

Analisis Kuat Tarik Belah Beton Terhadap Penambahan Bahan Serat Bambu Dan Sika Viscocrete – 8670 Mn

Tondi Mulia Raja N

¹Program Studi Teknik Sipil, ²Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Medan
Jl. Muchtar Basri No. 3, Glugur Darat II, Kec. Medan Timur, Kota Medan, Sumatera Utara

tondimulia28@gmail.com

Abstrak

Beton merupakan bahan yang bersifat getas dengan kuat tarik yang rendah. Kekuatan tarik belah digunakan dalam mendesain elemen struktur beton untuk mengevaluasi ketahanan geser beton dan menentukan panjang penyaluran dari tulangan. Banyak jenis serat yang dapat digunakan pada campuran beton diantaranya serat alami dan serat sintesis, contoh serat alami adalah serat bambu, serat daun pandan, serat ijuk, serat serabut kelapa, dan lain-lain. Serat bambu seperti halnya serat alami dari bambu memiliki kerapatan rendah, harga relative murah dan konsumsi energy rendah, serta dapat menetralkan CO₂ dan memproduksi O₂ tiga kali lebih banyak dari tanaman lainnya. Sika Viscocrete-8670 MN adalah bahan campuran zat additive yang berfungsi untuk mengurangi kadar air dan untuk mempercepat pengerasan beton dan kelecakannya tinggi, campuran semen terkonsentrasi yang dirancang khusus untuk meningkatkan mutu dan kekuatan suatu bangunan. Tujuan dari penelitian mengetahui hasil tinjauan nilai kuat tarik belah beton dengan bahan tambah serat bambu 0,5%, 0,8% dan 1% dan Sika Viscocrete8670 MN sebesar 0,8% dari berat semen. Sampel pengujian beton yang digunakan adalah silinder dengan ukuran 15 x 30 cm³ sebanyak 15 benda uji. Pengujian dilakukan dengan menguji tentang pengaruh penambahan Serat Bambu terhadap nilai kuat tarik belah beton pada umur 28 hari. Nilai rata-rata kuat tarik belah beton yang diperoleh sesuai dengan variasi adalah BN (2,58 Mpa), SBV 0,5% (2,26 Mpa), SBV 0,8% (1,94 MPa), SBV 1% (1,70 MPa).

Kata Kunci: Serat Bambu, Sika Viscocrete-8670 MN, Kuat Tarik Belah.

1. PENDAHULUAN

Beton merupakan salah satu material konstruksi yang terdiri dari campuran agregat halus (pasir) dan agregat kasar (kerikil) sebagai bahan pengisi, serta semen dan air sebagai bahan pengikat. Di dunia konstruksi penggunaan beton sangat luas pada berbagai pekerjaan seperti bendungan, jembatan, gedung tingkat tinggi, drainase, dll. Sebagai material konstruksi, beton juga mempunyai beberapa kelemahan seperti bersifat getas dan mempunyai kuat tarik yang sangat kecil jika dibandingkan dengan kuat tekannya (Trimurtiningrum, 2018).

Beton mempunyai kelebihan memiliki kuat tekan yang tinggi, dapat dibentuk sesuai apa yang diinginkan, mudah dalam perawatannya dan dapat digunakan untuk konstruksi ringan maupun berat. Selain kelebihan beton juga mempunyai kelemahan yaitu kekuatan tarik beton yang kecil membuat beton memiliki sifat getas, yang dapat mengakibatkan kegagalan secara tiba-tiba. Durasi kerutuhan yang singkat ini sangat berbahaya karena akan menimbulkan korban. Tingkat daktilitas yang rendah menyebabkan bangunan yang ambruk secara tiba-tiba. (Junnaidy et al., 2017)

