

**PROSIDING**

Volume I : Geoteknik, Material, Struktur

**PERAN TEKNIK SIPIL DAN LINGKUNGAN  
DALAM PEMBANGUNAN YANG BERKELANJUTAN**

24 -26 Oktober 2013  
Kampus Universitas Sebelas Maret  
Jl. Ir. Sutami 36 A, Surakarta



Editor:  
Yoyong Arfiadi  
Sholihin As'ad

Diselenggarakan atas kerjasama:



UNS



UAJY



UPH



Unud



Trisakti



UNSOED



ITENAS

# Daftar Isi



<b>Sambutan Ketua Panitia Konferensi Nasional Teknik Sipil 7 (KoNTekS 7).....</b>	<b>ii</b>
<b>Sambutan Rektor Universitas Sebelas Maret (UNS-Solo).....</b>	<b>iii</b>
<b>Sambutan Sekretaris Jenderal Badan Musyawarah Pendidikan Tinggi Teknik Sipil Seluruh Indonesia (BMPTTSSI).....</b>	<b>iv</b>
<b>Sambutan Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret (UNS-Solo) .....</b>	<b>v</b>
<b>Sambutan Ketua Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta .....</b>	<b>vi</b>

## KELOMPOK PEMINATAN GEOTEKNIK

<b>011G</b>	<b>PREDIKSI PENCAIRAN TANAH AKIBAT GEMPA DI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA.....</b>	<b>G-1</b>
	John T. Hatmoko <sup>1</sup> dan Hendra Suryadharna <sup>2</sup>	
<b>012G</b>	<b>STUDI PARAMETER UJI KONSOLIDASI MENGGUNAKAN SEL ROWE DAN UJI KONSOLIDASI KONVENSIIONAL TANAH DAERAH BANDUNG.....</b>	<b>G-9</b>
	Anastasia Sri Lestari <sup>1</sup> , Florentina M. Sugianto <sup>2</sup>	
<b>015G</b>	<b>OPTIMASI PERKUATAN LERENG DENGAN MENGGUNAKAN SOIL NAIL BERDASARKAN INSTRUMENTASI GEOTEKNIK.....</b>	<b>G-17</b>
	Rivai Sargawi <sup>1</sup> , Endra Susila <sup>2</sup> , Aditya Hadyan Putra <sup>3</sup>	
<b>016G</b>	<b>TINDAKAN PENCEGAHAN KEGAGALAN AKIBAT “PIPING” PADA TANGGUL PENGARAH ALIRAN SUNGAI.....</b>	<b>G-25</b>
	Rivai Sargawi <sup>1</sup> , Anton Junaidi <sup>2</sup>	
<b>029G</b>	<b>INDIKATOR BATAS CAIR TERHADAP BAHAYA LONGSORAN TANAH.....</b>	<b>G-33</b>
	Budijanto Widjaja <sup>1</sup> dan Shannon Hsien-Heng Lee <sup>2</sup>	
<b>048G</b>	<b>REPRESENTASI PARAMETER STATISTIK NILAI <math>C_c</math> MENGGUNAKAN RUMUS KORELASI EMPIRIS .....</b>	<b>G-39</b>
	Niken Silmi Surjandari <sup>1</sup>	
<b>059G</b>	<b>PEMANFAATAN LIMBAH PABRIK GULA (ABU AMPAS TEBU) UNTUK MEMPERBAIKI KARAKTERISTIK TANAH LEMPUNG SEBAGAI SUBGRADE JALAN.....</b>	<b>G-43</b>
	Agus Susanto <sup>1</sup> , Dhamis Tri Ratna Puri <sup>2</sup> dan Jalu Choirudin <sup>3</sup>	
<b>068G</b>	<b>EVALUASI DAN KONTROL PENGARUH REMBESAN PADA DAM TAILLING WAY LINGGO, KABUPATEN TANGGAMUS.....</b>	<b>G-51</b>
	Andius D. Putra <sup>1</sup>	
<b>074G</b>	<b>STABILITAS ABUTMENT DI ATAS PONDASI SUMURAN DAN TIANG PANCANG PADA LAPISAN TANAH LEMPUNG LUNAK (STUDI KASUS JEMBATAN TODDOPPULI X MAKASSAR) .....</b>	<b>G-59</b>
	Sitti Hijraini Nur <sup>1</sup> , Abd. Rahman Djamaluddin <sup>2</sup> dan Muhammad Zeid <sup>3</sup>	
<b>084G</b>	<b>KUAT GESER DAN KUAT TARIK BELAH TANAH LEMPUNG YANG DISTABILISASI DENGAN LIMBAH KARBIT DAN ABU SEKAM PADI.....</b>	<b>G-69</b>
	Willis Diana	
<b>109G</b>	<b>KAJIAN KESTABILAN TUBUH WADUK RUKOH KECAMATAN TITIEU KEUMALA KABUPATEN PIDIE .....</b>	<b>G-77</b>
	Devi Sundary <sup>1</sup> dan Azmeri <sup>1</sup>	
<b>116G</b>	<b>ATTENUATION ANALYSIS ON SOIL STRUCTURE BASED ON WAVELET SPECTROGRAM .....</b>	<b>G-83</b>
	Sri Atmaja P. Rosyidi	
<b>126G</b>	<b>STUDI KAPASITAS DUKUNG PONDASI LANGSUNG DENGAN ALAS PASIR PADA TANAH KELEMPUNGAN YANG DIPERKUAT LAPISAN GEOTEKSTIL.....</b>	<b>G-91</b>
	M. Iskandar Maricar <sup>1</sup>	
<b>133G</b>	<b>KORELASI NILAI N-SPT DENGAN PARAMETER KUAT GESER TANAH UNTUK WILAYAH JAKARTA DAN SEKITARNYA.....</b>	<b>G-99</b>
	Desiana Vidayanti <sup>1</sup> , Pintor T Simatupang <sup>2</sup> , Sido Silalahi <sup>3</sup>	

<b>147G</b>	<b>PREDIKSI KEDALAMAN DAN BENTUK BIDANG LONGSORAN PADA LERENG JALAN RAYA SEKARAN GUNUNGPATI SEMARANG BERDASARKAN PENGUJIAN SONDIR.....</b>	<b>G-109</b>
	Hanggoro Tri Cahyo A. <sup>1</sup> , Untoro Nugroho <sup>1</sup> , dan Mego Purnomo <sup>1</sup>	
<b>148G</b>	<b>PENGARUH METODE KONSTRUKSI PONDASI SUMURAN TERHADAP KAPASITAS DUKUNG VERTIKAL.....</b>	<b>G-117</b>
	Marti Istiyainingsih <sup>1</sup> , Endah Kanti Pangestuti <sup>2</sup> dan Hanggoro Tri Cahyo A. <sup>2</sup>	
<b>150G</b>	<b>POLA PENURUNAN STRUKTUR PELAT LANTAI GUDANG RETAIL PADA TANAH LUNAK DI KAWASAN INDUSTRI WIJAYAKUSUMA SEMARANG .....</b>	<b>G-125</b>
	Himawan Indarto <sup>1</sup> dan Hanggoro Tri Cahyo A. <sup>2</sup>	
<b>157G</b>	<b>PEMANFAATAN RERUNTUHAN BANGUNAN PASCA GEMPA UNTUK MEMPERBAIKI TANAH LEMPUNG SEBAGAI SUBGRADE JALAN .....</b>	<b>G-133</b>
	Andriani <sup>1</sup> , Rina Yuliet <sup>2</sup> dan Tri Desrimaya <sup>3</sup>	
<b>158G</b>	<b>PERILAKU FONDASI TIANG BOR KELOMPOK DENGAN MODEL ELEMEN HINGGA 2D DAN 3D .....</b>	<b>G-141</b>
	Agus Setyo Muntohar <sup>1</sup> , Fadly Fauzi <sup>2</sup>	
<b>172G</b>	<b>PEMANFAATAN LIMBAH KARBIT UNTUK MENINGKATKAN NILAI CBR TANAH LEMPUNG DESA COT SEUNONG.....</b>	<b>G-151</b>
	Nafisah Al-Huda <sup>1</sup> , dan Hendra Gunawan <sup>2</sup>	
<b>178G</b>	<b>ANALISIS NUMERIK STABILITAS LERENG DENGAN DRAINASE HORIZONTAL KARENA RAPID DRAWDOWN UNTUK BERBAGAI KEMIRINGAN .....</b>	<b>G-157</b>
	M. Farid Ma'rif <sup>1</sup>	
<b>209G</b>	<b>RETAK HIDROLIS PADA BENDUNGAN URUGAN BATU; FAKTOR PENYEBAB DAN CARA UNTUK MENGHINDARINYA.....</b>	<b>G-165</b>
	D. Djarwadi <sup>1</sup> , K.B. Suryolelono <sup>2</sup> , B. Suhendro <sup>2</sup> dan H.C. Hardiyatmo <sup>2</sup>	
<b>214G</b>	<b>PRAKIRAAN NILAI KUAT GESER TANAH LUNAK BERDASARKAN PENGUJIAN MACKINTOSH PROBE .....</b>	<b>G-175</b>
	Ferry Fatnanta <sup>1</sup> , Soewignjo Agus Nugroho <sup>2</sup> dan Hawmar Rosyida <sup>3</sup>	
<b>225G</b>	<b>EVALUASI PERGERAKAN DINDING PENAHAN TANAH PELAKSANAAN GALIAN DALAM PADA TANAH LUNAK DI JAKARTA .....</b>	<b>G-183</b>
	Ruwaida Zayadi	
<b>257G</b>	<b>ANALISIS KESTABILAN LERENG BERDASARKAN INTEGRASI DATA GEOFISIKA TAHANAN BATUAN DAN GEOTEKNIK N-SPT .....</b>	<b>G-193</b>
	Ardy Arsyad <sup>1</sup> , Tri Harianto <sup>1</sup> , Lawalenna Samang <sup>1</sup> , Wahniar Hamid <sup>2</sup> , Ronald Angi <sup>1</sup>	
<b>274G</b>	<b>PENERAPAN METODE ANALISIS LENDUTAN PELAT TERPAKU PADA MODEL SKALA PENUH DAN KOMPARASI DENGAN UJI PEMBEBANAN.....</b>	<b>G-201</b>
	Anas Puri <sup>1</sup> , Hary C. Hardiyatmo <sup>2</sup> , Bambang Suhendro <sup>2</sup> , dan Ahmad Rifa'i <sup>2</sup>	

