



**Kampus  
Merdeka**  
INDONESIA JAYA

ISBN: 978-623-97857-0-3

# Buku Prosiding Seminar Nasional



**TREnD**

Technology of Renewable Energy  
and Development

Seminar Nasional TREnD 1  
"Konsep dan Aplikasi Teknologi Energi Terbarukan"

Konferensi Virtual - 12 Agustus 2021  
[www.trend.fti-uj.web.id](http://www.trend.fti-uj.web.id)

FTI Jayabaya Press - Jakarta

ISBN: 978-623-97857-0-3

**BUKU PROSIDING SEMINAR NASIONAL  
TREnD 1 TAHUN 2021  
“Konsep dan Aplikasi Teknologi Energi Terbarukan”**

**Konferensi Virtual - 12 Agustus 2021**



Penerbit:  
FTI Jayabaya Press

**PROSIDING**  
**SEMINAR NASIONAL TREnD 1**  
**“Konsep dan Aplikasi Teknologi Energi Terbarukan “**  
**Jakarta , 12 Agustus 2021**

**SUSUNAN PANITIA KEGIATAN SEMINAR NASIONAL**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI UNIVERSITAS**  
**JAYABAYA**

Penanggungjawab	:	Dekan FTI-UJ
<i>Sterring Committee</i>	:	1. Ir. Herliati, M.T, Ph.D 2. Dr. Ir. Wike Handini, M.T 3. Dr. Yeti Widyawati, S.T, M.Si
Ketua Pelaksana	:	Dra. Sri Wiji Lestari
Wakil Ketua Pelaksana	:	Lukman Nulhakim, S.T, M.Eng.
Bendahara	:	Dr. Yeti Widyawati, S,T, M.Si
Acara dan Desain	:	1. Dody Guntama, S.T, M.Eng 2. Fauzhia Rahmasari,S.Si, M.Si
Sekretariat dan Publikasi	:	1. Reza Diharja, S.Si, M.T 2. Gilang Lukman Hakim 3. Renggo Mike Al’Aziz
IT, Dokumentasi dan Perlengkapan	:	1. Nur Witdi Yanto, S.T, M.Kom 2. Abdul Rahmat Fauzhi
Reviewer	:	4. Dr. Herlina, S.T, M.T 5. Dr.Ir.La Ode Firman. MT 6. Dr. Ing Farid Thalib 7. Nurul Hidayati Fithriyah, S.T., M.Sc.Ph.D
MC	:	Salsabilla Putri Azizah
Penyunting	:	Lukman Nulhakim
Setting/ Layout	:	Reza Diharja
Penerbit	:	FTI Jayabaya Press

**Redaksi dan Distributor :**

Jalan Raya Bogor, km.28 Pekayon, Ps.Rebo. DKI Jakarta  
Kampus C, FTI Universitas Jayabaya

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa yang terus mencurahkan rahmat dan karunia-Nya kepada kita semua, serta dengan izinNya Seminar Nasional TREN-D (Technology of Renewable Energy and Development) edisi pertama dengan tema “**Konsep dan Aplikasi Teknologi Energi Terbarukan**”, berjalan dan terlaksana dengan baik sehingga buku Prosiding dapat diterbitkan.

Tema tersebut dipilih bukan tanpa alasan, yakni untuk memberikan perhatian di dunia akademik tentang perkembangan teknologi pada energi terbarukan dan berbagai macam penerapannya yang kemudian dapat dimanfaatkan oleh masyarakat untuk ketahanan energi dan mengurangi dampak yang dihasilkan oleh energi fosil.

Para akademisi nasional telah banyak menghasilkan penelitian dengan tema energi baru dan terbarukan, mulai dari studi yang berkaitan dengannya, konsep, aktualisasi hingga penerapannya. Namun masih banyak hasil penelitian-penelitian tersebut yang belum didiseminasikan dan dipublikasikan secara luas, sehingga tidak dapat diakses oleh masyarakat yang membutuhkan. Oleh karena itu, Seminar Nasional ini menjadi salah satu ajang bagi para akademisi nasional untuk mempresentasikan penelitiannya, sekaligus bertukar informasi dan memperdalam masalah penelitian, untuk pengembangan kerjasama yang berkelanjutan.

