

KoNTeKS I

Konferensi Nasional Teknik Sipil I

Prosiding

**TANTANGAN INDUSTRI KONSTRUKSI
DI MASA DEPAN**

Yogyakarta, 11 - 12 Mei 2007

Editor :

Siswadi, S.T., M.T.

Ferianto Raharjo, S.T., M.T.



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
Fakultas Teknik
Program Studi Teknik Sipil

didukung oleh :



Cabang
Yogyakarta



Cabang
Yogyakarta



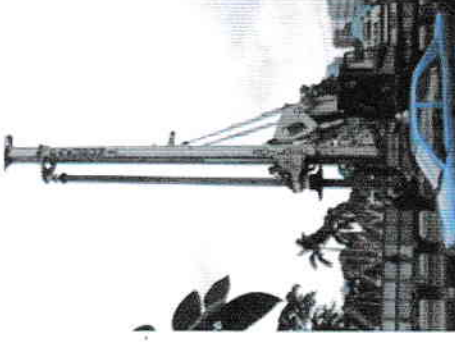
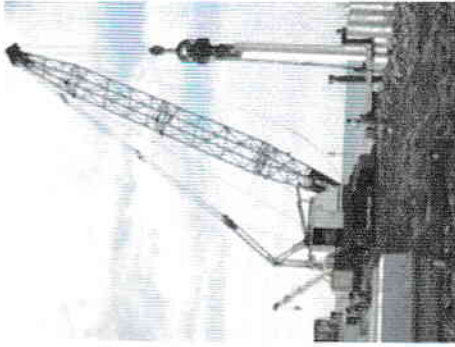
Komda
Yogyakarta



Cabang
Yogyakarta



Cabang
Yogyakarta



PT. PAKUBUMI SEMESTA

FOUNDATION & SUBSTRUCTURE CONTRACTOR

- Pemasangan Tiang Pancang
- Pemasangan Sheet Pile : Sheet Pile Baja & Sheet Pile Beton
- Pemasangan Tiang Pancang dengan Metode "Cement Milk"
- Pemasangan Tiang Pancang dengan Metode "Center Boring"
- Pre-augering : Lapisan Tanah & Lapisan Batu
- Pekerjaan Tiang Bor
- Pekerjaan Dinding Diaphragma
- Uji Pembebanan Tiang : Tekan, Tarik, Lateral, PDA & PIT

Kantor Pusat :

Jl. Pulo kambang Raya No. 34-36
Kawasan Industri Pulogadung
Jakarta 13930
Tel. : 021-46824349
Fax. : 021-4600034
E-mail : pakubumi@cbn.net.id

Kantor Perwakilan Jawa Tengah :

Komplek Perumahan Taman Majapahit
Jl. Taman Majapahit Ruko No. 3
Pedurungan Lor - Semarang
Tel. : 024-6714700
Fax. : 024-6733913
E-mail : pakubumi@indosat.net.id

ISBN: 979.9243.80.7

KoNTeKS I

Konferensi Nasional Teknik Sipil I

Prosiding

**TANTANGAN INDUSTRI KONSTRUKSI
DI MASA DEPAN**

Yogyakarta, 11 - 12 Mei 2007

Editor :

Siswadi, S.T., M.T.

Ferianto Raharjo, S.T., M.T.



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
Fakultas Teknik
Program Studi Teknik Sipil

didukung oleh :



Cabang
Yogyakarta



Cabang
Yogyakarta



Komda
Yogyakarta



Cabang
Yogyakarta



Cabang
Yogyakarta

**PROSIDING
KONFERENSI NASIONAL TEKNIK SIPIL I (KoNTekS I)
“TANTANGAN INDUSTRI KONSTRUKSI DI MASA DEPAN”**

Hak Cipta © 2007, pada penulis/penerbit

*Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun,
tanpa izin tertulis dari penerbit.*

Edisi Pertama,

Cetakan Pertama, 2007

Penerbit:

Penerbitan Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Jl. Babarsari No. 44, Kotak Pos 1086

Telp. (0274) 487711 (hunting), Fax. (0274) 487748

Yogyakarta 55281

NOMOR BUKU 396-FT-67-04-07

ISBN: 979.9243.80.7

KONFERENSI NASIONAL TEKNIK SIPIL I (KoNTeKS I)

Panitia Pengarah

F.X. Nurwadji Wibowo, Ir., M.Sc., Dr.
Peter F. Kaming, Ir., M.Eng., Ph.D.
Yoyong Arfiadi, Ir., M.Eng., Ph.D.