## KELOMPOK PEMINATAN MATERIAL

009M	<b>KAJIAN INTERVAL RASIO AIR-POWDER BETON SELF-COMPACTING TERKAIT KINERJA KEKUATAN DAN FLOW .....</b>	<b>M-1</b>
	Bernardinus Herbudiman <sup>1</sup> , dan Sofyan Ependi Siregar <sup>2</sup>	
020M	<b>PERBANDINGAN KEKUATAN BETON BERDASARKAN HASIL <i>ULTRASONIC PULSE VELOCITY TEST</i> DENGAN UJI TEKAN .....</b>	<b>M-9</b>
	Happy Silvana Anggraeni <sup>1</sup> , Eddy Eko Susilo <sup>2</sup> , dan Sonny Wedhanto <sup>3</sup>	
021M	<b>PENGARUH PENGGUNAAN SERAT POLYPROPYLENE DAN MICRO STEEL FIBER PADA KETAHANAN API DARI ULTRA HIGH PERFORMANCE CONCRETE (UHPC) UNTUK BANGUNAN INFRASTRUKTUR.....</b>	<b>M-17</b>
	Hariantio Hardjasaputra <sup>1</sup> , Vera Indrawati <sup>2</sup> , Indra Djohari <sup>3</sup>	
028M	<b>KARAKTERISTIK BLOK BAHAN PASANGAN DINDING DARI BONGKARAN ASPAL LAMA DENGAN ASPAL SEBAGAI PEREKAT .....</b>	<b>M-25</b>
	I Nyoman Arya Thanaya <sup>1</sup> , A.A. Gede Sutapa <sup>2</sup> dan Raindra Priawan <sup>3</sup>	
038M	<b>KONSISTENSI DAN KUAT TEKAN MORTAR YANG MENGGUNAKAN AIR LAUT SEBAGAI MIXING WATER .....</b>	<b>M-33</b>
	Erniati <sup>1*</sup> , M. Wihardi Tjaronge <sup>2</sup> , Rudy Djamaluddin <sup>3</sup> dan Victor Sampebulu <sup>4</sup>	
064M	<b>KAJIAN PERILAKU LENTUR PELAT KERAMIK BETON (KERATON).....</b>	<b>M-39</b>
	Hazairin <sup>1</sup> , Bernardinus Herbudiman <sup>2</sup> dan Mukhammad Abduh Arrasyid <sup>3</sup>	
067M	<b>PERILAKU LEKATAN TULANGAN ULIR TERHADAP MATERIAL SCC.....</b>	<b>M-47</b>
	A. Arwin Amiruddin <sup>1</sup>	
072M	<b>RESPON TEGANGAN-REGANGAN BETON BERSERAT GONI PADA SUHU TINGGI .....</b>	<b>M-55</b>
	Antonius <sup>1</sup>	
096M	<b>KONSISTENSI DAN KUALITAS PERMUKAAN SCC AKIBAT PERBEDAAN UKURAN MAKSIMUM AGREGAT DAN KANDUNGAN PASIR.....</b>	<b>M-63</b>
	Sholihin As'ad <sup>1</sup> , Wibowo <sup>2</sup> dan Endah Safitri <sup>3</sup>	
103M	<b>PENGARUH PENGGUNAAN BONE ASH DAN RICE HUSK ASH TERHADAP SIFAT MEKANIS PASTA SEMEN .....</b>	<b>M-71</b>
	M. Samsul Anam <sup>1</sup> , Wawan Trianto <sup>2</sup>	
105M	<b>PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH PLASTIK POLIPROPILENA SEBAGAI PENGANTI AGREGAT PADA CAMPURAN LASTON TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL.....</b>	<b>M-81</b>
	Anita Rahmawati <sup>1</sup> dan Rama Rizana <sup>2</sup>	
108M	<b>STUDI PENGGUNAAN SERAT IJUK SEBAGAI BAHAN TAMBAH PADA ASPAL POROUS LIQUID ASBUTON.....</b>	<b>M-89</b>
	Nur Ali <sup>1</sup>	
117M	<b>KUAT TEKAN DAN ANGKA POISSON BAMBU PETUNG LAMINASI .....</b>	<b>M-97</b>
	Nor Intang Setyo H. <sup>1</sup> , Iman Satyarno <sup>2</sup> , Djoko Sulistyono <sup>2</sup> dan T.A. Prayitno <sup>3</sup>	
120M	<b>KUAT LEKAT (<i>BOND STRENGTH</i>) ANTARA TULANGAN DENGAN BETON BUSA (<i>FOAMED CONCRETE</i>) .....</b>	<b>M-105</b>
	Mochammad Afifuddin <sup>1</sup> , dan Abdullah <sup>1</sup>	

122M	<b>KAJIAN EKSPERIMENTAL DAMPAK GENANGAN AIR HUJAN TERHADAP STRUKTUR ASPHAL PAVEMENT (STUDI KASUS RUAS JALAN DR. WAHIDIN SUDIRO HUSODO KOTA MAKASSAR).....</b>	M-113
	Firdaus Chairuddin <sup>1</sup> ; Wihardi Tdaronge <sup>2</sup> ; Muhammad Ramli <sup>3</sup> ; Johannes Patanduk <sup>4</sup>	
141M	<b>PEMANFAATAN LIMBAH ASBES UNTUK PEMBUATAN BATAKO.....</b>	M-123
	Setiyo Daru Cahyono <sup>1</sup> dan Rosyid Kholilur Rohman <sup>2</sup>	
155M	<b>KUAT TEKAN BETON GEOPOLIMER DENGAN BAHAN UTAMA BUBUK LUMPUR LAPINDO DAN KAPUR.....</b>	M-129
	As'at Pujianto <sup>1</sup> , Anzila NA <sup>2</sup> , Martyana DC <sup>2</sup> , dan Hendra <sup>2</sup>	
156M	<b>DETEKSI TINGKAT KEPADATAN LABORATORIUM LASTON MENGGUNAKANANALISIS GELOMBANG SEISMIC PRIMER.....</b>	M-137
	Sri Atmaja P. Rosyidi <sup>1</sup> , Anita Rahmawati <sup>2</sup> dan Indra Ariani <sup>3</sup>	
186M	<b>STUDI PENAMBAHAN ABU BATUBARA SEBAGAI FILLER PADA CAMPURAN BERASPAL.....</b>	M-145
	Syaiful <sup>1</sup> , Setiana Mulyawan <sup>2</sup>	
190M	<b>PENGARUH PENAMBAHAN SERAT SENG PADA BETON RINGAN DENGAN TEKNOLOGI FOAM TERHADAP KUAT TEKAN, KUAT TARIK, DAN MODULUS ELASTISITAS .....</b>	M-153
	Purnawan Gunawan <sup>1</sup> , Slamet Prayitno <sup>2</sup> , dan Aroma Isman Abdul Majid <sup>3</sup>	
193M	<b>KINERJA PELAKSANAAN PEKERJAAN DINDING MORTAR COR DITEMPAT DI LAPANGAN .....</b>	M-161
	Swadiryus Suhendi <sup>1</sup> , Deni Setiawan <sup>2</sup> , Yosafat Aji Pranata <sup>3</sup>	
200M	<b>USE OF ELECTRIC-ARC FURNACE DUST (EAFD) AS A STABILIZER FOR MIXER DRUM WASH WATER.....</b>	M-169
	Suwito <sup>1</sup>	
202M	<b>PENGGUNAAN LIMBAH BUBUR KERTAS DAN FLY ASH PADA BATAKO.....</b>	M-177
	Angelina Eva Lianasari <sup>1</sup> , Sondang Dwiputra Paiding <sup>2</sup>	
203M	<b>PENGARUH SUHU PEMBAKARAN TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON FLY ASH DENGAN PENAMBAHAN WATER REDUCER .....</b>	M-185
	Angelina Eva Lianasari <sup>1</sup> , Sabdo Tri Manggolo <sup>2</sup> , Randy Kristovandy Tanesia <sup>3</sup>	
204M	<b>PENGARUH PENAMBAHAN KARET SOL PADA BETON ASPAL YANG TERENDAM AIR LAUT .....</b>	M-191
	JF Soandrijanie L <sup>1</sup> dan Andri Kurniawan <sup>2</sup>	
205M	<b>PENGARUH POLYPROPYLENE TERHADAP STABILITAS DAN NILAI MARSHALL LASTON .....</b>	M-199
	JF Soandrijanie L <sup>1</sup> dan Wahyu Ari Purnomo <sup>2</sup>	
226M	<b>STUDI EKSPERIMENTAL MENGENAI SIFAT SEGAR DARI BETON MEMADAT MANDIRI YANG MENYERTAKAN FLY ASH DALAM VOLUME TINGGI.....</b>	M-207
	Sunarmasto <sup>1</sup> , Stefanus A Kristiawan <sup>2</sup> , Achmad Basuki <sup>3</sup> and Nicken A Putri <sup>4</sup>	
228M	<b>STUDI KOMPARASI PENGARUH NANOSILIKA ALAM DAN NANOSILIKA KOMERSIL TERHADAP BETON.....</b>	M-215
	Jonbi <sup>1</sup> , Anang Kristianto <sup>2</sup> dan A.R. Indra Tjahjani <sup>3</sup>	



