



PROSIDING

SEMINAR NASIONAL
TEKNIK SIPIL VI-2010

ISBN 978-979-99327-5-4

PENGEMBANGAN INFRASTRUKTUR DALAM MENUNJANG PEMBANGUNAN EKONOMI NASIONAL

Volume I



PROGRAM STUDI PASCASARJANA
JURUSAN TEKNIK SIPIL
ITS SURABAYA

Surabaya, 27 Januari 2010

DAFTAR ISI

Halaman Judul
Susunan Panitia
Kata Pengantar
Sambutan Dekan FTSP-ITS
Sambutan dan Ketua Panitia
Daftar

STRUKTUR

Pengaruh Diameter Maksimum Agregat Terhadap Kokoh Tekan Dan Pengaruh Variasi Dimensi Benda Uji Rasio Tinggi Dan Diameter (L/D) Terhadap Kokoh Tekan Hancur Beton <i>Aman Subakti</i>	A-1
Pengaruh Getaran Akibat Kendaraan Di Jalan Tol Terhadap Lingkungan Sekitarnya <i>Ananta sigit Sidharta, Triwulan dan Widya Utama</i>	A-13
Balok Beton Komposit <i>Lips Channel</i> <i>Andang Widjaja dan Nuroji</i>	A-23
Pemodelan Struktur Dinding Beton Ringan Pracetak Untuk Rumah Tinggal Sederhana Tahan Gempa Dan Cepat Bangun <i>Andaryati, Data Iranata dan Tavo</i>	A-35
Studi Variasi Sudut Datang Gempa Pada Struktur Gedung <i>Anis Rosyidah, Desi Ariani Sutiyono dan Rachmawaty Asri</i>	A-47
Studi Eksperimental Besaran Mekanis Beton Mutu Normal Pada Suhu Tinggi <i>Antonius, Himawan Indarto dan Trisni Bayuasri</i>	A-57
Pemanfaatan Abu Terbang Sebagai Bahan Baku Pembuatan Batako <i>Arie Wardhono</i>	A-67
Pengembangan Model Struktur Beton Bertulangan Bambu Tahan Gempa Sistem Ganda Untuk Pembangunan Rumah Sederhana Tahan Gempa Pada Wilayah Gempa ZONA 6 di Indonesia <i>B. Sri Umniati, Karyadi dan Nindyawati</i>	A-77
<i>Effect Of Confined Concrete On Rectangular Concrete Filled Steel Tube (CFT) to The P-M Interaction</i> <i>Budi Suswanto</i>	A-91

Estimasi Distribusi Panas Pada Model Penampang Struktur Kolom Beton <i>Dian Savitri</i>	A-99
Analisis Penentuan Faktor Reduksi Kekuatan (F) Baja Di Jawa Timur Berdasarkan SNI 03-1729-2002 <i>Diana Ningrum</i>	A-109
<i>Determining The Modal Stiffness of Simple Structures Using Impact Test</i> <i>Endah Wahyuni</i>	A-119
Effect of Barriers and Inner Walls at a Permanent Grandstand <i>Endah Wahyuni</i>	A-127
Pemodelan Pole Prategang Dalam Menerima Beban Sesuai Standard <i>Endah Wahyuni, Soewardoyo, Triwulan dan Ketut Dunia</i>	A-135
Studi Perbandingan Perilaku Struktur <i>Jack Up Platform</i> Sistem <i>Concentrically Braced Frames (CBF)</i> dan <i>Sistem Eccentrically Braced Frames (EBF) Tubular Link</i> <i>Hamzah</i>	A-145
Pemanfaatan Limbah Kaca Sebagai Pengganti Agregat Halus Dan Agregat Kasar Pada Beton Ramah Lingkungan <i>Hazairin, Bernardinus Herbudiman, Ghofar Hadi, dan Ahmad M. Hafizi</i>	A-157
Perilaku Pelat Pracetak Bangunan Sederhana Tahan Gempa Dan Cepat Bangun <i>Hendro Pramono, Tavio dan Data Iranata</i>	A-169
Uji Kapasitas Tekan Kolom Laminasi Dari Bahan Kayu Sengon Dan Bambu Petung Sebagai Alternatif Pengganti Kayu Komersial <i>Karyadi, Priyono Bagus Susanto</i>	A-179
Perilaku Balok Pracetak Untuk Rumah Tinggal Sederhana Tahan Gempa Cepat Bangun Dengan Sistem Open Frame <i>Melati Alfitasari, Tavio dan Aman Subakti</i>	A-189
Implementasi Program Analisa Struktur Dan Algoritma Genetika Untuk Optimasi <i>Truss Baja</i> <i>Mohammad Khozi, Pujo Aji</i>	A-199
Studi Pengaruh Tulangan Pada Benda Uji Beton Core Drill Terhadap Kuat Tekannya Berdasarkan Perbandingan Antara SNI 03-3403-1994 Dan ASTM C 42/C 42m <i>Pujo Aji, Muhammad Ihsan</i>	A-209

Studi Parametrik Penentuan Koefisien Penentu Dimensi Kolom Bangunan Beraturan di Wilayah Gempa 3 <i>Resmi Bestari Muin dan Ika Rahmawati</i>	A-219
<i>Geopolymer Grout Material</i> <i>Retno Trimurtiningrum, Triwulan Aman dan Subakti</i>	A-231
<i>The Use Of Sugar, Sucrose And Sugar Cane Liquid Mix As Sugar Based Admixture for Mortar</i> <i>Rr. M.I. Retno Susilorini</i>	A-243
<i>The Performance Of Sugar Based Admixture For Concrete And Mortar With Age Beyond 28 Days -Potential Local Admixture For Innovative Concrete Technology</i> <i>Rr. M.I. Retno Susilorini, Daniel Charles Birru, Rr. Vera Windya Kusuma Indra, Rizki Wulan Aprilia dan Novian Maulana PP</i>	A-251
Pengaruh Gaya Geser Yang Merambat Pada Kolom Akibat Gempa Terhadap Perilaku Struktural Gedung Bertingkat <i>Sigit Darmawan, Lely Strauspalia dan Khairun Nisa'</i>	A-259
Penggunaan Bambu Untuk Infrastruktur <i>Sri Murni Dewi</i>	A-271
Kajian Model Pemeriksaan Kondisi Keandalan Gedung Beton Bertulang <i>Wahyu Wuryanti</i>	A-279
 GEOTEKNIK	
Implementasi <i>Effective Stress Undrained Analysis dan Effective Stress Drained Analysis</i> Untuk Menghindari Resiko Kegagalan Desain Geoteknik <i>A. Aziz Djajaputra dan Budijanto Widjaja</i>	B-1
Formula Daya Dukung Tiang Pancang <i>Andang Widjaja, Herman Soeprijadi dan Djony Budi Santoso</i>	B-11
Studi Potensi Likuifaksi Menggunakan Metode Shibata dan Teparaksa Pada Lokasi PPI (Pusat Pendaratan Ikan) Pantai Indah Popoh Tulungagung <i>Arief Alihudien</i>	B-23

