

PENINGKATAN KUAT LENTUR BETON *FAST TRACK* MUTU FS 45 DENGAN ADMIXTURE MR 73

Faisal Burhannudin¹⁾, Yusuf Ali¹⁾, Yosafat Damar Wicaksono¹⁾, Rida Handiana Devi^{1,*)}

¹⁾Jurusian Teknik Sipil Universitas Veteran Nusantara
Jln. Letjen Sudjono Humardani, Sukoharjo 57521

*Correspondent Author: ridahandiana@univetbantara.ac.id

Abstract

A number of studies and trials on concrete have been conducted to improve concrete quality and address common issues in the construction industry, such as project deadlines. Efforts to enhance concrete quality include modifications to achieve high concrete strength at 7 days using chemical admixtures. This research aims to analyze the effect of using MR 73 admixture on the flexural strength of concrete at the ages of 7 and 28 days. The research method employed is experimental quantitative. The results indicate that concrete with MR 73 admixture at a 0.4% dosage achieved an average flexural strength of 43.5042 kg/cm² at 7 days, compared to normal concrete with 35.34 kg/cm² at the same age. At 28 days, concrete with MR 73 admixture at a 0.4% dosage reached an average flexural strength of 49.97 kg/cm², compared to normal concrete with 45.54 kg/cm². The MR 73 admixture proved to increase the flexural strength of concrete by 23% at 7 days and 10% at 28 days compared to normal concrete.

Keywords: fast track concrete, admixture, flexural strength

PENDAHULUAN

Pembangunan infrastruktur di Indonesia terus berkembang untuk mendukung konektivitas nasional. Dalam kurun waktu 2017-2019, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) mencatat telah terbangun 824 km jalan tol dan 1320 km jalan baru. Pada periode 2020-2024, target pembangunan meningkat menjadi 1500 km jalan tol dan 2500 km jalan baru, dengan proyeksi jangka panjang hingga 2030 mencakup pembangunan 2000 km jalan tol dan 3000 km jalan baru (Sukamta dkk., 2023). Selain itu, proyek pembangunan Ibu Kota Nusantara (IKN) dirancang dengan

jadwal ketat, dimana penyelesaian tahap pertama ditargetkan pada tahun 2024. Kebutuhan percepatan konstruksi ini menuntut material inovatif yang mampu mendukung pengerjaan cepat tanpa mengurangi kualitas struktur.

Beton *fast track* mutu FS 45 menjadi solusi utama untuk memenuhi kebutuhan proyek konstruksi yang memerlukan waktu pengerjaan singkat. Beton ini dirancang untuk mencapai kuat lentur 45 kg/cm² dalam waktu singkat, sehingga ideal untuk perkerasan kaku (*rigid pavement*) dan struktur jalan dengan beban berat (Nurokhman dkk., 2023). Mutu beton sangat dipengaruhi oleh material

penyusunnya, seperti agregat, semen, air, dan *admixture*. Penambahan *admixture* terbukti dapat meningkatkan kualitas beton melalui pengurangan jumlah air, pengaturan waktu pengerasan, dan peningkatan kekuatan tekan dan lentur (Nasruddin dkk., 2020).

Berbagai penelitian telah membuktikan efektivitas *admixture* dalam meningkatkan kualitas beton. Johanson dkk. (2023) melaporkan bahwa penggunaan superplasticizer tipe F meningkatkan kuat tekan beton *fast track* secara signifikan. Hilmi dkk. (2024) menemukan bahwa *admixture* Additon Superfluid L (tipe A dan F) meningkatkan kuat tekan hingga 45,59 MPa pada dosis 1,5%, sedangkan Superplast W9 (tipe E dan F) memperoleh kuat tekan maksimum 47,82 MPa dengan dosis 0,5%. Sukmaningtyas dkk. (2020) melaporkan bahwa Master Glenium Ace 8111 (tipe A dan F) meningkatkan kuat tekan beton *fast track* hingga 29,09 MPa dengan dosis optimal 0,3% dari berat semen. Purwanto dkk. (2022) menunjukkan bahwa *admixture* Naptha E121 (tipe E) dan Nexco Polynex He 500 (tipe E) memberikan kenaikan kuat tekan beton *rigid pavement* tanpa menurunkan *workability* beton.

