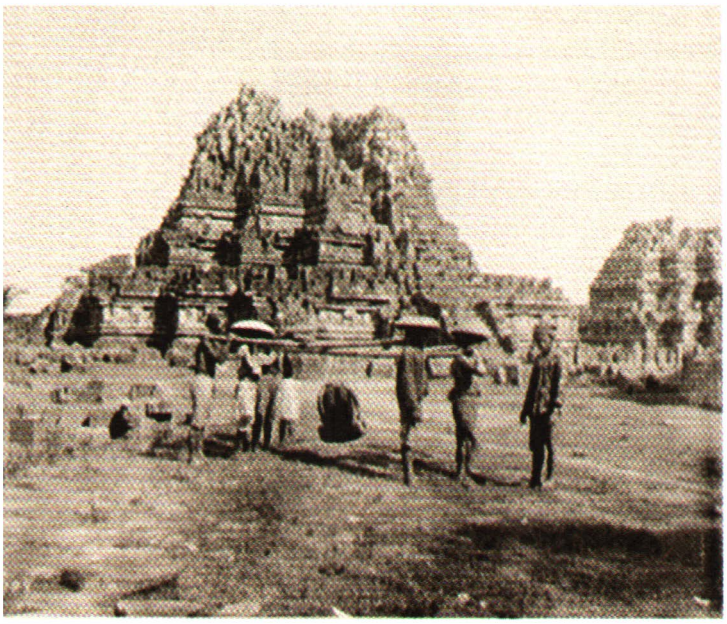
sebagaimana diyakini oleh pendahulunya yakni J. Crawfurd. Pada tahun 1889, Groneman lebih banyak melakukan eksplorasi di candi halaman pusat. Namun usahanya tersebut justru menghasilkan kekacauan bagi upaya pemugaran pada tahun-tahun berikutnya.

Pada saat pembersihan, ia melepas susunan batu-batu yang telah longgar, mengumpulkan sejumlah besar batu tanpa sistematika yang jelas. Hal terburuk yang dilakukannya adalah pembuangan sejumlah blok batu yang tidak jelas asalnya ke ngarai barat sungai Opak. Lebih buruk lagi adalah, Groneman juga terlibat dalam pengambilan keputusan pemerintah Hindia Belanda untuk mengabulkan permintaan Raja Siam, Chulangkorn II agar dapat membawa beberapa relief dan arca sebagai cindera mata atas lawatannya di tahun 1896. Tercatat dua relief Rama dari Candi Brahma dan sebuah relief Kresna dari Candi Wisnu sempat dibawa ke Siam, namun dengan upaya diplomatis oleh Stein Callenfels dan Coedes ketiga relief tersebut dapat dikembalikan (Jordaan, 2009: 20).

Tahun 1902-1903, Th. van Erp membuat langkah besar dengan memperbaiki bilik-bilik candi Siwa yang pada waktu itu sudah runtuh. Salah satu hasil pemugaran dari masa van Erp yang dapat dijumpai adalah bagian sungkup-sungkup beton yang terpasang sangat mencolok. Upaya pemugaran yang benar-benar sistematis baru dilaksanakan di tahun 1918 oleh *Oudheidkundige Dienst* (OD) dengan dipimpin langsung oleh P.J. Perquin. Pada masa awal tersebut baru sebatas dilakukan pemilahan dan penyeleksian ulang batu-batu yang dikumpulkan oleh Groneman, pembongkaran batu dengan pemberian tanda pada masing-masing batu, serta susun percobaan dengan mengganti batu hilang dengan batu baru



Pekerjaan pemugaran candi Siwa di tahun 1920



Para pekerja mengangkut sebuah ratna dengan menggunakan peralatan sederhana (Sumber:http/www.flickr.com)

yang dipahat rata sebagai penanda.

Pekerjaan Perquin kemudian dilanjutkan oleh De Haan yang berhasilmembuatsusunanpercobaan hingga pelipit kaki candi Siwa. Sejak tahun 1927 De Haan pada dasarnya telah merencanakan pemugaran terhadap kedua candi apit. Antara tahun 1930-1933 kedua candi apit telah selesai dipugar. Namun di tahun 1930, De Haan meninggal yang kemudian pimpinan diambil alih oleh van Romondt. Di dalam pekerjaannya, van Romondt dibantu oleh van Coolwijk, Soehamir, dan Samingoen. Tahun 1937 *Welvaartfonds* (dana kesejahteraan) memberi bantuan sebesar 25 juta gulden bagi Candi Prambanan untuk melakukan pemugaran yang sesungguhnya. Meski pada kurun waktu tahun 1930 hingga 1942 merupakan masa depresi ekonomi menjelang berkecamuknya Perang Dunia II. Pekerjaan besar ini pada awalnya direncanakan akan selesai dalam waktu 8 tahun.

Pekerjaan yang dilakukan selama periode tahun 1937 hingga sebelum kedatangan Jepang adalah pemilahan teliti batu sesuai bentuk, ukuran dan ciri khasnya, pemugaran sebagian, pembuatan gambar-gambar rekonstruksi, dan susunan percobaan dari bidang-bidang horizontal. Namun di tahun 1942 bersamaan dengan revolusi fisik yang ditandai kalahnya Belanda oleh Jepang, kegiatan pemugaran sempat terhenti. Pejabat-pejabat Belanda ditawan bala tentara Jepang, termasuk pejabat OD. Sebagai penanggung jawab pekerjaan sehari-hari di Prambanan dipegang oleh Soewarno dan Samingoen. Pada masa-masa itu keadaan sangat sulit, baik dari segi pendanaan maupun bahan-bahan seperti semen yang sukar diperoleh. Terlukis dari laporan kuartal ketiga tahun 2604 (1943) yang diketik oleh Miroen – asisten Samingoen – betapa kondisi pemugaran candi Siwa sangat tersendat-sendat hanya disebabkan karena kehidupan para pekerja yang serba sulit.

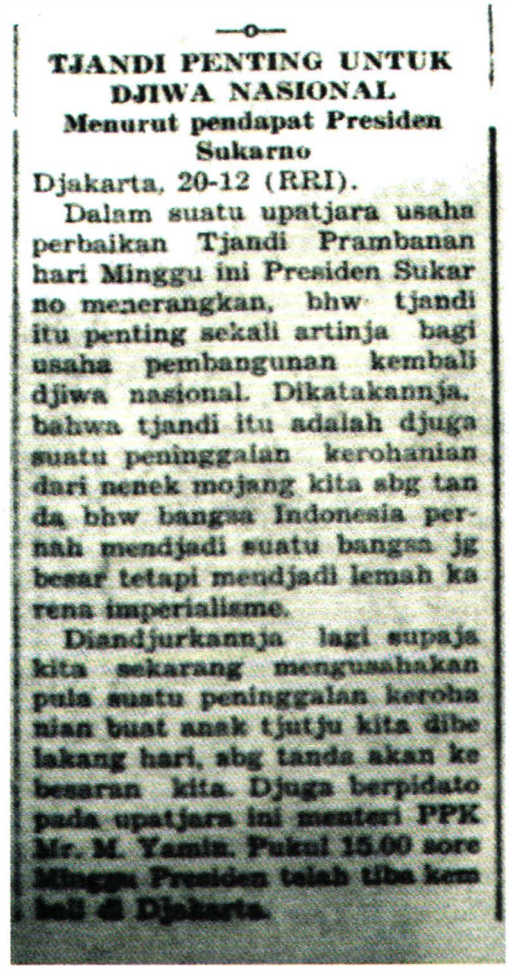
> "Berhoeboeng dengan makin meningkatnja harga bahan makanan jang langsoeng mempengaroehi semangat pekerdja-pekerdja, maka terlihatlah, bahwa kemadjoean pekerdjaan kami semakin hari poen semakin terganggoe. Akan mentjari pengganti oentoek pekerdja-pekerdja jang minta kloear, karena alasan-alasan jang ta' dapat ditolak, adalah hampir ta' moengkin. Peristiwa jang dapat membawa pengaroeh pada mereka, ialah oleh karena peroesahaan-peroesahaan lainnja seperti di Badoek (lapangan terbang), Pengok, Rikuyu

Sokyuku diadakan tjadongan makanan. Maka oleh karenanja kami oesoelkan poela agar meringankan penderitaan mereka, soepaja di pekerdjaan kami diadakan pembagian makanan. Oleh toewan pemimpin oemoem kami dapat djawaban, bahwa ini ta' moengkin. Sebagai samboetan poela kita peroendingkan dengan pemimpin-pemimpin pekerdjaan oentoek menambah oepahnja para pekerdja, dengan mengingat keradjinan, semangat dan kepadaiannja masing-masing. Akan tetapi tindakan jang telah kita ambil terseboet ta' koeat membawa peroebahan (perbaikan)"

Di tahun 1945 ketika Proklamasi kemerdekaan diproklamirkan, pembangunan candi Siwa telah mencapai tinggi 32,5 m (Sam, 1950: 4). Namun di tahun 1948 keadaan justru memburuk. Agresi Militer II pada 19 Desember 1948 telah menghentikan semua pekerjaan. Waktu itu pekerjaan candi Siwa baru mencapai 35,25 m. Pertempuran sengit terjadi di sekitar Prambanan, kantor Bagian Arsitektur dihantam granat dan dijarah, sedangkan candi Siwa juga menderita kerusakan akibat ledakan bom. Sekitar 500 lembar gambar pengukuran, penggalian dan rekonstruksi beserta foto hancur sama sekali. Arca Budha di desa Bogem pecah berkeping-keping terkena ledakan granat.

Pada tanggal 28 Mei 1949, Yogyakarta dan daerah sekitarnya telah kembali lagi ke pangkuan Republik Indonesia, tetapi OD belumlah pulih sepenuhnya. Hanya Soewarno dan Samingoen yang menata kembali kantor, sedangkan Soehamir mendapat tugas belajar di Belanda yang pada akhirnya justru meninggalkan lapangan kepurbakalaan (Atmosudiro,2002:13).

Pada tanggal 6 Juni 1949, pekerjaan kembali dilanjutkan oleh Bagian Purbakala Djawatan Kebudajaan RI dan dipimpin kembali oleh van Romondt. Pada bulan Januari 1952 pekerjaan telah mencapai puncak candi dan pada 20 Desember 1953 candi Siwa diresmikan oleh Presiden Soekarno. Peresmian sebuah monumen sebagai simbol bangsa besar yang memiliki



—o—

TJANDI PENTING UNTUK DJIWA NASIONAL

Menurut pendapat Presiden Sukarno

Djakarta, 20-12 (RRI).

Dalam suatu upatjara usaha perbaikan Tjandi Prambanan hari Minggu ini Presiden Sukarno menerangkan, bhw tjandi itu penting sekali artinja bagi usaha pembangunan kembali djiwa nasional. Dikatakannja, bahwa tjandi itu adalah djuga suatu peninggalan kerohanian dari nenek mojang kita sbg tanda bhw bangsa Indonesia pernah mendjadi suatu bangsa jg besar tetapi mendjadi lemah karena imperialisme.

Diandjurkannja lagi supaja kita sekarang menguasahakan pula suatu peninggalan kerohanian buat anak tjutju kita dibelakang hari, sbg tanda akan kebesaran kita. Djuga berpidato pada upatjara ini menteri PPK Mr. M. Yamin. Pukul 15.00 sore Minggu Presiden telah tiba kembali di Djakarta.

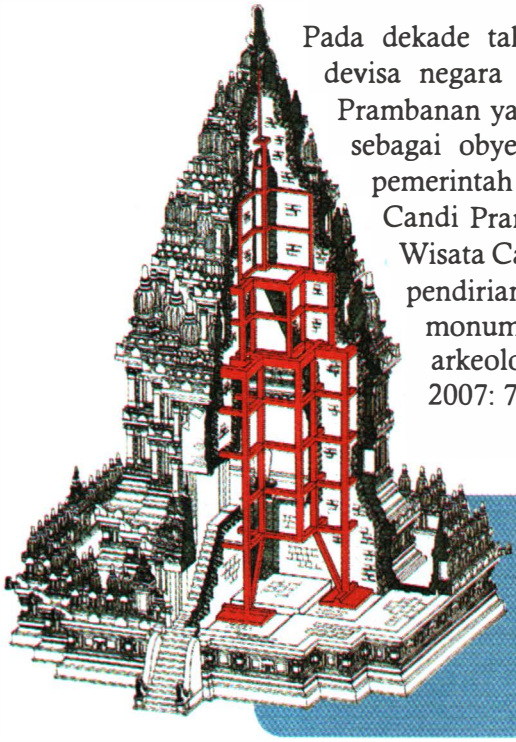
Kolom berita tentang peresmian Candi Prambanan yang dimuat di harian Mimbar Umum pada hari Senin tanggal 21 Desember 1953

peradaban. Dengan selesainya pemugaran candi Siwa – yang mewakili kemegahan dari keseluruhan kompleks Prambanan – berarti puing yang sempat terserak selama beberapa belas abad telah berdiri kembali. Melalui rentang waktu selama 18 tahun lebih untuk pencarian dan penelitian, serta 7 tahun masa pembangunan.

Kokoh Berdiri

Tahun 1951 ditandai dengan meleburnya kantor-kantor kepurbakalaan yang semula ada di Ujung Pandang, Gianyar Bali, Yogyakarta dan Prambanan menjadi satu dalam naungan Djawatan Kebudajaan, pada Kementrian Pengadjaran, Pendidikan dan Kebudajaan. Untuk kantor Yogyakarta dan Prambanan digabung menjadi Seksi Bangunan Cabang Jawa yang berkedudukan di Prambanan dengan pimpinan Soewarno.

Sejak tahun 1951 telah dilakukan penyusunan percobaan pada Candi Brahma dan Candi Wisnu, namun upaya pemugaran baru dapat terealisasi di tahun 1977. Pada tahun tersebut pemugaran terhadap Candi Brahma sebagai titik awal pekerjaan besar untuk membangun kembali bangunan-bangunan candi di halaman I yang belum tersentuh. Hingga tahun 1993 ke-16 bangunan candi di halaman I telah berdiri kembali. Pemugaran Candi Brahma berlangsung hingga tahun 1987, Candi Wisnu dipugar pada tahun 1982 hingga 1991 serta ketiga candi Wahana dan delapan candi patok selesai pada tahun 1993. Pemugaran Candi Prambanan secara umum selesai di tahun 1993, kecuali candi perwara yang hanya dapat dipugar dua buah.

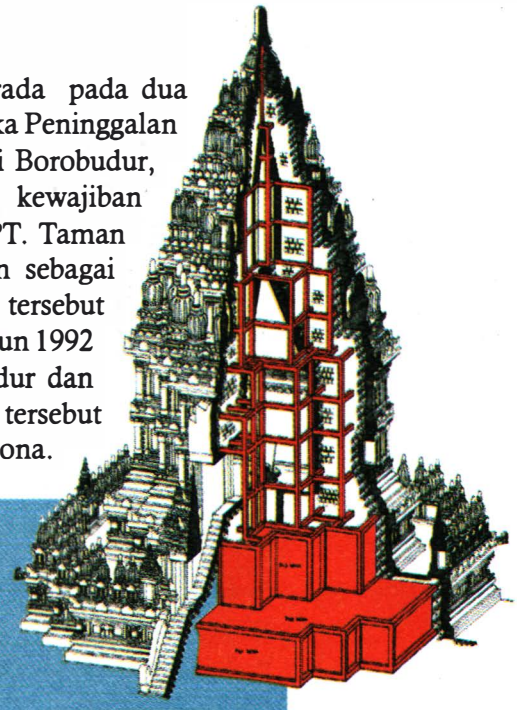


Pada dekade tahun 1980-an pemerintah mulai mengintensifkan devisa negara melalui pariwisata. Pada tahun tersebut Candi Prambanan yang masih dalam taraf pemugaran telah diarahkan sebagai obyek wisata yang potensial. Tanggal 15 Juli 1980 pemerintah mendirikan BUMN yang mengelola obyek wisata Candi Prambanan dan Candi Borobudur, yakni PT. Taman Wisata Candi Borobudur dan Prambanan. Konsep dasar dari pendirian Taman Wisata tersebut adalah untuk pelestarian monumen candi secara permanen, sebagai pusat penelitian arkeologi serta pusat pendidikan generasi muda (Riyanto, 2007: 74).

Candi Wisnu

Candi Wisnu tidak dipugar hingga bagian pondasi dengan pertimbangan waktu itu kondisi batur relatif masih kuat. Sehingga pemugaran dilakukan dari kaki II hingga bagian atap.

Sejak saat itu pengelolaan Candi Prambanan berada pada dua buah institusi yang berbeda yakni BP3 (dahulu Suaka Peninggalan Sejarah Purbakala) dan PT. Taman Wisata Candi Borobudur, Prambanan dan Ratu Boko. BP3 memiliki kewajiban melindungi dan melestarikan obyek, sedangkan PT. Taman Wisata berkepentingan mengelola pengembangan sebagai obyek wisatanya. Untuk mengatur pengelolaan tersebut pemerintah mengeluarkan Keppres RI Nomor 1 tahun 1992 tentang pengelolaan taman wisata candi Borobudur dan Prambanan beserta lingkungannya. Dalam Keppres tersebut kawasan Candi Prambanan dibagi menjadi 3 zona.



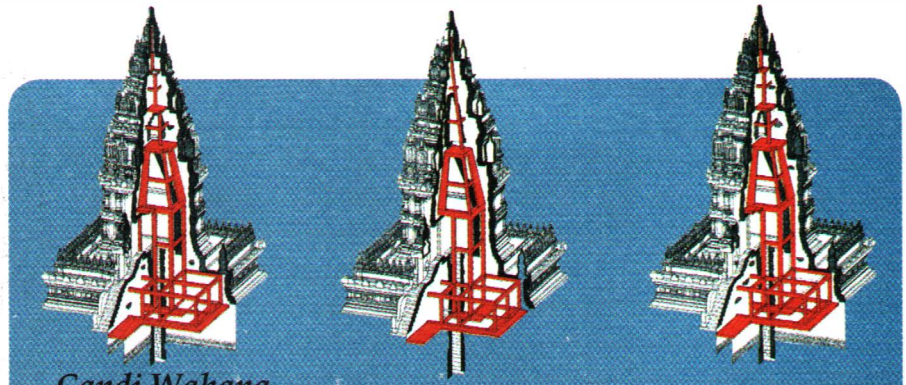
Candi Brahma

Pemugaran candi Brahma tidak melakukan pembongkaran hingga pondasi untuk kemudian diperkuat dengan plat beton sebagai bagian dari struktur perkuatan pondasi hingga bagian atap.

Zona 1, merupakan lingkungan kepurbakalaan yang diperuntukkan bagi perlindungan dan pemeliharaan kelestarian lingkungan fisik candi seluas 39,8 Ha. Zona ini merupakan kewenangan BP3. Zona 2 seluas 37,2 Ha yang merupakan kawasan di sekeliling zona 1 yang diperuntukkan bagi pengembangan Taman Wisata sebagai tempat kegiatan kepariwisataan, penelitian, kebudayaan dan pelestarian lingkungan candi. Kewenangan pengelolaan berada di PT. Taman Wisata. Zona 3 diperuntukkan bagi pemukiman terbatas, pertanian, jalur hijau atau fasilitas lain yang menjamin keserasian dan kesinambungan kawasan di zona 1. Pemanfaatan dan pengembangan di zona 3 dilakukan oleh Pemerintah daerah.

Di dunia internasional Candi Prambanan diakui sebagai warisan budaya dalam *World Heritage List* dengan nomor 49 sejak tahun 1991 yang diperbaharui dengan nomor 642 pada tahun 1998. Suatu obyek dapat masuk dalam kategori warisan budaya dunia apabila memenuhi kriteria dalam *World Heritage Convention* yakni sebuah karya artistik yang unik, mempunyai nilai universal, serta merupakan simbol peradaban dunia. Dengan ditetapkannya dalam daftar warisan budaya dunia maka Candi Prambanan tidak hanya tanggung jawab bangsa, namun juga telah menjadi bagian dari masyarakat internasional untuk turut menjaga dan melestarikannya.

> “Prambanan Temple Compound has been included on the World Heritage List on the basis of criteria (i) and (iv),
>
> (i)
> The site is an outstanding example of Shiva art in Indonesia and the region.
> (iv)
> The site is an outstanding religious complex, characteristic of Shiva expression in the 10 th Century.”



Candi Wahana

Di dalam pemugaran ketiga candi wahana, keseluruhan bangunan candi dibongkar hingga mencapai pondasi untuk kemudian ditempatkan struktur perkuatan baru berupa beton bertulang (kiri, candi Garuda; tengah, candi Nandi; dan kanan candi Angsa

Pada saat ini segala kegiatan yang menyangkut eksistensi benda cagar budaya tercakup di dalam terminologi konservasi. Konservasi merupakan upaya pelestarian dengan pengawetan (*conserve*) atau pemeliharaan (*preserve*) terhadap bahan bangunannya. Istilah konservasi merupakan istilah yang menjadi payung dari semua kegiatan pelestarian yang sesuai dengan kesepakatan internasional yang telah dirumuskan dalam *Burra Charter* (1981). Konservasi merupakan proses pengelolaan suatu tempat agar makna kultural yang dikandungnya terpelihara dengan baik. Konservasi dapat meliputi seluruh kegiatan pemeliharaan yang disesuaikan dengan situasi dan kondisi setempat serta mencakup pula preservasi, restorasi, rekonstruksi, adaptasi serta revitalisasi (Budihardjo, 1989: 11).

Konservasi benda cagar budaya memiliki dua cakupan kerja, yakni konservasi arsitektural dan konservasi material. Konservasi arsitektural meliputi perbaikan struktur (konsolidasi, stabilisasi dan perkuatan dengan beton), pemugaran dengan otentisitas data serta anastilosis. Otentisitas tersebut didasarkan pada keaslian struktur dan material serta rekonstruksi dengan analogi dan data sekunder. Konservasi arsitektural semacam ini lebih dikenal dengan istilah 'pemugaran'. Sedangkan konservasi material dilakukan terhadap materi benda cagar budaya yang bersifat organik dan anorganik. Teknik konservasi material meliputi pembersihan (mekanis, fisis dan chemis), perbaikan, konsolidasi, stabilisasi, sterilisasi dan isolasi.

Di dalam kegiatan konservasi segala sesuatunya tidak serta-merta sealu sama sebagaimana awalnya. Sejumlah penggantian material yang hilang atau rusak dengan material baru atau penambahan perkuatan beton yang ditanam di dalam tubuh candi adalah hal yang jamak dilakukan. Namun penambahan tersebut harus tetap berdasarkan pengujian-pengujian keilmuan.

Kegiatan konservasi, baik berupa konservasi arsitektural maupun material

pada dasarnya bertujuan untuk mempertahankan makna kultural yang melekat pada objek yang dikonservasi yakni nilai estetika, nilai historis, nilai sosial, nilai ilmiah dan nilai asosiatif simbolis. Dalam melakukan konservasi, nilai-nilai tersebut sedapat mungkin dipertahankan agar tidak menghilangkan makna kulturalnya. Dengan mempertahankan makna kultural dalam suatu pemugaran benda cagar budaya akan berkaitan dengan pemanfaatan objek tersebut setelah selesai dipugar.

Perubahan paradigma dalam hal pemugaran Candi Prambanan setidaknya telah mengalami sejak awal direcanakan. Pemugaran paling awal dilakukan terhadap Candi Siwa yang merupakan candi induk. Pada pemugaran candi induk ini setidaknya pernah terjadi sejumlah perubahan paradigma pemugaran. Pada awalnya kegiatan pemugaran dilaksanakan secara sembarangan yakni hanya berupa perapian bagian fasad depan bangunan candi. Sehingga banyak terjadi "kanibalisasi" komponen batu-batu yang ditempatkan tidak semestinya yakni dengan memunguti batu-batu komponen fasad lain untuk kemudian dipasang di sisi yang lain.

Akibatnya, banyak memunculkan polemik antara kalangan arsitek, perkumpulan arkeologi swasta hingga kalangan ilmuan. Sebagai solusi adalah diperkenalkannya sistem susun coba. Sistem susun coba inilah yang hingga saat ini masih dipertahankan. Sistem tersebut dijalankan dengan melakukan penyusunan sementara batu-batu komponen bangunan bagian-demi bagian untuk mengetahui rancang bangun sebelum rekonstruksi di atas kertas. Sejak itu pemugaran candi dilaksanakan berdasar wawasan keilmuan, yakni setiap pekerjaannya harus didasrkan atas dukungan data teknis dan arkeologis.

Genap 1150 tahun sejak diresmikan pada tahun 856 Masehi, roda sejarah Candi Prambanan kembali terhenti sejenak akibat gempa pada tahun 2006. Seribu tahun yang lalu dataran Prambanan diperkirakan merupakan pusat ibukota Mataram Kuna yakni sekitar abad ke-9 hingga perempat awal abad ke-10 Masehi. Di wilayah tersebut, baik di dataran rendah sepanjang sisi barat dan timur sungai Opak hingga di daerah perbukitan sisi selatan (Bukit Batur Agung) banyak sekali ditemukan sisa-sisa bangunan keagamaan bercorak Hindu dan Budha.

Beberapa diantaranya masih dapat direkonstruksi kembali, sisanya hanya tinggal pondasi atau berupa batu-batu lepas saja, ratusan lingga, yoni, dan arca dewa dewi. Tinggalan tertulis berupa prasasti kurang lebih berjumlah 18 buah dari batu dan tembaga juga tersebar di kawasan ini. Cukup banyak candi di kawasan Prambanan yang memiliki kualitas sebagai bangunan candi kerajaan. Kualitas itu tampak pada kerayaan ornamentasi, kemegahan arsitektural bangunan, keluasan kompleks, detail-detail relief dan arca-arca yang dipahat halus. Candi-candi di

wilayah tersebut beraneka corak keagamaannya dengan arsitektur yang beraneka ragam pula. Prambanan merupakan kawasan yang memiliki kepadatan tinggalan arkeologis dari abad ke-9-10 Masehi yang sangat tinggi. Tinggalan-tinggalan arkeologis tersebut dapat mencerminkan suatu tatanan sosial-kultural yang juga cukup kompleks di masa lalu.

Gempa besar yang melanda kawasan Prambanan dan sekitarnya yang terjadi pada tanggal 27 Mei 2006 dengan kekuatan 5.9 SR pada pukul 05.54 WIB. Pusat gempa berada pada koordinat 8.007 LS dan 110.286 BT, atau pada jarak 25 km selatan kota Yogyakarta pada kedalaman 17 km dari permukaan air laut. Paling tidak ada 4.554 warga DI Yogyakarta, dan 1.680 warga Jawa Tengah meninggal dunia karena gempa bumi tersebut. Dilaporkan bahwa intensitas maksimum gempa tersebut antara VII-VIII MMI. Banyak rumah penduduk yang roboh, prasarana umum yang rusak tak luput pula bangunan-bangunan candi di kawasan Prambanan. Tercatat candi Sojiwan yang dalam taraf pemugaran pun harus kembali runtuh, candi Sewu mengalami kerusakan berat pada bangunan candi induk serta sejumlah candi perwara. Sedangkan candi Plaosan juga mengalami kerusakan yang tak kalah beratnya dengan atap candi runtuh. Demikian pula Candi Prambanan, kerusakan terjadi pada hampir keseluruhan bangunan, yakni candi-candi di halaman I serta pagar I dan III.

Pada kurun waktu antara tahun 1867-2006 pusat gempa bumi diketahui berada pada sesar yang sama, yaitu sesar Opak. Maka, selang waktu ulang gempa bumi yang terjadi pada sesar Opak adalah 2006-1867=139 tahun. Jika diperkirakan ketelitiannya 2%, maka selang waktu ulang gempa bumi adalah $139 \pm 2{,}78$ tahun. Dengan demikian, gempa bumi sebelumnya terjadi antara 1723 sampai 1728, dan gempa bumi sebelum itu terjadi sekitar tahun 1584 sampai 1589. Jika sumber tertulis Portugis yang memberitakan bahwa pada tahun 1584 terjadi gempa kuat di Jawa dapat dipercaya kebenarannya, kemungkinan pusat gempa bumi tersebut turut menggetarkan sesar Opak. Perhitungan ini didasarkan fakta bahwa tahun 1584 masuk di dalam selang waktu ulang sesar Opak, yang juga diperkirakan posisinya dekat dengan Candi Prambanan.

Kerusakan yang dialami Candi Prambanan pasca gempa 27 Mei 2006 cukup bervariasi. Namun secara keseluruhan kerusakan yang dialami dapat dibedakan menjadi dua jenis, yakni bersifat struktural dan kerusakan material. Kerusakan struktural meliputi retak, miring, melesak, dan deformasi yang terkait dengan struktur dan stabilitas bangunan. Adapun kerusakan material meliputi batu-batu komponen candi yang jatuh, pecah, dan mengelupas. Pada saat gempa terjadi banyak batu bagian atap, yaitu batu kemuncak dan ratna, yang jatuh menimpa bagian pagar dan gapura, sehingga runtuhannya memenuhi halaman pusat dan lorong-lorong bangunan candi. Kerusakan pasca gempa pada setiap bangunan candi mempunyai karakteristik tersendiri yang dipengaruhi baik faktor internal maupun faktor eksternal. Faktor internal meliputi

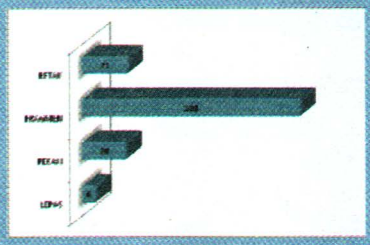
struktur, konstruksi, dan teknik pemugaran, sedangkan faktor eksternal berupa kondisi lingkungan, antara lain rekahan tanah pada waktu terjadi gempa.

No	Nama bangunan	Jumlah batu (blok)			
		Lepas	Pecah	Fragmen	Retak
1.	Candi Brahma	52	149	161	21
2.	Candi Siwa	7	277	563	479
3.	Candi Wisnu	6	20	101	58
4.	Candi Garuda	12	15	28	0
5.	Candi Nandi	16	32	147	18
6.	Candi Angsa	9	13	94	05
7.	Gapura Barat pagar 1	300	-	-	-
8.	Gapura Selatan pagar 3	Total			
9.	Pagar 1	1100	-	-	-
10.	Candi Apit Selatan	18	22	-	18
11.	Candi Apit Utara	22	2	-	-
12.	Candi kelir	12	1	-	-
13.	Candi Patok	-	79	-	1

Data kerusakan material bangunan di Candi Prambanan

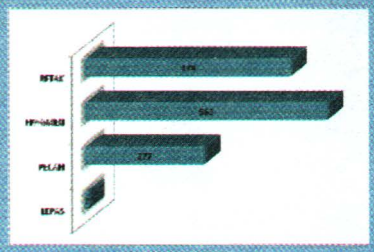
Kerusakan candi utama

Candi Wisnu



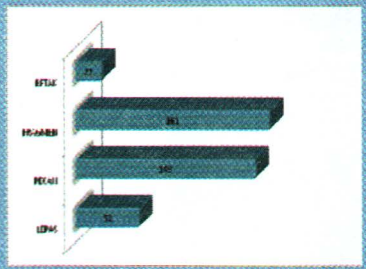
Struktur bangunan mengalami retak, sedangkan batuan penyusun terutama pada bagian pagar langkan sisi selatan runtuh dan pecah menjadi beberapa bagian.

Candi Siwa

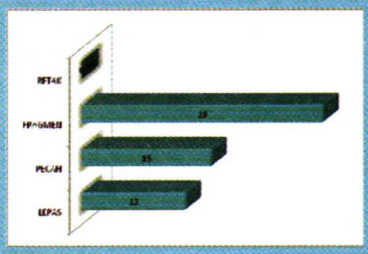


Struktur bangunan mengalami retakan pada bagian subasement barat daya, sedangkan kaki candi yang mengalami keruskan serupa pada bagian timur laut dan barat daya , lebar retakan antara 4 sampai 5 cm.
Pergeseran struktur candi terjadi pada tangga selatan dan timur dengan arah pergeseran keluar sepanjang 4 cm.
Material batuan mengalami keretakan akibat tekanan dan sebagian ada yang runtuh.

Candi Brahma

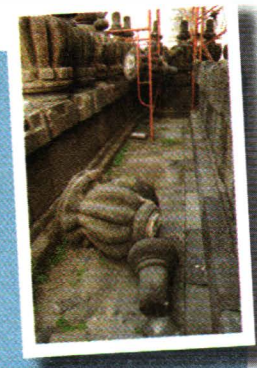


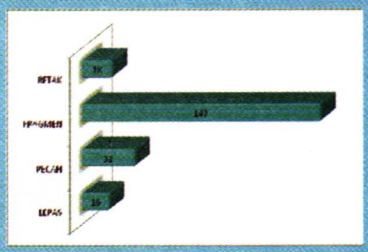
Struktur bangunan mengalami retakan dan batuannya banyak yang runtuh, terutama pada bagian atap dan pagar langkan. Gapura timur kondisinya miring kearah keluar. Batuan yang runtuh banyak yang pecah menjadi beberapa bagian dan berserakan di sekitar halaman.



Candi Garuda

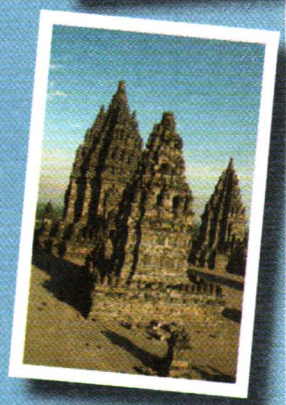
Struktur bagian puncak atap miring, dengan beberapa ratna bagian ini dan pada pagar langkan runtuh

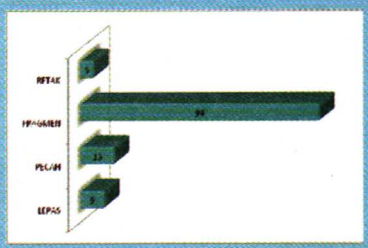




Candi Nandi

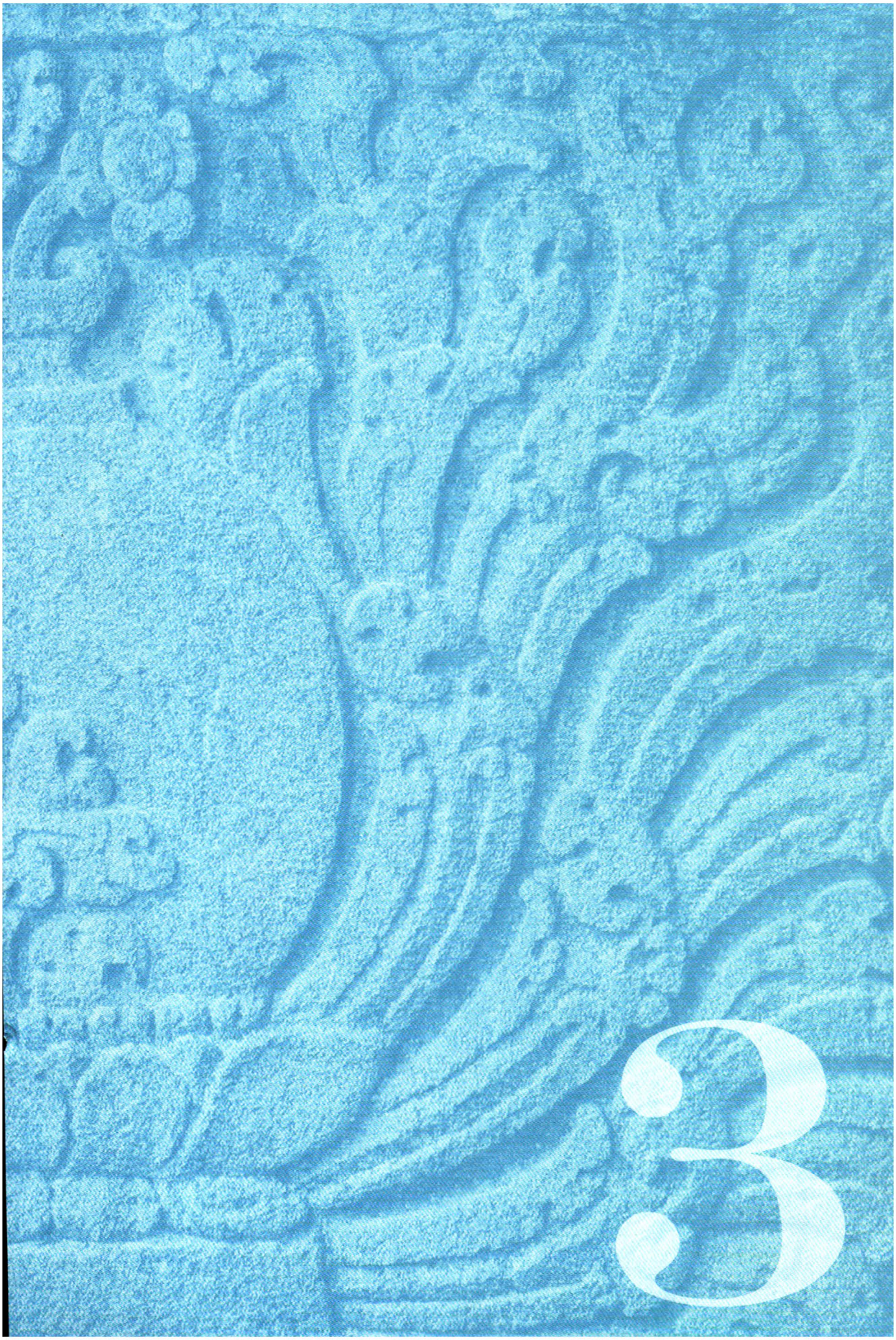
Kemuncak patah secara struktur serta beberapa ratna pagar langkan runtuh



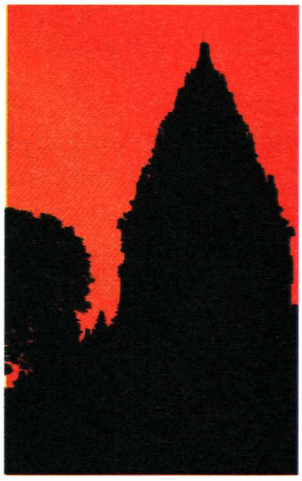


Candi Angsa

Beberapa ratna atap dan pagar langkan runtuh dan batu-batunya banyak yang pecah.