Identifikasi Aquifer Dengan Geolistrik (Study Kasus Di Kabupaten Trenggalek) <i>Hendra Wahyudi</i>	B-31
Pengaruh Variasi Kadar Air Terhadap Daya Dukung Pondasi Tiang <i>Type Friction Pole</i> Pada Tanah Ekspansif <i>Imam Alwan dan Indarto</i>	B-41
Peninjauan Ulang Desain Pondasi Mikropile Pada Proyek Total E&P Indonesia SPU Camp Kalimantan Timur <i>Musta'in Arif</i>	B-51
Studi Alternatif Desain Dinding Penahan LPA Benowo <i>Musta'in Arif</i>	B-61
Perilaku Tiang Pancang Kelompok Menggunakan Program Plaxis 3D Foundation <i>Musta'in Arif dan Trihanyndio Rendy S.</i>	B-71
Struktur Jaring Beton Untuk Jalan Di Tanah Gambut <i>Soetoyo dan Pujo Aji</i>	B-83
Perilaku Pondasi Dangkal Yang Diberi Perkuatan Tyresoil dan Material Granuler Akibat Beban Dinamis <i>Sugiarto</i>	B-95
<i>Behaviour Of Expansive Undisturbed Soil And Remolded Soil Under Drying and Wetting Cycle</i> <i>Suliman Badawi dan Indarto</i>	B-105
Kajian Kekuatan Dan Pengembangan Tanah Pada Subgradedari Tanah Lempung Berplastisitas Tinggi Akibat Penambahan Abu Sekam Padi (Rice Husk Ash) <i>Syahril, Bambang Sugeng Subagio, Ilyas Suratman dan Siegfried</i>	B-113
Perbandingan Metode " <i>Drill and Blast</i> " dan " <i>Tunnel Boring Machine</i> " Pada Konstruksi Terowongan Pengelak Waduk Bajulmati <i>Soewarno</i>	B-125
MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI	
Instrumen Land Capping Dan Kompensasi Lainnya Terkait Pengadaan Lahan Dalam Proyek Pembangunan Jalan Tol : Dampak, Isu Dan Permasalahannya <i>Andreas Wibowo</i>	C-1

Mekanisme Garansi Pemerintah Dalam Meningkatkan Atraktivitas Proyek Kemitraan Pemerintah Swasta (KPS) Infrastruktur : Garansi Permintaan Minimum <i>Andreas Wibowo</i>	C-11
Model Akurasi Estimasi Biaya Menggunakan Aplikasi Jaringan Syaraf Tiruan <i>Andreas Yules Henry Aponno, Yohanes Lim Dwi Adianto dan Andreas Wibowo</i>	C-21
Analisis Indikator-Indikator Eksternal Yang Mempengaruhi Perusahaan Pelaksana Konstruksi <i>Anik Ratnaningsih, Nadjadji Anwar, Patdono Suwignjo dan Putu Artama W</i>	C-31
<i>Toward Development Of The Analysis Tool For Measuring Technical Building Performances As The Results Of Public School Rehabilitation Program In Indonesia Case Study : Public School Rehabilitation Program Under Dana Alokasi Khusus (DAK)-APBN For Education</i> <i>Apif M. Hajji</i>	C-39
Kriteria Penilaian Konsultan Pengawas Proyek Konstruksi Milik Pemerintah <i>Asdita Apriliasari, Retno Indryani</i>	C-49
<i>Vulnerability Assessment Of Urban Infrastructure To Climate Change Impact : A Framework And Conceptual Model</i> <i>Budhi Setiawan, Norma Puspita dan Ambiyar Setiojati</i>	C-61
<i>Negotiation Support For Infrastructure Project Selection</i> <i>Christiono Utomo</i>	C-71
Survey Motivasi Peningkatan Produktivitas Pekerja Pada Proyek Konstruksi di Indonesia <i>Dewi Sulistyaningsih, Riedi Arisca dan Muhamad Abduh</i>	C-83
Model Matematis Untuk Menentukan Rentang Durasi Proyek Bangunan Gedung <i>Dina Novira, Yohanes Lim Dwi Adianto dan Andreas Wibowo</i>	C-93
Identifikasi Dan Respon Resiko (Studi Kasus Proyek Apartemen Di Surabaya) <i>Farida Rahmawati Dan Balo Pp Laia</i>	C-105
Spesifikasi Aplikasi Simulasi Untuk Operasi Konstruksi Berulang <i>Fauziah Shanti C. S. M. dan Muhamad Abduh</i>	C-115
Analisis Tingkat Kepuasan Penghuni Rumah Di Perumahan Puri Surya Jaya Gedangan Sidoarjo <i>Feri Harianto dan Fendy Aries Prasetyo</i>	C-125

