

Efek Penggunaan Supplementary Material Pada Beton, Ditinjau Terhadap Susut Dan Induksi Keretakan Akibat Korosi

Gabriel GHEWA^{1*}

¹Program Studi Teknik Sipil, Universitas Katolik Soegijapranata, email: ghewa@unika.ac.id

Sejarah artikel

Diserahkan: 28 Juni 2022
Dalam bentuk revisi: 24 Agustus 2022

Diterima: 28 September 2022
Tersedia online: 30 September 2022

Abstract

Concrete damage due to corrosion is a problem that needs attention in Indonesia, which is a maritime country. Corroded concrete on steel reinforcement can damage the concrete body and reduce the serviceability of the concrete. Material innovation is one of the solutions to improve the quality of concrete so as to produce higher serviceability. The use of 15% fly ash and 5% silica fume as cement substitution materials can improve the performance of concrete in terms of compressive strength and resistance to cracking due to corrosion induction, which is assessed by the corrosion rate. The compressive strength of concrete with supplementary material increased by an average of 15,6% and resistance to cracking due to corrosion increased by approximately 13% compared to concrete without supplementary material.

Keywords: corrosion, concrete, fly ash, silica fume

Abstrak

Kerusakan beton akibat korosi menjadi permasalahan yang perlu diperhatikan di Indonesia yang merupakan negara maritim. Beton yang terkorosi pada tulangan baja mampu membuat badan beton menjadi rusak dan mengakibatkan daya layan beton berkurang. Inovasi material menjadi salah satu solusi peningkatan kualitas beton sehingga menghasilkan daya layan yang lebih tinggi. Penggunaan 15% fly ash dan 5% silica fume sebagai bahan substitusi semen mampu meningkatkan performa beton dari kuat tekan dan ketahanan terhadap retak akibat induksi korosi, yang dinilai dengan corrosion rate. Kekuatan tekan beton dengan supplementary material meningkat rata-rata 15,6% dan ketahanan terhadap retak akibat korosi meningkat kurang lebih sebesar 13% dibandingkan beton tanpa supplementary material.

Kata kunci: korosi, beton, fly ash, silica fume

1. Pendahuluan

Korosi tulangan adalah salah satu penyebab utama kerusakan dini pada struktur beton bertulang. Proses korosi disebabkan oleh adanya reaksi antara baja tulangan dan ion Hidroksida (OH) yang berasal dari reaksi oksigen dan air. Hal ini dapat terjadi karena rusaknya lapisan pasif dari tulangan, yang dikenal dengan istilah *depassivation*, yang disebabkan oleh adanya infiltrasi ion Klorida (Cl-) ke dalam beton (Zhao, dkk., 2013). Beberapa metode eksperimental telah dikemukakan oleh beberapa peneliti untuk mengamati proses terjadinya korosi. Selama ini, eksperimental yang dilakukan sebagian besar menggunakan metode Galvanostatik (Cao & Cheung, 2014; Wilson & Yu, 2013). Ion klorida dapat masuk ke dalam badan beton bertulang karena adanya keretakan pada permukaan beton. Susut merupakan salah satu indikator untuk menilai durabilitas beton bertulang. Beton dengan material yang memiliki panas hidrasi tinggi memiliki resiko menghasilkan nilai susut

yang besar. Faktor susut pada beton perlu diteliti untuk melihat relasi antara kecepatan terjadinya induksi korosi dan besarnya susut beton. Penggunaan bahan-bahan konvensional dalam pembuatan beton bertulang dirasa belum cukup untuk membuat beton memiliki daya tahan yang maksimum terhadap korosi meskipun telah mempertebal cover dan melapisi permukaan beton dengan epoxy.