Reviewer

Benjamin Lumantarna, Ir., M.Eng., Ph.D., Prof. (UK Petra)
Budi Wignyosukarto, Ir., Dip.HE., Dr., Prof. (UGM)
Siti Malkhamah, Ir., M.Sc., Dr., Prof. (UGM)
Sofia W. Alisjabbana, Ir., M.Sc., Ph.D., Prof. (UNTAR)
Triwulan, Ir., Dr., Prof (ITS)
Biemo W. Soemardi, Ir., MSE., Ph.D. (ITB)
F.X. Nurwadji Wibowo, Ir., M.Sc., Dr. (UAJY)
Gogot Setiabudi, Ir., M.Sc., Ph.D. (UK Petra)
Peter F. Kaming, Ir., M.Eng., Ph.D. (UAJY)
Robert J. Kodoatie, Ir., M.Eng., Ph.D. (UNDIP)
Yoyong Arfiadi, Ir., M.Eng., Ph.D. (UAJY)

Penyelenggaraan

Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Didukung oleh

PT. VSL INDONESIA
PT. TEKNINDO GEOSISTEM UNGGUL
PT. SIKA INDONESIA
PT. FOSROC INDONESIA
PT. PAKUBUMI SEMESTA
PT. BLUESCOPE LYSAGHT INDONESIA
PT. WAHANAARTHAHAKSARA
Himpunan Ahli Konstruksi Indonesia (HAKI)
Himpunan Ahli Manajemen Konstruksi Indonesia (HAMKI)
Himpunan Ahli Teknik Hidraulik Indonesia (HATHI)
Himpunan Ahli Teknik Tanah Indonesia (HATTI)
Masyarakat Transportasi Indonesia (MTI)

Alamat Sekretariat

Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Atma Jaya Yogyakarta
Jl. Babarsari 44
Yogyakarta – 55281
Telp: 0274 – 487711 ext: 1150
Fax: 0274 – 487748
Website : <http://konteks.uajy.ac.id>
E-mail : konteks@mail.uajy.ac.id

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur atas rahmat dan limpahan berkat Tuhan Yang Maha Esa sehingga Konferensi Nasional Teknik Sipil I (KoNTekS I) dengan tema “Tantangan Industri Konstruksi di Masa Depan” dapat terlaksana.

Tantangan yang dihadapi oleh insinyur sipil dalam perencanaan dan pelaksanaan prasarana fisik adalah mengembangkan teknologi yang sudah ada sebelumnya maupun mencari dan menciptakan teknologi baru. Konferensi ini bertujuan sebagai media berkumpulnya para ahli konstruksi, akademisi dan praktisi untuk menyajikan hasil penelitian, ide, gagasan maupun pengalaman praktis dalam dunia konstruksi di Indonesia.

Terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya kami sampaikan kepada Pemakalah Undangan yang berkenan berbagi pengalaman dan pengetahuan dalam konferensi ini. Terima kasih juga kepada Bapak/Ibu reviewer atas kerja sama dalam mengevaluasi abstrak call for paper, Bapak/Ibu pemakalah call for paper, pengurus himpunan/asosiasi profesi dan berbagai pihak yang telah berpartisipasi dan mendukung penyelenggaraan konferensi ini.

Yogyakarta, 11 Mei 2007

Panitia KoNTekS I

KATA SAMBUTAN

REKTOR UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

Alam selalu mengajarkan kepada manusia untuk menciptakan dan mengembangkan ilmu dan teknologi konstruksi bangunan. Proses pengembangan tersebut tidak mungkin dilepaskan dari perkembangan kebudayaan masyarakatnya. Artefak bangunan-bangunan kuno maupun ikon-ikon bangunan masa kini menunjukkan bahwa kemajemukan budaya, perbedaan letak geografis, dan kemajuan sosial ekonomi memiliki pengaruh terhadap perkembangan teknologi konstruksi.

Kerusakan bangunan dan kerugian sosial ekonomi akibat gempa bumi yang terjadi di berbagai belahan dunia dalam kurun waktu lima tahun terakhir ini menuntut adanya sebuah pendekatan dan konsep baru dalam perencanaan bangunan di daerah rawan gempa. Selama ini konsep disain bangunan tahan gempa menganut falsafah: akibat gempa dengan intensitas kecil atau sedang, konstruksi bangunan dijamin tidak rusak; sedangkan akibat gempa dengan intensitas kuat, konstruksi bangunan dijamin tidak roboh atau jika terjadi kerusakan maka kerusakan tersebut mengikuti pola yang telah direncanakan. Pendekatan yang dikembangkan berdasarkan falsafah ini ternyata tidak menjamin keamanan sebuah bangunan beserta seluruh isi dan penghuninya. Belum terjaminnya keseragaman risiko akibat gempa, termasuk pada bangunan-bangunan pada wilayah kegempaan yang sama, tentu akan memperbesar potensi gangguan terhadap aktifitas kehidupan dan bisnis akibat gempa dengan intensitas sedang atau kuat.

