



UNUD

**PROSIDING NASIONAL**

**ISSN : 1411 - 4771**



**SIMPOSIUM FISIKA NASIONAL XXVII (SFN 2014)**

**“Fisika Dalam Kehidupan Sehari - hari”**



**UNIVERSITAS UDAYANA**

**Bali - Indonesia, 16 - 17 Oktober 2014**

**Organized by:**



UNUD

**Sponsored by :**

**Supported by :**



**ISSN : 1411-4771**  
**Diterbitkan : 19 Maret 2015**

**PROSIDING**  
**SIMPOSIUM FISIKA NASIONAL XXVII**  
**HIMPUNAN FISIKA INDONESIA**

16-17 Oktober 2014  
Universitas Udayana  
Denpasar Bali

**Tim Editor :**

Dr. Wayan Gede Suharta  
Ni Nyoman Rupiasih, Ph.D.  
Dr. Hery Suyanto

Cover Design : I Ketut Putra, M.Si.

Hak cipta yang dilindungi Undang-undang

Hak Penerbitan pada : Universitas Udayana

Dicetak oleh : Jonggrang Printing

d.a : Jl. Tukad Batanghari 42e, Panjer, Denpasar, Bali  
Phone: (0361)8755999

**PANITIA SEMINAR FISIKA NASIONAL (SFN) XXVII  
THE 4<sup>th</sup> INTERNATIONAL CONFERENCE ON THEORETICAL  
AND APPLIED PHYSICS (ICTAP)**

**Pelindung** : Prof. Dr. dr. Ketut Suastika, Sp.PD-KEMD (Rektor UNUD)  
**Penanggung Jawab** : Ir. A.A. Gde Raka Dalam, M.Sc (Hons) (Dekan FMIPA UNUD)  
**Penasehat** : Prof. Dr. Mitra Djamal ( Ketua HFI )  
Dr. Kuwat Triyana ( Wakil Ketua HFI )  
Drs. I Made Satria Wibawa, M.Si ( PD I FMIPA UNUD )  
Drs. Nyoman Widana, M.Si (PD II FMIPA UNUD)  
I.B. Suryatika, S.Si, M.S.i (PD III FMIPA UNUD)  
Ir. H. S. Poniman, M.Si (Kajur Fisika FMIPA UNUD)  
Dr. Ir. Hery Suyanto, M.T ( Ketua HFI Bali )  
**Ketua** : Ni Nyoman Rupiasih, S.Si, M.Si, Ph.D  
**Wakil Ketua** : Dr. Drs. A. A. Ngurah Gunawan, MT  
Dr. Drs. I Wayan Gede Suharta, M.Si  
**Sekretaris** : Supardi, S.Si, M.Si  
**Bendahara** : Nyoman Wendri, S.Si.,M.Si

**PerlengkapandanTransportasi :**

I Ketut Putra, S.Si., M.Si. (Koordinator).  
I Ketut Sukarasa, S.Si., M.Si  
Komang Ngurah Suarbawa, S.Si.,M.Si.

**Konsumsi :**

Dra.I Gusti Agung Ayu Ratnawati, M.Si (Koordinator)  
Dra. Ni Nyoman Ratini, M.Si

**Acara :**

Gusti Ngurah Sutapa, S.Si., M.Si (Koordinator)  
I Made Yuliara, S.Si., M.T

**Pubdedok :**

I Gusti Agung Putra Adnyana, S.Si., M.Si (Koordinator)  
I Gusti Agung Widagda, S.Si., M.Kom

**Sidang :**

Ir. Putu Suardana, M.Si (Koordinator)  
Drs. Ida Bagus Alit Paramarta, M.Si  
Drs. I Nengah Simpan, M.Si  
I Nengah Artawan, S.Si., M.Si  
Ir. Ida Bagus Sujana Manuaba, M.Sc

**Sekretariat :**

Drs. Made Sumadiyasa, M.Si (Koordinator)  
Ni Luh Putu Trisnawati, S.Si., M.Si

**Penggalian Dana :**

Ni Komang Tri Suandayani. S.Si.,M.Si (Koordinator)  
Ir. Windaryoto, M.Si.  
Ir. Winardi Tjahyo Baskoro, MT.  
I Gde Antha Kasmawan, S.Si., M.Si

## KATA PENGANTAR

Simposium Fisika Nasional (SFN) XXVII adalah kegiatan tahunan Himpunan Fisika Indonesia (HFI) yang diselenggarakan bersamaan dengan *The 4<sup>th</sup> International Conference on Theoretical and Applied Physics 2014* (ICTAP 2014) di Universitas Udayana pada tanggal 16-17 Oktober 2014, Denpasar-Bali. Panitia Penyelenggara Simposium kali ini adalah HFI Pusat bekerjasama dengan HFI Cabang Bali. Adapun tema khusus yang diusung pada Simposium kali ini adalah “Fisika Untuk Kehidupan Sehari-hari”.

Penyelenggaraan SFN ini diisi dengan penyajian 5 makalah undangan serta 136 makalah paralel yang terbagi dalam 9 Kelompok Fisika yaitu Fisika Teori dan Komputasi, Material Maju dan nano teknologi, Biofisika dan Medis, Geofisika, Astrofisika, Instrumentasi, Laser dan Optoelektronika, Fisika Energi dan Lingkungan, dan Fisika Pendidikan. Makalah undangan pertama disampaikan oleh Prof. Hermawan K. Dipojono, Ph.D. dari Ditjen DIKTI dengan judul “*Computational Materials Design for Future Development of Sustainable Energy*” dan makalah undangan kedua oleh Prof. Dr. Bambang Widiyatmoko dari Pusat Penelitian Fisika LIPI dengan judul “*Stabilisasi Frekuensi Laser Diode dan Potensi Aplikasi Dalam Membangkitkan mm-Wave*”. Makalah undangan ketiga disampaikan oleh Prof. Dr. Halmar Halide dari Jurusan Fisika, FMIPA Universitas Hasanuddin dengan judul “*Penggunaan El Nino Southern Oscillation (Enso) Untuk Prediksi Bencana Alam – Dimana Posisi Kita ?*”. Makalah undangan keempat disampaikan oleh Prof. Dr. Bobby Eka Gunara dari Jurusan Fisika, FMIPA Institut Teknologi Bandung dengan judul “*Recent Developments In 4D Black Hole Physics*”. Makalah undangan terakhir oleh Dr. Hery Suyanto dari Jurusan Fisika, FMIPA Universitas Udayana dengan judul “*Aplikasi Laser Pada Konsep Dasar Teori Fisika*”. Selain itu, telah dilaksanakan pula rapat Pleno anggota HFI sebagai cara rutin dan wajib dalam setiap penyelenggaraan Simposium Fisika Nasional.

Peserta Simposium yang hadir terdiri atas para fisikawan baik anggota maupun bukan anggota HFI yang berasal dari sejumlah Perguruan Tinggi Negeri dan Swasta (Universitas Negeri Makassar, FKIP UHAMKA Jakarta, UIN Maulana Malik Ibrahim Malang, PPs Unsyiah, Pusat Penelitian Fisika LIPI, Universitas Syiah Kuala, IPB Bogor, UIN Maliki Malang, Universitas Negeri Jakarta, Universitas Negeri Semarang, ITB, Universitas Muhammadiyah Makassar, STKIP Singkawang, Universitas Udayana (UNUD), SMA Negeri 1 Mamasa, UNSRI, Universitas Andalas, LAPAN, Universitas Brawijaya, Universitas Pattimura, Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung, Universitas Negeri Medan, Universitas Advent Indonesia, Universitas Riau, Universitas Sumatera Utara, Universitas Hasanuddin, PT. Astra Honda Motor, Universitas Negeri Surabaya (UNESA), UGM, Parahyangan Catholic University, Politeknik Negeri Banjarmasin, STKIP Singkawang, Universitas Negeri Malang, Pusat Teknologi Keselamatan dan Metrologi Radiasi-Badan Tenaga Nuklir Nasional, Unpad, Institut Teknologi Indonesia, Universitas PGRI Semarang, Universitas Gunadarma, Universitas Jenderal Soedirman, Universitas Palangka Raya, UIN Malang, Universitas Syiah Kuala, ITS, Universitas Pendidikan Ganesha, Universitas Negeri Semarang, Politeknik Negeri Bandung, Universitas Khairun, Universitas Cenderawasih Jayapura, Universitas Jenderal Soedirman, Universitas Kristen Satya Wacana, Universitas Pelita Harapan, dan Universitas Mataram).

Akhirnya, kami mohon maaf yang sebesar-besarnya atas segala kekurangan serta ketidaksempurnaan pada Prosiding ini serta berharap semoga Prosiding Simposium Fisika Nasional XXVII dapat memberikan manfaat serta kontribusi yang berarti bagi dunia ilmu pengetahuan umumnya dan bagi ilmu Fisika khususnya.