3

Gempa Tektonik Mei 2006: Sejarah yang Sejenak Terhenti



Konsepsi *mahayuga* menurut *Bhagavata Purana* terdiri *Satyayuga (Krtayuga), Tretayuga, Dvaparayuga*, dan *Kaliyuga*. Keempat *yuga* tersebut adalah siklus kosmik yang diawali dari suatu masa emas, kemudian semakin menyusut kualitasnya hingga keadaan paling buruk di masa *Kaliyuga*. Masa kehancuran atau *Kaliyuga* ditandai dengan datangnya *pralaya* atau bencana yang dapat berupa kehancuran karena peperangan, wabah penyakit atau bencana alam. Akhir dari *pralaya* ini adalah lahirnya sebuah generasi baru yang kadangkala masih menyimpan memori keterkaitan dengan generasi terdahulu. Penyebutan ibukota *Medang ri Poh Pitu* masih disebut ketika pusat ibu kota Mataram bergeser ke Jawa timur menunjukkan hal tersebut.

Gambaran kehancuran – terutama kehancuran fisik bangunan kerajaan dengan berbagai komponennya – seringkali luput dari sumber sejarah primer (prasasti), justru kerusakan bangunan seringkali muncul sebagai deskripsi romantis seorang kawi dalam sastra kakawin. Akibatnya kita hanya bisa menduga-duga terhadap sebuah temuan arkeologis yang secara kontekstual berkaitan dengan sebuah bencana di masa lampau. Tertimbunnya situs pemukiman kuna di Trowulan dengan endapan lumpur, serta tertimbunnya candi Sambisari, candi Kedulan dengan endapan lahar Merapi sepertinya memperkuat dugaan bahwa di suatu waktu di masa lampau pernah terjadi bencana besar yang mampu menghapus perikehidupan manusia.

Prasasti Dawangsari (BG 355)

Prasasti dari batu andesit berbentung lempeng ini ditemukan di dusun Dawangsari yang terletak 2 km sisi selatan Candi Prambanan. Prasasti tanpa penanggalan ini ditemukan pada tahun 1979. Aksara dan bahasa yang digunakan adalah Jawa Kuno yang terdiri 9 bait sloka dengan metrum anustubh

Meski demikian, kita tidak dapat mengetahui dengan pasti kapankah kala Kaliyuga melanda peradaban Mataram Kuna Jawa Tengah (baca: masyarakat pendukung budaya Candi Prambanan) hingga harus berpindah ke arah timur? Datangnya *pralaya* pada jaman *Kaliyuga* selain disebabkan oleh bencana dapat juga disebabkan oleh merosotnya moral yakni mabuk akan kekuasaan layaknya kerasukan Dewi Kali.

Sebuah data arkeologi menarik yakni temuan prasasti Dawangsari. Di dalam prasasti batu tak bertanggal tersebut dengan jelas disebutkan ajakan untuk mencontoh kehidupan orang suci atau *sadhu* karena saat itu telah banyak orang berbuat kejahatan, kebohongan dan penuh kesombongan. Sebagaimana ciri dari *Kaliyuga* yakni manusia yang malas serta tersesat ke jalan *adharma*. Secara tersirat prasasti tersebut ditulis pada suatu masa ketika orang-orang (Prambanan kuna?) mulai jauh dari kebenaran. Kemungkinan besar prasasti tersebut ditulis pada masa menjelang *pralaya* bagi peradaban Prambanan kuna? Sayangnya kita tidak mengetahui periode kapan prasasti tersebut dibuat.

Di lain pihak kita mengetahui jika bumi Prambanan jelas mengandung potensi bencana yakni sesar aktif Opak yang diperkirakan memiliki selang waktu ulang gempa bumi setiap 139±2,78 tahun. Adakah kerusakan Candi Prambanan – dan juga pemukiman penduduk kuna di sekitarnya – di masa lampau dipengaruhi kondisi geologis semacam ini? Bangunan Candi Prambanan yang hanya menerapkan sebuah sistem teknis struktural kuna akankah mampu menghadapi potensi bencana alam yang terkandung di dalam bumi Prambanan?

Di era modern ini untuk merencanakan kesiapsiagaan terhadap bencana perlu melibatkan dan memadukan berbagai aspek. Kesiapsiagaan bencana dapat meliputi tatacara atau prosedur kerja, serta sikap mental yang terkait dengan nilai-nilai budaya yang dianut masyarakat. Karena itu, menyiapkan kesiapsiagaan bencana harus diikuti dengan upaya merubah sikap-sikap yang cenderung mengabaikan bencana.

Di samping perubahan sikap, kesiapsiagaan bencana juga membutuhkan sistem organisasi yang baik serta didukung dengan prasarana dan sarana yang memadai untuk mengantisipasi bencana maupun menghadapi

dampak bencana. Kesiapsiagaan gempa dapat dimulai dengan menyusun dan menerapkan aturan-aturan yang adaptif terhadap lingkungan rawan bencana. Pembatasan atau pencegahan perluasan permukiman ke wilayah rawan bencana, ketentuan konstruksi bangunan tahan bencana, dan pelarangan kegiatan yang dapat memicu bencana perlu segera diberlakukan.

Penerapan yang sama pun harus segera diterapkan terhadap sejumlah monumen-monumen peradaban yang banyak terserak di kawasan Prambanan. Kita tentu tak ingin mengharapkan terulangnya kerusakan yang menimpa bangunan Candi Prambanan, Sojiwan, Sewu dan Plaosan akibat gempa yang dipengaruhi oleh kesalahan penerapan konstruksi bangunan yang tidak tahan bencana. Untuk itu, bencana gempa tektonik 27 Mei 2006 yang lalu merupakan sarana pembelajaran yang sangat berharga bagi upaya pelestarian bangunan candi. Selain itu di dalam berbagai upaya penyelamatannya pun memerlukan jalinan kerjasama antar bidang ilmu serta melibatkan banyak pihak dari dalam maupun luar negeri.

Bagian ketiga dari buku ini lebih banyak menguraikan berbagai hal yang berkenaan dengan jalinan kerjasama antar bidang ilmu dan instansi yang pada hakekatnya merupakan media pembelajaran bersama atas kesiapsiagaan menhadapi dan mengelola benda cagar budaya pasca gempa. Diawali dengan uraian mengenai perencanaan ke depan atas kondisi Candi Prambanan berikut jejaring kerjasama yang saling terkait. Selain itu diikuti dengan beberapa tinjauan terhadap Candi Prambanan dari segi geologi serta teknis struktural yang secara khusus dititikberatkan bahasan pada candi Nandi dan Garuda.

Jejaring Kerjasama

Sesaat setelah gempa bumi melanda, BP3 Yogyakarta telah melakukan upaya awal guna mengatasi kerusakan yang terjadi. Diawali dengan dilakukannya kegiatan-kegiatan yang bersifat darurat (*emergency*) antara lain penutupan situs untuk sementara waktu bagi pengunjung sekaligus pengaturan ulang alur kunjungan, peningkatan pengamanan lokasi, pemasangan *police line*, sosialisasi dan publikasi kondisi pasca gempa, pembentukan tim tanggap darurat serta koordinasi dengan instansi terkait baik di daerah maupun di pusat. Koordinasi juga dilakukan di tingkat internasional bekerjasama dengan UNESCO sebagai badan milik PBB yang membidangi kebudayaan.

Sebagai tindak lanjut dari kegiatan tanggap darurat maka dilakukan kegiatan penyelamatan yang dimulai sejak akhir bulan Mei sampai dengan September 2006. Adapun kegiatan yang dilakukan dalam kegiatan penyelamatan tersebut berupa pendokumentasian secara lengkap baik berupa foto, video maupun gambar, observasi kerusakan,

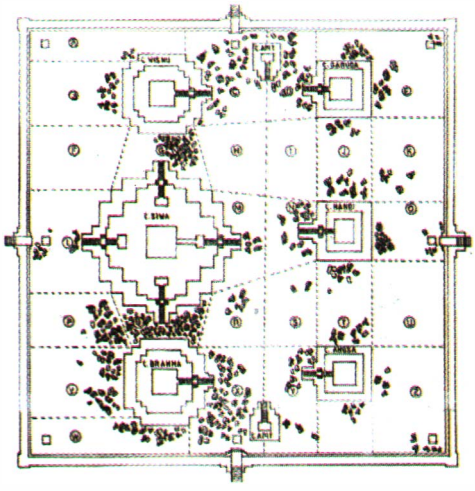
Staf UNESCO sewaktu pemaparan.

pengamanan batu runtuh di halaman dan lorong candi, penyelamatan dan pembongkaran struktur yang rawan runtuh.

Dalam melakukan pengamanan batu runtuh, terlebih dahulu lokasi reruntuhan di halaman candi dibuatkan grid. Hal ini sebagai upaya pemberian regestrasi batu yang berserakan di halaman sekaligus akan memudahkan identifikasi dan klasifikasi asal kedudukan batu sebelum runtuh.

Hasil observasi terhadap bangunan candi pascagempa menampakkan adanya kerusakan yang memiliki karakteristik berbeda, yakni dipengaruhi oleh sistem dan metode pemugaran yang telah diterapkan pada bangunan candi. Jenis kerusakan tersebut dibedakan atas kerusakan yang bersifat material dan struktural. Meskipun demikian kegiatan observasi yang dilakukan masih bersifat kualitatif, hal ini lebih dipengaruhi oleh kondisi candi dimana masih banyak dijumpai batu berserakan di halaman dan lorong-lorong candi. Di samping itu masih banyak batu runtuh yang tersangkut di bagian atap sehingga sangat berbahaya bila terjadi gempa susulan. Dengan kondisi seperti itu maka belum memungkinkan untuk melakukan observasi secara rinci. Observasi secara rinci baru dapat dilakukan setelah pengamanan batu runtuh dan pembongkaran struktur yang rawan runtuh selesai dilakukan.

Grid yang dibuat di halaman 1 Candi Prambanan yang menunjukkan keletakan reruntuhan bangunan yang berserakan.



Dengan selesainya kegiatan yang bersifat darurat selanjutnya dilakukan perencanaan yang lebih teliti, detail dan komprehensif yang melibatkan bidang ilmu terkait, untuk memformulasikan dan menentukan langkah pemulihan (*recovery*). Untuk keperluan tersebut dilakukan studi teknis pelestarian Candi Prambanan yang melibatkan para ahli di bidang arkeologi, teknik sipil, geologi dan geofisika.

Pada tanggal 22 hingga 23 November 2006 di Yogyakarta diadakan *National Consultative Meeting* yang merupakan kerjasama antara Departemen Kebudayaan dan Pariwisata dan UNESCO perwakilan Indonesia. Dari pertemuan tersebut menghasilkan sejumlah butir action plan yang kemudian ditindaklanjuti pada kegiatan *International Experts Meeting for the Rehabilitation of Earthquake-affected Prambanan World Heritage Site and Taman Sari Water Castle.* Kegiatan tersebut dilaksanakan pada tanggal 5 hingga 8 Maret 2007 di Hotel Mercure Yogyakarta. *Action plan* terdiri dari empat butir langkah strategis.

Salah satu program yang tidak boleh diabaikan adalah manajemen pengunjung (*visitor management*). Meskipun dalam tahap pemulihan, manajemen pengunjung tetap direncanakan untuk memberikan akses bagi keperluan pendidikan, pengembangan ilmu pengetahuan dan pariwisata sehingga masyarakat masih tetap bisa memanfaatkan Candi Prambanan selama kegiatan rehabilitasi berlangsung. Disamping itu di dalam action plan juga memuat perencanaan pemberdayaan dan peningkatan apresiasi masyarakat di sekitar situs. Hal ini mengingat peran masyarakat dalam pelestarian cagar budaya sangat penting.

Kerusakan akibat gempa secara signifikan telah menurunkan jumlah kunjungan wisata sampai 50%. Secara makro penurunan tersebut telah mengurangi devisa negara dari sektor pariwisata. Sedangkan secara mikro penurunan jumlah kunjungan wisatawan domestik dan asing akan mempengaruhi perekonomian masyarakat sekitar (*community*) yang sangat menggantungkan kehidupannya dari sektor pariwisata. Sektor ini telah memberikan efek beruntun yang sangat mempengaruhi pertumbuhan ekonomi masyarakat sekitar. Namun penurunan jumlah kunjungan tersebut ternyata bersifat sementara, karena dengan meningkatnya publikasi tentang kondisi pasca gempa, mulai tahun 2007 kunjungan mulai ke Candi Prambanan mulai meningkat secara signifikan melampaui jumlah kunjungan sebelum terjadi gempa. Fenomena ini menunjukkan bahwa kegiatan pemulihan tidak mengurangi minat pengunjung, namun justru menjadi atraksi yang mempunyai daya tarik

"

Action Plan is composed of 5 Stategic Objectives

Management and Coordination
The main aim of management in Prambanan World Heritage Compound is to guarantee continuity of its important value and quality as a cultural heritage. Furthermore, that can be basis to increase quality of the prosperity of the society in over come generation. The management of Prambanan World Heritage Compound in managing the sites will be focused on sustainability aspect and development that integrated between culture and natural resource management, and also aspect of coordination among various stakeholders which is able to gather as "one gate policy".

Reseach and Monitoring
The interpretation of the tangible and intangible value of Prambanan World Heritage is important to enrich appreciation of the cultural heritage value. The safeguarding and improvement of Prambanan World Heritage as education resource have significant role to educate the society regarding the public awareness about owning and caring of cultural heritage sites and its environment. Those kind activities is also must be supported comprehensive research that focus on developing the knowledge and appropriate technology that can protect the Prambanan from high level of damage further. Moreover, with increasing knowledge and appropriate technology, Prambanan World Heritage will maintain the improvement of the social capital of the society.

Restoration and Conservation
Conservation programme in the Prambanan World Heritage Compound is aim to protect and maintain the cultural heritage sustainability. The conservation programme conduct with considering authenticity principle which is covering authenticity of design, substance, workmanship technique, and arrangement of the situation; and covers up also the environmental sustainability, and prepare the disaster management.

Capacity Building
The development of the Prambanan World Heritage Compound as tourism object must be considered the capacity of the building inside. The management of the Prambanan World Heritage Compound will implement the visitor management that aim to optimize quality of tourism journey and effort to minimize the effect of the tourism activities to cultural heritage existence.

Awareness Raising
Raising local public awereness through on site information, media campaigns and publications also awareness raising activities for school children on the values of the temples and the rehabilitation works in the site

"

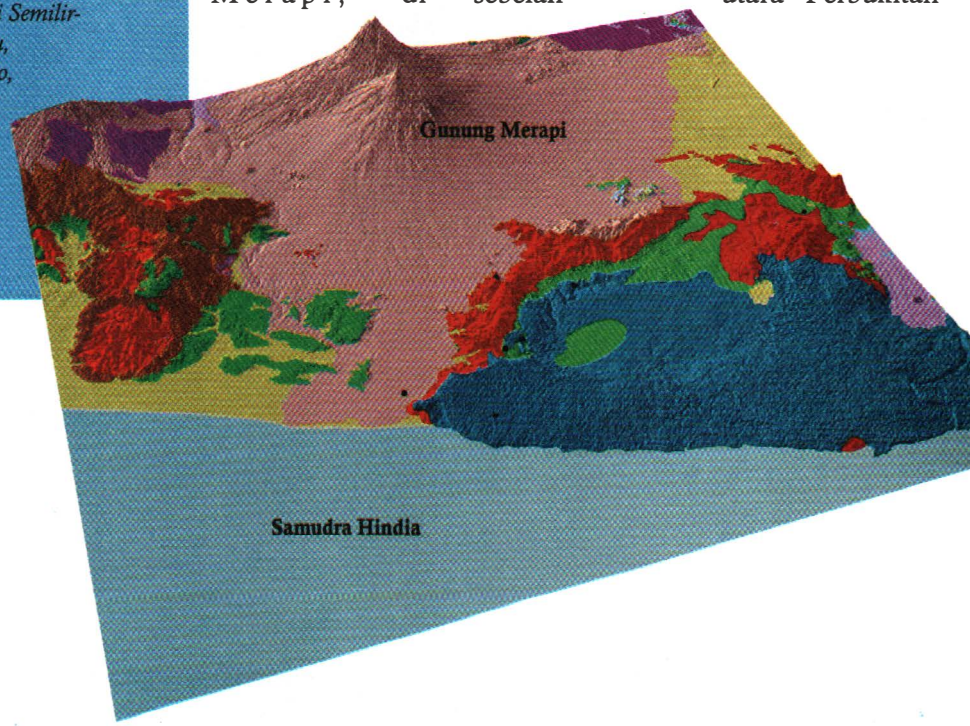
tersendiri karena masyarakat dapat secara langsung melihat kegiatan pelestarian candi. Hal ini tentunya akan menambah wawasan masyarakat tentang pelestarian cagar budaya.

Bumi yang Terkandung: Tinjauan Geologi Permukaan di Daerah Prambanan

Pada bagian ini merupakan tinjauan secara geologis atas lingkungan sekitar Candi Prambanan yang ditulis oleh Dr.Ir. Subagyo Pramumijoyo. Beliau adalah staf ahli geologi dalam berbagai kegiatan studi maupun rehabilitasi bangunan Candi Prambanan.

Candi Prambanan secara fisiografi masuk wilayah Kabupaten Sleman. Secara umum fisiografi daerah Kabupaten Sleman dapat dibedakan menjadi 4 yakni, Lereng atas Gunung Merapi, Lereng tengah Gunung Merapi, Lereng bawah Gunung Merapi dan Teras Kali Progo.

Lereng atas memiliki kelerengan yang tinggi, sekitar 45°, dan berada pada kontur 1000 m ke atas. Lereng tengah memiliki kelerengan antara 15° sampai dengan 30°, berada pada daerah antara Selokan Mataram sampai dengan kontur 1000 m. Lereng bawah merupakan daerah yang secara umum datar dengan kelerengan kurang dari 15°, tetapi terdapat perbukitan di tenggara Kabupaten Sleman, yaitu perbukitan Boko, dan juga di bagian barat dayanya, di daerah Godean, berupa bukit terisolir. Kompleks Candi Prambanan berada pada Lereng Bawah Gunung Merapi, di sebelah utara Perbukitan



Fisiografi dan Geologi Kabupaten Sleman.
Fisiografi: LA: Lereng atas, LT: Lereng tengah, LB: Lereng bawah, T: Teras Kali Progo.
Geologi: Merah: Intrusi Diorit, Merah-coklat: Formasi Semilir-Nglanggran-Sambipitu, Hijau: Formasi Sentolo, Pink: Endapan Gunung Merapi.
(Gambar koleksi Jurusan Teknik Geologi FT UGM.

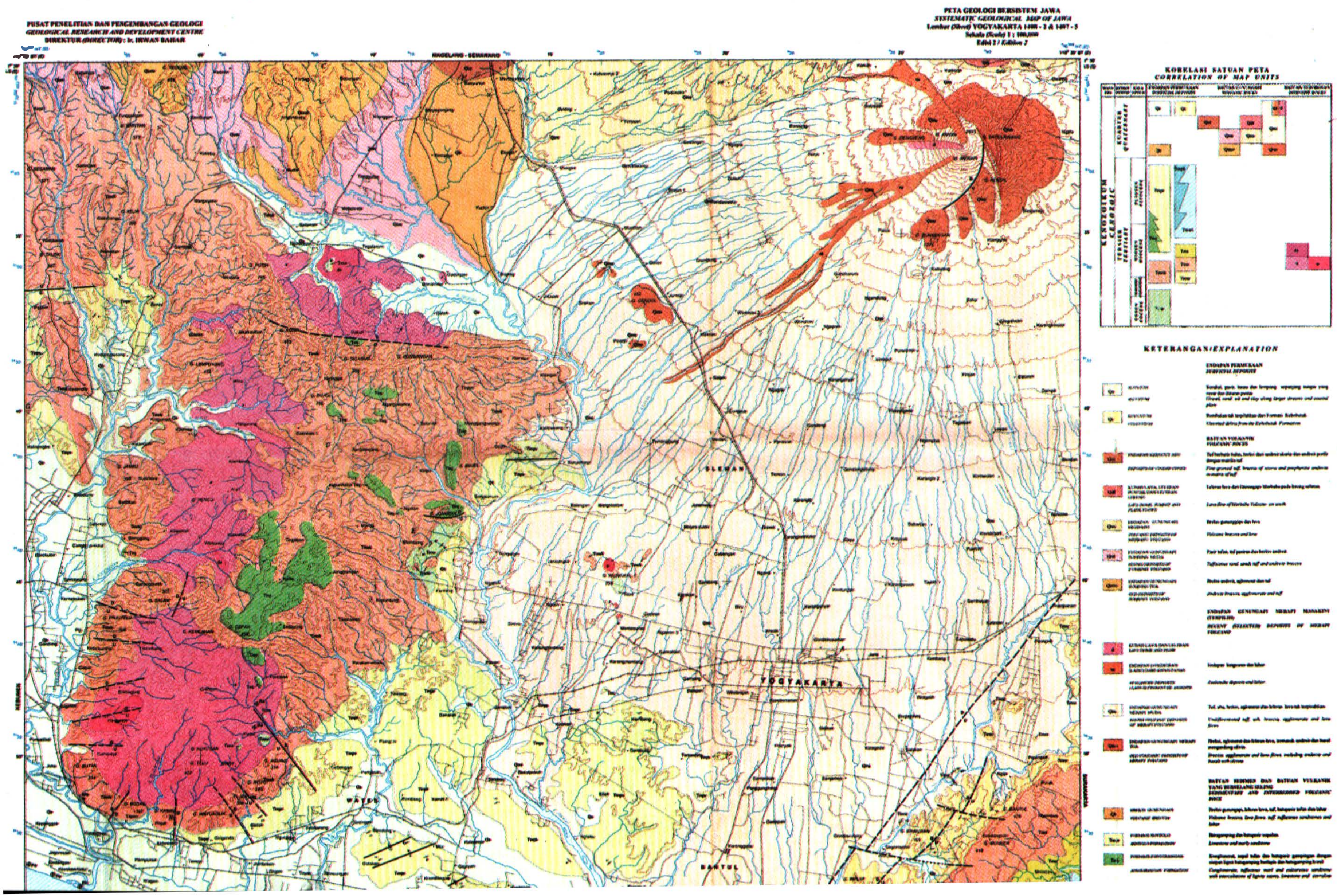
Boko/Prambanan dan pada tepi timur Sungai Opak.

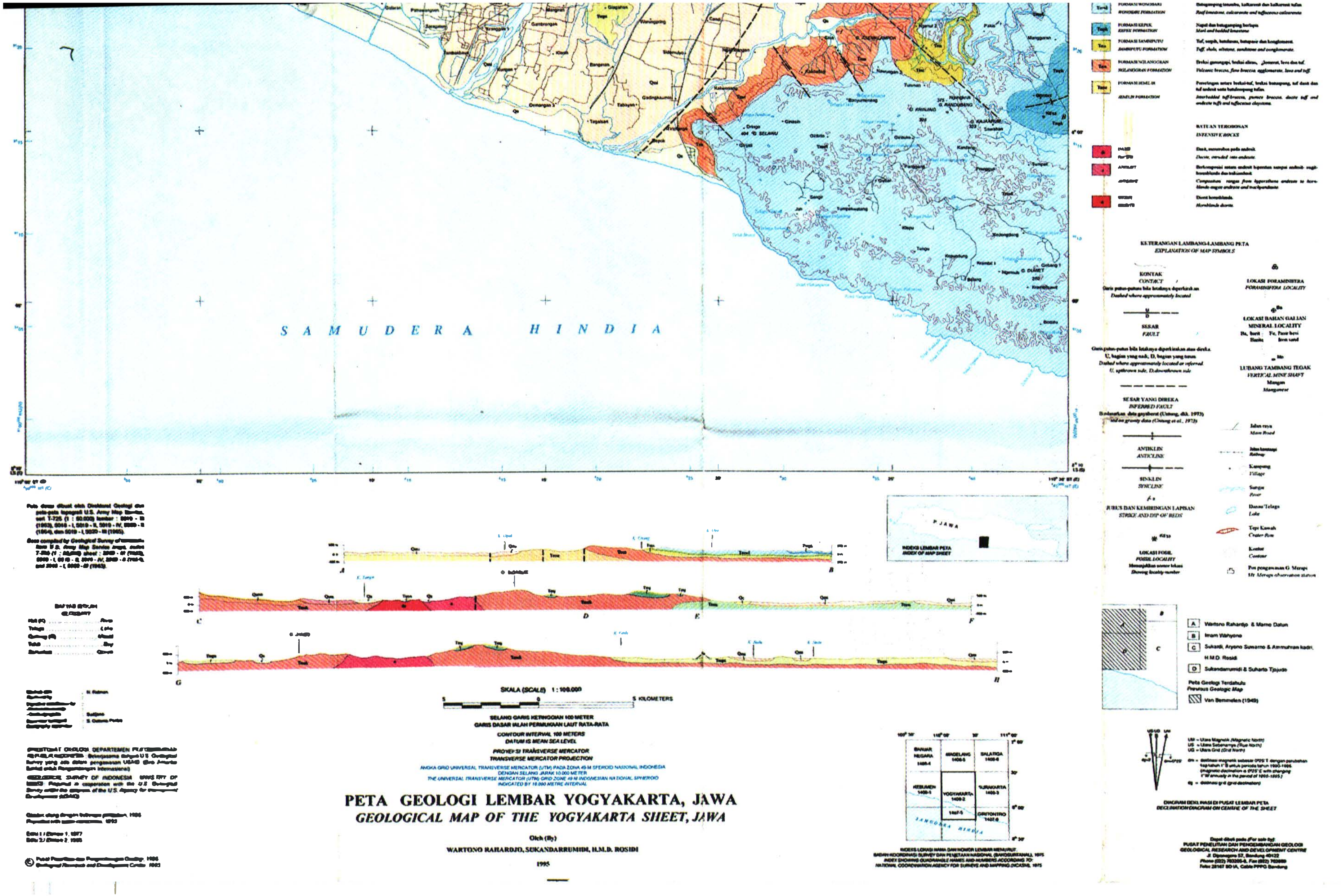
Geologi permukaan adalah geologi dekat permukaan yang ditujukan untuk kepentingan geologi teknik yang menitikberatkan penelitian pada tanah (soil); jenis tanah dan ketebalannya termasuk hasil dari pelapukan batuan dasar. Secara umum geologi daerah Kabupaten Sleman ditutupi oleh Endapan Gunung Merapi, hanya di selatan Prambanan terdapat perbukitan yang merupakan bagian dari Pegunungan Selatan yang di sana terdapat singkapan Formasi Semilir. Di sedikit bagian selatan-barat yang berbatasan dengan Kabupaten Bantul terdapat perbukitan rendah yang terdiri dari Formasi Sentolo dan di wilayah Godean, di barat daya, terdapat singkapan intrusi diorit yang membentuk bukit terisolir. Pada perbukitan terisolir tersebut, tersingkap breksi andesit dari Formasi Kebo Butak yang berumur Oligo-Miosen dan diintrusi batuan beku diorit yang diperkirakan berumur Miosen Bawah. Kedua batuan tersebut telah mengalami pelapukan dengan ketebalan lapukan baik diorit ataupun breksi andesit sampai dengan 6 meter. Di bagian selatan (bagian barat) Kabupaten Sleman berbatasan dengan wilayah Kabupaten Bantul, terdapat perbukitan rendah yang terdiri dari batugamping dan batupasir napalan yang termasuk ke dalam Formasi Sentolo dan berumur Miosen Tengah - Pliosen. Di perbukitan Boko, yang berada di sebelah selatan Candi Prambanan, terdapat singkapan berselang-seling antara breksi tuf, breksi batuapung, tuf dan batulempung tufan, yang termasuk Formasi Semilir, berumur Oligo-Miosen.

Endapan Gunung Merapi dapat dibedakan menjadi dua, yaitu Endapan Gunung Merapi Tua dan Endapan Gunung Merapi Muda. Endapan Gunung Merapi tua terdiri dari breksi, leleran lava andesit dan basal mengandung olivin, berumur Kuarter (Pleistosen Atas), tersingkap di daerah dekat puncak Gunung Merapi. Endapan Gunung Merapi Muda tersusun oleh tuf, abu vulkanik, breksi, aglomerat dan leleran lava berumur Kuarter (Rahardjo dkk., 1995) dan ketebalan endapan tersebut sampai dengan 100 m (Hendrayana, 1993).

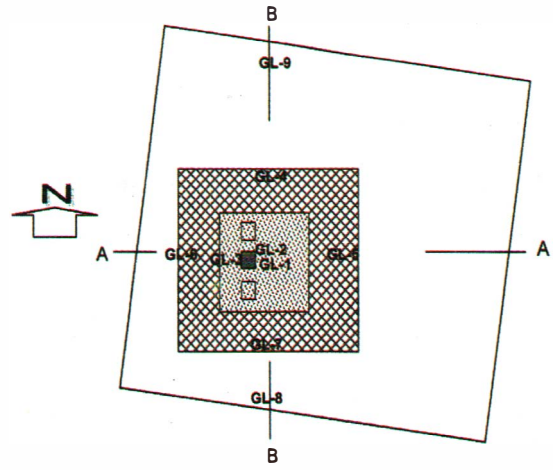
Oleh MacDonald (1984) endapan Gunung Merapi Tua dan endapan Gunung Merapi Muda dipisahkan menjadi "formasi" Sleman yang ditumpangi oleh "formasi" Yogyakarta. "Formasi" Sleman ketebalannya tidak merata tetapi di Sleman mencapai 38 meter dan di selatan, di wilayah Kabupaten Bantul, ketebalannya mencapai 120 meter. Ciri khusus pada formasi ini adalah kehadiran endapan lanau dan lempung yang tebalnya sampai dengan 20 meter di bagian atasnya.

Struktur geologi yang ada di daerah Sleman adalah struktur sesar diperkirakan, yaitu sesar Opak yang berarah timur laut – barat daya. Sesar tersebut, di Kabupaten Bantul, memisahkan wilayah dataran di bagian barat dengan wilayah perbukitan di bagian timur. Keberadaan sesar Opak ini secara utuh ditafsirkan berdasarkan atas data gaya berat, di mana pada daerah dataran diperoleh anomali gaya berat negatif, sedangkan


PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN GEOLOGI
GEOLOGICAL RESEARCH AND DEVELOPMENT CENTRE
DIREKTUR (DIRECTOR) : Ir. IRWAN BAHAR
PETA GEOLOGI BERSISTEM JAWA
SYSTEMATIC GEOLOGICAL MAP OF JAWA
Lembar (Sheet) YOGYAKARTA
Sekala (Scale) 1 : 100,000
Edisi 2 / Edition 2
MAGELANG - SEMARANG
YOGYAKARTA
SLEMAN
BANTUL
WATES
KORELASI SATUAN PETA
CORRELATION OF MAP UNITS
KETERANGAN/EXPLANATION



SAMUDERA HINDIA
FORMASI WONOSARI
WONOSARI FORMATION
FORMASI KEPEK
KEPEK FORMATION
FORMASI SAMBIPITU
SAMBIPITU FORMATION
FORMASI NGLANGGRAN
NGLANGGRAN FORMATION
FORMASI SEMILIR
SEMILIR FORMATION
BATUAN TEROBOSAN
INTRUSIVE ROCKS
KETERANGAN LAMBANG-LAMBANG PETA
EXPLANATION OF MAP SYMBOLS
KONTAK
CONTACT
SESAR
FAULT
SESAR YANG DIREKA
INFERRED FAULT
ANTIKLIN
ANTICLINE
SINKLIN
SYNCLINE
JURUS DAN KEMIRINGAN LAPISAN
STRIKE AND DIP OF BEDS
LOKASI FOSIL
FOSIL LOCALITY
LOKASI FORAMINIFERA
FORAMINIFERA LOCALITY
LOKASI BAHAN GALIAN
MINERAL LOCALITY
LUBANG TAMBANG TEGAK
VERTICAL MINE SHAFT
INDEKS LEMBAR PETA
INDEX OF MAP SHEET
P JAWA
Wartono Rahardjo & Mamo Datun
Imam Wahyono
Sukardi, Aryono Suwarno & Ammuhran kadri, H.M.D. Rosidi
Sukandarrumidi & Suharto Tjipjuto
Peta Geologi Terdahulu
Previous Geologic Map
Van Bemmelen (1949)
SKALA (SCALE) 1 : 100.000
5 KILOMETERS
SELANG GARIS KETINGGIAN 100 METER
GARIS DASAR IALAH PERMUKAAN LAUT RATA-RATA
CONTOUR INTERVAL 100 METERS
DATUM IS MEAN SEA LEVEL
PROYEKSI TRANSVERSE MERCATOR
TRANSVERSE MERCATOR PROJECTION
BANJAR NEGARA
MAGELANG
SALATIGA
KEBUMEN
YOGYAKARTA
SURAKARTA
GIRITONTRO
DIAGRAM DEKLINASI DI PUSAT LEMBAR PETA
DECLINATION DIAGRAM ON CENTRE OF THE SHEET
PETA GEOLOGI LEMBAR YOGYAKARTA, JAWA
GEOLOGICAL MAP OF THE YOGYAKARTA SHEET, JAWA
Oleh (By)
WARTONO RAHARDJO, SUKANDARRUMIDI, H.M.D. ROSIDI
1995



Lokasi pemboran geoteknik dan pengukuran geolistrik (Technical Study Team, 2007)

pada daerah perbukitan diperoleh anomali gaya berat positif (Untung dkk., 1973). Pada peta seismotektonik yang disusun oleh Kertapati dkk. (1992), pada batas dataran dan perbukitan di daerah Imogiri merupakan sesar aktif.

Untuk geologi permukaan Candi Prambanan dapat ditentukan antara lain dari sumur bor. Dari log bor diperoleh data sebagai berikut ,

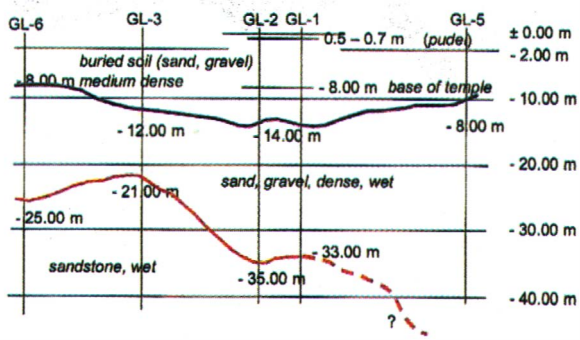
Kedalaman	Jenis tanah
0,0 – 0,5 m	pasir abu-abu sebagai material timbunan
0,5 – 3,0 m	pasir halus berwarna coklat ke-merah2-an
3,0 – 5,0 m	pasir halus berwarna coklat
5,0 – 5,5 m	pasir sedang berwarna coklat keabu-abuan
5,5 – 6,5 m	pasir halus berwarna coklat
6,5 – 6,8 m	pasir halus berwarna coklat ke-merah2-an
6,8 – 8,4 m	pasir halus berwarna coklat
8,4–10,5 m	pasir halus coklat keabu-abuan
10,5-13,7 m	pasir sangat halus berwarna coklat
13,7-15,0 m	pasir halus berwarna abu-abu gelap

Dengan nilai SPT < 30 sampai kedalaman -13,7 m dan 31 setelah kedalaman -13,7 m. Berdasarkan perubahan nilai SPT dan perubahan warna soil, ditafsirkan bahwa soil berwarna coklat-merah adalah soil/ tanah yang dipadatkan dan setelah kedalaman -13,7 m, berwarna abu-abu gelap, adalah endapan Gunung Merapi Muda. Tebal soil yang dipadatkan sesuai dengan tinggi dasar candi dan mungkin berfungsi meredam getaran gempabumi untuk magnitud paling tidak sampai dengan 5 skala richter.

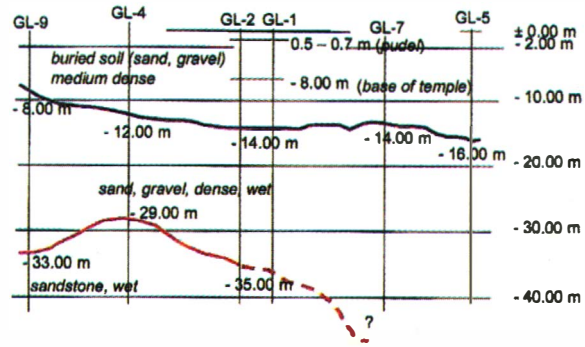
Dari data geolistrik (*resistivity survey*) menunjukkan bahwa di bawah kedalaman 13,7 m terdapat endapan pasir, berangkal yang lebih padat dan dalam keadaan basah, dan pada kedalaman 33 m diperkirakan terjadi perubahan litologi dari endapan pasir, berangkal menjadi batupasir. Penyebaran batas pasir, berangkal dan batupasir tidaklah merata, tetapi semakin ke dalam ke arah timur dan selatan.

