

Pengaruh Umur Beton Terhadap Kuat Tekan Beton Normal dan HVFA-SCC

Rendi Gusta Wibowo¹

¹Program Studi Teknik Sipil, Universitas Merdeka Madiun, Jl. Serayu No.79, Kota Madiun, 63133
E-mail: rendigusta@gmail.com

Abstract— In this era, infrastructure development in Indonesia continues. This continues to be pursued to facilitate community activities in various fields. Some of the infrastructure that continues to be built include toll roads and buildings. One of the most important materials for building infrastructure is concrete. Concrete also has various types, including normal concrete and HVFA-SCC. In this study, the two types of concrete will be compared and tested for compressive strength against the age of the concrete. The test were be done at 7 days, 14 days, 21 days, 28 days, and 90 days. The research step starts from preparing materials, conducting material testing, making job mix formulas, making test objects, testing compressive strength, and getting results. The obtained results shown that the fresh concrete of HVFA-SCC has met the self-compacting concrete according to the Slump flow test, L-Box test, and the V-Funnel test. Based on the compressive strength test, the results show that the age of the concrete has an influence on the compressive strength.

Keywords—: compressive strength, concrete age, normal concrete, HVFA-SCC

I. PENDAHULUAN

Perkembangan negara Republik Indonesia dalam bidang pembangunan infrastruktur sangat pesat. Pengerjaan proyek infrastruktur dilaksanakan di semua wilayah. Dalam pembangunan infrastruktur membutuhkan material yang bagus, salah satunya material beton. Beton adalah bahan material utama dalam sebuah bangunan. Hampir semua bangunan memerlukan material beton sebagai komponen struktur (Rohman dkk, 2022).

Pemilihan beton sebagai material utama dalam pembangunan infrastruktur disebabkan karena dari segi ekonomis memiliki harga yang murah, tetapi memiliki kekuatan yang baik (Arman, 2018). Beton merupakan material konstruksi yang tersusun atas pasir, kerikil, air dan semen (Putri & Tobing, 2020). Pendapat lain terkait pengertian beton adalah material yang terdiri dari campuran semen, agregat kasar, halus, air, serta material penyusun lainnya. Beberapa material untuk membuat beton seperti agregat kasar dan agregat halus sangat menentukan kualitas beton (Hunggurami dkk, 2018).

Pada pembangunan infrastruktur sering menggunakan beton normal, tetapi beton normal memiliki kelemahan pada saat menemui kendala kerapatan jarak antar tulangan. Kendala tersebut dapat menyebabkan terjadinya segregasi. Salah satu cara mengatasinya dengan menggunakan beton yang dapat memadat sendiri atau Self Compacting Concrete (Sondakh & Wallah, 2016). *Self Compacting Concrete* (SCC) memiliki keunggulan dapat menjadi padat sendiri dengan slump yang tinggi (EFNARC, 2002). Dengan memanfaatkan beton SCC memiliki beberapa keuntungan antara lain dapat mengurangi jumlah sumber daya manusia dalam pengerjaan dan mengurangi polusi udara, serta dapat memberikan hasil yang bagus dari sisi kerataan dan kehalusan.

Pemakaian semen sebagai bahan penyusun beton semakin meningkat. Pabrik semen melepaskan rata-rata 0,9 kg CO₂ per ton semen yang diproduksi. Pengurangan penggunaan semen adalah salah satu solusi untuk mengurangi penurunan kualitas lingkungan. Salah satu bahan yang dapat digunakan untuk menggantikan sebagian semen adalah fly ash. Penggunaan fly ash dalam pembuatan beton dengan proporsi lebih dari 50% menggantikan semen dikenal dengan istilah beton HVFA (High Volume Fly Ash) (Rohman dkk, 2022).

Salah satu jenis beton yaitu beton HVFA-SCC (*High Volume Fly Ash Self Compacting Concrete*). Beton HVFA-SCC adalah gabungan dari konsep HVFAC dan SCC, serta

merupakan pengembangan beton yang digunakan untuk memenuhi prinsip-prinsip keberlanjutan di bidang infrastruktur (Budi dkk, 2021).