Penggunaan serat buatan sebagai bahan tambahan beton sangat baik dalam meningkatkan kuat tarik maupun daktilitas beton, akan tetapi material tersebut mempunyai harga yang cukup mahal. Oleh karena itu, dalam penelitian ini, peneliti akan menggunakan bahan tambahan fiber/serat alami yang terbuat bambu. Bambu sudah lama digunakan sebagai material konstruksi. Kelebihan material bambu adalah beratnya relatif ringan tapi mempunyai kuat tarik yang cukup tinggi. Bambu sangat mudah ditemukan di wilayah Indonesia, mudah ditanam, tidak perlu perawatan khusus dan dapat tumbuh dengan cepat, sehingga harga material bambu relatif lebih murah. Dengan penggunaan material bambu sebagai bahan tambahan serat dalam campuran Pada bambu, terdapat beberapa permasalahan, diantaranya adalah kemampuan bambu untuk mengembang atau menyusut yang cukup tinggi akibat penyerapan air dan sangat lemah terhadap ekspose lingkungan yang ekstrim. Sifat serapan air yang cukup tinggi tersebut apabila dipakai sebagai material penyusun beton dikhawatirkan menyebabkan volume bambu akan berekspansi pada saat proses hidrasi pasta semen, sehingga menyebabkan beton menjadi retak. Untuk mengantisipasi permasalahan tersebut, pada penelitian ini akan dikembangkan metode *flowing concrete* dengan menambahkan bahan *additive* (*Superplastisizer Viscocrete-8670 MN*) pada campuran beton yang akan memungkinkan beton memiliki nilai *slump* yang tinggi dan mampu memadat dengan sendirinya (*self compacting*), namun memiliki waktu ikat awal cepat sehingga beton lebih cepat mengeras.

Kemampuan beton mengalami hidrasi awal akan menghambat ekspansi volume agregat bambu, sehingga beton yang dihasilkan lebih baik. Metode *flowing concrete* ini akan dipakai dalam proses produksi beton. Penggunaan serat bambu ini di dasari oleh penelitian (Trimurtiningrum, 2018), Dalam penelitian ini terdapat 4 (empat) macam variasi campuran beton serat. Variasi tersebut dibedakan berdasarkan jumlah serat bambu terhadap kebutuhan berat semen yang dimasukkan pada campuran beton. Variasi presentase serat bambu ori yang digunakan adalah 0% (sebagai beton acuan), 1%, 2% dan 3%. kesimpulan dari penelitiannya penambahan serat bambu pada campuran beton berpengaruh pada nilai kuat tekan dan kuat tarik beton. Terjadi kenaikan kuat tekan dan kuat tarik beton pada campuran dengan prosentase penambahan serat bambu sebesar 1% karena peranan serat bambu dalam menahan retakan akibat beban berlebih yang terjadi pada beton.

Sika Viscocrete 8670 – MN, produk ini termasuk Superplasticizer tipe P yaitu Superplasticizer Polycarboxylate. Dilihat dari dosis yang dianjurkan pada brosurnya disebut untuk mencapai workability rendah dosis yang dibutuhkan adalah 0.3% sampai dengan 0.8% dari berat semen. Dan kebutuhan workability tinggi dengan W/c rendah maka dipakai dosis antara 0.8% sampai dengan 2.0% Sika Viscocrete 8670 MN ini sangat dianjurkan untuk proyek yang membutuhkan kuat tekan awal yang tinggi dan warna Sika Viscocrete 8670 MN adalah yellowish, agak kuning atau seperti teh. (Superplasticiser, 2017).

Penambahan Sika Viscocrete – 8670 MN pada beton mempunyai pengaruh dalam meningkatkan kemudahan pekerjaan workability beton sampai pada tingkat yang lebih besar. Bahan ini digolongkan sebagai sarana untuk menghasilkan beton mengalir tanpa terjadinya pemisahan yang diinginkan, dan umumnya terjadi pada beton dengan jumlah air yang besar, karena memungkinkan pengurangan kadar air guna mempertahankan kemudahan pekerjaan, Mulyono (2004:124).

Beton Serat/fiber concrete

Sifat mekanik beton adalah mempunyai kuat tekan yang tinggi akan tetapi kuat tarik yang dimiliki cukup rendah. Kuat tarik yang dimiliki beton hanya berkisar kurang lebih 10% dari kuat tekannya. Sejak akhir 1960, beton serat telah diperkenalkan sebagai solusi untuk meningkatkan kuat tarik beton. Beton serat adalah beton yang didalamnya terdapat campuran semen, air, agregat kasar, agregat halus dan tambahan serat, baik itu serat alami maupun serat buatan. Berdasarkan penelitian sebelumnya, penggunaan beton serat dapat meningkatkan kuat tarik beton, mengurangi retak yang terjadi di dalam beton, meningkatkan ketahanan tekan beton serta meningkatkan daktilitas beton (Dewi et al, 2017).