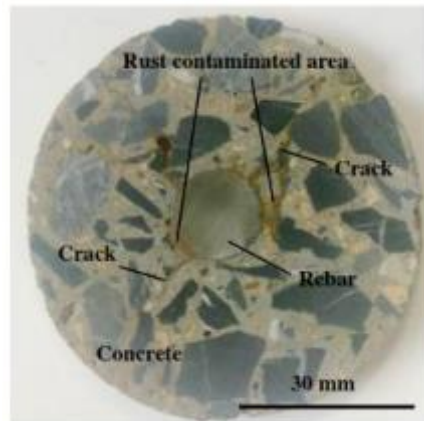
Durabilitas beton memiliki peran penting dalam mengendalikan daya layan beton. Bangunan yang bersentuhan langsung dengan air, seperti infrastruktur di wilayah laut, harus tahan terhadap penetrasi air, sehingga tulangan beton tidak mengalami korosi. Oleh karena itu, daya layan beton dipengaruhi oleh struktur pori beton. Jika pori beton terlalu banyak, maka akan banyak zat agresif yang dapat masuk ke dalam badan beton (S. P. Zhang & Zong, 2014). Karena itu, dibutuhkan inovasi terhadap material beton, salah satunya dengan menggunakan *fly ash* dan *silica fume*. Penggunaan *fly ash* dan *silica fume* menunjukkan hasil yang lebih baik dari penggunaan material konvensional pada beton. *Silica fume* dan *fly ash* yang memiliki karakteristik mirip semen digunakan dalam penelitian ini sebagai bahan pengganti semen. *Fly ash* dan *silica fume* telah banyak digunakan dan terbukti dapat meningkatkan sifat mekanik beton. Selain itu, bahan ini dikenal sebagai bahan limbah, sehingga penggunaan bahan ini ke dalam campuran beton dapat mengurangi penggunaan semen, membuat beton lebih ramah lingkungan. *Fly ash*, yang merupakan limbah dari pembangkit listrik, telah berhasil menggantikan semen hingga 30% secara massal (Barbhuiya, dkk., 2009).

2. Landasan Teori

Durabilitas pada beton sendiri terdiri dari porositas, sorptivitas (tingkat penyerapan), permeabilitas (kemampuan untuk meloloskan fluida), dan susut (Dimitriou, dkk., 2018). Keretakan yang diinduksi korosi merupakan salah satu penyebab utama kerusakan pada struktur beton bertulang (Y. Zhao, dkk., 2011). Ketika korosi terjadi pada baja tulangan di dalam beton, volume dari baja akan meningkat sekitar 2 sampai 6 kali volume baja awal (Suda, dkk., 1993; Y. Zhao, dkk., 2011) yang menghasilkan tekanan dalam beton, yang akhirnya mengakibatkan retak pada selimut beton (Gambar 1). Setelah retakan mencapai selimut beton, zat-zat agresif yang berada di udara akan lebih cepat masuk ke dalam beton, yang akan menyebabkan kerusakan agresif pada baja tulangan. Elemen struktur secara umum rentan terhadap pengeringan susut di daerah-daerah dengan kondisi cuaca hangat dan panas. Dalam beton normal dengan rasio air-semen lebih tinggi dari 0,45, susut pada kondisi kering dianggap sebagai alasan paling signifikan terjadinya retak dini (Yousefieh et al., 2017). Susut kering dimulai setelah perawatan beton, tergantung pada sifat beton (desain campuran, penempatan beton dan metode perawatan) dan kondisi lingkungan (suhu, kelembaban relatif, kecepatan angin).

Chousidis (2016) pada penelitiannya yang berjudul “*Effect of fly ash chemical composition on the reinforcement corrosion, thermal diffusion and strength of blended cement concretes*” menggunakan *fly ash* 10% sebagai pengganti semen dan kemudian merendam beton *fly ash* tersebut ke dalam larutan 3,5% NaCl selama 100 hari. Hasilnya, penggunaan *fly ash* mereduksi nilai porositas 4,9% jika dibandingkan dengan beton normal, yang membuat beton tersebut lebih tahan terhadap penetrasi klorida.

Penggunaan *supplementary material* berupa *fly ash* dan *silica fume* sebagai bahan pengganti semen didasarkan juga pada sifat pozzolan dan bentuk fisik dari material yang masuk ke dalam kategori *micro material*. Penggunaan *micro material* memiliki efek yang sangat baik dalam menahan penetrasi air ke dalam beton, karena mampu mengisi pori-pori di dalam beton sehingga menghasilkan kepadatan yang lebih tinggi dibanding beton konvensional. Kepadatan yang lebih tinggi akan memperlambat laju penetrasi air dan zat agresif lainnya ke dalam beton, sehingga durabilitas beton dengan *supplementary material* lebih baik daripada beton konvensional (Chousidis, dkk., 2016).