Pemilihan Manajer Proyek Pada Perusahaan Kontraktor <i>Imam Alfianto</i>	C-133
Analisa Penggunaan Tertinggi Dan Terbaik Pada Lahan Eks Terminal Gadang di Kota Malang <i>Kartika Puspa Negara, Retno Indryani dan Rianto B.Adihardjo</i>	C-143
Model Sistem Pengambilan Keputusan (SPK) Tentang Strategi Pengembangan Daya Saing Kontraktor <i>Kartono Wibowo dan Yannu Muzayanah</i>	C-153
Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Harga Penawaran Kontraktor Pada Proyek Jalan dan Jembatan Di Kalimantan Tengah <i>Lendra Leman dan Liliana</i>	C-165
Penggunaan Neural Network Metode Back Propagation Untuk Estimasi Produktivitas Pekerja Konstruksi <i>Lila Ayu Ratna Winanda</i>	C-177
Kerjasama Pemerintah Dan Swasta Dalam Pengelolaan Infrastruktur : Usulan Model Untuk Mengukur Kematangan Manajemen Risiko Para Pihak Yang Terkait <i>M. Husnullah Pangeran, Krishna, S. Pribadi dan Reini dan D. Wirahadikusumah</i>	C-187
Analisa Hubungan Karakteristik Pembeli Terhadap Atribut Produk Dalam Pemilihan Perumahan Di Surabaya Timur <i>Moch. Fadly Akri, Putu Artama Wiguna dan Sri Pingit Wulandari</i>	C-199
Prototipe Aplikasi Simulasi Operasi Konstruksi Berulang Berbasis Spreadsheet <i>Muhamad Abduh, Aditya Pratama dan Nazar Iskandar</i>	C-211
Optimasi Biaya Pembelian Dan Distribusi Material Besi Beton <i>Muhamad Abduh, Aditya Pratama dan Nazar Iskandar</i>	C-221
Model Kinerja Para Pekerja Pada Proyek Konstruksi Bangunan Gedung Bertingkat di Surabaya <i>I Putu Artama Wiguna dan Yusroniya Eka Putri Rachman Waliulu</i>	C-231
Pemetaan Risiko Kebakaran Wilayah Surabaya Pusat <i>I Putu Artama Wiguna, Amien Widodo dan Erwin Sudarma</i>	C-245
Analisa Penentuan Lokasi Pembangunan Pasar Ikan Higienis Kota Pasuruan <i>Rakhmat Amaludin, Putu Rudy Satyawana dan Wahyu Herijanto</i>	C-255

Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Pelaksanaan Pembayaran Pada Proyek Jalan dan Jembatan Di Kalimantan Tengah <i>Rudi Waluyo, Subrata Aditama dan Lendra Leman</i>	C-265
Analisa Produktivitas <i>Concrete Pump</i> Pada Proyek Perkantoran Enam Lantai <i>Sentosa Limanto dan Yonathan H.K.</i>	C-275
Faktor Sukses Dan Risiko Pengelolaan Rantai Pasok Proyek Infrastruktur Jalan Oleh Pemilik <i>Shita Andriyani, Muchtar, Reini D. Wirahadikusumah dan Muhamad Abduh</i>	C-283
Analisis Keterlambatan Penyelesaian Proyek Jalan Di Tinjau Dari Segi Manajemen Konstruksi Studi Kasus Kontraktor Di Palangka Raya <i>Subrata Aditama, Lendra dan Rudi Waluyo</i>	C-293
Microtunneling Application : Method For Selecting Machines, Pipes And Shafts <i>Tri Joko Wahyu Adi dan Supani</i>	C-305
Analisis Faktor-Faktor Penyebab Klaim Pada Pelaksanaan Proyek Konstruksi Bangunan Gedung <i>Wahida Handayani, Yohanes Lim Dwi Adianto dan Andreas Wibowo</i>	C-315
Aspek Gender Dalam Kegiatan Manajemen Proyek Konstruksi <i>Yusroniya Eka Putri Rachman Waliulu</i>	C-325
 PENGINDERAAN JAUH	
Penentuan Lokasi Fasilitas Umum Pada Lahan Skala Sedang, Dengan Menggunakan Data Penginderaan Jauh, Teknologi Gis Dan Gps (Kasus: Kabupaten Wondama - Papua Barat) <i>Abdul Wahid Hasyim dan M. Taufik</i>	D-1
<i>On Board Data Handling (OBDH) To Handle GPS Receiver Data for Remote Sensing Satellite</i> <i>Haryono</i>	D-11
<i>Hamming Code Implementation For Satellite On Board Data Handling (OBDH)</i> <i>Haryono</i>	D-21
<i>Growth Management</i> Sebagai Perangkat Pemasaran Kota (Studi Kasus : Sistem Informasi Konstruksi Infrastruktur Dan Mitigasi Bencana Kab. Pacitan) <i>Hendramaji</i>	D-33
Kinerja Modem Adhoc Radio Untuk Mendukung Manajemen Transportasi Kapal Tradisional <i>Michael Ardita dan Achmad Affandi</i>	D-47

Kajian Resiko Banjir Kabupaten Lamongan Berdasarkan Citra Satelit <i>Nana Suwargana dan Wiweka</i>	D-59
Identifikasi Karakteristik Fisik Lahan Kepulauan Pulau Panggang, Kepulauan Seribu Berdasarkan Citra Landsat dan Pendekatan Geomorfologi <i>Nana Suwargana</i>	D-71
Pertemuan Kereta Api, Bus Kota Dan Pelabuhan Udara Masa Lalu Dan Sekarang di Kota Surabaya <i>Nanang Setiawan dan Haryo Sulistyarso</i>	D-81
Pengaruh Perkembangan Perekonomian Jatim Dilihat Dari Pengembangan Kota <i>Nanang Setiawan</i>	D-91
Evaluasi Distribusi Sedimen Di Wilayah Selat Madura Menggunakan Citra Landsat Multitemporal <i>Teguh Hariyanto</i>	D-105
 MANAJEMEN DAN REKAYASA SUMBER AIR	
Studi Potensi Sumber Daya Air Dalam Menunjang Pola Pengelolaan Sumber Daya Air (Studi Kasus DAS Miu Dan Gumbasa) <i>Dian Noorvy dan Kiki Frida Sulistyani</i>	E-1
Penanganan Banjir Dan Kekeringan Dengan Konsep Ekohidrologi <i>Hadi Moeljanto dan Anton Dharma PM</i>	E-11
Strategi Penurunan Kebocoran Di Sistim Distribusi Air Minum Kota Ternate (Studi Kasus PDAM Kota Ternate) <i>Sahdin Hi. Husen dan Wahyono Hadi</i>	E-23
 MANAJEMEN DAN REKAYASA TRANSPORTASI	
Abstrak Pengaruh Penempatan Stasiun Pengisian Bahan Bakar Terhadap Lalu Lintas Kendaraan Di Sekitarnya (Kasus Pertigaan Jalan Biliton–Jalan Sumbawa Surabaya) <i>Amalia Firdaus Mawardi, Djoko Sulistiono dan Selly Metekohy</i>	F-1
Probabilitas Penggunaan Bus Angkutan Alternatif Pada Rute Jayapura – Bandar Udara Sentani <i>Amiruddin dan Hera Widyastuti</i>	F-9