Serat Beton/concrete fiber

Terdapat bermacam-macam tipe serat yang dapat digunakan sebagai campuran beton serat. Jenis fiber/serat yang dapat digunakan adalah serat buatan seperti steel fiber yang terdiri dari serat baja, glass fiber yang terdiri dari serat gelas/kaca, synthetic (polymeric) fiber yang terdiri dari serat sintetis yang diperoleh dengan melalui proses kimia tertentu dan natural fiber/serat alami yang materialnya dapat diambil langsung dari mineral, tumbuh-tumbuhan maupun hewan (Terai et al, 2012). Dalam hal kekuatan, serat buatan memberikan performa yang baik daripada serat alami, akan tetapi penggunaan serat alami tetap dipertimbangkan sebagai bahan tambah serat beton karena mempunyai harga yang lebih murah dan baik jika ditinjau dari aspek lingkungan.

Kuat Tarik Belah Beton (SNI 03 2491- 2002)

Rumus perhitungan kuat tarik belah beton adalah :

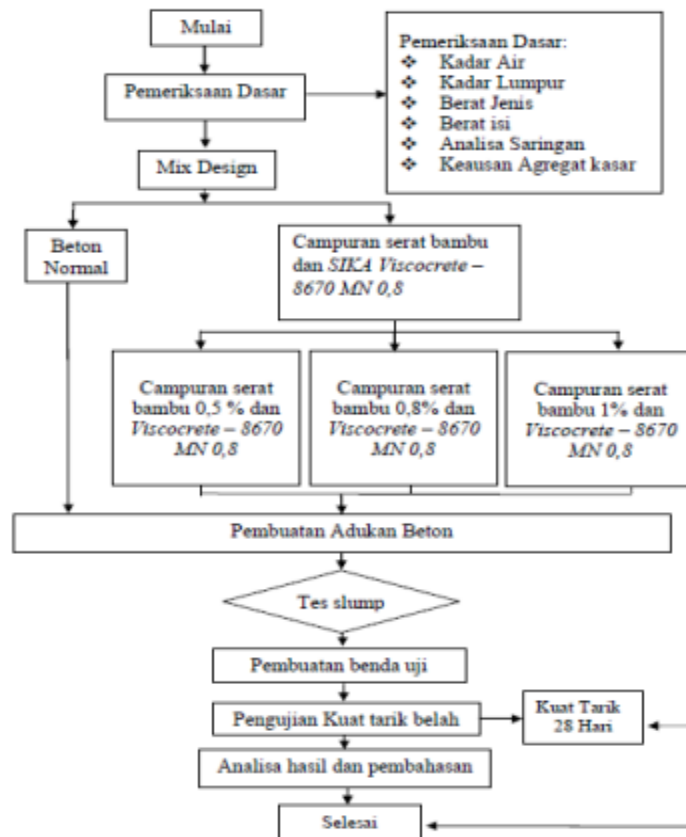
$$f'_{ct} = \frac{2P}{\pi \cdot d \cdot L}$$

Dimana :

- F_{ct} = kuat tarik belah (MPa)
- P = beban pada waktu belah (Kg)
- D = diameter benda uji silinder (Cm)
- L = panjang benda uji silinder (Cm)

2. METODE PENELITIAN

Flowchart Penelitian Berikut ini adalah flowchart penelitian yang menggambarkan langkah-langkah penelitian :



Gambar 1 Flowchart Penelitian

Material Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Semen Semen yang digunakan adalah semen jenis semen Portland Type 1.
2. Air Air yang digunakan adalah air keran yang berasal dari pipa PDAM.
3. Agregat halus Agregat halus yang digunakan berupa pasir yang berasal dari Binjai dan telah memenuhi persyaratan tes kebersihan terhadap lumpur berdasarkan ASTM C 33.
4. Agregat kasar Agregat kasar yang digunakan berupa batu pecah dengan diameter maksimum 40 mm dan telah memenuhi persyaratan tes kebersihan terhadap lumpur berdasarkan ASTM C 33.
5. Serat Bambu Serat bambu yang digunakan adalah serat bambu dari jenis bambu ori dengan panjang serat sebesar 3 cm.