Gambar 1. Retak pada beton akibat induksi korosi pada baja tulangan (Y. Zhao, dkk., 2012)

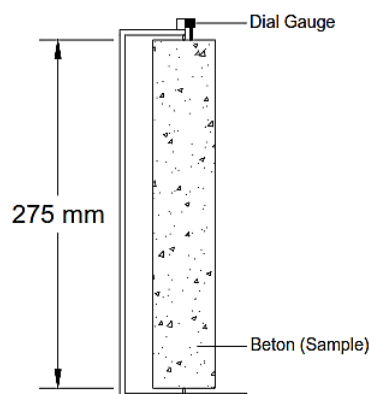
3. Metodologi Penelitian

Beberapa tahapan yang dilaksanakan dalam eksperimental terhadap hubungan nilai susut beton dan keretakan akibat korosi dapat dilihat sebagai berikut.

- Membuat mix design beton, kemudian melaksanakan pengecoran.
- Melakukan curing selama 28 hari pasca pengecoran.
- Melakukan pengujian kuat tekan dengan sampel uji silinder berdiameter 15cm dan tinggi 30cm.
- Melakukan pengujian susut dan percepatan korosi berdasarkan ASTM.
- Melakukan pengamatan selama 90 hari untuk mendapatkan nilai susut dan corrosion rate.
- Menganalisis hasil pengamatan.
- Menyimpulkan bagaimana relasi antara nilai susut beton dan keretakan akibat korosi.

Pengujian Susut Kering (ASTM-C157 dan C596)

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui perubahan pada panjang beton akibat diekspose pada lingkungan kering, sehingga didapatkan properties susutnya. Sampel uji berbentuk balok berukuran 7,5cm x 7,5cm x 28,5cm. Properties susut ini bias menjadi acuan untuk mengetahui mechanical properties pada beton, khususnya untuk retak awal akibat susut itu sendiri. Skema pengujian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Skema pengujian susut kering

Dial gauge yang dipakai adalah *dial gauge* dengan ketelitian bacaan 10^{-2} mm. Perhitungan susut dihitung menurut rumus berikut.

$$\text{Nilai Susut (microstrain)} = \frac{\left(\frac{CRD_{Initial}(mm)}{250mm} \right)}{10^{-6}} \quad (1)$$

Pengujian Percepatan Korosi (ASTM G192 – 08 (2016))

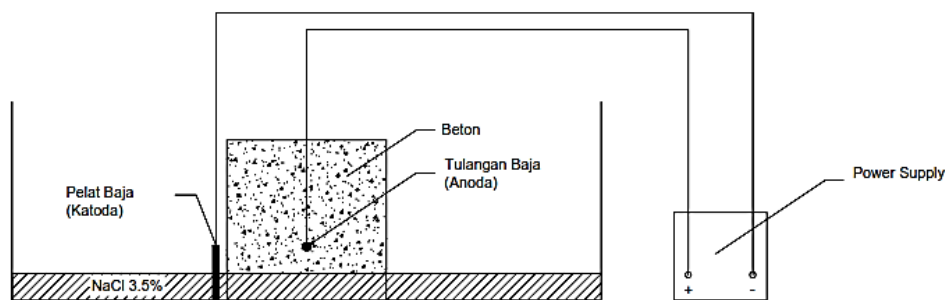
Pengujian percepatan korosi menggunakan sampel berbentuk kubus dengan panjang sisi 15cm dan kuat arus 0,02A. Perhitungan Kerapatan Arus, Corrosion Rate dan Time to Corrosion Initial dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Corrosion Rate} = (K \times W) / (A \times T \times D) \quad (2)$$

Keterangan:

- K : Konstanta yang menunjukkan unit dari corrosion rate (ASTM G 1-99) (lihat Tabel 1)
 T : Waktu (Jam)
 A : Luas Penampang tulangan
 W : Mass Loss (Gram)
 D : Berat Jenis Tulangan (gr/cm³)

Skema pengujian dengan metode galvanostatik dan konstanta *corrosion rate* dapat dilihat pada Gambar 3 dan Tabel 1.