Endapan pasir dan berangkal, dan mungkin juga batupasir di bawahnya termasuk Endapan Gunung Merapi Muda. Oleh karena itu geologi

permukaan di Daerah Prambanan masih termasukpada Endapan Gunung Merapi Muda dan pada halaman dalam Kompleks Candi Prambanan sampai dengan Area Candi Perwara terdiri dari endapan pasir halus yang merupakan tanah urugan.



a. Cross section A – A (west – east direction: GL-6; GL-3; GL2; GL-1; GL-5)



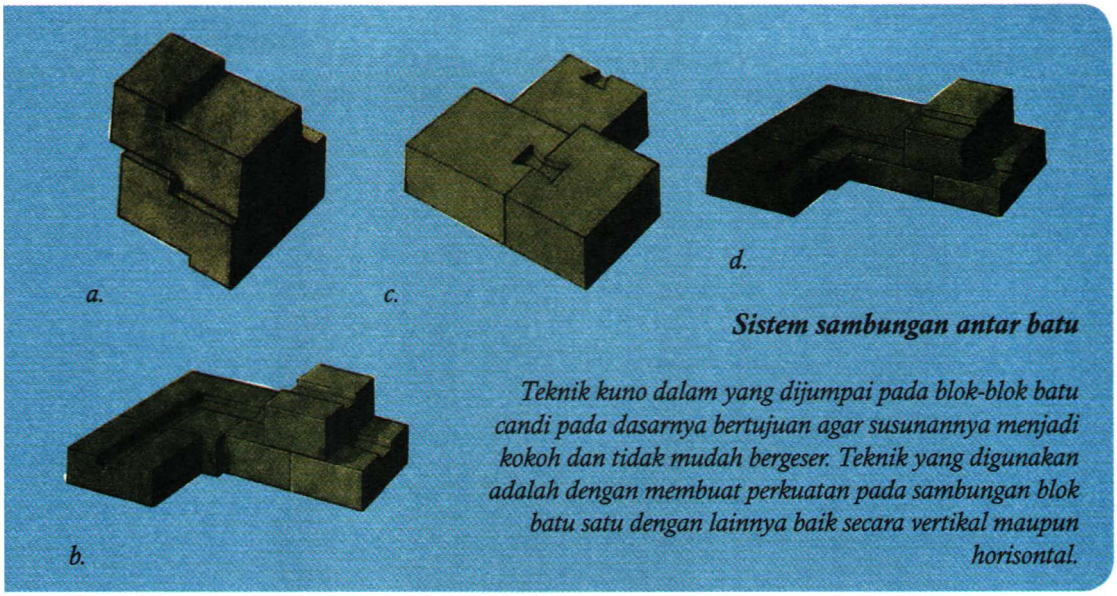
b. Cross section B – B (north-south direction: GL-9; GL-4; GL2; GL-1; GL-7; GL8)

Profil geolistrik
a. A-A,
b. B-B

Karakter Asli Struktur Bangunan Candi Garuda dan Nandi

Bangunan candi Nandi dan Garuda dan bangunan lain di kompleks Candi Prambanan menerapkan dinding sistem ganda untuk bangunannya. Sistem dinding ganda yakni tubuh dinding yang terbagi menjadi dua bagian yaitu batu bagian luar (kulit) dan batu isian. Bagian kulit terdiri dari susunan blok batu andesit, sedangkan untuk bagian isian merupakan susunan blok batu-putih (*tuff*).

Sistem penghubung antar batu dikenal dengan istilah sambungan laki-bini sebagai sambungan susunan batu arah vertikal dan sambungan 'ekor burung' untuk sambungan arah horisontal. Baik sambungan vertikal dan horisontal merupakan sambungan yang lepas (*loose*) dan tidak terikat satu dengan lainnya secara kaku (*rigid*), serta masih terdapat ruang pada sistem sambungan tersebut. Hal ini berarti bahwa antar batu yang disambung masih memungkinkan terjadi pergerakan.



Sistem sambungan antar batu

Teknik kuno dalam yang dijumpai pada blok-blok batu candi pada dasarnya bertujuan agar susunannya menjadi kokoh dan tidak mudah bergeser. Teknik yang digunakan adalah dengan membuat perkuatan pada sambungan blok batu satu dengan lainnya baik secara vertikal maupun horisontal.

a. Sistem bibir lurus berkait (takikan satu)
b. Sistem purus
c. Sistem ekor burung
d. Sistem yang merupakan kombinasi antara a dan b

Struktur bangunan candi sangat stabil terhadap gaya vertikal terutama akibat berat sendiri, namun kestabilan bangunan candi sangat rentan terhadap gaya lateral. Kestabilan struktur bangunan candi terhadap gaya lateral tergantung dari bentuk bangunan, bentuk maupun ukuran batu, karakter sambungan dan friksi antar permukaan batu (*interface*). Bentuk bangunan candi dengan perbandingan tinggi (H) dan lebar (B) > 2 (dua) tergolong bangunan langsing sehingga secara teori akan sensitif terhadap bekerjanya gaya lateral, terutama gempa bumi.

Candi Prambanan merupakan salah satu bentuk bangunan candi dengan karakter H/B > 2 merupakan bangunan yang langsing. Oleh karena itu, bangunan ini juga rentan terhadap gaya *lateral*. Sesuai dengan jenis gelombang yang bekerja akibat gempa, gaya-gaya lateral yang timbul akibat gempa akan menyebabkan setiap segmen batu candi bergeser dari posisinya. Besaran pergeserannya dipengaruhi oleh besarnya nilai faktor gesek (*friction*) antar batu candi dan sambungan antar batu-nya. Jenis sambungan laki-bini (*interlocking connection*) akan memberikan dukungan yang baik guna mencegah terjadinya pergeseran batu candi yang berlebihan, dengan catatan bahwa kualitas sambungannnya juga dalam kondisi baik, misalnya batu poros masih kokoh (tidak pecah) dan alur sambungan masih baik.

Gempa yang terjadi sering kali tidak hanya menimbulkan gaya lateral, tetapi juga gaya arah vertikal dan bahkan puntir. Gaya-gaya demikian akan menimbulkan aksi vertikal pada setiap segmen batu candi pada saat gempa. Oleh karena itu, pergerakan batu candi yang terjadi akibat gaya gempa tidak hanya berorientasi horisontal namun juga vertikal. Pada kondisi ini, sambungan batu arah vertikal dengan sistem sambungan 'laki-bini' (*interlocking*) dapat lepas atau batu candi yang disambung akan keluar dari alurnya akibat pengaruh gaya vertikal. Jika hal ini terjadi, segmen batu candi akan mengalami deformasi yang berlebihan dan deformasi

yang terjadi pada batu di badan candi akan sulit dikembalikan ke posisi semula tanpa adanya penataan batu-batu candi kembali (restorasi).

Dalam perjalanan waktu, sejak Candi Prambanan dibangun sampai sekarang, diyakini bahwa gempa besar telah terjadi berkali-kali di wilayah Yogyakarta termasuk Prambanan. Gempa-gempa yang pernah terjadi kemungkinan besar telah menyebabkan terjadinya deformasi pada batu candi yang secara bertahap telah mengakibatkan deformasi batu yang berlebihan sehingga dapat berakibat terjadinya keruntuhan bangunan candi. Tidak mengherankan bahwa saat ditemukan, bangunan candi ini dalam kondisi runtuh dan rusak parah.

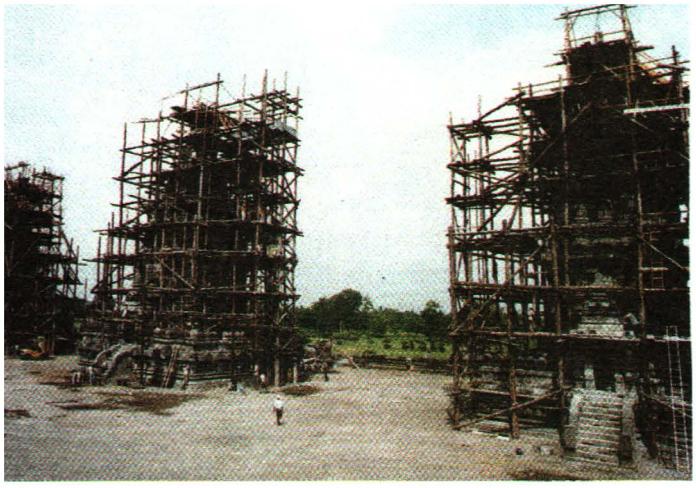
Perkuatan Struktural Bangunan Candi wahana Hasil Pemugaran Tahun 1991

Kegiatan pemugaran candi wahana dimulai di tahun 1991 dan selesai pada tahun 1993. Di dalam kegiatan tersebut telah dilakukan penambahan perkuatan terhadap badan bangunan candi dengan rangka beton bertulang. Pemugaran candi wahana dilaksanakan secara total dan sudah memasukkan aspek konservasi.

Sewaktu dilaksanakan pembongkaran candi Garuda dalam rangka pemugaran kembali, ketika mencapai batu lapis 31 sisi tenggara dinding sumuran ditemukan wadah bertutup dari batu andesit. Di dalamnya berisi biji-bijian, batu mulia, peripih logam dari emas, perunggu dan perak. Selain itu di ketiga sudut candi yakni sudut timur laut, barat laut dan barat daya pada batu lapis 17 masing-masing ditemukan satu buah periuk logam yang di dalamnya terdapat lembaran-lembaran emas tipis sejumlah 19 lembar. Lembaran emas tipis tersebut merupakan inskripsi yang bertuliskan nama-nama dewa lokapala yakni *Indra, Yama, Baruna, Isana, Suryya, Riniti, Brahma, Soma, Agni* dan *Bayu*, serta nama *Basuki, Ananta* dan *Taksaka* yang merupakan nama-nama mahkluk mistis berwujud naga. Selain itu juga terdapat tulisan-tulisan yang menyebut tentang ajaran agama Hindu seperti *Dharma, Jnana* dan *Wairagya*.

Berdasarkan penelitian bagian kaki candi wahana mengalami kemelesakan di bagian sudut-sudutnya, sehingga pada saat penyusunan kembali dilakukan pemadatan dasar pondasi untuk menghindari kemelesakan lebih lanjut. Untuk menghindari kemungkinan terjadinya pergeseran akibat gempa bumi, konstruksi bangunan diperkuat dengan pasangan plat beton bertulang yang terletak di antara susunan batu dinding dalam candi. Secara umum perkuatan badan candi dilakukan dengan menggunakan kerangka portal beton bertulang *(rigid frame concrete skeleton).*

Perkuatan rangka beton bertulang ini diberikan mulai dari lantai dasar hingga mencapai bagian kemuncak. Bentuk perkuatan di setiap bagian



Pemugaran ketiga candi Wahana (atas) Mengembalikan arca Nandi ke dalam bilik (tengah) dan proses pembukaan peripih Candi Garuda (bawah)

candi berbeda-beda menyesuaikan dengan bentuk dan ukuran bagian tersebut. Pada bagian lantai dasar diberikan rangka beton bertulang membentuk rangka kotak horisontal, dilanjutkan dengan kolom-kolom beton bertulang vertikal untuk perkuatan badan.

Bagian atap I diberi perkuatan rangka beton bertulang yang membentuk trapesium dengan plat beton bertulang pada bagian atasnya. Perkuatan beton di bagian atas (Atap II dan Atap III) adalah berupa rangka kolom beton bertulang dengan bagian atas berupa plat. Pada bagian Kemuncak, perkuatan struktur berupa sebuah kolom beton bertulang.

Pada kedua gambar detail konstruksi perkuatan tersebut menampakkan bahwa rangka baja tulangan untuk kolom ditempatkan pada bagian tengah ruang antar batuan. Selebihnya, ruang antar batuan diisi dengan beton tumbuk. Tulangan baja ini dipasang hingga mencapai dasar ratna kemuncak.

Selain perkuatan struktur rangka beton bertulang, di sekeliling rangka beton diberi perkuatan pasangan batu kali, terutama pada bagian kaki dan badan candi. Selanjutnya, ruang antara pasangan batu kali dan dinding batuan candi diisi dengan beton tumbuk. Sistem perkuatan badan candi tersebut akan menghasilkan suatu massa yang pejal (*solid*) dan kokoh (*robust*). Perkuatan pada badan dan atap bangunan candi telah mempengaruhi terjadinya perubahan karakter struktur bangunan. Konsep dasar struktur candi yang semula merupakan susunan segmen batuan berubah menjadi suatu sistem massa yang solid. Segmen batuan candi yang semula dimungkinkan untuk bergerak satu sama lain berubah menjadi satu masa yang utuh yang akan bergerak sebagai satu kesatuan massa. Beban gempa adalah beban dinamis yang bekerja secara bolak balik.

Temuan Inskripsi Emas Di Lubang Sumuran Candi Garuda

RINITI

KAPILA

BASUKI

BARUNA

WAIRAGYA

DHARMMA

ISANA

BRAHMA

YAMA

BAYU

OM SURYYA

SOMA

ANANTA

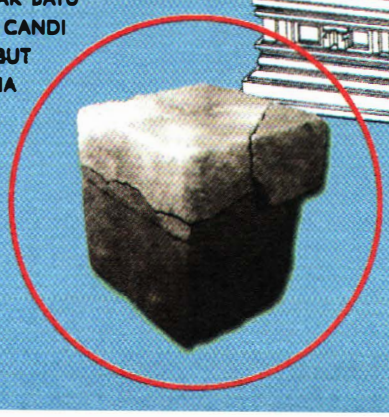
DHASAMA

INDRA

TAKSAKA

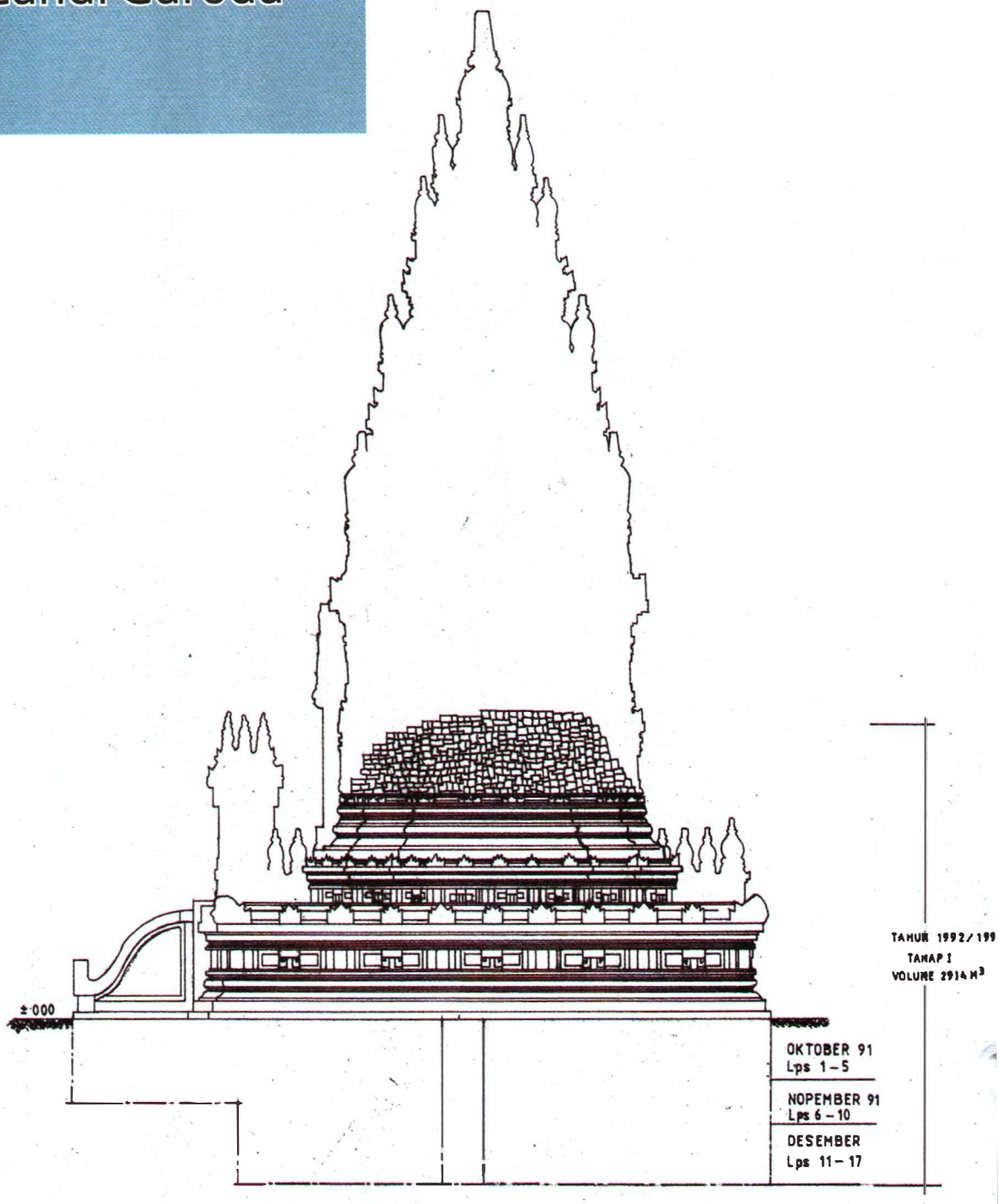
AGNI

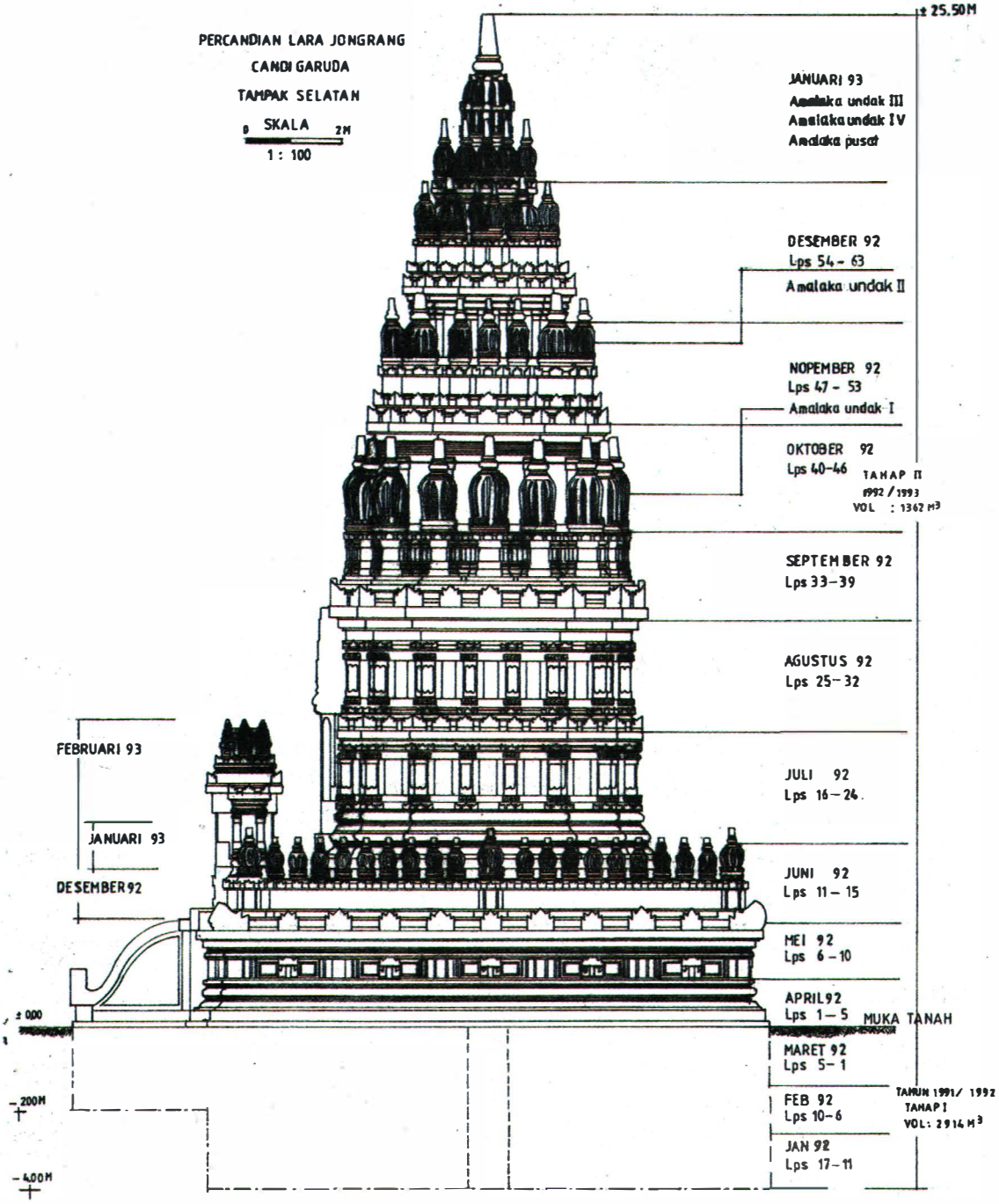
JNANA



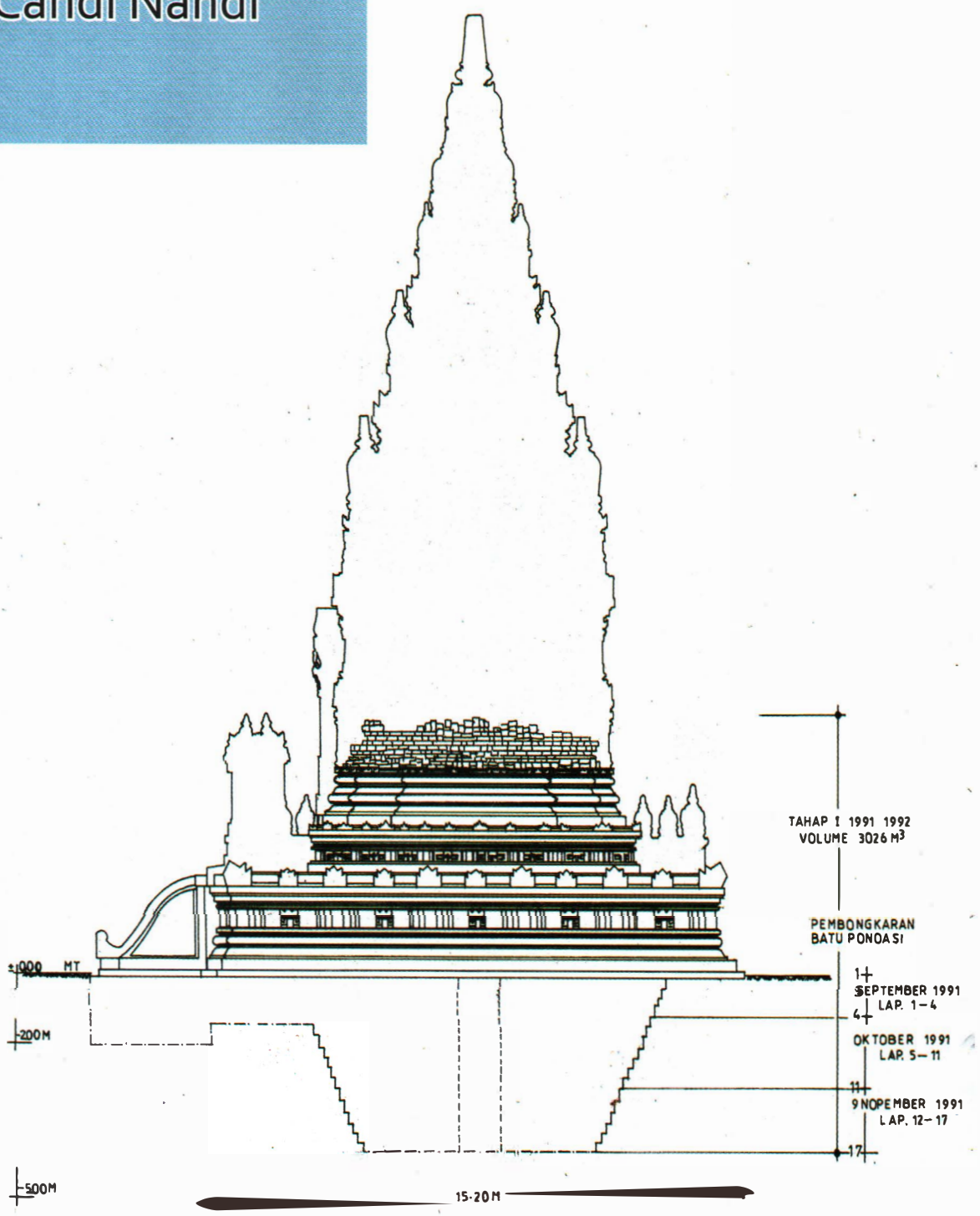
Tahun 1991 ditemukan sebuah kotak batu bertutup di bagian sudut sumuran candi Garuda. Di dalam kotak batu tersebut berisi biji-bijian, batu mulia berwarna merah dan biru, peripih emas, perak dan perunggu serta sebuah periuk berisi air

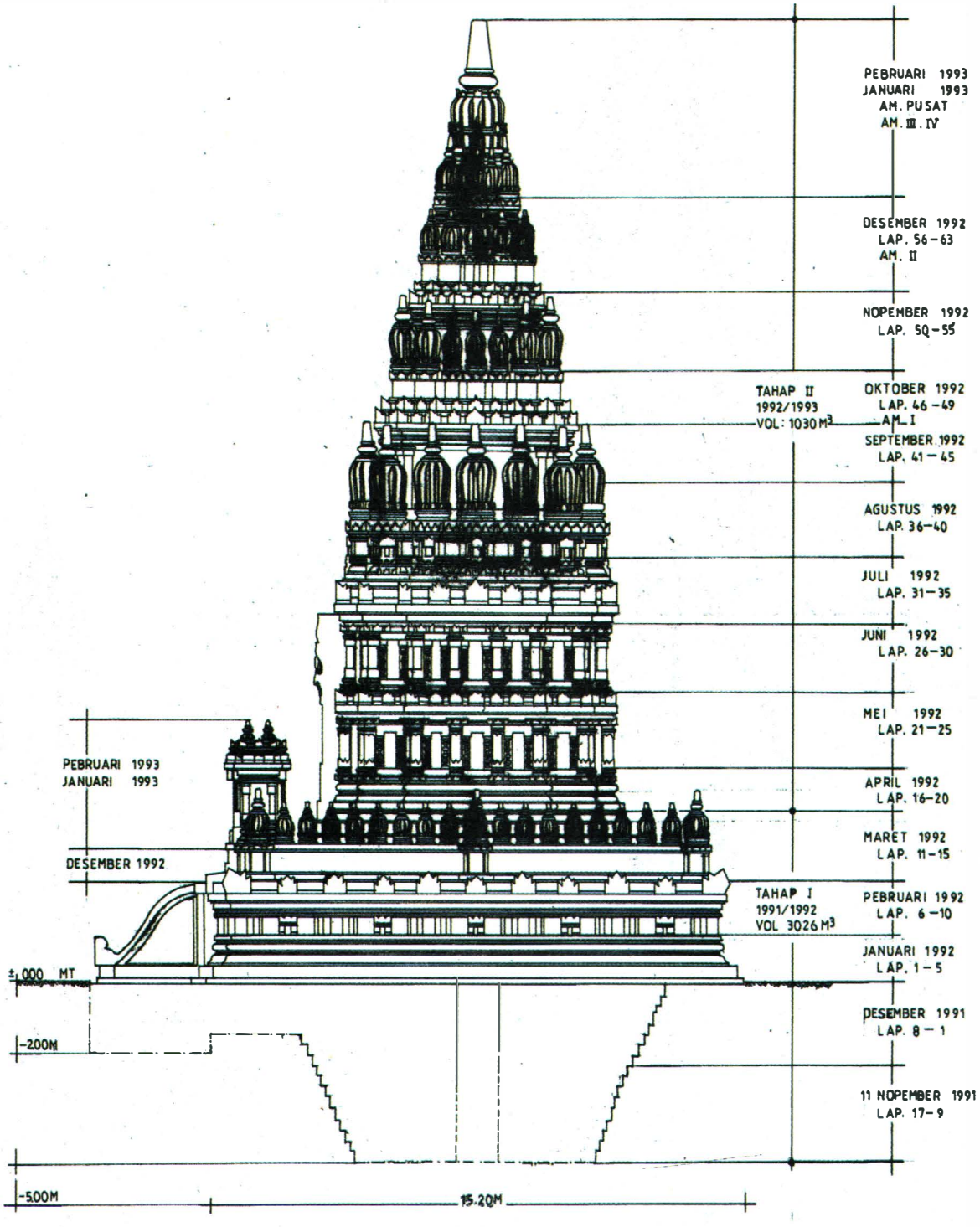
Candi Garuda




PERCANDIAN LARA JONGRANG
CANDI GARUDA
TAMPAK SELATAN
SKALA
1 : 100
± 25.50M
JANUARI 93
Amalaka undak III
Amalaka undak IV
Amalaka pusat
DESEMBER 92
Lps 54 - 63
Amalaka undak II
NOPEMBER 92
Lps 47 - 53
Amalaka undak I
OKTOBER 92
Lps 40-46
TAHAP II
1992 / 1993
VOL : 1362 M3
SEPTEMBER 92
Lps 33-39
AGUSTUS 92
Lps 25-32
FEBRUARI 93
JULI 92
Lps 16-24
JANUARI 93
DESEMBER 92
JUNI 92
Lps 11-15
MEI 92
Lps 6-10
APRIL 92
Lps 1-5
MUKA TANAH
± 000
MARET 92
Lps 5-1
-200M
FEB 92
Lps 10-6
TAHUN 1991/ 1992
TAHAP I
VOL: 2914 M3
JAN 92
Lps 17-11
-400M

Candi Nandi


TAHAP I 1991 1992
VOLUME 3026 M3
PEMBONGKARAN
BATU PONOASI
1
SEPTEMBER 1991
LAP. 1-4
4
OKTOBER 1991
LAP. 5-11
11
9 NOPEMBER 1991
LAP. 12-17
17
±000 MT
200M
500M
15-20M


PEBRUARI 1993
JANUARI 1993
AM. PUSAT
AM. III. IV
DESEMBER 1992
LAP. 56-63
AM. II
NOPEMBER 1992
LAP. 50-55
TAHAP II
1992/1993
VOL: 1030 M3
OKTOBER 1992
LAP. 46-49
AM. I
SEPTEMBER 1992
LAP. 41-45
AGUSTUS 1992
LAP. 36-40
JULI 1992
LAP. 31-35
JUNI 1992
LAP. 26-30
MEI 1992
LAP. 21-25
APRIL 1992
LAP. 16-20
MARET 1992
LAP. 11-15
PEBRUARI 1992
LAP. 6-10
JANUARI 1992
LAP. 1-5
DESEMBER 1991
LAP. 8-1
11 NOPEMBER 1991
LAP. 17-9
TAHAP I
1991/1992
VOL 3026 M3
PEBRUARI 1993
JANUARI 1993
DESEMBER 1992
±.000 MT
-2.00M
-5.00M
15.20M

Struktur perkuatan yang terdapat di dalam tubuh candi Nandi

Massa bangunan candi, jika terlanda gempa juga akan bergetar atau mengalami aksi bergoyang secara bolak-balik. Besarnya frekuensi dan simpangan dari bergoyangnya struktur candi tergantung dari nilai kekakuan bangunan candi. Untuk satu jenis masa, kekakuan dipengaruhi oleh besarnya penampang. Untuk kasus candi wahana, bentuk candi dan sistem perkuatan yang diberikan sangat berpengaruh terhadap karakter goyangan struktur candi. Bagian fondasi dan badan candi yang masih memberikan kekakuan yang tinggi. Untuk bagian atap dan kemuncak, bentuk struktur dan sistem perkuatannya semakin mengecil sehingga kekakuan candi pada bagian ini juga semakin berkurang. Sebagai akibatnya, goyangan struktur bangunan candi akan menyebabkan terjadinya simpangan yang semakin besar untuk elevasi struktur yang semakin tinggi. Oleh karena itu, daerah kemuncak merupakan bagian candi yang akan mengalami simpangan yang paling besar pada saat terjadi gempa.

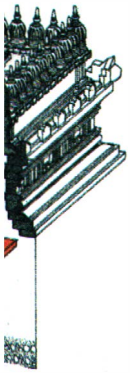
Di lain pihak batu-batu dinding candi pun diperkuat dengan diikatkan ke beton, baik yang bertulang maupun beton tumbuk dengan menggunakan angkur (pengait) kuningan. Selain itu, perkuatan juga diberikan pada hubungan antarbatu, yaitu berupa angkur kuningan berbentuk ekor burung. Angkur ini selanjutnya di*grouting* dengan semen, sehingga hubungan antar batu menjadi kaku *(rigid connection)*. Perkuatan-perkuatan ini tidak memberikan kesempatan setiap segmen batu candi untuk bergerak satu terhadap yang lain.

Struktur perkuatan yang terdapat di dalam tubuh candi Garuda

Tinjauan Geoteknik Lapisan Tanah dan Struktur Pondasi Candi Garuda dan Nandi Pascagempa 2006

Kompleks Candi Prambanan mengalami kerusakan yang cukup parah setelah Daerah Istimewa Yogyakarta diguncang gempa pada tanggal 27 Mei 2006. Kerusakan yang terjadi pada bangunan Candi Prambanan antara lain dengan banyaknya bagian-bagian candi yang rusak, jatuh berantakan, namun secara keseluruhan bangunan masih tetap tegak berdiri akibat gaya gempa. Gempa bumi yang telah terjadi di Yogyakarta memberikan kontribusi dalam pengetahuan dan pembelajaran tentang perilaku dan interaksi antara tanah dan struktur di bawah beban dinamis. Investigasi geoteknik perlu dilakukan dalam rangka rehabilitasi dan perancangan sistem perkuatan struktur Candi wahana, yaitu Candi Garuda, Nandi dan Angsa. Penelitian dilakukan dengan melakukan uji bor mesin yang dikombinasi dengan geolistrik dalam kompleks Candi Prambanan serta pembuatan kotak uji (*test pit*) di bagian sudut kaki candi untuk mengetahui kondisi struktur pondasi, kestabilan dan kuat dukung tanah. Berdasarkan hasil uji bor diperoleh kedalaman muka tanah asli pada kedalaman -14,00 m dihitung dari muka tanah pelataran candi. Muka air tanah dijumpai pada kedalaman sekitar -12,00 m.

Lapisan tanah keras (batuan) di kompleks Candi Prambanan terletak cukup dalam. Nilai sudut gesek internal tanah berkisar 32 – 37° dan nilai kohesi dapat diabaikan. Nilai kuat dukung tanah berkisar 175 – 200 kN/m^2. Struktur fondasi candi wahana secara keseluruhan masih kokoh, karena telah direncanakan oleh nenek moyang dengan sistem perbaikan tanah terlebih dulu. Sistem perbaikan tanah berupa campuran pasir kasar dan kerikil, kerakal yang dipadatkan setebal ± 3.00 m di bawah bangunan candi. Berdasarkan hasil penelitian di laboratorium pasir kasar yang dipadatkan dapat memberikan rasio redaman (*damping rasio)* untuk beban siklik termasuk beban gempa dan akan sangat berarti pada bangunan yang ada di atas fondasi tersebut. Oleh karena itu, kerusakan yang terjadi dapat diredam, dan kerusakan bangunan tidak lebih parah. Kerusakan akibat gempa hanya terjadi di bagian atas dari fondasi Candi wahana yang bentuknya menjulang/ meruncing ke atas.

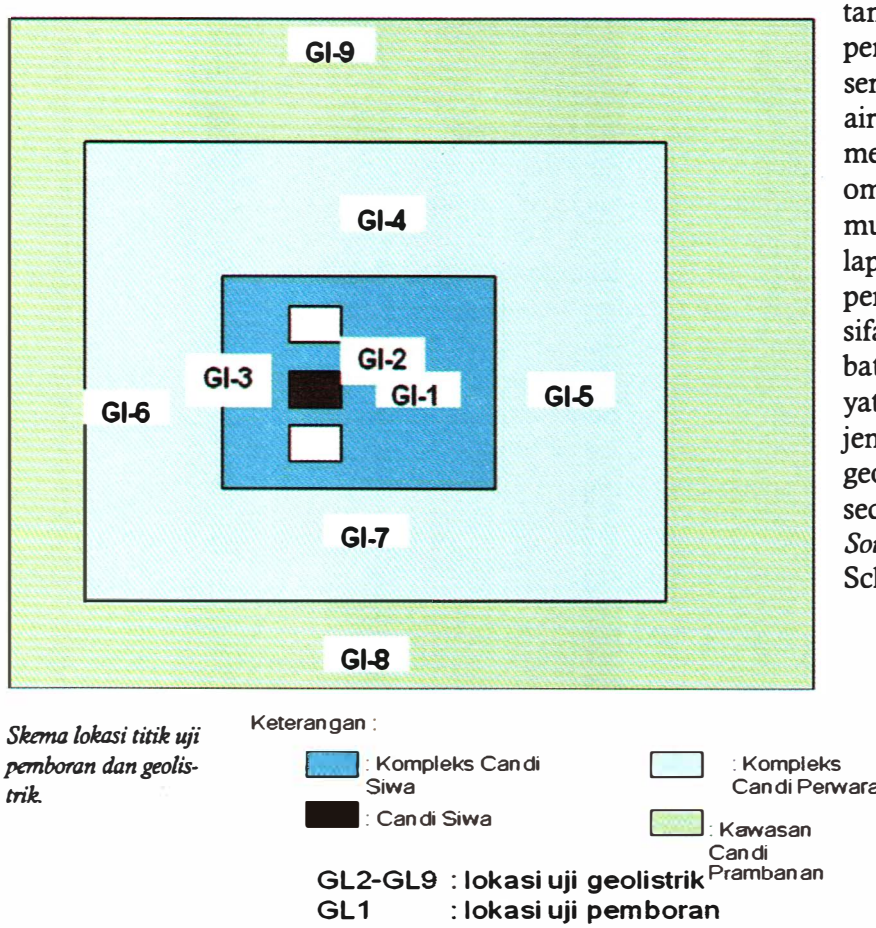


Metode Pengujian

Pengujian dilakukan di lapangan dengan menggunakan alat bor mesin sampai kedalaman 15,00 m, dan dikombinasi dengan uji geolistrik dalam kompleks Candi Prambanan serta tes pit di bagian sudut kaki candi untuk mengetahui kondisi struktur fondasi, kestabilan dan kuat dukung tanah. Pengujian berdasarkan standar uji *American Society for Testing and Materials* (ASTM, 2003). Liu (2003) memberikan prosedur pengujian, pengukuran dan evaluai sifat teknis tanah berdasarkan standar uji ASTM.

Uji pemboran selain dapat diketahui secara visual kondisi pelapisan tanah di kompleks candi juga dilakukan uji penetrasi standar (*Standard Penetration Test*, SPT) untuk mengetahui kemampuan dukung tanah di bawah kompleks Candi Prambanan serta pengukuran muka air tanah apabila diketemukan.

Metode geolistrik atau metode tahanan jenis adalah salah satu metode geofisika eksplorasi yang digunakan untuk pendugaan keadaan bumi di bawah permukaan berupa lapisan-lapisan batuan penyusunnya berdasarkan sifat-sifat kelistrikan batuan tersebut. Uji geolistrik dilakukan di seluruh kompleks Candi Prambanan untuk mengetahui kedalaman lapisan tanah dan jenis material pembentuk lapisan ini serta kedalaman muka air tanah. Metode ini memanfaatkan gelombang listrik dan kemudian diterima oleh lapisan-lapisan batuan penyusun berdasarkan sifat-sifat kelistrikan batuan tersebut dan dinyatakan dalam tahanan jenisnya. Penyelidikan geolistrik ini dilakukan secara *Vertical Electrical Sounding* dengan metode Schlumberger.