Variasi Campuran Beton Serat Dalam penelitian ini terdapat 3 (tiga) macam variasi campuran beton serat. Variasi tersebut dibedakan berdasarkan jumlah prosentase serat bambu terhadap kebutuhan berat semen yang dimasukkan pada campuran beton. Variasi prosentase serat bambu ori yang digunakan adalah 0% (sebagai beton acuan), 0.5%, 0.8% dan 1%.

Tabel 1 Proporsi campuran beton serat untuk $f'c = 25$ MPa per m³

No	Kode Benda Uji	Volume 1 x Adukan Per(m ³)	Komposisi Bahan					
			PCC (kg)	Serat Bambu (Kg)	Agregat Halus (Kg)	Agregat Kasar (Kg)	Air (Kg)	Viscocrete-8670 MN (kg)
1	BN	0.0175	100% 8.381	0%	12.498	18.665	3.971	0.8% 0.068
2	SBV-0,5	0.0175	99.5% 8.339	0,5% 0.042	12.498	18.665	3.971	0.8% 0.068
3	SBV-0,8	0.0175	99.2% 8.313	0,8% 0.068	12.498	18.665	3.971	0.8% 0.068
4	SBV-1	0.0175	99% 8.296	1% 0.084	12.498	18.665	3.971	0.8% 0.068
Total		0.07	33.330	0.194	49.992	74.660	15.884	0,270

Tabel 2. Jumlah perkiraan benda uji

KODE BENDA UJI	Tes Tarik	TOTAL
	28 Hari	
BN	3	15
SBV-0,5%	4	
SBV-0,8%	4	
SBV-1%	4	

Langkah-langkah pembuatan campuran beton serat bambu dilakukan sesuai dengan tahapan sebagai berikut:

1. Mempersiapkan semua material yang dibutuhkan sesuai dengan hasil mix desain yang telah dihitung.
2. Mempersiapkan cetakan benda uji dengan terlebih dahulu mengolesi pelumas pada sisi dalam cetakan.
3. Membersihkan molen dengan diisi dengan air secukupnya kemudian dibuang.
4. Terlebih dahulu memasukkan agregat kasar dan agregat halus, kemudian semen dan serat dimasukkan ke dalam molen dalam kondisi molen berputar.
5. Setelah selama kurang lebih 1 menit, campurkan air ke dalam molen
6. Pengadukan campuran beton dilakukan kurang lebih selama 1,5 menit atau sampai campuran beton homogeny
7. Setelah diperoleh campuran beton yang homogen, campuran tersebut dituangkan ke dalam cetakan benda uji.

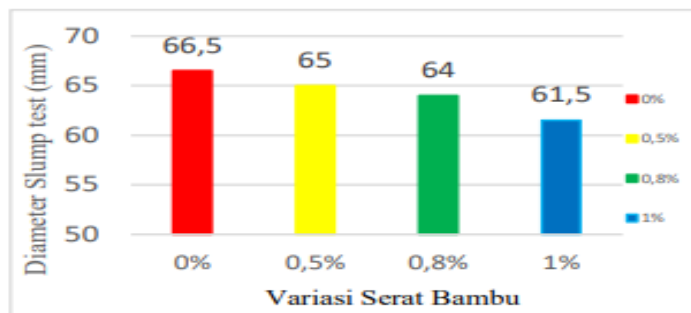
Benda uji yang digunakan berupa silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Metode perawatan yang digunakan adalah merendam benda uji-benda uji tersebut ke dalam air PDAM dengan suhu ruangan.

Metode pengujian yang digunakan dalam penelitian ini adalah tes slump sesuai dengan ASTM C143, tes tekan sesuai dengan SNI 03-1974-1990 dan tes tarik belah sesuai dengan SNI 03-2491-2002.

3. HASIL

Tes Slump Beton

Gambar 2 menjelaskan hubungan antara pengaruh penambahan serat bambu ke dalam campuran beton terhadap nilai slump beton serat.