Gambar 3. Skema pengujian percepatan korosi

Tabel 1. Konstanta *corrosion rate* berdasarkan unit

Corrosion Rate Unit Desired	Constant (K) in Corrosion Rate Equation
Mils per year (mpy)	3,45 x 10 ⁶
Inches per year (ipy)	3,45 x 10 ³
Inches per month (ipm)	2,87 x 10 ²
Millimeters per year (mm/y)	8,76 x 10 ⁴
Micrometers per year (μ/y)	8,76 x 10 ⁷
Picometers per second (pm/s)	2,78 x 10 ⁸
Grams per square per hour (g/m ² h)	1,00 x 10 ⁴ x D
Milligrams per square decimeter per day (mdd)	2,40 x 10 ⁴ x D
Micrograms per square meter per second (μg/m ² s)	2,78 x 10 ⁴ x D

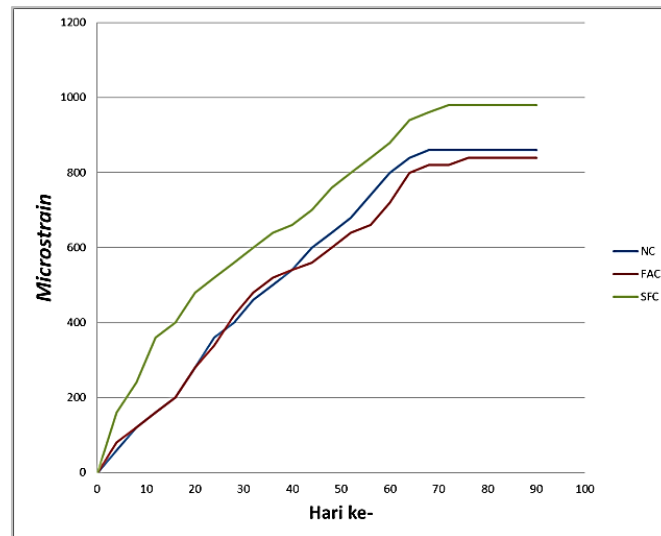
4. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Beton diberikan kode sampel NC (*Normal Concrete*), SFC (*Silica Fume Concrete*), dan FAC (*Fly Ash Concrete*). Hasil kuat tekan yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai kuat tekan (fc) untuk sampel uji

Kode Sampel	Fc (N/mm ²)
NC	32,84
SFC	37,13
FAC	36,23

Pengujian susut kering dilakukan selama 90 hari untuk melihat performa susut beton. Nilai uji susut disajikan dalam gambar yang dapat dilihat pada Gambar 4. Pengujian *corrosion rate* dilakukan selama 60 hari dan hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 3.



Gambar 4. Nilai susut beton berdasarkan jenis *supplementary material*

Tabel 3. Nilai *corrosion rate*

<i>Corrosion rate (mm/years)</i>			
Sample Code	Normal	15% <i>Fly ash</i>	5% <i>silica fume</i>
1	1,31	0,78	1,07
2	1,22	1,00	1,05
3	1,20	1,04	1,13
4	1,44	1,09	1,29
5	1,49	1,38	1,48
6	1,58	1,26	1,33
7	1,64	1,41	1,55
8	1,60	1,41	1,49
9	1,66	1,43	1,51
10	1,61	1,47	1,52
Rata-rata	1,47	1,23	1,34

Pada Gambar 3, diketahui bahwa beton dengan kandungan *fly ash* sebesar 15% dari berat semen memiliki nilai susut yang paling rendah, kemudian beton dengan kandungan *silica fume* 5% dari berat semen memiliki susut paling tinggi. Beton normal memiliki nilai susut sedikit di atas nilai susut beton dengan *fly ash*.

