

## **Pengaruh Daya Tarik Beton Akibat Penambahan Superplasticizer Viscocrete 8670-Mn Dan Bahan Tambah Abu Sekam Padi (Studi Penelitian)**

**Diky Juwanda**

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Sipil, <sup>2</sup>Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Medan  
Jl. Mughtar Basri No. 3, Glugur Darat II, Kec. Medan Timur, Kota Medan, Sumatera Utara

*dikyjuwanda95@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 abu sekam yang dapat digunakan pada campuran beton diantaranya abu sekam alami dan serat sintetis, contoh serat alami adalah abu sekam padi, abu sekam batu bata, dan lain-lain. Abu sekam padi seperti halnya abu sekam alami dari padi memiliki kerapatan rendah, harga relative murah dan konsumsi energy rendah, serta dapat menetralkan CO<sub>2</sub> dan memproduksi O<sub>2</sub> 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 kekecekannya 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 5%, 10% dan 15% dan Sika Viscocrete-8670 MN sebesar 0,8% dari berat semen. Sampel pengujian beton yang digunakan adalah silinder dengan ukuran 15 x 30 cm<sup>3</sup> sebanyak 16 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), ASP 5% (1,91 Mpa), ASP 10% (1,80 MPa), ASP 15% (1,70 MPa).*

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

## 1. PENDAHULUAN

Beton terdiri dari campuran antara agregat halus, agregat kasar, semen, dan air. Penggunaan beton pada pekerjaan konstruksi sangat dibutuhkan pada saat ini, beton mudah untuk bentuk sesuai keinginan, tahan terhadap temperatur tinggi, mampu memikul beban tekan, dan pemeliharaan yang kecil. Kualitas beton itu sendiri ditentukan oleh proporsi campuran ataupun spesifikasi material yang digunakan. Pada beberapa negara maju seperti Amerika dan Inggris, telah dikembangkan penambahan serat (fiber) pada adukan beton. Konsep dasarnya adalah untuk menulangi beton secara alami dengan serat yang disebarkan acak ke dalam adukan beton, sehingga dapat mencegah terjadinya retakan yang terlalu dini baik akibat beban maupun akibat panas hidrasi. (Amna dkk., 2014)

Sika Viscocrete 8670 – MN, produk ini termasuk superplasticizer tipe P yaitu superplasticizer polycarboxylate. Dilihat dari dosis yang dianjurkan pada brosur nya 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)

Abu sekam padi ( risk husk ash ) merupakan limbah dari pengolahan padi. Berdasarkan data BPS Propinsi Riau tahun 2000 menyebutkan bahwa dari hasil pengolahan 1 ton padi dapat menghasilkan sekitar 200 kg sekam dan 15 % berat abu sekam dapat diperoleh dari total pembakaran sekam padi. Abu sekam padi merupakan material yang bersifat pozzolanic dalam arti kandungan material terbesarnya adalah silika dan baik untuk digunakan dalam campuran pozzolan - kapur yaitu mengikat kapur bebas yang timbul pada waktu hidrasi semen. Silikon dapat bereaksi dengan kapur membentuk kalsium silika hidrat sehingga menghasilkan ketahanan dari beton bertambah besar karena kurangnya kapur.

Adapun tujuan pada penelitian ini adalah untuk mengetahui rancangan campuran beton dengan substitusi abu sekam padi dan Sika Viscocrete 8670 MN serta untuk mengetahui nilai kuat tarik terhadap variasi campuran dan pengaruhnya pada beton.

Menurut SNI 03-2834-2000, beton adalah campuran antara semen Portland atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air dengan atau tanpa bahan tambah membentuk massa padat. Beton merupakan fungsi dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolis (Portland cement), agregat kasar, agregat halus, air dan bahan tambah (additive). Kekuatan konstruksi beton sangat berpengaruh terhadap jenis material yang digunakan. Beton memiliki kelebihan dan kekurangannya masing – masing.