Denpasar, 19 Maret 2015

Tim Editor

**JADWAL ACARA SIMPOSIUM FISIKA NASIONAL 2014  
(SFN XXVII) 17 Oktober 2014  
DENPASAR BALI**

<b>WAKTU</b>	<b>ACARA</b>	<b>RUANG</b>
7.00 - 8.00	Registrasi	Gedung Pasca Sarjana
8.00 - 8.45	Pembukaan	Aula Pasca Sarjana
8.45 - 9.00	Istirahat	Gedung Pasa Sarjana
9.00 - 12.15	Pleno : 1. Hermawan Kresno Dipojono (ITB) 2. Bambang Widiyatmoko (LIPI) 3. Halmar Halide (UNHAS) 4. Bobby Eka Gunara (ITB) 5. Hery Suyanto (UNUD)	Aula Pasca Sarjana
12.15 - 13.00	Ishoma/Pertemuan Fisikawati	Gedung Pasca Sarjana
13.00 - 16.00	Sesi Paralel	Gedung Pasca Sarjana dan Gedung Fakultas Pertanian

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>PEMBICARA UTAMA</b>	
PU-1	xiv
PU-2	xv
PU-3	xvi
PU-4	xvii
PU-5	xviii
<b>ASTROFISIKA</b>	
A 101	1-10
A 102	11-17
<b>FISIKA TEORI</b>	
FT 101	18-23
FT 102	24-27
<b>FISIKA ENERGI DAN LINGKUNGAN</b>	
FL 101	28-32
FL 102	33-43
FL 103	44-47
FL 104	48-52
FL 105	53-56
FL 106	57-62
FL 107	63-69
FL 108	70-76
FL 109	77-83
FL 110	84-89
FL 111	90-98

FL 112	Konveksi Rayleigh Benard Melalui Pengamatan Kecepatan Gerak Molekul Air dan Jari-Jari Konveksi, <i>Vistarani Arini Tiwow, Yusril Yusuf</i> .....	99-103
--------	--	--------

### INSTRUMENTASI

I 101	Pengembangan Sistem Instrumentasi Geophone Array Sensor Biaya Murah Untuk Eksperimen Geofisika-Seismik pada Skala Laboratorium, <i>Didik R. Santoso</i> .....	104-109
I 102	Desain Sistem Pengukur Tebal Profil Film Tipis Dengan Transducer LVDT, <i>Jajat Yuda Mindara, Norman Syakir, Darmawan Hidayat, Bambang Mukti Wibawa</i> .....	110-117
I 103	Rancang Bangun Sistem Wireless Monitoring Temperatur dan Level pada Tangki Ganda Berbasis Zigbee, <i>Robinsar Parlindungan, Lee Kwan Ronanda Hasiolan Sipangkar</i> .....	118-125
I 104	Perancangan dan Pembuatan Prototipe Chamber Uji Sensor POF Untuk Kelembaban Udara, <i>A.Irhamsyah, Melania S. Muntini, dan Agus M. Hatta</i> ...	126-131
I 105	Perancangan dan Pembuatan Pemanas Air Otomatis Tipe Cylindrical Parabolic Collector (Cpc) Menggunakan Sensor Temperatur Lm335 Sistem Aliran Paksa, <i>Lathif Muzakky, Farid Samsu Hananto</i> .....	132-136
I 106	Perancangan dan Pembuatan Lux Meter Digital Berbasis Sensor Cahaya EL7900, <i>Satriya Wibawa I Made, Hery Suyanto, Putra I Ketut</i> .....	137-141
I 107	SIMULASI PEMANFAATAN KINCIR ANGIN LADANG GARAM SEBAGAI PEMBANGKIT LISTRIK, <i>Ahmad Kanzu Syauqi Firdaus, Ahmad Abtokhi</i> .....	142-145
I 108	Pengembangan Mechanomyogram Berbiaya Murah menggunakan Accelerometer dan Membran Mikrofon, <i>YB Gunawan Sugiarta, Robinsar Parlindungan, Dida Suhadi</i> .....	146-151

### GEOFISIKA

G 101	Kuat Tekan Pasta Geopolimer Berbahan Dasar Lempung Dengan Menggunakan Sodium Silikat Sintesis Dari Abu Sekam Padi, <i>Agung Setiawan, Fitriyani, dan Subaer</i> .....	152-156
G 102	Uji Formula Brutsaert-Crawford pada Perhitungan Radiasi Gelombang Panjang Atmosfer, <i>Arsali, Octavianus Cakra Satya, dan Saipul Hamdi</i> .....	157-162
G 103	Potensi Energi Angin Sebagai Energi Alternatif Musiman di Kota Ambon, <i>Diana Julaidy Patty</i> .....	163-168
G 104	Estimasi Sifat Elastis Batuan Dengan Metod Geolistrik Hambatan Jenis, <i>Lantu, D.A.Suriamihardja, M.Imran, Tri Haryanto</i> .....	169-174
G 105	Penyelidikan Geologi dan Geokimia di Lapangan Panasbumi Suli, Maluku Tengah, <i>Helda Andayan, Richard Rudolf Lokollo</i> .....	175-177
G 106	Identifikasi Curah hujan dan Angin Diurnal Luaran Model <i>Conformal Cubic Atmospheric Model-Numerical Weather Prediction (CCAM-NWP)</i> di Wilayah Indonesia, <i>Iis Sofiati, Nurzaman Adikusumah</i> .....	178-186
G 107	Karakteristik Air Sumber Panas Bumi Pada Daerah Manifestasi Fajar Bulan, Sumatera Selatan, <i>Erni, Frinsyah Virgo, Falisa</i> .....	187-190
G 108	Karakteristik Gempa Bumi Dangkal Pada Zona Sesar Sungkup Bali-Flores Back Arc Thrust Dan Sekitarnya Periode 1980-2010, <i>Irjan dan Khairul Rakhman</i> .....	191-196
G 109	Persamaan Aliran Air Dalam Media Berpori Sebagai Aliran Airtanah ( <i>Groundwater</i> ), <i>Muhammad Hamzah Syahrudin</i> .....	197-202
G 110	Perbandingan Peta Anomali Medan Magnetik Total, Graviti dan Resistivitas Semu pada Kawasan Rawan Longsor, Paya Ateuk Aceh Selatan, <i>Muhammad Yanis, Faisal Abdullah, Nazli Ismail</i> .....	203-206
G 111	Studi Pengaruh Debit Sungai Terhadap Parameter TDS ( <i>Total Dissolved Solid</i> ) Di Sub DAS Komerling Provinsi Sumatera Selatan, <i>Netty Kurniawati, Sutopo, M.Iman Iqbal</i> .....	207-211

G 112	Studi Penentuan Jenis Aliran Sungai Pute Kawasan Karst Rammang-Rammang Kabupaten Maros, <i>Pariabti Palloan, Nasrul Ihsan dan Vistarani Arini Tiwow</i> .....	212-218
G 113	Analisis Struktur Kristal Pada Tanah Di Sekitar Daerah Rammang-Rammang Kawasan Karst Maros, <i>Sulistiawaty, Muhammad Arsyah, Vistarani Arini Tiwow</i> .....	219-226
G 114	Estimasi Model Satu Dimensi Kecepatan Gelombang P Dan S Di Jawa Tengah Dan Timur, <i>Supardiyono dan Dzulkifli</i> .....	227-230
G 115	Studi Parameter Muatan Padat Tersuspensi (MPT) Pada Sungai Komerling Akibat Pengaruh Kecepatan Arus dan Debit Limpasan, <i>Sutopo, Netty Kurniawati, Rinaldi</i> .....	231-235
G 116	Analisis Seismic Noise Test Dengan Menggunakan Seismometer Short Period, <i>Titi Anggono, Syuhada, Nugroho Dwi Hananto, Lina Handayani</i> ...	236-240
G 117	Pendugaan Struktur Bawah Permukaan Di Sekitar Candi Badut Malang Menggunakan Metode Geolistrik, <i>Wasis</i> .....	241-247
G 118	Studi Penjajagan Potensi Energi Surya di kawasan Yogyakarta, <i>Yusuf Suryo Utomo</i> .....	248-253
G 119	Struktur Perlapisan Bawah Tanah Berdasarkan Data Geolistrik dan Data Bor (N-SPT) untuk Menentukan Jenis dan Kedalaman Pondasi Daerah Distrik Abepura, Papua, <i>Virman, Jan Pieter, Putu Victoria M. Risamasu, Albert Lumbu dan Auldry F. Walukow</i> .....	254-261
G 120	Perbandingan Simulasi Curah Hujan Di Wilayah Indonesia Bagian Tengah Selatan Dengan Tiga <i>Host Model</i> , <i>Ina Juaeni, Bambang Siswanto, Nurzaman, Iis Sofiati</i> .....	262-269
G 121	<b>G 122</b> Hubungan Antar Lempeng Tektonik di Laut Barat Pulau Sumatera dan Sebaran Pusat Gempabumi dan Pola Sesar, <i>Abdul Basid dan Syarifah</i> .....	270-280
G 122	Identifikasi Struktur Litologi Bawah Permukaan Berdasarkan Nilai Kelistrikan Bumi di Jalan Trans-Kalimantan yang Melalui Daerah Rawa, Kalimantan Selatan .....	281-286

### LASER DAN OPTOELEKTRONIKA

LO 101	Perancangan Sistem Sensor Serat Optik Untuk Pengukuran Getaran Akustik, <i>Harmadi, Bayu Hadi Saputro, Wildian</i> .....	287-290
LO 102	Pemindaian 2D Emisi Kuantum Dot Pada Substrat Solid Dengan Mesin CNC, <i>Isnaeni, Suryadi dan Yuliati Herbani</i> .....	291-295
LO 103	Analisa <i>Bandwidth</i> Respon Transmisi <i>Fiber Bragg Grating</i> Menggunakan Laser Dioda, <i>Iyon Titok Sugiarto, Andi Setiono dan Bambang Widiatmoko</i> .....	296-299
LO 104	Uji Kemampuan Perangkat Teknik <i>Laser-Induced Plasma Spectroscopy</i> (LIPS) Komersial Untuk Analisa Unsur Organik Utama (C, H, O, N) Dalam Tanah Yang Dilanda Tsunami Setelah 10 Tahun Kejadian Tsunami, <i>Nasrullah Idris, Muliadi Ramli, Syaui Kamal, Rinda Hedwig, Zener Sukra Lie, Kiichiro Kagawa and Koo Hendrik Kurniawan</i> .....	300-304
LO 105	Pengenalan Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia (SKKNI) Bidang Keahlian Teknisi Instalasi Fiber Optik, <i>Tomi Budi Waluyo, Bambang Widiatmoko, Maria Margaretha Suliyanti</i> .....	305-309
LO 106	Analisis Signal Latar Plasma Laser dan Efeknya Dengan <i>Laser-Induced Breakdown Spectroscopy</i> (LIBS), <i>Winardi Tjahyo Baskoro</i> .....	310-315
LO 107	Pengembangan Microwave Sweep Generator Berbasis Mixing Dua Dioda Laser, <i>Wildan Panji Tresna, Iyon Titok Sugiarto dan Bambang Widiatmoko</i> .....	316-319
LO 108	Analisis Unsur Impuritas Pb, Cr dan Zn Dalam Sampel Cair Dengan Laser-Induced Breakdown Spectroscopy (LIBS) Melalui Metode Elektrolisis, <i>Hery Suyanto, Manuntun Manurung, Winardi Tjahyo Baskoro</i> .....	320-324