Pemanfaatan Limbah Tailing Timah Untuk Perkerasan Lentur Jalan Raya <i>Anis Saggaff, Ormuz Firdaus dan Hasan Basri</i>	F-19
Penggunaan Serbuk Batu Limbah Tailing Sebagai Filler Perkerasan Hot Rolled Sheet-Wearing Course (Hrc-Wc) <i>Anis Saggaff, Yayuk Apriyanti dan Rozali</i>	F-33
Kajian Kinerja Pelayanan Angkutan Umum Wilayah Surabaya Metropolitan Area <i>Anita Susanti dan Dadang Supriyatno</i>	F-49
Analisa Pengaruh Jumlah Kendaraan terhadap Kualitas Udara Ambient Pada Ruas Jalan Arteri Di Sekitar Wilayah Pelabuhan (Studi Kasus Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya) <i>Cahya Buana, Hera Widyastuti, Wahyu Herijanto, Catur Arif Prastyanto, Anak Agung Gde Kartika, Budi Raharjo dan Istiar</i>	F-59
Identifikasi Awal Terhadap Rencana Re-Aktivasi Jalan Kereta Api Ruas Kalisat – Bondowoso Berdasarkan Kondisi Infrastruktur Yang Ada <i>Catur Arif Prastyanto, Hera Widyastuti, Wahyu Herijanto, Anak Agung Gde Kartika, Budi Raharjo, Cahya Buana dan Istiar</i>	F-67
Kajian Angkutan Pengumpan (Feeder) Dalam Mendukung Rencana Pengoperasian Angkutan Massal Cepat/BrT Di Kota Surabaya <i>Dadang Supriyatno dan Anita Susanti</i>	F-77
Kajian Multimoda Angkutan Penumpang Di Wilayah Kedungsapur <i>Djoko Setijowarno dan Prioutomo Puguh Putranto</i>	F-87
Problem Dan Solusi Kemacetan Pada Ruas Jalan Arteri Perkotaan (Kasus Kota Surabaya) <i>Djoko Sulistiono, Amalia Firdaus M dan Selly Metekohy</i>	F-97
<i>River Transportation Problem In East Kalimantan</i> <i>Efendy Tambunan</i>	F-105
Analisa Kinerja Kereta Api Komuter Surabaya – Lamongan <i>Hera Widyastuti, Risma Pambudi, Himawan Susanto, Wahyu Harijanto, Catur Arief P, A.Agung. Gde Kartika dan Istiar</i>	F-113
Analisis Kelayakan Peningkatan Jalan Beringkit-Singaraja Menuju Keseimbangan Pembangunan Bali Utara-Selatan <i>I Wayan Suweda</i>	F-121

Prioritas Penanganan Jalan di Kawasan Surabaya Barat Ditinjau Dari Tingkat Kerusakan Jalan Dan Ekonomi Jalan Raya <i>Istiar, Budi Rahardjo dan Achirul Aprisal Annas</i>	F-133
Penurunan Kapasitas Ruas Jalan Akibat Hambatan Samping <i>J.Dwijoko Ansusanto</i>	F-141
Analisa Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Mahasiswa Unsri Dalam Pemilihan Moda Bis Dan Kereta Api <i>Melawaty Agustien dan Bimo Brata Adhitya</i>	F-149
Evaluasi Perubahan Segmen Jalur Kereta Api Bangil-Surabaya Sebagai Dampak Luapan Lumpur di Porong <i>Rofi Budi Hamduwibawa, Wahyu Herijanto dan Catur Arif Prastyanto</i>	F-159
Studi Karakteristik Pengguna Sepeda Dan Pra-Desain Lajur Sepeda di Wilayah Timur Kota Malang (Ruas Jalan La. Sucipto, Raya Bugis Timur, Ki. Ageng Gribig) <i>Rukma Nur Patriya dan Dian Kusumaningsih</i>	F-169
Prioritas Kebijakan Program Aksi Peningkatan Keselamatan Pengendara Sepeda Motor di Kota Malang <i>Rukma Nur Patriya</i>	F-183
Pemodelan Sebaran Perjalanan Truk Di Jawa Timur <i>Wahju Herijanto, Hera Widyastuti., Anak Agung Gde Kartika, Catur Arif Prastyanto, Budi Raharjo, Cahya Buana dan Istiar</i>	F-195
Manajemen Lalu Lintas Jalan Slamet Riyadi Surakarta <i>Wiradat Anindito dan Muhamad Usman</i>	F-203
Implikasi Beroperasinya Jembatan Suramadu Terhadap Kebijakan Transportasi Lokal Dan Regional di Jawa Timur <i>Priyambodo</i>	F-213
 PEMUKIMAN DAN LINGKUNGAN	
Penerapan Teknologi Permukiman di Kawasan Permukiman Rawan Banjir <i>Christanto Yudha Saputra Sukamta</i>	G-1
Strategi Penyehatan PDAM Kota Palangka Raya : Suatu Studi Kasus <i>Hayatun Naimah dan Mas Agus Mardiyanto</i>	G-13

<i>Landscape Ecology Modification: Landscape Engineering For Environmental Noise Barrier</i> <i>Imawan Wahyu Hidayat</i>	G-25
Kajian Pengolahan Air Gambut Dengan <i>Upflow Anaerobic Filter</i> dan <i>Slow Sand Filter</i> <i>Iva Rustanti Eri dan Wahyono Hadi</i>	G-37
Perilaku Penghuni Dalam Melestarikan Fungsi Lingkungan Perumahan Massal (<i>The Behavior Of Community For Conserving Of Flats Environment Function</i>) <i>Nurmi Frida Dorintan B.P.</i>	G-49
Evaluasi Kapasitas Lahan TPA Ladang Laweh Di Kabupaten Padang Pariaman Menuju Penerapan Sistem <i>Controlled Landfill</i> <i>Rofihendra dan Yulinah Trihadiningrum</i>	G-61
Kerangka Institusional Pengadaan Tanah Pada Proyek Jalan Tol Di Indonesia : Beberapa Pembelajaran <i>Susy F. Rostiyanti dan Rizal Tamin</i>	G-71
Studi Penerapan Konsep <i>Green Building</i> Pada Industri Jasa Konstruksi <i>Wulfram I. Ervianto</i>	G-81
Pengelolaan Sektor Sanitasi Kota Tanjungpinang Terkait Ekspektasi Warga <i>Raja Muhamad Ruslan dan Eddy Setiadi Soedjono</i>	G-91
Penyediaan Air Bersih Perdesaan Pulau Banggai, Kabupaten Banggai Kepulauan-Propinsi Sulawesi Tengah <i>Susana dan Eddy Setiadi Soedjono</i>	G-103
Investigasi Potensi Erosi di Kecamatan Loksado Kabupaten Hulu Sungai Selatan Kalimantan Selatan <i>Yulian Firmana Arifin</i>	G-115