Pada tahun 2018 terdapat penelitian terkait beton HVFA-SCC. Penelitian tersebut membandingkan pengaruh dari bentuk penampang specimen beton HVFA-SCC. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, bentuk penampang dianggap memiliki pengaruh terhadap tegangan dan regangan beton. Hasil penelitian tersebut adalah beton HVFA-SCC berumur 28 hari mempunyai kekuatan tekan lebih sedikit dari pada beton normal (Astuti dkk, 2018). Penelitian lain terkait HVFA-SCC adalah tentang pengaruh kadar *fly ash*. Ternyata kadar *fly ash* memiliki pengaruh terhadap kuat tekan beton (dimana untuk HVFA-SCC yang digunakan dalam penelitian tersebut adalah berumur 90 hari). Metode eksperimen digunakan untuk mengkaji pengaruh kadar *fly ash* terhadap kuat tekan. Hasil yang didapatkan yaitu penambahan kadar *fly ash* dapat membuat performa kuat tekan beton mengalami penurunan (Murti dkk, 2018). Penelitian tentang HVFA-SCC yang berumur 90 hari juga dilakukan untuk mengetahui perilaku lentur balok pada beton bertulang. Dalam penelitian tersebut menggunakan beton bertulang HVFA-SCC dibandingkan dengan beton bertulang normal. Pengujian dilakukan dengan uji lentur balok menggunakan *loading frame*. Hasil yang didapatkan adalah beton bertulang HVFA-SCC mempunyai kelenturan lebih baik dibandingkan dengan beton normal (Wijaya dkk, 2018).

Penelitian tentang pengaruh umur terhadap kuat tekan beton pernah dilakukan oleh Simanjuntak dkk. Benda uji berupa silinder beton dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Dari hasil pengujian didapat saat umur 28 hari, kuat tekan beton naik seiring dengan kenaikan umur beton. Semakin bertambah umur beton maka semakin bertambah kuat tekannya (Simanjuntak dkk, 2017)

Berdasarkan beberapa penelitian terkait di atas, maka pada penelitian ini dilakukan kajian perbandingan pengaruh umur beton terhadap kuat tekan beton normal dan beton HVFA-SCC. Dengan mengetahui pengaruh umur beton terhadap kuat tekan dapat dilakukan prediksi kuat tekan beton terutama untuk beton HVFA-SCC. Penggunaan HVFA-SCC akan didapatkan beton yang lebih ramah lingkungan.

II METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian ini pada Laboratorium Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Merdeka Madiun. Metode penelitian menggunakan *experimental research*. Eksperimen dilakukan dengan membandingkan kuat tekan beton normal dan beton HVFA-SCC. Pengujian dilakukan pada benda uji berupa silinder beton pada usia 7 hari, 14 hari, 21 hari, 28 hari dan 90 hari. Sampel beton yang akan diuji sebanyak 15 silinder beton. Untuk diameter silinder beton berukuran 15 cm, dan memiliki tinggi 30 cm. Untuk bahan dasar yang digunakan untuk membuat beton antara lain batu pecah, pasir, Fly Ash kategori kelas C, semen, dan superplasticizer. Untuk tahapan penelitian ini yaitu :

1. Mempersiapkan material
2. Melakukan pengujian material
3. Membuat Job Mix Formula
4. Membuat benda uji
5. Melakukan pengujian kuat tekan
6. Mendapatkan hasil analisis