Hingga saat ini, penelitian tentang penggunaan *admixture* tipe G (*Water Reducing High Range Retarding Admixtures*) pada beton *fast track* masih terbatas. ASTM C.494 mendefinisikan *admixture* tipe G sebagai bahan tambah yang mampu mengurangi air lebih dari 12% dan

memperlambat waktu pengikatan, sehingga cocok untuk beton yang membutuhkan kekuatan awal tinggi dengan pengerjaan fleksibel. *Admixture* MR 73 termasuk dalam tipe G dan memiliki potensi besar dalam meningkatkan kualitas beton *fast track*.

Pemilihan dosis 0,4% *admixture* MR 73 dalam penelitian ini dilakukan berdasarkan spesifikasi kadar dosis dari additon. Perusahaan Additon merekomendasikan dosis optimal 0,2% hingga 0,45% dari berat semen. Dosis 0,4% dipilih karena mendekati batas atas dari rentang rekomendasi, yang memungkinkan peningkatan kekuatan mekanis beton tanpa risiko efek samping seperti *segregasi* atau *bleeding*. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa dosis mendekati batas atas seringkali memberikan kombinasi optimal antara kekuatan tekan dan workabilitas beton (Hilmi dkk., 2024).

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh penambahan *admixture* MR 73 pada dosis 0,4% terhadap kuat lentur beton *fast track* mutu FS 45 pada umur 7 dan 28 hari. Kajian ini difokuskan pada analisis peningkatan kuat lentur beton sebagai respons terhadap penambahan *admixture* tipe G. Data hasil penelitian digunakan untuk memahami mekanisme kerja *admixture* dalam meningkatkan performa beton *fast track*. Penelitian ini relevan untuk mendukung pengembangan material beton yang sesuai dengan kebutuhan konstruksi berkecepatan tinggi.

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan metode kuantitatif berbasis eksperimen untuk mengkaji pengaruh penggunaan admixture MR 73 pada dosis 0,4% terhadap peningkatan kuat lentur beton *fast track* mutu FS 45 pada usia 7 dan 28 hari. Variabel yang digunakan meliputi variabel bebas, yaitu kadar admixture MR 73, dan variabel terikat berupa kuat lentur beton mutu FS 45. Uji coba dilakukan dengan menggunakan enam sampel uji berbentuk balok berukuran 15 x 15 x 60 cm.

Material dan Alat Penelitian

Material penelitian terdiri dari semen OPC Gresik Sprint Pro, agregat halus berupa pasir cuci Merapi, agregat kasar berupa batu pecah andesit Wonogiri dengan ukuran maksimum 25 mm, air, dan admixture MR 73 tipe G. Alat yang digunakan mencakup ayakan agregat, timbangan digital, oven, piknometer, *sieve shaker*, dan kerucut terpancung. Selain itu, digunakan pula alat pendukung seperti sekop, loyang, *concrete mixer*, alat uji *slump*, *mold beam* 15 x 15 x 60 cm, meteran, dan *flexural testing machine* untuk mendukung proses pencampuran dan pengujian.

Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian dimulai dengan persiapan material dan pengujian karakteristiknya. Pengujian gradasi agregat halus dan kasar dilakukan berdasarkan ASTM C.33:03. Pengujian

berat jenis agregat halus mengacu pada SNI 03:1970:2016, sedangkan berat jenis agregat kasar mengacu pada SNI 03:1969:2016. Kadar lumpur pada agregat halus diuji sesuai dengan SNI 03:6821:2002. Material yang memenuhi spesifikasi digunakan dalam penyusunan rancangan campuran beton berdasarkan SNI 7656:2012.