STUDI EKSPERIMENTAL BESARAN MEKANIS BETON MUTU NORMAL PADA SUHU TINGGI

Antonius¹, Himawan Indarto² dan Trisni Bayuasri³

¹*Dosen Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Sultan Agung (UNISSULA), Jl. Raya Kaligawe Km.4 Semarang, e-mail: antoni67a@yahoo.com*

²*Dosen Jurusan Teknik Sipil, Universitas Diponegoro*

³*Alumni Magister Teknik Sipil, Universitas Diponegoro*

ABSTRAK

Beton merupakan material bangunan yang memiliki ketahanan terhadap panas/api yang lebih baik dibandingkan dengan jenis material lain, misalnya baja. Hal ini disebabkan beton memiliki sifat konduktivitas panas yang lemah. Namun beton tetap saja memiliki keterbatasan, sehingga jika terkena panas yang terlalu tinggi dalam jangka waktu cukup lama maka beton tetap mengalami kerusakan. Tingkat kerusakan yang terjadi disebabkan oleh banyak hal misalnya karena pencapaian suhu yang diterima beton maupun lamanya beton terkena api. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan utama untuk mengetahui beberapa besaran mekanis yang terjadi pada beton mutu normal yang berada pada temperatur tinggi. Program eksperimental dilakukan dengan membuat benda uji beton silinder ukuran 150/300 mm yang dibakar pada berbagai suhu tinggi. Variabel pengujian meliputi kuat tekan beton, temperatur pembakaran yaitu 300° C, 600° C dan 900° C; serta lama waktu pembakaran yang terdiri dari 3 jam, 5 jam dan 7 jam. Hasil pengujian menunjukkan bahwa terjadi degradasi kuat tekan dan kekakuan (modulus elastisitas) beton paska bakar. Penurunan secara signifikan terjadi apabila saat lama pembakaran maksimal (7 jam) serta pada suhu 900° C.

Kata-kata kunci: kuat tekan beton, modulus elastisitas, suhu, lama pembakaran

1. PENDAHULUAN

Beberapa bangunan sipil dalam beberapa tahun terakhir ini sering mengalami kebakaran karena berbagai sebab, baik itu karena hubungan pendek arus listrik, ledakan kompor/tabung gas, ledakan bom, sambaran petir, atau karena kerusakan-kerusakan yang dengan sengaja membakar gedung-gedung yang tidak bersalah. Pada umumnya setiap kebakaran yang terjadi mengakibatkan kerusakan yang cukup parah yang mengakibatkan struktur bangunan tidak dapat difungsikan kembali.

Material beton relatif lebih tahan terhadap temperatur tinggi akibat kebakaran dibandingkan struktur baja ataupun kayu yang tidak diproteksi secara khusus. Salah satu kelebihan struktur beton terlihat pada saat mengalami kebakaran adalah keruntuhannya tidak terjadi secara tiba-tiba.

Penelitian beton paska bakar yang pernah dilakukan di Indonesia pada dasarnya menampilkan hubungan prosentase penurunan kuat tekan dengan suhu; prosentase penurunan modulus elastisitas terhadap suhu tanpa adanya kejelasan pada berapa lama

waktunya beton terbakar. Sifat-sifat beton yang terbakar, termasuk lama dan temperatur kebakaran akan mempengaruhi tebal selimut beton dalam komponen struktur beton bertulang. SNI 03-2847-2002 pasal 9.7 yang mengatur tebal selimut beton minimum, tidak secara eksplisit menyebutkan pertimbangan temperatur dan lamanya pembakaran beton.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui perubahan kuat tekan dan modulus elastisitas beton mutu normal akibat temperatur tinggi, dimana kuat tekan beton yang ditinjau adalah 20 MPa dan $f_c' = 30$ MPa yang akan dibakar pada suhu 300°C, 600°C, 900°C, dengan lama waktu pembakaran 3 jam, 5 jam, dan 7 jam.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai acuan apabila ada struktur bangunan beton yang terbakar dalam rentang suhu sampai dengan 900°C dan dengan rentang waktu sampai 7 jam.

2. SIFAT MEKANIS BETON PADA SUHU TINGGI

2.1 Kuat tekan beton

Kekuatan tekan beton dipengaruhi oleh tingkat porositasnya. Perbandingan air terhadap semen merupakan faktor utama didalam menentukan tingkat porositas dan kuat tekan beton. Semakin rendah perbandingan air-semen, semakin tinggi kekuatan beton.

Pada saat bangunan gedung mengalami kebakaran, maka struktur beton akan mengalami pemanasan. Suhu ruangan bisa mencapai lebih dari 900°C. Karena hukum perpindahan panas, suhu dipermukaan struktur beton akan lebih rendah, apalagi di bagian tengahnya, akan lebih rendah lagi. Akibat pemanasan, pasta semen dan agregat dapat mengalami perubahan fisik dan kimia yang akan berpengaruh pada kekuatannya. Soroaka (1993) mengungkapkan bahwa untuk suhu sampai 300°C kekuatan sisa dari beton masih cukup tinggi yaitu sekitar 80%. Untuk suhu diatas 500°C penurunan kekuatan sisa yang terjadi sangat tajam. Pada suhu 700°C kekuatan sisanya hanya tinggal 35%, sehingga praktis beton dianggap tidak memiliki kekuatan struktural. Sidibe (2000) mengungkapkan bahwa kuat tekan beton setelah dibakar pada temperatur 400°C, 600°C, dan 800°C adalah masing-masing sebesar 35%, 60% dan 80% terhadap kondisi normal. Atau bisa dikatakan bahwa kekuatan sisa untuk temperatur 400°C, 600°C, dan 800°C adalah 65%, 40% dan 20%.

Kuat tekan beton setelah mengalami pengapian sampai suhu 600°C memberikan hasil yang berbeda-beda. Perbedaan ini disebabkan karena perbedaan kekuatannya, perbedaan lamanya pada temperatur tinggi, perbedaan dari sifat agregat, maupun perbedaan yang disebabkan karena material yang tersedia pada lokasi penelitian. Sehingga pada kenyataannya sulit dipastikan penurunannya, karena kuat tekan beton dipengaruhi hal tersebut di atas.

2.2 Modulus elastisitas

Penurunan modulus elastisitas beton akibat temperatur tinggi pada dasarnya dipengaruhi oleh beberapa faktor yang sama pada pengaruh kuat tekan beton akibat temperatur tinggi. Neville (1996) menjelaskan bahwa modulus elastisitas beton pada suhu 21°C

sampai dengan 96°C tidak banyak terjadi perubahan, tetapi modulus elastisitas mengalami penurunan pada suhu diatas 121°C. Meskipun demikian ketika air dapat keluar dari beton akibat terkena panas, modulus elastisitas cenderung mengalami penurunan yaitu antara 50°C sampai dengan 800°C.