232M	<b>PENGARUH VOLUME SERAT LOKAL TERHADAP KEKUATAN LENTUR REACTIVE POWDER CONCRETE</b> .....	M-221
	Widodo Kushartomo <sup>1</sup> , FX Supartono <sup>2</sup> dan Kuncoro Djati Widagdo <sup>3</sup>	
236M	<b>PENGARUH BAHAN HASIL MODIFIKASI POLIETILEN TERHADAP KARAKTERISTIK BETON NORMAL</b> .....	M-227
	Resmi Bestari Muin <sup>1</sup> , Hasnah Muin <sup>2</sup>	
250M	<b>KUAT LENTUR DAN PERILAKU LANTAI KAYU DOUBLE STRESS SKIN PANEL</b> .....	M-235
	Johannes Adhijoso Tjondro <sup>1</sup> , Fina Hafnika <sup>2</sup>	
251M	<b>KUAT LENTUR DAN PERILAKU BALOK PAPAN KAYU LAMINASI SILANG DENGAN PEREKAT</b> .....	M-241
	Johannes Adhijoso Tjondro <sup>1</sup> dan Benny Kusumo <sup>2</sup>	
252M	<b>KUAT LENTUR DAN PERILAKU BALOK PAPAN KAYU LAMINASI SILANG DENGAN PAKU</b> .....	M-247
	Johannes Adhijoso Tjondro <sup>1</sup> , Altho Sagara <sup>2</sup> dan Stephanus Marco <sup>2</sup>	
253M	<b>KINERJA LABORATORIUM DARI CAMPURAN BETON ASPAL LAPIS AUS (AC-WC) MENGGUNAKAN ASPAL MODIFIKASI POLIMER NEOPRENE</b> .....	M-253
	Eri Susanto Hariyadi <sup>1</sup> , Bambang Sugeng Subagio <sup>1</sup> dan Ruli Koestaman <sup>1</sup>	
265M	<b>TEST X-RAY TOMOGRAPHY PERMEABLE ASPHALT PAVEMENT MENGGUNAKAN BATU DOMATO SEBAGAI COARSE AGGREGATE DENGAN BAHAN PENGIKAT BNA-BLEND PERTAMINA</b> .....	M-263
	Firdaus Chairuddin <sup>1</sup> ; Wihardi Tdaronge <sup>2</sup> ; Muhammad Ramli <sup>3</sup> ; Johannes Patanduk <sup>4</sup>	
268M	<b>PERBANDINGAN KARAKTER ASPAL PORUS MENGGUNAKAN AGGREGATE GRAVEL DAN KERIKIL MERAPI DENGAN AGGREGATE KONVENSIIONAL</b> .....	M-271
	Agus Sumarsono <sup>1</sup> , Sri Widyastuti <sup>2</sup> dan Ary Setyawan <sup>3</sup>	
269M	<b>EKSTRAKSI ASBUTON MENGGUNAKAN METODE ASBUTON EMULSI</b> .....	M-277
	Djoko Sarwono <sup>1</sup> , Didit Cahya Utama <sup>2</sup> , Ary Setyawan <sup>3</sup>	
270M	<b>LIMBAH VULKANISIR BAN SEBAGAI BAHAN PEMBUATAN STRESS ABSORPTION MEMBRANE INTER LAYERS</b> .....	M-283
	Djumari <sup>1</sup> , Muhamad Ansori <sup>2</sup> dan Ary Setyawan <sup>3</sup>	
275M	<b>CAMPURAN SERBUK GERGAJI, SERBUK KETAM DAN SERBUK AMPLASAN KAYU JATI DENGAN PEREKAT RESIN DAN HARDENER SEBAGAI BAHAN PERBAIKAN KAYU</b> .....	M-291
	Achmad Basuki <sup>1</sup>	
276M	<b>RESISTENSI BETON MEMADAT MANDIRI YANG MENGANDUNG FLY ASH TINGGI TERHADAP SERANGAN ASAM SULFAT</b> .....	M-297
	Stefanus A Kristiawan <sup>1</sup> , Fatkulloh <sup>2</sup> dan Kartika Adrianingtyas <sup>3</sup>	

## KELOMPOK PEMINATAN STRUKTUR

001S	PENGGUNAAN <i>ARTIFICIAL NEURAL NETWORK</i> UNTUK PREDIKSI TEGANGAN PADA BALOK KASTELA HEKSAGONAL BENTANG 1 METER .....	S- 1
	Ahmad Muhtarom <sup>1</sup>	
017S	LEKAT-GESER PERMUKAAN BETON DENGAN <i>LIPS CHANNEL</i> .....	S- 9
	Andang Widjaja <sup>1</sup> , dan Nuroji <sup>2</sup>	
027S	PENGARUH KELANGSINGAN PORTAL BAJA TERHADAP EFEKTIVITAS DAM ( <i>DIRECT ANALYSIS METHOD</i> ) DIBANDING METODE LAMA (KL/R).....	S- 17
	Wiryanto Dewobroto dan Eddiek Ruser	
033S	STUDI NUMERIK PENINGKATAN KINERJA STRUKTUR BAJA ECCENTRICALLY BRACED FRAME TYPE-D DENGAN MODIFIKASI PENGAKU BADAN LINK GESER.....	S- 25
	Kurdi <sup>1</sup> , Bambang Budiono <sup>2</sup> dan Yurisman <sup>3</sup>	
034S	PERKUATAN KOLOM BETON BERTULANG DENGAN <i>GLASS FIBER JACKET</i> UNTUK MENINGKATKAN KAPASITAS BEBAN AKSIAL .....	S- 33
	Johanes Januar Sudjati <sup>1</sup> , Hastu Nugroho <sup>2</sup> dan Paska Garien Mahendra <sup>3</sup>	
036S	PERILAKU ELEMEN BETON SANDWICH TERHADAP PENGUJIAN GESER MURNI.....	S- 39
	Firdaus	
040S	PENGARUH PENGGUNAAN WIRE ROPE SEBAGAI PERKUATAN LENTUR TERHADAP KEKUATAN DAN DAKTILITAS BALOK BETON BERTULANG TAMPANG T .....	S- 47
	Anggun Tri Atmajayanti <sup>1</sup> , Iman Satyarno <sup>2</sup> , Ashar Saputra <sup>3</sup>	
042S	ANALISIS DIAGRAM INTERAKSI KOLOM PADA PERENCANAAN KOLOM PIPIH BETON BERTULANG.....	S- 53
	Richard Frans <sup>1</sup> , Frits Thioriks <sup>2</sup> , Jonie Tanijaya <sup>3</sup> dan Hendry Tanoto Kalangi <sup>4</sup>	
046S	PENGEMBANGAN PROGRAM BERBASIS <i>OPEN SOURCE</i> REALIN UNTUK ANALISIS STRUKTUR .....	S- 61
	Yoyong Arfiadi <sup>1</sup>	
050S	PENILAIAN KEANDALAN STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG EKSISTING: PERATURAN DAN IMPLEMENTASINYA.....	S- 69
	Wahyu Wuryanti <sup>1</sup>	
051S	ANALISIS LENTUR PELAT SATU ARAH BETON BERTULANG BERONGGA BOLA MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA NON LINIER.....	S- 77
	Dinar Gumilang Jati	
053S	PENGGUNAAN RANTING BAMBU ORI ( <i>BAMBUSA ARUNDINACEA</i> ) SEBAGAI KONEKTOR PADA STRUKTUR TRUSS BAMBU .....	S- 85
	Astuti Masdar <sup>1</sup> , Zufriar <sup>3</sup> , Noviarti <sup>2</sup> dan Desi Putri <sup>3</sup>	
057S	PERILAKU MEKANIK SAMBUNGAN STRUKTUR BAMBU LAMINASI MENGUNAKAN PELAT DAN BAUT .....	S- 91
	IGL Bagus Eratodi <sup>1</sup> , Andreas Triwiyono <sup>2</sup> , Ali Awaludin <sup>3</sup> dan TA Prayitno <sup>4</sup>	
070S	EXPERIMENTAL STUDY ON CONFINED CONCRETE OF THIN COLUMN SECTIONS .....	S- 99
	Ketut Sudarsana <sup>1</sup>	