Proses pencampuran beton dilakukan menggunakan *concrete mixer* untuk menghasilkan campuran yang homogen. Pengujian *workability* campuran dilakukan menggunakan *slump test* berdasarkan SNI 1972:2008. Setelah itu, campuran beton dicetak menggunakan *mold beam*, kemudian dilakukan proses perawatan atau *curing* hingga mencapai umur 7 hari dan 28 hari sesuai prosedur SNI 03:4810:1998. Pengujian kuat lentur beton dilaksanakan menggunakan metode pembebanan dua titik berdasarkan SNI 4431:2011. Hasil pengujian dianalisis secara sistematis dan disajikan dalam bentuk tabel serta grafik untuk memudahkan interpretasi data.

Rancangan Campuran Beton

Rancangan campuran beton disusun dengan mempertimbangkan efisiensi material dan pencapaian kekuatan optimal. Perancangan campuran beton dibuat berpedoman SNI 7656:2012 metode volume absolute. Rincian proporsi material yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini.

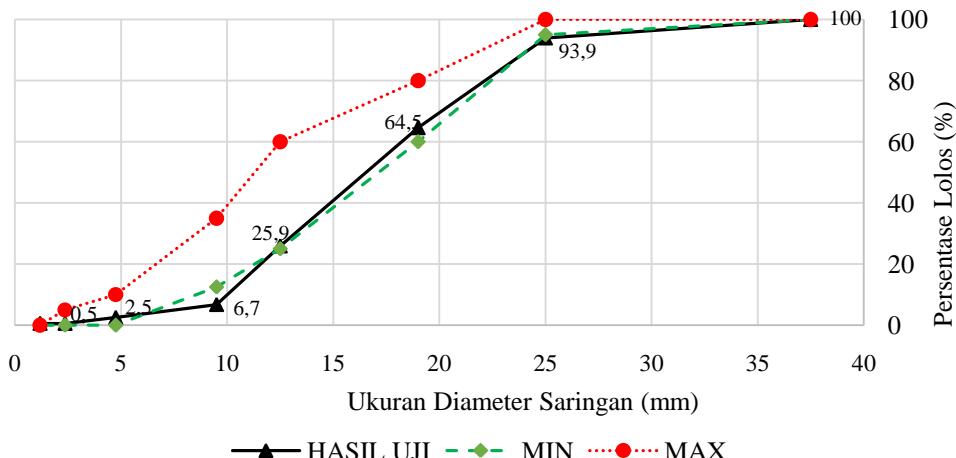
Tabel 1. Rincian hasil *mix design* beton *fast track* FS 45

Kode benda uji	Volume (m ³)	Semen (kg)	Agrgt halus (kg)	Agrgt kasar (kg)	Air (L)	Admixture (L)
Normal	1	460	761,45	1055,57	156,4	0
MR 73 0,4%	1	460	761,45	1055,57	156,4	1,84

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini membahas hasil uji material penyusun beton serta uji kuat lentur beton *fast track* mutu FS 45. Gradasi agregat, kandungan lumpur dalam agregat halus, dan berat jenis agregat diuji sebagai bagian dari pengujian material. ASTM C.33:03 digunakan sebagai acuan dalam pengujian gradasi agregat kasar. Berdasarkan hasil pengujian, butiran agregat kasar memenuhi persyaratan gradasi yang ditetapkan dalam standar ASTM