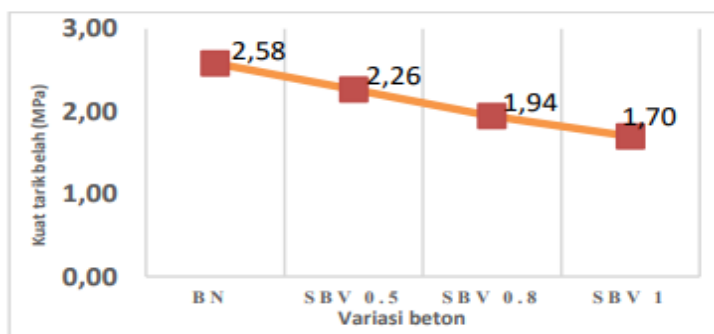
Gambar 2 Hasil pengujian slump

Hasil pengujian nilai slump menunjukkan bahwa penambahan serat bambu berpengaruh pada workabilitas campuran beton. Secara umum, semakin banyak prosentase penambahan serat bambu ke dalam campuran beton, maka nilai slump cenderung semakin rendah, hal tersebut menunjukkan bahwa workabilitas beton semakin menurun. Penurunan nilai slump tersebut disebabkan karena serat bambu cenderung menyerap air sehingga kandungan air bebas dalam campuran beton berkurang dan menyebabkan turunnya nilai slump yang menunjukkan menurunnya tingkat workabilitas suatu campuran beton.

4. PEMBAHASAN

Berdasarkan pada hasil penelitian, beton normal memperoleh kuat tarik belah sebesar 2,59 MPa, beton dengan campuran serat bambu 0,5% dan Sika Viscocrete-8670 MN 0,8% sebesar 2,26 MPa, beton dengan campuran serat bambu 0,8% dan Sika Viscocrete-8670 MN 0,8% sebesar 1,94 MPa, beton dengan campuran serat bambu 0,1% dan Sika Viscocrete-8670 MN 0,8% sebesar 1,69 MPa dan Dari hasil kuat tarik tersebut didapat penurunannya sebagai berikut BN ke SBV-0,5 = 0,33 MPa (Terjadi penurunan 12,74%) BN ke SBV-0.8 = 0,65 MPa (Terjadi penurunan 25,09%), BN ke SBV-1 = 0,9 MPa (Terjadi penurunan 34,74%). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi variasi serat bambu maka semakin lemah kuat tarik belah pada beton.

Gambar 3 menunjukkan hubungan antara pengaruh penambahan serat bambu ke dalam campuran beton terhadap nilai kuat tarik belah beton serat.



Gambar 3 Tes Kuat Tarik Belah Beton

5. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian beton dengan menggunakan serat bambu dan Sika Viscocrete 8670 - MN, maka didapatlah beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari data tersebut terlihat bahwa nilai slump dipengaruhi oleh penggunaan Serat Bambu dan Sika Viscocrete 8670 - MN. Semakin besar kandungan Serat Bambu maka semakin kecil nilai slump nya. Semakin kecil nilai slump berarti tingkat kemudahan pengerjaannya (workability) semakin rendah.
2. Berdasarkan data hasil pengujian kuat tarik belah beton dapat diketahui bahwa untuk sampel beton normal mempunyai kuat tarik belah yang paling tinggi yakni sebesar $BN = 2,59 \text{ MPa}$ Sedangkan beton dengan variasi SBV-0,5 = $2,26 \text{ MPa}$ SBV-0,8 = $1,94 \text{ MPa}$ SBV-1 = $1,69$ Dari hasil kuat tarik tersebut didapat penurunannya sebagai berikut BN ke SBV-0,5 = $0,33 \text{ MPa}$ (Terjadi penurunan 12,74%) BN ke SBV-0.8 = $0,65 \text{ MPa}$ (Terjadi penurunan 25,09%), BN ke SBV-1 = $0,9 \text{ MPa}$ (Terjadi penurunan 34,74%). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi variasi serat bambu maka semakin lemah kuat tarik belah pada beton.