Menjelang peringatan setahun gempa bumi di Yogyakarta yang terjadi pada tanggal 27 Mei 2006, saya menyambut baik dan penghargaan setinggi-tingginya diadakannya KoNTeKS I (Konferensi Nasional Teknik Sipil I) oleh Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta. Saya berharap konferensi ini akan menjadi ajang diskusi para sarjana teknik sipil untuk mendapatkan jawaban terhadap berbagai tantangan yang dihadapi dalam perencanaan dan pelaksanaan pembangunan prasarana fisik di negara kita.

Terima kasih saya ucapkan pula kepada para pembicara dan seluruh panitia yang telah menyiapkan penyelenggaraan konferensi ini.

Selamat berkonferensi!
Salam,
Rektor

Prof. Dr. Dibyو Prabowo, M.Sc.

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	v
Kata Sambutan	vii
Daftar Isi	ix
Analisis Kolom Langsing Tubular Komposit Baja-Beton dengan Beban Gaya Normal Tekan Eksentris	1
<i>Bambang Budiono, Luhut M. Gultom</i>	
Jembatan Selat Sunda Penyeberangan Antara Jawa dan Sumatera	29
<i>Wiratman Wangsadinata</i>	
Pertimbangan Geoteknik pada Konstruksi Subway untuk Jakarta Metro	45
<i>Paulus P. Rahardjo</i>	
Sektor Konstruksi dan Pilihan Kebijakan Industri Konstruksi ke Depan	63
<i>Danang Parikesit, Akhmad Suraji, Hengki Purwoto, Lilik Wachid Budi Susilo</i>	
Tantangan Memprediksi Perilaku Fondasi Tiang Bor dengan Lebih Tepat: Studi Kasus Instrumentasi dan Interpretasinya pada Uji Beban Tiang Bor di Jakarta	89
<i>SP. Limasalle, Hartono Wu</i>	
Pembangunan Konstruksi Jembatan dan Terowongan di Kawasan Perkotaan	109
<i>J. Tjintatmijarsa, Tony Yoko</i>	
Perbaikan Tanah Metoda Prakompresi dengan Penggunaan PV Drain, PH Drain, dan Instrumentasi Geoteknik	121
<i>Wahyu P. Kuswanda</i>	
Sika®ViscoCrete® sebagai Dispersan untuk Self Compacting Concrete	131
<i>Handi Prajitno</i>	
Teknologi Baru untuk Perlindungan Struktur Beton Bertulang terhadap Korosi dalam Lingkungan Laut	137
<i>Kuncoro Diputera</i>	
Kajian Model Perilaku Swelling pada Tanah Lempung Ekspansif dengan Pola Dua Dimensi	147
<i>Agus Tugas Sudjianto</i>	
Prediksi Soil Properties dari Hasil Cone Penetrometer Test	155
<i>Yohannes Lulie</i>	

Optimalisasi Sungai Wisu dan Sungai Kanal sebagai Pengendali Banjir 165 di Kawasan Kota Jepara <i>Esti Santoso, S. Imam Wahyudi</i>	
Analisa Jaminan Keselamatan dan Kesehatan Kerja terhadap 173 Produktivitas Kerja pada Proyek Konstruksi <i>Abriyani Sulistyawan</i>	
Analisa Perbandingan Estimasi Biaya Dengan Metode Faktor terhadap 185 Penggunaan Alat dan Tenaga Kerja <i>Hermawan, Aris Hermawan, Maharany, Decky Chandra II.</i>	
Earned Value Method untuk Pengendalian Biaya dan Waktu dengan 197 Menggunakan Microsoft Project dan Excel <i>Ferianto Raharjo</i>	
Faktor-Faktor Eksternal yang Mempengaruhi Kesiapan Kontraktor 205 Indonesia dalam Menghadapi Era Globalisasi <i>Bertinus Simanihuruk</i>	
Identifikasi Sasaran Modifikasi Perilaku Pekerja sebagai Faktor 217 Pencegah Kecelakaan Kerja Berdasarkan Analytic Hierarchy Process <i>M. Asad Abdurrahman</i>	
Penerapan Pengelolaan Sumber Daya dalam Standar ISO 9000:2000..... 227 oleh Kontraktor di Indonesia <i>Eko Setyanto, Harijanto Setiawan</i>	
Model Analisis Investasi Pengembang Perumahan 235 <i>Sentosa Limanto</i>	
Peran Manajemen Konstruksi terhadap Prestasi Kontraktor pada 241 Proyek Konstruksi Berskala Kecil <i>Hermawan, Suzy Wiramargana, Aprilia Kurniawati, Dimas Kusumawardhana</i>	
Praktik Manajemen Sumber Daya Manusia (SDM) pada Industri 253 Konstruksi di Indonesia <i>Peter F. Kaming</i>	
Sistem Informasi Kinerja Industri Konstruksi Indonesia: Kebutuhan 265 akan Benchmarking dan Integrasi Informasi <i>Muhamad Abduh, Biemo W. Soemardi, Reini D. Wirahadikusumah</i>	
Studi Komparasi Pendidikan Manajer Proyek Konstruksi 275 <i>Peter F. Kaming, Lorentius II. Suryawan.</i>	
Studi Mengenai Model Estimasi Durasi Konstruksi Bangunan Gedung 285 <i>Peter F. Kaming, FX. Junaedi Utomo, Agus S. Tanmargo</i>	