Seminar nasional ini diikuti oleh kalangan akademisi yang terdiri dari dosen, mahasiswa, praktisi dan umum yang berasal dari berbagai disiplin ilmu teknik dari seluruh Indonesia, membahas berbagai bidang kajian dalam bidang teknik elektro, kimia dan mesin dalam rangka memberikan pemikiran dan solusi untuk memanfaatkan sumber energi baru dan terbarukan dengan teknologi terkini..

Akhir kata, kami mengucapkan terima kasih kepada Pimpinan Universitas Jayabaya, Pimpinan Fakultas Teknologi Industri Universitas Jayabaya, Pemateri, Peserta, Panitia, dan pihak-pihak yang telah mengeluarkan segenap tenaga dan kemampuannya demi mensukseskan kegiatan Seminar Nasional ini. Semoga Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa meridhoi semua usaha baik kita.

## DAFTAR ISI

			Halaman
HALAMAN JUDUL			ii
SUSUNAN PANITIA SEMINAR NASIONAL TREnD 1 TAHUN 2021			iii
KATA PENGANTAR			iv
DAFTAR ISI			v
<b>Makalah Lengkap (Full Papers)</b>			
1.	Nani Kurniawati	Pengaruh Variasi Elektroda Pengelasan SMAW Baja A36 Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro	1 - 10
2.	Harini Agusta	Optimasi Konsentrasi Etanol dan Waktu Maserasi terhadap Ekstrak Flavonoid dalam Bonggol Pisang Ambon ( <i>Musa Acuminata Colla</i> )	11 - 18
3.	Daniel Rafael Parningotan	Pengaruh Laju Alir Metildiethanolamina (MDEA) pada Proses Penyerapan Hidrogen	19 - 25
4.	Dantje Marten	Pengaruh Foto Periode dalam Budidaya dan Penggunaan Plate and Frame Filter Press dalam Pemanenan <i>Spirulina</i> sp	26 - 33
5.	Erma Yuniaty	Optimalisasi Proses Pencucian Filter AC Kereta pada Pekerjaan Monthly Maintenance MRT Jakarta	34 - 41
6.	Herliati	Pengaruh Jenis Superplasticizer Terhadap Kuat Tekan Beton Mutu K-1000	42 - 49
7.	Fandika Agustiyar	Mikroalga : Bioenergi dan Lingkungan Berkelanjutan	50 – 60
8.	Tri Surawan	Superkapasitor Dengan Elektroda Dari Bahan Limbah Kulit Buah Lontar Dan Kulit Buah Jengkol	61- 67
9.	Albert Yansen	Limbah Ampas Kopi Sebagai Alternatif Bahan Bakar Industri Untuk Menggantikan Penggunaan Batubara	68 – 81
10.	Rizal Justian Setiawan	Hybrid Aerator based on Savonius Wind Turbine and Solar Photovoltaic Technology for Shrimp Pond	82 – 91

11.	Dian Samodrawati	Analisis Nilai Ekonomis Penggunaan Kapasitor Bank Pada Gedung Telkom Sto Bekasi	92 – 103
12.	Gilang Lukman Hakim	Anaalisis Kebutuhan Air Pendingin pada Gas Conditioning Tower (GCT) RAW	104 - 111
13.	Ahmad Khulaemi	Perilaku Hemat Energi pada Generasi Milenial	112 - 120
14.	Agus Maulana	Analisis Pemakaian Beban Rendah pada Sistem 20 KV Perhotelan PLN ULP Cibitung	121 - 129
15.	Aji Digdoyo	Review Pemanfaatan Limbah Panas dari Internal Combustion Engine sebagai Energi Alternatif	130 - 144
16	Yeti Widyawati	Analisis Moisture Content dan Heating Value Oil Sludge Sebagai Bahan Bakar Alternatif Untuk Rotary Kiln	145-152

## Pengaruh Jenis Superplasticizer Terhadap Kuat Tekan Beton Mutu K-1000

Giovani Anggasta, Herliati Rahman<sup>\*)</sup>

Teknik Kimia, Universitas Jayabaya, Jalan Raya Bogor km 28,8  
Cimanggis Jakarta Timur.