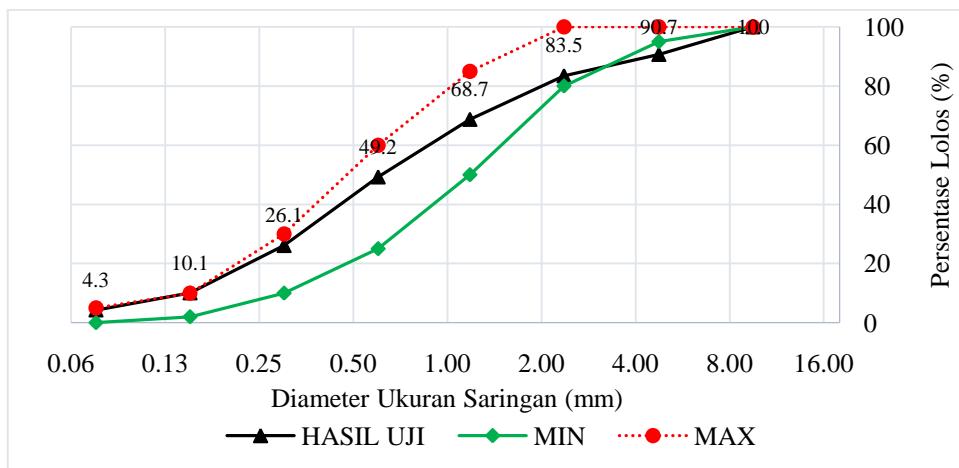
C33:03 untuk rentang ukuran nominal 25,0 mm hingga 9,5 mm. Persentase berat agregat yang lolos pada setiap ukuran saringan berada dalam batas minimum dan maksimum yang ditentukan oleh ASTM C33:03, dengan nilai modulus kehalusan sebesar 7,23. Hal ini memastikan bahwa distribusi ukuran butiran agregat kasar sesuai untuk digunakan sebagai bahan penyusun beton. Untuk informasi lebih rinci, grafik gradasi agregat kasar disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Hasil pengujian gradasi agregat kasar berdasarkan ASTM C.33:03

ASTM C.33:03 digunakan sebagai acuan dalam pengujian gradasi agregat halus. Berdasarkan hasil pengujian, butiran agregat halus memenuhi persyaratan gradasi yang ditetapkan dalam standar ASTM C.33:03. Persentase berat agregat yang lolos pada setiap ukuran saringan berada dalam batas minimum dan maksimum

yang ditentukan oleh ASTM C33:03, dengan nilai modulus kehalusan sebesar 2,71. Hal ini memastikan bahwa distribusi ukuran butiran agregat halus sesuai untuk digunakan sebagai bahan penyusun beton. Untuk informasi lebih rinci, grafik gradasi agregat halus disajikan pada Gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Hasil analisis gradasi agregat halus berdasarkan ASTM C.33:03.

Pengujian proporsi lumpur pada agregat halus dilakukan berpedoman standar SNI 03:4142:1996. Hasil pengujian menunjukkan bahwa proporsi lumpur yang berada di dalam agregat halus adalah 3,24%. Berdasarkan standar SNI 03:4142:1996, kadar lumpur yang diizinkan terkandung dalam agregat halus kurang dari 5% dari berat total pasir. Kandungan lumpur yang melebihi batas ini dapat mengurangi kemampuan ikatan antar agregat, sehingga menurunkan kekuatan dan mutu beton.

Keberadaan material lumpur pada agregat mengakibatkan terhambatnya proses hidrasi semen dikarena bentuk partikelnya sehalus semen (Hudori dkk., 2022). Berdasarkan hasil uji, agregat halus dalam penelitian ini memenuhi spesifikasi yang disyaratkan oleh SNI 03:4142:1996 yang dimana proporsi lumpur didalam agregat halus di bawah 5%. Informasi rinci mengenai perhitungan kadar lumpur pada agregat halus disajikan dalam Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Perhitungan *silt content by weight*

Pemeriksaan	Hasil
Berat Pasir Kering(W1)	500 g
Berat Pasir KeringCuci (W2)	483,8 g
Kadar Lumpur = $\frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100$	3,24 %

SNI 1970:2016 digunakan sebagai pedoman uji berat jenis dan penyerapan agregat halus. Menurut SNI 1970:2016 syarat berat jenis kondisi jenuh permukaan (SSD) agregat halus diantara 2,5-2,7 gr/cm³.