## MATERIAL MAJU DAN NANOTEKNOLOGI

MN 101	Pengujian Serbuk Komersial $\text{LiFePO}_4$ Sebagai Bahan Aktif Katoda Baterai Lithium untuk Mobil Listrik Nasional, <i>Achmad Subhan, Fadli Rohman, Titik Lestariningsih, R. Ibrahim Purawardi</i> .....	325-329
MN 102	Studi Komposisi Fasa dan Sifat Kemagnetan Bijih Besi <i>Magnetite</i> Aceh Besar, <i>Adi Rahwanto, Deviyani Rusdiyanti Putri dan Zulkarnain Jalil</i> .....	330-333
MN 103	Sintesis Superkonduktor $\text{YBa}_{2-x}\text{La}_x\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ Dengan Variasi Unsur Y dan La, <i>I Gede Cahya Pradana, Gusti Agung Widagda, Wayan Gede Suharta</i> .....	334-338
MN 104	Sintesis Material Fotokatalis $\text{TiO}_2$ Untuk Penjernihan Air Limbah Tekstil, <i>Astuti, Sri Mulyadi, Rida Tussa'adah</i> .....	339-342
MN 105	Pengaruh Lama Pengendapan pada Kopresipitasi Sintesis Nano Hidroksiapatit dari Batuan Calcite Alam Druju Malang Terhadap Kristalinitas dan Kekerasannya, <i>Yudyanto, Markus Diantoro, Hartatiek, Lia Septiani</i> .....	343-352
MN 106	Limbah FlyAsh (Abu Terbang) Batubara PLTU Asam-asam Sebagai Bahan Campuran Bata Ringan, <i>Ninis Hadi Haryanti</i> .....	353-359
MN 107	Pengaruh Tekanan Pengepresan dan Temperatur Pada Hidrogen Storage Keratin dan Mg, <i>Erna Hastuti, Nova Kartika, Azizah Fi Ahliha</i> .....	360-364
MN 108	Karakterisasi Campuran Nano Partikel Abu Sekam Padi Dan Abu Boiler Kelapa Sawit Menjadi Nano Komposit Termoplastik HDPE, <i>Eva Marlina Ginting, Nurdin Bukit</i> .....	365-372
MN 109	Sintesis Zeolit Dari Abu Sekam Padi Sebagai Adsorban Karbon Monoksida (Co) Kendaraan Bermotor, <i>Farhani Maula, Abd .Haris, Subaer</i> .....	373-378
MN 110	Pemanfaatan Karbon Aktif Ampas Tebu ( <i>Bagasse</i> ) Sebagai Adsorben Untuk Menurunkan Kadar Polutan Anorganik Dalam Air, <i>Haryani, Muris, Subaer</i> .....	379-383
MN 111	Fabrikasi Lapisan Transparan dan Fleksibel Komposit Nanopartikel $\text{ZnO}/\text{Carboxymethyl Cellulose}$ (CMC), <i>Horasdia Saragih</i> .....	384-389
MN 112	Pengaruh Molar NaOH Terhadap Struktur Nanopartikel ZnO Dengan Menggunakan Metode Kopresipitasi, <i>Hosana Robertus, Jasruddin dan Subaer</i> .....	390-394
MN 113	Analisis dan Karakterisasi Pembuatan Nanokomposit Karet Alam/Bentonit dengan Glysidil Metacrilate, <i>Kurnia Sembiring, Riani Sari Sembiring</i> .....	395-402
MN 114	<b>Pengaruh Penambahan Abu Boiler Kelapa Sawit Dalam Meningkatkan Kekuatan Beton, Karya Sinulingga dan Remi Napitupulu</b> .....	<b>403-409</b>
MN 115	Ketertgantungan $T_c$ Terhadap Medan Magnet Pada Superkonduktor Fase (Bi,Pb)-2212 Terdoping Nd, <i>Made Sumadiyasa, Putu Suardana, I Gusti Agung Putra Adnyana, Gelys Anisa Nindri</i> .....	410-416
MN 116	Pengaruh Penambahan $\text{CaCO}_3$ Terhadap Sifat Fisis Geopolimer Berbahan Dasar Abu Terbang ( <i>Fly Ash</i> ), <i>Asnaeni Ansar, Syamsidar. D, Armayani. M, Subaer</i> .....	417-421
MN 117	Identifikasi Fasa $\text{Zn}_{0,2}\text{Mg}_{0,8}\text{TiO}_3$ (ZMT) Pada Variasi Temperatur Kalsinasi Dengan Metode Pencampuran Larutan, <i>Nur Ichzan AS, Vicran Zharvan, Muhammad Saukani</i> .....	422-425
MN 118	Pengaruh Komposisi Agregat <i>Zircon</i> Terhadap Struktur Mikro Dan Daya Tahan Panas Komposit Geopolimer, <i>Nurfadilla, Subaer dan Nurhayati</i> .....	426-430
MN 119	Mekanisme Deposisi Film Tipis Karbon Amorf Terhidrogenasi, <i>Putut Marwoto</i> .....	431-437
MN 120	Studi Tentang Struktur Mikro Keramik Rekayasa <i>Silicon Carbide</i> (SiC) Berbahan Dasar Abu Sekam Padi & Grafit Pensil 2B, <i>Resky Irfanita, Jasruddin, dan Subaer</i> .....	438-443
MN 121	Strategi Peningkatan Industri Rotan Indonesia Melalui Produksi Serat Rotan Sebagai Filler Komposit, <i>Siti Nikmatin, Nares Nugroho, Farah Fahma</i> .....	444-447
MN 122	Optimalisasi Pemakaian Energi di Industri Pengecoran Besi Melalui Audit Energi, <i>Sugiyatno, Muhammad Affendi</i> .....	448-452

MN 123	Pembuatan dan Karakterisasi Semen Gigi Nano Zinc Oxide Eugenol, <i>Siswanto, Ardini Prihantini, dan Nurul Taufiqurrohman</i> .....	453-456
MN 124	Optimasi Suhu dan Waktu Sintering Dalam Penumbuhan Kristal Superkonduktor Sistem NLBCO, <i>Putu Suardana, I Gusti Agung Putra Adnyana, Wayan Gede Suharta</i> .....	457-461
MN 125	Komparasi Spesifikasi Zirkonia Hasil Kalsinasi ZOH Dan ZOC, <i>Tundjung Indrati Yulianti</i> .....	462-471
MN 126	Pengukuran Magnetisasi Zero-field-cooled dan Field-cooled Pada $La_{0,1}Ca_{0,9}MnO_3$ , <i>Yohanes Edi Gunanto, Kelly Sinaga, Budhy Kurniawan, Soehardjo Poertadji, Toshio Ono, and Hidekazu Tanaka</i> .....	472-476
MN 127	Pengaruh Penyimpanan Terhadap Perubahan Senyawa Dan Struktur Kristal $LiB(C_2O_4)_2H_2O$ , <i>Titik Lestariningsih, Etty Marty Wigayati, Christin Rina Ratri, R. Ibrahim Purawiardi</i> .....	477-482
MN 128	Pembuatan Senyawa Zinc Aluminat Sebagai Katalis Hetrogen Untuk Produksi Bio Diesel, <i>Erfin Y Febrianto, Righita Ferdian H, Fitrah Ulumuddin dan Joelianingsih</i> .....	483-488
MN 129	Bismuth Oxide Dan Peranan nya Sebagai Elektrolit Padat SOFC, <i>Erfin Y Febrianto, Agus Sukarto, Totok Sudiro</i> .....	489-494
MN 130	Sintesis, Struktur Dan Sifat-Sifat Polimer Anorganik Aluminasilikat (Geopolimer) Dan Potensi Aplikasinya di Indonesia, <i>Subaer Junaedi, Abdul Haris</i> .....	495-499

#### BIOFISIKA DAN MEDIS

BM 101	<i>Oral Minimal Model</i> Untuk Mendeteksi Penyakit Diabetes Tipe 2, <i>Agus Kartono dan Andari Pratiwi</i> .....	500-505
BM 102	Dinamika Glukosa Darah dan Insulin Menggunakan <i>Minimal Model</i> Termodifikasi Waktu Tunda, <i>Agus Kartono, Anggi Marstella Pangaribuan dan Mersi Kurniati</i> .....	506-510
BM 103	Respon Adaptasi <i>In-Vivo</i> Terhadap Kuantitas Leukosit Mencit ( <i>Mus musculus l</i> ) Pasca Radiasi Gamma Co-60, <i>Gusti Ngurah Sutapa</i> .....	511-517
BM 104	Pengukuran Sifat Dielektrik Lemak Pangan pada Frekuensi Rendah, <i>Chomsin Sulistya Widodo, Hari Arif Dharmawan, Sucipto, Arif Hidayat</i> ...	518-521
BM 105	Deteksi Efektifitas Bahan Antiseptik Melalui Pengukuran Tegangan Permukaan, <i>Sri Suryani, Hendra Purnomo</i> .....	522-527
BM 106	Efek Radiasi Gamma Co-60 Terhadap Interval Waktu Pemberian Dosis Adaptasi (DA) Dengan Dosis <i>Challenges</i> (DC) Pada Kuantitas Leukosit Mencit ( <i>Mus musculus L</i> ), <i>Ni Luh Putu Trisnawati, Gusti Ngurah Sutapa, I Made Yuliana</i> .....	528-535
BM 107	Memfaatkan Limbah Biomassa Kebun dan Industri Kehutanan Menjadi Arang dan Uap-asap Cair, <i>Alamta Singarimbun, Lilik hendrajaya, Muhammad Edisar, Johny Custer</i> .....	536-539
BM 108	Pemanfaatan Biomagnetik Untuk Menghambat Pertumbuhan Sel Bakteri ETEC (Enterotoxigenic Escherichia coli), <i>Anak Agung Ngurah Gunawan</i> ...	540-545
BM 109	Rancang Bangun Sistem Pembangkit Gelombang Ultrasonik Sebagai Metode Alternatif Menurunkan Jumlah Bakteri E. Coli Pada Proses Penjernihan Air, <i>Komang Gde Suastika, Natalia Sri Martani, Theo Jhoni Hartanto</i> .....	546-552
BM 110	Penggunaan Medan Listrik Berpulsa Untuk Penonaktifan Biofilm Bakteri <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Mokhamad Tirono</i> .....	553-558
BM 111	Transfer Muatan Pada DNA dalam Kerangka Teori Medan Gauge Dengan menggunakan Pendekatan Integral Lintas Feynman, <i>Erika Rani, Husnul Fuad Zein</i> .....	559-565
BM 112	Sistem Persamaan Diferensial Elektrokardiogram dengan Waktu Tunda untuk Simulasi Gelombang PQRST, <i>Suryasatriya Trihandaru</i> .....	566-571