<sup>\*)</sup> Corresponding author: herliatimulyono@gmail.com

### Abstract

*Infrastructure facilities such as bridges with long and wide spans, high-rise buildings (especially for columns and precast concrete), runways, and other facilities, require high-strength concrete. What is meant by high-strength concrete is concrete that is prepared based on SNI 03-2834-2000. Small and dense pores characterized High-strength concrete. This study aims to determine the effect of adding BASF and KAO superplasticizers on the compressive strength of concrete. Data collection methods include gradation analysis of trial mix design and compressive strength tests at 1, 7, and 28 days of age on K-1000 concrete. From a series of observations, the addition of BASF as a superplasticizer resulted in compressive strength values up to 1007 kg/cm<sup>2</sup>, while the addition of KAO resulted in a compressive strength value of 989 kg/cm<sup>2</sup>, and concrete without the addition of superplasticizer only produces a compressive strength value of 570 kg/cm<sup>2</sup>. These results indicate that the addition of superplasticizer has a significant effect on the compressive strength of high-strength concrete K-1000.*

### Abstrak

Fasilitas infrastruktur seperti jembatan dengan bentang panjang dan lebar, bangunan gedung bertingkat tinggi (terutama untuk kolom dan beton pracetak), landasan pacu dan fasilitas lain, memerlukan beton mutu tinggi. Yang dimaksud dengan beton mutu tinggi pada penelitian ini adalah beton yang dipersiapkan berdasarkan SNI 03-2834-2000. Beton mutu tinggi dicirikan dengan pori-pori yang kecil dan padat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan superplasticizer jenis BASF dan KAO terhadap kuat tekan beton sehingga dapat mengurangi penggunaan semen. Metode pengumpulan data meliputi analisis gradasi agregat trial mix design dan uji kuat tekan saat umur beton 1, 7, dan 28 hari pada beton K-1000. Dari serangkaian pengamatan yang dilakukan, penambahan superplasticizer BASF dihasilkan nilai kuat tekan sampai 1007 kg/cm<sup>2</sup>, sementara penambahan superplasticizer KAO menghasilkan nilai kuat tekan 989 kg/cm<sup>2</sup>, dan beton tanpa penambahan superplasticizer menghasilkan nilai kuat tekan 570 kg/cm<sup>2</sup>. Hasil ini memberikan indikasi bahwa penambahan superplasticizer berpengaruh signifikan terhadap kuat tekan beton mutu tinggi K-1000.

**Kata kunci:** BASF, KAO, Silica fume, Superplasticizer

## PENDAHULUAN

Fasilitas infrastruktur seperti jembatan dengan bentang panjang dan lebar, bangunan gedung bertingkat tinggi (terutama untuk kolom dan beton pracetak), landasan pacu dan fasilitas lain, memerlukan beton mutu tinggi. Beton mutu tinggi yang disiapkan mengacu pada SNI 03-2834-2000 [1]. Manfaat dari beton mutu tinggi adalah dapat memperkecil beban struktur yang mana sangat bermanfaat untuk bangunan bertingkat tinggi [2]. Karakteristik dari beton mutu tinggi adalah memiliki porositas yang lebih rapat [3], sehingga akan menghasilkan beton yang lebih tahan karena tidak dapat ditembus oleh air dan bakteri perusak beton.