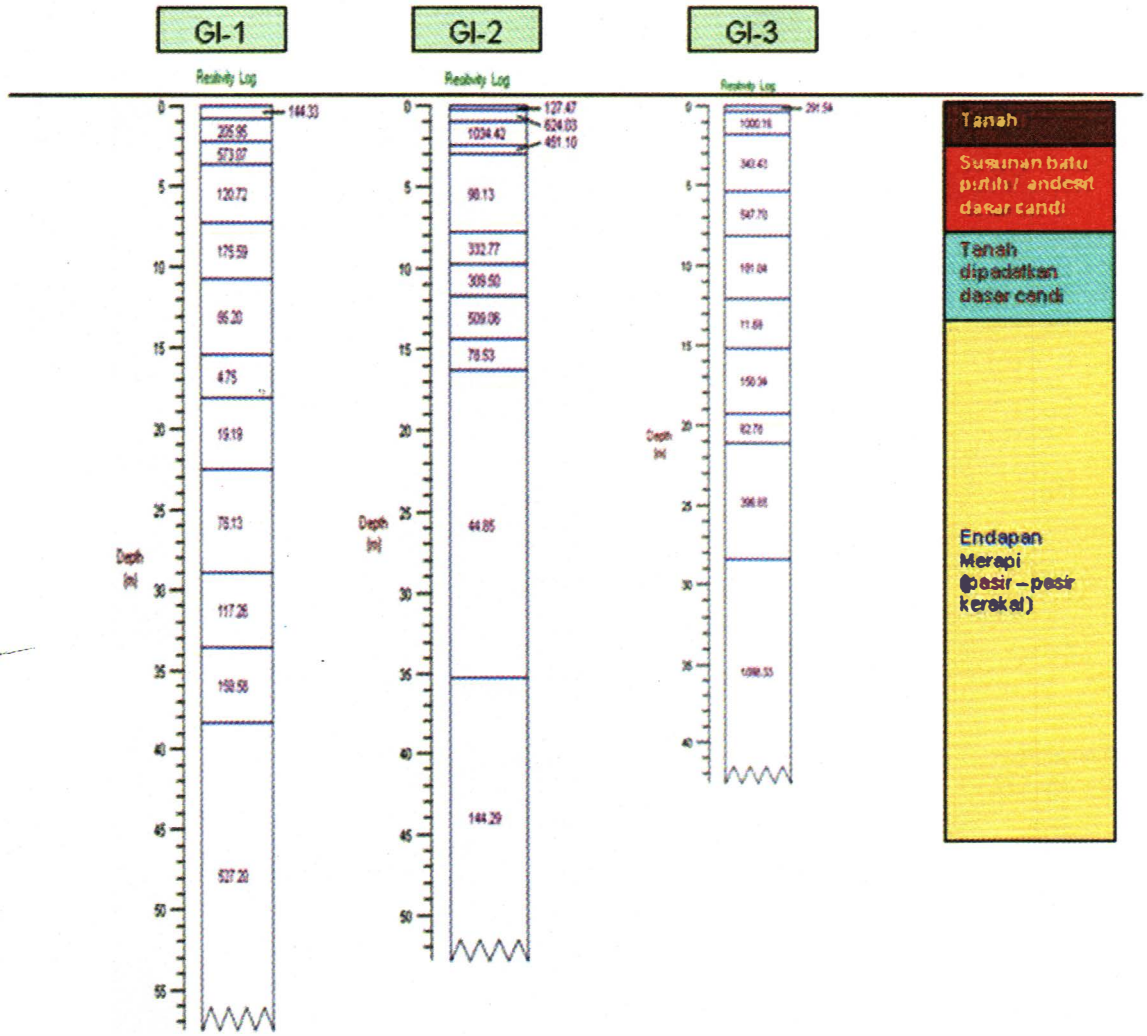
Skema lokasi titik uji pemboran dan geolistrik.

Hasil dan Evaluasi

Candi Prambanan pasca gempa bumi tampak mengalami kerusakan cukup parah. Di bagian halaman candi banyak batu-batu candi (bagian ratna) berserakan akibat goncangan gempa, namun secara keseluruhan seolah-olah masih tegak berdiri dengan kokoh. Hal ini juga dialami candi Garuda dan Nandi. Untuk mendukung kegiatan rehabilitasi struktur perkuatan pada kedua candi tersebut diperlukan kajian dan evaluasi untuk mengetahui susunan dan sistem fondasi candi, mengetahui kondisi lapisan tanah serta material pembentuknya di bawah bangunan candi dan muka air tanah di lokasi tersebut, serta perilaku interaksi tanah dan struktur candi.

Hasil uji bor mesin dan nilai SPT di lokasi sebelah timur Candi Siwa ditunjukkan dalam gambar-gambar di bawah ini. Gambar tersebut menunjukkan hasil uji geolistrik pada beberapa titik *sounding*. Berdasarkan hasil studi yang telah dilakukan pada pengeboran tanah di lokasi Candi Siwa, diketahui bahwa kompleks bangunan Candi Prambanan tampaknya ter-

Korelasi titik sounding geolistrik dan interpretasi material penyusunnya

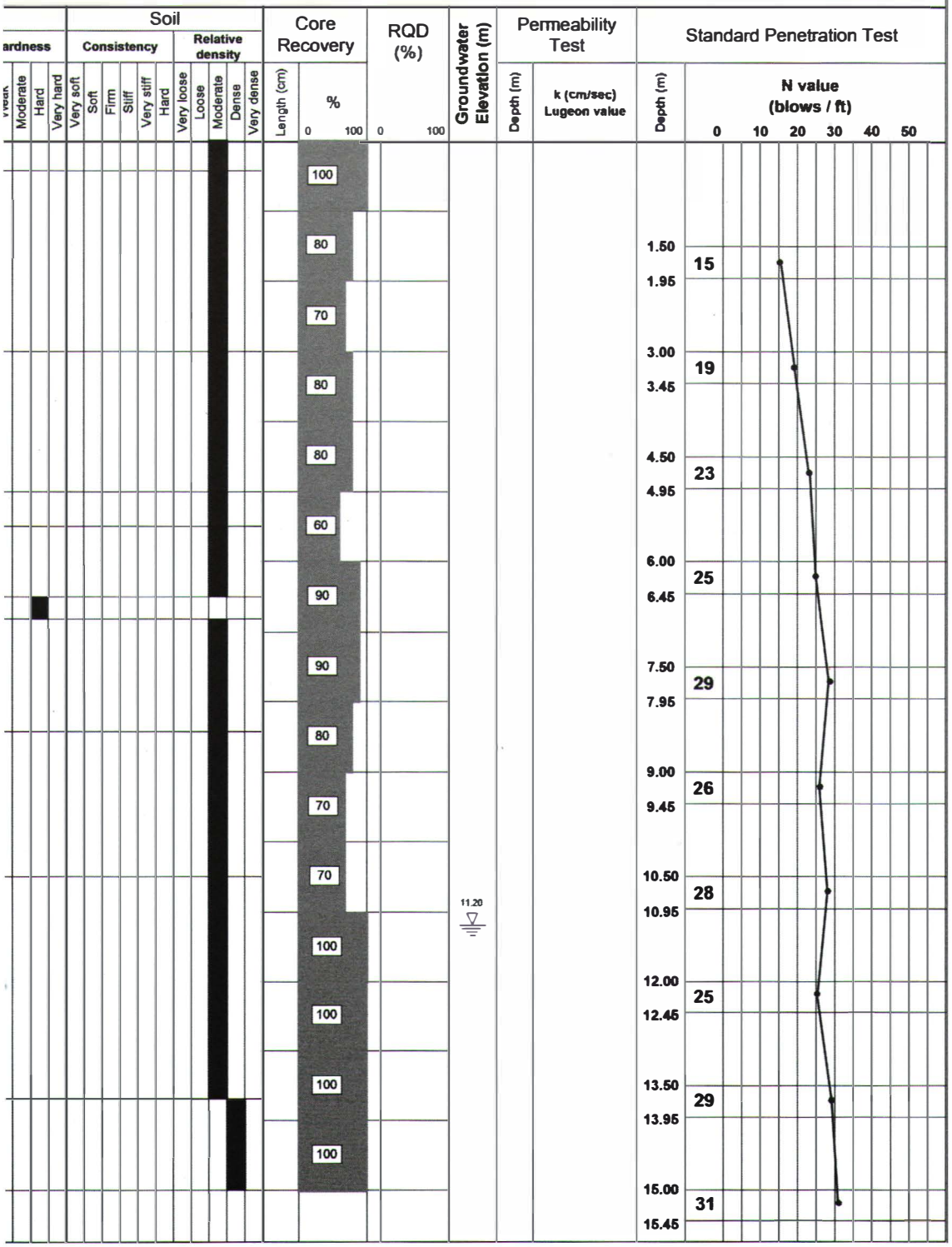


PROJECT	
LOCATION	**Prambanan Temple, Yogyakarta**
Average Core Recovery (%)	Date started : 16 Februari 2007 — Dat

Date	Depth (m)	Soil Sample	Rock / Soil Type	Thickness (m)	Column Section	Rock / Soil Description	Weathering: Complete	High	Moderate	Slight	Fresh	Co: Loose
16-Feb-07	0.40		Medium SAND	0.40		Greyish brown, found sandstone fragment						
	1.00, 2.00, 3.00		Fine SAND	2.60		Redish brown, uniform grainsize						
	4.00	■	Fine SAND	2.00		Brown, uniform grainsize						
	5.00, 5.50		Medium SAND	0.50		Greyish brown, uniform grainsize						
	6.00, 6.50		Fine SAND	1.00		Redish brown, uniform grainsize						
17-Feb-07	6.60		Fine SANDSTONE	0.30		Redish brown			■			
	7.00, 8.00, 8.40	■	Fine SAND	1.60		Brown, uniform grainsize						
	9.00, 10.00, 10.50		Fine SAND	2.10		Greyish brown, uniform grainsize						
	11.00, 12.00, 13.00, 13.70	■	Very Fine SAND	3.20		Brown, uniform grainsize						
	14.00, 15.00	■	Fine SAND	1.30		Blackish grey, uniform grainsize						
			END OF HOLE									

Hasil uji pemboran (borlog) dan SPT

	Depth	15 m	Ground Elevation	
	Point Coordinate		Hole Inclination	Vertical
Februari 2007	Drilled By	Mukharob	Logged By	Anung Priyoko, S.T.



letak pada suatu cekungan yang kemudian ditimbun. Hal ini didukung dari hasil uji bor dan geolistrik. Letak muka tanah asli bervariasi, namun dapat dikatakan bahwa muka tanah asli ini, secara umum miring dari arah barat laut ke tenggara. Di bagian barat laut kedalaman muka tanah asli terletak pada kedalaman -8,00 m sedangkan di arah tenggara pada kedalaman sekitar -10,00 sampai dengan -16,00 m. Letak tanah asli di lokasi Candi Siwa, pada kedalaman -14,00 m. Letak lapisan tanah keras (batuan) terletak cukup dalam, namun dengan arah kemiringan yang sama dengan permukaan tanah asli. Di bagian barat laut kedalaman lapisan batuan bervariasi pada -25,00 m sampai dengan -33,00 m sedangkan di arah tenggara pada kedalaman yang sangat dalam.

Nilai SPT, dari kedalaman ± 0,00 m sampai dengan - 15,00 m bertambah secara bertahap sebesar 15 – 29, sedangkan untuk kedalaman -15,00 m (batas kedalaman pemboran) sebesar 31. Berdasarkan kriteria Peck, dkk. 1977 (dalam Bowles, 1997) nilai N SPT adalah sebagai berikut,

Nilai N SPT	***Kepadatan Relatif***
15 – 29	Kepadatan sedang
≥ 30	Padat
≥ 55	Sangat padat (batuan keras)

Selain itu, parameter tanah untuk analisis kapasitas dukung tanah adalah parameter kuat geser tanah, yaitu nilai sudut gesek internal dan kohesi tanah. Nilai sudut gesek internal tanah, φ dapat diperoleh dari hubungan N SPT dengan persamaan (1) (Kishida, 1967 dalam Das, 2002).

$$\varphi = \sqrt{N} + 15 \qquad (1)$$

Nilai sudut gesek internal tanah berkisar 32 – 37°, sedangkan nilai kohesi dapat diabaikan. Hal ini juga sesuai dengan korelasi antara N SPT dengan sudut gesek internal dari Peck dkk (1974 dalam Reese et. al., 2006). Berdasarkan data borlog dan nilai N SPT nilai kuat dukung ijin (q_a dalam kg/cm^2) tanah dasar untuk fondasi memanjang menurut Mayerhof (Coduto, 1994) pada tanah pasiran dengan lebar fondasi B> 1.2m seperti dalam persamaan (2).

$$q_a = \frac{4N}{6}\left(1+\frac{0.3}{B}\right)^2 \qquad (2)$$

Parameter N adalah nilai N SPT rerata di bawah dasar fondasi. Nilai kapasitas dukung tanah (*soil bearing capacity*) 175 – 200 kN/m^2. Tampak tanah di lokasi Candi Siwa merupakan tanah timbunan dengan kepadatan sedang, pada kedalaman sampai dengan -14,00 m. Di bawah dijumpai lapisan ini merupakan lapisan tanah asli dengan kepadatan yang lebih tinggi, serta kemampuan dukung lebih besar. Muka air tanah dijumpai pada kedalaman 11,20 m (dari hasil interpretasi geolistrik global

dijumpai kedalaman muka air tanah pada -12,00 sampai dengan -15,00 m).

Untuk mendukung hasil uji pengeboran dan SPT yang telah dilakukan di pelataran Candi Siwa seperti dipaparkan di atas, maka pada kegiatan ini dilakukan tes pit di sisi pojok candi untuk mengetahui batuan penyusun fondasi, lapisan tanah serta mengetahui kondisi stabilitas fondasi candi. Gambar di bawah menunjukkan pembukaan batuan penyusun tubuh candi untuk mengetahui jenis batu penyusunnya dan kondisi batuan. Dengan demikian maka sistem struktur perkuatan yang diperlukan pada rehabilitasi Candi wahana dapat direncanakan dengan tepat.

Test pit yang dilakukan pada sudut bangunan candi Siwa

Struktur fondasi candi wahana secara keseluruhan terlihat masih kokoh, karena telah direncanakan dengan sistem perbaikan tanah terlebih dulu. Sistem perbaikan tanah berupa campuran pasir kasar dan kerikil, kerakal yang dipadatkan setebal ± 3.00 m di bawah bangunan candi. Berdasarkan hasil penelitian di laboratorium pasir kasar yang dipadatkan dapat memberikan rasio redaman (*damping rasio)* untuk beban siklik. Pengaruh redaman akibat beban gempapun akan sangat berarti pada bangunan yang ada di atas fondasi ini. Oleh karena itu, kerusakan yang terjadi dapat diredam dan kerusakan bangunan tidak terlalu parah. Kerusakan akibat gempa hanya terjadi di bagian atas dari fondasi Candi wahana yang bentuknya menjulang/meruncing ke atas. Keretakan yang teramati ada di bagian atas fondasi.

Pada tubuh candi terlihat terdiri atas dua jenis batuan. Bagian luar menggunakan batu andesit dan bagian dalam dengan batu putih (tuff) yang secara visual kekuatannya lebih rendah dari batu bagian luar. Batu putih diletakkan dua lapis dari batuan luar. Kekuatan batu putih sangat bervariasi, diperlukan uji lebih lanjut untuk menentukan nilai kekuatan batu tersebut.

Selain itu teramati juga celah diantara batu batu penyusun diisi (*filler*) dengan tanah lempung/ lanau pasiran. *Filler* ini juga mempunyai peran dan memberikan kontribusi sebagai peredam getaran yang ditimbulkan oleh gempa karena sifatnya yang fleksibel pada struktur dinding candi bagian dalam. Tanah sebagai *filler* yang diharapkan adalah memiliki karakteristik dan sifat teknis yang cukup baik, lempung yang kedap air tetapi

Sampel pembukaan struktur kaki candi untuk mengetahui jenis batunya

tidak ekspansif dan kuat geser yang cukup baik. Uji tanah pengisi celah batuan juga perlu dilakukan untuk mengetahui sifat fisis, mekanis, kandungan mineral dan propertis hidraulikanya (permeabilitas). Tujuannya adalah agar pemilihan tipe jenis tanah untuk pengisi dan perekat susunan batu candi dalam rangka rehabilitasi pasca gempa tepat sesuai dengan kondisi tanah aslinya, sifat teknis yang direncanakan serta kondisi tanah pengganti yang ada di sekitar lokasi candi.

Struktur candi asli merupakan susunan batu yang disusun dengan alas lebih lebar, dan selanjutnya meruncing di bagian puncaknya. Tujuan struktur sedemikian agar distribusi tekanan pada arah vertikal merata pada seluruh luasan di bagian alas (fondasi), serta tekanan yang diterima tanah dasar fondasi lebih kecil dari kemampuan dukung tanah fondasi nya. Selain itu, struktur fondasi bangunan candi merupakan tipe fondasi langsung artinya dasar bangunan langsung menumpang di atas tanah dasar fondasi, namun pada bangunan candi pada umumnya di Indonesia telah dilakukan perbaikan tanah dasar fondasinya dengan menempatkan tanah pasir tercampur kerikil/kerakal dengan butiran tajam yang dipadatkan. Ketebalan tanah perbaikan ini sesuai dengan bangunan candi. Untuk bangunan Candi Prambanan misalnya lapisan tanah perbaikan ini mencapai 3,00 m, sedangkan pada candi Selogriyo dengan tebal lapisan ini 1,50 m, candi Muaratakus di Riau dengan ketebalan lapisan 1,50 m. Untuk candi Borobudur, selain menggunakan lapisan perbaikan tanah dasar fondasi juga berfungsi sebagai pengisi ruang yang terbentuk antara susunan batu di bagian luar dan permukaan tanah asli yang tidak simetris dengan bentuk candi. Ketebalan lapisan ini pada candi Borobudur bervariasi antara 0,50 – 8,00 m.

Dinding candi merupakan susunan batu dengan permukaan kasar dengan tujuan untuk memperbesar gesekan (friksi) agar berlawanan terhadap geser akibat adanya gaya horisontal. Selain itu, sambungan batu candi menggunakan sambungan purus dan lubang untuk arah vertikal, sedangkan sambungan ekor burung digunakan untuk sambungan arah horisontal agar batu-batu ini saling terkait sehingga susunan batu seolah-olah saling bergandengan satu sama lain menjadi satu kesatuan yang kokoh.

Pada konstruksi bangunan candi hasil renovasi, banyak konstruksi bangunan candi diperkuat dengan struktur beton bertulang yang membentuk kalom dan balok dengan struktur rangka di bagian dalam candi. Secara struktural konstruksi ini membantu kekuatan dalam mendukung beban vertikal, namun mempunyai kelemahan terhadap getaran (beban gempa). Rangka kolom dan balok merupakan struktur yang kaku, sedangkan susunan batu asli candi merupakan struktur yang fleksibel, sehingga pada saat terjadi getaran akibat beban gempa kedua struktur ini akan mengalami deformasi yang berbeda sesuai sifat kekakuan masing-masing struktur tersebut. Konstruksi kolom dan balok yang membentuk struktur rangka akan bersifat kaku dengan angka kekakuan (*stiffnes)* tinggi dan akan mengalami deformasi yang besar di bagian yang jauh dari permukaan tanah,

sedangkan susunan batu akan mengalami deformasi yang lebih kecil. Oleh karena itu, batu-batu candi di bagian atas akan terdesak keluar oleh pengaruh deformasi struktur kolom dan balok ini. Bentuk meruncing ke atas, berakibat deformasi di bagian puncak candi atau dikenal dengan amplitudo akan menjadi lebih besar dibanding di bagian bawah sehingga batu candi dapat terlepas dari kedudukannya. Hal ini dialami baik candi Garuda maupun Nandi saat terjadi gempa tahun 2006 dimana di bagian kemuncak mengalami kerusakan yang paling parah.

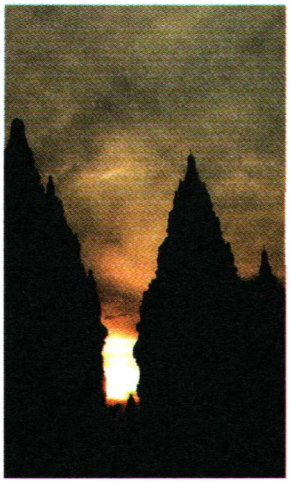
Candi wahana telah mengalami pemugaran pada tahun 1991 selama 3 tahun. Di dalam pemugaran ketiga candi wahana, keseluruhan bangunan candi dibongkar hingga mencapai fondasi dan diberi struktur perkuatan beton bertulang. Terlihat bahwa sistem perkuatan dilakukan secara menyeluruh hingga ke lantai dasar. Dengan demikian secara umum struktur fondasi lebih stabil dan masih kokoh akibat gempa 2006. Teramati adanya penurunan dan pergeseran batuan bagian luar di pojok kaki candi. Untuk itu saat rehabilitasi perlu batuan tersebut perlu disusun ulang, dikembalikan ke posisi semula dan dilakukan pemadatan tanah dasar fondasi. Dokumentasi menjadi hal yang sangat penting saat uji lanjutan dan pelaksanaan rehabilitasi.

Dari data hasil penelitian geofisik disimpulkan jika kompleks bangunan Candi Prambanan tampaknya terletak pada suatu cekungan yang kemudian ditimbun. Letak muka tanah asli secara umum miring dari arah barat laut ke tenggara. Letak tanah asli di lokasi Candi Siwa, pada kedalaman -14,00 m. Muka air tanah dijumpai pada kedalaman sekitar -12,00 m. Letak lapisan tanah keras (batuan) terletak cukup dalam. Di bagian barat laut kedalaman lapisan batuan bervariasi pada -25,00 m sampai dengan -33,00 m sedangkan di arah tenggara pada kedalaman yang sangat dalam.

Sistem perkuatan struktur yang ada di candi wahana telah dilakukan secara menyeluruh hingga ke lantai dasar. Dokumentasi menjadi hal yang sangat penting baik saat uji lanjutan maupun pelaksanaan rehabilitasi. Selain itu juga perlu dijaga data dan hasil yang diperoleh sebagai kearifan lokal (*local genius)* bangsa Indonesia.

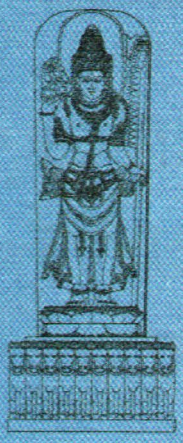
4

Rehabilitasi Candi Garuda dan Nandi Pascagempa 2006



Ketiga candi 'wahana' yang berderet di depan ketiga candi utama yakni 'Garuda', 'Nandi' dan 'Angsa' merupakan candi yang cukup penting. Perihal penyebutan sebagai candi 'wahana', De Haan (1927) menolaknya dengan keras. Ia lebih mendasarkan pendapatnya pada temuan arca Siwa yang tidak utuh yang ditemukan di reruntuhan candi 'Garuda'. Meski demikian, penamaan sebagai candi 'Garuda','Nandi' dan 'Angsa' sudah menjadi istilah jamak yang dikenal dan dipakai. Penyebutan sebagai 'Garuda' dan 'Angsa' merupakan sebuah istilah yang similar bagi ketiga Wahana dewa Trimurti. Hanya satu buah candi saja yang berada di tengah yang di dalamnya dijumpai arca Nandi.

Hanya di bilik candi Nandi sajalah yang dijumpai arca di dalamnya. Arca tersebut adalah arca Nandi, arca dewa Candra dan arca dewa Surya. Arca Nandi terbuat dari batu andesit monolit dengan ukuran panjang 2,35 meter, lebar 0,90 meter, tinggi keseluruhan termasuk lapik 1,37 meter. Tanduk kiri telah patah dan hilang sedangkan tanduk kanan patah tapi telah disambung kembali. Selain arca Nandi, terdapat arca Dewa Surya dan Dewa Candra. Kedua arca ini terletak di belakang arca Nandi, Dewa Surya di sebelah utara dan Dewa Candra di sebelah selatan. Dewa Surya digambarkan dalam sikap berdiri pada sebuah lapik berbentuk padma di atas kereta yang ditarik oleh tujuh ekor kuda. Sedangkan dewa Candra digambarkan dalam sikap berdiri di atas lapik berbentuk padma di atas kereta yang ditarik 10 ekor kuda. Tangan kiri membawa *dwaja* (panji) sedangkan tangan kanan memegang tumbuhan.



Dewa Surya dan Candra

Surya adalah nama dewa matahari yang juga diadaptasi ke dalam dunia pewayangan sebagai dewa yang menguasai atau mengatur surya atau matahari, dan diberi gelar "Batara". Surya mengendarai kereta yang ditarik oleh tujuh kuda dengan kusir bernama Aruna. Sedangkan, Candra adalah dewa bulan yang seringkali disamakan dengan Soma, dewa bulan dalam KitabWeda. Kata Soma merujuk kepada minuman manis dari tanaman, sehingga Candra menjadi penguasa tanaman dan tumbuhan. Candra digambarkan sebagai dewa yang berparas muda dan tampan, berlengan dua dan memegang gada dan teratai. Keretanya ditarik oleh sepuluh kuda putih, atau kadangkala ditarik antilop. Meski antilop adalah hewan yang biasa dilukiskan bersamanya dalam simbol-simbol, kelinci juga dikeramatkan olehnya dan seluruh kelinci berada dalam perlindungannya

Pascagempa ketiga candi wahana mengalami kerusakan yang cukup berat. Kegiatan rehabilitasi diawali pada candi Garuda yang dilaksanaan secara bertahap, sebanyak 3 tahap. Tahap 1 dilaksanakan pada bulan September – Desember 2007, tahap 1I, pada Desember 2007- Januari 2008. terakhir tahap 1II dilaksanakan pada bulan April – Juli 2008. Untuk rehabilitasi Candi Nandi dilakukan selama 5 bulan, yakni dimulai pada bulan Agustus hingga Desember 2008.

Candi Angsa yang juga mengalami kerusakan akibat gempa hingga tahun 2009 belum dilakukan rehabilitasi dan masih tertutup bagi kunjungan wisatawan. Hal ini disebabkan adanya pemasangan alat seismograf di dalam bilik candi yang bertujuan sebagai monitoring kegempaan yang dimulai dilakukan pada tahun 2007 dan akan berakhir di tahun 2010.

Arca Siwa yang ditemukan di reruntuhan candi Garuda setelah direkonstruksi

Perencanaan Teknis Rehabilitasi Candi Garuda dan Nandi

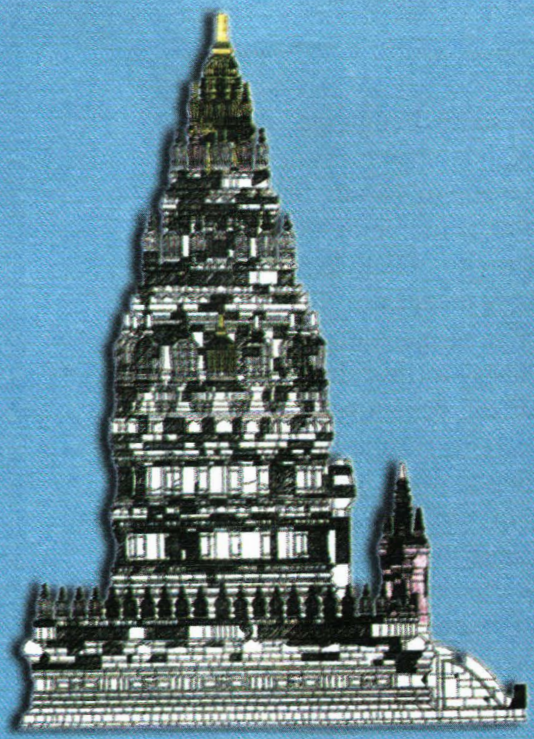
Pada umumnya, terjadinya suatu kerusakan suatu bangunan akibat gempa tidak terlepas dari pengaruh perilaku mekanika struktur bangunan. Tak terkecuali, hal ini juga berlaku pada bangunan candi. Sebelum menentukan sistem perbaikan yang akan dilakukan, perlu diketahui terlebih dahulu penyebab terjadinya kerusakan itu. Olah karenanya, perencanaan teknis restorasi bangunan candi yang mengalami kerusakan akibat gempa memerlukan berbagai informasi yang menyangkut aspek struktural bangunan, antara lain: jenis dan sifat bahan, sistematika dan perilaku struktur, jenis kerusakan, kondisi tanah, dll. Beberapa parameter kerusakan yang terjadi pada bangunan candi; yang berupa pola retak, pecah dan runtuh dari batuan, juga dapat memberikan indikasi awal tentang potensi penyebab kerusakan tersebut. Maka, inventarisasi terhadap detil kerusakan yang terjadi pada bangunan sangat diperlukan dalam proses perencanaan restorasi. Jenis kerusakan dan informasi tentang perilaku mekanika bangunan akan menentukan tindakan intervansi yang diperlukan, baik berupa tindakan perbaikan *(repairing)* atau penambahan perkuatan *(strengthening)*.

Kerusakan Material dan Struktural

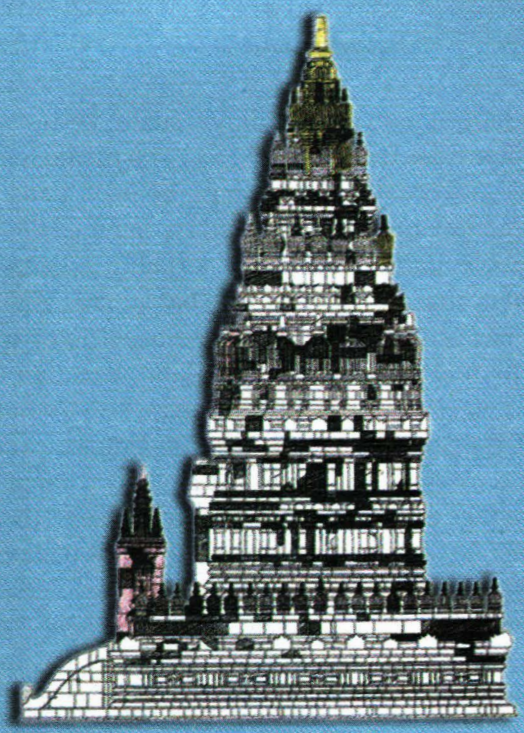
Bangunan candi Garuda dan Nandi di komplek Candi Prambanan mengalami kerusakan serius akibat gempa bumi 27 Mei 2006, yang meliputi kerusakan material dan struktural. Kerusakan material adalah kerusakan yang terjadi pada setiap individual batuan candi. Secara visual kerusakan ini dapat diamati pada batuan di permukaan candi atau batuan yang telah lepas dari badan candi dan runtuh di lantai atau halaman candi. Bentuk kerusakan ini berupa batuan yang retak-retak atau pecah menjadi beberapa bagian. Observasi secara visual pada permukaan batuan candi hanya memungkinkan pengamatan terhadap salah satu atau dua bidang permukaan batuan, bidang permukaan batuan yang lain berada di sebelah dalam dan tak terlihat. Oleh karena itu dari hasil pengamatan kadang-kadang sulit untuk membedakan kondisi batuan yang mengalami

No	Bagian Bangunan/ Lokasi	Jenis kerusakan (blok)	
		Runtuh	Vertikal/ Horisontal
1	Kaki / Pagar Langkan	30	-
2	Gapuro	20	166
3	Atap I	10	12
4	Atap II	3	8
5	Atap III	-	-
6	Atap IV	55	69
7	Ratna Pusat	-	112

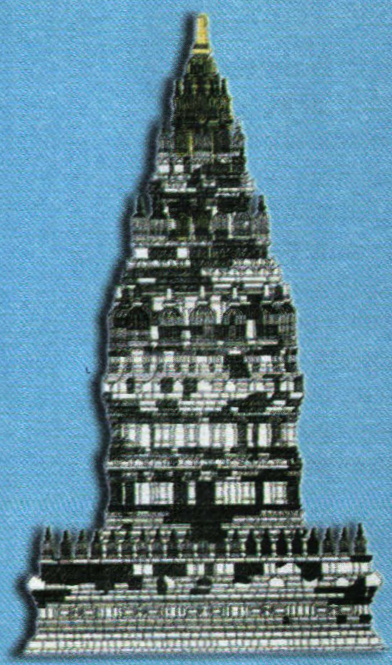
Jumlah kerusakan blok batu candi Garuda



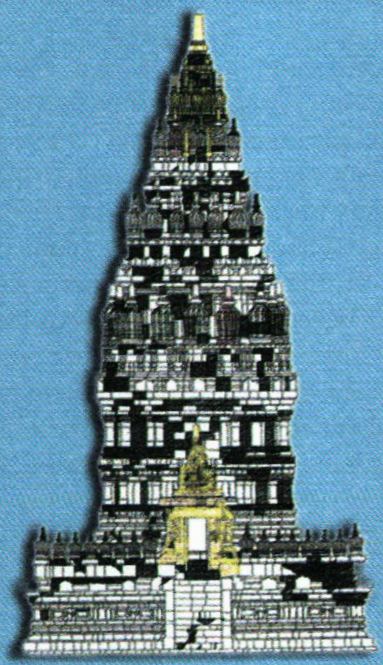
Sisi Utara



Sisi Selatan



Sisi Timur



Sisi Barat

Ploting Letak Kerusakan Candi Garuda Pascagempa

: Komponen Bangunan Runtuh

: Komponen Bangunan Rusak Vertikal / Horizontal

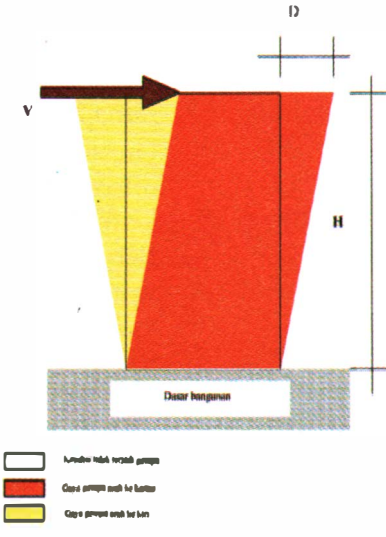
No	Bagian Bangunan/ Lokasi	Jenis kerusakan (blok)	
		Runtuh	Vertikal/ Horisontal
1	Kaki / Pagar Langkan	46	-
2	Gapura	42	183
3	Atap I	11	36
4	Atap II	21	22
5	Atap III	14	34
6	Atap IV	8	90
7	Ratna pusat	14	12

Jumlah kerusakan blok batu candi Nandi

retak dan pecah. Jenis kerusakan ini dapat menjadi jelas apabila batuan yang rusak tersebut dapat dilepas dari posisinya. Namun hal ini hanya mungkin dilakukan pada saat pelaksanaan restorasi, dimana secara teknis dipandang perlu untuk membongkar bagian tersebut.

Pengamatan terhadap struktur bangunan candi di komplek candi Prambanan menunjukkan bahwa kerusakan terparah terjadi pada bagian-bagian atap, pagar langkan dan gapura. Kerusakan bagian atap candi terjadi pada bagian atap kemuncak, atap-1 dan atap 2, yaitu ratna atap atau ratna kemuncak patah, bergeser, miring atau bahkan jatuh. Demikian halnya yang terjadi pada ratna-ratna pada bagian atap-1 dan atap 2. Kerusakan pada gapura berupa keruntuhan atap gapura dan struktur penyangga gapura. Atap gapura mengalami runtuh sebagian dan sebagian lain sebagian bergeser, sedangkan pada struktur penyangga gapura batuan penyusunnya bergeser. Kerusakan-kerusakan yang terjadi ini memiliki karakteristik yang khusus, yaitu terjadi pada posisi yang tinggi (kasus pada ratna) atau bagian struktur yang ramping (kasus pada gapura). Hal ini menunjukkan indikasi kuat tentang pengaruh gaya gempa terhadap kerusakan bangunan candi.