BM 113	Perbandingan Dampak Polutan Asap Kendaraan Bermotor Pada Organ Mencit (Studi Kasus pada Ginjal, Paru-Paru, Hati dan Darah), <i>Unggul P. Juswono, Arinto Y. P. Wardoyo, Hasnisa, Reza Sativan, Islakhah Sofihayati, Siti Maysaroh</i> .....	572-577
BM 114	Pengaruh Konsentrasi Dan Temperatur Pada Transpor Ion Dalam Membran Kitosan, <i>Ni Nyoman Rupiasih, Umi Hariyani, Putu Erika Winasri, I Ketut Putra</i> .....	578-582
BM 115	Analisis Fisis Komposit Biofilter Berbahan Serbuk Tembakau Untuk Menangkap Radikal Bebas Asap Rokok (Usaha Meningkatkan Kualitas Asap Rokok), <i>Agus Mulyono, Itsna Bekti Rahmawati</i> .....	583-588

### FISIKA PENDIDIKAN

FP 101	Pengaruh Pemberian Tes Berstruktur Dalam Model Pembelajaran <i>Problem Solving</i> Terhadap Kemampuan Berpikir Sistematis Siswa Di SMAN 72 Jakarta, <i>Acep Galing Kusdiwelirawan, Martin</i> .....	589-593
FP 102	Pengaruh Pendekatan Multiple Intelligences Melalui Model Pembelajaran Inquiry Terhadap Kemampuan Memecahkan Masalah Fisika Peserta Didik Kelas X di SMAN 2 Sungguminasa Gowa, <i>Aliahyahraeni, Hartono Bancong, Dian Pramana Putra</i> .....	594-597
FP 103	Penerapan Pendekatan Multiple Intelligences Melalui Model Pembelajaran Inquiry Terhadap Sikap dan Hasil Belajar Fisika Peserta Didik Kelas VIII Di SMP Negeri 3 Sungguminasa, <i>Aminah Ahmad, Hartono Bancong, Dian Pramana Putra</i> .....	598-602
FP 105	Perbandingan Metode Demonstrasi Dan Metode Eksperimen Terhadap Aktivitas Dan Hasil Belajar Fisika Kelas X SMAN 1 Tellu Siattinge, <i>Ary Utary nur, Elwinda Dwi Pratiwi, Muhammad Arsyad</i> .....	603-607
FP 106	Pengembangan Quis Maker Berbasis Multimedia Interaktif Untuk Meningkatkan Kreativitas Bagi Calon Guru Fisika, <i>Dewi Purwati</i> .....	608-611
FP 107	Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berorientasi Multi Representasi dalam Mereduksi Kesalahan Prakonsepsi Fisika Peserta Didik Kelas XI IPA SMA Negeri 1 Majene, <i>Dewi Sartika, Muris</i> .....	612-618
FP 108	Analisis Proses Keterampilan Proses Sains Mahasiswa Berdasarkan <i>Thinking Style</i> dan <i>Multiple Intelligences</i> Pada Praktikum Fisika Modern di Universitas Muhammadiyah Makassar, <i>Dian Pramana Putra, Hartono Bancong</i> .....	619-623
FP 109	Penerapan Strategi Literasi Fisika untuk Meningkatkan Kemampuan Wawasan Konsep Dasar Fisika Mahasiswa Program Studi Fisika UIN Sunan Gunung Djati Bandung, <i>Chaerul Rochman</i> .....	624-628
FP 110	Pengembangan Model Pembelajaran Fisika Umum Berbasis Pendidikan Karakter Di Program Studi Pendidikan Fisika FMIPA Unimed, <i>Derlina, Tri Harsono, Sabani</i> .....	629-635
FP 111	Kepraktisan Prototipe Media Tepat Guna Dalam Pembelajaran Fisika Di SMA, <i>Edi Supriana, Mohamad Nur</i> .....	636-646
FP 112	Pengembangan Perangkat Pembelajaran Fisika SMA Menggunakan Pendekatan Ilmiah ( <i>Scientific</i> ) Untuk Kurikulum 2013, <i>Elwinda Dwi Pratiwi, Ary Utary Nur, Kaharuddin</i> .....	647-654
FP 113	Peranan Metode Pembelajaran Partisipatif Terhadap Minat Dan Hasil Belajar Fisika Peserta Didik Kelas XI IPA SMA Negeri 8 Maros, <i>Emi Hardyanti, Jasruddin, Muh.Tawil</i> .....	655-660
FP 114	Pembelajaran Fisika Berbasis Praktikum : Komposisi Gaya, <i>Handrika utami, Hendra, Eka Murdani</i> .....	661-664
FP 115	Pengembangan Paket Tutorial Teori Kuantum Cahaya Berbasis Penyelesaian Eksplisit untuk Meningkatkan Kemampuan <i>Problem Solving</i> Mahasiswa Jurusan Fisika FMIPA UM, <i>Hartatiek, Supriyono Koes Handayanto, Yudyanto</i> .....	665-671

FP 116	Model Pembelajaran Reciprocal Teaching Setting Kooperatif Pada Mata Kuliah Termodinamika di Universitas Muhammadiyah Makassar, <i>Hartono Bancong, Dian Pramana Putra</i> .....	672-676
FP 117	Pengaruh Metode Praktikum Terhadap Hasil Belajar Fisika Siswa Kelas VIII Di SMPN 2 Kota Tangerang, <i>Imas Ratna Ermawaty, Wahyu Dian Laksanawati, Oktarina Heriyani</i> .....	677-683
FP 118	Pengembangan Perangkat Pembelajaran IPA Terpadu Model Shared Di Sekolah Menengah Pertama (SMP), <i>Irma Sakti, Subaer, Nasrul</i> .....	684-689
FP 119	Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis Masalah Untuk Peningkatan Capaian Kompetensi Fisika Umum II Prodi Pendidikan Fisika Universitas Negeri Medan, <i>Jurubahasa Sinuraya, Sehat Simatupang, dan Ida Wahyuni</i> .....	690-701
FP 120	Membangun Metode Belajar Untuk Generasi Abad 21 Pada Materi Fisika SMA, <i>Masita Husen, Hartono Bancong</i> .....	702-706
FP 121	Pengaruh Model Pembelajaran Langsung dengan Metode Bervariasi Terhadap Kemampuan Berpikir Logis dan Pemahaman Konsep Fisika Pada Peserta Didik Kelas XI IPA SMA Negeri 1 Galesong Utara, <i>Muhammad Taqwin, Muhammad Tawil, Ahmad Yani</i> .....	707-714
FP 122	Pengaruh Model Pembelajaran dan Gaya Belajar Terhadap Hasil Belajar IPA Peserta Didik Kelas VII SMP Negeri 30 Makassar, <i>Mutahharah Hasyim, Ahmad Yani, Aisyah</i> .....	715-719
FP 123	Profil Kompetensi <i>Technological Pedagogical Content Knowledge</i> (TPCK) Guru Fisika Pada Pokok Bahasan Gelombang di SMA, <i>Nurul Kusuma Wardani, Meili Yanti, Hartono B.</i> .....	720-726
FP 124	Pembelajaran Fisika Berbantuan <i>Maple 13</i> (Untuk Mendukung Proses Pembelajaran Sains Sesuai Tuntutan Kurikulum 2013), <i>Oriza Stepanus, Horasdia Saragih</i> .....	727-731
FP 125	Pengembangan Model Pembelajaran Langsung Inovatif Berbantuan Media Simulasi PHET Untuk Melatih Penggunaan Metode Ilmiah Mahasiswa Calon Guru Pada Materi Listrik Dinamis, <i>Pendi Sinulingga, Theo Jhoni Hartanto</i> .....	732-739
FP 126	Model Heuristik Vee dalam Pembelajaran Fisika untuk Mengembangkan Enam Dimensi Sains di SMA, <i>I Wayan Suastra</i> .....	740-748
FP 127	Mengembangkan Keterampilan Generik dan Nilai Karakter Melalui Pembelajaran Fisika, <i>Ketut Suma</i> .....	749-757
FP 128	Pengaruh Model Pembelajaran Novick terhadap Motivasi Belajar dan Pemahaman Konsep Fisika Peserta SMAN 5 Makassar, <i>Ria Ristiani, Sidin ALi dan Nurhayati</i> .....	758-765
FP 129	Identifikasi Peserta Didik Berdasarkan Aspek Sikap ( <i>Attitude</i> ) terhadap Fisika dan Hubungannya dengan Hasil Belajar Fisika Berdasarkan Instrumen CLASS ( <i>the Colorado Learning Attitudes about Science Survey</i> ) di Kelas IX SMP PGRI Bontonompo, <i>Riskawati, Nur Ungki Sari, Sitti Rahma Yunus</i> ...	766-769
FP 130	Penggunaan Multimedia Interaktif Materi Arus dan Tegangan Listrik Bolak-Balik Berorientasi Peta Kompetensi Siswa Sekolah Menengah Atas (SMA) di Provinsi Maluku Utara, <i>Saprudin</i> .....	770-774
FP 131	Desain Model Pembelajaran Multiple Representation Menggunakan Desain Slide PowerPoint Terhadap Pemahaman Konsep Mahasiswa Calon Guru IPA (Kajian Teoritis), <i>Sitti Rahma Yunus</i> .....	775-780
FP 132	Eksplorasi Kemampuan Pemecahan Masalah Dalam Topik Kinematika Bagi Mahasiswa Calon Guru, <i>Sondang R Manurung</i> .....	781-787
FP 133	Analisis Hasil Belajar Fisika Menggunakan Model Pembelajaran Kooperatif dan Metode Ceramah Pada Siswa Kelas XI IPA SMA Negeri 1 Palangkaraya Tahun 2013/1014, <i>Suhartono, Titik Utami, Ariawanti</i> .....	788-796
FP 134	Improving Student's Scientific Abilities by Using Guided Inquiry Laboratory, <i>Supriyono, Madlazim and M.N.R. Jauhariyah</i> .....	797-803