Studi Tentang <i>Project Closeout</i> pada Proyek Gedung T (Gedung Kuliah dan Poliklinik) Universitas Kristen Petra <i>Sentosa Limanto, Herry P. Chandra, Arianti Susanto, Fince</i>	295
Pelajaran dari Gempa Bumi Yogyakarta 27 Mei 2006 <i>Ferianto Raharjo, Yoyong Arfiadi, Ade Lisantono, FX. Nurwadji Wibowo</i>	307
Analisis Penggunaan Bahan Substitusi pada Batang Nol Model Jembatan Rangka Baja Terhadap Stabilitas Struktur <i>Mochamad Solikin, Muhammad Ujianto</i>	319
Analisis Torsi pada Bangunan Asymmetri dengan Model Statik 3D <i>Beta Gustria</i>	329
Aplikasi Peredam Massa Selaras untuk Gedung Bertingkat Tinggi Tak Simetrik <i>Yoyong Arfiadi, David Charles</i>	337
Kinerja Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus Sesuai SNI 03-2847-2002 Ditinjau dari Ketentuan Sengkang Minimum Kolom <i>Pamuda Pudjisuryadi, Benjamin Lumantarna</i>	349
Kompatibilitas antara Superplasticizer Tipe Polycarboxylate dan Naphthalene dengan Semen Lokal <i>Antoni, Handoko Sugiharto</i>	357
Mekanisme Keruntuhan Balok Beton yang Dipasang Carbon Fiber Reinforced Plate <i>Antonius, Endah K. Pangestuti</i>	369
Pemodelan Numerik Respon Dinamik Turbin Angin <i>Olga Pattipawaej, Medianto</i>	379
Penanganan Jembatan Janti Fly Over Yogyakarta Pasca Gempa Bumi 27 Mei 2006 <i>Andreas Triwiyono</i>	389
Pengaruh Lokasi Bukaannya pada Balok-T Beton Hibrida Prategang Parsial <i>Titik Penta Artiningsih</i>	399
Peningkatan Disipasi Energi dan Daktilitas pada Kolom Beton Bertulang yang Diretrofit dengan Carbon Fiber Jacket <i>Johanes Januar Sudjati</i>	409
Perencanaan Jembatan Balok Pelengkung Beton Bertulang Tukad Yeh Penet, di Sangeh <i>I Nyoman Sutarja</i>	419

Perencanaan Struktur Jembrana Twin Tower “Tedung Bali” (Tinggi Total dari Muka Tanah 134 m)	427
<i>I Nyoman Sutarja, I Ketut Swijana, A.A. Yana</i>	
Perkuatan Kolom yang Miring Akibat Gempa Bumi	435
<i>F.X. Nurwadji Wibowo, Yoyong Arfiadi, Fransisca Dwi Handayani</i>	
Studi Pemanfaatan Serbuk Gergajian Kayu sebagai Bahan Tambah Campuran Batako	443
<i>Herwani</i>	
Studi Pemodelan Inelastik dan Evaluasi Kinerja Struktur Ganda dengan Midas/GenTM	451
<i>Yosafat Aji Pranata, Djoni Simanta</i>	
Analisis Ability To Pay (ATP) dan Willingness To Pay (WTP) Jalan Tol Semarang – Solo	461
<i>Indra Widhy Nugróho, Ronald Angga Kusuma, Djoko Setijowarno, Raditin Ruktiningsih</i>	
Studi Kelayakan Pembangunan Flyover Melintang Rel Kereta Api	475
<i>Risdiyanto</i>	
Analisis Kebutuhan dan Karakteristik Parkir di Terminal Tirtonadi Surakarta	485
<i>Suwardi</i>	
Angkutan Umum Perdesaan di Indonesia: Tantangan dalam Upaya Peningkatan Mobilitas Masyarakat Perdesaan	497
<i>Dewanti</i>	
Analisa Biaya Kemacetan di Bandar Lampung	507
<i>Rahayu Sulistyorini, Ofyar Z. Tamin</i>	
Kajian Analisis Fasilitas Lahan Parkir Gedung Gallery Seni Budaya dan Pengaruh Parkir Bagi Lalu Lintas di Jalan Perkapalan Alun-Alun Utara Keraton Jogjakarta	519
<i>Y. Hendra Suryadharma</i>	
Kalibrasi Model Sebaran Pergerakan (Gravity Model) Menggunakan Add-In Microsoft Excel (Solver)	529
<i>Rudy Setiawan</i>	
Pengembangan Model Struktur Perkerasan Lentur pada Kondisi Cross Anisotropic dan Interface Tidak Kasar dengan Menggunakan Program SAP2000	539
<i>Eri Susanto Hariyadi, Bambang Ismanto S., Bambang Sugeng S., Djunaedi Kosasih</i>	