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Agregat

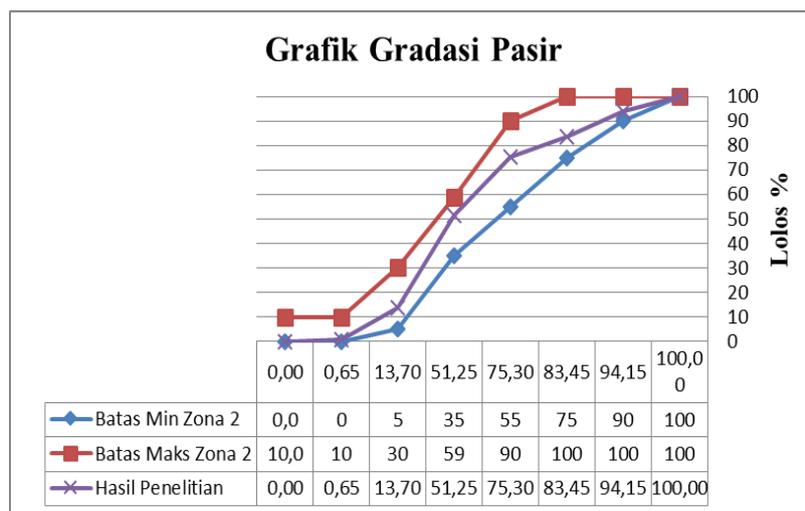
Uji Agregat bertujuan untuk mengetahui data awal mengenai material yang akan digunakan. Pengujian agregat bertujuan untuk mengetahui sifat karakteristik dari agregat. Adapun pengujian agregat yang dilakukan antara lain: modulus halus butir (MHB) pasir, modulus halus butir kerikil, berat jenis dan penyerapan agregat halus dan agregat kasar, pengujian kandungan kimia fly ash maupun pengujian fisik fly ash. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisis saringan pasir

No	Ukuran Saringan (mm)	Berat Saringan (gram)	Berat Saringan + Agregat	Tertinggal		Kumulatif	
				Gram	%	Tertinggal %	Lolos %
3/8	9,5	548	548	0	0,00	0,00	100,00
4	4,75	438	565	127	6,35	6,35	93,65
8	2,30	430	622	192	9,60	15,95	84,05
16	1,18	422	601	179	8,95	24,90	75,10
30	0,6	411	1027	616	30,80	55,70	44,30
50	0,3	399	1034	635	31,75	87,45	12,55
100	0,15	281	517	236	11,80	99,25	0,75
PAN	PAN	309	323	15	0,77	100,00	0,00
JUMLAH		3238	5238	2000	100,00	389,00	410,40

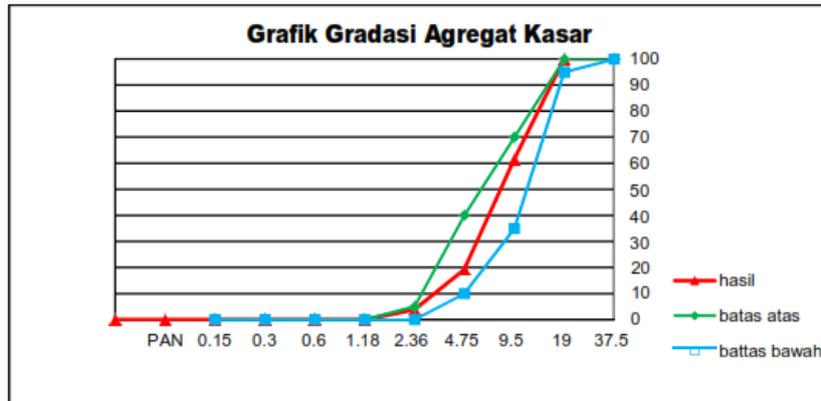
$$MHB = \frac{\text{Kumulatif_Berat_Tertahan}(\%)}{\text{Berat_Tertahan}(\%)} = 2,89$$

Selanjutnya hasil analisis saringan diplot pada gambar 1 hubungan antara ukuran saringan dan prosentase kumulatif lolos ayakan. Dari Gambar 1 didapatkan hasil analisis saringan diplot pada grafik hubungan antara ukuran saringan dan prosentase kumulatif lolos ayakan. Dengan menggunakan lengkung ayakan ideal. Hasil pengujian gradasi agregat halus masih memenuhi batas syarat yang sudah ditentukan dan masuk grading zone 2.