FP 135	Pengembangan Media Tutorial Berbasis Web untuk Pemecahan Masalah dalam Fisika, <i>Syamsuriwal, Ahmad Yani, Subaer</i> .....	804-811
FP 136	Pengembangan Perangkat Pembelajaran Fisika Berbasis Kombinasi Model Pembelajaran Langsung dan Model Pembelajaran Kooperatif yang Diimplementasikan Melalui Kegiatan Eksperimen pada Materi Kalor Untuk Melatih Keterampilan Proses Sains Siswa, <i>Theo Jhoni Hartanto</i> .....	812-821
FP 137	Pengaruh Penggunaan Strategi Pembelajaran Peningkatan Kemampuan Berpikir (SPPKB) Terhadap Hasil Belajar Fisika Siswa, <i>Tri Isti Hartini, Tasman Abbas, Fidyanti Mafikasari</i> .....	822-827
FP 138	Kesulitan Mahasiswa dalam Menyelesaikan Masalah Fisika, <i>Joko Siswanto, dan Joko Saefan</i> .....	828-830
FP 139	Membangkitkan Kecakapan Hidup ( <i>Life Skills</i> ) Siswa melalui Pendekatan Sains Teknologi Masyarakat (STM) pada Topik Hukum Hooke., <i>A.Halim dan Angria Milda</i> .....	831-834

## **Pengaruh Penambahan Abu *Boiler* Kelapa Sawit Dalam Meningkatkan Kekuatan Beton**

**Karya Sinulingga dan Remi Napitupulu**  
**Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Medan**  
**[karyasinulinggakarya@yahoo.co.id](mailto:karyasinulinggakarya@yahoo.co.id)**

### **ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh komposisi abu *boiler* kelapa sawit sebagai campuran terhadap kekuatan beton, mengetahui hasil pengujian mekanik pada beton dengan variasi campuran abu *boiler* kelapa sawit 2%, 5%, 8%, 10% dan beton normal, membandingkan hasil pengujian mekanik yaitu kuat tekan beton normal dan beton campuran abu *boiler* kelapa sawit sewaktu pengujian 7 hari, 14 hari, 28 hari dan membandingkan hasil penyerapan air pada beton campuran abu boiler kelapa sawit pada waktu beton umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari.

Beton dibuat berbentuk kubus, pada penelitian ini perencanaan campuran beton yang akan dibuat adalah semen, pasir, kerikil dan air yaitu 1 : 2 : 3 : 0,5. Pada penelitian ini dibuat variasi komposisi abu *boiler* kelapa sawit sebesar 2%, 5%, 8%, dan 10% dengan cara menambah dan mengurangi berat semen yang digunakan. Setelah beton berumur 7 hari, 14 hari dan 28 hari maka dilakukan pengujian kuat tekan, dan penyerapan air.

Dari hasil pengujian mekanik yaitu kuat tekan diperoleh beton variasi abu *boiler* kelapa sawit sewaktu pengujian umur 7 hari dari yang terendah dan tertinggi yaitu 2% abu *boiler* kelapa sawit dan 10% abu *boiler* kelapa sawit yaitu  $131,25 \pm 0,28 \text{ Kg/cm}^2$  dan  $162,96 \pm 1,35 \text{ Kg/cm}^2$ . Dalam hal ini beton dengan hasil kuat tekan rata-rata tertingginya yaitu komposisi 10% dapat di gunakan pada pemakaian beton perumahan dengan mutu beton K-125. Kuat tekan beton sewaktu pengujian umur 14 hari yang terendah dan tertinggi yaitu 2% abu *boiler* kelapa sawit dan 10 % yaitu  $165,92 \pm 0,31 \text{ Kg/cm}^2$  dan  $206,81 \pm 5,76 \text{ Kg/cm}^2$ . Dalam hal ini beton dengan hasil kuat tekan rata-rata tertingginya yaitu komposisi 10% dapat di gunakan pada pemakaian beton perumahan dengan mutu beton K-175. Kuat tekan beton sewaktu pengujian umur 28 hari yang terendah dan tertinggi yaitu 2% abu *boiler* kelapa sawit dan 10% abu *boiler* kelapa sawit yaitu  $178,37 \pm 0,27 \text{ Kg/cm}^2$ ; dan  $242,96 \pm 5,13 \text{ Kg/cm}^2$ . Dalam hal ini beton dengan hasil kuat tekan rata-rata tertingginya yaitu komposisi 10% dapat di gunakan pada pemakaian beton perumahan, bendungan, dan jembatan dengan mutu beton K-225. Dari hasil pengujian mekanik yaitu penyerapan air diperoleh beton variasi abu *boiler* kelapa sawit tertinggi dan terendah adalah 8% dan 2% abu *boiler* kelapa sawit yaitu 3,93% dan 2,70%. Hal ini merupakan bahwa dengan penambahan abu *boiler* kelapa sawit yang semakin besar dapat memperkecil penyerapan air pada beton sehingga berpengaruh pada kekuatan beton, karena semakin kecil penyerapan air pada beton akan menambah kekuatan tekan beton.

## 1. PENDAHULUAN

Beton merupakan salah satu bahan konstruksi yang banyak digunakan dalam pelaksanaan struktur bangunan modern. Beton diperoleh dengan cara mencampurkan semen portland, air dan agregat dan kadang-kadang bahan tambahan (*admixture*) yang berupa bahan kimia, serat, bahan non kimia dengan perbandingan tertentu [1] (Dipohusodo, 1996). Penggunaan beton pada dasarnya memiliki keunggulan-keunggulan diantaranya memiliki kuat tekan yang tinggi, perawatan dan pembentukan yang mudah, serta mudah mendapatkan bahan penyusunnya. Berbagai upaya telah dilakukan penelitian guna memperoleh kemajuan dalam teknologi beton yakni penambahan bahan *admixture* yang bertujuan mengurangi pemakaian semen agar lebih ekonomis, namun tidak menghilangkan sifat dari karakteristik beton itu sendiri. Upaya yang telah dilakukan tersebut adalah pemanfaatan terhadap limbah buangan agrikultur dan industri yang tidak digunakan semaksimal mungkin.

Produksi minyak kelapa sawit khususnya di Indonesia yang terus meningkat membawa dampak terhadap peningkatan limbah dari Pabrik Kelapa Sawit (PKS). Sejauh ini sebagian limbah kelapa sawit telah dimanfaatkan semaksimal mungkin diantaranya diproduksi menjadi pupuk kompos dan beberapa industri papan telah memanfaatkan Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS), pelepah serta batang pohon sawit itu sendiri menjadi produk yang bermutu tinggi yakni papan semen, papan partikel, papan gypsum ataupun papan berlapis. Perkembangan industri sawit yang terus meningkat akan berdampak pada limbah yang dihasilkan dari pengolahan Tandan Buah Segar (TBS). Limbah ini adalah sisa produksi minyak sawit kasar berupa tandan kosong, sabut dan cangkang (*batok*) sawit. Limbah padat berupa sabut digunakan sebagai bahan bakar ketel

(*boiler*) untuk menghasilkan energi mekanik dan panas. Masalah yang kemudian timbul adalah sisa dari pembakaran pada ketel (*boiler*) berupa abu dengan jumlah yang terus meningkat sepanjang tahun yang sampai sekarang masih belum dimanfaatkan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan [2] (Graille dkk, 1985) ternyata limbah abu sawit banyak mengandung unsur silika ( $\text{SiO}_2$ ) yang merupakan bahan *pozzolanic*.

Menurut hasil penelitian [3] (Pratomo, 2001, dalam Muhandi dkk, 2004) diketahui bahwa abu kelapa sawit dari sisa pembakaran serabut buah kelapa sawit mengandung unsur kimia Silika ( $\text{SiO}_2$ ) sebanyak 31,45% dan unsur Kapur ( $\text{CaO}$ ) sebanyak 15,2, [4] (Ermiyati, 2007). Abu sawit yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah abu terbang *boiler* industri sawit, sisa pembakaran yang ditangkap kemudian dikeringkan dan disaring untuk digunakan sebagai bahan campuran beton. Abu sawit tersebut diperoleh dari Pabrik Kelapa Sawit (PKS) PT.

Jika unsur Silika ( $\text{SiO}_2$ ) ditambah dengan campuran beton, maka unsur Silika tersebut akan bereaksi dengan kapur bebas  $\text{C}_a(\text{OH})_2$  yang merupakan unsur lemah dalam beton menjadi gel CSH baru. Gel CSH merupakan unsur utama yang mempengaruhi kekuatan pasta semen dan kekuatan beton. Dalam hal ini, penulis ingin meneliti satu limbah dari pabrik kelapa sawit yaitu Abu *Boiler* Kelapa Sawit yang terdapat pada mesin *boiler* sebagai penguat campuran semen.

Salah satu alternatif yang telah dicoba yaitu peningkatan kualitas dari beton dengan penggunaan berbagai jenis bahan alam sebagai bahan tambah maupun bahan pengganti yang mampu memberi kontribusi kekuatan pada beton. Dalam hal penyediaan bahan material yang memenuhi persyaratan inilah yang sering timbul masalah, dimana saat ini ditentukan kondisi semakin tidak mudah dan semakin

membutuhkan biaya yang besar dalam pengadaan bahan material yang dimaksud. Sehingga mulailah muncul banyak pemikiran untuk pengadaan bahan material alternatif sebagai pengganti dari material yang lazim digunakan.

Abu *boiler* kelapa sawit merupakan biomass dengan kandungan silika ( $\text{SiO}_2$ ) yang potensial dimanfaatkan. Pembakaran cangkang dan serat buah menghasilkan abu berwarna putih – keabuabuan akibat pembakaran dengan suhu yang tinggi dengan kandungan silika 71,14%. Adapun pemilihan abu *boiler* kelapa sawit sebagai bahan campuran semen pada beton, yaitu :

1. Pengadaannya cukup mudah dan murah sehingga bila ditinjau dari segi ekonomis akan lebih menguntungkan.
2. Abu *boiler* kelapa sawit sisa pembakaran cangkang dari Pabrik Kelapa Sawit cukup melimpah.
3. Abu *boiler* kelapa sawit memiliki kandungan Silika ( $\text{SiO}_2$ ) yang cukup tinggi dapat menjadi patokan terhadap bahan campuran semen tanpa mengurangi kualitas beton.
4. Pemilihan abu *boiler* kelapa sawit sebagai campuran semen yang memiliki Silika ( $\text{SiO}_2$ ) cukup tinggi merupakan pengikat agregat yang baik

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Bahan

Semen Portlan Ttype I, Agregat halus (Pasir), Agregat Kasar (kerikil) Abu Boiler Kelapa Sawit

### 2.2 Preparasi Sampel

Pada penelitian ini digunakan metode ASTM untuk mendesain campuran beton.. Tabel 1 memperlihatkan komposisi campuran yang telah disesuaikan dengan standart ASTM. Table 1. memperlihatkan komposisi

#### Pembuatan Sampel

Prosedur yang dilakukan dalam pembuatan sampel yaitu: Dipersiapkan

campuran untuk berbagai variasi tambahan abu boiler kelapa sawit.