Standarisasi Pelayanan Angkutan Perkotaan dalam Upaya Mengurangi Kemacetan <i>Imam Basuki</i>	549
Studi Evaluasi Operasi Angkutan Umum di Kabupaten Sragen <i>Prioutono Puguh Putranto, Djoko Setijowarno, Rudatin Ruktiningsih</i>	561
Studi Kelayakan Jalan Alternatif Simpang Kali Pentung – Nglanggeran – Putat Kabupaten Gunungkidul <i>Dewi Handayani</i>	573
Studi Kelayakan Terminal Penumpang Kecamatan Rongkop Kabupaten Gunungkidul <i>Dewi Handayani</i>	583
Studi Kelayakan Terminal Tingkir dengan Adanya Jalan Lingkar Cebongan – Blotongan Salatiga <i>Diyah Lestari, Kemmala Dewi, M Awan Saleh, Dedi Syahruji</i>	593
Studi Pengoperasian Angkutan Umum Massal di Semarang (Studi Kasus Koridor Mangkang-Penggaron dengan Moda Bus) <i>Jeremiah Budiono, Setia Kurnia Putri, Djoko Setijowarno, Raditin Ruktiningsih</i>	603
Terminal Bus Antarkota Pamekasan (Tinjauan Rekayasa Transportasi, Kebijakan Publik dan Hukum) <i>Bambang Poerdyatmono</i>	615
Indeks Penulis	629

PELAJARAN DARI GEMPA BUMI YOGYAKARTA 27 MEI 2006

Ferianto Raharjo¹, Yoyong Arfiadi², Ade Lisantono³, FX. Nurwadji Wibowo⁴

¹Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta,
Jl. Babarsari 44 Yogyakarta, feri@mail.uajy.ac.id

²Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta,
Jl. Babarsari 44 Yogyakarta, yoyong@mail.uajy.ac.id

³Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta,
Jl. Babarsari 44 Yogyakarta, adelisantono@mail.uajy.ac.id

⁴Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta,
Jl. Babarsari 44 Yogyakarta, nurwadji@mail.uajy.ac.id

ABSTRAK

Gempa bumi yang terjadi pada tanggal 27 Mei 2006 di Bantul, Yogyakarta telah menyebabkan banyak kerugian harta benda dan korban jiwa serta menyebabkan kerusakan struktur. Walaupun struktur yang rusak didominasi oleh rumah tinggal, namun terdapat pula struktur gedung bertingkat yang mengalami kerusakan yang sangat fatal. Dengan kejadian ini kota Yogyakarta seolah-olah menjadi laboratorium alam dengan skala 1:1, sehingga menarik dan penting untuk diamati. Selain itu gempa ini juga merupakan gempa yang cukup istimewa karena melanda salah satu kota yang relatif besar di Indonesia. Pengamatan yang dilakukan diharapkan dapat menjadi pelajaran yang sangat berharga untuk mencegah kerugian dan kerusakan bangunan seandainya gempa yang sama melanda Yogyakarta atau kota lain di Indonesia. Dari pengamatan yang dilakukan, kerusakan yang terjadi seharusnya dapat dihindari seandainya perencana dan pelaksana memperhatikan prinsip-prinsip dan syarat-syarat perencanaan bangunan tahan gempa. Dalam tulisan ini diulas tipe-tipe kerusakan yang terjadi pada bangunan di Yogyakarta, meliputi kerusakan pada *engineered buildings* maupun *non-engineered buildings* serta meliputi *structural damage* dan *non-structural damage*. Ulasan ditujukan pada kemungkinan sebab-sebab kegagalan yang terjadi pada bangunan tersebut. Dengan kejadian ini diharapkan pengalaman ini dapat dijadikan pelajaran berharga agar kerusakan serupa tidak terjadi seandainya gempa dengan intensitas yang sama atau lebih besar melanda suatu tempat di Indonesia.