### **Semen Portland**

Fungsi semen adalah untuk merekatkan butir - butir agregat agar terjadi suatu massa yang padat dan juga mengisi rongga - rongga diantara butiran - butiran agregat. Semen yang dimaksud didalam konstruksi beton ialah bahan yang akan mengeras jika bereaksi dengan air dan lazim dikenal dengan nama semen hidraulik (hydraulic cement). Salah satu jenis semen yang biasa dipakai dalam pembuatan beton ialah semen portland (portland cement).

Semen portland merupakan bubuk halus yang diperoleh dengan menggiling klinker (yang didapat dari pembakaran suatu campuran yang baik dan merata antara kapur dan bahan - bahan yang mengandung silika, alumina, dan oksid besi),

dengan batu gips sebagai bahan tambah dalam jumlah yang cukup. Bubuk halus ini bila dicampur dengan air, selang beberapa waktu dapat menjadi keras dan digunakan sebagai bahan ikat hidrolis.

#### **Air**

Air merupakan bahan yang sangat penting dalam dunia konstruksi. Berbagai kegunaan dari air misalnya untuk pembuatan beton, pemadatan kapur, perawatan beton, dan sebagai campuran untuk adukan pasangan dan plesteran. Di dalam adukan beton, air mempunyai dua fungsi, yang pertama adalah untuk memungkinkan terjadinya reaksi kimia yang menyebabkan pengikatan antara pasta semen dengan agregat pada saat terjadinya pengerasan, dan yang kedua adalah sebagai pelincir campuran kerikil, pasir, dan semen agar mudah dalam proses pencetakan beton. Air yang memenuhi syarat sebagai air minum, memenuhi syarat pula untuk bahan campuran beton. Tetapi tidak berarti air harus memenuhi persyaratan air minum. Jika diperoleh air dengan standar air minum, maka dapat dilakukan pemerik saan secara visual yang menyatakan bahwa air tidak berwarna, tidak berbau dan cukup jernih. Tetapi jika masih meragukan, dapat dilakukan uji laboratorium sehingga memenuhi persyaratan, yaitu :

- a. Tidak mengandung lumpur (benda melayang lainnya) lebih dari 2 gram/liter.
- b. Tidak mengandung garam - garam yang dapat merusak beton (asam, zat organik, dan sebagainya) lebih dari 15 gram/liter.
- c. Tidak mengandung klorida (Cl) lebih dari 0.5 gram/liter.
- d. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter.

#### **Agregat**

Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton. Agregat ini menempati 70% - 75% dari total volume beton, maka kualitas agregat akan sangat mempengaruhi kualitas beton, tetapi sifat - sifat ini lebih bergantung pada faktor - faktor seperti bentuk dan ukuran butiran daripada jenis batunya. Akibatnya beton dalam jumlah besar dapat dibuat dari segala jenis batuan alamiah, bila jumlah material cukup dan kualitas seragam. Berdasarkan ukuran butiran, agregat dapat dibed akan menjadi dua jenis, yaitu agregat halus dan agregat kasar.

#### **Superplasticizer**

Superplasticizer adalah zat - zat polymer organik yang dapat larut dalam air yang telah dipersatukan dengan menggunakan proses polymerisasi yang kompleks untuk menghasilkan molekul - molekul panjang dari massa molecular yang tinggi. Sifat dari Molekul - molekul panjang ini akan membungkus diri mengelilingi partikel semen dan memberikan pengaruh negatif yang tinggi sehingga antar partikel semen akan saling menjauh dan menolak. Hal ini akan menimbulkan pendispersian partikel semen sehingga mengakibatkan keenceran adukan dan meningkatkan workabilitas. Dengan kata lain superplasticizer mempunyai dua fungsi yaitu, mendispersikan partikel semen dari gumpalan partikel dan mencegah kohesi antar semen.