Peneliti sebelumnya telah melakukan kajian serupa yaitu menambahkan superplasticizer untuk meminimumkan pori atau rongga yang terbentuk pada beton [4]. Dilaporkan bahwa, penambahan aditif tersebut dapat dapat mengurangi penggunaan air sehingga menambah kekuatan beton. Selain itu, dilaporkan juga bahwa penambahan superplasticizer juga berperan dalam menaikkan tingkat kelecakan beton (workabilitas), mengurangi susut, dan mengurangi panas hidrasi [5]. Namun, peneliti sebelumnya hanya mempelajari satu jenis suprlasticizer terhadap kuat tekan beton.

Pada penelitian ini dipelajari secara integratif pengaruh dari variasi superplasticizer jenis BASF dan KAO, dan penambahan silica fume terhadap mutu beton dimana faktor air semen (FAS) yang digunakan yaitu sebesar 0,2.

## METODE PENELITIAN

### Bahan dan Alat

Bahan baku yang digunakan terdiri dari semen tipe Ordinary Portland Cement (OPC) yang berasal dari PT. Indocement Tunggal Prakarsa, Tbk Citeureup Indonesia, agregat halus yaitu pasir Bangka, agregat kasar yaitu kerikil berukuran 5 - 10 mm berasal dari PIONIR, silica fume (SF) berasal dari SIKA INDONESIA, superplasticizer berasal dari BASF dan KAO. Komposisi kimia dan fisika silica fume mengacu pada (SNI-2049, 2015) dapat dilihat pada Tabel 1.

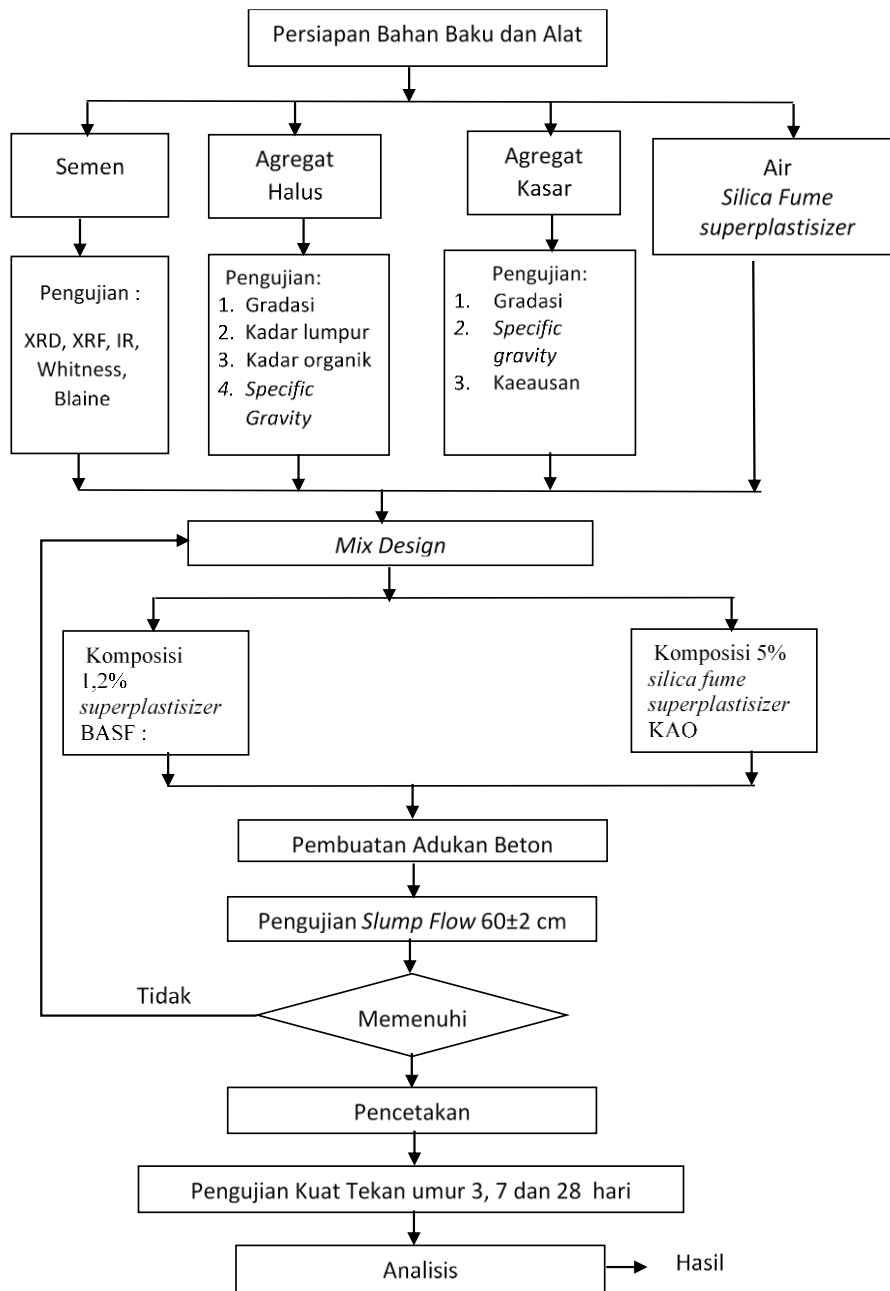
Sedangkan alat yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari Cetakan uji beton (kubus berukuran 15x15x15), timbangan kapasitas 100 kg, alat pengaduk beton (mixer), skop dan sendok semen, alat slump test, meja vibrator/penggetar, alat ukur (meteran/penggaris), dan gelas ukur, dan alat uji kuat tekan beton (Compression Testing Machine).