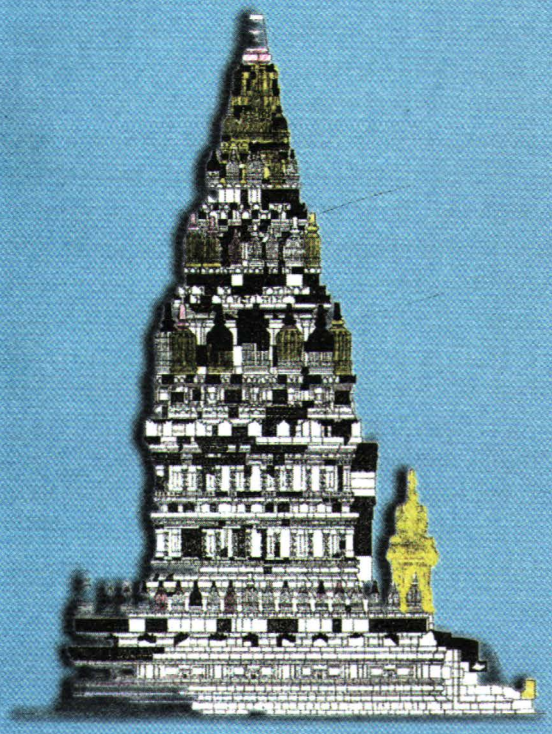
Gaya gempa (V) dalam perhitungan stabilitas bangunan diperhitungkan sebagai beban horisontal yang bekerja pada posisi titik berat tertentu (H) dari dasar bangunan. Besar V ditentukan oleh banyak aspek, antara lain berat bangunan dan tinggi bangunan. Gaya gempa merupakan gaya dinamis, yang bergerak secara ritmik dan kontinyu, sehingga dalam analisis stabilitas bangunan diperhitungkan sebagai beban yang bekerja secara bolak-balik, yaitu suatu saat beban bekerja ke arah kanan dan saat lain bekerja ke arah kiri. Bekerjanya beban gempa V pada struktur menyebabkan bangunan bergoyang lateral/ mendatar (Δ) sesuai arah beban gempanya. Oleh karena itu, bagian bangunan yang terletak pada posisi lebih tinggi akan mengalami goyangan lebih besar, dan pada bagian paling tinggi mengalami goyangan paling besar (Δ_{maks}). Hal ini yang terjadi pada bagian ratna



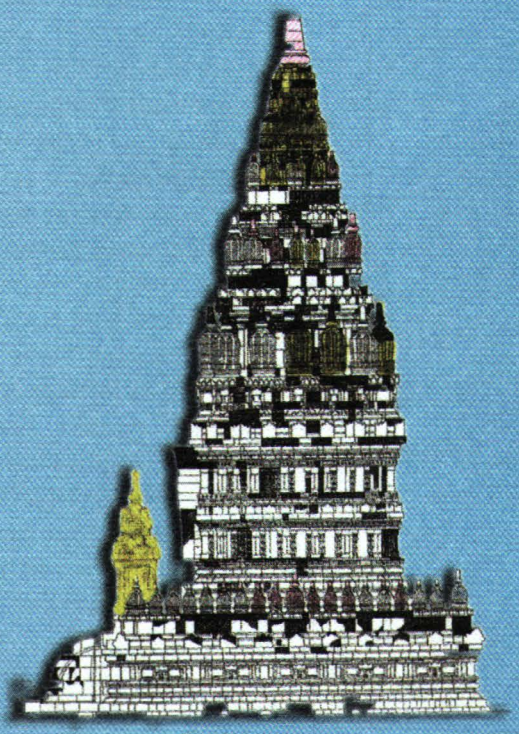
atap atau ratna kemuncak yang mengalami pergerakan lateral terbesar secara cepat. Pada saat gempa ratna atap seolah-olah terlempar ke kiri dan ke kanan. Stabilitas ratna atap sangat tergantung pada kondisi kaliatan (*daktilitas*) sambungannya. Karakteristik serupa juga terjadi pada ratna-ratna bagian atap 1 dan atap 2. Kerusakan yang terjadi pada gapura terutama dipengaruhi oleh bentuk dan sistem struktur. Gapura memiliki bentuk struktur penampang dinding yang pipih dan tinggi. Diatas dinding disusun rangkaian susunan batuan atap gapura yang berat. Sistem sambungan antar batu kebanyakan menggunakan sistem pasak dan lubang. Secara teknis sistem struktur gapura ini sangat rentan terhadap gaya horisontal yang bekerja pada arah tegak lurus terhadap bidang muka gapura. Karakteristik struktur hampir serupa juga dimiliki oleh struktur pagar langkan. Pagar langkan di candi Prambanan memiliki sistem struktur yang unik, dimana badan pagar tersusun dari dua buah batuan pipih yang disusun secara tegak. Diatas kedua batuan tersebut diletakkan batuan penutup berbentuk pipih dan panjang sehingga terbentuk struktur persegi panjang. Di atas batuan penutup ditempatkan beberapa ratna pagar langkan. Kestabilan struktur susunan batu ini sangat tergantung dari kestabilan bidang kontak antara batuan serta sistem sambungan yang digunakan. Secara teknis diketahui bahwa sistem struktur berbentuk persegi panjang merupakan sistem struktur yang tidak stabil karena mudah mengalami deformasi lateral. Demikian pula halnya dengan struktur pagar langkan ini, sistem sambungan yang sederhana serta sistem struktur yang berbentuk segi empat menjadikan struktur pagar langkan sangat rentan terhadap gaya horisontal. Gaya horisontal dengan intensitas terbatas dapat menyebabkan keruntuhan struktur pagar langkan. Kerusakan-kerusakan pada bagian atap, gapura dan pagar langkan tersebut dipengaruhi oleh perilaku pergerakan struktur bangunan candi pada saat dilanda gempa. Kategori kerusakan tersebut selanjutnya disebut sebagai kerusakan struktural.

Kerusakan Candi Garuda dan Nandi

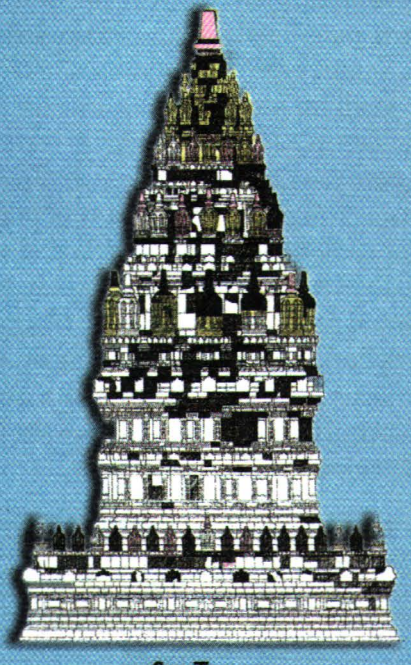
Secara umum, kerusakan yang terjadi pada candi Garuda dan Nandi memiliki karakter yang serupa, yaitu kerusakan pada ratna kemuncak, ratna atap, ratna dan pagar langkan dan gapura. Ratna kemuncak candi Garuda runtuh dan miring akibat hancurnya sebagian batuan penyokong dibawahnya. Sedangkan pada candi Nandi ratna kemuncak patah dan kemudian jatuh. Demikian pula yang terjadi dengan ratna di bagian atap. Beberapa ratna atap jatuh terlempar dan sebagian menimpa bangunan yang ada dibawahnya sehingga menyebabkan banyak batu-batu candi yang hancur. Kerusakan pada gapura candi terutama ditemukan pada bagian atap dan sebagian badan gapura. Beberapa bagian pagar langkan juga mengalami kondisi serupa dimana sebagian batuan pagar langkan telah runtuh. Reruntuhan batu-batu candi ditemukan berserakan di halaman, di lantai candi dan bahkan tersangkut di atap atau badan candi.



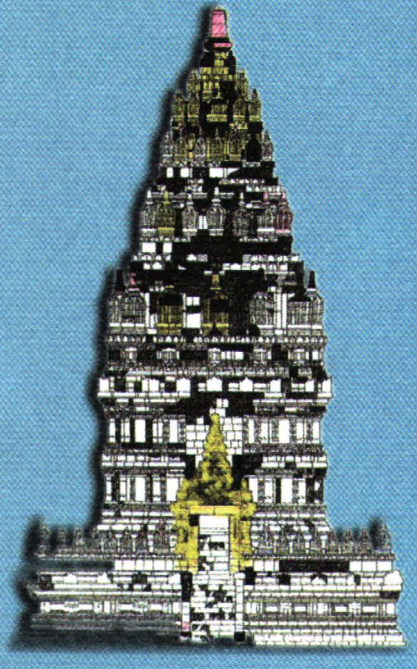
Sisi Utara



Sisi Selatan



Sisi Timur



Sisi Barat

Ploting Letak Kerusakan Candi Nandi Pascagempa

: Komponen Bangunan Runtuh

: Komponen Bangunan Rusak Vertikal / Horizontal

Suatu hipotesis dikemukakan untuk menjelaskan terjadinya kerusakan bangunan candi, yaitu terkait dengan bentuk struktur candi yang tinggi ramping *(slender)*. Posisi ratna kemuncak pada titik tertinggi menyebabkan bagian ini mengalami simpangan *(deflection)* terbesar pada saat gempa. Simpangan besar juga terjadi pada bagian atap dimana terdapat ratna atap-1 dan ratna atap-2, meskipun simpangan yang terjadi pada bagian ini tidak sebesar bagian kemuncak. Berat sendiri *(self weight)* struktur batuan yang besar juga sangat berpengaruh terhadap intensitas gaya yang timbul pada bagian-bagian tersebut. Kombinasi antara beban yang berat dan simpangan yang besar menimbulkan gaya lenturan *(momen)* struktur yang besar pula. Bekerjanya gaya lenturan menimbulkan aksi tekan dan tarik pada sruktur candi. Batuan dan struktur pasangan batu dikenal memiliki daya dukung terhadap tekan yang tinggi tetapi rendah daya dukungnya terhadap tarik. Lemahnya daya dukung tarik inilah yang kemungkinan besar bertanggungjawab terhadap kerusakan yang terjadi. Selain itu, batuan juga dikenal memiliki karakter keruntuhan getas *(brittle failure)* dimana, pada saat terjadi beban berlebih (overload), keruntuhan yang terjadi bersifat mendadak.

Terkait dengan runtuhnya ratna dan dan pagar langkan kemungkinan besar dipengaruhi oleh sistem sambungan struktur *(structural connection system)*. Sistem struktur bangunan candi terdiri atas suatu susunan batuan; pada arah mendatar selapis batu disusun sebelah menyebelah, dan pada arah vertikal lapisan satu disusun di atas lapisan lain. Pada struktur candi di komplek candi Prambanan, sambungan asli antar batuan berupa sistem pasak dan lubang, baik titik maupun alur. Sistem sambunagn ini tidak memiliki kekuatan dukung terhadap gaya tarik. Setelah restorasi, sebagian besar sambungan antar batuan telah diperkuat, antara lain dengan mortar dan atau angkur baja. Fungsi utama sistem perkuatan adalah untuk meningkatkan kemampuan dukung tarik sambungan antar batuan. Terjadinya keruntuhan pada struktur candi kemungkinan besar akibat sistem sambungan yang belum optimal sehingga terjadi kegagalan tarik pada sambungan. Beberapa bentuk kegagalan sambungan antar batuan antara lain berupa angkur lepas, angkur patah, batuan pecah. Foto-foto berikut menunjukkan beberapa jenis kegagalan sambungan antar batuan yang terjadi pada saat gempa.

Ratna kemuncak dari Candi Apit sisi utara yang terjatuh menunjukkan dasar batuan yang bertakik lingkaran da permukaan yang tertutup lapisan putih keabu-abuan mengindikikasikan bahwa sambungan antara segmen batuan ini dan batuan di bawahnya menggunakan sistem takik dan pasta semen atau kapur

Kedua foto ini menunjukkan kegagalan sambungan yang terjadi karena panjang angkur yang terlalu pendek. Diperlukan panjang angkur tertentu agar tercapai gaya lekatan (bonding) yan diperlukan. Foto kanan menunjukkan sistem sambungan ekor burung yang mengalami kegagalan karena terlalu pendek

Kedua foto ini menunjukkan kegagalan sambungan karena angkur baja patah. Ujung angkur baja dibuat menyerupai ekor burung dengan cara menggergaji ujung angkur dan kemudian merenggangkannya. Akibat peregangan kemungkinan besar bagian ini merupakan salah satu titi terlemah pada sistem sambungan

Uraian tentang berbagai kondisi kerusakan sebelumnya tersebut dimaksudkan untuk menunjukkan adanya keterkaitan antara kerusakan yang terjadi dengan karakter material dan sistem struktur bangunan candi. Namun perlu diingat bahwa keterkaitan tersebut masih berupa suatu hipotesis. Perlu dilakukan kajian teknis lebih terinci lagi untuk membuktikan kebenaran dari hipotesis yang diajukan. Beberapa hal yang perlu mendapatkan penjelasan lebih lanjut adalah tentang hubungan antara kerusakan-kerusakan itu dengan karakteristik material sistem struktur bangunan candi dan pengaruh hasil restorasi bangunan candi terhadap perilaku material, struktur dan respon bangunan candi pada saat gempa. Untuk memberikan penjelasan teknis tentang hal-hal tersebut tentu tidak cukup hanya mengandalkan pengamatan visual lapangan. Perlu dilakukan kajian yang lebih dalam yang menyangkut aspek-aspek material dan struktur bangunan, baik sebelum dan setelah restorasi.

Sistem Struktur Bangunan Candi Garuda dan Nandi

Kerusakan bangunan candi Garuda dan Nandi di komplek candi Prambanan sangat berkaitan dengan sistem struktur bangunan. Guna memberikan penjelasan teknis yang lebih terinci tentang kerusakan bangunan candi diperlukan kajian lebih lanjut tentang sistem struktur atau karakteristik struktur bangunan candi Garuda dan Nandi. Pengetahuan tentang sistem struktur bangunan juga sangat diperlukan dalam menentukan sistem perkuatan yang efektif. Adapun yang dimaksud dengan karakteristik struktural bangunan adalah perilaku pergerakan struktur bangunan pada saat mendukung beban rencana. Beberapa aspek teknis yang terkait antara lain; kekuatan *(strength)*, kekakuan *(stiffness)*, keliatan *(ductility)* and sistem sambungan antar elemen *(conection system)*. Parameter-parameter yang menentukan karakteristik struktural bangunan antara lain; jenis material, sistem sambungan, simpangan *(defleksi)*, tegangan-regangan dan sistem struktur.

Candi-candi di kompleks Prambanan telah mengalami restorasi untuk mengembalikan kondisi candi, yang ditemukan dalam keadaan runtuh, menjadi bentuk bangunan seperti yang kita kagumi sekarang ini. Pada saat restorasi tersebut bangunan candi diberikan perkuatan rangka beton beton bertulang *(reinforced concrete skeleton)*. Penambahan perkuatan ini tentu akan mengubah sistem struktur dan karakter struktur bangunan candi. Untuk itu perlu diketahui tentang kemungkinan adanya perbedaan karakter bangunan candi sebelum dan sesudah restorasi. Pada bagian berikut akan diuraikan sekilas tentang sistem struktur candi Garuda dan Nandi.

Sistem Struktur Bangunan Candi Sebelum Restorasi

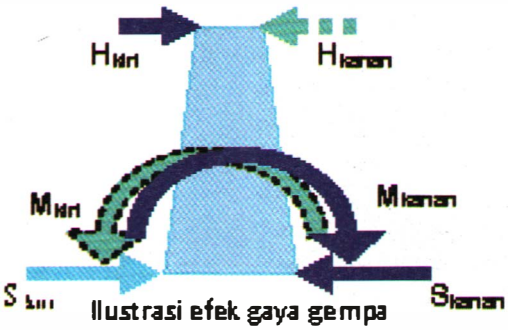
Kajian tentang sistem struktur bangunan candi Garuda dan Nandi sebelum restorasi ini disusun berdasarkan hasil. Bangunan candi semula merupakan susunan batu andesit dan batuan jenis *tuf*. Batuan andesit digunakan sebagai batuan lapisan permukaan sedangkan batuan jenis *tuf* terutama digunakan sebagai batuan pengisi dalam. Batuan andesit ditemukan dalam bentuk persegi panjang atau kubus dalam berbagai ukuran. Bentuk batuan persegi panjang beragam, yaitu berupa batuan pejal dan lempengan atau pipih. Bentuk-bentuk batuan persegi panjang yang bertakik juga banyak ditemukan. Bentuk batuan ini kemungkinan besar merupakan batuan pengunci.

Bangunan candi batu memiliki karakteristik struktur yang serupa sebagaimana bangunan umum lainnya, misalnya gedung. Seperti halnya candi Prambanan, dengan bentuk struktur yang tinggi dan ramping maka bangunan ini memiliki karakteristik struktur yang mirip dengan bangunan gedung yang tinggi. Sebagai sebuah struktur bangunan yang

tinggi, maka bangunan candi-candi di kompleks Prambanan harus memenuhi persyaratan kestabilan struktur sebagaimana halnya struktur bangunan lainnya. Hal ini berarti bahwa beban-beban yang berpotensi menimbulkan kerusakan bangunan harus diperhitungkan dalam analisis stabilitasnya. Salah satu beban yang dimaksud tersebut adalah beban gempa. Selain mendukung beban gempa, yang hanya terjadi sewaktu ada gempa, bangunan candi di kompleks Prambanan mendukung beban sehari-hari berupa beban gravitasi. Sesuai dengan namanya, beban gravitasi merupakan beban akibat pengaruh gravitasi atau berat sendiri bangunan. Besar beban gravitasi sangat ditentukan oleh jenis material penyusunnya. Pada bangunan candi batu berat sendiri struktur bangunan sangat besar akibat berat satuan batu yang besar pula. Penyaluran beban gravitasi di dalam struktur bangunan candi dimulai dari penyaluran berat sendiri lapisan struktur atas oleh lapisan dibawahnya, dan demikian seterusnya. Oleh karenanya, semakin kebawah akumulasi beban gravitasi akan semakin besar.

Akibat bekerjanya beban pada struktur batu maka akan timbul gaya perlawanan *(resistance forces)* dalam setiap batuan. Semakin besar beban yang didukung, semakin besar pula gaya yang bekerja. Gaya-gaya yang timbul akibat beban gravitasi ini terutama adalah berupa gaya tekan *(compressive forces)*. Pada umumnya gaya tekan ini dianggap terdistribusi secara merata pada bidang permukaan batuan. Besarnya intensitas gaya yang terdistribusi pada setiap satuan luas disebut tegangan. Tegangan yang timbul pada suatu benda akibat bekerjanya gaya tekan disebut tegangan tekan *(compressive stres)*. Syarat kekuatan material bangunan adalah bahwa tegangan tekan yang terjadi harus lebih rendah dari tegangan tekan ijin *(allowable compressive strength)* batuan. Pada umumnya, tingkat keamanan struktur bangunan terhadap gaya gravitasi relatif tinggi, demikian pula halnya pada bangunan batu. Untuk menjamin penyaluran gaya yang sempurna maka bidang-bidang pertemuan antar baru harus dapat bersinggungan dengan rapat. Jika bidang pertemuan tidak merata maka pada bagian-bagian yang menonjol akan terjadi konsentrasi-konsentrasi tegangan *(stress concentration)* karena terjadinya tegangan-tegangan yang besar pada titik-titik tertentu. Konsentrasi tegangan dapat menginisiasi terjadinya kerusakan pada batuan, misal retak-retak atau bahkan pecah. Teknologi rancang membangun pada masa pembangunan candi Prambanan tentu belum memungkinkan membuat potongan batuan yang rata. Potongan batuan yang dihasilkan pada umumnya memiliki permukaan batuan yang tidak rata dan atau bergelombang. Apabila batuan dipasang tanpa ada perlakuan khusus maka akan sangat dimungkinkan terjadi konsentrasi tegangan. Untuk mengurangi potensi kerusakan ini, pada bidang-bidang pertemuan antar batuan diberi lapisan pasir, tanah dan lempung. Penelitian tentang pengaru isian tanah pada bidang antar batuan telah dilakukan oleh Tim Universitas Gadjah Mada dan hasilnya membuktikan bahwa pemberian lapisan antar batuan meningkatkan kekuatan dukung batuan. Pengujian dilakukan terhadap susunan batuan yang terdiri beberapa lapisan yang disusun satu diatas yang lain. Susunan

batuan tersebut selanjutnya diberikan beban vertikal tertentu. Hasil pengujian menunjukkan bahwa susunan batuan tanpa lapisan pengisi mengalami retak-retak pada beberapa batuannya. Sedangkan susunan batuan dengan lapisan pengisi tidak mengalami kerusakan pada beban yang bahkan lebih tinggi. Hasil ini memberikan indikasi yang kuat tentang peran teknis lapisan tanah pengisi sebagai perata beban.



Ilustrasi efek gaya gempa

Berbeda dengan beban gravitasi yang bekerja secara vertikal, beban gempa orientasi arah pergerakannya secara mendatar (lateral). Beban gempa adalah merupakan beban yang paling mengancam kestabilan struktur bangunan. Beban gempa yang berasal dari akselerasi pergerakan tanah *(groundacceleration)* dengan orientasi yang beragam. Dalam upaya antisipasi beban gempa sebaiknya sebuah struktur memiliki kestabilan dan kekuatan yang merata dalam berbagai arah tinjauan. Beban gempa diperhitungkan dalam analisis stabilitas struktur sebagai beban horisontal (**H**), yang bekerja secara dinamis atau bolak-balik (H_{kanan} dan H_{kiri}). Besaran beban gempa dipengaruhi antara lain oleh bentuk struktur, berat sendiri, intensitas pergerakan tanah.

Bentuk struktur candi Prambanan yang langsing membuatnya rentan terhadap beban gempa. Beban gempa menyebabkan bangunan candi bergerak secara mendatar (lateral) sehingga menimbulan aksi geser pada dasar bangunan *(Shear base, S)* dan gaya lenturan (momen) pada badan bangunan *(M)*. Serupa dengan beban gempa, maka gaya lenturan yang terjadi pada struktur candi juga bekerja secara bolak balik *(M_{kanan} dan M_{kiri})*. Artinya, struktur bangunan candi akan bergoyang ke kanan dan ke kiri selama gempa berlangsung pada frekuensi tertentu. Efek yang timbul akibat bekerjanya gaya lenturan tersebut adalah terjadinya aksi tekan dan tarik pada arah tegak lurus bidang secara bergantian. Kemampuan dukung struktur candi terhadap gempa sangat tergantung dari sistem sambungan yang ada.

Telah kita ketahui bahwa hubungan antar batuan menggunakan sistem sambungan yang beragam. Berdasarkan arah bidang sambungan dapat dikategorikan dalam dua sistem sambungan, yaitu sambungan arah vertikal dan sambungan arah horisontal. Dalam kaitannya dengan mekanika gaya, sambungan vertikal berfungsi untuk mendukung geser dan gaya aksial yang timbul akibat terjadinya gaya lenturan. Sementara itu, sambungan horisontal terutama berfungsi untuk mendukung gaya aksial (gaya memiliki titik tangkap pada sumbu batang dan arah gaya yang searah dengan arah batang). Gaya yang dimaksud terutama adalah gaya tarik. Bentuk sambungan vertikal antara lain berupa sambungan poros dan lubang. Pada susunan batuan memanjang maka sambungannya berbentuk poros dan lubang yang memanjang (sambungan alur). Foto

berikut menunjukkan sistem sambungan alur untuk lapisan batuan bawah. Sistem sambungan ini dijumpai di susunan batuan tepi, misalnya dinding, pagar langkan. Pada umumnya, batuan bawah dibuat lubang dan batuan atas dibuat pasak seukuran lubang di bawah. Penyatuan kedua batu akan terbentuk sambungan yang saling mengunci.

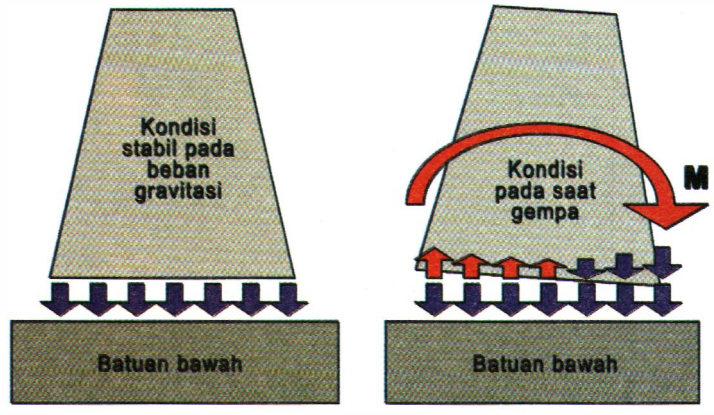
Sambungan sistem alur untuk susunan batuan yang dijumpai pada sambungan sudut. Susunan batuan atas memiliki pasangan alur pasak yang serupa sehingga akan terbentuk hubungan yang saling mengunci antara susunan batuan atas dan susunan batuan bawah.

Sambungan horisontal biasanya berupa sambungan ekor burung *(dog bone connection)*, pasak/batu pengunci, takikan. Sambungan ekor burung banyak digunakan pada sambungan antar batuan arah memanjang. Berdasarkan hasil evaluasi oleh Tim BP3 DIY bentuk konstruksi asli sambungan ekor burung dibuat dari batu. Pada saat restorasi diketahui banyak batu ekor burung yang patah. Hal ini kemungkinan terjadi akibat sifat batuan yang getas sehingga mudah patah. Oleh karena itu pada saat pelaksanaan restorasi bangunan candi konstruksi sambungan ekor burung diganti dengan angkur baja.

Pengamatan lebih jauh terhadap sistem sambungan antar batu yang ada di bangunan candi menunjukkan bahwa aksi geser didukung oleh sistem sambungan poros-lubang, sambungan alur serta pengunci. Sistem sambungan vertikal yang ada pada struktur bangunan candi cukup efektif dalam mendukung gaya geser sehingga struktur aman terhadap aksi geser.

Grafis distribusi gaya pada saat terjadi gempa terhadap batuan atas

Bagaimana halnya dengan gaya lenturan (**M**)? Pada saat gempa pada struktur bangunan candi akan terjadi gaya tekan dan tarik secara bergantian gaya lenturan yang bekerja secara bolak-balik. Misalnya ditinjau suatu kondisi sesaat, yaitu pada saat gaya lenturan **M** bekerja searah jarum jam. Gaya lenturan **M** menyebabkan batuan atas miring mengakibatkan



terjadinya perubahan keseimbangan gaya pada bidang kontak sambungan. Pada saat sambungan hanya bekerja gaya gravitasi, beban batuan atas akan terdistribusi merata pada batuan bawah. Namun pada waktu bekerja **M**, sebagian bidang sambungan akan menekan sedangkan bagian lain akan terangkat. Pada bagian yang mendukung tekan akan terjadi beban tekan tambahan. Sedangkan pada bagian yang terangkat akan terjadi pengurangan beban tekan. Jika sambungan mampu mendukung tarik, maka gaya angkat tersebut akan dilawan oleh aksi tarik.

Menarik untuk disimak tentang sistem sambungan pada candi, yaitu poros dan lubang, yang tampaknya tidak dirancang mendukung gaya tarik. Akibatnya, pada saat gempa ada sebagian bidang pertemuan yang terangkat. Pada kondisi ini sistem sambungan berada pada tingkat ketidak-seimbangan yang tinggi. Padahal bersamaan dengan itu juga, bekerja gaya geser yang cenderung menggerakkan (menggeser) batuan dalam arah horisontal. Aksi gaya geser yang terjadi pada saat sambungan berada pada kondisi tidak stabil memungkinkan terjadinya perubahan posisi batuan. Apabila pergeserannya cukup besar maka posisi antara poros pada bagian atas dan lubang pada bagian bawah mungkin tidak segaris lagi. Artinya, pergeseran antara batuan atas dan bawah tidak dapat kembali ke posisi semula, batuan akan terganjal poros sehingga posisinya akan miring. Hal ini tentu saja menimbulkan masalah stabilitas struktur dan konsentrasi tegangan. Apabila kondisi ini terjadi secara berulang-ulang akan dapat menyebabkan lepasnya sambungan batuan dan bahkan keseluruhan struktur bangunan.

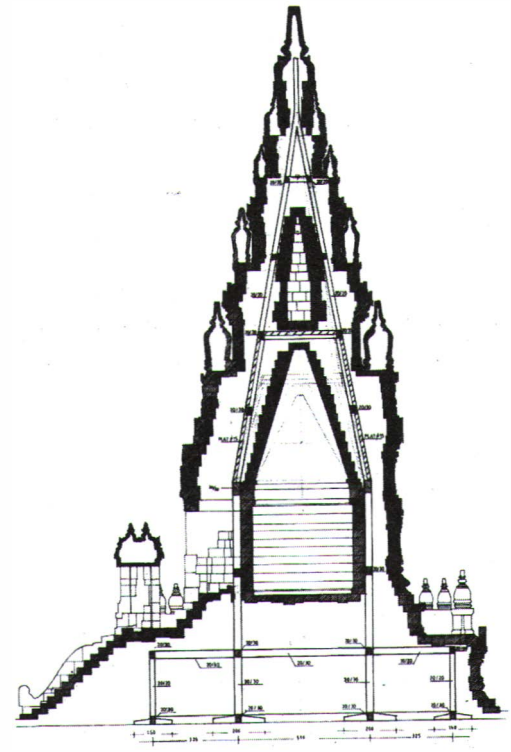
Kompleks Prambanan diketahui dibangun pada masa Pemerintahan Wangsa Syailendra sehingga usia bangunan tersebut sudah lebih dari seribu tahun. Data statistik menunjukkan bahwa gempa besar sering terjadi di wilayah DIY pada kala ulang tertentu. Wilayah DIY merupakan daerah yang berada dalam lingkup rawan bencana gempa. Oleh karena itu, diyakini bahwa bangunan candi Prambanan sudah berkali-kali terlanda gempa dengan intensitas besar. Pada kondisi sistem struktur yang sebenarnya, secara teori candi Prambanan kurang memiliki tingkat stabilitas yang memadai dalam mendukung beban gempa. Salah satu bukti adalah bahwa bangunan-bangunan di komplek candi Prambanan saat ditemukan sudah pada kondisi runtuh.

Sistem Struktur Bangunan Candi Setelah Restorasi

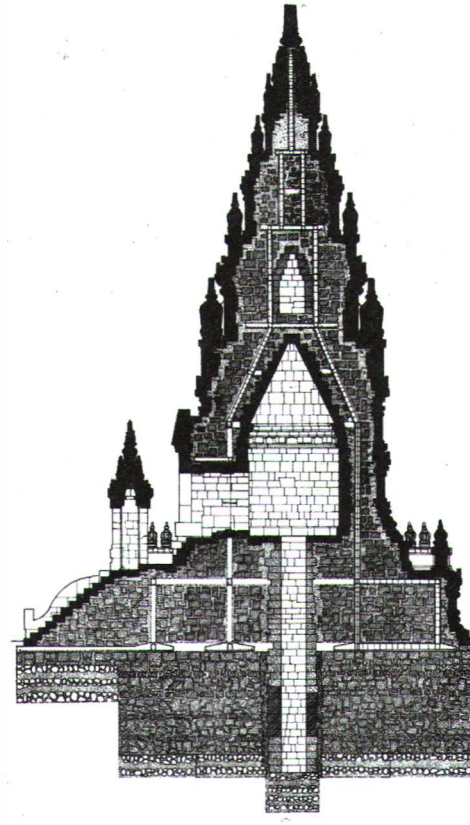
Pada saat restorasi Candi Garuda dan Candi Nandi diperkuat dengan struktur rangka beton bertulang *(reinforced concrete skeleton)*. Batuan bagian dalam candi sebagian besar juga telah diganti dengan pasangan batu *(stone masonry)* dan sebagian dengan beton *(plain concrete)*. Restorasi Candi Garuda diselesaikan tahun 1993. Ilustrasi potongan struktur bangunan Candi Garuda dan Candi Nandi pasca restorasi tersebut diperlihatkan pada gambar berikut. Tampak pada gambar tersebut konfigurasi rangka beton bertulang di dalam tubuh Candi Garuda dan Candi Nandi dengan

pasangan batu dan beton disekitarnya. Batu asli candi dipasang pada bagian permukaan luar dan permukaan dalam candi.

Perkuatan yang diberikan pada bangunan candi berpengaruh terhadap perilaku struktur bangunan candi. Struktur rangka beton bertulang dan lapisan beton pada bagian dalam candi akan merubah sifat struktur yang semula merupakan susunan batuan yang terpisah-pisah menjadi sebuah sistem susunan batuan yang saling terikat kuat satu dengan yang lain. Struktur bangunan yang dihasilkan berubah menjadi sebuah struktur yang masif dan solid. Sistem rangka beton bertulang memberikan kekuatan tarik yang diperlukan bangunan candi pada saat gempa. Namun demikian masih timbul pertanyaan, mengapa setelah mendapat perkuatan bangunan candi masih mengalami pada saat gempa 27 Mei 2006 yang lalu? Untuk menjawab pertanyaan itu perlu dilakukan analisis lebih dalam tentang karakteristik struktur setelah diperkuat tersebut. Analisis teknis diperlukan selain untuk menjawab pertanyaan tentang penyebab kerusakan yang terjadi juga untuk mencari solusi perbaikan yang diperlukan untuk meningkatkan kinerja struktur bangunan candi saat gempa yang mungkin akan datang lagi di masa datang.



Ilustrasi struktur candi Nandi (atas) dan Garuda (bawah)



Idealisasi Bangunan Candi

Untuk mengetahui karakteristik struktural bangunan candi dilakukan analisis struktur menggunakan perangkat lunak berbasis komputer. Perangkat lunak *(software)* yang digunakan pada analisis struktur ini adalah paket program komputer SAP 2000 (*Structural Analysis Programme 2000*). Dalam analisis ini bangunan candi diidealisasikan seperti halnya bangunan gedung. Disadari bahwa konstruksi bangunan candi pada prinsipnya sangat berbeda dengan bangunan gedung karena tidak memiliki struktur utama yang fungsinya sebagai penopang, seperti kolom, balok, dan dinding. Namun setelah restorasi, candi Garuda dan Nandi di kompleks Prambanan telah menggunakan perkuatan isian beton dan struktur rangka beton bertulang

sehingga bangunan candi tersebut memiliki karakter yang mirip dengan bangunan gedung beringkat. Oleh karena itu, analisis struktur didasarkan pada peraturan standar perancangan bangunan gedung Indonesia, yaitu: Peraturan Standar Perancangan Bangunan Tahan Gempa untuk Gedung, yang telah diatur dala Standar Nasional Indonesia No: 1726-2002 (SNI-1726-2002).

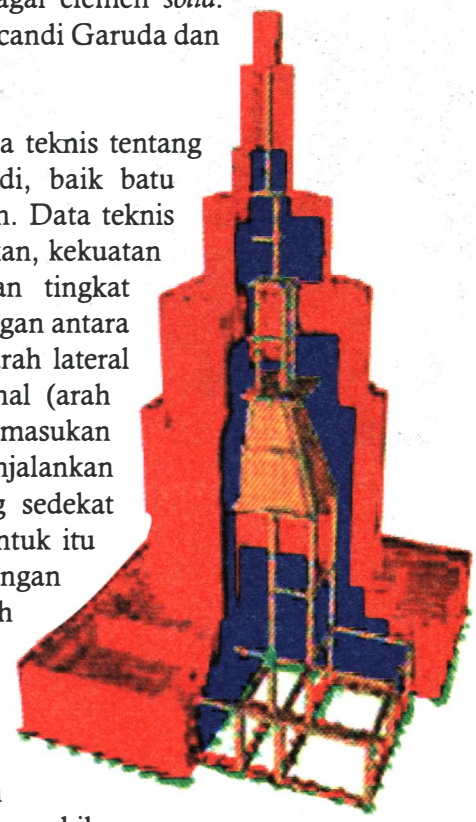
1. Analisa Pembebanan

Sebuah bangunan harus mampu menahan semua kemungkinan beban yang akan didukung olehnya. Beban-beban yang harus diperhitungkan untuk bangunan candi terutama adalah beban gravitasi dan beban gempa. Beban gravitasi bekerja secara vertikal terhadap struktur bangunan dan besaran bebannya ditentukan oleh berat jenis dan volume material. Berbeda halnya dengan beban gravitasi, beban gempa dipengaruhi oleh intensitas pergerakan tanah dasar serta beberapa faktor lain yang berhubungan dengan karakteristik bangunan, antara lain jenis material, bentuk struktur, jenis dan karakter tanah dasar. Besaran gempa yang digunakan dalam analisis bangunan tahan gempa disebut sebagai gempa rencana. Besarnya beban gempa rencana dihitung berdasarkan ketentuan dalam Peraturan Standar Perancangan Bangunan Tahan Gempa untuk Gedung (SNI-1726-2002). Sesuai peraturan gempa di Indonesia, DIY tergolong pada daerah gempa wilayah 3, artinya bangunan di wilayah ini dapat direncanakan dengan percepatan pergerakan tanah maksimum sebesar 0,18g (g adalah faktor percepatan gravitasi bumi). Besaran percepatan tanah juga ditentukan oleh jenis tanahnya, yaitu tanah lunak atau tanah keras. Hasil pengamatan atas gejala-gejala di lapangan diperoleh indikasi bahwa besaran percepatan tanah yang terjadi pada saat gempa 27 Mei 2006 ternyata sedikit lebih daripada ketentuan yang ada. Oleh karena itu dalam analisis ini digunakan percepatan tanah dasar sebesar 0,22g.

2. Pemodelan Struktur

Denah bangunannya candi Garuda berukuran 11,1m x 11,1m dan tingginya 23,65m. Bangunan candi ini serupa dengan candi Angsa yang juga tergolong dalam kelompok candi Wahana. Pada sisi barat terdapat pintu masuk ke bilik dengan ukuran lebar 0,75m dan tinggi 2.6m. Dari ketiga candi wahana yang ada, candi Nandi memiliki ukuran yang agak berbeda. Denah bangunannya berukuran 16,25 x 14,9 m dan tingginya 26,825 m. Pintu utama juga berada di sisi barat yang menghadap ke candi Siwa. Restorasi candi Nandi dilakukan pada tahun 1991 sedangkan candi Garuda tahun 1993. pada saat restorasi kedua candi diberi perkuatan tambahan struktur rangka beton bertulang yang berupa pondasi telapak menerus, kolom, balok dan plat. Kolom-kolom beton bertulang diletakan pada sudut-sudut bagian dalam candi dan sebagai pengikat menggunakan balok ring dan sloof.

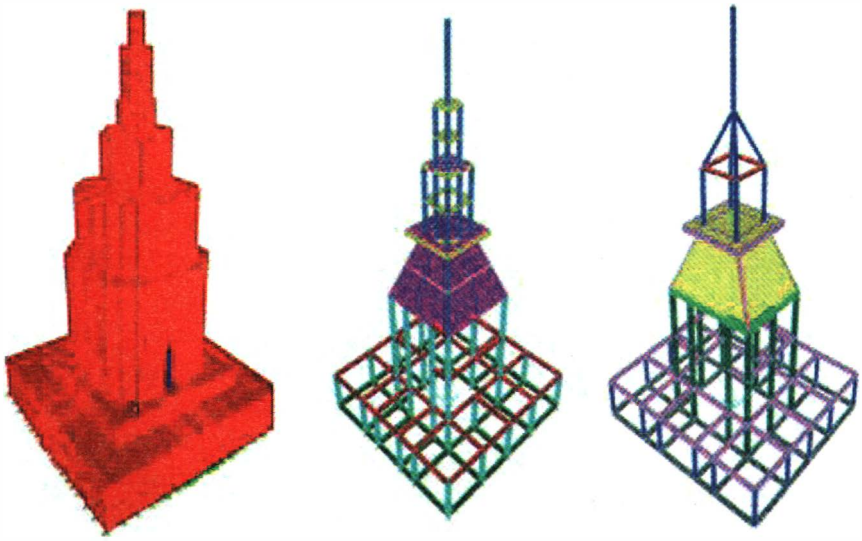
Dalam analisis ini bangunan candi didekati sebagai elemen *solid*. Gambar sistem perkuatan dan pemodelan struktur candi Garuda dan nandi diperlihatkan pada berikut.