Berdasarkan pengujian material yang telah dilakukan, maka agregat halus memenuhi persyaratan SNI 1970:2016. Hasil perhitungan dari uji berat jenis dan penyerapan agregat halus dapat dilihat pada Tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3. Perhitungan berat jenis dan penyerapan agregat halus

Nama	Keterangan	Sempel 1	Sempel 2	Rata-rata	Satuan
Berat sempel SSD	A	500	500	500	g
Berat sempel SSD+ piknometer + air	D	995	993	993	g
Berat piknometer + air	C	686	685	685,5	g
Berat keringoven	B	480	478	479	g
Berat jenis SSD	$\frac{A}{C + A - D}$	2.62	2.6	2.61	g/cm^3
Berat jenis curah kering	$\frac{B}{C + A - D}$	2.51	2.49	2.5	g/cm^3
Berat jenis semu	$\frac{B}{B + C - D}$	2.81	2.81	2.81	g/cm^3
Penyerapan	$\frac{A - B \times 100}{B}$	4.17	4.6	4.38	%

Pengujian berat jenis agregat kasar berpedoman SNI 1969:2016. Menurut SNI 1969:2016, syarat berat jenis agregat kasar kondisi jenuh permukaan (SSD) diantara 2,5-2,7 g/cm^3 . Berdasarkan hasil pengujian, berat jenis kondisi SSD memiliki nilai rata-rata 2,61 g/cm^3 dan tingkat penyerapan

air 1,7%. Berdasarkan hasil tersebut, agregat kasar memenuhi persyaratan sebagai bahan penyusun beton sesuai persyaratan SNI 1969:2016. Untuk hasil perhitungan berat jenis dan penyerapan agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 4 di bawah ini.

Tabel 4. Hasil uji berat jenis dan penyerapan agregat kasar

Nama	Keterangan	Sempel 1	Sempel 2	Rata-rata	Satuan
Berat sempel SSD	B	4000,1	4000,3	4000,2	g
Berat sempel di dalam air	C	2466,1	2467,2	2467,2	g
Berat keringoven	A	3933,2	3930,95	3930,95	g
Berat jenis SSD	$\frac{B}{B - C}$	2,61	2,61	2,61	g/cm^3
Berat jenis curah kering	$\frac{A}{B - C}$	2,56	2,56	2,56	g/cm^3
Berat jenis semu	$\frac{A}{A - C}$	2,68	2,69	2,69	g/cm^3
Penyerapan	$\frac{B - A \times 100}{A}$	1,7	1,76	1,76	%

Pengujian slump bertujuan untuk megukur kualitas beton selama proses pengecoran. Pengukuran dilakukan segera setelah pembuatan beton segar dengan menentukan selisih tinggi antara puncak alat *slump test* dan rata-rata tinggi beton hasil uji (Nurokhman,

2023). Berdasarkan *slump test* yang telah dilakukan, nilai *slump* beton dengan *admixture* MR 73 yaitu 5 cm.

Nilai *slump* 5 cm tersebut memenuhi persyaratan Departemen Pekerjaan Umum tentang nilai *slump* beton kelas P *rigid pavement* mutu FS

45 diantara 5-7,5 cm. Untuk nilai *slump* beton normal adalah 2 cm, hal tersebut belum memenuhi persyaratan nilai *slump* beton kelas P, sehingga beton normal sulit untuk dikerjakan. Hasil pengujian *slump* dijelaskan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil pengujian *slump*

Kode benda uji	Hasil
Normal	2 cm
MR 73 0,4%	5 cm

Berdasarkan SNI 4431:2011, kuat lentur beton didefinisikan sebagai kemampuan balok beton yang diletakkan pada dua tumpuan untuk menahan beban yang diberikan secara tegak lurus terhadap sumbu benda uji hingga terjadi keruntuhan. Perhitungan kuat lentur menggunakan rumus $FS' = \frac{P \times L}{b \times h^2}$, dengan FS' = kuat lentur, P = beban, L = jarak 2 tumpuan, b = lebar balok, h = tinggi balok. Proses dan hasil dari pengujian kuat lentur pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3, Tabel 6 dan direpresentasikan pada Gambar 4.