Secara umum menurut Neville, penurunan modulus elastisitas dipengaruhi oleh kenaikan temperatur. Nilai modulus elastisitas menurun 25% bila dipanaskan sampai 500°F (260°C) dan mengalami penurunan 50% bila dipanaskan hingga temperatur 800°F (427°C).

3. PROGRAM EKSPERIMEN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kuat tekan beton dan modulus elastisitas mencakup beton tanpa dibakar maupun beton yang dibakar. Parameter yang ditinjau meliputi suhu yaitu 300°C, 600 °C, dan 900 °C, dan masing-masing suhu dibakar selama 3 jam, 5 jam, dan 7 jam.

3.1.Desain Campuran beton

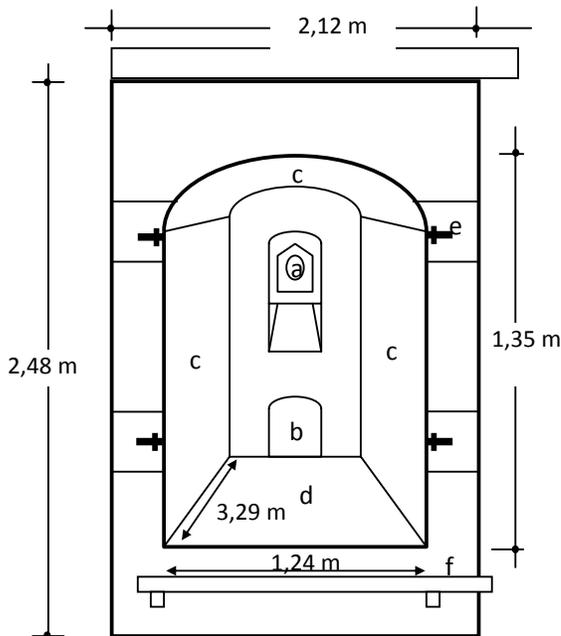
Rencana campuran beton ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Desain Campuran

Material	fc'=20 MPa	fc'=30 MPa
Semen (kg/m ³)	285	355
Air (l/m ³)	190	190
Faktor Air Semen (w/c)	0,67	0,54
Krikil (kg/m ³)	920	940
Pasir (kg/m ³)	990	910

3.2. Ruang pembakaran

Tempat pembakaran terbuat dari susunan batu api SK-32 yang dilapisi asbes tahan panas dan kemudian besi pada bagian luarnya. Pada ruang pembakaran ini ada bagian untuk pemberi dan penyedot udara, sehingga hasil pembakarannya bisa bagus, tidak berjelaga dan dapat diketahui secara jelas perubahan warna beton akibat terbakar. Ruang dengan ukuran 1,35 × 1,24 × 3,29 meter cukup luas untuk membakar 12 benda uji untuk setiap pembakaran, namun tidak mempengaruhi hasil pembakaran. Gambar 1 memperlihatkan bentuk dari ruang pembakaran.



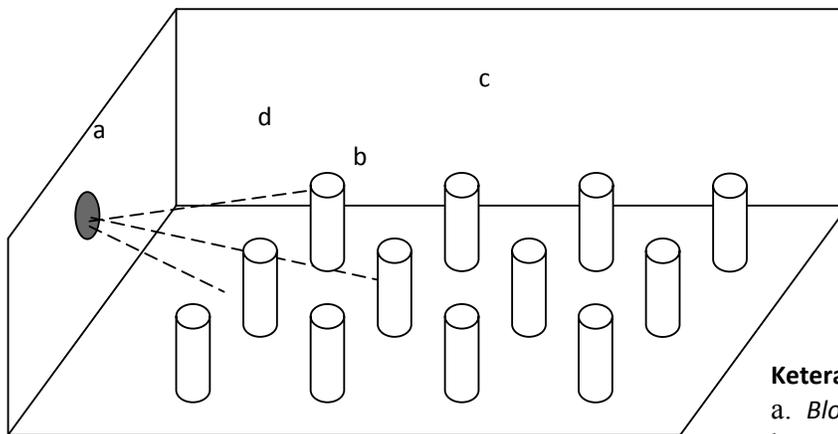
Keterangan :

- a. Blower
- b. Tempat termometer
- c. Batu Api SK-32
- d. Tempat peletakan benda uji
- e. Kunci penutup
- f. Rel pintu

Gambar 1. Tampak Depan Ruang Pembakaran

3.3. Penataan Benda Uji

Benda uji ditata berdiri satu persatu tanpa ada yang ditumpuk. Gambar 2 memperlihatkan penataan benda uji untuk setiap pembakaran.



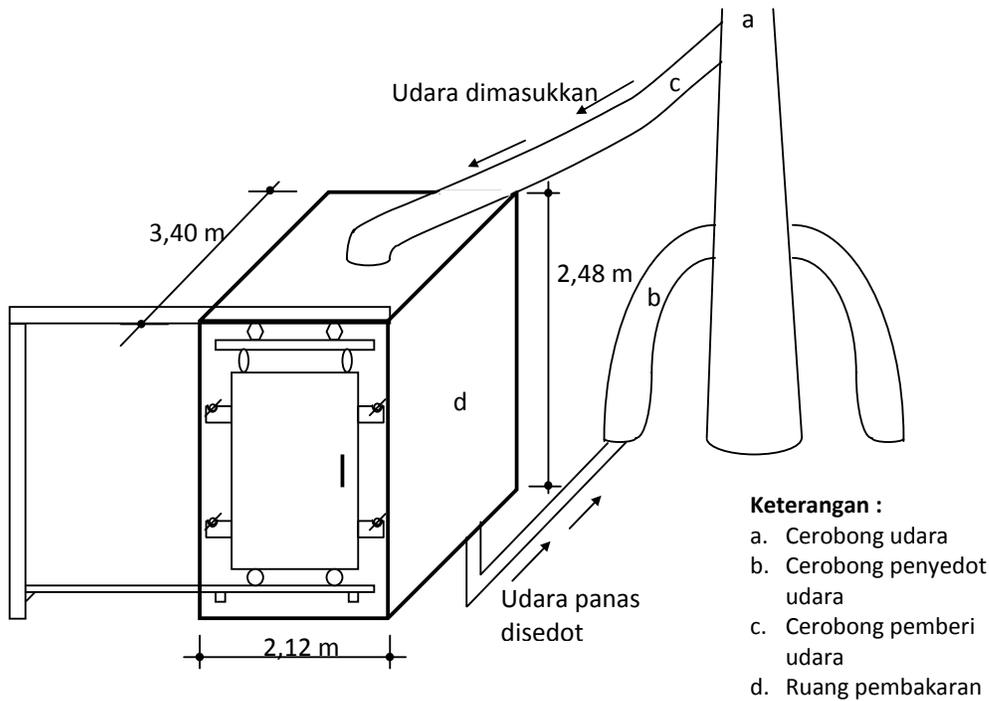
Keterangan :