#### **Abu sekam padi**

Menurut Badan Pusat Statistik (2011), Indonesia memiliki sawah seluas 12,84 juta hektar yang menghasilkan padi sebanyak 65,75 juta ton. Limbah sekam padi yang dihasilkan sebanyak 8,2 sampai 10,9 ton. Potensi limbah yang besar ini hanya sedikit yang baru dioptimalkan. Secara tradisional, sekam padi biasanya hanya digunakan sebagai bahan bakar konvensional . Sekam padi merupakan bagian pelindung terluar dari padi (*Oryza sativa*). Dari proses penggilingan

dihasilkan sekam sebanyak 20 - 30%, dedak 8 - 12% dan beras giling 52% bobot awal gabah (Hsu dan Luh, 1980).

Pada proses penggilingan padi, sekam akan terpisah dari butiran beras dan menjadi bahan sisa atau limbah penggilingan. Karena bersifat abrasif, nilai nutrisinya rendah, bulk density rendah, serta kandungan abu yang tinggi membuat penggunaan sekam padi terbatas. Diperlukan tempat penyimpanan sekam padi yang luas sehingga biasanya sekam padi dibakar untuk mengurangi volumenya. Jika hasil pembakaran sekam padi ini tidak digunakan, akan menimbulkan masalah lingkungan.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian dimulai setelah mendapatkan izin dari Ketua Prodi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dan kemudian melakukan studi literatur, seperti mencari jurnal referensi, kandungan dalam bahan tambah yang digunakan, dan metode yang digunakan dalam melakukan penelitian. Setelah mencari informasi tentang penelitian yang akan dilakukan, selanjutnya dilakukan pemeriksaan dasar seperti kadar lumpur, analisa saringan, kadar air, berat jenis dan berat isiyang bertujuan untuk mendapatkan data - data pendukung yang diperoleh di laboratorium.

Selanjutnya mencari mix design untuk mengetahui proporsi campuran untuk setiap benda uji yang akan dibuat. Setelah memperoleh proporsi campuran beton, kemudian dilakukan penyaringan bahan tambah (filler) yang telah dikeringkan. Setelah bahan - bahan yang dibutuhkan telah siap digunakan, tahap selanjutnya adalah pembuatan benda uji. Pembuatan benda uji dilakukan sesuai kebutuhan masing - masing variasi campuran bahan tambah yaitu beton normal, beton dengan filler abu sekam padi 5%, beton dengan filler abu sekam padi 10%, dan beton dengan filler abu sekam padi 15%.

Langkah selanjutnya yaitu membuat adonan beton dan mengecek nilai slump beton, setelah melakukan pengujian slump, kemudian memasukkan adonan beton kedalam cetakan silinder yang telah diberi vaselin. Kemudian benda uji didiamkan dan dilepaskan dari cetakan setelah  $\pm$  24 jam. S benda uji selama 28 hari. Setelah mencapai umur 28 hari, benda uji diangkat dari tempat perendaman kemudian dilakukan tes kuat tarik beton. Dari pengujian kuat tarik yang dilakukan, kita dapat memperoleh data - data yang dibutuhkan sesuai dengan tujuan penelitian.