**Tabel 1.** Komposisi kimia dan fisika *silica fume*

Komponen	Komposisi (%)	Sifat Fisika :	Satuan	
SiO <sub>2</sub>	92 – 94	Berat Jenis	g/cm <sup>3</sup>	2,02
Karbon	3 – 5	Rata-rata ukuran partikel	µm	min. 0,1
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,1 – 0,5	Size	mesh	min. 99
CaO	0,1 – 0,15	pH		7,3
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,2 – 0,3			
MgO	0,1 – 0,2			
MnO	0,008			
K <sub>2</sub> O	0,1			
Na <sub>2</sub> O	0,1			



Sumber: [1]



**Gambar 1.** Tahapan Proses Penelitian

### Persiapan Benda Uji

Timbang semua bahan yang diperlukan dengan teliti sesuai dengan komposisi hasil perhitungan yang terdiri dari agregat kasar berupa kerikil berukuran 5-10 mm, agregat halus berupa pasir, semen tipe OPC, dan silica fume. Semua campuran secara bertahap masuk ke dalam sebuah mixer lalu menambahkan air sedikit demi sedikit hingga bahan adukan beton terbasahi semua dan lalu tambahkan superplastisizer BASF atau KAO sambil diaduk sehingga campuran beton dalam mixer homogen. Setelah lebih kurang 3 menit, lakukan pengukuran slump pada campuran beton menggunakan alat slump test. Jika hasil yang diperoleh belum mencapai target yang ditentukan, maka ditambahkan air sedikit demi sedikit

hingga mencapai target slump flow yang ditentukan yaitu  $60\pm 2$  cm. Langkah selanjutnya adalah memasukkan campuran beton ke dalam cetakan berukuran 15x15x15 cm. Sampel uji disimpan dalam ruangan lembab selama 1, 7 dan 28 hari.

Komposisi campuran bahan-bahan penyusun beton ini ditentukan melalui perancangan beton (mix design) yang mengacu pada Standar SNI 03-2834-2000 dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3, serta tahapan penelitian secara lengkap disajikan pada Gambar 1.