Kata kunci: gempa bumi, kerusakan bangunan, *structural damage*, *non-structural damage*, prinsip perencanaan

1. PENDAHULUAN

Gempa yang melanda Yogyakarta 27 Mei 2006 pukul 5.54 WIB dengan magnitudo 5,9 skala Richter, M 6,3 (United States Geological Survey) dengan kedalaman 10 km dan pusat gempa berjarak 15 km di sebelah selatan kota Yogyakarta (tepatnya di kabupaten Bantul) telah merobohkan lebih dari seratus ribu rumah. Data yang ada (Kedaulatan Rakyat, 30 Juni 2006 [1]) sebanyak 109.028 rumah rusak total, 96.009 rumah rusak berat/sedang dan 73.669 rumah rusak ringan. Kerusakan paling parah terjadi di Kabupaten Bantul (lihat Tabel 1 dan Tabel 2). Yang lebih mengherankan para ahli seismologi adalah mengapa gempa dengan kekuatan Mw 6.3 menyebabkan tingkat kerusakan seperti disebabkan oleh gempa dengan intensitas Mw 7.7 [2].

Tabel 1. Kerusakan rumah di DIY akibat gempa Bantul 2006 [1]

Kabupaten/Kodya	Rusak total	Rusak berat/sedang	Rusak ringan
Bantul	71.763	71.372	73.669
Sleman	19.113	-	76.752
Kulonprogo	4.623	8.196	9.041
Gunungkidul	7.454	11.033	27.218
Kota	6.095	8.408	15.364

Tabel 2. Jumlah korban meninggal [1]

Kabupaten/Kodya	Korban meninggal
Bantul	4.143
Sleman	243
Kulonprogo	22
Gunungkidul	84
Kota	218
Jumlah	4.710

Untuk Kabupaten Bantul sendiri kerusakan paling parah terjadi di kecamatan Jetis di mana 11.356 rumah rusak total. Data kerusakan di setiap kecamatan selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 3 (Kompas, 1 Juli 2006 [3]).

Tabel 3. Kerusakan rumah tinggal di Kabupaten Bantul [3]

Kecamatan	Rusak total	Rusak berat	Rusak ringan
Kasih	1.790	4.657	11.946
Sewon	8.281	8.496	6.004
Banguntapan	5.557	8.232	7.452
Sedayu	243	1.800	4.591
Pajangan	1.228	2.216	2.610
Bantul	4.708	7.338	3.301
Pandak	2.966	5.760	4.069
Piyungan	5.514	4.801	3.185
Bambanglipura	6.587	2.732	816
Pleret	8.139	2.322	1.438
Jetis	11.356	2.610	664
Srandakan	342	3.054	3.506
Imogiri	5.664	5.354	11.781
Dlingo	1.377	3.380	4.720
Sanden	97	2.052	4.650
Kretek	1.121	4.665	2.486
Pundong	6.793	1.903	500
Total	71.763	71.372	73.669

Gempa juga mengakibatkan Bandara Adi Sutjipto ditutup sementara disebabkan adanya gangguan komunikasi, kerusakan bangunan serta keretakan pada landas pacu, sehingga transportasi udara dialihkan ke Bandara Achmad Yani Semarang dan Bandara Adisumarmo Solo.

2. BANGUNAN NON-TEKNIS (*NON-ENGINEERED BUILDINGS*)

Kerusakan paling parah pada bangunan non teknis (*non-engineered buildings*) umumnya terjadi pada bangunan tembokan (tanpa perkuatan struktur beton bertulang ataupun struktur baja) dengan kualitas bahan dan pelaksanaan yang rendah. Spesi yang digunakan umumnya spesi kapur tras tanpa semen, sehingga sangat rentan terhadap guncangan gempa. Gambar 1 menunjukkan rumah tembok satu batu yang roboh di daerah Bambanglipura, Bantul. Rumah merupakan rumah tembok dengan

pasangan bata ketebalan satu batu, spesi kapur dan tanpa perkuatan kolom dengan tulangan di pertemuan tembok serta tanpa balok keliling pada bagian atas dinding yang mengikat antar kolom. Kebanyakan rumah yang roboh di daerah yang paling parah merupakan rumah-rumah seperti ini.



Gambar 1. Rumah pasangan bata satu batu dengan spesi kapur yang roboh di daerah Bambanglipura, Bantul

Pada beberapa kasus ditemui beberapa rumah dengan perkuatan balok dan kolom praktis yang juga mengalami kerusakan dikarenakan pendetailan yang kurang baik, misalnya tulangan kolom yang tidak diteruskan sampai ke fondasi, menyebabkan kolom mudah roboh apabila terkena beban gempa (lihat Gambar 2).