REFERENSI

- Akhir, t., serat, p., kosong, t., penguat, s., campuran, p., dengan, b., beton, t. B., studi, p., sipil, t., teknik, f., muhammadiyah, u., & utara, s. (2020). (studi penelitian).
- Ali, N., Sobri, M. H. A. M., Hadipramana, J., Samad, A. A. A., & Mohamad, N. (2017). Potential Mixture of POFA and SCBA as Cement Replacement in Concrete—A Review. In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 103, p. 01006). EDP Sciences.
- Adiyanto, M. I., Faisal, A., & Majid, T. A. (2011). Nonlinear behaviour of reinforced concrete building under repeated earthquake excitation. In *International Conference on Computer and Software Modeling, IPCSIT* (Vol. 14).
- Akhir, T., Serat, P., Kosong, T., Penguat, S., Campuran, P., Dengan, B., Beton, T. B., Studi, P., Sipil, T., Teknik, F., Muhammadiyah, U., & Utara, S. (2020). (StudiPenelitian).
- Dary, R. W., Frapanti, S., & Utami, C. (2019). Evaluasi Kekakuan Batu Bata Lubuk Pakam Pada Bangunan Bertingkat Dengan Analisis Pushover. *Portal: Jurnal Teknik Sipil*, 11(2), 11-15.
- Efrida, R. (2010). Analisis Struktur dengan Metode Kekakuan yang Dimodifikasi Untuk Gedung Beton Bertulang Berlantai Banyak Pada Stadium Retak (Doctoral dissertation, Universitas Mercu Buana).
- Efrida, R., & Utami, C. (2019). EVALUASI KINERJA DINDING PENGISI BATA MERAH DENGAN OPENINGS PADA STRUKTUR BETON BERTULANG AKIBAT BEBAN GEMPA KUAT. *Portal: Jurnal Teknik Sipil*, 11(2), 24-29.
- Faisal, A. (2019). Influence of repeated earthquakes on the ductility demand of inelastic RC buildings. *KUMPULAN JURNAL DOSEN UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA*.
- Faisal, A., Majid, T. A., & Hatzigeorgiou, G. D. (2013). Investigation of story ductility demands of inelastic concrete frames subjected to repeated earthquakes. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 44, 42-53.
- Faisal, A. (2019). Studi parametrik kinerja dinding pengisi bata merah pada struktur beton bertulang akibat beban gempa. *KUMPULAN JURNAL DOSEN UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA*, 9(2).
- Faisal, A. (2019). Influence of repeated earthquakes on the ductility demand of inelastic RC buildings. *KUMPULAN JURNAL DOSEN UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA*.
- Frapanti, S., Asfiati, S., & Hadipramana, J. (2020). Pendampingan Legalitas Mutu Berstandart SNI Guna Meningkatkan Pendapatan Home Industri Batu Bata Di Desa Sido Urip Kecamatan Beringin Kabupaten Deli Serdang. *JURNAL PRODIKMAS Hasil Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(1), 41-46.