- a. Blower
- b. Benda Uji
- c. Batu Api
- d. Semburan api

Gambar 2. Bentuk Penataan Benda Uji

3.4. Mekanisme kerja alat pembakar beton

Alat yang digunakan untuk pembakaran mempunyai dua tenaga untuk menjalankan pembakaran, yaitu listrik dan solar. Listrik untuk menjalankan blower angin sedangkan solar untuk menjalankan api.



Gambar 3. Mekanisme pembakaran benda uji

Proses pembakaran dimulai dengan menutup semua pintu ruangan dan dikunci rapat-rapat, kemudian listrik dinyalakan untuk suplai angin. Kemudian *blower* api dinyalakan yang dilanjutkan dengan menyalakan penyedot angin, dimana penyedot angin ini berfungsi supaya hawa panas tidak terlalu berkumpul di dalam ruangan, sehingga mengakibatkan ledakan. Gambar 3 memperlihatkan sistem sirkulasi udara di dalam ruang pembakaran.

4. HASIL EKSPERIMEN DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil eksperimen

Hasil eksperimen kuat tekan beton dan modulus elastisitas ditunjukkan pada tabel 2 dan 3. Secara umum nilai kuat tekan beton dan modulus elastisitas mengalami penurunan setelah pembakaran. Besarnya penurunan cukup besar pada umumnya terjadi pada lama pembakaran 3 jam, baik pada suhu pembakaran 300°C, 600°C maupun 900°C. Perilaku tersebut mengindikasikan bahwa setelah waktu pembakaran 3 jam, beton sudah rusak dan tidak mempunyai kekuatan yang berarti.

Tabel 2. Nilai kuat tekan beton akibat pembakaran

Lama pembakaran	Suhu					
	300°C		600°C		900°C	
	$f_c' = 21,6$ (MPa)	$f_c' = 32,96$ (MPa)	$f_c' = 21,6$ (MPa)	$f_c' = 32,96$ (MPa)	$f_c' = 21,6$ (MPa)	$f_c' = 32,96$ (MPa)
3 jam	14	21,36	8,13	10,40	4,67	5,94
5 jam	13,8	21,22	7,85	8,06	4,39	5,52
7 jam	13,51	20,73	5,52	6,58	3,47	4,67

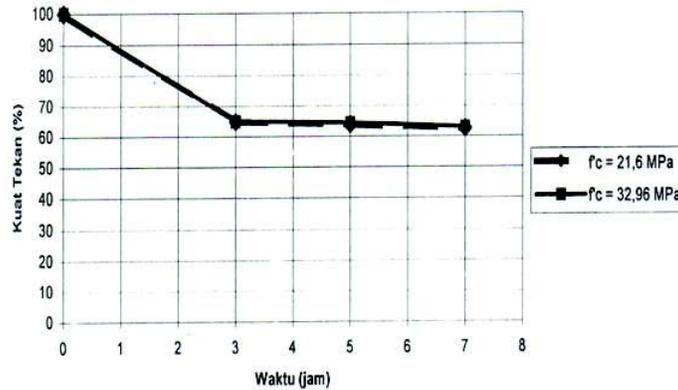
Tabel 3. Nilai modulus elastisitas beton akibat pembakaran

Lama pembakaran	Suhu					
	300°C		600°C		900°C	
	$f_c' = 21,6$ (MPa)	$f_c' = 32,96$ (MPa)	$f_c' = 21,6$ (MPa)	$f_c' = 32,96$ (MPa)	$f_c' = 21,6$ (MPa)	$f_c' = 32,96$ (MPa)
3 jam	18097	22168	9382	9471	5079	4076
5 jam	17906	21965	9346	8164	4723	3985
7 jam	17751	21596	8901	7981	4278	3141

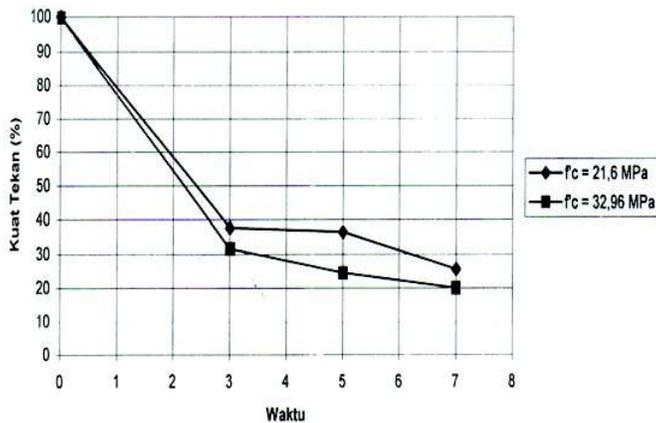
4.2. Prosentase perubahan kuat tekan beton

Gambar 4 menunjukkan perubahan kuat tekan beton pada suhu 300°C. Terlihat pada gambar tersebut bahwa pembakaran benda uji pada 3 jam pertama kuat tekan beton mengalami penurunan sekitar 35%, dan selanjutnya pada pembakaran beton selama 5 jam dan 7 jam kuat tekan beton tidak banyak mengalami perubahan.

Penurunan kuat tekan beton secara drastis (sekitar 65%) pada 3 jam pembakaran terjadi pada pembakaran suhu 600°C (gambar 5). Penurunan kuat tekan beton masih terjadi pada pembakaran 5 jam dan 7 jam, meskipun penurunan tersebut relatif tidak besar (sekitar 10%).