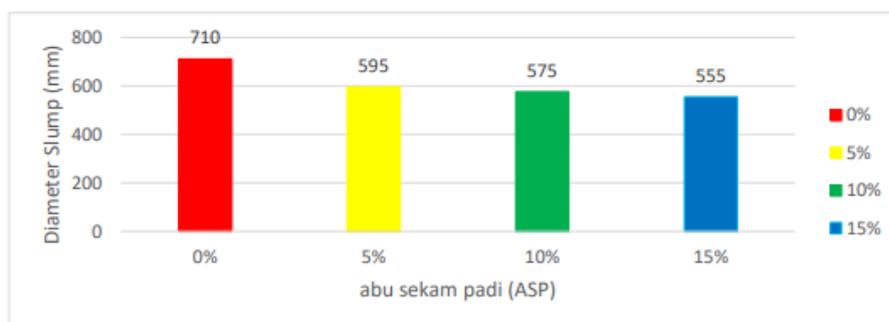
## 3. HASIL

Tabel 1 : Kebutuhan Bahan Berbagai Variasi Campuran

No	Kode Benda Uji	Volume Adukan Per (m <sup>3</sup> )	Komposisi Bahan					Viscocrete 8670M-MN
			PCC (Kg)	Sekam Padi (Kg)	Agregat Halus	Agregat Kasar	Air (Kg)	
1	BN	0.0175	8.449	0%	12.703	18.787	3.643	
2	ASP 5%	0.0175	8.449	5.0% 0.635	12.001	18.787	3.643	0.80% 0.068
3	ASP 10%	0.0175	8.449	10.0% 1.270	11.365	18.787	3.643	0.80% 0.068
4	ASP 15%	0.0175	8.449	15% 1.905	10.730	18.787	3.643	0.80% 0.068
Total		0.070	33.794	3.811	46.799	75.150	14.571	1.406

**Tabel 2 : Hasil Pengujian Slump**

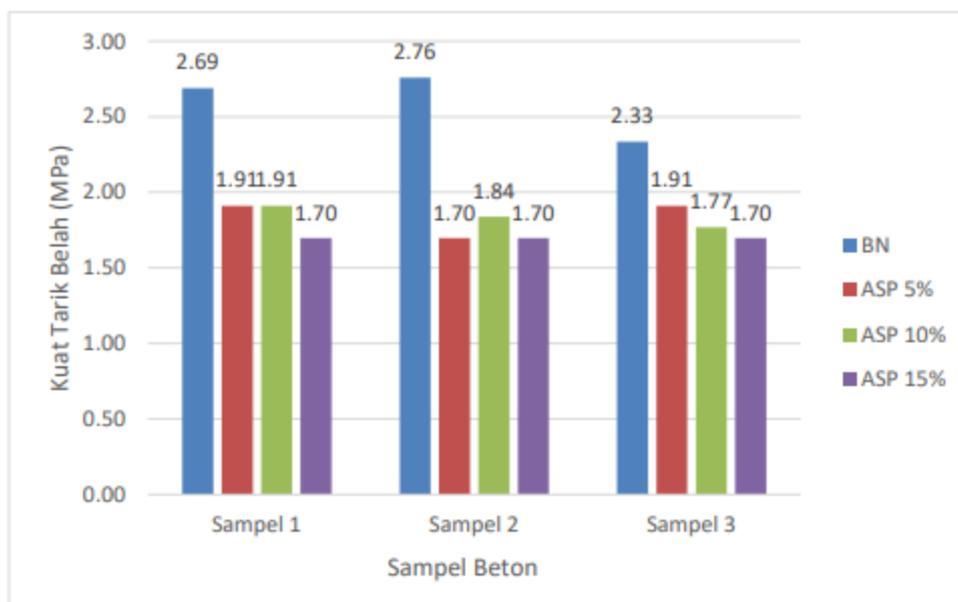
Variasi Campuran	Tinggi Slump (mm)		Slump Rata-rata (mm)	Tambahkan air	Air 1 x Adukan (Liter)
	1	2			
BN	65	68	65,5	-	-
ASP	66	64	66	0,7	4,585
ASP	65	63	64	0,7	4,585
ASP	62	61	61,5	0,7	4,585



**Gambar 1 : Grafik Slump Rata – Rata**

**Tabel 3: Hasil Pengujian Berat Isi Beton**

No	Variasi Campuran	Berat Air Pada Volume Silinder (Kg)	Berat Beton	Berat Isi Beton	Berat Isi Beton Rata-Rata	Berat Isi Beton Rencana	Yield (wratarata/Wrencana)	Berat Isi Lebih $\left[\frac{(Y-1)}{Y} \times 100\%\right]$
1	BN	5.299	12.655	2388	2389	2250	1.06	0.06
			12.658	2389				
			12.659	2389				
			12.662	2390				
2	ASP 5%	5.299	12.358	2332	2315	2250	1.03	0.03
			12.375	2335				
			12.166	2296				
			12.167	2296				
3	ASP 10%	5.299	11.979	2261	2261	2250	1.00	0.00
			11.984	2262				
			11.963	2258				
			11.989	2263				
4	ASP 15%	5.299	11.894	2245	2245	2250	1.00	0.00
			11.898	2245				
			11.891	2244				
			11.893	2244				