090S	<b>PRILAKU MEKANIK BALOK BETON BERTULANG BERAGREGAT LIMBAH <i>STYROFOAM</i></b> .....	S- 107
	Yasser <sup>1</sup> , Herman Parung <sup>2</sup> , M. Wihardi Tjaronge <sup>3</sup> dan Rudy Djamaluddin <sup>4</sup>	
104S	<b>PERILAKU HUBUNGAN BALOK-KOLOM EKSTERIOR BETON NORMAL, MUTU TINGGI, &amp; BUBUK REAKTIF DENGAN BEBAN LATERAL SIKLIK</b> .....	S- 115
	Pio Ranap Tua Naibaho <sup>1</sup> , Bambang Budiono <sup>2</sup> , Awal Surono <sup>3</sup> dan Ivindra Pane <sup>4</sup>	
111S	<b>KAJIAN ALIRAN ANGIN PERMUKAAN TERHADAP STABILITAS AERODINAMIK LANTAI JEMBATAN BENTANG PANJANG</b> .....	S- 123
	Sukamta <sup>1</sup>	
131S	<b>ANALISIS GETARAN NON LINIEAR PADA STRUKTUR DENGAN PERPINDAHAN BESAR</b> .....	S- 131
	Anwar Dolu	
137S	<b>PROTEKSI SEISMIK DENGAN <i>METALLIC DAMPER</i> UNTUK BANGUNAN TINGKAT RENDAH SAMPAI SEDANG</b> .....	S- 141
	Junaedi Utomo <sup>1</sup> , Dyah Kusumastuti <sup>2</sup> , Muslinang Moestopo <sup>3</sup> dan Adang Surahman <sup>4</sup>	
160S	<b>PERILAKU LENTUR BALOK BETON DENGAN PERKUATAN BAMBU PETUNG DAN PEREKAT BERBAHAN DASAR SEMEN</b> .....	S- 149
	Yanuar Haryanto <sup>1</sup> , Nanang Gunawan Wariyatno <sup>2</sup> dan Gathot Heri Sudiby <sup>3</sup>	
161S	<b>PEMANFAATAN BETON SERAT ANYAMAN KAWAT SEBAGAI PERKUATAN METODE <i>PREPACKED CONCRETE</i> PADA BALOK BETON BERTULANG</b> .....	S- 157
	Nanang Gunawan Wariyatno <sup>1</sup> , Yanuar Haryanto <sup>2</sup>	
166S	<b>STUDI PERBANDINGAN PERSYARATAN LUAS TULANGAN PENGEKANG KOLOM PERSEGI PADA BEBERAPA PERATURAN DAN USULAN PENELITIAN</b> .....	S- 163
	Anang Kristianto <sup>1</sup> dan Iswandi Imran <sup>2</sup>	
170S	<b>KOLOM KANAL C GANDA BERPENGGISI BETON RINGAN DENGAN BEBAN EKSENTRIK</b> .....	S-171
	Ade Lisantono <sup>1</sup> , Bonaventura Henrikus Santoso <sup>2</sup> dan Rony Sugianto <sup>3</sup>	
171S	<b>KONSTRUKSI PONDASI TAPAK DAN SLOOF PADA STRUKTUR BAWAH RUMAH SEDERHANA SATU LANTAI</b> .....	S-179
	Sentosa Limanto <sup>1</sup> , Johanes I. Suwono <sup>2</sup> , Danny Wuisan <sup>3</sup> dan Christian Raharjo <sup>3</sup>	
175S	<b>PENGARUH LIMBAH MARMER SEBAGAI BAHAN PENGISI PADA BETON</b> .....	S-185
	Istiqomah <sup>1</sup> dan Shanti kurnia <sup>2</sup>	
182S	<b>PENGARUH TULANGAN CRT DAN TULANGAN BJTD PADA KOMPONEN LENTUR DENGAN MUTU BETON <i>F'C</i> 24,52 MPA</b> .....	S-191
	Eri Andrian Yudianto, Sudiman Indra	
189S	<b>ANALISIS GAYA GEMPA RENCANA PADA STRUKTUR BERTINGKAT BANYAK DENGAN METODE DINAMIK RESPON SPEKTRA</b> .....	S-201
	Restu Faizah <sup>1</sup> dan Widodo <sup>2</sup>	
192S	<b>PEMODELAN METODE ELEMEN HINGGA NONLINIER DINDING PANEL GEWANG LAMINASI 2D TERHADAP BEBAN LATERAL</b> .....	S-209
	IB Gede Putra Budiana <sup>1</sup> , Yosafat Aji Pranata <sup>2</sup>	

195S	<b>KINERJA HUBUNGAN BALOK KOLOM (HBK) BETON BERTULANG DENGAN BAHAN BETON BERSERAT BAJA DRAMIX DAN FLY ASH PADA PEMBEBANAN STATIK.....</b>	S-219
	Edy Purwanto <sup>1</sup> , Bambang Santosa <sup>1</sup>	
198S	<b>PENGARUH MODIFIKASI TULANGAN BAMBU GOMBONG TERHADAP KUAT CABUT BAMBU PADA BETON .....</b>	S-229
	Herry Suryadi <sup>1</sup> , Matius Tri Agung <sup>2</sup> , dan Eigya Bassita Bangun <sup>2</sup>	
199S	<b>EFEK <i>SOFT STOREY</i> PADA RESPON DINAMIK STRUKTUR GEDUNG BETON BERTULANG TINGKAT TINGGI.....</b>	S-237
	Antonius <sup>1</sup> dan Aref Widhianto <sup>2</sup>	
207S	<b>MODEL BALOK BETON BERTULANGAN BAMBU SEBAGAI PENGGANTI TULANGAN BAJA .....</b>	S-245
	Agus Setiya Budi <sup>1</sup> , Kusno Adi Sambowo <sup>2</sup> dan Ira Kurniawati <sup>3</sup>	
208S	<b>KUAT LEKAT TULANGAN BAMBU WULUNG DAN PETUNG TAKIKAN PADA BETON NORMAL .....</b>	S-253
	Agus Setiya Budi <sup>1</sup> , Sugiyarto <sup>2</sup>	
210S	<b>PEMODELAN ELEMEN HINGGA NONLINIER TUMPUAN TIANG-PONDASI RUMAH ADAT TRADISIONAL AMMU HAWU.....</b>	S-261
	I Ketut Suwantara <sup>1</sup> , Yosafat Aji Pranata <sup>2</sup>	
215S	<b>KAJIAN KINERJA STRUKTUR RANGKA BRESING V-TERBALIK EKSENTRIK DAN KONSENTRIK .....</b>	S-269
	Made Sukrawa, Ida Bagus Dharma Giri, I Made Astarika Dwi Tama	
217S	<b>STUDI PERBANDINGAN RESPON SPEKTRA KOTA TARUTUNG BERDASARKAN SNI 03-1726-2002 DAN SNI 1726:2012 UNTUK EVALUASI PELAKSANAAN BANGUNAN TAHAN GEMPA.....</b>	S-277
	Meassa Monikha Sari	
224S	<b>APLIKASI SPACE FRAME PADA BANGUNAN COAL YARD.....</b>	S-285
	Johannes Tarigan <sup>1</sup> , Adi Yesaya Sukatendel <sup>2</sup>	
230S	<b>PANJANG EFEKTIF UNTUK TEKUK TORSI LATERAL BALOK BAJA DENGAN PENAMPANG I.....</b>	S-293
	Paulus Karta Wijaya <sup>1</sup>	
233S	<b>PERBANDINGAN SPEKTRA DESAIN BEBERAPA KOTA BESAR DI INDONESIA DALAM SNI GEMPA 2012 DAN SNI GEMPA 2002 .....</b>	S-299
	Yoyong Arfiadi <sup>1</sup> dan Iman Satyarno <sup>2</sup>	
237S	<b>ANALISIS MODIFIKASI TUMPUAN KUDA-KUDA ATAP UTAMA (<i>MAIN RAFTER</i>) BENTANG 60,00 M. PROYEK TERMINAL BANDARA SEPINGGAN BALIKPAPAN.....</b>	S-307
	Agus Sugianto <sup>1</sup> dan Andi Marini Indriani <sup>2</sup>	
238S	<b>PENGARUH PASIR TERHADAP PENINGKATAN RASIO REDAMAN PADA PERANGKAT KONTROL PASIF .....</b>	S-315
	Daniel Christianto <sup>1</sup> , Yuskar Lase <sup>2</sup> dan Yeospitta <sup>3</sup>	
240S	<b>EFEK BERBAGAI JARAK EXTERNAL CONFINEMENT TERHADAP DEFORMABILITY BETON .....</b>	S-321
	Endah Safitri <sup>1</sup> , Nuroji <sup>2</sup> , Antonius Mediyanto <sup>3</sup>	