**Tabel 2.** Perancangan Beton tanpa *Superplastisizer*

		kg/m <sup>3</sup>
Tipe Semen	Ordinary Portland Cement (OPC)	768
Agregat Halus	Pasir lokal, disiapkan sesuai ASTM C136-06	505
Agregat Kasar	Kerikil lokal (5-10 mm), disiapkan sesuai ASTM C136-06	898
<i>Silica Fume</i>		85
Air (Liter/m <sup>3</sup> )		165
<i>Slump Flow</i> ( $60\pm 2$ cm)		60

Sumber: [2]

**Tabel 3.** Perancangan Beton dengan *Superplastisizer*

Parameter	Spesifikasi	Parameter	Spesifikasi
<i>Superplastisizer</i> BASF (% berat)	1,2	Air rancangan (litre/batch)	7,38
<i>Superplastisizer</i> KAO (% berat)	5	<i>Slump flow</i> target (cm)	$60\pm 2$
Kandungan Semen: OPC	853	<i>Silica Fume</i> (kg/batch)	85
Agregat Halus (kg/batch)	31,71	Rancangan rasio w/c	0,42
Agregat Kasar, 5-10 mm (kg/batch)	28,12	<i>Curing Ages</i> :	3, 7, 28 days

Sumber: [2]

## Pengujian Kuat Tekan

Pengujian sampel uji yang disimpan selama 1, 7, dan 28 hari dilakukan menggunakan alat *Compressive Strength*. Pergerakan kemampuan sampel uji menahan tekanan terlihat pada layar komputer. Nilai maksimum beban yang dapat ditahan oleh benda uji dicatat pada saat benda uji mulai pecah. Kuat tekan beton dari sampel uji adalah gaya yang diberikan dibagi dengan luas penampang benda uji.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengujian Bahan Baku Semen

Semen yang digunakan dalam penelitian ini merupakan semen jenis OPC. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian XRD dan XFR [7]. Hal ini dilakukan untuk mengetahui

kualitas produk semen dilihat dari komposisi senyawa kimia yang terkandung di dalam semen apakah memenuhi standar atau tidak. Hasil pengujian tersebut dapat dilihat pada Tabel 4 oleh [8].

Selain itu juga dilakukan pengujian terhadap agregat halus dan agregat kasar yang meliputi kandungan lumpur, kandungan zat organik, pemeriksaan kadar air, pemeriksaan berat jenis, gradasi butiran [9]. Tujuan dilakukan pengujian ini adalah untuk mengetahui karakteristik agregat halus yang akan digunakan sebagai material penyusun beton agar mendapat kualitas yang baik. Tabel 5 menyajikan hasil pengujian dimaksud.

**Tabel 4.** Hasil Pengujian Semen

Komposisi (berat/berat)	XRD	Komposisi (berat/berat)	XRF
<i>Clinker</i>	91,84	SiO <sub>2</sub>	18,97
<i>Gypsum</i>	4,34	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,4
<i>Limestone</i>	3,82	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,81
C <sub>3</sub> S	56,81	CaO	62,44
C <sub>2</sub> S	11,71	MgO	4,01
C <sub>3</sub> A	8,54	SO <sub>3</sub>	2,11
C <sub>4</sub> AF	7,62		

**Tabel 5.** Hasil Pengujian Agregat

Analisis	Agregat Halus	Menurut SNI	Agregat Kasar	Menurut SNI
Zona	2	2	1	1
<i>Fines Modulus (F.M), %</i>	2,77	3-8	-	-
<i>Specific Gravity (SSD), g/cc</i>	2,56	Makin besar makin baik	2,62	Makin besar makin baik
<i>Absorption, %</i>	2,27	Makin kecil makin baik	1,66	Makin kecil makin baik
Kadar Lumpur, %	6,45	Max 5	-	-
Kadar Organik	1	Baik	-	-
Keausan, %	-		43,55	Makin besar makin baik