**Table 1.** Komposisi Adukan Beton Rencana dengan Agregat

Nama Bahan	Massa/Volume ( $\text{kg/m}^3$ )	Perbandingan
Semen	367,4	1
Pasir	720,5	2
Kerikil	1127	3
Air	185	0,5

semua bahan-bahan campuran dengan perbandingan massa seperti tabel 2.

**Tabel 2** Faktor Perlakuan Campuran Abu *Boiler* Kelapa Sawit dan Semen

Sampel	Air (kg)	Pasir (Kg)	Kerikil (kg)	Semen (kg)	ABKS (kg)
1	5,66	22,67	34,01	11,33	Normal
2	5,66	22,67	34,01	11,33	0,188
3	5,66	22,67	34,01	11,33	0,47
4	5,66	22,67	34,01	11,33	0,753
5	5,66	22,67	34,01	11,33	0,942

Keterangan kode sampel yang digunakan

Kode sampel 1 = Beton tanpa tambahan abu boiler kelapa sawit (ABKS).

Kode sampel 2 = Beton dengan tambahan ABKS terhadap semen 2%

Kode sampel 3 = Beton dengan tambahan ABKS terhadap semen 5%

Kode sampel 4 = Beton dengan tambahan ABKS terhadap semen 8%

Kode sampel 5 = Beton dengan tambahan ABKS terhadap semen 10%

### Kuat Tekan Beton

Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Kuat tekan beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi tingkat kekuatan struktur yang dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan. Pengujian kuat tekan dilakukan untuk mengetahui kuat tekan hancur dari benda uji. Pengukuran kuat tekan (*Compressive Strength*) berdasarkan SNI 03. 1974.1990, dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$f \text{ (saat pengujian)} = \frac{P}{A}$$

Dimana :

$f$  (saat pengujian) = kuat tekan saat pengujian (kg/cm<sup>2</sup>)

$P$  = Beban tekan (kg)

$A$  = Luas penampang (cm<sup>2</sup>)

Uji penyerapan air dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui persentase penyerapan air oleh benda uji. Uji penyerapan air (*water absorbtion*) dilakukan dengan menggunakan benda uji berbentuk silinder. Untuk mengetahui besarnya penyerapan air dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$WA = \frac{mb - mk}{mk} \times 100\%$$

keterangan :

$WA$  = *Water Absorption* (cc/jam)

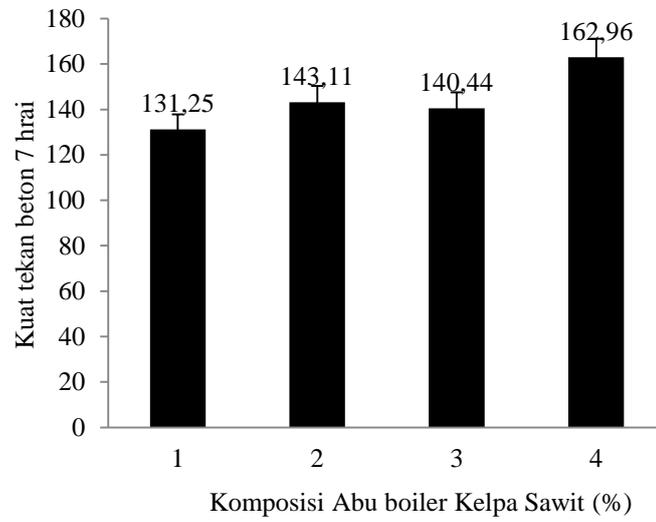
$mb$  = Massa basah dari benda uji (gram)

$mk$  = Massa kering dari benda uji (gram)

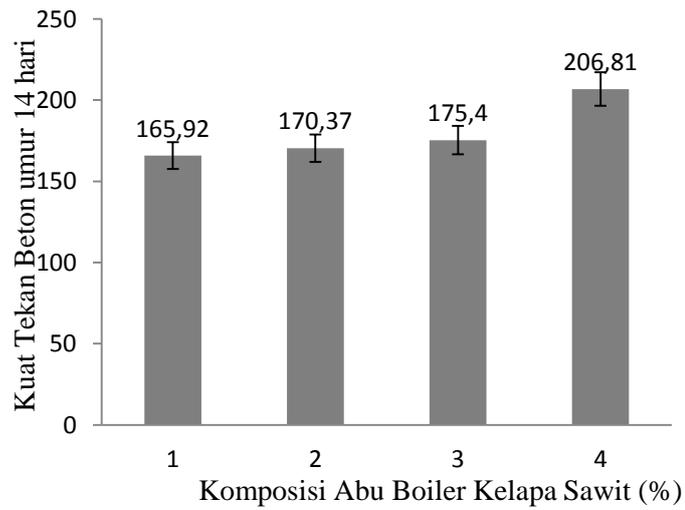
### 3.HASIL DAN PEMBAHASAN

Beton yang telah dibuat dari campuran kerikil, pasir, semen, air dan abu boiler kelapa sawit yang kemudian dilakukan perawatan dalam bak air sampai perendaman beton selama 6, 13, 27 hari. Dilakukan pengujian mekanik yaitu kuat tekan dan penyerapan air. Karakteristik beton ternyata sangat ditentukan oleh komposisi bahan penyusunnya, yaitu perbandingan antara kerikil, pasir, semen dan abu boiler kelapa sawit. Adapun pengujian beton tersebut antara lain kuat tekan dan penyerapan air.

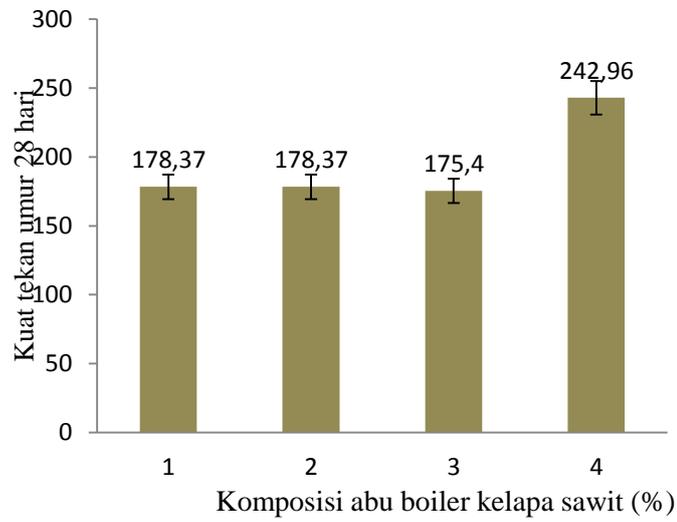
Berdasarkan data dapat dilihat hasil kuat tekan rata-rata beton abu boiler kelapa sawit 2%, 5%, 8%, 10 % dan beton normal, berturut-turut adalah 165,92 Kg/cm<sup>2</sup>; 170,37 Kg/cm<sup>2</sup>; 175,40 Kg/cm<sup>2</sup>; 206,81 Kg/cm<sup>2</sup>; 210,37 Kg/cm<sup>2</sup>. Dari hasil pengujian diperoleh kuat tekan beton campuran abu boiler kelapa sawit terendah yaitu pada beton komposisi 2% adalah 165,92 Kg/cm<sup>2</sup>, sedangkan kuat tekan beton tertinggi pada beton komposisi 10% adalah 210,37 Kg/cm<sup>2</sup>. Dalam hal ini beton dengan hasil kuat tekan rata-rata tertingginya yaitu komposisi 10% dapat digunakan pada pemakaian beton perumahan dengan mutu beton K-175. Untuk mengetahui lebih jelas dapat dilihat pada Gambar .2 :



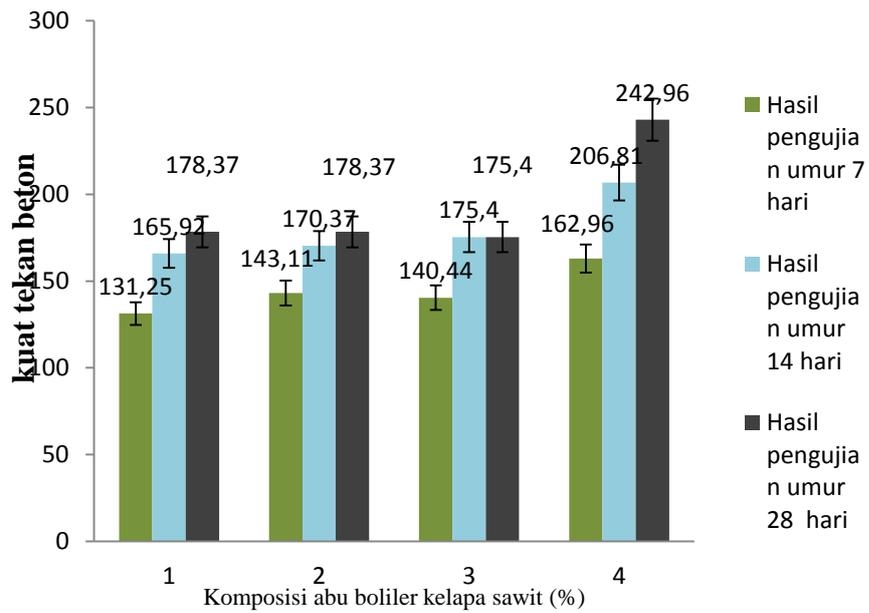
Gambar .1 Grafik Kuat Tekan Beton Abu *Boiler* Kelapa Sawit Sewaktu Pengujian umur 7 hari



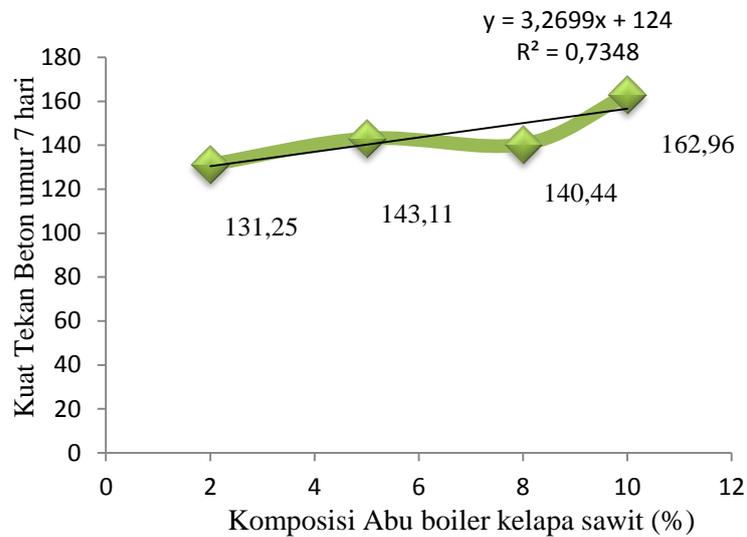
Gambar .2 Grafik Kuat Tekan Beton Abu *Boiler* Kelapa Sawit Sewaktu Pengujian umur 14 hari



Gambar .3 Grafik Kuat Tekan Beton Abu *Boiler* Kelapa Sawit Sewaktu Pengujian umur 28 hari.