Untuk kepentingan pemodelan ini diperlukan data teknis tentang bahan yang digunakan untuk membangun candi, baik batu andesit, beton dan baja tulangan yang digunakan. Data teknis material yang diperlukan antara lain: kekuatan tekan, kekuatan tarik, modulus elastis (nilai yang menunjukkan tingkat elatisitas bahan) dan angka poison (nilai perbandingan antara kemampuan bahan untuk berubah bentuk pada arah lateral (arah tegak lurus sumbu batang) dan longitudinal (arah memanjang)). Data-data tersebut merupakan data masukan *(input)* program yang diperlukan untuk menjalankan program simulasi struktur bangunan candi yang sedekat mungkin dengan kondisi material sebenarnya. Untuk itu dilakukan serangkaian pengambilan sampel di lapangan dan pengujian sampel di laboratorium. Salah satu proses pengambilan sampel adalah dengan pemboran inti *(coring)*. Metode ini bertujuan untuk mengambil sampel beton inti eksisting yang ada dalam sistem perkuatan bangunan. Pengambilan sampel beton dilakukan dengan cara pemboran *(drill)* menggunakan alat khusus, yaitu *core case*. Pengambilan sampel beton inti dilakukan di candi Caruda pada saat sedang dalam proses restorasi. Gambar 14 menunjukkan pelaksanaan pengambilan sampel bor inti (*coring)* di candi Garuda.

Gambar sistem perkuatan dan pemodelan struktur Candi Nandi (atas) dan Candi Garuda (bawah)

Dari hasil pengujian kuat tekan terhadap sampel yang diperoleh di lapangan diperoleh data kuat tekan beton yang bervariasi antara 19.52 MPa – 27.11 MPa dengan rata-rata 22 Mpa (Mega Pascal, merupakan satuan tegangan, 1 MPa nilainya setara dengan 10 kg/cm^2). Sedangkan



Bentuk pemodelan solid tiga dimensi (kiri), sistem perkuatan stuktur rangka beton bertulang Candi Garuda (tengah) dan Nandi (kanan)

Pengambilan sampel beton dengan cara coring di candi Garuda menggunakan alat core case

untuk batu andesit kuat tekannya antara 7 MPa – 17 MPa dengan rata-rata 13 MPa. Pada pemodelan digunakan nilai kuat tekan beton dan batu andesit sebesar nilai rata-ratanya. Nilai kuat tarik batu andesit didasarkan pada hasil pengujian lentur terhadap sampel batuan dan diperoleh kuat tarik rata-rata sebesar 3,91 MPa. Modulus elastisitas beton dan batu andesit masing-masing diambil berdasar hasil pengujian sebasar 19.000 MPa dan 6.000 MPa. Untuk masa jenis diperoleh nilai sebesar 2.500 kg/m^3 dan 2.330 kg/m^3 masing-masing untuk batu andesit dan beton. Hasil pengujian juga menunjukkan nilai *Poisson ratio* batu andesit sebesar 0,3 dan untuk rangka beton bertulang candi Garuda mempunyai nilai *Poisson ratio* 0,2. Untuk beton pengisi mempunyai nilai *Poisson ratio* sebesar 0,15. Nilai tersebut selanjutnya digunakan untuk mendefinisikan data teknis material bangunan candi pada input program analisis struktur menggunakan *software SAP 2000*.

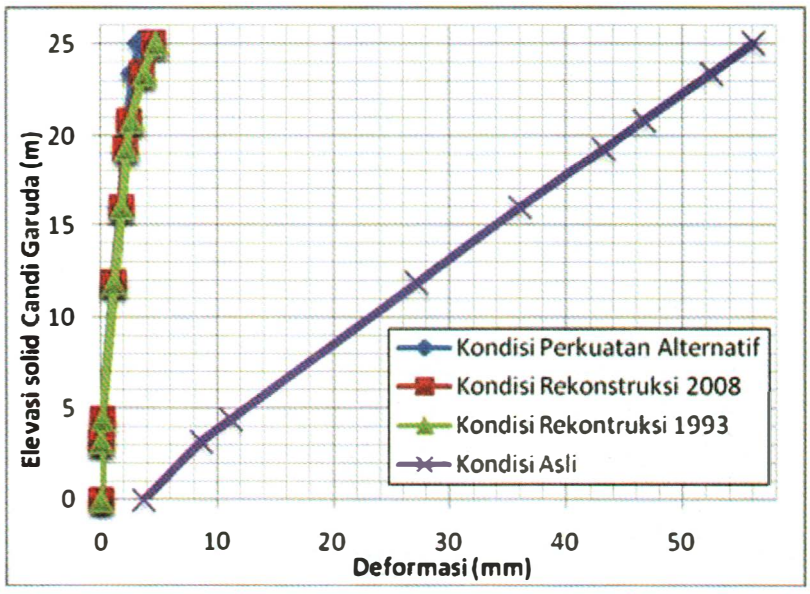
Simpangan struktur Candi Garuda pada saat gempa. Pada kondisi bangunan candi yang asli terjadi simpangan ang sangat besar dibandingkan dengan kondisi bangnan setelah mendapatkan perkuatan rangka beton bertulang.

3. Hasil Analisis Struktur

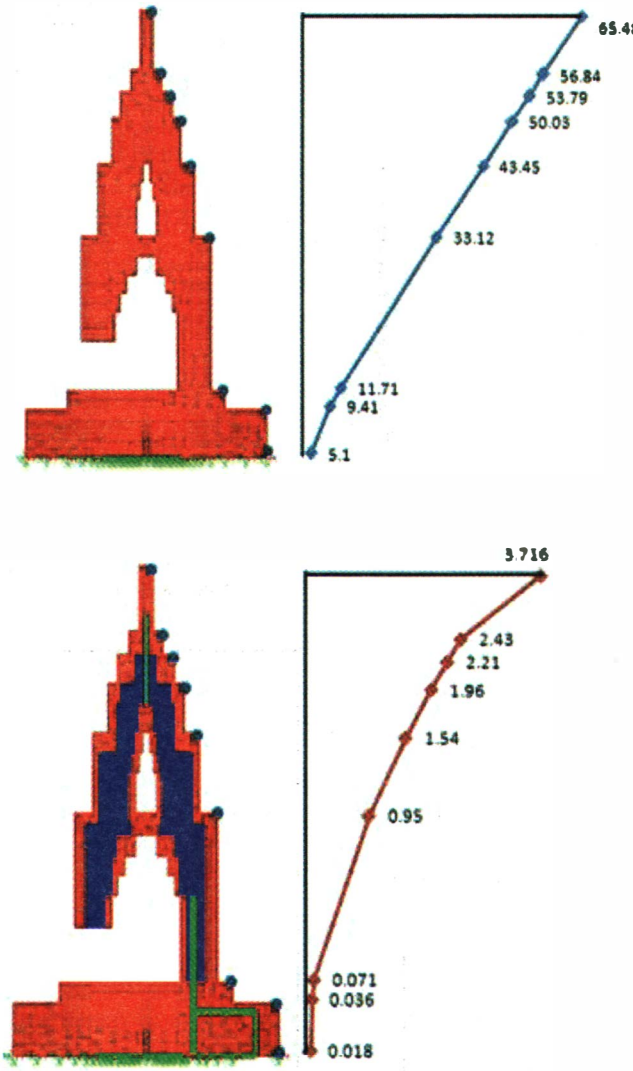
Parameter yang digunakan untuk evaluasi hasil analisis SAP 2000 pada bangunan candi ini adalah nilai simpangan *(deflection)* dan distribusi tegangan dalam struktur. Berdasarkan evaluasi terhadap parameter-parameter tersebut dapat diperkirakan perilaku deformasi struktur candi, penyebab kerusakan dan sistem perbaikan yang diperlukan.

a. Simpangan Struktur

Grafik di bawah ini menunjukkan besarnya nilai simpangan struktur bangunan hasil simulasi pembebaban pada berbagai asumsi kondisi struktur, yaitu kondisi asli, kondisi hasil perkuatan tahun 1970, kondisi struktur hasil perkuatan tahun 2008 dan kondisi perkuatan alternatif. Kondisi alternatif tidak dikerjakan dalam pelaksanaan restorasi. Hasil evaluasi terhadap simpangan struktur candi Garuda dan Nandi pada asumsi kondisi struktur asli memberikan gambaran tentang hal yang mungkin telah terjadi pada masa dulu



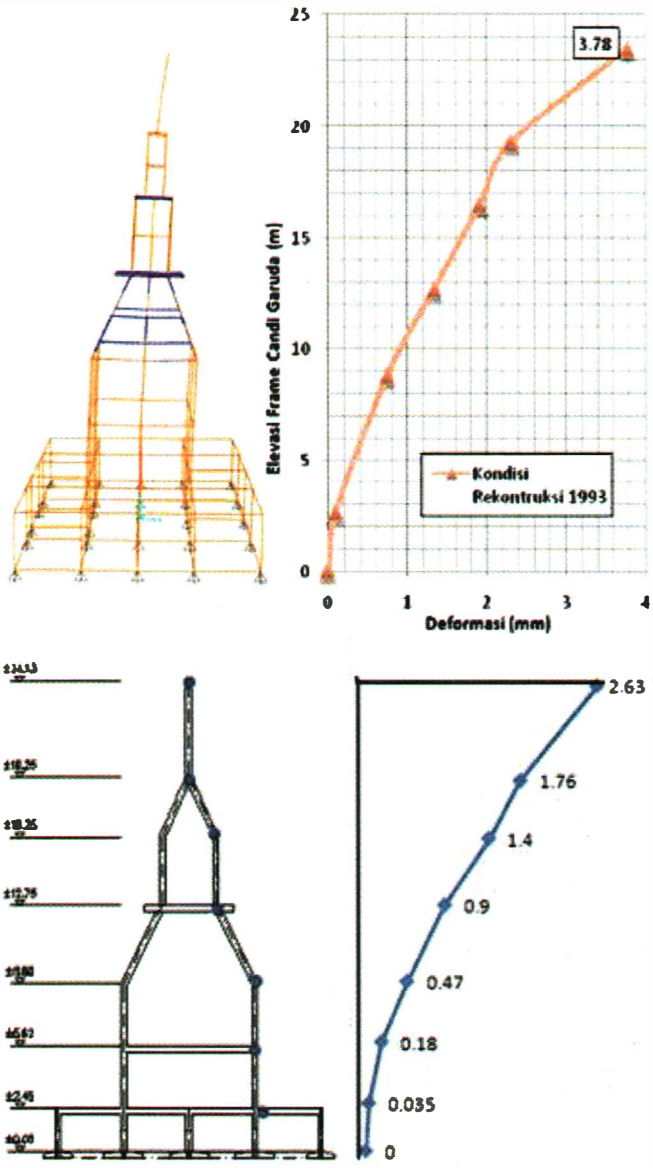
sewaktu bangunan tersebut dilanda gempa. Nampak pada gambar tersebut, simulasi pembebanan pada kondisi asli menghasilkan hasil simpangan struktur bangunan yang paling besar diantara sistem struktur bangunan hasil restorasi lainnya. Terjadi simpangan yang besar di bagian atap candi dimana bagian kemuncak mengalami simpangan yang paling besar. Satu hal perlu dicatat disini bahwa dalam pemodelan kondisi asli bangunan candi, perangkat lunak program SAP 2000 mendefinisikan kekuatan bahan yang sama untuk kondisi tarik dan tekan. Kondisi ini tentunya berbeda dengan karakter candi yang asli dimana sambungan antar batuan tidak memiliki kekuatan dukung terhadap tarik. Hasil simpangan yang terjadi tentu akan jauh lebih besar apabila perbedaan kemampuan dukung antara tarik dan tekan ini dapat diperhitungkan dalam simulasi tersebut. Besarnya simpangan yang terjadi tersebut kemungkinan telah menyebabkan sebagian bangunan candi mengalami keruntuhan. Seperti telah diuraikan sebelumnya bahwa DIY merupakan daerah rawan gempa dan diyakini bahwa gempa serupa pernah beberapa kali terjadi di wilayah ini. Artinya bahwa bangunan candi di kompleks Prambanan-pun pernah mengalami beberapa kali digunjang gempa. Hal inilah yang menyebabkan runtuhnya bangunan di kompleks Prambanan sebagaimana saat ditemukan.



Simpangan struktur bangunan Candi Nandi pada saat gempa pada kondisi struktur asli (atas) dan setelah mendapatkan perkuatan (bawah).

Hasil analisis terhadap simpangan tersebut juga menunjukkan adanya perbedaan karakter struktur bangunan candi pada kondisi asli dan setelah diperkuat yang sangat signifikan. Baik candi Garuda maupun candi Nandi yang telah mengalami perkuatan ternyata simpangan yang jauh lebih kecil. Hal ini menunjukkan kinerja sistem perkuatan yang diberikan pada struktur candi dapat bekerja secara efektif.

Seperti telah diuraikan sebelumnya, beban gempa merupakan beban lateral yang menimbulkan pengaruh geser dan gaya lenturan. Stabilitas terhadap pengaruh geser pada bangunan candi relatif memadai karena adanya perlakuan tertentu terhadap sistem sambungan antar



Simpangan struktur rangka beton Candi Garuda (atas) dan Candi Nandi (bawah)

batuannya. Namun pengaruh gaya lenturan memerlukan dukungan kekakuan lateral yang memadai untuk menjaga stabilitas bangunan. Sistem perkuatan yang ada terbukti berhasil mengikat elemen-elemen bangunan candi, baik batuan, isian beton dan rangka beton bertulang, menjadi satu kesatuan struktur yang kokoh dan kaku sehingga mampu mengantisipasi bekerjanya gaya lateral.

Hal lain yang dapat diamati dari data simpangan struktur hasil analisis struktur ini adalah terjadinya perubahan simpangan yang cukup tajam pada titik-titik tertentu pada struktur yang telah diperkuat. Perubahan tersebut terjadi pada daerah sekitar atap kemuncak candi. Kondisi ini terjadi baik pada candi Garuda maupun Nandi. Simpangan merupakan refleksi terjadinya deformasi pada struktur. Pada titik-titik atau bagian struktur dimana terjadi perubahan simpangan merupakan titik kritis yang akan mengalami pengaruh deformasi yang terbesar. Secara teknis simpangan (defleksi) merupakan fungsi dari kekakuan struktur. Pada kondisi beban yang sama, struktur yang kaku dan besar ukurannya akan mengalami simpangan kecil, demikian pula sebaliknya. Struktur yang memiliki distribusi kekakuan yang seragam akan mengalami simpangan yang proportional. Perubahan kekakuan struktur akan menyebabkan terjadinya konsentrasi tegangan pada titik-titik tempat perubahan tersebut. Terjadinya konsentrasi tegangan dapat mengakibatkan kerusakan struktur karena deformasi yang terjadi juga besar. Jika hal ini diterapkan pada kondisi perkuatan candi, baik candi Garuda maupun Nandi, dapat diperlihatkan bahwa terdapat perubahan sistem perkuatan di daerah atap kemuncak. Perkuatan pada daerah ini hanya berupa kolom tunggal dari beton bertulang. Kolom ini hanya dilapisi oleh lapisan batuan dengan penampang yang lebih kecil dari bagian bawahnya. Hal ini tentu mengakibatkan perbedaan kekakuan lateral yang tajam antara bagian kemuncak dan bagian dibawahnya. Perbedaan kekakuan ini menjadikan daerah antara kemuncak dan atap

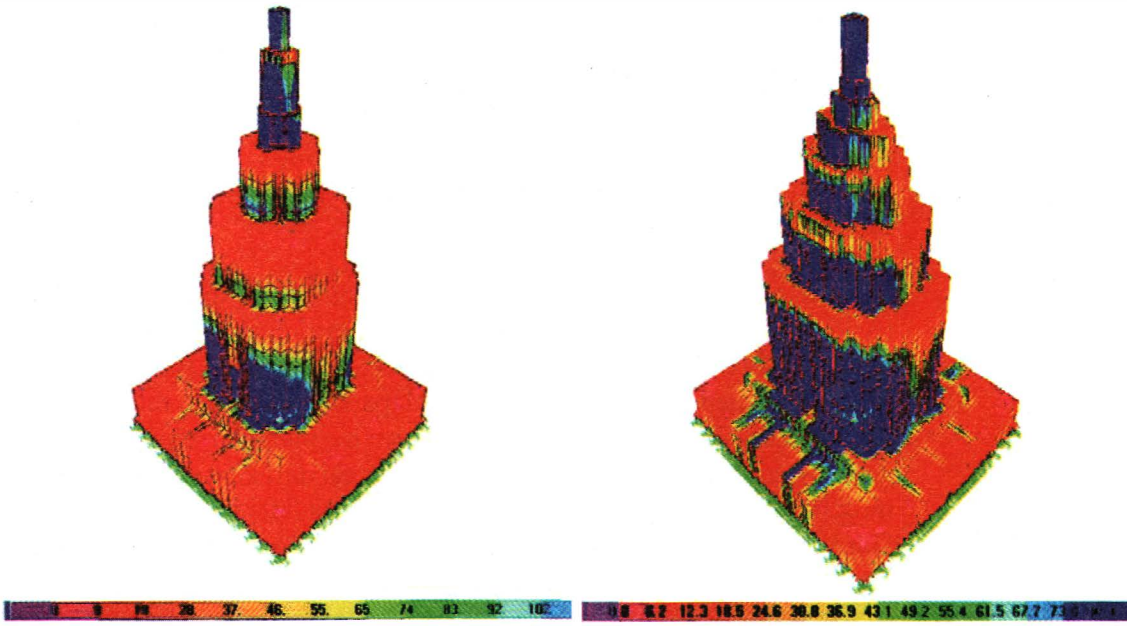
sebagai daerah kritis yang rentan terhadap kerusakan. Hal inilah yang mungkin menjadi penyebab rusaknya daerah kemuncak pada candi Garuda maupun candi Nandi.

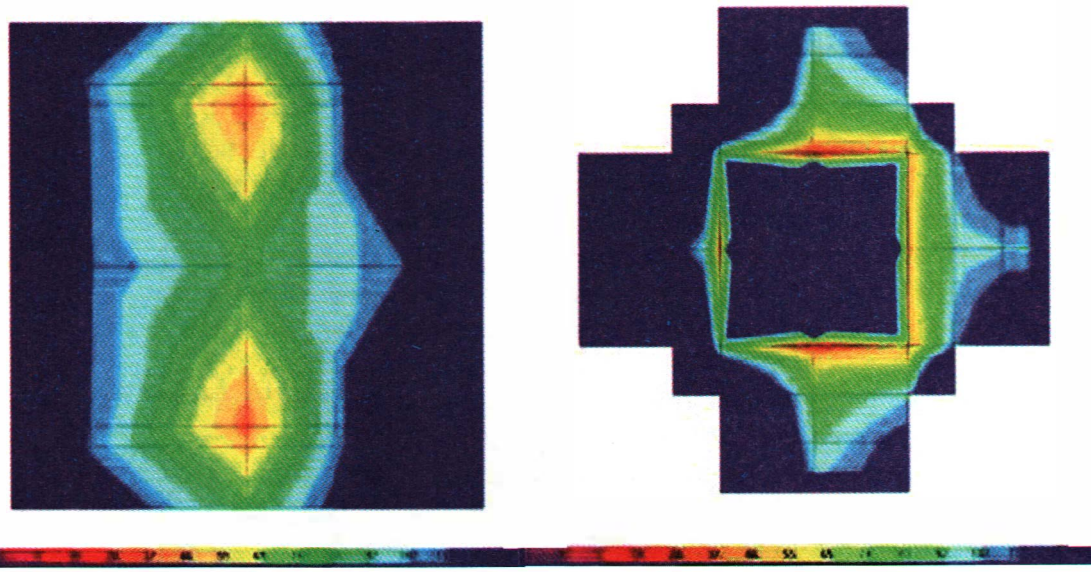
Analisis terhadap simpangan juga menunjukkan nilai yang semakin besar pada posisi bagian yang tinggi (Gambar 15 dan Gambar 16), khususnya daerah sekitar atap. Pada daerah ini terdapat ratna-ratna yang relatif kurang stabil terhadap gaya lateral karena rawan terhadap resiko guling *(overturn)*. Apabila sambungan antara ratna dan struktur pendukungnya kurang kuat maka pada simpangan yang besar ratna akan runtuh. Banyaknya ratna atap yang runtuh dan jatuh pada saat gempa tanggal 27 Mei 2006 lalu kemungkinan besar akibat terjadinya simpangan struktur yang besar pada daerah atap serta sistem sambungan antara ratna batuan yang kurang memadai. Hal ini sesuai dengan kajian yang telah diuraikan di awal dengan adanya penemuan kerusakan sistem sambungan antara ratna dengan batuan pendukungnya.

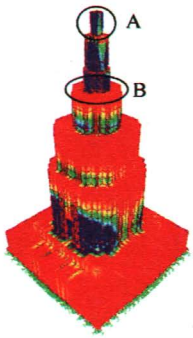
b. Distribusi Tegangan

Untuk evaluasi lebih lanjut terhadap kerusakan yang terjadi dapat dilakukan analisis distribusi tegangan pada struktur pada saat gempa hasil pemodelan. Distribusi tegangan hasil pemodelan ditunjukkan dalam bentuk kontur warna. Distribusi tegangan dapat ditunjukkan per bidang, dalam hal ini hanya ditunjukkan pada bidang-bidang yang kritis. Bidang kritis adalah bidang yang berpotensial menerima tegangan-tegangan terbesar sehingga rawan kerusakan.

Kontur tegangan hasil pemodelan pada Candi Garuda (kiri) dan Candi Nandi (kanan)





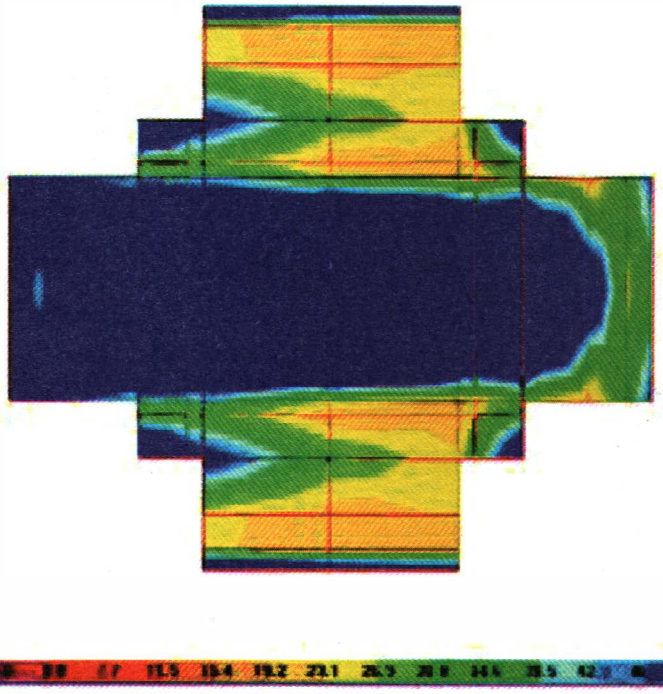


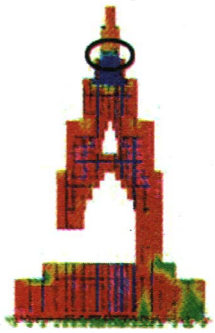
Kontur tegangan pada bidang penampang Candi Garuda pada berbagai elevasi. Kiri atas bidang A dan kanan bawah adalah bidang B.

Gambar di atas menunjukkan gambar kontur tegangan tekan pada pemodelan struktur solid candi Garuda dan Nandi pada saat mendukung beban gempa rencana. Pada bagian bawah gambar dibawah ini menunjukkan intensitas tegangan berdasarkan warna, dimulai dari tegangan terbesar ke tegangan lebih kecil dengan gradasi biru, hijau, kuning hingga merah. Warna yang semakin tua memperlihatkan intensitas tegangan yang semakin besar. Pada pemodelan kedua candi tersebut nampak bahwa tegangan-tegangan yang terjadi di daerah sekitar atap dan kemuncak berwarna biru. Hal ini menunjukkan bahwa pada daerah itu merupakan daerah terjadinya tegangan-tegangan tekan terbesar.

Evaluasi lebih lanjut terhadap distribusi tegangan pada bidang-bidang penampang candi Garuda di daerah-daerah kritis ditunjukkan pada gambar di atas. Pada analisis ini ditinjau dua bidang penampang pada elevasi yang berbeda, yaitu bidang A elevasi 21,55m (daerah kemuncak) dan bidang B elevasi 19,45m (daerah atap). Tegangan-tegangan maksimum yang terjadi pada bidang-bidang tersebut berturut-turut adalah sebagai berikut: 1,741 MPa dan 0,863 MPa untuk bidang A dan B. Besarnya tegangan tekan ini memamng masih lebih rendah dari kekuatan tekan material, baik batu andesit maupun beton.

Pada gambar halaman berikut diperlihatkan hasil analisis distribusi tegangan tarik pada candi Garuda di daerah atap kemuncak. Hasil analisis menunjukkan terjadinya tegangan tarik maksimum sebesar 0,3912 MPa. Hasil pengujian laboraturium didapatkan kuat tarik rata-rata batu andesit sebesar 0,381 MPa. Terlihat bahwa tegangan tarik yang terjadi di daerah kemuncak pada saat gempa lebih tinggi dari kemampuan dukung tarik hasil pengujian. Ini berarti batu-batu pada daerah kemuncak candi Garuda akan mengalami kerusakan pada saat gempa, sesuai dengan temuan kerusakan yang terjadi di lapangan.

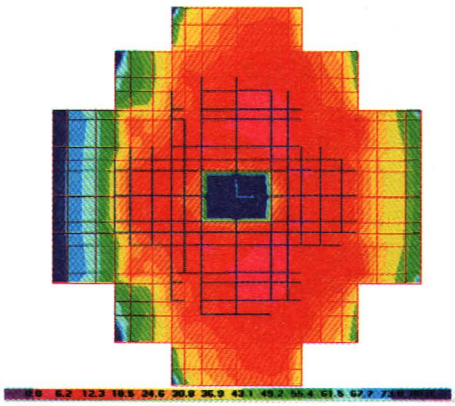


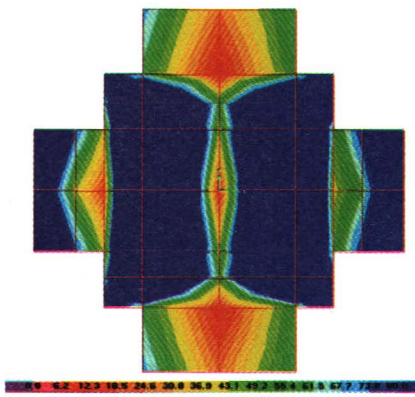


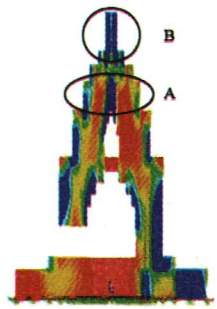
Distribusi tegangan pada bidang penampang di daerah sekitar kemuncak Candi Garuda

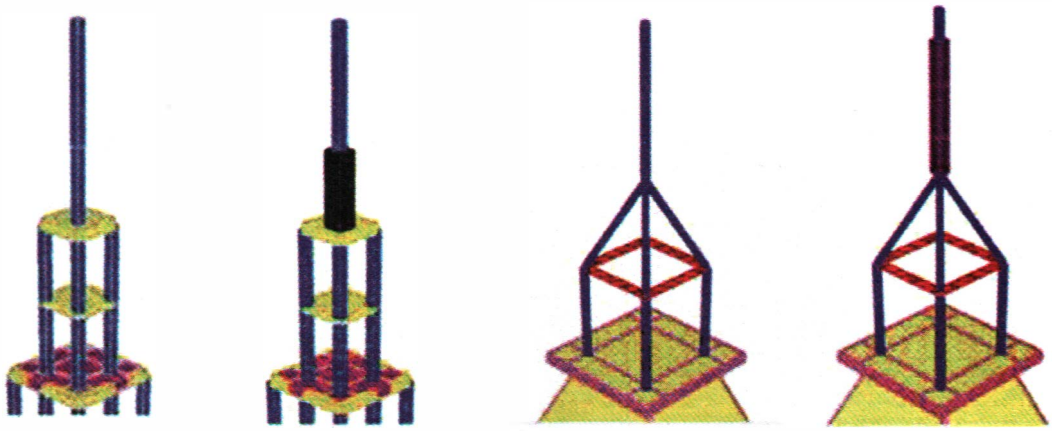
Sedangkan gambar di bawah menunjukkan distribusi tegangan tekan hasil pemodelan pada daerah sekitar atap dan kemuncak candi Nandi. Meskipun kontur tegangan menunjukkan warna biru namun nilai tegangan tekan yang terjadi masih jauh lebih kecil dari kekuatan tekan materialnya. Hal ini mengindikasikan bahwa kerusakan yang terjadi bukan disebabkan oleh karena terjadinya gaya tekan yang berlebihan *(excessive compresive forces)*. Hasil analisis terhadap distribusi tegangan tarik diperoleh data bahwa terjadi tegangan maksimum sebesar 0,413 MPa pada daerah kemuncak. Nilai tegangan tarik ini lebih besar dari kemampuan dukung tarik batu andesit sebesar 0,381 MPa. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa daerah kemuncak mendukung beban tarik yang lebih besar dari kemampuan dukung bahan. Oleh karena itu patahnya bagian kemuncak terjadi sebagai reaksi gaya tarik yang berlebihan.

Distribusi tegangan tekan pada bidang A penampang atap (kiri) dan bidang B pada kemuncak Candi Nandi (kanan)









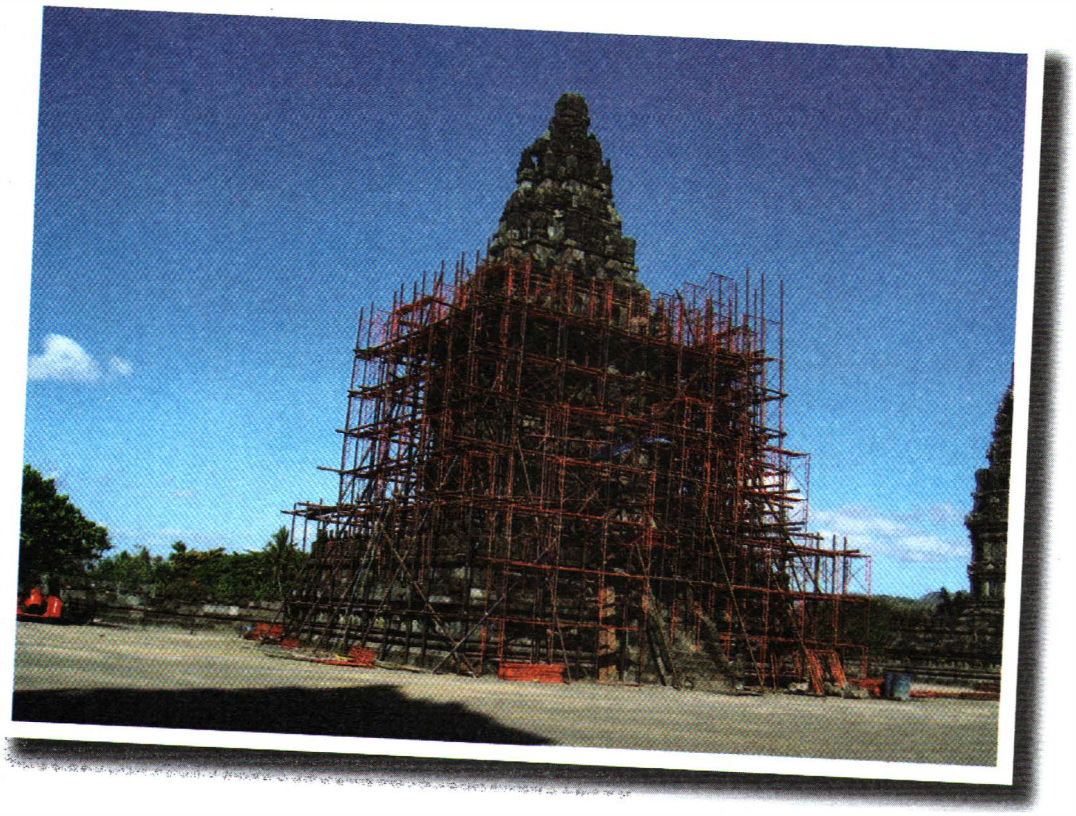
Sistem perkuatan bagian kemuncak pada Candi Garuda (kiri) dan Candi Nandi (kanan)

c. Sistem Perbaikan

Salah satu kelemahan dari sistem perkuatan yang ada terdapat pada perbedaan kekakuan yang besar antara bagian atap dan kemuncak. Perbedaan kekakuan ini mengakibatkan terjadinya konsentrasi tegangan di titik-titik di posisi perubahan kekakuan tersebut. Oleh karena itu salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah mencoba menambah kekakuan pada daerah sekitar atap dan kemuncak. Cara yang dilakukan adalah dengan memperbesar ukuran kolom atau membat struktur portal segitiga. Secara teknis pekuatan dengan portal segitiga jauh lebih efektif dalam meningkatkan kekakuan daripada perbesaran ukuran kolom. Namun demikian pilihan sistem perbaikan sangat ditentukan oleh keberadaan ruang diantara batuan di daerah tersebut.

Sistem perkuatan yang diterapkan pada struktur atap candi Garuda dan candi Nandi adalah berupa pembesaran ukuran kolom. Sistem ini dipilih untuk perkuatan candi Garuda karena pada bagian atap candi tidak tersedia ruang yang cukup untuk membuat sistem struktur segitiga. Sedangkan pada candi Nandi sistem perkuatan yang sudah ada tidak memungkinkan ditambahkannya sistem perkuatan segitiga. Tujuan pembesaran kolom adalah untuk meningkatkan kekakuan bagian atap candi dan menambah kapasitas momen kolom. Dalam pelaksanaan restorasi dilakukan upaya perbaikan sistem penyambungan tulangan baja kolom dan elemen lainnya.

Hasil analisis pada candi Garuda dan Nandi menunjukkan adanya peningkatan kekakuan bagian atap yang cukup signifikan. Hal ini diperlihatkan oleh nilai simpangan bagian atap yang lebih kecil dari pada kondisi perkuatan saat ini. Selain itu, berdasarkan hasil evaluasi distribusi tegangan diperoleh data tentang adanya penurunan tegangan tekan dan tarik pada daerah atap dibanding dengan kondisi tegangan dengan perkuatan yang sudah dilakukan terhadap candi.



Pelaksanaan Rehabilitasi Candi Garuda

Kegiatan rehabilitasi candi Garuda telah dimulai sejak tahun 2007 yang berakhir pada 2008 dengan 3 tahap pelaksanaan yakni tahap 1 yang dimulai 10 September 2007 hingga 10 Desember 2007, tahap 1I pada 17 Desember 2007 sampai dengan tanggal 24 Januari 2008, serta tahap III yang dilaksanakan pada April 2008 sampai dengan Agustus 2008. Pada 26 Juli 2008 candi Garuda diresmikan Menteri Kebudayaan dan Pariwisata. Dengan peresmiannya ini berarti candi Garuda merupakan candi yang pertama kali selesai direhabilitasi pascagempa 2006.

Langkah awal yang dilakukan pada pekerjaan rehabilitasi candi Garuda tahap 1 adalah pemasangan perancah, pembongkaran total atap IV, pembongkaran secara parsial atap III, atap II dan atap I, serta konservasi batu-batu yang dibongkar. Perancah berfungsi sebagai sarana kerja untuk melakukan pembongkaran dan pemasangan kembali batu tubuh atap, sekaligus sebagai jalur mobilitas batu sekaligus tempat penampungan batu sementara. Oleh karena itu perancah yang dipasang harus mampu menahan berat perancah itu sendiri, para pekerja serta harus mampu menahan berat batu candi dan material lainnya. Sesuai dengan kebutuhan, perancah dipasang sampai pada puncak atap dan mengelilingi seluruh bagian bangunan Candi Garuda. Perancah dipasang sampai pada ketinggian 24,50 m, dan ukuran lebar serta panjang bagian dasarnya adalah 17 m x 17 m.

Jenis pekerjaan pemugaran candi Garuda tahap 1

Jenis kegiatan	Volume Tahap 1	Satuan
1. Pemasangan perancah	1.00	paket
2. Pendokumentasian	1.00	paket
3. Pembongkaran atap III,IV dan sebagian atap I,II	12,68	m^3
4. Pengumpulan fragmen/penyambungan	84	buah
5. Pembersihan batu yang dibongkar	39,8	m^2
6. Pencocokan fragmen	100	buah
7. Penyambungan fragmen	3,9	m^2
8. Anastilosis	2.10	m^3
9. Penyetelan percobaan	12,68	m^3

Jenis pekerjaan pemugaran candi Garuda tahap 2

Jenis kegiatan	Volume Tahap 2	Satuan
1. Pendokumentasian	1.00	paket
2. Pembongkaran atap	4,28	m^3
3. Pengumpulan fragmen/penyambungan	16	buah
4. Pembersihan batu yang dibongkar	93,17	m^2
5. Pencocokan fragmen	34	buah
6. Penyambungan fragmen/perkuatan batu ratna	53	buah
7. Anastilosis	0,6	m^3
8. Pembuatan batu pengganti	10	blok
9. Pemasangan kembali ratna atap I,II,III	8	buah

Jenis pekerjaan pemugaran candi Garuda tahap 3

Jenis kegiatan	Volume Tahap 3	Satuan
1. Pendokumentasian	1.00	paket
2. Pemasangan struktur perkuatan beton	13.80	m^3
3. Pemasangan hak dan angkur	71,07	m^3
4. Pembersihan seluruh bangunan	1450	m^2
5. Pemasangan lapisan kedap air	19	m^2
6. Penutupan nat bagian atap	2928	m
7. Pengolesan water repellent	488	m^2
8. Pemasangan penangkal petir	81	m
9. Pembongkaran perancah	700	unit

Rehabilitasi Candi Garuda tidak dilakukan secara total, melainkan hanya secara parsial, yakni pada bagian-bagian yang mengalami kerusakan. Hal ini dilakukan atas dasar tingkat kerusakan yang dialami oleh candi, yakni lebih banyak terjadi di bagian atap. Pada dasarnya kerusakan pada fisik candi dapat dibagi dua bagian, yaitu kerusakan struktural dan material. Kerusakan struktural yang nampak adalah adanya kemiringan pada bagian puncak atas dan bagian gapura selasar. Sedangkan kerusakan material adalah adanya batu-batu komponen bangunan yang retak, pecah dan lepas dari sambungannya. Selain itu juga banyak dijumpai batu-batu yang bergeser, khususnya pada bagian ratna atap tingkat I dan tingkat

IV. Pembongkaran harus dilakukan untuk mengetahui struktur bagian dalam sekaligus memperbaiki batu yang mengalami kerusakan. Sejumlah komponen bangunan yang mengalami kerusakan telah dilakukan dibongkar pada saat penanganan tanggap darurat (*rescue*) seperti gapura dan sebagian puncak pagar langkan. Bagian-bagian bangunan yang dibongkar pada waktu itu lebih ditujukan untuk mengurangi resiko bahaya bagi pengunjung karena rawan runtuh dan sangat membahayakan. Hasil pembongkaran tersebut untuk sementara waktu ditempatkan di penampungan yang diikuti dengan perbaikan darurat sekaligus disusun coba. Sebagai tindak lanjut dari penanganan tanggap darurat tersebut juga dilakukan pembongkaran pada bagian-bagian komponen atap yang mengalami kerusakan.