- Frapanti, S. (2018). Analisa Portal yang Memperhitungkan Kekakuan Dinding Bata dari Beberapa Negara Pada Bangunan Bertingkat Dengan Pushover. *Kumpulan Jurnal Dosen Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*
- Hadipramana, J., & Syahputra, J. (2021). PERBANDINGAN SIMULASI GAYA AKSIAL DAN LATERAL PLAIN WALL BETON RINGAN ANTARA CAMPURAN STYROFOAM DENGAN LAPISAN COATING DAN ABU SEKAM PADI DENGAN FLY ASH. *PROGRESS IN CIVIL ENGINEERING JOURNAL*, 1(2).
- Hadipramana, J., Riza, F. V., Rahman, I. A., Loon, L. Y., Adnan, S. H., & Zaidi, A. M. A. (2016, November). Pozzolanitic characterization of waste Rice husk ash (RHA) from Muar, Malaysia. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 160, No. 1, p. 012066). IOP Publishing.
- Hadipramana, J., Samad, A. A. A., Ahmad Mujahid, A. Z., Mohammad, N., & Riza, F. V. (2013). Effect of uncontrolled burning rice husk ash in foamed concrete. In *Advanced Materials Research* (Vol. 626, pp. 769-775). Trans Tech Publications Ltd.
- Hadipramana, J., Mokhtar, S. N., Samad, A. A. A., & Hakim, N. F. A. (2016, November). An exploratory compressive strength of concrete containing modified artificial Polyethylene aggregate (MAPEA). In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 160, No. 1, p. 012065). IOP Publishing.
- Hadipramana, J., Samad, A. A. A., Zaidi, A. M. A., Mohammad, N., & Ali, N. (2013). Contribution of polypropylene fibre in improving strength of foamed concrete. In *Advanced Materials Research* (Vol. 626, pp. 762-768). Trans Tech Publications Ltd
- Harahap, M., Siregar, G., & Riza, F. V. (2021). Mapping The Potential Of Village Agricultural Social Economic Improvement Efforts In Lubuk Kertang Village Kecamatan Berandan Barat Kabupaten Langkat. *JASc (Journal of Agribusiness Sciences)*, 4(1), 8-14.
- Husen, H., Majid, T. A., Nazri, F. M., Arshad, M. R., & Faisal, A. (2008, June). Development of design response spectra based on various attenuation relationships at specific location. In *International Conference on Construction and Building Technology (ICCBT08)* (Vol. 138).
- Jamaludin, S. B., Hadipramana, J., Wahid, M. F. M., Hussin, K., & Rahmat, A. (2013). Microstructure and interface analysis of glass particulate reinforced aluminum matrix composite. In *Advanced Materials Research* (Vol. 795, pp. 578-581). Trans Tech Publications Ltd.
- Majid, T. A., Wan, H. W., Zaini, S. S., Faisal, A., & Wong, Z. M. (2010). The effect of ground motion on non-linear performance of asymmetrical reinforced concrete frames. *Disaster Advances*, 3(4), 35-39.
- Mulyati, m., & adman, a. (2019). Pengaruh penambahan cangkang kemiri dan sikacim concrete additive terhadap kuat tekan beton normal. *Jurnal teknik sipil itp*, 6(2), 38–45. <https://doi.org/10.21063/jts.2019.v602.01cangkang kemiri dan sik>. *Jurnal teknik sipil itp*, 6(2), 38–45. <https://doi.org/10.21063/jts.2019.v602.01>
- Mokhtar, S. N., Mustafa, M. M., Rouwab, S. S., & Hadipramana, J. (2017). Performance of Reinforced Concrete Beam with Differently Positioned Replacement Zones of Block Infill under Low Impact Loads. In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 103, p. 02003). EDP Sciences.
- Mokhtar, S. N., Hadipramana, J., Isa, S. N. M., & Mustafa, M. M. (2016). The potential of artificial polyethylene coarse aggregate (APECA) on compressive strength of concrete after exposed by temperatures. In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 47, p. 01005). EDP Sciences.
- Mohamad, N., Zulaika, M. S., Samad, A. A. A., Goh, W. I., Hadipramana, J., & Wirdawati, A. (2016). Fresh State and Mechanical Properties of Self Compacting Concrete Incorporating High Volume Fly Ash. In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 47, p. 01001). EDP Sciences.
- Nopiyanti, D., Septiandini, E., & Rosmawita, S. (1989). Pengaruh Penambahan Serat Bambu Pada Pembuatan Bata Beton Dalam Kaitannya Dengan Kuat Tekan Sni 03-0349-1989. 94–102