Gambar 1. Grafik gradasi pasir

Gradasi agregat kasar dapat dilihat pada gambar 2. Dari gambar tersebut dapat disimpulkan agregat kasar masih memenuhi batas syarat gradasi sesuai persyaratan agregat kasar.



Gambar 2. Grafik gradasi agregat kasar

Hasil pengujian karakteristik agregat halus dan kasar adalah sebagai berikut :

- Hasil pengujian Agregat Halus didapat nilai Modulus halus butir agregat pasir sebesar 2,89 %, berat jenis bulk didapat 2,52 gr/cm³, berat jenis SSD 2,60 gr/cm³, berat jenis semu 2,76 gr/cm³, dan penyerapan sebesar 3,42 %.
Pemeriksaan berat volume agregat pasir 1,29, pemeriksaan kadar air pasir 4,3 %, pemeriksaan lumpur agregat halus : 4,2 % .
- Hasil pengujian Agregat Kasar didapat nilai modulus halus butir krikil sebesar 7,15 %, modulus halus butir agregat pasir 2,29 % berat jenis bulk 2,67 gr/cm³ berat jenis SSD 2,71 gr/cm³, berat jenis semu 2,78 gr/cm³, dan penyerapan 1.50 %
Pemeriksaan Berat Volume agregat kasar : 1,4. Pemeriksaan kadar air kasar : 2,7 %
Pemeriksaan lumpur agregat kasar : 1,4 %

Pengujian Fly Ash

SARASWANTI		PT. ANUGRAH ANALISIS SEMPURNA One Line Laboratory Services						
Jl. Raya Jakarta Bogor KM. 37, RT 005/04, Glodong, Depok, Jawa Barat 16412. Telp.: 021- 29629393-94, Fax.: 021- 29629395. Website: www.naslaboratory.com, Email: marketing@naalaboratory.com, A Member Of Saraswanti Group.								
LAPORAN HASIL PENGUJIAN								
Nama Pelanggan Customer Name		PT KPJB (PLTU Tanjung Jati B Unit 3&4)						
Parameter Analisa Parameter		Gypsum						
No	No. Sample	Kode Sample	Parameter Uji	HASIL	Standar	Satuan	Metode Pengukuran	Keterangan
1	001.2873	Gypsum Unit 3&4	Bentuk	padatan halus berwarna coklat	Cake/serbuk	-	Visual	
			Kadar Air Bebas	14,52	≤ 20	% fraksi massa	ASTM C471M - 01	
			Kadar Air Terikat, adbk	20,47	≤ 16	% fraksi massa	ASTM C471M - 01	
			Kadar SO ₂ , adbk	42,81	≤ 40	% fraksi massa	ASTM C471M - 01	
			Kadar CaSO ₄ · 2H ₂ O, adbk	97,78	≤ 77	% fraksi massa	ASTM C471M - 01	
			Kadar P ₂ O ₅ Total, adbk	0,48	≤ 1	% fraksi massa	SNI 715-2016	
			Kadar P ₂ O ₅ Larut Air, adbk	0,29	≤ 0,7	% fraksi massa	SNI 715-2016	

Gambar 3. Hasil pengujian fly ash

Pengujian fly ash dilaksanakan di Laboratorium PT. Anugrah Analisis Sempurna. Tujuan pengujian untuk mengetahui kandungan kimia yang terdapat di dalam fly ash yang akan

dipergunakan sebagai material benda uji yang akan dibuat. Hasil analisis parameter kimia, fly ash tergolong dalam tipe C.