### Pengujian Beton Segar (*Fresh Concrete*)

Tujuan dari pengujian beton segar ini adalah untuk mengukur nilai *slump flow* yang dihasilkan dari adukan beton. Pada beton mutu tinggi dengan perbandingan air terhadap semen yang kecil mengakibatkan kelecakan dari beton tersebut rendah [10]. Hal ini seperti yang disampaikan oleh [11], bahwa untuk meningkatkan kelecakan beton tersebut diperlukan bahan kimia sebagai aditif yaitu *superplastisizer*. Semakin tinggi nilai slump menunjukkan semakin tinggi tingkat kemudahannya namun sayangnya berakibat pada

menurunnya kuat tekan beton. Pengujian slump flow sesuai dengan standar ASTM C494 [12].

### Pengujian Beton Sudah Mengeras (Hardened Concrete)

Pengujian kuat tekan dilakukan terhadap beton yang telah mengeras pada umur 3, 7, dan 28 hari [13]. Prosedur pengujian kuat tekan beton mengacu pada standar ASTM C234 [14]. Hasil pengujian slump flow dan kuat tekan pada Tabel 6.

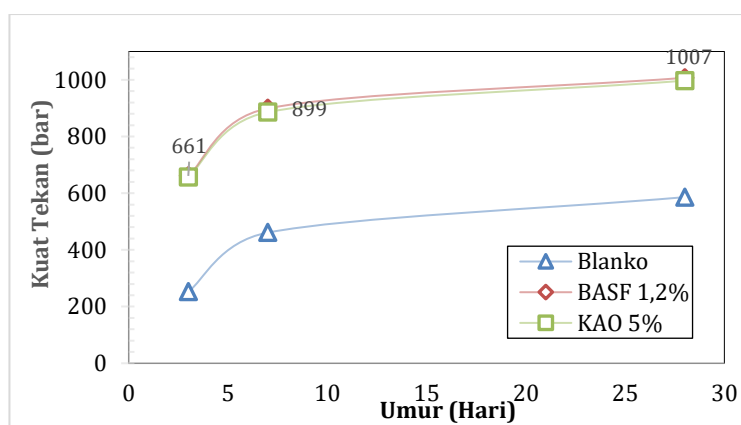
**Tabel 6.** Hasil Pengujian Nilai *Slump Flow* dan Kuat Tekan ( $n = 3 \pm$  deviasi standar (SD))

Parameter	<i>Slump Flow</i> (cm)	Kuat Tekan (Kg/m <sup>2</sup> )		
		1 hari	7 hari	28 hari
Blanko	21	252±29	661±3	657±6
BASF	54	461±9	899±2	886±3
KAO	3	586±2	1007±1	997±3

Tabel 6 menunjukkan bahwa beton dengan penambahan dosis superplastisizer BASF 1,2% memiliki nilai slump flow sangat tinggi yaitu 54 cm sedangkan dengan penambahan superplasticizer KAO 5% hanya didapat nilai slump 3 cm dengan kata lain tidak terjadi flow yang diharapkan dan tidak memenuhi standar untuk beton mutu K-1000. Hasil ini seperti yang dilaporkan oleh [4].

### Pengaruh *Superplastisizer* Terhadap Kuat Tekan Beton

Gambar 2 adalah hasil pengujian kuat tekan diamati pada umur 3, 7 dan 28 hari dengan penggunaan *superplastisizer* jenis BASF 1,2 % (berat/berat) dan KAO 5% (berat/berat). Gambar 2 memperlihatkan dosis penggunaan superplasticizer BASF 1,2% menghasilkan nilai kuat tekan 1007 Kg/cm<sup>2</sup> sementara dengan superplasticizer KAO 5% hanya menghasilkan nilai kuat tekan 989 Kg/cm<sup>2</sup>, dan blanko menghasilkan nilai kuat tekan 570 Kg/cm<sup>2</sup>. Hasil ini mengindikasikan bahwa pemakaian superplasticizer BASF dengan dosis kurang dari 2% mampu menghasilkan nilai kuat tekan beton yang lebih tinggi dibanding pemakaian superplasticizer KAO yang dosisnya lebih dari 2%.