- Pane, Y. Desi Sri Pasca Sari Sembiring, Suhelmi Suhelmi (2021), Pemanfaatan Limbah Steel Slag Sebagai Pengganti Agregat Kasar Dalam Perancangan Mutu Beton Normal, *AFoSJ-LAS: Journal All Field of Science J-LAS*, 1 (2), 7-13.
- Pane, Y., Sembiring, D. S. P. S., & Suhelmi, S. (2021). PEMANFAATAN LIMBAH STEEL SLAG SEBAGAI PENGANTI AGREGAT KASAR DALAM PERANCANGAN MUTU BETON NORMAL. *AFoSJ-LAS (All Fields of Science J-LAS)*, 1(1), 07-13.
- Pramana, J. H., Samad, A. A., Zaidi, A. M. A., & Riza, F. V. (2010). Preliminary study on lightweight concrete under ballistic loading. *European Journal of Scientific Research*, 44(2), 285-299.
- Putera, T. A., & Pratama, A. D. (2021). PENGARUH PENAMBAHAN TEBAL PADA BASE PLATE DENGAN DAN TANPA PENGAKU (STIFFNERS) TERHADAP MOMEN-ROTASI. *PROGRESS IN CIVIL ENGINEERING JOURNAL*, 1(2).
- Rahamudin, R. H., Manalip, H., Mondoringin, M., Teknik, F., Sipil, J., Sam, U., Manado, R., & Belakang, L. (2016). PENGUJIAN KUAT TARIK BELAH DAN KUAT TARIK LENTUR BETON RINGAN BERAGREGAT KASAR (BATU APUNG) DAN. 4(3)
- Regar, R. G., Sumajouw, M. D. J., Dapas, S. O., Teknik, F., Sipil, J. T., Sam, U., & Manado, R. (2014). Nilai kuat tarik belah beton dengan variasi ukuran dimensi benda uji. 2(5), 269–276.
- Riza, F. V., Lubis, D. S., & Manurung, F. V. B. (2021). ANALISIS MEKANIS BETON BUSA DENGAN KOMBINASI SERAT SABUT KELAPA SERTA BAHAN TAMBAHAN ABU SEKAM PADI DAN SERBUK CANGKANG TELUR. *PROGRESS IN CIVIL ENGINEERING JOURNAL*, 1(2).
- Samad, A. A. A., Hadipramana, J., Mohamad, N., Ali, A. Z. M., Ali, N., Inn, G. W., & Tee, K. F. (2018). Development of green concrete from agricultural and construction waste. In *Transition Towards 100% Renewable Energy* (pp. 399-410). Springer, Cham.
- Siregar, Z. (2020). Kajian Penataan Jalur Pedestarian Jalan Kapten Mukhtar Basri Medan Sebagai Akses Utama Kampus UMSU. *Jurnal MESIL (Mesin Elektro Sipil)*, 1(1), 46-55.
- Serbuk, p., pada, k., tekan, k., substitusi, s., semen, p., tambah, b., concrete, s., studi, p., sipil, t., teknik, f., muhammadiyah, u., & utara, s. (2020). (studi penelitian).
- Soebandono, b., pujianto, a., & kurniawan, d. (2013). Perilaku kuat tekan dan kuat tarik beton campuran limbah plastik. *Jurnal ilmiah semesta teknika*, 16(1), 76–82.
- Studi, p., sipil, t., teknik, f., muhammadiyah, u., & utara, s. (2020). Tugas akhir.
- Studi, p., sipil, t., teknik, f., muhammadiyah, u., & utara, s. (2020). Sikacim concrete additive terhadap kuat tekan beton (studi penelitian).
- Studi, p., sipil, t., teknik, f., muhammadiyah, u., & utara, s. (2020). Disusun oleh: muhammad reja palepy 1607210223.
- Studi, p., sipil, t., teknik, f., muhammadiyah, u., & utara, s. (2018). Air kombinasi filler abu ampas tebu dan botol kaca substitusi pasir (studi penelitian).
- Tahara, R. M. K., Majid, T. A., Zaini, S. S., & Faisal, A. (2017, October). Effect of repeated earthquake on inelastic moment resisting concrete frame. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 1892, No. 1, p. 020019). AIP Publishing LLC.
- Taib, A., Zahid, M. Z. A. M., Faisal, A., & Wan Ahmad, S. (2014). Axial load variations of irregular RC frames with setback under vertical earthquakes. *Journal of Civil Engineering Research*, 4(3A), 138-144.
- Tarigan, A. P. M., & Nurzanah, W. (2016). The Shoreline Retreat and Spatial Analysis over the Coastal Water of Belawan. *INSIST*, 1(1), 65-69.
- Wahyuni, A. S., Dlucef, A., & Supriani, F. (2013). Pengaruh penambahan serat bambu dan penggantian 10% agregat halus dengan abu sekam padi dan abu cangkang lokan terhadap kuat tarik beton 1,3). *Jurnal Inersia*, 5(2), 33– 39.
- Zulkarnain, F. (2021). KONTRAK, PETELITAIN PENELITIAN TERAPAIN (PT) Tahun Anggaran 2018. *KUMPULAN BERKAS KEPANGKATAN DOSEN*.
- Zulkarnain, F. (2021). KONTRAK PENELITIAN RISET TERAPAN/MATERIAL MAJU (PPT) TAHUN ANGGARAN 2017. *KUMPULAN BERKAS KEPANGKATAN DOSEN*.