Gambar 2. Tulangan kolom yang tidak diteruskan sampai ke fondasi

Contoh lain dari kasus ini adalah balok keliling dan kolom yang tidak saling bertemu [lihat Gambar 3(a)] serta balok yang hanya menumpu pada tembok [lihat Gambar 3(b)] yang menyebabkan struktur rumah tidak kuat menahan beban gempa.



(a)

(b)

Gambar 3. Balok keliling dan kolom yang tidak saling bertemu

Pada banyak kasus, dinding rumah roboh disebabkan tidak adanya pengankuran ke kolom (lihat Gambar 4).



Gambar 4. Tembok yang tidak diikatkan dengan angkur pada kolom

Terdapat pula kasus di mana bagian atap lepas karena kurangnya ikatan antara konstruksi atap dan dinding pemikulnya. Selain itu terdapat pula kasus di mana rumah tidak roboh tetapi membahayakan jika dihuni karena gunungan dan tembok yang menjadi struktur utama rusak berat, struktur atap lepas dari tembok karena kurangnya ikatan seperti ditunjukkan pada sebuah rumah di daerah jalan Parangtritis (Gambar 5).



(a) Ikatan atap lepas



(b) Gunungan dan tembok retak

Gambar 5. Ikatan atap lepas, gunungan dan tembok retak

2.1. Respon

Hal-hal yang perlu mendapatkan perhatian segera setelah gempa adalah reaksi cepat dari pemerintah dan komunitas. Reaksi untuk membantu korban terutama yang mengalami luka berat dan ringan harus segera dilakukan. Segera setelah gempa terjadi

kebutuhan logistik di daerah bencana sangat diperlukan. Tenda-tenda darurat dibutuhkan dalam jumlah yang cukup. Sering terjadi bahwa beberapa daerah tidak langsung mendapat bantuan terutama makanan. Bantuan makanan harus kontinu dengan jenis makanan yang bervariasi. Setelah itu adalah infrastruktur sanitasi yang harus segera disediakan.

2.2. Pemulihan

Pada tahap *recovery* di daerah dengan kerusakan berat memerlukan kerja keras dari warga untuk mempercepat perbaikan bangunan yang rusak, membongkar tembok yang miring, membuang reruntuhan dan puing-puing bangunan sebelum proses pembangunan dapat dilakukan kembali. Proses pembuangan puing-puing bangunan dapat dibantu oleh tenaga sukarela dari daerah lain atau oleh angkatan bersenjata. Gambar 6 menunjukkan masih kuatnya tradisi gotong royong yang dilakukan untuk membuang reruntuhan bangunan dan memilih serta mengumpulkan bagian bahan bangunan yang masih dapat digunakan kembali. Pembangunan kembali rumah hendaknya memperhatikan syarat-syarat rumah tahan gempa sehingga dibutuhkan pedoman sederhana dan massal untuk mensosialisasikan hal tersebut.



Gambar 6. Pembuangan reruntuhan bangunan dan pemilihan bagian yang dapat dipakai kembali

3. BANGUNAN TEKNIS (*ENGINEERED BUILDINGS*)

Engineered buildings umumnya berada di daerah kota dan kabupaten Sleman. Pada *engineered buildings* kerusakan yang terjadi dapat berupa kerusakan struktural dan non struktural. Kerusakan non struktural pada suatu struktur rangka beton bertulang misalnya berupa:

- retak-retak pada tembok,
- jatuhnya tembok karena terlepas dari struktur rangkanya,
- jatuhnya genting,
- rusaknya plafon,
- plesteran kolom mengelupas.

Gambar 7 menunjukkan beberapa kerusakan non struktural yang terjadi pada *engineered buildings*.



(a) Retak pada tembok Ambarukmo Plaza

(b) Dinding jatuh di Seturan Plaza



(c) Tembok lepas di kampus UIN



(d) Tembok lepas pada Sapphire Square

Gambar 7. Kerusakan tembok pada struktur rangka beton bertulang

4. KERUSAKAN STRUKTUR

Gempa bumi juga mengakibatkan terjadinya kerusakan struktural pada *engineered buildings*. Kerusakan yang terjadi dapat menyebabkan sebagian atau bahkan seluruh bangunan roboh. Pada struktur bangunan yang mengalami pembebanan gempa bolak-balik dapat menyebabkan terjadinya sendi plastis pada tempat-tempat yang lebih lemah. Apabila kerusakan terjadi pada kolom, terutama pada lantai-lantai bawah, maka bangunan akan roboh. Beberapa kerusakan yang terjadi pada kolom di antaranya disebabkan karena:

- dilampauinya kekuatan kolom karena kurangnya kapasitas kolom,
- kurangnya pengekanan inti beton akibat jarak sengkang yang kurang rapat,
- mutu beton yang rendah sehingga betonnya hancur.