**Gambar 2.** Pengaruh Penambahan *Superplastisizer* terhadap Kuat Tekan Semen Tipe

**KESIMPULAN**

Dari serangkaian pengamatan dan pengujian yang telah dilakukan diperoleh hasil bahwa penambahan *superplastisizer* berpengaruh signifikan terhadap kuat tekan beton mutu K-1000. Pada pengujian kuat tekan beroh yang telah mengeras umur 28 hari diperoleh kuat tekan sebesar 1007 Kg/cm<sup>2</sup> untuk penggunaan *superplasticizer* BASF 1,2%, 989 Kg/cm<sup>2</sup> untuk *superplasticizer* KAO 5% dan 570 Kg/cm<sup>2</sup> untuk blanko atau tanpa penambahan *superplastisizer*.

**UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada P.T Indocement Tunggal Prakasa Tbk. yang telah memberikan dukungan fasilitas laboratorium dan perpustakaan.

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] SNI-03-2834, Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal, Jakarta: Badan Standardisasi Nasional, 2000.
- [2] M. D. J. Sumajouw, "Pengujian Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi," *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, vol. 4, no. 4, pp. 215-218, 2014.
- [3] K. S. Suwindu and D. Sandy, "Characteristics of High Quality Concrete with Substitution of Steel Slag and Nickel Slag as Course Aggregates," *Paulus Civil Engineering Journal*, vol. 2, no. 1, pp. 8-15, 2020.
- [4] N. Azmi, T. B. Aulia and M. Muttaqin, "Studi Kuat Geser Beton Mutu Tinggi Dengan Variasi Jenis Superplasticizer Menggunakan Bahan Tambah Abu Cangkang Sawit," *Journal of The Civil Engineering Student*, vol. 1, no. 2, 2019.
- [5] M. Benaichaa, A. H. Alaoui and O. Jalbaud, "Dosage effect of superplasticizer on self-compacting concrete: correlation between rheology and strength," *J Mater Res Technol*, p. 2063–2069, 2019.
- [6] SNI-2049, Semen Portland, Jakarta: Badan Standardisasi Nasional, 2015.
- [7] Y. Sunarno, M. W. Tjaronge and R. Irmawaty, "Preliminary study on early compressive strength of foam concrete using Ordinary Portland Cement (OPC) and Portland Composite Cement (PCC)," in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Bali, Indonesia, 2020.
- [8] A. K. Ketab and A. H. Nahhab, "The Performance of Self-Consolidating Concretes with Lightweight Aggregates," *TEST*, p. 14920 – 14932, 2020.
- [9] Purwanto and Y. A. Prastiwi, "Pengaruh Kadar Lumpur Agregat Halus Pada Beton," Universitas Diponegoro, Semarang, 2012.
- [10] Tampubolon and M. H. Septian, "Rekayasa Eksperimen Beton dengan Penambahan Aditif (Mastersure 1007) untuk Mendapatkan Beton Slump Flow yang Stabil pada

Beton dengan Mutu Awal Tinggi," Universitas Sumatera Utara, Medan, 2018.

- [11] ASTM, Annual Book of ASTM Standard Construction, American, 2015.
- [12] M. L. R. Siddique, M. Joarder, R. M. Shihab and Z. I. Zahid, "Compressive Strength Gain and Porosity Reduction at Different Days for OPC and PCC Cement," Bangladesh, 2015.
- [13] A. Mustaqim, "Pengaruh Penggunaan Semen Pcc (Portland Composite Cement) Pada Fas 0,4 Terhadap Laju Peningkatan Mutu Beton," *Scaffolding*, vol. 3, no. 1, 2014.
- [14] I. Purnawan and A. Prabowo, "Pengaruh Penambahan Limestone terhadap Kuat Tekan Semen," *Jurnal Rekayasa Proses*, vol. 11, no. 2, pp. 86-93, 2017.