242S	<b>KAJIAN TEKUK LATERAL TORSI BALOK TINGGI BERPENGAKU VERTIKAL DENGAN MENGGUNAKAN CARA HUGHES DAN MA .....</b>	<b>S-327</b>
	Sri Tadjono	
244S	<b>STUDI SIMULASI NUMERIK KESEHATAN JEMBATAN RANGKA WARREN DENGAN UJI VIBRASI .....</b>	<b>S-333</b>
	Jack Widjajakusumadan Filly Wiliany Limbunan	
246S	<b>KAJIAN ANALITIK PENGARUH RAMBATAN ENERGI GEMPA TERHADAP PERILAKU BENTURAN GEDUNG .....</b>	<b>S-339</b>
	Halwan Alfisa S <sup>1</sup> dan Sigit Darmawan <sup>2</sup>	
254S	<b>STUDI EFFECTIVE TORSIONAL CONSTANT UNTUK BERBAGAI PROFIL STUDI KASUS PROFIL GUNUNG GARUDA.....</b>	<b>S-347</b>
	Kamaludin	
266S	<b>PERILAKU BATANG LANGSING KOMPOSIT MENGGUNAKAN BAHAN CONCRETE-FILLED STEEL TUBE (CFT) PADA APLIKASI BEBAN TEKAN .....</b>	<b>S-359</b>
	Wibowo <sup>1</sup> , AP Rahmadi <sup>2</sup> , Purnawan Gunawan <sup>3</sup> , Dimas Ahmad AM <sup>4</sup> dan Sholicin <sup>5</sup>	

## RESPON TEGANGAN-REGANGAN BETON BERSERAT GONI PADA SUHU TINGGI (072M)

Antonius<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Sultan Agung, Jl. Raya Kaligawe Km.4, Semarang  
Email: antoni67a@yahoo.com

### ABSTRAK

Di dalam desain struktur beton bertulang tahan gempa, material beton yang digunakan haruslah dapat menghasilkan mekanisme daktilitas yang memadai. Serat (fiber) seperti kawat baja, polypropylene maupun goni diketahui dapat meningkatkan daktilitas beton, namun efektifitasnya pada suhu tinggi perlu diteliti lebih lanjut. Paper ini menguraikan perilaku beton yang ditambah serat goni pada suhu tinggi untuk mengetahui efek perubahan suhu tinggi pada sifat tegangan-regangan. Program eksperimen dilakukan dengan membuat spesimen yaitu benda uji beton berserat goni, dimana parameter yang ditinjau adalah tiga buah rasio air semen (w/c) dan variasi suhu pembakaran yaitu 300°C, 600°C dan 900°C. Pembuatan benda uji yang dilakukan dengan variasi w/c mengasilkan spesimen yang mempunyai kuat tekan 28 hari rata-rata ( $f'_c$ ) sekitar 30, 51 dan 77 MPa. Pada spesimen dengan kuat tekan normal ( $f'_c \sim 31$  MPa) apabila dibakar pada suhu 300°C, 600°C dan 900°C, maka kuat tekan beton mengalami penurunan berturut-turut sekitar 25%, 35% dan 40% terhadap kuat tekan spesimen kontrol (suhu normal). Namun pada spesimen mutu menengah ( $f'_c \sim 51$  MPa) dan mutu tinggi ( $f'_c \sim 77$  MPa) yang dihasilkan, degradasi kuat tekan terjadi secara signifikan dibandingkan pada spesimen mutu normal di atas, dimana kehilangan kuat tekan beton adalah di atas 50% terhadap spesimen kontrol. Daktilitas spesimen yang ditinjau berdasarkan perilaku tegangan-regangan pada pengujian dengan berbagai tingkatan suhu seperti di atas, juga menunjukkan kecenderungan yang sama seperti perilaku kuat tekan beton.

Kata-kata kunci: beton berserat Goni, suhu tinggi, kuat tekan ( $f'_c$ ), tegangan-regangan

### 1. PENDAHULUAN

Telah umum diketahui bahwa beton yang ditambah serat dalam prosentase volume tertentu mempunyai sifat yang lebih daktil dibandingkan dengan beton tanpa serat (Antonius & Setiyawan 2006, Cemen & Concrete Institute 2010). Dengan perkembangan teknologi beton yang demikian pesat akhir-akhir ini, beton berserat dengan kuat tekan mutu normal hingga mutu tinggi telah dapat dihasilkan (Santos dkk. 2009), sehingga banyak memberi manfaat dalam desain elemen struktur tahan gempa. Permasalahan workabilitas pada beton berserat juga dapat diatasi dengan menambahkan bahan tambah seperti Superplasticizer ataupun Viscocrete dengan dosis tertentu sehingga dapat dihasilkan campuran beton yang mempunyai kelecakan sangat baik (Sampebulu 2012).

Salah satu material beton yang relatif baru dan mempunyai prospek penggunaan yang sangat baik adalah beton berserat Goni, dimana serat tersebut dihasilkan dari tanaman Rosella. Penelitian pendahuluan sifat mekanik yang telah dilakukan menunjukkan bahwa beton berserat Goni dapat dihasilkan dengan variasi prosentase serat Goni, dimana kuat tekan ( $f'_c$ ) yang dapat dicapai juga bervariasi dari mutu normal hingga mutu tinggi (Kurniastuti 2011, Antonius dkk. 2012). Selain besaran mekanik tersebut, kuat tarik, kekakuan (modulus elastisitas) dan nilai nisbah Poisson juga memperlihatkan perilaku yang lebih baik bila dibandingkan dengan beton normal (tanpa serat). Namun demikian, seperti halnya beton berserat lainnya yang mempunyai sensitifitas pada suhu tinggi, beton berserat Goni juga masih perlu diteliti lebih lanjut efektifitasnya apabila berada pada suhu tinggi atau terbakar.

Penelitian beton berserat Goni pada suhu tinggi ini dilakukan dengan tujuan utama untuk memperoleh informasi yang mendalam mengenai besaran kuat tekan dan respon tegangan-regangan apabila mengalami kebakaran. Selain itu dengan diketahuinya perilaku beton berserat Goni paska bakar akan dapat dipastikan tingkat kelayakan penggunaan struktur pada fase paska bakar. Pengujian beton berserat hingga suhu tinggi (900°C) di Indonesia juga relatif masih sangat terbatas. Dengan dilakukannya penelitian ini juga membuka kemungkinan pengembangan aplikasi teknologi beton, khususnya tingkat kelayakan penggunaan beton berserat Goni paska bakar.

### 2. PERSAMAAN KONSTITUTIF BETON PADA SUHU TINGGI

Hingga saat ini, persamaan konstitutif beton yang menentukan tingkat degradasi besaran mekanik terhadap peningkatan suhu masih terbatas pada beton normal (tanpa serat). Model yang diusulkan diantaranya oleh Kodur &

Sultan (2003) dan Aslani & Bastami (2011). Selain usulan beberapa peneliti, British Standard (BS EN 1992) menetapkan tingkat degradasi kuat tekan beton terhadap peningkatan suhu seperti tertera pada Persamaan (1).

$$f'_{cT} = f'_c \text{ untuk } T \leq 100^\circ C \quad (1a)$$

$$f'_{cT} = f'_c (1.067 - 0.00067T) \text{ untuk } 100^\circ \leq T \leq 400^\circ C \quad (1b)$$

$$f'_{cT} = f'_c (1.44 - 0.0016T) \text{ untuk } T \geq 400^\circ C \quad (1c)$$

Persamaan yang ditetapkan dalam BS EN di atas membagi degradasi kuat tekan beton ke dalam tiga kategori suhu, yaitu perubahan kuat tekan beton hingga suhu 100°C, dimana dianggap bahwa beton tidak mengalami penurunan kuat tekan hingga suhu tersebut (Persamaan 1a). Kategori yang kedua adalah degradasi kuat tekan beton pada suhu diantara 100 dan 400°C (Persamaan 1b), dan kategori yang ketiga (Persamaan 1c) adalah degradasi kuat tekan beton di atas suhu 400°C. Pada kedua kategori terakhir tersebut, kuat tekan beton menurun secara linier.