Susut pada beton dipengaruhi oleh suhu dan kelembaban. Suhu dan kelembaban pada beton dipengaruhi oleh jenis dan kualitas material. Material pada beton, khususnya yang mengandung silica, memiliki kemampuan untuk mempertahankan kelembaban dalam beton atau sebaliknya. *Fly ash* memiliki susut yang lebih kecil dari beton normal, meskipun tidak begitu signifikan perbedaannya, karena memiliki kehalusan sama seperti yang dimiliki oleh semen biasa, dan memiliki kerapatan yang sedikit lebih baik daripada beton dengan semen biasa, yang mengakibatkan efek mereduksi retakan pada beton dengan rasio air semen yang rendah. *Silica fume*, meskipun meningkatkan kekuatan beton, namun ternyata memiliki susut yang lebih besar daripada beton normal dan *fly ash*, karena terjadi proses kimiawi yang mengakibatkan adanya rekonstruksi pada porositas beton, yang membuat beton dengan *silica fume* tidak bisa diperlakukan sama dengan beton *fly ash* (Sarkar, dkk., 2013). Penggunaan *silica fume* sendiri pada umumnya memiliki *properties shrinkage* yang lebih tinggi daripada beton normal (P. Zhang & Li, 2013). Hal ini disebabkan karena reaksi kimia dari *silica fume* terhadap binder yang sangat tinggi. Saat proses hidrasi antara semen dan *silica fume*, ikatan C-S-H yang terbentuk menjadi sangat reaktif karena kandungan silica dalam *silica fume* yang tinggi, sehingga mempengaruhi kelembaban dalam beton yang semakin berkurang karena panas hidrasi yang dihasilkan (Wongkeo, dkk., 2012).

Pada Tabel 3, dapat dilihat bahwa nilai *corrosion rate* tertinggi ada pada beton normal, dan terendah ada pada beton dengan kandungan *fly ash* 15% dari berat semen. Hal ini disebabkan oleh kemampuan beton dalam menahan zat agresif dan penetrasi air sebagai konduktor arus di dalam badan beton, sehingga proses korosi berjalan menjadi lebih lambat, yang mengakibatkan volume korosi yang terjadi pada tulangan menjadi lebih sedikit, dibanding dengan beton normal dengan waktu yang sama. Beton dengan *fly ash* memiliki kerapatan yang lebih baik dari beton normal dan beton dengan *silica fume*. *Fly ash* dan *silica fume* sebagai material tambahan juga memberikan kontribusi yang baik untuk menahan penetrasi air ke dalam beton. Kuat tekan yang tinggi dari penambahan *supplementary material* ini disebabkan kehalusan material dan sifat pozzolan dari *supplementary material* itu sendiri. Reaksi *silica* reaktif dan kalsium hidroksida dalam *fly ash* dan *silica fume* yang terhidrasi oleh semen menghasilkan tambahan kalsium silikat (C-S-H) yang memberikan kekuatan tambahan (Hatungimana, dkk., 2019).

Dalam proses hidrasi semen, jika kandungan kalsium hidroksida pada *binder* bereaksi dengan pozzolan dalam jumlah yang tepat dan membentuk *Calcium Silicate Hydrate* (CSH), kalsium hidroksida akan tereliminasi dan molekul CSH tadi akan meningkat di dalam *binder* yang mengakibatkan ikatan dengan agregat semakin kuat dan meningkatkan kuat tekan serta kepadatan beton. Partikel *fly ash* dan *silica fume* yang merupakan pozzolan yang sangat reaktif dengan kemampuan pengisi pori yang tinggi menghasilkan penambahan peningkatan kekuatan dan kepadatan yang lebih baik daripada hanya dengan menggunakan *silica fume*. (Leung, dkk., 2016).

5. Kesimpulan

Kesimpulan yang diambil dari penelitian efek penggunaan *supplementary material* pada beton, ditinjau terhadap susut dan induksi keretakan akibat korosi adalah:

- Penggunaan *Supplementary Material* berupa *fly ash* dengan rasio 15% dari berat semen, dan *silica fume* dengan rasio 5% dari berat semen mampu meningkatkan durabilitas beton terhadap keretakan akibat induksi korosi.
- Meskipun menghasilkan susut terbesar, penggunaan *silica fume* dengan rasio 5% dari berat semen pada beton mampu meningkatkan kuat tekan dan durabilitas terhadap keretakan akibat induksi korosi pada beton.