Gambar 4 Grafik Gabungan kuat tekan beton normal dan beton abu *boiler* kelapa sawit terhadap waktu pengujian



Gambar .5 Grafik kuat tekan terhadap penambahan abu *boiler* kelapa sawit sewaktu pengujian beton umur 7 hari.

Dari gambar 4. dapat dilihat bahwa kuat tekan beton dengan campuran abu *boiler* kelapa sawit 2%, 5%, 8% dan 10% kuat tekan sewaktu pengujian umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari. Dari hasil grafik 4. didapat bahwa sewaktu pengujian sampel kekuatan tekan beton terbesar dan tingkat kenaikan kekuatan beton terbesar terjadi pada pengujian beton berumur 28 hari yaitu 178,37 Kg/cm<sup>2</sup>; 178,37 Kg/cm<sup>2</sup>; 175,40 Kg/cm<sup>2</sup>; 242,96 Kg/cm<sup>2</sup>.

Berikut gambar grafik yang menunjukkan persamaan linear kuat tekan terhadap penambahan abu *boiler* kelapa sawit sewaktu pengujian umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari.

Dari gambar .5 menunjukkan bahwa penambahan abu *boiler* kelapa sawit berpengaruh terhadap sifat kuat tekan beton. kemudian dilakukan uji linieritas (uji hubungan antara kekuatan tekan dan komposisi abu *boiler* kelapa sawit) sehingga dapat diperoleh persamaan regresi:

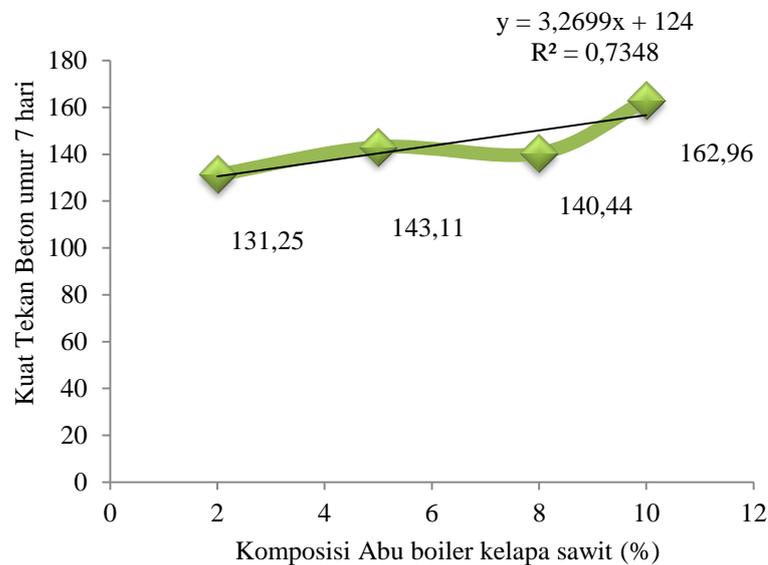
$$Y = 121,33 + 9,246x$$

Persamaan ini menunjukkan adanya hubungan secara linier antara antara persentase penambahan abu *boiler* kelapa sawit dengan kekuatan tekan beton. Besar hubungannya ditentukan oleh koefisien determinasi  $R = 0,7994$  atau sebesar 79,94 %. Artinya meningkatnya atau menurunnya kuat tekan beton 79,94 % dapat dijelaskan oleh faktor Y, sisanya ditentukan oleh keadaan lain.

Dari grafik diketahui nilai rata-rata kuat tekan beton abu *boiler* kelapa sawit 2%, 5%, 8%, dan 10% pada pengujian umur 7 hari adalah 131,25 Kg/cm<sup>2</sup>, 143,11 Kg/cm<sup>2</sup>, 140,44 Kg/cm<sup>2</sup>, dan 162,96 Kg/cm<sup>2</sup>. Naiknya kuat tekan beton disebabkan oleh semakin banyak penambahan abu *boiler* kelapa sawit dalam beton, sehingga komposisi agregat pada abu *boiler* kelapa sawit saling mengisi dengan elemen lainnya, yaitu pasir, kerikil, semen dan air.

Menurut SK.SNI.T-18-1990-03 (spesifikasi bahan tambahan untuk beton) nilai kuat tekan beton pada pengujian diatas dapat dikategorikan sebagai beton structural karena memiliki

kuat tekan berkisar 15 Kg/cm<sup>2</sup> – 48 Kg/cm<sup>2</sup> [5] (Tri Mulyono, 2005)



Gambar .6 Grafik kuat tekan beton terhadap penambahan abu boiler kelapa sawit sewaktu pengujian beton umur 14 hari.

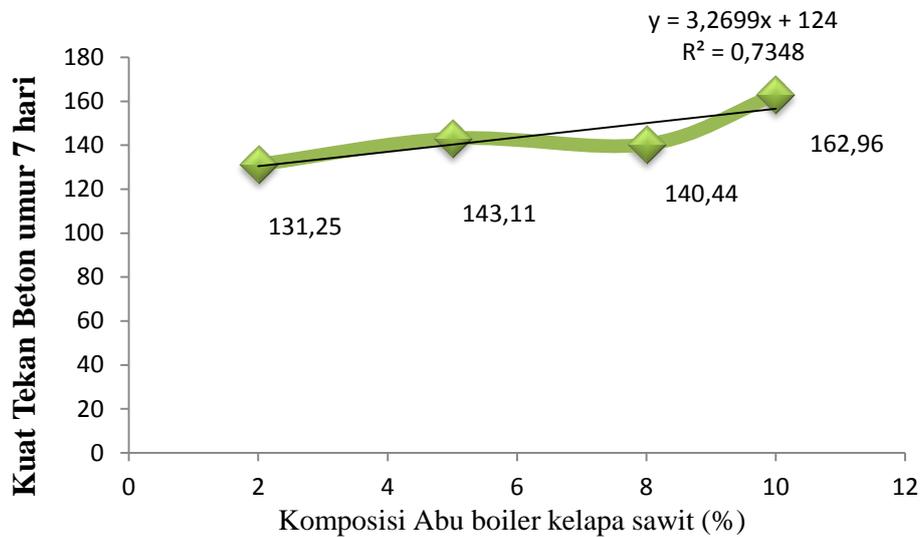
Dari gambar 6 menunjukkan bahwa penambahan abu boiler kelapa sawit berpengaruh terhadap sifat kuat tekan beton. kemudian dilakukan uji linieritas (uji hubungan antara kekuatan tekan dan komposisi abu boiler kelapa sawit) sehingga dapat diperoleh persamaan regresi:

$$Y = 151,67 + 4,4725x$$

Persamaan ini menunjukkan adanya hubungan secara linier antara persentase penambahan abu boiler kelapa sawit dengan kekuatan tekan beton. Besar hubungannya ditentukan oleh koefisien determinasi  $R = 0,7135$  atau sebesar 71,35%. Artinya meningkatnya atau menurunnya kuat tekan beton 71,35% dapat dijelaskan

oleh faktor Y, sisanya ditentukan oleh keadaan lain.

Dari grafik .7 diketahui nilai rata-rata kuat tekan beton abu boiler kelapa sawit 2%, 5%, 8%, dan 10% pada pengujian umur 14 hari adalah 165,92 Kg/cm<sup>2</sup>; 170,37 Kg/cm<sup>2</sup>; 175,40 Kg/cm<sup>2</sup>; 206,81 Kg/cm<sup>2</sup>. Naiknya kuat tekan beton disebabkan oleh semakin banyak penambahan abu boiler kelapa sawit dalam beton, sehingga komposisi agregat pada abu boiler kelapa sawit saling mengisi dengan elemen lainnya, yaitu pasir, kerikil, semen dan air . Dari gambar7 menunjukkan bahwa penambahan abu boiler kelapa sawit



Gambar 7 Grafik kuat tekan beton terhadap penambahan abu boiler kelapa sawit sewaktu pengujian beton umur 28 hari.

berpengaruh terhadap sifat kuat tekan beton. kemudian dilakukan uji linieritas (uji hubungan antara kekuatan tekan dan komposisi abu boiler kelapa sawit) sehingga dapat diperoleh persamaan regresi:

$$Y = 153,47 + 6,4494x$$

Persamaan ini menunjukkan adanya hubungan secara linier antara persentase penambahan abu boiler kelapa sawit dengan kekuatan tekan beton. Besar

hubungannya ditentukan oleh koefisien determinasi  $R = 0,473$  atau sebesar 47,3%. Artinya meningkatnya atau menurunnya kuat tekan beton 47,3% dapat dijelaskan oleh faktor Y, sisanya ditentukan oleh keadaan lain.

agregat pada abu boiler kelapa sawit saling mengisi dengan elemen lainnya, yaitu pasir, kerikil, semen dan air