Gambar 8 menunjukkan kerusakan yang terjadi pada salah satu gedung di kampus Institut Seni Indonesia (ISI) di mana lantai paling bawah runtuh, sehingga bangunan menjadi roboh. Sebagian besar kolom di lantai bawah patah, baja tulangan tertekuk dan bangunan roboh.



(a). Bangunan ISI yang runtuh



(b) Sebagian kolom runtuh dan tulangan tertekuk



(c) Kolom yang rusak



(d) Kolom rusak, tulangan tertekuk, sebagian masih berdiri

Gambar 8. Keruntuhan salah satu gedung ISI

Gedung lain yang runtuh di daerah yang berdekatan dengan kampus ISI adalah gedung BPKP (Badan Pemeriksa Keuangan dan Pembangunan). Kolom lantai bawah rusak sehingga gedung roboh seperti terlihat pada Gambar 9. Dari detail pada bagian kolom yang rusak tampak bahwa pemasangan sengkang yang kurang memadai kemungkinan menjadi salah satu penyebab terjadinya keruntuhan.



(a) Gedung BPKP runtuh view 1-2



(b) Gedung BPKP runtuh view 3-4



(c). Kolom gedung BPKP yang runtuh

Gambar 9. Gedung BPKP

Kerusakan cukup parah seperti yang terjadi pada gedung BPKP dan ISI yang terletak di sebelah selatan jalan lingkar, juga terjadi pada gedung kampus STIE (Sekolah

Tinggi Ilmu Ekonomi) Kerjasama yang lokasinya berada di sebelah utara jalan lingkar seperti terlihat pada gambar 10.



(a) Gedung STIE Kerjasama view 1-2



(b) Gedung STIE Kerjasama view 3-4



(c) Kerusakan pada kolom gedung STIE Kerjasama

Gambar 10. Gedung STIE Kerjasama

Pada beberapa gedung tersebut terlihat bahwa telah terjadi *soft story effect* di mana terdapat kelemahan pada tingkat bawah bangunan. Kerusakan serupa juga terjadi pada suatu bangunan lainnya seperti terlihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Kerusakan pada kolom lantai bawah

Selain kerusakan yang menyebabkan runtuhnya bangunan, banyak juga gedung yang mengalami kerusakan yang cukup berbahaya jika tidak segera dilakukan perbaikan dan perkuatan. Gambar 12 menunjukkan beberapa kerusakan yang terjadi pada kolom pada bangunan yang tidak runtuh total.



(a) Kolom rusak 1



(b) Kolom rusak 2

Gambar 12. Kolom rusak berat

Selain kerusakan tersebut, beberapa gedung juga mengalami kerusakan di lantai paling atas. Umumnya lantai atas yang rusak, merupakan ruang dengan jarak antar kolom yang lebar dengan atap dari kuda-kuda baja. Kerusakan kemungkinan disebabkan oleh kurangnya kekakuan pada kolom tingkat atas atau struktur rangka

yang rusak. Beberapa kerusakan dapat dilihat misalnya pada gedung Among Rogo di mana struktur atapnya runtuh seperti ditunjukkan pada Gambar 13.



Gambar 13. Gedung Among Rogo

Kerusakan atap juga terjadi pada gedung UIN yang sedang dibangun di mana struktur rangka atap beberapa kolom mengalami kerusakan seperti terlihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Gedung UIN yang sedang dibangun rusak parah pada atapnya

Kerusakan serupa terjadi juga pada aula sekolah (satu lantai) yang dikelola oleh Yayasan Sang Timur (Gambar 15).



Gambar 15. Aula gedung sekolah Sang Timur

5. PENUTUP

Gempa yang terjadi pada tanggal 27 Mei 2006 telah menyebabkan kerusakan ratusan ribu rumah di Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Rumah penduduk yang rusak kebanyakan merupakan rumah lama, yang dibuat dari tembok pasangan bata tanpa perkuatan kolom praktis dan balok keliling serta menggunakan spesi kapur. Untuk rumah dengan perkuatan kolom praktis dan balok keliling tetapi dengan pendetailan serta pengangkuran yang kurang baik juga mengalami kerusakan. Pada bangunan teknis, kerusakan yang terjadi pada kolom bawah menyebabkan keruntuhan bangunan. Pada gedung yang memiliki ruang yang luas di lantai atas dengan kuda-kuda baja juga banyak mengalami kerusakan pada tingkat paling atas walaupun tidak menyebabkan keruntuhan.

6. DAFTAR PUSTAKA

1. Kedaulatan Rakyat, 30 Juni 2006
2. Chang, T.M., Lin, J.M., Iranata, D. (2006), The site response and strong ground motion estimation of the 2006/05/27 Yogyakarta, *Indonesia Earthquake, International Seminar*
3. Kompas, 1 Juli 2006