Mix Design HVFA-SCC

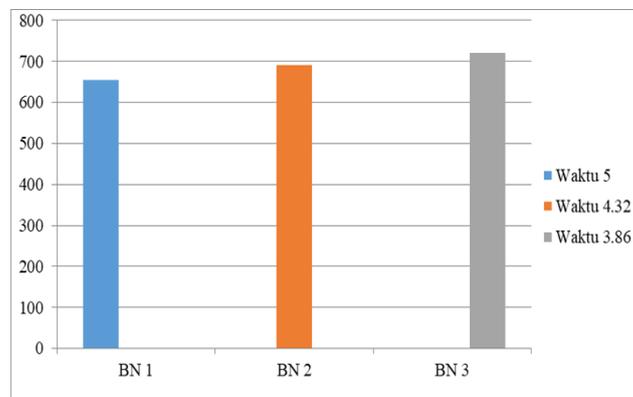
Mix design yang akan digunakan dalam pembuatan benda uji silinder beton disajikan pada tabel 2.

Tabel 2. Rencana Mix Design HVFA SCC

Material	Berat (kg)
Semen	275
Air	176
Superplascizer Consol P 29 AS	5.5
Fly Ash	275
Pasir	876.76
Kerikil	634.89

Pengujian Slump Flow

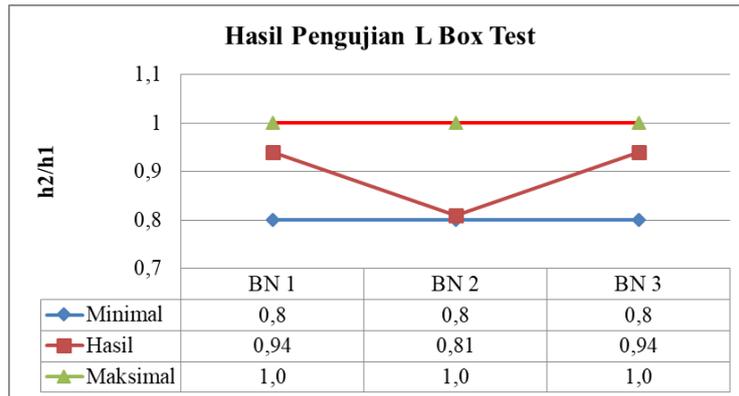
Salah satu pengujian terhadap beton segar adalah uji Slump Flow. Hasil pengujian slump flow dapat dilihat pada gambar 4. Persyaratan hasil uji slump flow menurut EFNARC 2005 yaitu hasil uji slump flow antara 650 – 800 mm. Berdasar gambar 4 dapat disimpulkan bahwa beton segar memenuhi syarat SCC.



Gambar 4. Perbandingan hasil uji Slump Flow

Pengujian L-Box

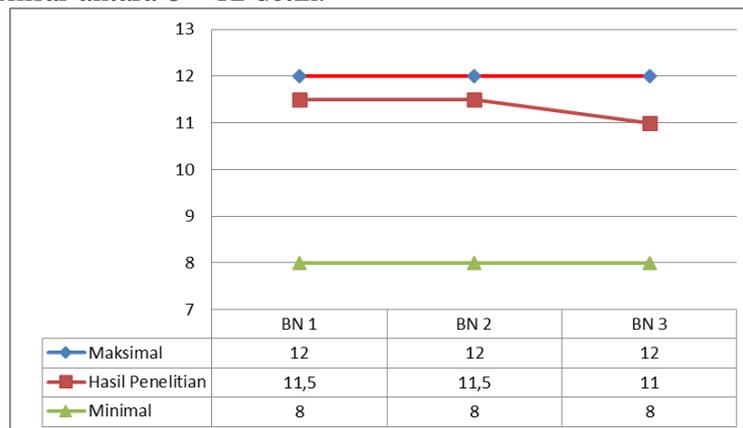
Pengujian beton segar HVFA-SCC dengan variasi kadar fly ash 50% juga dilakukan uji L-Box test. Uji L-Box dilakukan dengan membandingkan ketinggian beton pada L-Box dimana nilai h_2 dibanding nilai h_1 . EFNARC 2005 mensyaratkan nilai h_2/h_1 berada pada rentang 0,8-1,0 sehingga dapat disimpulkan beton segar memenuhi syarat SCC.