6. Referensi

- ASTM International. (2008). *Standard test method for length change of hardened hydraulic-cement mortar and concrete* (ASTM-C157). ASTM International West Conshohocken, PA, USA.
- ASTM International. (2018). *Standard Test Method for Drying Shrinkage of Mortar Containing Hydraulic Cement* (ASTM-C596).
- Barbhuiya, S. A., Gbagbo, J. K., Russell, M. I., & Basheer, P. A. M. (2009). Properties of fly ash concrete modified with hydrated lime and silica fume. *Construction and Building Materials*, 23(10), 3233–3239.
- Cao, C., & Cheung, M. M. S. (2014). Non-uniform rust expansion for chloride-induced pitting corrosion in RC structures. *Construction and Building Materials*, 51, 75–81.
- Chousidis, N., Ioannou, I., Rakanta, E., Koutsodontis, C., & Batis, G. (2016). Effect of fly ash chemical composition on the reinforcement corrosion, thermal diffusion and strength of blended cement concretes. *Construction and Building Materials*, 126, 86–97.
- Dimitriou, G., Savva, P., & Petrou, M. F. (2018). Enhancing mechanical and durability properties of recycled aggregate concrete. *Construction and Building Materials*, 158, 228–235.
- Hatungimana, D., Taşköprü, C., Ichedef, M., Saç, M. M., & Yazıcı, Ş. (2019). Compressive strength, water absorption, water sorptivity and surface radon exhalation rate of silica fume and fly ash based mortar. *Journal of Building Engineering*, 23, 369–376.
- Leung, H. Y., Kim, J., Nadeem, A., Jaganathan, J., & Anwar, M. P. (2016). Sorptivity of self-compacting concrete containing fly ash and silica fume. *Construction and Building Materials*, 113, 369–375.
- Sarkar, S., Halder, A., & Bishnoi, S. (2013). Shrinkage in concretes containing fly ash. *UKIERI Concrete Congress, Jalandhar, India*.
- Suda, K., Misra, S., & Motohashi, K. (1993). Corrosion products of reinforcing bars embedded in concrete. *Corrosion Science*, 35(5–8), 1543–1549.

- Wilson, J., & Yu, T. (2013). Accelerated artificial corrosion monitoring of reinforced concrete slabs using the half-cell potential method. *Symposium on the Application of Geophysics to Engineering and Environmental Problems 2013*, 287–294.
- Wongkeo, W., Thongsanitgarn, P., & Chaipanich, A. (2012). Compressive strength and drying shrinkage of fly ash-bottom ash-silica fume multi-blended cement mortars. *Materials & Design (1980-2015)*, 36, 655–662.
- Yousefieh, N., Joshaghani, A., Hajibandeh, E., & Shekarchi, M. (2017). Influence of fibers on drying shrinkage in restrained concrete. *Construction and Building Materials*, 148, 833–845.
- Zhang, P., & Li, Q. (2013). Effect of polypropylene fiber on durability of concrete composite containing fly ash and silica fume. *Composites Part B: Engineering*, 45(1), 1587–1594.
- Zhang, S. P., & Zong, L. (2014). Evaluation of relationship between water absorption and durability of concrete materials. *Advances in Materials Science and Engineering*, 2014.
- Zhao, Y., Hu, B., Yu, J., & Jin, W. (2011). Non-uniform distribution of rust layer around steel bar in concrete. *Corrosion Science*, 53(12), 4300–4308.
- Zhao, Y. X., Xu, H., & Jin, W. L. (2013). Concrete cracking process induced by steel corrosion-A review. *Proceedings of the Thirteenth East Asia-Pacific Conference on Structural Engineering and Construction (EASEC-13)*, Keynote-Lecture.
- Zhao, Y., Yu, J., Hu, B., & Jin, W. (2012). Crack shape and rust distribution in corrosion-induced cracking concrete. *Corrosion Science*, 55, 385–393.