Kerusakan atap candi Garuda tampak dari sisi selatan

Atap Candi Garuda mempunyai pola dasar berbentuk piramid berundak berdenah segiempat dengan penampil-penampil di setiap sisinya. Undakan pada bentuk atap menunujukkan tingkatan atap. Atap Candi Garuda mempunyai empat undakan yang menunjukkan adanya empat tingkatan atap. Masing-masing tingkatan atap tersebut dikenal dengan tubuh atap. Pada masing-masing permukaan atas tubuh atap (permukaan undak) yang mengelilingi tubuh atap di atasnya terdapat ratna yang menjadi semacam menara pada setiap tingkatan atap. Pada permukaan undak yang paling atas atau atap tingkat IV, berdiri satu menara yang merupakan puncak seluruh tingkatan atap yang berupa ratna berukuran besar.

Pembongkaran diawali dari bagian teratas yakni atap puncak kemudian dilanjutkan atap tingkat IV, III, II dan I. Pembongkaran tersebut dilakukan karena pada bagian tersebut mengalami pergeseran struktur. Bagian yang dibongkar tersebut terdiri atas 12 lapis. Pembongkaran dimulai dari lapis paling atas yaitu pada bagian pinakel puncak atap. Selain itu, pembongkaran juga dilakukan pada sebagian ratna atap I (4 buah), tingkat I (2 buah) dan tingkat III (3 buah). Dengan dilakukannya pembongkaran perlapis maka kita bisa mengetahui bagaimana sistem perkuatan atap yang telah dilakukan pada waktu yang lalu. Sekaligus sebagai pembelajaran mengenai kekuatan struktur beton terhadap gerakan dinamis semacam gempa bumi.

Kegiatan rehabilitasi Candi Garuda Tahap 1 diawali dengan pembongkaran pinakel ratna pusat yang merupakan puncak atap Candi Garuda. Ukuran pinakel tersebut memiliki tinggi 105 cm dengan diameter 50 cm yang terdiri dari satu blok batu. Dari hasil pembongkaran diketahui bahwa pinakel dengan batu pada sisi bawah tampak direkatkan dengan semen dan diperkuat dengan satu pengait berdiameter 14 mm dengan panjang sekitar 12 cm dari bahan

Kerusakan atap candi Garuda tampak dari sisi utara

Kerusakan atap candi Garuda tampak dari sisi barat

kuningan. Sedangkan dari pembongkaran bagian pangkal pinakel pusat diketahui bahwa sambungan di bagian bawah hanya direkatkan dengan semen tanpa perkuatan pengait. Selain itu ratna-ratna yang terletak di atas tubuh atap tingkat IV perkuatan yang dilakukan pada pemugaran tahun 1991 direkatkan dengan semen diperkuat dengan pengait arah horizontal.

Dari pembongkaran bagian bawah pangkal pinakel (dagob) terlihat bahwa antar batu dalam satu lapis dihubungkan dengan perkuatan berupa pengait mendatar dari bahan kuningan berdiameter 12 mm dan panjang 15 cm, sedangkan perkuatan secara vertikal hubungan antar batu hanya direkatkan dengan semen.

Untuk bagian tengah dagob (pada bagian isian) terdapat kolom beton bertulang dengan dimensi kolom 10 x 10 cm dengan tulangan diameter 19 mm dari bahan kuningan.

Kegiatan pembongkaran juga dilakukan pada bagian tubuh atap tingkat IV. Bagian dasar tubuh atap tingkat IV berdenah segi empat dengan ukuran 98 x 98 cm dan tinggi 97 cm. Pada keempat bidang masing-masing sisi terdapat penampil yang masing-masing berukuran panjang 67 cm, lebar 30 cm dan tingginya 97 cm. Tubuh atap tingkat IV terdiri dari 12 blok batu yang disusun berdiri. Dari hasil pembongkaran dapat diketahui bahwa batu-batu tubuh atap tingkat IV diperkuat dengan pengait vertikal, karena antara atas dan bawah masing-masing terdapat pen dan lubang pen.

Kerusakan atap candi Garuda tampak dari sisi timur

Perkuatan horisontal hanya menggunakan hak yang mengkaitkan antara batu satu dengan lainnya dalam satu lapis. Selain itu diketahui juga bahwa di dalam tubuh atap tingkat IV terdapat perkuatan kolom beton bertulang berukuran 30 x 30 cm. Kolom beton bertulang di dalam tubuh atap tingkat IV tersebut adalah merupakan kelanjutan dari struktur beton pada bagian dagob. Perbedaan terletak pada jenis bahannya, yakni tulangan pada dagob terbuat dari bahan logam kuningan, sedangkan pada tubuh atap menggunakan besi beton.

Sambungan tulangan bahan kuningan dari besi beton terletak sejajar dengan ketinggian tubuh atap tingkat IV bagian atas. Dari pembongkaran dapat diketahui pula bahan tulangan kuningan patah. Bagian tulangan yang patah tersebut terletak antara tubuh atap tingkat IV dan dagob (puncak/ratna pusat).

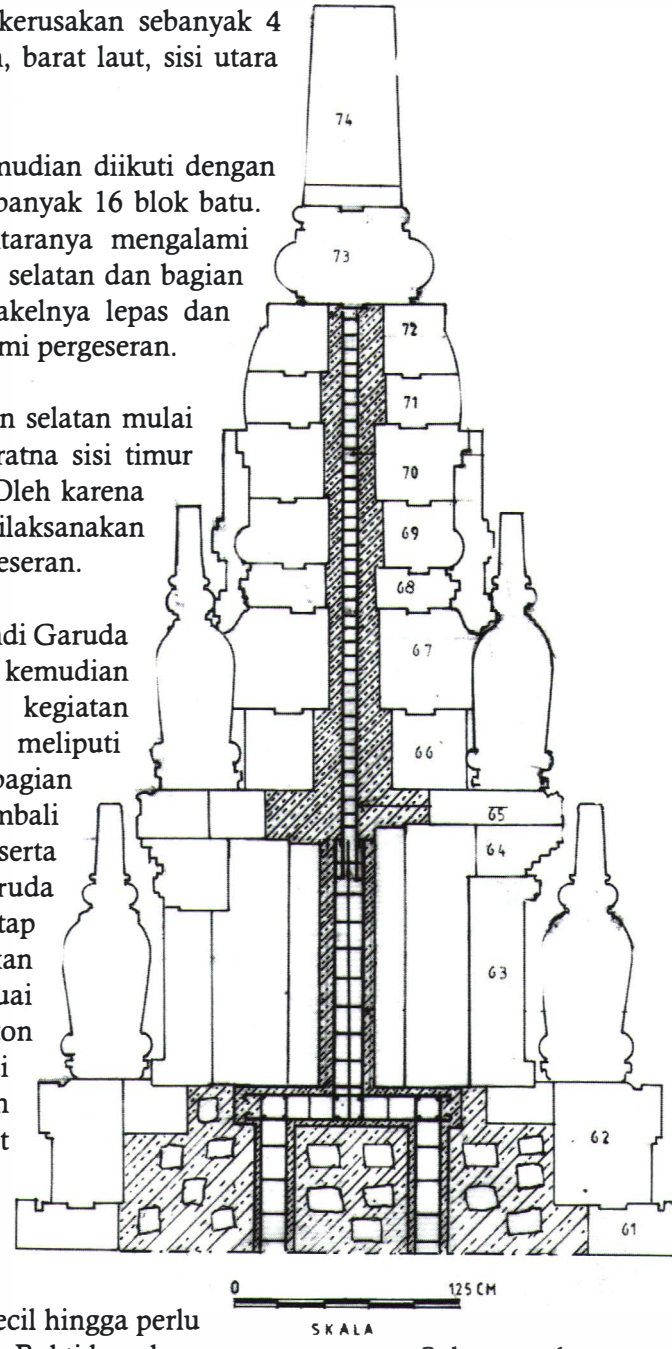
Kegiatan rehabilitasi candi Garuda tahap 1 juga melakukan pembongkaran ratna atap tingkat III khususnya yang mengalami kerusakan yaitu bagian barat, barat laut dan tenggara. Ratna-ratna tersebut masing-masing terdiri dari 2 blok batu dan terletak di atas tubuh atap tingkat III. Dari hasil pembongkaran tersebut terlihat jika ratna-ratna secara vertikal diperkuat menggunakan pengait kuningan yang direkatkan dengan semen. Pembongkaran juga dilanjutkan pada

ratna atap tingkat I yang mengalami kerusakan sebanyak 4 buah, yakni di sisi barat bagian selatan, barat laut, sisi utara bagian timur dan timur laut.

Pembongkaran ratna atap tingkat I kemudian diikuti dengan pembongkaran ratna atap tingkat II sebanyak 16 blok batu. Dari ke-16 ratna tersebut, dua di antaranya mengalami kerusakan yakni ratna sisi timur bagian selatan dan bagian tengah. Kesemuanya pada bagian pinakelnya lepas dan jatuh, sedangkan bagian dagob mengalami pergeseran.

Pergeseran dagob ratna sisi timur bagian selatan mulai dari lapis pertama, sedangkan dagob ratna sisi timur bagian tengah mulai dari lapis kedua. Oleh karena itu pembongkaran kedua ratna tersebut dilaksanakan sampai pada lapis yang mengalami pergeseran.

Kegiatan pembongkaran bagian atap candi Garuda yang belum terselesaikan pada tahap 1 kemudian diteruskan pada tahap 1I. Lingkup kegiatan rehabilitasi tahap II Candi Garuda meliputi pendokumentasian, pembongkaran sebagian atap tingkat III dan pemasangan kembali sebagian ratna atap tingkat I, II, dan III serta konservasi. dalam rehabilitasi Candi Garuda tahap 1I kegiatan pembongkaran tetap berlanjut, karena untuk mencari kedudukan atau posisi plat beton bertulang. Sesuai dengan arahan staf ahli bahwa plat beton tersebut akan dipergunakan sebagai sambungan (landasan) kolom beton bertulang sebagai penguat atap tingkat III dan IV.



Perkuatan struktur atap pusat candi Garuda hasil pemugaran 1991

Hal tersebut dikarenakan konstruksi kolom beton bertulang hasil pemugaran tahun 1992 – 1993 dimensinya terlalu kecil hingga perlu diperbesar untuk mengantisipasi gempa. Bukti lemahnya struktur beton dari hasil pemugaran yang lalu adalah pada saat gempa bagian atap IV mengalami kerusakan cukup parah, yaitu miring dengan kolom beton bertulangnya patah.

Kegiatan pembongkaran pada atap tingkat III yang telah dimulai pada tahap 1 masih terus dilanjutkan sampai menemukan adanya plat beton bertulang. Pembongkaran diawali pada ratna selatan, timur dan timur laut. Dari hasil pembongkaran ratna-ratna tersebut dapat diketahui bahwa perkuatan vertikal antar blok batu perkuatan yang diberikan berupa pengait dari bahan kuningan berukuran panjang 8-10 cm yang

direkatkan dengan semen.

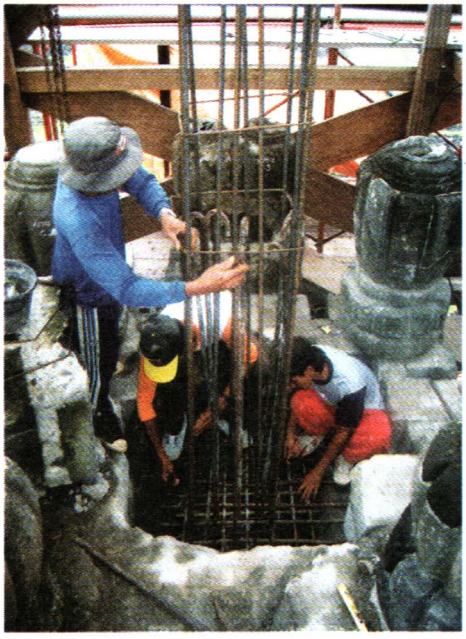
Dengan selesainya pembongkaran ratna atap tersebut, maka kegiatan selanjutnya adalah membongkar perbingkaian atas tubuh atap tingkat III. Perbingkaian atas tubuh atap tingkat III sebenarnya tidak mengalami kerusakan akibat gempa, namun bagian ini harus dibongkar untuk menampakkan plat beton bertulang yang akan dipergunakan sebagai kaitan pemasangan kolom beton bertulang bagian atasnya, yakni sebagai penguat atap tingkat III dan IV. Untuk mengurangi kerusakan batu-batu kulit, maka bagian yang dibongkar hanya sisi selatan dan timur sebanyak 1 lapis. Dari pembongkaran perbingkaian terlihat jika sebagian dari batu kulit diberi penguat berupa pengait ke sisi dalam. Sedangkan penguat antar batu dalam satu lapis digunakan pengait kuningan berukuran 15 cm.

Di dalam kegiatan rehabilitasi candi Garuda juga dilakukan upaya-upaya perbaikan material yang mengalami kerusakan seperti pecah menjadi beberapa bagian. Pecahnya sebagian material candi tersebut lebih banyak disebabkan karena tertimpa susunan batu bagian atap yang terjatuh sewaktu gempa.

Kegiatan pembongkaran batu komponen atap

Batu yang lepas dari bagian atap candi banyak yang terlempar hingga ke halaman, sebagian tersangkut di sela-sela batu bagian atap dan sebagian lagi jatuh di lorong bangunan. Ratna juga banyak mengalami pergeseran dari tempatnya bahkan ada yang lepas dan terlempar ke lorong maupun halaman candi.

Sejumlah fragmen pecah yang ditemukan kemudian disambung kembali menggunakan bahan perekat Sikadur 31. Untuk fragmen batu yang berukuran cukup besar, penyambungan dilakukan dengan perkuatan pengait berdiameter 1,2 cm. Sistem penyambungan dengan pengait tersebut yakni dipasang pengait vertikal yang diperdalam



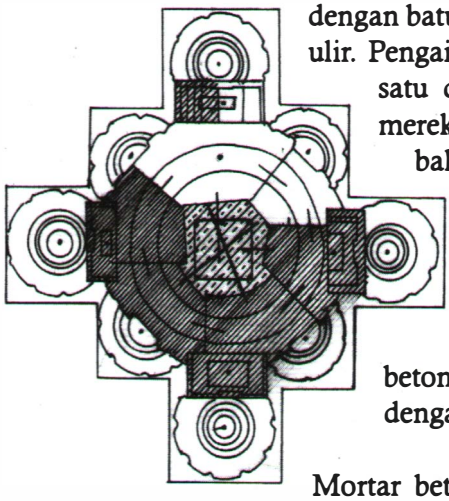
paling hingga sepertiga dari tinggi batu dan dimatikan dengan bahan epoxy resin. Agar pengait tidak lepas, bentuk bagian yang ditanam di dalam batu tidak berbentuk ekor burung seperti yang selama ini dilakukan, tetapi cukup dibengkokkan saja. Adapun bahan pengait yang tadinya kuningan diganti dengan besi beton ulir, karena bahan kuningan kurang lentur dan mudah patah.

Penggantian bahan kuningan sebagai tulangan kolom juga dilakukan pada atap tingkat IV yang pada saat terjadi gempa akan memperoleh amplitudo paling besar. Selain itu dimensi kolom juga diperbesar dengan tulangan berupa besi beton ulir.

Setelah kegiatan pembongkaran usai, kegiatan selanjutnya adalah pemasangan kembali bagian bangunan yang sebelumnya dibongkar karena mengalami kerusakan. Bagian bagunanan yang dipasang kembali dalam rehabilitasi Candi Garuda tahap 2 tersebut adalah ratna atap I sebanyak 4 buah, ratna atap tingkat II sebanyak 2 buah dan ratna atap III sebanyak 2 buah.

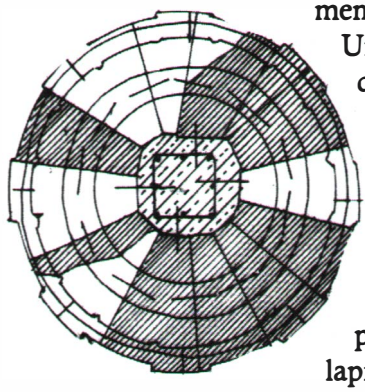
Untuk mengantisipasi jika terjadi gempa bumi lagi, bagian atap telah diperkuat dengan kolom beton bertulang setinggi 4,5 m. Menyesuaikan dengan bentuk atap candi yang makin ke atas makin kecil, maka kolom beton bertulang dibuat makin ke atas makin kecil, dengan ukuran bagian bawah 40 cm x 40 cm, menggunakan tulangan 16 Ø 16 mm sedangkan bagian atas berukuran 25 m x 25 m, 8 Ø 16 mm dengan begel Ø 8 mm yang berjarak 15 cm. Untuk lebih memperkuat lagi, di bagian bawah kolom beton bertulang diikatkan dengan plat beton dengan ukuran 120 cm x 120 cm, tulangan plat menggunakan besi Ø 16 mm dengan jarak tulangan 10 cm. Selain itu, kolom beton bertulang diikatkan secara horisontal

Kegiatan pemasangan kerangka baja pada atap pusat



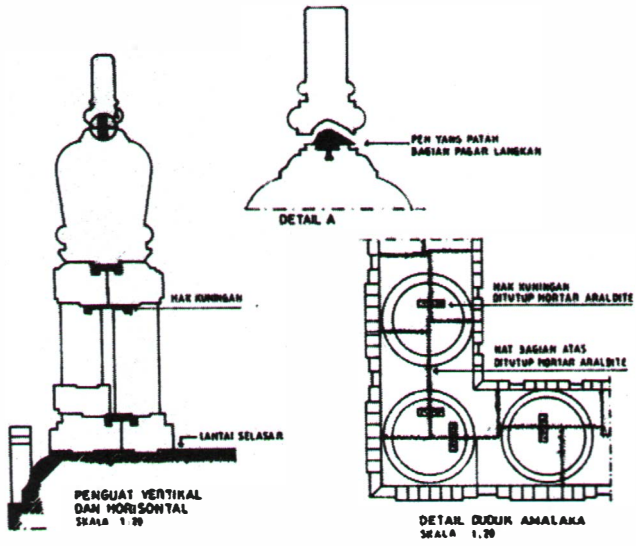
dengan batu-batu di belakangnya menggunakan pengait baja beton ulir. Pengait tersebut berfungsi sebagai pengikat antara blok batu satu dan lainnya baik vertikal maupun horisontal. Untuk merekatkan pengait dengan batu dipergunakan mortar dari bahan Sikadur 31. Setelah batu-batu terpasang kemudian nat sisi luar ditutup dengan mortar Sikadur 31. Oleh karena bagian dalam (tengah) dagob ratna terdapat rongga, maka bagian tersebut diisi dengan cor beton tumbuk. Bagian pinakel yang merupakan puncak ratna bagian dasarnya diberi pengait dari bahan besi beton ulir berdiameter 12 mm panjang 15 cm dan dikaitkan dengan batu dagob yang terletak di bawahnya.

Mortar beton bertulang terdiri dari 1 semen PC, pasir, kerikil dengan perbandingan 1:2:3. Batu-batu bagian atap diperkuat dengan menggunakan pengait baik secara vertikal maupun horisontal. Untuk memperkuat pinakel yang terdapat di puncak ratna, dipasang pengait dengan bahan baja beton ulir.



Kegiatan pemasangan kembali batu-batu komponen candi yang belum terselesaikan pada tahap 1I kemudian dilanjutkan tahap 1II yang meliputi pekerjaan pemasangan kembali, pembuatan batu pengganti, pembuatan/pemasangan hak dan pengait, penyetelan dan pembongkaran susunan percobaan, pembetonan, pengolesan lapisan kedap air, konsolidasi nat batu bagian atap, pengolesan *water repellent* bagian atap, pembersihan seluruh bangunan serta pemasangan penangkal petir. Untuk kegiatan pemasangan kembali yang dilakukan pada rehabilitasi tahap 1II adalah ratna-ratna pagar langkan, gapura dan atap tingkat IV.

Contoh hasil rehabilitasi pascagempa. Gambar atas adalah denah lapis 68, bawah adalah lapis 70. Bagian yang diarsir merupakan batu rusak yang harus diganti.

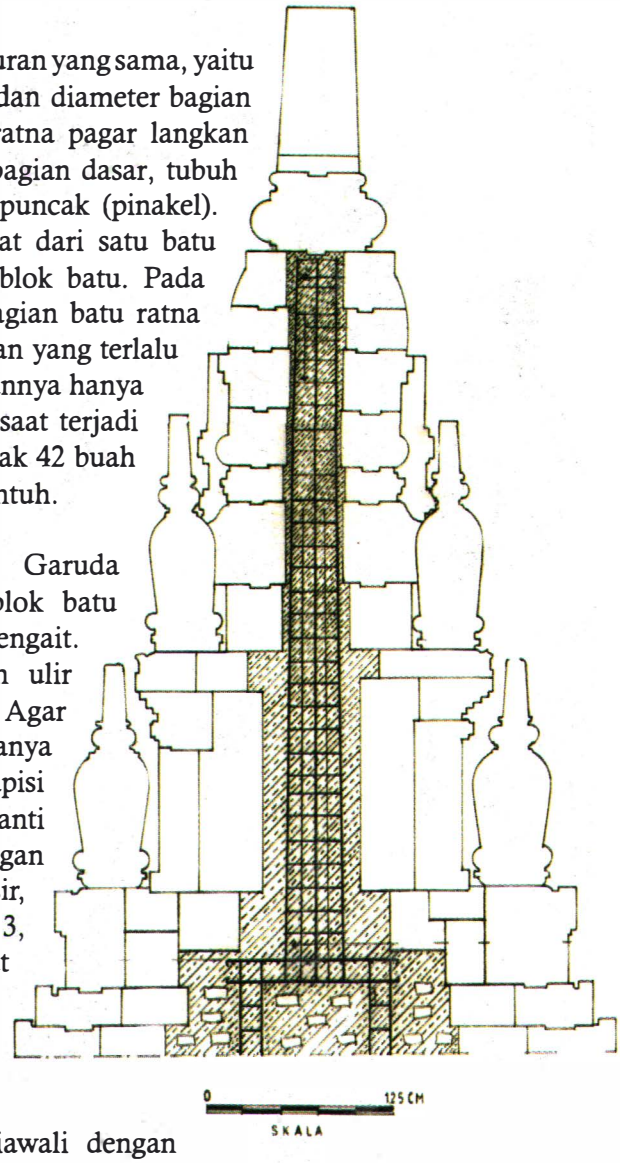


Perkuatan pada ratna pagar langkan

Ratna pagar langkan

Ratna-ratna pagar langkan mempunyai ukuran yang sama, yaitu masing-masing berukuran tinggi 120 cm dan diameter bagian dasar 60 cm. Ditinjau dari bentuknya, ratna pagar langkan dapat dibagi menjadi tiga bagian, yaitu bagian dasar, tubuh (berbentuk dagob) dan bagian atas atau puncak (pinakel). Ketiga bagian ratna tersebut tidak terbuat dari satu batu monolith, melainkan tersusun dari tiga blok batu. Pada pemugaran tahun 1992 – 1993, ketiga bagian batu ratna tersebut diperkuat dengan pengait kuningan yang terlalu pendek yakni kurang lebih 8 cm. Perkuatannya hanya direkatkan dengan semen sehingga pada saat terjadi gempa bumi tanggal 27 Mei 2006, sebanyak 42 buah ratna-ratna pagar langkan banyak yang runtuh.

Di dalam upaya rehabilitasi candi Garuda pascagempa maka sambungan ketiga blok batu penyusun profil ratna diperkuat dengan pengait. Pengait tersebut dibuat dari besi beton ulir diameter 12 mm dengan panjang 15 cm. Agar besi beton ulir tidak berkarat karena adanya oksidasi, maka besi pengait tersebut dilapisi *zincromate* 70 yang berfungsi pelapis anti karat. Pengait direkatkan pada batu dengan menggunakan campuran 1 PC, 3 pasir, *sikalatex* dan air dengan perbandingan 1 : 3, sehingga berbentuk pasta. Sikalatex tersebut berfungsi untuk mengikat kalsium, agar tidak mudah terjadi penggaraman pada batu.



Perkuatan struktur atap pusat candi Garuda hasil rehabilitasi pascagempa tahun 2008

Pekerjaan pemasangan batu kembali diawali dengan pembuatan lobang untuk menancapkan pengait yang terletak pada sisi-sisi blok batu yang akan disambung. Lobang tersebut dibuat agak lebar melebihi diameter pengait yang dipasang dengan maksud untuk memudahkan dalam pemasangan batunya, karena dalam pemasangan batu-batu tersebut perlu distel sesuai dengan kedudukan atau posisi seperti aslinya.

Gapura

Konstruksi penguat untuk gapura Candi Garuda berupa pengait yang dipasang secara vertikal dan horisontal. Pengait vertikal dipasang pada batu-batu sudut serta untuk menghubungkan antar batu secara vertikal. Pengait yang digunakan dari bahan baja beton ulir diameter 12 mm dengan panjang 15 cm. Untuk memperkuat kedudukan pengait, batu bagian atas menggunakan penguat sikadur 31 ditambah pasir sedangkan untuk batu bagian bawah menggunakan campuran semen, pasir dengan perbandingan 1:3 yang ditambah dengan sikalatex dan air hingga dengan

KEGIATAN REHABILITASI CANDI GARUDA

perbandingan 1:3 hingga menjadi mortar yang mempunyai kadar resistensi yang tinggi (*water resistant*). Untuk perkuatan secara horisontal dipasang pengait dari baja beton ulir diameter 12 mm dengan panjang ± 15 - 20 cm.

Konservasi Material

Pengujian bahan konservan

Dalam melaksanakan kegiatan konservasi Candi Nandi dan Garuda, telah melalui prosedur diagnosis yang baku yaitu analisis permasalahan dan studi konservasi. Salah satu studi konservasi yang dilakukan adalah pengujian bahan konservasi karena untuk pelaksanaan konservasi sebagian menggunakan bahan bahan baru sebagai pengganti bahan lama. Untuk penggantian dan aplikasi bahan konservasi yang baru perlu suatu tahapan penelitian agar dalam aplikasinya tidak menimbulkan efek yang merugikan terhadap bendanya, selain itu kwalitas bahan juga dapat dipertanggung jawabkan secara ilmiah. Pengujian dilakukan di laboratorium Balai Konservasi Borobudur dan BP3 DIY. Khusus untuk bahan perekat atas saran dan permintaan staf ahli pengujian juga dilakukan di laboratorium teknik sipil Universitas Gadjah Mada dan Jepang.

Selain bahan konservasi juga dilakukan penelitian bahan *additive* semen dan bahan pelapis logam karena dalam rehabilitasi candi Garuda dan Nandi semen masih digunakan untuk mengisi celah celah batu . Selain itu untuk memperkuat penyambungan batu yang semula pengait kuningan diganti dengan pengait besi ulir agar lebih kuat. Jenis dan kegunaan bahan konservasi yang baru dan telah lolos uji adalah sebagai berikut.

No	Nama bahan konservan	Kegunaan
1	Icosit Aqua stop (Sikaguard)	Bahan pelapis batu untuk menolak air maupun kebasahan.
2	Sikadur 31 CF Normal	Bahan perekat batu, dan dapat digunakan sebagai bahan pengisi celah,retakan , lobang dan lain lain
3	Sikalatex	- Meningkatkan kwalitas mortar semen dan menambah ketahanan terhadap kikisan - Menambah elastisitas dan meningkatkan sifat kedap air.
4	Zinccromate	Bahan pelapis pengait besi agar tidak mudah berkarat

Anastilosis dan penyambungan fragmen

Gempa bumi yang mengguncang komplek Candi Prambanan menimbulkan kerusakan pada struktur dan material batuan Candi Garuda. Banyak ditemukan batu-batu yang pecah dan lepas menjadi beberapa fragmen. Susunan batu bagian atap Candi Garuda sebagian runtuh dan lepas, menimpa batu di bawahnya sehingga banyak batu-batu yang pecah menjadi beberapa fragmen.

Batu yang lepas dan fragmen-fragmen tersebut sebagian terlempar di halaman, menyangkut di sela-sela batu dan sebagian lagi jatuh di lorong bangunan. Ratna juga banyak yang lepas dan terlempar ke lorong maupun halaman candi Selain itu batu dan ratna yang tidak lepas juga banyak yang mengalami pergeseran dari tempatnya. Untuk mengutuhkan kembali, batu-batu asli yang lepas dan pecah menjadi beberapa fragmen dilakukan anastilosis.

Kegiatan penyambungan batu

Dari hasil anstilosis, ternyata tidak seluruh fragmen dapat diketemukan pasangannya, karena telah hancur, sehingga perlu dilakukan penggantian (*replacing*) maupuin penambalan (*restoring*). Fragmen yang diketemukan dan cocok dengan batu induknya kemudian disambung kembali menggunakan bahan perekat Sikadur 31. Untuk batu-batu yang ukurannya cukup besar, penyambungan dilakukan dengan menggunakan pengait berdiameter 1,2 cm. Sistem penyambungan dengan pengait tersebut merujuk dari hasil penelitian yang dilakukan oleh ahli struktur Universitas Gadjah Mada yaitu pemasangan pengait vertikal, diperdalam paling tidak sepertiga dari tinggi batu dan dimatikan dengan bahan *epoxy resin*. Agar pengait tidak lepas, bentuk bagian yang ditanam di dalam batu tidak berbentuk ekor burung seperti yang selama ini dilakukan, karena mempunyai kelemahan mudah patah, tetapi cukup dibengkokkan saja. Adapun bahan pengait yang tadinya kuningan diganti dengan besi beton ulir yang dilapisi *zinc cromate* agar tidak mudah berkarat.

Pembersihan batu

Untuk mempermudah perbaikan batu yang rusak , batu-batu yang dibongkar dibersihkan. Pembersihan dilaksanakan secara mekanis menggunakan sikat ijuk sambil disiram dengan air. Sasaran pembersihan meliputi mikro organisme yang tumbuh pada permukaan batu seperti algae dan lumut. Selain membersihkan mikroorganisme juga dilakukan pembersihan nat dan bekas sambungan batu yang menggunakan bahan perekat semen pc. Semen pc tersebut dibersihkan menggunakan pahat secara hati-hati. Bersamaan dengan pembersihan semen PC, pengait serta hak yang patah akibat goyangan gempa bumi dan tidak memenuhi syarat untuk dipasang kembali juga dilepas.

Selanjutnya setelah seluruh pekerjaan rehabilitasi selesai, pembersihan dilakukan pada seluruh bangunan. Metode pembersihan dilakukan secara mekanis digosok mengggunakan sikat ijuk sambil disiram air menggunakan alat *steam cleaner*. Untuk pembersihan jamur kerak yang sulit dibersihkan , dilaksanakan secara kimiawi menggunakan bahan AC 322. Pembersihan akhir ini dilakukan sebelum bagian atap dan pagar langkan diolesi water repellent.

Kegiatan pembersihan batu

Penutupan nat

Salah satu faktor yang dapat menimbulkan masalah adalah air. Pada bangunan Candi Garuda yang strukturnya ramping dan pada bagian dalam terdapat bilik, pada waktu musim penghujan, air hujan sebagian melimpas dan sebagian meresap kedalam pori pori batuan dan nat nat batu kemudian keluar melalui permukaan batu pada dinding bilik.

Kondisi ini menyebabkan tingkat kelembaban batu meningkat dan sangat berpengaruh terhadap kerusakan dan pelapukan batu secara biologis , khemis dan fisis. Untuk mengatasi masalah tersebut, maka nat pada bagian atap dan tubuh ditutup dengan menggunakan bahan PC semen dicampur *sikalatex*, kemudian permukaan luarnya dikamuflase dengan sikadur 31. Penutupan nat tersebut telah diperhitungkan tidak menjadikan struktur bangunan tidak menjadi *rigid* karena hanya sedalam 0,5 – 1 cm.

Konsolidasi batu rapuh

Terdapat beberapa batu Candi Garuda dijumpai yang mengalami kerapuhan. Kerapuhan tersebut disebabkan oleh adanya pencemaran rembesan air yang membawa larutan kalsium dari plesteran semen yang dibuat pada saat pemugaran tempo dulu. Fenomena semacam ini tidak hanya terjadi pada Candi Garuda tetapi juga dijumpai pada candi lainnya dikomplek Candi Prambanan yaitu Candi Brahma dan Candi Siwa. Agar batu yang rapuh tersebut tidak berkembang lebih lanjut dilakukan konsolidasi dengan menggunakan cairan *Hidrofugan* RC 90 yang dimasukkan kedalam pori pori batu dengan menggunakan alat infus (diteteskan sedikit demi sedikit).

Kegiatan penutupan nat batu

Pengolesan bahan penolak air (water repellent)

Water repellent merupakan bahan penolak air yang mempunyai manfaat dan fungsi untuk mencegah agar air tidak masuk kedalam pori pori batu, Adanya sifat sifat tersebut mikroorganisme seperti lumut, algae dan jamur tidak akan mudah tumbuh pada permukaan batu sehingga kebersihan batu tetap

terjaga. Permukaan batu Candi Garuda yang diolesi water repellent meliputi bagian atap, gapuro, kaki pagar langkan dan ratna pagar langkan. Bahan yang digunakan adalah *sika guard / icosit aqua stop* dan *hidrofugant* 224 yang dicampur dengan *xylol*, pengolesan dilakukan dengan mengunakan kwas.

Pemasangan penangkal petir

Untuk pengamanan batuan candi dari sambaran petir pada waktu musim penghujan beberapa bangunan candi di komplek Candi Prambanan dipasang penangkal petir. Kawat penghubung dari puncak bangunan ke arde di tanah halaman Candi, diikatkan pada batu Candi dengan cara diklem. Klem dipasang pada permukaan batu dan direkatkan dengan epoxy resin. Pada waktu gempa bumi banyak batu yang runtuh ,termasuk batu yang dipasangi klem. Akibatnya kawat penangkal petir lepas dan putus termasuk besi penangkal petir di ratna pusat.Agar penangkal petir yang rusak tersebut dapat berfungsi kembali, maka dalam rangka rehabilitasi Candi Garuda kawat penangkal petir dan klem yang rusak dikembalikan pada kedudukan seperti semula.

Pelaksanaan Rehabilitasi Candi Nandi

Pekerjaan rehabilitasi Candi Nandi direncanakan sebagai pemugaran secara parsial yang meliputi pekerjaan pembongkaran atap tingkat III, IV, ratna pagar langkan dan gapura. Pekerjaan dilaksanakan pada bulan Agustus sampai dengan Desember 2008 dan diresmikan pada Januari 2009.

Adapun sejumlah rambu-rambu yang menjadi patokan selama pekerjaan rehabilitasi candi Nandi adalah sebagai berikut,

1. Dari hasil pengamatan dijumpai fakta bahwa besi kolom pada atap IV yakni pada bagian beton terbuat dari besi kuningan dalam kondisi patah. Hal ini dipengaruhi oleh sifat dari besi kuningan yang kurang lentur dan mudah patah. Untuk itu di dalam rehabilitasi candi Nandi pascagempa dimensi kolom diperbesar dengan tulangan diganti menggunakan besi ulir.
2. Batu kulit yang mengalami keruntuhan lebih disebabkan oleh tidak adanya ikatan pengait ke arah dalam, serta bentuknya yang lurus dengan ukuran yang

kurang panjang. Untuk itu pengait diganti dengan besi ulir yang ukurannya lebih panjang dan kedua ujungnya dibengkokan. Besi ulir yang digunakan terlebih dahulu diolesi dengan zinc cromate untuk mengantisipasi terjadinya karat.