Gambar 5. Perbandingan hasil pengujian L-Box

Pengujian V-Funnel

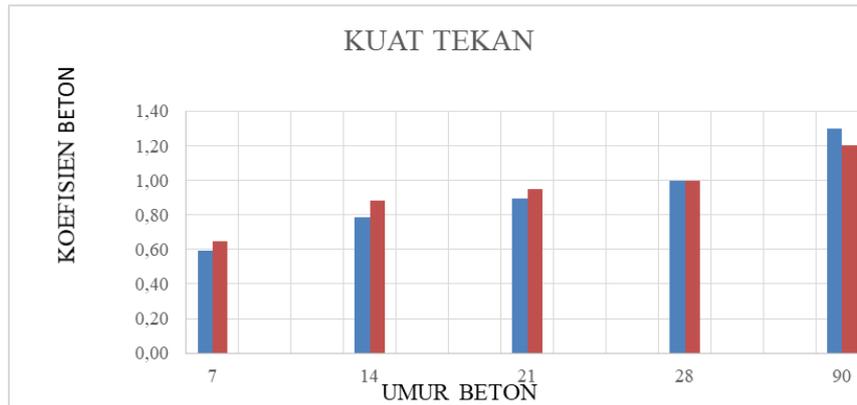
Pengujian V-funnel dilakukan untuk menghitung waktu aliran awal (T-awal) beton segar untuk mengetahui fillingability dari beton. Pada pengujian yang telah dilaksanakan, untuk beton HVFA-SCC dengan variasi kadar superplasticizer 1.5% telah memenuhi persyaratan EFNARC yang menetapkan bahwa kemampuan mengalir beton yang melewati katup dibagian bawah alat ukur V-funnel berkisar antara 8 – 12 detik.



Gambar 6. Perbandingan hasil pengujian V-Funnel

Perbandingan Kuat Tekan Beton Normal dengan Beton HVFA-SCC

Setelah dilakukan pembuatan benda uji beton dilakukan perawatan dengan perendaman di dalam air sampai waktu pengujian. Uji tekan beton dilakukan dengan menggunakan alat uji tekan dengan kapasitas 1000 KN. Data-data kuat tekan didapat dari pembacaan dial CTM dan dibagi dengan luas penampang silinder beton. Hasil pengujian diambil nilai rata-rata hasil pengujian kuat tekan beton dan disajikan pada gambar 7. Pengerjaan dilakukan dengan Microsoft excel untuk memudahkan perhitungan. Nilai kuat tekan beton normal dan beton HVFA-SCC dibandingkan berdasar umur beton 7, 14, 21, 28, 90 hari.



Gambar 7. Perbandingan hasil kuat beton

Dari gambar 7 di atas menunjukkan bahwa beton HVFA memiliki nilai kuat tekan yang lebih rendah dari pada beton normal pada umur dibawah 28 hari, namun pada umur diatas 28 hari nilai kuat tekan HVFA-SCC di atas beton normal. Kuat tekan HVFA-SCC meningkat lebih signifikan dari pada beton normal. Fenomena ini disebabkan karena terjadi reaksi lanjutan antara SiO_2 yang terkandung di dalam fly ash dengan Ca(OH)_2 yang merupakan sisa hasil reaksi antara semen dan air.

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil pengujian baik terhadap material maupun terhadap benda uji beton adalah sebagai berikut :

1. Agregat halus dan agregat kasar yang digunakan memenuhi syarat untuk pembuatan beton
2. Campuran beton segar hasil mix design memenuhi syarat SCC sesuai standart EFNARC 2002
3. Beton HVFA-SCC memiliki nilai kuat tekan yang lebih rendah dari pada beton normal pada umur dibawah 28 hari, namun pada umur diatas 28 hari nilai kuat tekan HVFA-SCC di atas beton normal.