JURNAL REKAYASA KONSTRUKSI MEKANIKA SIPIL

Efek Penggunaan Supplementary Material Pada Beton, Ditinjau Terhadap Susut Dan Induksi Keretakan Akibat Korosi

Gabriel GHEWA

Analisis Struktur Portal Baja Dengan Sistem Rangka Bresing Konsentrik Khusus (SRBKK) Dengan Menggunakan Peta Gempa 2017

Indah Sari SIBAGARIANG, Simon Dertha TARIGAN

Studi Beton Geopolimer Dengan Bahan Dasar Fly Ash Terhadap Kuat Tekan Beton

Yussy Afrilia ILYAS, Gusneli YANTI, Lusi Dwi PUTRI

Kinerja Angkutan Bus Damri Bandara Pada Rute Plaza Medan Fair - Kualanamu

Wira Indah ZEBUA, Charles SITINDAON

Pengukuran Seismik Dengan Metode HVSAR Untuk Pendugaan Bencana Gempa Bumi

Binsar SILITONGA



Jurnal Rekayasa Konstruksi Mekanika Sipil (JRKMS)

Jurnal Rekayasa Konstruksi Mekanika Sipil (JRKMS) Fakultas Teknik Universitas Katolik Santo Thomas berisi artikel-artikel ilmiah yang meliputi kajian di bidang teknik khususnya Teknik Sipil, seperti matematika teknik, mekanika teknik, analisis struktur, konstruksi baja, konstruksi beton, konstruksi kayu, konstruksi gelas, mekanika tanah, teknik pondasi, hidrologi, hidrolika, bangunan air, manajemen konstruksi, dinamika struktur, *earthquake engineering*, sistem dan rekayasa transportasi, ilmu ukur tanah, struktur bangunan sipil, rekayasa jalan raya, serta penelitian-penelitian lain yang terkait dengan bidang-bidang tersebut.

Terbit dalam 2 (dua) kali setahun yaitu pada bulan April dan September

Penasihat :

Rektor Universitas Katolik Santo Thomas

Ketua Penyunting (Editor in Chief) :

Ir. Oloan Sitohang, M.T. (Universitas Katolik Santo Thomas)

Manajer Penyunting (Managing Editor):

Reynaldo, S.T., M.Eng. (Universitas Katolik Santo Thomas)

Anggota Penyunting (Editorial Board):

Dr.-Ing. Sofyan, S.T, M.T. (Universitas Malikussaleh)

Dr. Dwi Phalita Upahita (Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi)

Samsuardi Batubara, S.T., M.T. (Universitas Katolik Santo Thomas)

Dr. Janner Simarmata (Universitas Negeri Medan)

Mitra Bestari (Peer Reviewer):

Dr.Eng. Ir. Aleksander Purba, S.T., M.T., IPM, ASEAN Eng. (Universitas Lampung, Indonesia)

Ir. Binsar Silitonga, M.T. (Universitas Katolik Santo Thomas, Indonesia)

Budi Hasiholan, S.T., M.T., Ph.D (Institut Teknologi Bandung, Indonesia)

Ir. Charles Sitindaon, M.T. (Universitas Katolik Santo Thomas, Indonesia)

Dr. Erica Elice Uy (De La Salle University, Philippines)

Dr. Ernesto Silitonga, S.T, D.E.A. (Universitas Negeri Medan, Indonesia)

Prof. Dr-Ing. Johannes Tarigan (Universitas Sumatera Utara, Indonesia)

Dr. Linda Prasetyorini (Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia)

Ir. Martius Ginting, M.T. (Universitas Katolik Santo Thomas)

Dr.Eng. Mia Wimala (Universitas Katolik Parahyangan, Indonesia)

Dr.Eng. Minson Simatupang (Universitas Halu Oleo, Indonesia)

Dr. Mochamad Raditya Pradana (Keppel Marine and Deepwater Technology, Singapura)

Dr. Ir. Shirley Susanne Lumeno, S.T., M.T. (Universitas Negeri Manado, Indonesia)