Di lain pihak, ASCE Manual (1992) menetapkan degradasi kuat tekan beton terhadap peningkatan suhu seperti terlihat pada Persamaan (2). Berbeda dengan ketentuan BS EN di atas, ASCE Manual mengasumsikan bahwa beton tidak mengalami degradasi kuat tekan hingga suhu 450°C (Persamaan 2a). Degradasi kuat tekan beton secara gradual linier terjadi pada suhu 450°C hingga 874°C (Persamaan 2b), dan di atas suhu 874°C beton dianggap tidak mempunyai kekuatan sama sekali (Persamaan 2c).

$$f'_{cT} = f'_c \text{ untuk } 20^\circ \leq T \leq 450^\circ C \quad (2a)$$

$$f'_{cT} = f'_c \left[ 2.011 - 2.353 \left( \frac{T - 20}{1000} \right) \right] \text{ untuk } 450^\circ \leq T \leq 874^\circ C \quad (2b)$$

$$f'_{cT} = 0 \text{ untuk } T \geq 874^\circ C \quad (2c)$$

Pada dasarnya, persamaan pada kedua standar di atas diturunkan berdasarkan hasil pengujian beton normal (tanpa serat) pada suhu normal hingga suhu tinggi. Dengan demikian akurasi persamaan tersebut dalam memprediksi degradasi kuat tekan beton terhadap peningkatan suhu untuk beton berserat akan diverifikasi dengan hasil eksperimen beton berserat Goni di dalam penelitian ini.

### 3. PROGRAM EKSPERIMEN

Program eksperimen dilakukan dengan membuat benda uji beton berserat Goni sebanyak 72 silinder berdiameter 100 mm dan tinggi 200 mm, yang terdiri dari spesimen kontrol (tidak dibakar) dan spesimen yang dibakar. Setiap spesimen tersebut terdiri dari enam buah benda uji yang dibagi ke dalam tiga kategori rasio air-semen (w/c) dengan tujuan untuk memperoleh beton dengan kuat tekan mutu normal, mutu menengah (transisi) dan mutu tinggi. Sifat mekanik serat Goni ditampilkan pada Tabel 1, dan serat Goni yang telah diolah untuk pembuatan spesimen beton terlihat pada Gambar 1.

Tabel 1. Sifat mekanik serat Goni

Karakteristik	Kandungan
Penyerapan air	49,50 %
Kandungan air	33,15 %
Densitas	0,352 gr/cm <sup>3</sup>
Kekuatan tarik	48,10 MPa



Gambar 1. Serat Goni

Tabel 2 adalah desain campuran beton dimana untuk  $w/c=0.53$  dirancang tanpa menggunakan Fly Ash dan Viscocrete. Desain campuran beton dengan  $w/c=0.38$  dan  $0.30$  menggunakan Fly Ash, dan untuk mencapai tahap pengerjaan beton yang cukup *workable*, ditambahkan Viscocrete dengan prosentase 0.5%. Serat Goni yang ditambahkan adalah 0.5% dari volume beton, karena berdasarkan hasil penelitian sebelumnya diketahui bahwa kondisi optimum diperoleh pada prosentase tersebut (Kurniastuti 2011). Kecuali spesimen kontrol, spesimen lainnya dibakar pada suhu  $300^{\circ}\text{C}$ ,  $600^{\circ}\text{C}$  dan  $900^{\circ}\text{C}$  setelah beton berumur 120 hari. Pengujian kuat tekan mengikuti ketentuan ASTM C 39 – 94 (1996). Pengujian perilaku tegangan-regangan dilakukan menggunakan mesin Universal Testing Machine (UTM) kapasitas 2000 kN dengan sistim pengujian Kontrol Regangan (*Strain Control*).

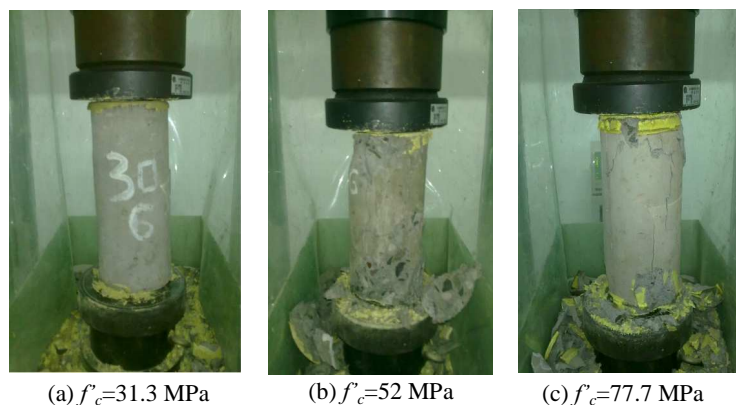
Tabel 2. Desain campuran beton

Materials	w/c=0.53	w/c=0.38	w/c=0.30
Semen ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )	350	419.98	485
Fly Ash ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )	-	74.11	82.83
Air ( $\text{lt}/\text{m}^3$ )	200	160	140
Viscocrete 0,5% ( $\text{lt}/\text{m}^3$ )	-	6.228	9.28
Pasir ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )	722.9	696.62	662.07
Krikil ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )	886.8	1044.93	1080.22
Serat Goni 0,5% ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )	1.77	1.77	1.77

#### 4. HASIL EKSPERIMEN DAN PEMBAHASAN

##### 4.1. Modus keruntuhan dan degradasi kuat tekan beton

Contoh modus keruntuhan spesimen paska bakar ditunjukkan pada Gambar 2, dan hasil pengujian kuat tekan terlihat pada Tabel 3. Secara umum, modus keruntuhan beton serat Goni paska bakar adalah dominan retak pada permukaan pada berbagai mutu beton. Sementara itu, Tabel 3 menunjukkan bahwa kuat tekan beton spesimen kontrol pada umur 28 hari berturut-turut sebesar 31.3 MPa, 52 MPa dan 77.7 MPa. Hasil tersebut menunjukkan bahwa substitusi serat Goni juga dapat menghasilkan material beton dengan kuat tekan normal hingga mutu tinggi. Mengacu pada pengelompokan mutu beton berdasarkan Antonius & Imran (2012), maka ketiga mutu beton tersebut selanjutnya di dalam paper ini didefinisikan sebagai Beton Serat Goni Mutu Normal (BSGMN), Beton Serat Goni Mutu Menengah (BSGMM) dan Beton Serat Goni Mutu Tinggi (BSGMT). Selain hasil uji kuat tekan tersebut, perilaku kelecakan (*workability*) juga memperlihatkan nilai yang cukup moderat, dimana nilai slump rata-rata untuk BSGMN, BSGMM dan BSGMT masing-masing adalah sebesar 70, 60 dan 40 mm.



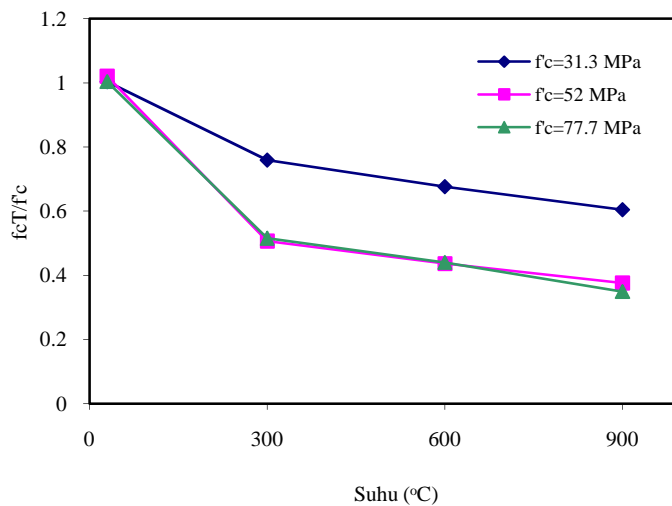
Gambar 2. Mode keruntuhan beton berserat Goni paska bakar