Beberapa saran untuk penelitian berikutnya antara lain :

1. Pada saat pembuatan benda uji, sebaiknya pelaksanaan pekerjaan dari persiapan awal sampai tahap pengecoran dilakukan dengan ketelitian yang tinggi.
2. Melakukan pengujian SCC lebih matang lagi dengan pengaturan waktu yang cukup lama, sehingga hasil uji SCC dan *mix design* yang didapat lebih optimal
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh *fly ash* terhadap sifat beton lainnya seperti modulus elastisitas, tarik belah, dan tegangan-regangan

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih saya ucapkan kepada segenap civitas akademika Fakultas Teknik Universitas Merdeka Madiun, dan semua pihak yang mendukung atas terselesaikannya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Arman. 2018. *Kajian Kuat Tekan Beton Normal Menggunakan Standar SNI 7656-2012 dan ASTM C 136-06*. Rang Teknik Journal. Vol.1. No.2. ISSN:2599-2081.

Astuti, R. K., Budi, A. S., Sangadji, S. 2018. *Pengaruh Perbedaan Bentuk Penampang Spesimen Terhadap Hubungan Tegangan dan Regangan pada Beton High Volume Fly Ash Self Compacting Concrete (HVFA-SCC)*. E-Jurnal Matriks Teknik Sipil. Hal.71-78.

- Budi, A.S., Safitri, E.S., Sangadji, S., Kristiawan, S.A. 2021. *Shear Strength of HVSA-SCC Beams without Stirrups*. Buildings. 11. 177. Hal.1-20.
- EFNARC. 2002. *Specification and Guidelines for Self Compacting Concrete*.
- Hunggurami, E., Bunganaen, W., Parimbaha, M. 2018. *Kuat Tekan Beton Normal dan Mortar Menggunakan Agregat Umalulu*. Jurnal Teknik Sipil. Vol.7. No.2. Hal.133-142.
- Murti, H.P., Budi, A.S., Sunarmasto. 2018. *Pengaruh Kadar Fly Ash Terhadap Kuat Tekan pada High Volume Fly Ash Self Compacting Concrete (HVFA-SCC) pada Usia 90 Hari*. E-Jurnal Matriks Teknik Sipil. Hal. 465-470.
- Putri, A.P., Tobing, A.K. 2020. *Analisis Kuat Tekan Beton Menggunakan Bahan Ramah Lingkungan*. Jurnal Kajian Teknik Sipil. Vol.3. No.2.
- Rohman, Kristiawan, Basuki, Saifullah, 2022, Reinforcement to concrete bond strength: a comparison between normal concrete and various types of concrete, Journal of Physics: Conference Series, 2190 (2022) 012028
- Setiawan, B.A., Sofianto, M.F. 2019. *Pengaruh Variasi Superplasticizer Terhadap Kuat Tekan, Berat Volume, Porositas Dan Sifat Segar Beton High Volume Fly Ash Metode Self Compacting Concrete*. Universitas Negeri Surabaya. Hal.1-8.
- Simanjuntak, Saragi, Zandrato, 2017. *Pengaruh Umur Pada Peningkatan Kuat Tekan Dan Kuat Lentur Beton*, Majalah Ilmiah Politeknik Mandiri Bina Prestasi, Volume: 6 No. 1, Hal 93-101
- Sondakh, C.S.P., Wallah, H.M.S.E. 2016. *Pengaruh Kondisi Perawatan Pada Kekuatan Dan Struktur Mikro Beton Memadat Sendiri Dengan Volume Abu Terbang Tinggi*. Jurnal Ilmiah Media Engineering. Vol.6. No.3. ISSN:2087-9334. Hal.583-590.
- Wijaya, R. P., Budi, A. S., Kristiawan, S. A. 2018. *Perilaku Lentur Balok Beton Bertulang High Volume Fly Ash Self Compacting Concrete (HVFA-SCC) Usia 90 Hari*. E-Jurnal Matriks Teknik Sipil. Hal.621-629.