Dr. Senot Sangadji (Universitas Sebelas Maret, Indonesia)

Ir. Simon Dertha, M.T. (Universitas Katolik Santo Thomas, Indonesia)

Dr. Thi Nguyễn Cao (Tien Giang University, Viet Nam)

Ilustrator Sampul:

Yulianto, ST., M.Eng (Universitas Katolik Santo Thomas, Indonesia)

Penerbit & Alamat Redaksi:

Fakultas Teknik Universitas Katolik Santo Thomas

Jl. Setiabudi No. 479-F Tanjung Sari, Medan 20132

Telp. (061) 8210161 Fax : (061) 8213269

email : sipil@ust.ac.id

Konten

REKAYASA STRUKTUR	hal.
Efek Penggunaan Supplementary Material Pada Beton, Ditinjau Terhadap Susut Dan Induksi Keretakan Akibat Korosi	61-67
<i>Gabriel GHEWA</i>	
Analisis Struktur Portal Baja Dengan Sistem Rangka Bresing Konsentrik Khusus (SRBKK) Dengan Menggunakan Peta Gempa 2017	69-81
<i>Indah Sari SIBAGARIANG, Simon Dertha TARIGAN</i>	
Studi Beton Geopolimer Dengan Bahan Dasar Fly Ash Terhadap Kuat Tekan Beton	83-92
<i>Yussy Afrilia ILYAS, Gusneli YANTI, Lusi Dwi PUTRI</i>	
REKAYASA TRANSPORTASI	
Kinerja Angkutan Bus Damri Bandara Pada Rute Plaza Medan Fair - Kualanamu	93-101
<i>Wira Indah ZEBUA, Charles SITINDAON</i>	
KEBENCANAAN	
Pengukuran Seismik Dengan Metode HVSR Untuk Pendugaan Bencana Gempa Bumi	103-111
<i>Binsar SILITONGA</i>	

Pengantar Redaksi

Puji dan syukur kami sampaikan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas kasih karuniaNYA kami dapat menyelesaikan penerbitan Jurnal Rekayasa Konstruksi Mekanika Sipil (JRKMS) Volume 5 Nomor 2 di bulan September tahun 2022 ini. Jurnal ini fokus pada beragam subbidang dalam Teknik Sipil antara lain Rekayasa Struktur, Rekayasa Geoteknik, Rekayasa Transportasi, Teknik Sumber Daya Air, dan Manajemen Konstruksi. Namun, tidak menutup kesempatan bagi subbidang lainnya yang berkaitan dengan keilmuan Teknik Sipil.

Pada edisi ini, kami menerima 5 artikel yang kemudian melewati proses *peer-review* artikel untuk diterbitkan. Kelima artikel tersebut terdiri atas 3 (tiga) artikel dalam topik Rekayasa Struktur, 1 (satu) artikel dalam topik Rekayasa Transportasi, serta 1 (satu) artikel dalam topik Kebencanaan.

Dewan redaksi menyampaikan apresiasi tinggi kepada para penulis yang karyanya diterbitkan pada volume ini, atas kerja samanya merespon komentar dan rekomendasi dari tim editorial dan mitra bestari. Kami menyadari bahwa butuh dedikasi dan investasi waktu untuk menghasilkan karya tulis yang baik dan bermanfaat. Terkhusus, kami berterima kasih kepada para mitra bestari yang dalam kesibukannya masih menyambut permintaan kami dengan penuh dedikasi.

Sebagai penutup, harapan kami adalah semoga JRKMS semakin bermanfaat dan informatif bagi rekan-rekan dan praktisi bidang ketekniksipilan di Indonesia.

Salam hangat dan Salam sehat.

Medan, September 2022

Tim Editorial

JURNAL REKAYASA KONSTRUKSI MEKANIKA SIPIL
| Volume 5 | Nomor 2 | September 2022 |

Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Santo Thomas
<https://doi.org/10.54367>



GARUDA
GARBA RUJUKAN DIGITAL



ISJD Neo



neliti



oneSearch
Pencarian Ilmiah



BASE