Tabel 3. Hasil uji tekan beton serat Goni

Kuat Tekan Beton Serat Karung Goni Umur 28 hari	Benda uji	Slump rata-rata (mm)	Beban Maksimum dan Kuat Tekan (Umur 120 hari)							
			Spesimen kontrol		Suhu 300°		Suhu 600°		Suhu 900°	
			Pmax. (Ton)	f <sub>c</sub> (MPa)	Pmax. (Ton)	f <sub>c</sub> (MPa)	Pmax. (Ton)	f <sub>c</sub> (MPa)	Pmax. (Ton)	f <sub>c</sub> (MPa)
31.3 MPa	1	70	28	33.89	19	24.20	17	21.66	15.3	19.49
	2		26.5	32.07	18.2	23.18	18.1	23.06	14.2	18.09
	3		25.5	30.86	17.5	22.29	16.3	20.76	14.8	18.85
	4		26	31.46	18.8	23.95	16.6	21.15	14.5	18.47
	5		24.5	29.65	19.2	24.46	15.5	19.75	15.1	19.24
	6		25	30.25	19.2	24.46	16.2	20.64	15.2	19.36
	rata-rata		25.92	31.36	18.65	23.76	16.62	21.17	14.85	18.92
52 MPa	1	60	43	52.04	16	20.38	17	21.66	15	19.11
	2		47.5	57.48	19.3	24.59	18.2	23.18	14.4	18.34
	3		44.3	53.61	19.6	24.97	17.6	22.42	14.9	18.98
	4		42.5	51.43	20.6	26.24	17.7	22.55	15.7	20.00
	5		44.5	53.85	24.4	31.08	18.4	23.44	15.8	20.13
	6		40.8	49.38	24.1	30.70	18.1	23.06	16.2	20.64
	rata-rata		43.77	52.97	20.67	26.33	17.83	22.72	15.333	19.53
77.7 MPa	1	40	65	78.66	31	39.49	28	35.67	22	28.03
	2		59.5	72.01	32.3	41.15	27.4	34.90	22.4	28.54
	3		64	77.45	32.1	40.89	26.3	33.50	21.3	27.13
	4		63.5	76.85	31.6	40.25	26.6	33.89	20.6	26.24
	5		65	78.66	30.4	38.73	26.2	33.38	21	26.75
	6		69.5	84.11	31.3	39.87	26.5	33.76	20.5	26.11
	rata-rata		64.42	77.96	31.45	40.06	26.83	34.18	21.3	27.13

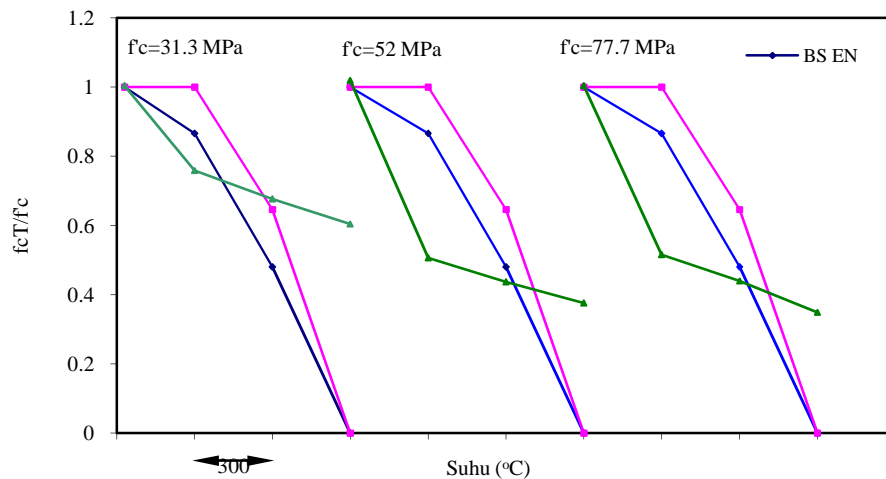
Hubungan antara degradasi kuat tekan beton rata-rata terhadap suhu diilustrasikan pada Gambar 3. Kuat tekan BSGMN pada suhu 300°C mengalami penurunan di atas 20% dibanding beton kontrol (suhu normal). Bahkan pada suhu 600°C dan 900°C penurunan kuat tekan yang terjadi sangat signifikan terhadap kuat tekan beton kontrol (turun 50%). Kuat tekan spesimen BSGMM dan BSGMT, bahkan menurun drastis mulai suhu 300°C hingga 900°C.



Gambar 3. Perubahan kuat tekan beton serat Goni terhadap suhu

#### 4.2. Verifikasi model yang telah dikembangkan terhadap hasil eksperimen

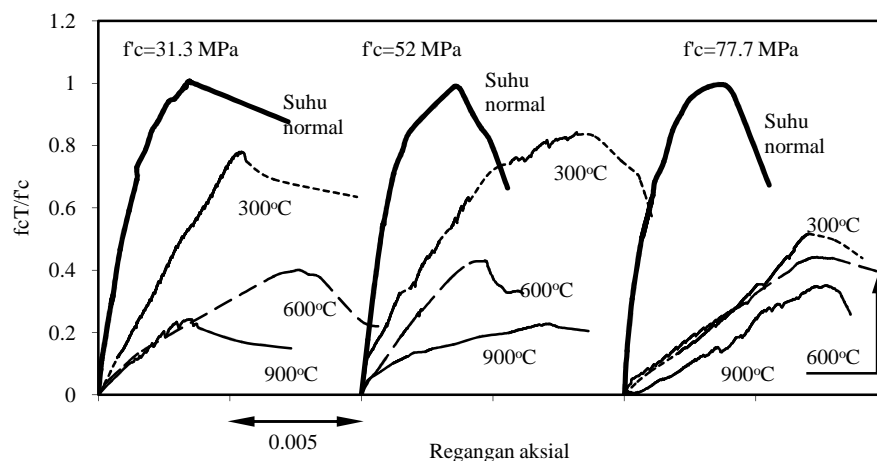
Selanjutnya perilaku degradasi kuat tekan beton rata-rata terhadap peningkatan suhu berdasarkan hasil eksperimen diverifikasi terhadap persamaan desain kuat tekan beton pada berbagai suhu berdasarkan BS EN dan ASCE yang direpresentasikan pada Persamaan (1) dan (2) di atas, dan hasil verifikasi terlihat pada Gambar 4. Seperti ditunjukkan pada Gambar 4, kuat tekan beton berserat Goni mengalami degradasi yang lebih cepat pada suhu 300°C, 600°C dan 900°C bila dibandingkan dengan standar BS EN dan ASCE. Hasil perbandingan lainnya adalah bahwa kekuatan sisa (*residual strength*) pada BSGMN adalah berkisar 60%, dan untuk BSGMM dan BSGMT mempunyai kekuatan sisa yang hampir sama yaitu sekitar 40%. Nilai kekuatan sisa hasil eksperimen tersebut lebih tinggi dari nilai berdasarkan kedua standar tersebut dan terjadi pada suhu 900°C.



Gambar 4. Perbandingan model-model degradasi kuat tekan beton vs hasil eksperimen

### 4.3. Respon tegangan-regangan

Gambar 5 memperlihatkan respon tegangan-regangan beton rata-rata pada setiap kategori benda uji terhadap beban uniaksial pada berbagai suhu, dimana tegangan yang terjadi setiap spesimen diverifikasi terhadap kuat tekan beton umur 28 hari ( $f'_c$ ). Seperti terlihat pada Gambar 5 tersebut, degradasi kuat tekan pada semua spesimen juga diikuti dengan degradasi kekakuan sejalan dengan peningkatan suhu yang ditandai semakin landainya kurva sebelum respon puncak. Pada respon setelah puncak, peningkatan suhu yang diterapkan pada setiap spesimen memperlihatkan penurunan kekuatan yang semakin tajam. Perilaku ini terjadi secara ekstrim pada BSGMN dan BSGMM pada suhu 600°C dan 900°C, dan pada BSGMT pada suhu 300°C, 600°C dan 900°C, dan sekaligus menandai secara umum terjadi penurunan daktilitas secara signifikan beton berserat Goni pada suhu yang semakin tinggi.



Gambar 5. Respon tegangan-regangan beton berserat Goni pada berbagai suhu

## 5. PEMODELAN DEGRADASI BETON BERSERAT GONI TERHADAP SUHU

Hasil perbandingan antara prediksi degradasi kuat tekan beton terhadap suhu dengan hasil eksperimen yang telah dibahas di atas memperlihatkan bahwa terjadi deviasi yang cukup signifikan. Perbedaan tersebut terutama disebabkan pada model yang telah dikembangkan (BS EN dan ASCE) adalah berdasarkan pengujian pada beton normal (tanpa serat), sehingga karakteristik material seperti kekakuan dan daktilitas juga mempunyai perbedaan yang signifikan. Hingga saat ini belum banyak dikembangkan model hubungan antara degradasi kuat tekan beton terhadap peningkatan suhu khususnya untuk beton berserat, terlebih untuk material yang relatif baru seperti beton berserat Goni. Oleh karena itu dikembangkan model persamaan konstitutif yang lebih realistis dan dapat mewakili perilaku hasil eksperimen. Untuk mengembangkan model, digunakan data-data hasil eksperimen pada Tabel 3, dimana pengembangan model dibagi kedalam tiga kategori yaitu model untuk BSGMN, BSGMM dan BSGMT.

Selanjutnya dilakukan regresi untuk setiap kategori, dimana masing-masing regresi ditunjukkan pada Gambar 6, 7 dan 8.