Dari grafik diketahui nilai rata-rata kuat tekan beton abu boiler kelapa sawit 2%, 5%, 8%, dan 10% pada pengujian umur 28 hari adalah 178,37  $\text{Kg/cm}^2$ ; 178,37  $\text{Kg/cm}^2$ ; 175,40  $\text{Kg/cm}^2$ ; 242,96  $\text{Kg/cm}^2$ . Naiknya kuat tekan beton disebabkan oleh semakin banyak penambahan abu boiler kelapa sawit dalam beton, sehingga komposisi

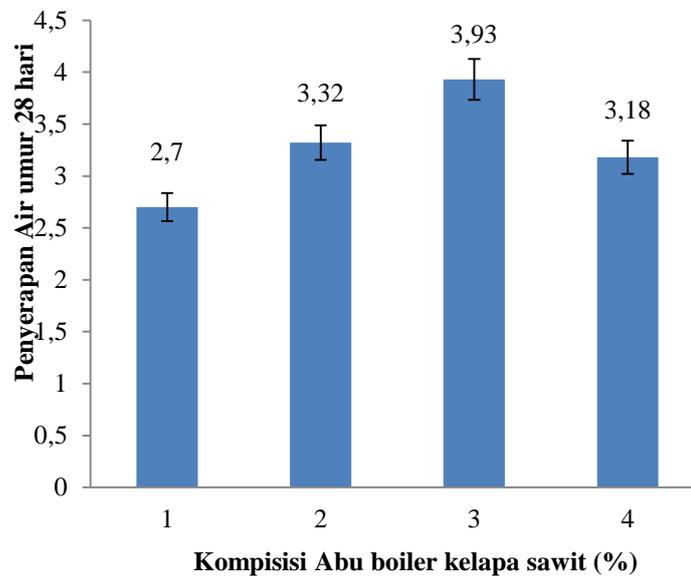
. Naiknya kuat tekan beton disebabkan oleh semakin banyak penambahan abu boiler kelapa sawit dalam beton, sehingga komposisi agregat pada abu boiler kelapa sawit saling mengisi dengan elemen lainnya, yaitu pasir, kerikil, semen dan air. Menurut PBI'71 dengan mutu beton K-225 beton ini digunakan untuk pembangunan perumahan dan bendungan.

### Penyerapan Air

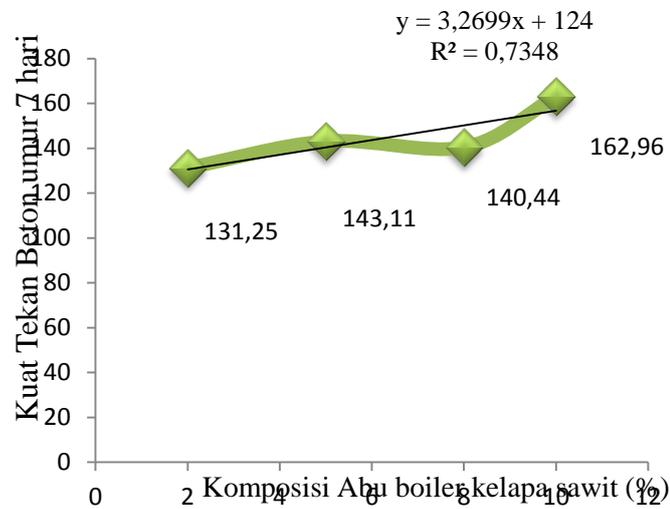
Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui banyaknya air yang diserap oleh beton setelah direndam pada periode tertentu. Dalam pengujian ini beton yang sudah mengalami perendaman (berumur) 27 hari kemudian dikeringkan selama 24 jam. Untuk lebih jelas dapat dilihat hasil pengujian penyerapan air yang dicampur dengan abu *boiler* kelapa sawit.

Berdasarkan data dapat dilihat persentase penyerapan air untuk beton yang dicampur dengan abu *boiler* kelapa sawit sebesar 2%, 5%, 8%, 10% dan normal berturut-turut adalah 2,70%,

3,32%, 3,93%, 3,18% dan 2,47%. Untuk penyerapan air beton tertinggi terjadi pada komposisi 8% abu *boiler* kelapa sawit yaitu 3,93%, sedangkan penyerapan air beton terendah terjadi pada beton normal yaitu 2,70%. Pada penggunaan campuran abu *boiler* kelapa sawit, penyerapan air semakin meningkat namun pada komposisi abu boiler kelapa sawit 8% ke 10% terjadi penurunan penyerapan air pada beton. Untuk mengetahui lebih jelas dapat dilihat pada gambar 8 :



Gambar .8 Grafik penyerapan air komposisi beton abu *boiler* kelapa sawit pada pengujian umur 28 hari.



Gambar .9 Grafik penyerapan air terhadap komposisi abu *boiler* kelapa sawit pada pengujian beton umur 28 hari

Dari gambar 9 dapat disimpulkan bahwa dengan penambahan abu *boiler* kelapa sawit yang semakin besar dapat memperkecil penyerapan air pada beton sehingga berpengaruh pada kekuatan beton, karena semakin kecil penyerapan air pada beton akan menambah kekuatan tekan beton.

Berdasarkan gambar 9 menunjukkan kuat tekan beton semakin bertambah seiring dengan menurunnya penyerapan air. Peningkatan penyerapan air sebesar 3,93%, 3,32%, 3,18%, 2,70%, dan 2,47%, menyebabkan kenaikan kuat tekan rata-rata berturut-turut adalah 178,37 Kg/cm<sup>2</sup>; 178,37 Kg/cm<sup>2</sup>; 175,40 Kg/cm<sup>2</sup>; 242,96 Kg/cm<sup>2</sup>. Kemudian dilakukan uji linieritas (uji hubungan antara penyerapan air dan komposisi beton abu *boiler* kelapa sawit) sehingga dapat diperoleh persamaan regresi:

$$Y = 2,7421 + 0,0865x$$

Persamaan ini menunjukkan adanya hubungan secara linier antara antara

persentase penambahan abu *boiler* kelapa sawit dengan penyerapan air. Besar hubungannya ditentukan oleh koefisien determinasi  $R = 0,3566$  atau sebesar 35,66%. Artinya meningkatnya atau menurunnya penyerapan air 35,66% dapat dijelaskan oleh faktor Y, sisanya ditentukan oleh keadaan lain. Apabila dibandingkan penyerapan air pada beton dengan komposisi campuran abu *boiler* kelapa sawit 2% dengan beton yang menggunakan komposisi campuran abu *boiler* kelapa sawit 8% porositasnya meningkat sebesar 1,23%. Dapat disimpulkan semakin besar penyerapan air maka kuat tekannya semakin kecil, sebaliknya semakin kecil penyerapan air kuat tekannya semakin besar.

#### 4. Kesimpulan

1. Semakin besar penambahan abu *boiler* kelapa sawit pada beton maka kuat tekan beton yang dihasilkan semakin besar pula. Kuat tekan beton tertinggi pada pengujian 28 hari

- berada pada komposisi beton abu boiler kelapa sawit 10% yaitu 242,96 Kg/cm<sup>2</sup>.
2. Hasil pengujian mekanik yaitu kuat tekan beton abu boiler kelapa sawit pada komposisi 2%, 5%, 8% dan 10% sewaktu pengujian 28 hari yaitu 178,37 Kg/cm<sup>2</sup>; 178,37 Kg/cm<sup>2</sup>; 175,40 Kg/cm<sup>2</sup>; dan 242,96 Kg/m<sup>2</sup> dari hasil yang diperoleh maka di dapat kuat tekan tertinggi adalah pada komposisi 10% yaitu 242,96 Kg/cm<sup>2</sup>, sedangkan beton normal pada umur 28 hari yaitu 234,07 Kg/cm<sup>2</sup>.
3. Perbandingan hasil pengujian mekanik yaitu kuat tekan beton, diperoleh kuat tekan beton tertinggi pada komposisi 10% abu boiler kelapa sawit sewaktu pengujian 28 hari yaitu 242,96 Kg/cm<sup>2</sup>. Dengan hasil yang diperoleh maka beton dapat digunakan pada pemkiaan perumahan, jembatan dan bendungan sedangkan pada beton normal kuat tekan tertinggi terjadi sewaktu pengujian 14 hari yaitu 234,07 Kg/cm<sup>2</sup>.
4. Perbandingan hasil pengujian mekanik yaitu penyerapan air, diperoleh penyerapan air tertinggi pada komposisi 8% abu boiler kelapa sawit sewaktu pengujian 28 hari yaitu 3,93% dan yang terendah pada komposisi 2% yaitu 2,70%, sedangkan pada beton normal diperoleh hasil yaitu 2,47%. Dengan hasil yang diperoleh maka penambahan abu boiler kelapa sawit yang semakin besar dapat memperkecil penyerapan air pada beton sehingga berpengaruh pada kekuatan beton

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dipohusodo, I., (1996), *Struktur Beton Bertulang*, Penerbit Rineka Cipta, Jakarta.
- [2] **Graille, J., Lozano, P., Pioch, D. & Geneste, P.** 1985. Essais d'alcoololyse d'huiles Vegetales avec des Catalyseurs Naturels Pour la Production de Carburants Diesel. *Oleagineux*. 40(5): 271-276
- [3] **Muhardi, dkk,** 2004, *Pengaruh Penambahan Abu Sawit terhadap Kuat Tekan Mortar*, Seminar Hasil Penelitian Dosen , Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau
- [4] **Ermiyati,** 2007, Abu kelapa sawit sebagai pengganti sebagian semen terhadap kuat tekan dan resapan air dalam struktur mortar, *Journal sains dan Teknologi*
- [5] **Ir. Tri Mulyono, MT,** 2005 *Teknologi Beton*, Penerbit ANDI YOGYAKARTA

Abdul Awal A.S.M. and M. Warid Hussin. Influence of palm oil fuel ash in Reducing Heat of Hydration of Concrete. *Journal of Civil Engineering (IEB)*, 38 (2) (2010) 153-157. Malaysia.

Abdul Awal A.S.M. and Siew Kiat Nguong. 2010. A Short-Term Investigation on High Volume Palm Oil Fuel Ash (POFA) Concrete. 35th. [http://www.cipremier.com/e107\\_files/downloads/Papers/100/35/100035023.pdf](http://www.cipremier.com/e107_files/downloads/Papers/100/35/100035023.pdf).

Conference on OUR WORLD IN CONCRETE & STRUCTURES: 25 –  
27 August 2010, Singapore.