Berdasarkan Tabel 6, nilai kuat lentur beton normal pada umur 7 hari adalah 35,34 kg/cm². Beton dengan penggunaan *admixture* MR 73 pada

dosis 0,4% menunjukkan variasi kuat lentur antara 40,7884 kg/cm² dan 46,22 kg/cm², dengan nilai rata-rata sebesar 43,5042 kg/cm². Hasil tersebut menunjukkan bahwa kuat lentur beton pada umur 7 hari dengan *admixture* MR 73 mengalami peningkatan sebesar 23% dibandingkan dengan beton normal pada umur yang sama.

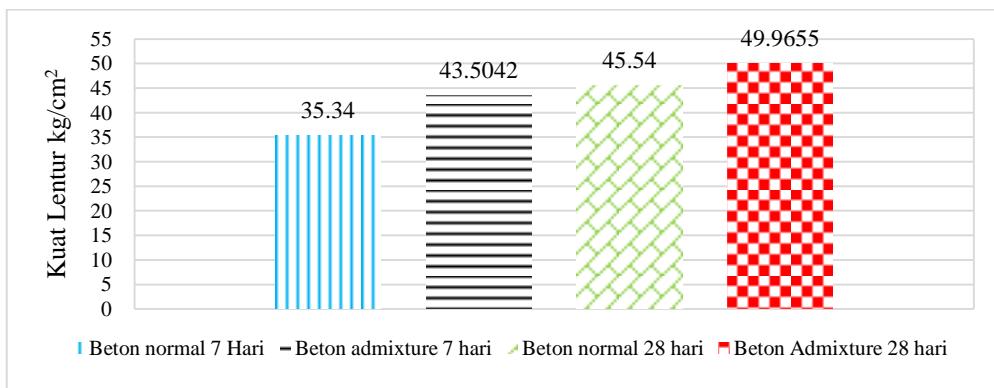


Gambar 3. Proses uji kuat lentur beton *fast track* FS 45.

Pada umur 28 hari, nilai kuat lentur beton normal adalah 45,54 kg/cm². Dengan penggunaan *admixture* MR 73 pada dosis 0,4%, kuat lentur beton bervariasi antara 47,586 kg/cm² dan 52,345 kg/cm², dengan nilai rata-rata sebesar 49,9655 kg/cm². Kuat lentur beton pada umur 28 hari dengan *admixture* MR 73 mengalami peningkatan sebesar 10% dibandingkan dengan beton normal pada umur yang sama.

Tabel 6. Hasil uji kuat lentur beton *fast track* FS 45

Kode benda uji	Tanggal pengujian	Umur (Hari)	Berat (Kg)	Hasil tes (kN)	Kuat lentur (Kg/cm ²)
Normal	19-12-2023	7	32,45	26	35,34
MR 73 0,4%	19-12-2023	7	32,33	34	46,22
MR 73 0,4%	19-12-2023	7	32,09	30	40,7884
Normal	9-01-2024	28	33,60	33,5	45,54
MR 73 0,4%	9-01-2024	28	33,60	35	47,586
MR 73 0,4%	9-01-2024	28	33,82	38,5	52,345



Gambar 4. Grafik perbandingan rata-rata kuat lentur beton *fast track* mutu FS 45

SIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa material penyusun beton memenuhi persyaratan ASTM dan SNI. Nilai *slump* beton dengan *admixture* MR 73 memenuhi persyaratan dari Departemen Pekerjaan Umum tentang nilai *slump* beton *rigid pavement* mutu FS 45 antara 5-7,5 cm, sedangkan untuk beton normal tidak memenuhi nilai *slump* beton *rigid pavement* sehingga beton sulit dikerjakan. *Admixture* MR 73 dengan kadar dosis 0.4% dapat digunakan sebagai bahan tambah pembuatan beton *fast track* FS 45, dengan peningkatan kuat lentur pada umur 7 hari sebesar 23% dan pada umur 28 hari sebesar 10% terhadap kuat lentur beton normal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kemendiktisaintek yang telah memberikan insentif PKM AI pada tahun 2024 sehingga penulis dapat mempublikasikan artikel PKM AI ini.

DAFTAR PUSTAKA

ASTM C.33, 2003, *Standard Specification for Concrete*

Aggregates. Annual Books of ASTM standards. USA.

ASTM C.494, 1982, *Standard Specification for Chemical Admixture for Concrete. Annual Books of ASTM standards. USA.*

Hilmi, M.A., Kartini, W., & Sumaidi, 2024, Optimasi Variasi Penggunaan Admixture Additon Superfluid L Dan Superplast W9 Terhadap Karakteristik Beton Mutu Tinggi. *Jurnal Al Ulum LPPM Universitas Al Washliyah Medan*. 12 (1): 39-46.

Hudori, M., Tandedi, M., Sentanu, A.T., & Ferdinand, M.A., 2022, Studi Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus pada Pasir di Kota Batam. *Jurnal Rab Construction Research*, 7 (1): 96-103.

Johanson, M., Rinawati & Sukarno, P., 2023, Penggunaan Variasi Pasir Pada Beton Fast Track Dengan Tambahan Superplasticizer. *Seminar Nasional Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta*.

Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2023, Kementrian PUPR Targetkan Pembangunan Tahap 1 IKN Nusantara Rampung di 2024.

- URL: <https://pu.go.id/berita/kementerian-pupr-targetkan-pembangunan-tahap-i-ikn-nusantara-rampung-di-2024>. Diakses tanggal 8 Februari 2024.
- Nasruddin, Sampebulu, V., & Mushar, P., 2020, Efek Penambahan *Admixture* terhadap Kuat Tekan Beton SCC pada Umur 7 Hari dengan Metode Wet Curing. *Jurnal Lingkungan Binaan Indonesia*, 9 (1): 1-5.
- Nurokhman, Kristyanto, H., Subagyo, S., & Hermanto, H., 2023, Komparasi Agregat Progo dan Merapi dan Pengaruhnya terhadap Mutu Beton FS 45. *CivETech*. 5 (2): 31-45.
- Purwanto, E., Noorhidana, V.A., Junaedi, T. & Sebayang, S., 2022, Perbandingan Pengaruh Penambahan Naptha E121 dan Nexco Polinex He 500 Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton Rigid Pavement. *Seminar Nasional Ilmu Teknik dan Aplikasi Industri (SINTA)*.
- Standar Nasional Indonesia, 1996, SNI 03:4142:1996: Metode Pengujian Jumlah Bahan Agregat Yang Lolos Saringan nomor 200. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Standar Nasional Indonesia, 2011, SNI 4431:2011: Cara Uji Kuat Lentur Beton Normal dengan Dua Titik Pembebanan. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Standar Nasional Indonesia, 2012, SNI 7656:2012: Tata Cara Pemilihan Campuran untuk Beton Normal, Beton Berat, dan Beton Massa. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Standar Nasional Indonesia, 2016, SNI 1969:2016: Metode Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Standar Nasional Indonesia, 2016, SNI 1970:2016: Metode Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Sukmaningtyas, D.H., Azizi, A., & Salim, M.A., 2020, Analisis Kuat Tekan Beton Fast Track Dengan Bahan Tambahan Master Glenium Ace 8111. *CIVeng*. 1 (2): 77–86.