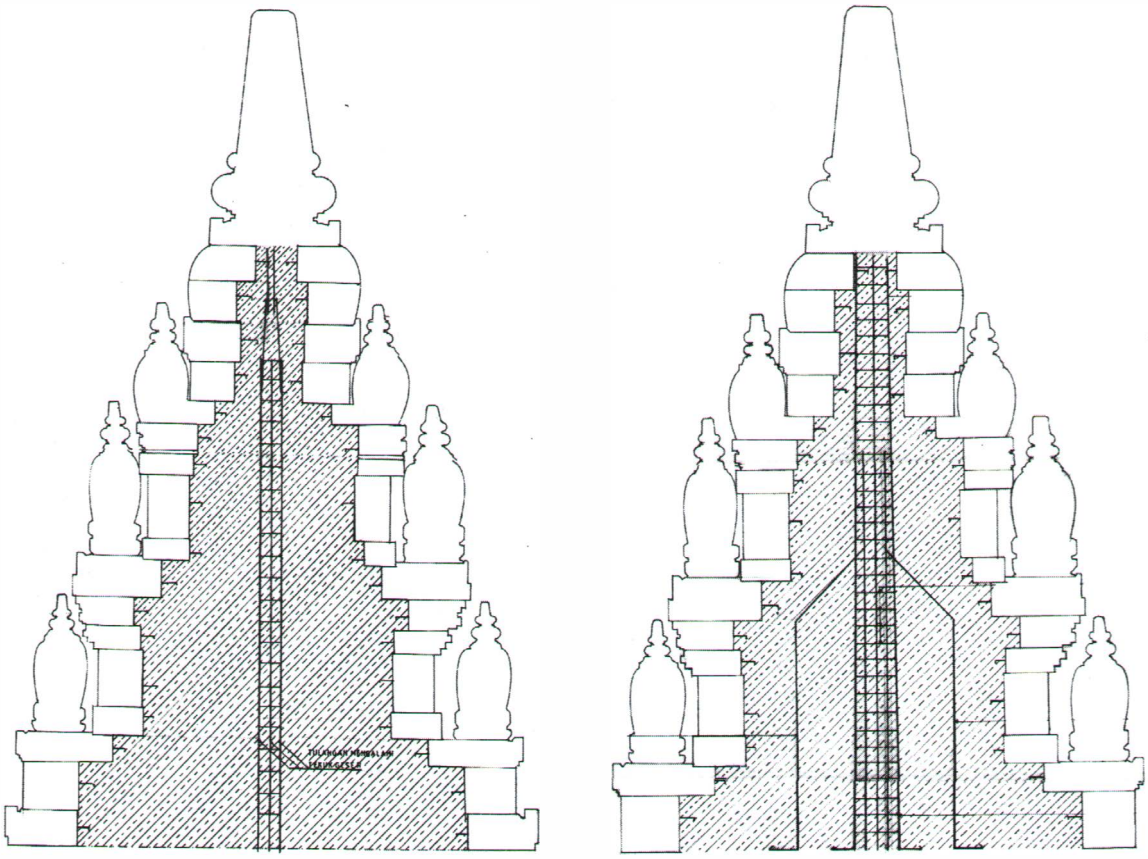
3. Atap II dan atap III dibongkar hingga mencapai struktur plat beton bertulang. Hal ini perlu untuk dilakukan untuk mengganti besi kolom pada tulangan.
4. Metode pelaksanaan rehabilitasi, yaitu pemasangan kembali (rekonstruksi) ratna-ratna tersebut sesuai tempatnya semula, dengan perkuatan menggunakan pengait. Oleh karena ratna-ratna tersebut merupakan bagian yang berdiri bebas, maka perkuatan pengait ini dipasang dua buah untuk tiap ratna.

Berikut ini adalah jenis-jenis pekerjaan yang dilaksanakan selama rehabilitasi Candi Nandi,

Nama kegiatan	Volume
1. Pemasangan dan pembongkaran perancah	1
2. Pembongkaran atap	41,04
3. Pengumpulan fragmen dan penyambungan	58
4. Pembersihan batu yang dibongkar	249
5. Pencocokan fragmen	214
6. Penyambungan fragmen	31
7. Pembuatan batu pengganti	11,82
8. Pembongkaran susunan percobaan	76,86
9. Pemasangan struktur perkuatan batu bertulang	30,00
10. Rekonstruksi (penyusunan kembali)	16,86
11. Pemasangan hak dan angkur	39,98
12. Pemasangan lapisan kedap air	10,00
13. Pemahatan halus	10,76
14. Pembersihan seluruh bangunan	17,00
15. Penutupan nat bagian atap	3894
16. Pengolesan water repellent bagian atap	649
17. Injeksi retakan	18
18. Pemasangan penangkal petir	90
19. Pendokumentasian	1

Pada kegiatan rescue telah dilakukan pembongkaran gapura Candi Nandi yang pada saat itu sudah rentan secara struktural. Secara umum kerusakan yang menimpa bangunan Candi Nandi akibat gempa dapat dibedakan menjadi dua yakni kerusakan struktur dan material. Kerusakan struktur antara lain miring, runtuh, deformasi vertikal-horisontal. Sedangkan kerusakan material berupa retak, patah, pecah, dan mengelupas.

Pekerjaan rehabilitasi diawali dengan pembuatan perancah hingga mencapai puncak candi dengan ketinggian 27 m.

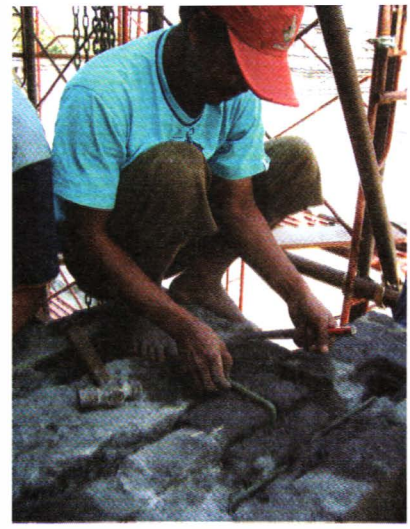


Perkuatan atap candi Nandi hasil pemugaran tahun 1991 (kiri), perkuatan atap candi Nandi hasil rehabilitasi pasca gempa (kanan)

Pembongkaran komponen bangunan yang mengalami kerusakan merupakan tahap awal dilaksanakan pekerjaan fisik. Sasaran kegiatan pembongkaran pada awal kegiatan (bulan Agustus 2008) adalah ratna-ratna pagar langkan, kemudian pada bulan berikutnya adalah pembongkaran atap II dan III. Pembongkaran dilakukan lapis demi lapis dengan menggunakan pahat secara hati-hati agar tidak merusak batu. Sedangkan batu yang masih menyatu tidak perlu dilepas agar tidak menambah kerusakan. Ratna pagar langkan yang dibongkar seluruhnya berjumlah 39 buah.

Batu-batu yang selesai dibongkar kemudian diberi penanda batu yang menunjuk posisi secara vertikal dan horizontal untuk kemudian ditempatkan di penampungan. Di penampungan tersebut batu candi disusun sesuai urutannya. Hal ini untuk memudahkan di dalam proses pengembaliannya.

Adapun pemasangan perkuatan untuk bagian ratna pagar langkan dan gapura yakni dengan menambahkan hak dan pengait untuk mengkaitkan hubungan antar batu. Pada bagian ratna-ratna pagar langkan tersebut merupakan bagian yang berdiri bebas, maka perkuatan pengait ini dipasang dua buah untuk setiap ratna. Hal yang sama juga dilakukan pada bagian pinakel-pinakel atap serta ratna pusat.



Kegiatan pemasangan hak dan angkur gapura pagar langkan (atas), dan susun coba batu komponen gapura (bawah)

Hak dipasang pada hubungan batu arah horizontal, bahan hak dari besi beton ulir Ø 12 mm panjang 20 cm. Untuk mencegah timbulnya *korosi* atau *oksidasi*, pada besi beton diberi lapisan *zink cromate 70.* Sebagai bahan pengisi (mortar) menggunakan campuran semen PC dan pasir dengan perbandingan 1:3 yang diencerkan dengan air ditambah *sikalatex*. Campuran antara air dan *sikalatex* adalah 1 bagian *sikalatex* ditambah 3 bagian air. Mortar tersebut dari hasil pengujian bersifat *waterressistant.* Pada pemugaran sebelumnya bahan perekat antar batu yang digunakan kebanyakan dari PC semen, dan pada pengait sebagian menggunakan epoxy resin. Kedua bahan ini bersifat rigid/kaku, sehingga kurang fleksibel terhadap goncangan gempa bumi.

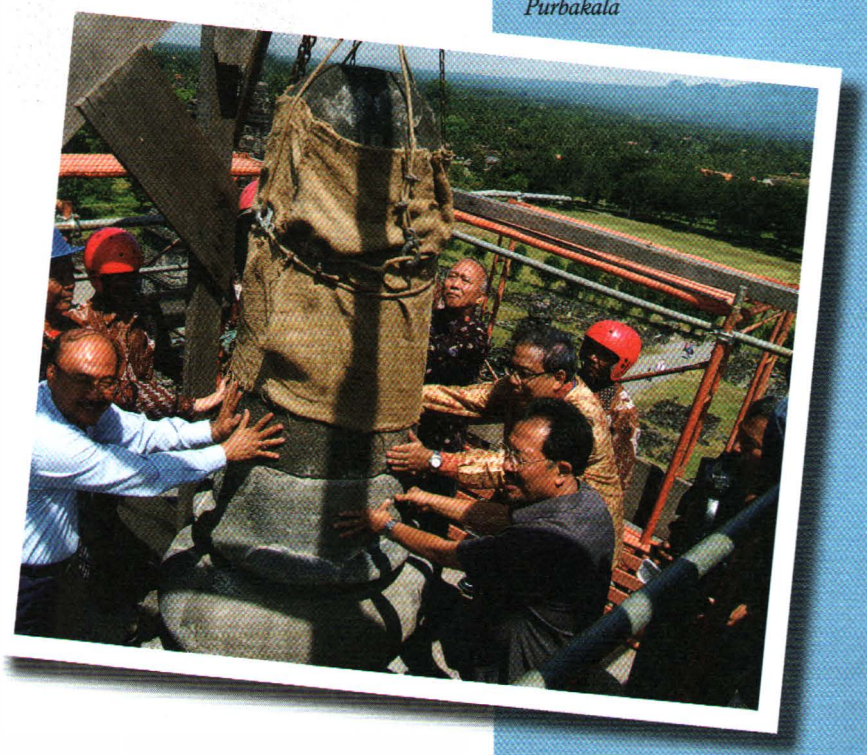
Pengait dalam hak dipasang pada batu-batu sudut dan batu-batu *pinakel* yang berdiri bebas ke arah vertikal. Bahan pengait menggunakan besi beton ulir Ø 12 mm panjang 15 cm yang dilapisi *zink cromate* 70. Pada setiap batu sudut dipasang satu buah pengait, sedang pada *pinakel* dipasang dua buah pengait. Sebagian mortar atau pengisinya menggunakan bahan *sikadur* 31 dicampur pasir. Pemasangan hak dan pengait bertujuan untuk memperkuat sambungan antar batu, karena deformasi akibat gempa bumi terjadi pada sambungan antar batu. Adapun rehabilitasi ratna pagar langkan adalah pemasangan kembali ratna-ratna sebanyak 39 buah, dengan rincian sebagai berikut : sisi barat 6 buah, sisi utara 10 buah, sisi timur 12 buah dan sisi selatan 11 buah.

Untuk pembongkaran atap pada awalnya direncanakan dengan membongkar hingga lapis 59 yakni mencapai plat beton. Namun di dalam pelaksanaannya pada lapis tersebut ternyata belum menemukan plat beton, sehingga pembongkaran diperdalam lagi 50 cm. Pembongkaran atap tingkat sebanyak 19 lapis, dimulai dari lapis 78 sampai dengan lapis 59 atau dari bagian ratna paling atas sampai dengan duduk ratna atap tingkat III. Dari hasil pembongkaran dapat diketahui adanya struktur

kolom berukuran 20cm x 20cm, tulangan 8 Ø11 mm, dan begel Ø 8 mm – 20 cm. Keseluruhan struktur beton bagian atap tersebut dibongkar hingga mencapai plat beton untuk kemudian digantikan dengan struktur beton yang baru dengan sistem penulangan yang baru juga.

Pemasangan struktur perkuatan beton bertulang terdiri dari dua kegiatan yaitu pemasangan besi beton dan pengecoran beton. Pemasangan tulangan besi beton dilaksanakan dengan ukuran panjang 525 cm, ukuran bagian bawah 40 cm x 40 cm, tulangan 16 Ø 16 mm sedang bagian atas berukuran 25 cm x 25 cm, dengan tulangan 8 Ø 16 mm. Kolom tersebut diikat dengan cincin berupa begel dengan ukuran Ø 8-15 cm besi beton yang digunakan sebagai tulangan pokok baja beton ulir Ø 16 mm sedangkan begelnya dari baja beton poles Ø 8 mm. Bagian bawah kolom diletakan pada kedudukan 50 cm dibawah duduk ratna atap tingkat III atau lapis 59. Jarak rongga antara kolom dengan batu luar yang cukup lebar, maka pada bagian ini dipasang baja beton sebagai pengait sebanyak 8 buah dengan panjang 250 cm, Ø 16 mm rongga tersebut selanjutnya dicor dengan beton campuran semen PC, pasir dan pasir masing-masing dengan perbandingan 1 : 2 : 3,

Kondisi puncak candi Nandi sebelum dilakukan rehabilitasi



Peresmian purna rehabilitasi candi Nandi pasca gempa yang dihadiri oleh para pejabat Direktorat Peninggalan Purbakala

Kegiatan pembongkaran

Kegiatan pemasangan beton bertulang bagian puncak candi

pengecoran dilaksanakan mulai dari lapis 58 hingga lapis 64 dengan volume 22,50 m^3. Kegiatan ini merupakan kelanjutan dari perkuatan beton yang sudah dilaksanakan pada bulan November 2008.

Di dalam pekerjaan rehabilitasi ini dilakukan penggantian sejumlah batu kulit. Hal ini disebabkan beberapa batu asli yang mengalami kerusakan dan secara struktur maupun material sehingga tidak memungkinkan untuk dipasang kembali. Adapun sasarannya adalah untuk batu pengganti pada batu lapis 60 atau bagian dasar/ bawah tubuh atap tingkat III. Setelah batu pengganti selesai terpasang selanjutnya dilakukan pemahatan halus. Pemahatan halus bertujuan untuk menyelaraskan permukaan batu-batu baru dengan batu-batu lama. Sasarannya adalah batu-batu pengganti yang telah dipasang pada atap tingkat III dan atap tingkat IV.

Kegiatan penyambungan batu

Hasil susun coba atas sebuah pinakel yang pecah menjadi beberapa fragmen.

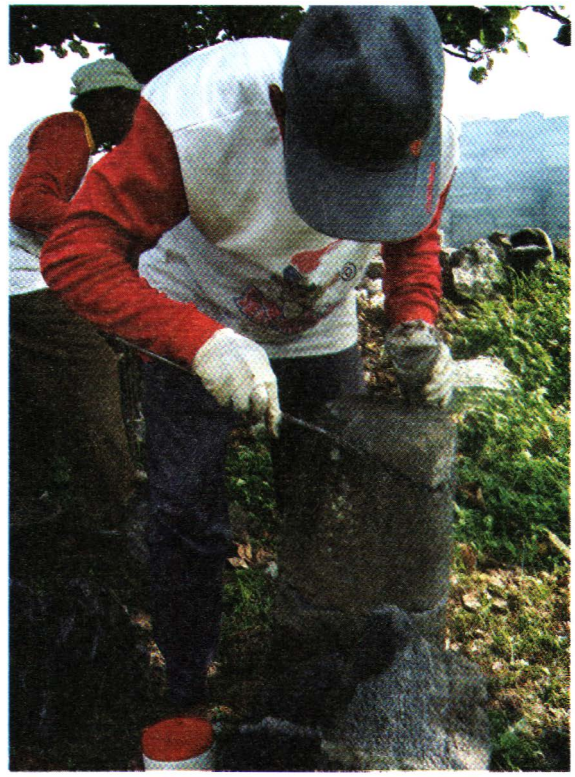
Konservasi Material

Anastilosis dan penyambungan fragmen.

Akibat gempa bumi susunan batu bagian atap Candi Nandi sebagian runtuh dan lepas, menimpa batu di bawahnya sehingga banyak batu-batu yang pecah menjadi beberapa fragmen. Batu yang lepas dan fragmen-fragmen tersebut sebagaian terlempar di halaman, menyangkut di sela-sela batu dan sebagian lagi jatuh di lorong bangunan. Ratna juga banyak yang lepas dan terlempar ke lorong maupun halaman candi. Sebagai tahap awal dari kegiatan rehabilitasi Candi

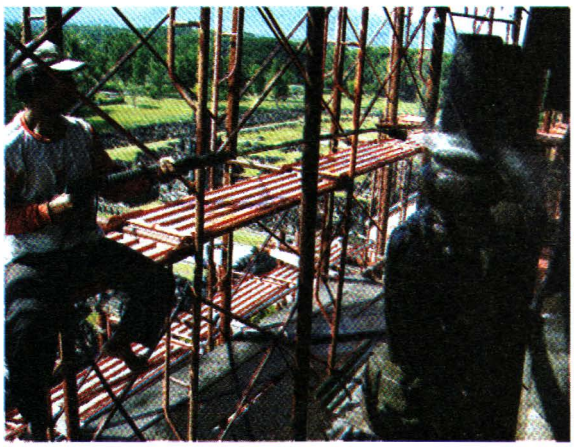
Nandi, fragmen fragmen tersebut diklasifikasi, dianastilosis selanjutnya dilakukan perbaikan /penyambungan dan di bengkel kerja.

Kegiatan penyambungan batu



Dari hasil anastilosis, ternyata tidak seluruh fragmen dapat diketemukan pasangannya, sehingga bagian yang hilang diganti dengan batu baru. Penyambungan dilakukan menggunakan bahan perekat Sikadur 31. Untuk batu-batu yang ukurannya cukup besar, penyambungan dilakukan dengan menggunakan pengait beton ulir berdiameter 1,2 cm – 1,4 cm. Kedalaman pengait antara 16 s/d 20 cm tergantung dari posisi dan ukuran batu. Agar pengait dapat tahan lama pada permukaannya dilapisi *zinc cromate* agar tidak berkarat.

Adapun metode *restoring* adalah sebagai berikut. Bagian yang hilang ditambal dengan batu baru menggunakan bahan perekat *sikadur* 31, dan bila perlu diberi pengait. Selanjutnya setelah bahan perekat kering dipahat sesuai dengan bentuk geometrinya. Dari beberapa batu yang disambung yang terbanyak adalah batu-batu ratna. Batu ini kerusakannya memang paling parah pada waktu terjadi gempa bumi yang lalu. Dalam rekonstruksi batu batu yang pecah tidak dapat dihindari pengecoran bagian yang berongga menggunakan semen PC dicampur *sikalatex*. Hal ini dilakukan karena batu yang pecah hanya diketemukan bagian luarnya saja ,sedangkan pada bagian dalam telah hilang dan hancur. Sementara untuk dilakukan restoring sangat sulit dan tidak memungkinkan.



Kegiatan pembersihan batu (kiri) dan penyambungan batu (kanan)

Pembersihan batu

Sasaran kegiatan pembersihan batu Candi Nandi meliputi batu yang dibongkar dan seluruh batu luar *(outer stone)* dari kaki sampai dengan atap bangunan. Metode pembersihan dilakukan dengan beberapa cara tergantung dari kondisi batu yang dibersihkan. Untuk pembersihan batu yang kotor karena debu atau tanah yang melekat pada permukaan batu dapat dilakukan secara mekanis kering menggunakan sikat ijuk atau dibersihkan secara basah menggunakan air. Sedangkan pembersihan batu yang ditumbuhi mikroorganisme seperti algae, lumut, dan lichen selain dengan cara yang disebutkan di muka, juga dilakukan secara kimiawi bilamana perlu. Khusus untuk pembersihan jamur kerak (lichen) menggunakan bahan kimiawi AC 322 . Bahan ini setiap liter larutan (menggunakan air sebagai bahan pelarut) mempunyai formula:

- *Ammonium bicarbonate* 30 gram
- *Sodium bicarbonate* 50 gram
- *Carboxymethyl Cellulose* (CMC) 60 gram
- *Sodium* EDTA (*Ethylene Diamine Tetra Acetic Acid*) 25 gram
- *Arkopal* 3 cc

Metode pembersihan selain dilakukan secara mekanis juga dapat dilakukan menggunakan alat *steam cleaner*. Alat ini dapat berfungsi sebagai *physical treatment* bila menggunakan uap air panas.

Penutupan nat

Seperti halnya dengan Candi Garuda penutupan nat pada Candi Nandi dilaksanakan pada bagian atap tingkat I sampai dengan tingkat IV termasuk batu batu ratna, dengan tujuan agar air hujan tidak masuk kedalam bilik Candi Nandi. Penutupan nat ini dilakukan karena dari hasil pengamatan pada waktu musim penghujan kondisi kelembaban batu pada bagian bilik meningkat karena adanya air hujan yang meresap melalui pori pori dan nat-nat batuan.

Kondisi ini sangat berpengaruh terhadap kerusakan dan pelapukan batu secara biologis , khemis dan fisis. Metode penutupan nat menggunakan bahan pc semen dicampur sikalatex , kemudian permukaan luarnya dikamuflase dengan sikadur 31. Penutupan nat tersebut telah diperhitungkan tidak menjadikan struktur bangunan menjadi *rigid* karena hanya sedalam 0,5 – 1 cm.

Pengolesan bahan penolak air (water repellent)

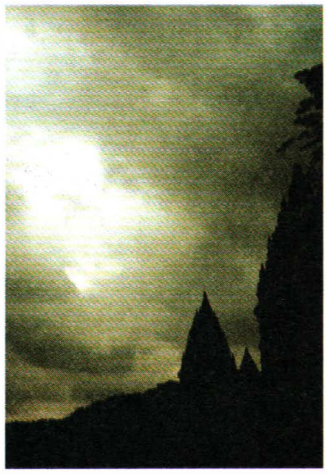
Bagian bangunan Candi Nandi yang diolesi bahan penolak air meliputi atap I hingga atap IV termasuk batu ratna dan sebagian batu pagar langkan berikut seluruh ratnanya. Pengolesan *water repellent* dimaksudkan

agar air tidak masuk kedalam pori-pori batu sehingga batu tetap terjaga kebersihannya, karena mikroorganisme seperti lumut, algae dan jamur akan sulit tumbuh. Bahan *water repellent* yang digunakan adalah *Sikaguard* atau *Icosit Aqua Stop*. Pengolesan dilakukan menggunakan kwas sebanyak 2 kali dengan arah melintang dan membujur agar cairan bisa merata.

Pemasangan penangkal petir

Pada waktu gempa bumi yang lalu, banyak batu yang runtuh ,termasuk batu yang dipasangi klem penangkal petir. Kerusakan komponen penangkal petir pada Candi Nandi meliputi kawat penangkal petir lepas dan putus termasuk besi penangkal petir di ratna pusat. Agar penangkal petir yang rusak tersebut dapat berfungsi seperti semula, komponen yang yang rusak diperbaiki yang meliputi penggantian ujung penangkal petir dan pembuatan klem yang ditanam pada permukaan batu dengan cara dibor/dipahat dan diperkuat dengan epoxy resin. Klem tersebut berfungsi untuk pegangan kawat dari atas sampai *ground*.

Pengolesan bahan kedap air



Catatan Akhir

Candi Prambanan merupakan sebuah ikon wisata budaya untuk mengenal kekayaan arsitektur Jawa Kuna dalam bentuk monumen dengan berbagai informasi kebudayaan dan kesejarahan yang terkandung. Dengan kata lain sebelum gempa para wisatawan dengan bebas mengeksplorasi keseluruhan bangunan candi di halaman I. Namun pascagempa bumi, minat semacam tersebut agaknya mulai tergeser meski minat sebagai wisata budaya masih menduduki posisi utama. Sesaat setelah gempa melanda kawasan Prambanan, BP3 Yogyakarta yang berkoordinasi dengan unsur terkait telah melakukan penutupan Candi Prambanan dari kunjungan wisatawan dengan menempatkan *police line*. Hal ini dilakukan sebagai upaya menjaga keselamatan pengunjung karena saat itu masih banyak dijumpai batu-batu rawan runtuh, selain itu halaman I harus segera diisolasi dari pengunjung karena mendesak untuk kepentingan proses identifikasi kerusakan material dan struktural. Pertengahan bulan Agustus 2006 Candi Prambanan telah dibuka kembali untuk wisatawan dengan area terbatas bagi pengunjung.

Pengaturan pengunjung di halaman I Candi Prambanan pascagempa telah diatur dalam Action Plan yakni "*Creation of the visitor management plan during the rehabilitation phase, including creation of visitor routes in all the sites*". Pengaturan untuk pengunjung situs dilakukan dengan membuat jalur khusus bagi pengunjung dengan memberi batas lokasi yang dapat dilalui, melakukan pemasangan papan larangan dan informasi untuk menjaga kenyamanan pengunjung. Pengaturan alur kunjungan selalu diubah sesuai dengan perkembangan hasil

Pengunjung Candi Garuda pada saat liburan sekolah

rehabilitasi untuk memberikan ruang lebih luas bagi pengunjung untuk dapat melihat proses rehabilitasi pasca gempa. Selama masa rehabilitasi yang berlangsung dari tahun 2007 hingga 2009 Candi Prambanan hanya terbuka sebagian untuk pengunjung yakni candi Apit selatan, dan sebagian Candi Brahma (Agustus 2006-Juli 2008), serta Candi Garuda dan Candi Nandi (sejak Februari 2009). Secara tidak langsung kegiatan rehabilitasi telah mengurangi keleluasaan pengunjung untuk melihat dan mengapresiasi bangunan candi. Akan tetapi, pengunjung memperoleh informasi langsung tentang proses rehabilitasi yang tengah dilakukan oleh pemerintah. Secara faktual penutupan sebagian halaman telah menurunkan daya dukung Candi Prambanan terhadap kegiatan kepariwisataan.

Istilah daya dukung pada awalnya merupakan konsep dalam ekologi merupakan jumlah maksimum individu unsur hayati baik berupa tumbuhan, hewan yang masih dapat dijamin hidup dengan baik pada suatu kondisi lingkungan tertentu (Colinvaux,1996). Penerapan pengertian daya dukung kemudian dipakai untuk berbagai aspek dalam kehidupan. Dalam kaitannya dengan kepariwisataan, daya dukung didefinisikan sebagai kemampuan objek untuk dapat menampung jumlah wisatawan pada luas dan satuan waktu tertentu. Dalam arti luas, daya dukung wisata mencakup daya dukung aspek bio-geofisik, budaya dan sosial ekonomi. Pengelolaan daya dukung fisik pariwisata tersebut lebih berkaitan dengan pemanfaatan candi sebagai obyek wisata dalam rangka menjaga kelestariannya sekaligus memberikan kenyamanan dan kepuasan wisatawan. Pemanfaatan yang melampaui kapasitas daya dukung justru akan mengancam kelestarian obyek serta lingkungannya. Pada akhirnya juga akan berimbas pada sektor ekonomi masyarakat yang tumbuh dan menggantungkan pada sektor wisata.

Daya dukung dinyatakan dengan jumlah wisatawan per satuan luas per satuan waktu. Tetapi baik luas maupun waktu umumnya tidak dapat dihitung rata-rata, karena penyebaran wisatawan dalam ruang dan waktu tidak merata. Seringkali wisatawan terkosentrasi di tempat yang paling menarik dan pada waktu tertentu, misalny pada masa liburan. Oleh karena itu daya dukung tidak dapat dihitung berdasarkan rata-rata luas daerah dan rata-rata jumlah wisatawan setiap bulan atau setiap tahun, melainkan harus memperhatikan tiap lokasi dan waktu yang penting.

Menurut penelitian yang pernah dilakukan Setyastuti (2005) diketahui jika daya dukung fisik zona I Candi Prambanan adalah 1.031 orang untuk luas halaman I sebesar 6.187 m2, sedang untuk candi Siwa denga luas 530 m2 memiliki daya dukung fisik sebesar 176 orang. Kedua perhitungan tersebut masih mengabaikan faktor pemulihan dengan tingkat kenyamanan wisatawan masih dapat dirasakan dengan area minimun yang digunakan setiap orang seluas 6 m^2.

Namun apabila memperhitungan faktor pemulihan yakni tingkat kenyamanan wisatawan terjamin yakni apabila area yang digunakan untuk setiap orang adalah 65 m2 dengan kata lain daya dukung fisik ideal untuk halaman I Candi Prambanan adalah 95 orang dan 15 orang di candi Siwa (Setyastuti, 2005: 25).

Pada waktu-waktu tertentu jumlah wisatawan di halaman I Candi Prambanan mencapai batas optimum terutama pada libur sekolah maupun libur nasional. Kelebihan daya dukung fisik Candi Prambanan tentunya semakin berat dengan ditutupnya ketiga candi induk yang

Pengunjung Candi Nandi pada saat liburan sekolah

merupakan pusat atraksi. Beban maksimum Candi Garuda dan Nandi pasca rehabilitasi terlihat dengan padatnya para wisatawan memasuki bilik dan lorong kedua candi tersebut.

Tren kunjungan wisatawan mengunjungi Candi Prambanan khususnya setelah terjadi gempa pada bulan Mei 2006 justru meningkat. Sebagaimana terlihat dalam tabel berikut,

Bulan	Jumlah Pengunjung		Jumlah Total
	Wisnus	Wisman	
Januari	102.595	3.517	106.112
Februari	16.204	3.882	20.086
Maret	46.145	4.283	50.428
April	82.306	4.105	86.411
Mei	33.564	4.183	37.747
Juni	4.680	793	5.473
Juli	13.412	3.891	17.303
Agustus	14.903	1.923	16.826
September	17.400	1.320	18.720
Oktober	49.328	950	50.278
November	23.310	1.104	24.414
Desember	40.951	1.282	42.233

Jumlah kunjungan wisatawan ke Candi Prambanan selama tahun 2006

Meski tingkat kenyamanan wisatawan pascagempa berkurang, namun terbentuk interaksi langsung dengan berbagai upaya rehabilitasi monumen candi. Dalam hal ini setidaknya tersisip nilai pembelajaran kepada masyarakat bahwa proses perbaikan bangunan cagar budaya memiliki sistem dan konsep yang berbeda dengan bangunan umum lain.

Di masa mendatang dirasa semakin perlu adanya evaluasi pengelolaan pengunjung ke Candi Prambanan. Karena selama ini daya dukung fisik Candi Prambanan sudah berkurang dibanding sebelum adanya kegiatan rehabilitasi pascagempa. Dengan menurunnya daya dukung ini juga akan berpengaruh terhadap kenyamanan pengunjung atau bahkan kelestarian candi itu sendiri. Untuk itu perlu pengelolaan yang mampu mendistribusikan pengunjung ke candi lain di kompleks Prambanan. Keberadaan Candi Sewu merupakan atraksi menarik yang sepertinya

Pembelajaran bagi pengunjung tentang upaya perlindungan warisan budaya

belum tergarap optimal. Selain itu juga perlu adanya pembenahan manajemen informasi untuk meningkatkan pengetahuan dan apresiasi pengunjung terhadapa warisan budaya.

Sebagai penutup, rehabilitasi Candi Garuda dan Nandi merupakan tahap awal pemulihan fisik Candi Prambanan secara keseluruhan. Itu semua merupakan upaya bangsa Indonesia menjaga warisan budaya yang bernilai adi luhung.

Kepustakaan

Anonim, tanpa tahun, *Berita Tentang Pekerdjaan Tjandi Siwa Kwartal I 2603-Kwartal IV 2604 No.1-No.8.*

ASTM, 2003, *Annual Book of ASTM Standards*, Section 4, Vol. 04.08, West Conshohocken.

Atmadi, Parmono, 1979, *Beberapa Patokan Perencanaan Bangunan Candi*, Fakultas Teknik, UGM, Jogjakarta

Casparis, J.G de, 1956, *Selected Inscriptions From 7th to the 9th Century AD*, Bandung: Masa Baru

Coduto, D. P., 1994, *Foundation Design: Principe and Practices*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, USA.

Colinvaux, P., 1996, *Ecology*, John Willey and Sons: New York

Das, B. M., 2002, *Principles of Geotechnical Engineering*, 5th Ed., PWS Publishing Comp., Boston, USA.

Day, R.W., 2000, *Geotechnical Engineer's Portable Handbook*, Mc Graw Hill, New York.

Haryono, Timbul, 1996, *Identifikasi Arca Tokoh Ber-anjalihastamudra Berdasarkan Naskah Agama: Studi Kasus Arca Logam dari Candi Sewu*, makalah dalam Pertemuan Ilmiah Arkeologi VII Jilid 2

Hendrayana H., 1993, *Hydrogeologie und Grundwasssergewinnung im Yogyakarta – Becken, Indonesien.* Doktors der Naturwissenschaften genehmigte Dissertation, Technischen Hochschule Aaachen, 117 pp.

Holtz, R.D., dan Kovac, W.D., 1981, *An introduc-tion to Geotechnical Engineering*, Prentice-Hall Inc., New Yersey, USA.

Karto Atmodjo, M.M. Sukarto, tanpa tahun, *Struktur Masyarakat Jawa Kuno Pada Masa Mataram Hindu dan Majapahit*, Yogyakarta: Pusat Penelitian dan Studi Pedesaan dan Kawasan Universitas Gadjah Mada

Kertapati E. K., A. Soehaemi & A. Djuhanda, 1992, *Peta Seismotektonik Indonesia*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.

Knaap, Gerrit, 1999, *Cephas, Yogyakarta Photography in The Service of The Sultan*, Leiden:KITLV Press

Kusen, 1991, *Identifikasi toponim Dalam Prasasti jawa Kuna Abad IX-X Dari Prambanan dan Sekitarnya Dengan Toponim Masa Kini*, Laporan Penelitian, Yogyakarta:Fakultas sastra Universitas Gadjah Mada

Lancellotta, R., 1995, *Geotechnical Engineering*, A.A. Balkema, Rotterdam, The Netherlands.

Liu, C. and Evett, J. B., 2003, *Soil Properties: Testing, Measurement, and Evaluation*, 5th Ed., Prentice Hall, New Jersey.

MacDonald, M., 1984, *Greater Yogyakarta Groundwater Resources Study, Volume 3 Groundwater*. Governement of the Republic of Indonesia, Ministry of Public Works, Directorate General of Water Resources Development.

Marzuki, Y. dan Heraty, T., 1993, *Borobudur*, PT Penerbit Djambatan, Jakarta.

Mundardjito, 2002, *Pertimbangan Ekologis Penempatan Situs Masa Hindu-Buda di Daerah Yogyakarta*, Jakarta:Wedatama Widya Sastra bekerjasama dengan EFEO

Rahardjo W., Sukandarrumidi & H. M. D. Rosidi, 1995, *Peta Geologi Lembar Yogyakarta, Jawa*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.

Reese, L.C., Isenhover, W.M., and Wang, S.T., 2006. *Analysis and Design of Shallow and Deep Foundations*, John Wiley & Sons, New Jersey, USA.

Rifa'i, A., 2006. *Evaluation of Infrastructures Damage Due to Jogjakarta Earthquake-The hard Lessons in Geotechnical Engineering*, The 7th AUN/SEED-Net Field-Wise Seminar in Civil Engineering, October 26-27, Manila, Philippines.

Riyanto, Sugeng, 2007, *Candi Prambanan:Pengelolaan dan Potensi Persoalannya*, dalam Berkala Arkeologi Tahun XXVI Ed.2/ November

Roy Jordaan, 2009, *Memuji Prambanan Bunga Rampai Para Cendekiawan Belanda Tentang Kompleks Percandian Loro Jonggrang*, Jakarta: Yayasan Obor Indonesia

Sahai, Bhagawant, 1975, *Iconography of Minor Hindu and Buddhist Deities*, New Delhi : Abhinav Publications

Sampurno, 1969, *Penelitian tanah dasar Candi Boro-budur*, Pelita Borobudur, Report B no. 3, Depdik-bud RI, Jakarta.

Setyastuti, Ari, 2005, *Daya Dukung Fisik Zona I Candi Prambanan*, Tugas Praktek kuliah lapangan S-2 Program Magister Sains Pariwisata, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta

Scidmore, E.R., 1986, *Java The Garden of The East*, Singapore:Oxford University Press

Sismanto, 2007a, *Pemetaan Sungai Purba di Komplek Candi Prambanan dengan menggunakan Metode Very Low Frequency (VLF)*, Laporan Penelitian, Yogyakarta:Laboratorium Geofisika, Jurusan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Gadjah Mada

_____, 2007b, *Survey Geolistrik Mapping dan Seismik Bias di Kompleks Candi Prambanan*, Yogyakarta: Laboratorium Geofisika, Jurusan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Gadjah Mada

Soekmono, 1972, *Riwayat usaha penyelamatan Candi Borobudur*, Report B No. 1, Depdikbud RI, Jakarta.

_____, 2002, *Menapak Jejak Arkeologi Indonesia*, Jakarta:MU3 Books

Srihayu Harsanti, E., 2007, *Upaya pelestarian Cagar Budaya Candi Prambanan Pasca Gempa Bumi 27 Mei 2006*, Laporan Penelitian, Yogyakarta:Program Studi Ilmu Lingkungan Sekolah Pasca Sarjana Universitas Gadjah Mada

Sukandarrumidi, 1999, *Natural cementation of temple's building stone case study : The Borobudur Temple*, Jurnal Media Teknik, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Suryolelono, K.B. & Rifa'i, A., 2006. *Perencanaan Stabilisasi Bangunan Cagar Budaya Di Daerah Rawan Gempa Bumi*, The Consultative Meeting: Pelestarian Warisan Budaya Pasca Gempa Bumi, Indonesia-UNESCO, November 22-23, Yogyakarta, Indonesia.

Technical Study Team Archeological Office of Yogyakarta, 2007, *Technical Study for Rehabilitation of Prambanan Temple Compound After Earthquake*. Repport to Department of Culture and Tourism.

Untung, M., K. Ujang & E. Ruswandi, 1973, *Penyelidikan gaya berat di daerah Yogyakarta-Wonosari, Jawa Tengah.* Publikasi Teknik Seri Geofisika, no. 3, Direktorat Geologi Bandung

Zoetmulder, P.J., 1994, *Kalangwan Sastra Jawa Kuno Selayang Pandang*, Jakarta: Penerbit Djambatan

MEMBANGUN KEMBALI PRAMBANAN

CANDI PRAMBANAN pascagempa 27 Mei 2006 lalu mengalami kerusakan yang cukup parah. Keretakan pada sejumlah dinding, runtuhnya sebagian komponen atap hingga rusaknya beberapa relief adalah bukti betapa besar kekuatan gempa sekaligus menunjukkan sangat rentannya peninggalan sejarah budaya terhadap kerusakan akibat ulah alam.

Buku ini merupakan catatan kecil atas usaha rehabilitasi yang telah dilakukan semenjak tahun 2007 hingga 2008.

Untuk saat ini baru dua buah candi wahana yakni candi Nandi dan Garuda yang purna rehabilitasi. Di masa mendatang, candi-candi lain di halaman pusat akan segera dilakukan upaya rehabilitasi.

Upaya ini tiada lain adalah sebuah bentuk pelestarian peninggalan sejarah budaya yang merupakan masterpiece peradaban Jawa Kuna, Candi Prambanan.

Balai Pelestarian Peninggalan Purbakala Yogyakarta
2009