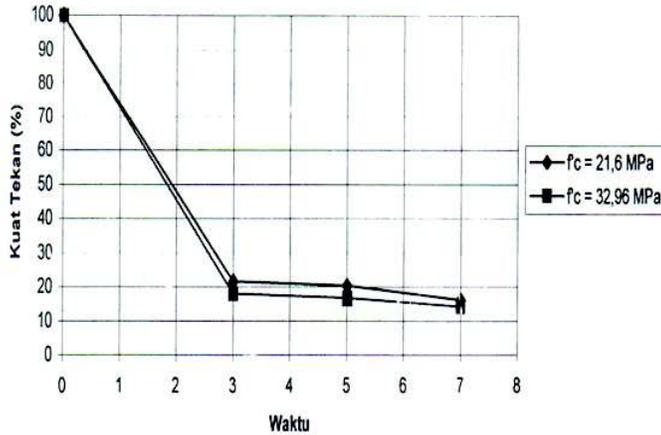


Gambar 4. Perubahan kuat tekan beton pada suhu 300°C



Gambar 5. Perubahan kuat tekan beton pada suhu 600°C

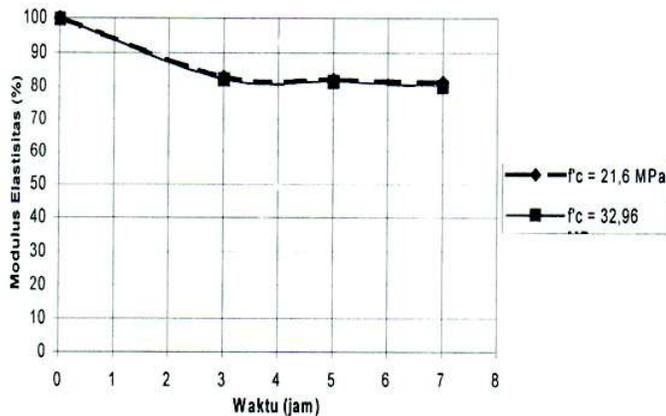
Penurunan kuat tekan beton pada 3 jam pertama pembakaran benda uji terjadi sangat drastis pada suhu 900°C. Seperti terlihat pada gambar 6, kuat tekan beton berkurang sampai 80% dari kondisi awal. Kuat tekan beton relatif stabil (tidak berubah) pada lama pembakaran 5 dan 7 jam.



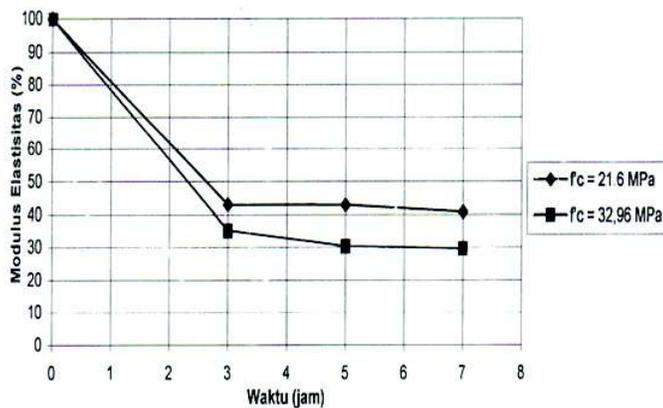
Gambar 6. Perubahan kuat tekan beton pada suhu 900°C

4.3. Prosentase perubahan modulus elastisitas beton

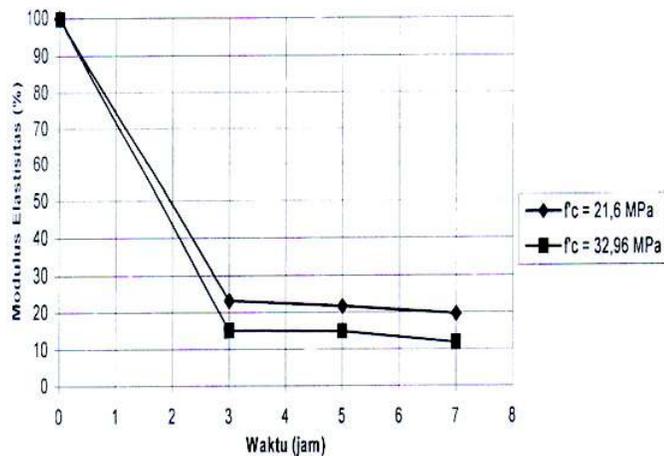
Modulus elastisitas beton mempunyai kecenderungan perilaku yang sama dengan penurunan kuat tekan beton. Seperti diperlihatkan pada gambar 7, 8 dan 9, modulus elastisitas beton pembakaran benda uji pada 3 jam semakin menurun pada suhu 300°C, dan penurunan tersebut semakin meningkat seiring dengan meningkatnya suhu pembakaran 600°C dan 900°C.



Gambar 7. Perubahan modulus elastisitas beton pada suhu 300°C



Gambar 8. Perubahan modulus elastisitas beton pada suhu 600°C



Gambar 9. Perubahan modulus elastisitas beton pada suhu 900°C

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil studi eksperimental yang telah dilakukan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai kuat tekan beton dan modulus elastisitasnya menurun cukup tajam pada pembakaran 3 jam untuk berbagai suhu pembakaran. Setelah waktu pembakaran tersebut, kedua besaran mekanis tersebut relatif tidak banyak berubah.
2. Beton kehilangan kuat tekan dan modulus elastisitas lebih dari 50% pada pembakaran benda uji selama 3 jam dan terjadi pada suhu 600°C dan 900°C, sehingga dapat dikatakan beton sudah dalam kondisi sudah rusak.
3. Semakin tinggi suhu pembakaran, maka penurunan besaran mekanis pada pembakaran selama 3 jam juga akan semakin tinggi.
4. Pada umumnya beton pada suhu tinggi dengan kuat tekan yang lebih tinggi akan cepat kehilangan kuat tekan dan modulus elastisitasnya.

6. REFERENSI

- [1] Badan Standardisasi Nasional (2002), Tata cara perhitungan struktur beton untuk gedung, SNI 03-2847-2002.
- [2] Bayuasri, Trisni (2005), Perubahan perilaku mekanis beton akibat temperatur tinggi, Tesis Magister, Universitas Diponegoro.
- [3] Fathony, M. (2001), Perhitungan kekuatan bahan bangunan setelah kebakaran, Konstruksi, September-Oktober.
- [4] Neville, AM (1996), Properties of concrete, Longman.
- [5] Priyosulistyo (2004), Perilaku elemen struktur beton bertulang paska bakar, Prosiding Konf. Nasional rekayasa Kegempaan II, UGM Yogyakarta, Januari.
- [6] Sidibe, K. (2000), Fire safety of reinforced concrete columns, ACI Structural Journal.
- [7] Soroaka (1993), Concrete in hot environment, E&FN Spon, London.