Berdasarkan Gambar 6, hasil regresi Non-Linier untuk BSGMN yang menghasilkan persamaan:

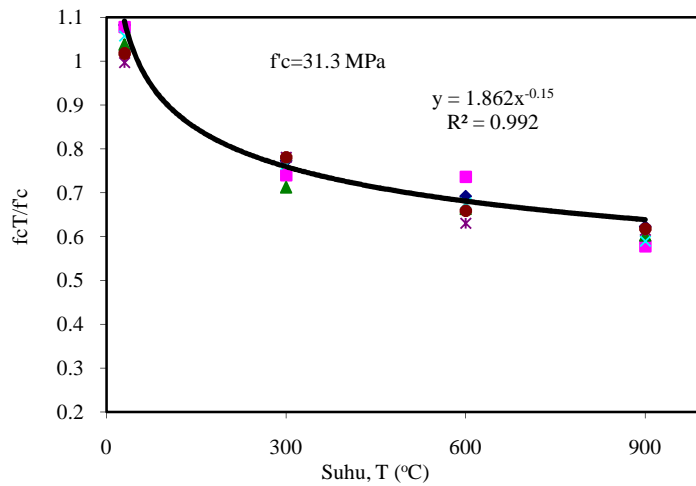
$$\frac{f_{cT}}{f'_c} = 1.86.T^{-0.16} \quad (3)$$

Hasil regresi Non-Linier BSGMM seperti terlihat pada Gambar 7 adalah:

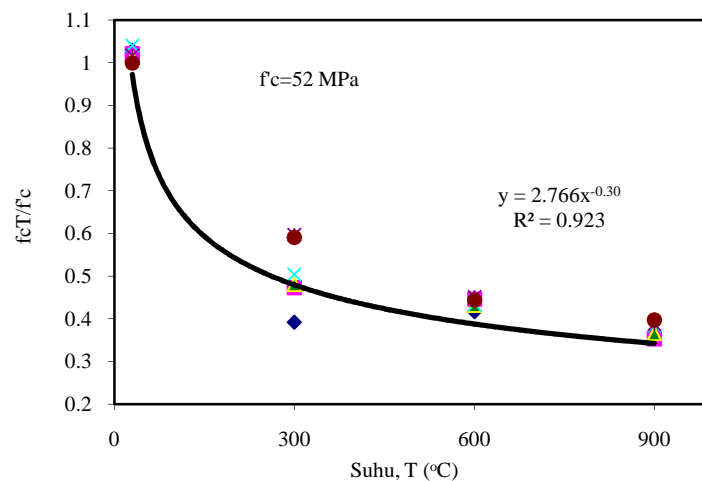
$$\frac{f_{cT}}{f'_c} = 2.77.T^{-0.31} \quad (4)$$

Hasil regresi Non-Linier BSGMT adalah (Gambar 8):

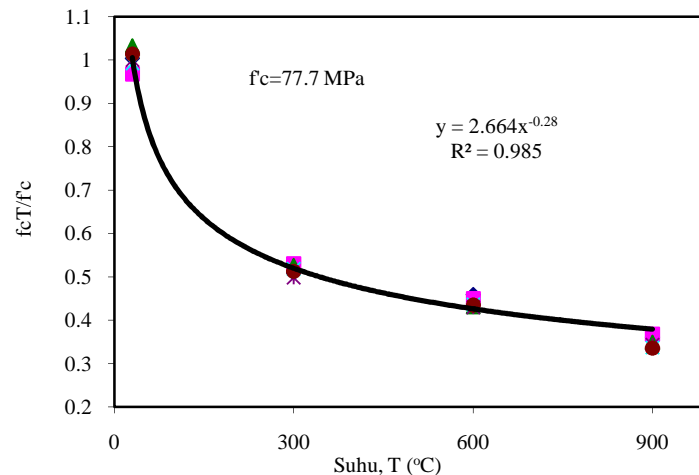
$$\frac{f_{cT}}{f'_c} = 2.66.T^{-0.29} \quad (5)$$



Gambar 6. Regresi Non-linier BSGMN



Gambar 7. Regresi Non-linier BSGMM



Gambar 8. Regresi Non-linier BSGMT

## 6. PENUTUP

### 6.1. Kesimpulan

1. Beton berserat Goni dengan kuat tekan normal (BSGMN) pada kondisi peningkatan suhu secara gradual mempunyai sifat degradasi kuat tekan yang paling rendah dibanding beton berserat Goni dengan kuat tekan menengah (BSGMM) dan kuat tekan tinggi (BSGMT), dimana pada suhu maksimal (900°C), kehilangan kuat tekan BSGMN masih di bawah 40% dan kedua spesimen yang lain terjadi degradasi kuat tekan hingga 60%.
2. Degradasi kuat tekan secara signifikan terjadi pada spesimen BSGMM dan BSGMT mulai pembakaran suhu 300°C, dimana kehilangan kuat tekan sekitar 50% dibandingkan kuat tekan pada suhu normal.
3. Degradasi kuat tekan beton serat Goni pada berbagai kuat tekan terhadap peningkatan suhu berbeda signifikan terhadap prediksi berdasarkan standar British EN dan ASCE.
4. Respon tegangan-regangan beton berserat Goni pada spesimen BSGMN dan BSGMM mempunyai kecenderungan yang hampir sama pada pembakaran suhu 300°C, yaitu dalam hal penurunan kekakuan dan respon setelah puncak. Perilaku tersebut berbeda pada spesimen BSGMT, dimana mulai suhu 300°C hingga 900°C, spesimen mengalami penurunan kekuatan dan daktilitas yang sangat berarti.
5. Secara umum, kuat tekan sisa (*residual strength*) BSGMN adalah yang paling tinggi dibandingkan BSGMM dan BSGMT.
6. Prediksi degradasi kuat tekan beton serat Goni terhadap peningkatan suhu diusulkan berdasarkan model seperti yang dikembangkan berdasarkan regresi non-linier pada persamaan (3), (4) dan (5).

### 6.2. Saran

Penelitian ini masih dapat dikembangkan ke arah beton berserat Goni paska bakar secara lebih komprehensif, dengan memperluas variabel penelitian seperti kuat tarik, modulus lentur, modulus elastisitas. Selain itu model tegangan-regangan juga dapat diteliti lebih lanjut mengenai besaran tingkat daktilitas yang terjadi, agar dapat diketahui dengan pasti akurasi apabila akan digunakan pada struktur bangunan tahan gempa.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini adalah bagian dari Penelitian Hibah Bersaing Tahun Anggaran 2012, Kontrak No.002/006.2/PP/SP/2012, Depdikbud. Terima kasih disampaikan kepada DP2M Depdikbud atas dukungan finansial sehingga terlaksananya penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada staf dan teknisi Laboratorium Bahan Universitas Islam Sultan Agung yang telah membantu dalam pembuatan benda uji.

## DAFTAR PUSTAKA

- Antonius and Imran, I. (2012). "Experimental study of confined low, medium and high-strength concrete subjected to concentric compression". *ITB Journal of Engineering Science*, Vol.44(3), 252-269.
- Antonius, Indarto, H and Kurniastuti, D. (2012). "Mechanical properties of gunny sack fiber concrete", *Proceeding of 1<sup>st</sup> International Conf. On Sustainable Civil Eng. Structures and Constr. Materials (SCESCM)*, Yogyakarta, Indonesia, 11-13 Sept., 172-176.
- Antonius, Darmayadi, D. dan Asfari, G.D. (2012). *Perilaku mekanik beton berserat baja pada suhu tinggi*. Laporan Penelitian Hibah Bersaing TA 2012, Kontrak No.002/006.2/PP/SP/2012, Depdikbud.
- Antonius dan Setiyawan, P. (2006). "Kajian besaran mekanis beton berserat mutu tinggi (studi eksperimental)", *Jurnal Wahana Teknik Sipil*, Politeknik Neg. Semarang, Akreditasi No.49/Dikti/Kep./2003, Vol. 11(3), 74-81.
- ASCE (1992). *Structural fire protection*. Manual No.78, ASCE Committee on Fire Protection, Structural Division, New York, 260 pp.
- Aslani, F. and Bastami, M. (2011). "Constitutive relationships for normal- and high-strength concrete at elevated temperatures", *ACI Materilas Journal*, Vol.108(4), 355-364.
- ASTM C 39 – 94 (1996). *Test methode for compressive strength of cylindrical concrete specimens*. Annual Books of ASTM Standards, USA, 1996.
- BS EN 1992-1-2, (2004). *Design of concrete structures, Part 1.2: General rules-structural fire design*, Eurocode 2, Commssion of European Communities, Brussels, Belgium, 100 pp.
- Cement & Concrete Institute (2010). *Fiber reinforced concrete*. The Cement & Concrete Institute, Midrand.
- Kodur, VKR and Sultan, MA (2003). "Effect of temperatures on thermal properties of high-strength concrete", *Journal of Materials in Civil Engineering ASCE*, Vol.15(2), 101-107.
- Kurniastuti, D. (2011). *Perilaku mekanik beton dengan substitusi serat karung goni*. Tesis Magister, Program Pascasarjana, Universitas Diponegoro.
- Sampebulu, V. (2012). "Influence of high temperatures on the workability of fresh ready-mixed concrete", *ITB Journal of Engineering Science*, V.44(1), 21-32.
- Santos, SO, Rodrigues, JPC, Toledo, R and Velasco, RV. (2009). "Compressive behaviour at high temperatures of fibre reinforced concretes", *Acta Polytechnica*, Vol.49(1), 29-33.