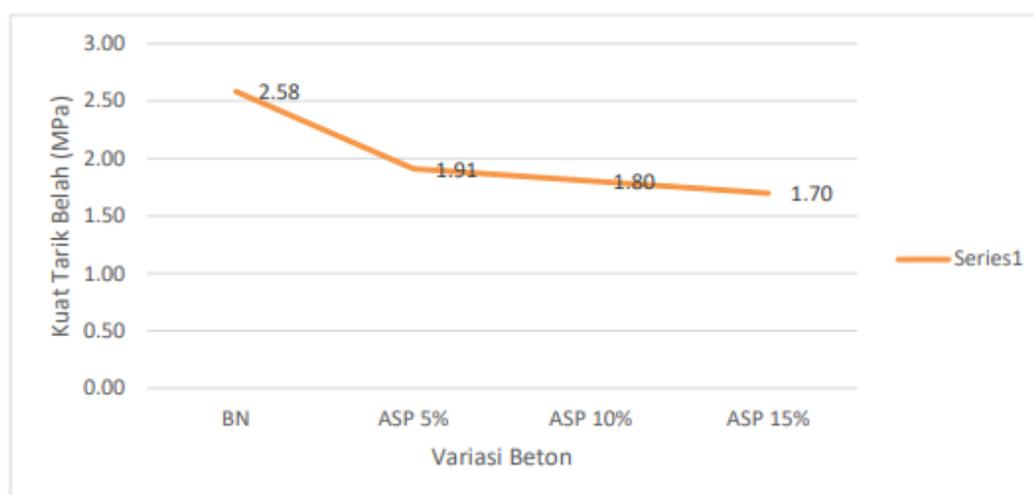


Gambar 2 : Grafik Nilai Kuat Tarik Belah Beton Semua Variasi

#### 4. PEMBAHASAN Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

Tabel 4 : Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

Variasi Beton	Luas ( $\pi LD$ ) (mm <sup>2</sup> )	Beban (T)				Kuat Tarik Belah (Mpa)				Tarik Belah Rata-Rata
		1	2	3	4	1	2	3	4	
BN 0	141371.669	18	19	19.5	16.5	2.55	2.69	2.76	2.33	2.58
ASP 5%	141371.669	15	13.5	12	13.5	2.12	1.91	1.70	1.91	1.91
ASP 10%	141371.669	12	13.5	13	12.5	1.70	1.91	1.84	1.77	1.80
ASP 15%	141371.669	12	12	12	12	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70



Gambar 3 : Grafik Nilai Kuat Tarik Belah Beton Rata – Rata

Berdasarkan data hasil pengujian kuat tarik belah beton dapat diketahui bahwa untuk sampel beton normal mempunyai kuat tarik belah yang paling tinggi yakni sebesar 2,76 MPa. Sedangkan beton dengan variasi ASP 5% mempunyai kuat tarik belah sebesar 2,12 MPa, maka beton ASP 5% memperoleh penurunan dengan selisih 0,64 MPa, dan beton dengan variasi ASP 10% memperoleh penurunan dengan selisih 0,85 MPa, beton dengan variasi ASP 15% memperoleh penurunan dengan selisih 0,10 MPa terhadap kuat tarik dengan variasi ASP 10%

## 5. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian beton dengan menggunakan abu sekam padi dan Viscocrete-8670 MN, maka didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan perencanaan campuran beton yang telah dilakukan, maka didapatkan kebutuhan bahan untuk campuran beton dengan 1 variasi yang lebih efektif yaitu ASP (abu sekam padi) 5% (5% + Sika 0,8%), Semen = 2,214 kg, Agregat kasar = 5.368 kg, Air = 1.041 kg, Sika Viscocrete = 0,068 kg, Agregat halus = 3.429 kg, dan abu sekam padi = 0.181 kg.
2. Berdasarkan dengan adanya penilitaan pencampuran beton dengan abu sekam padi dan juga sika viscocrate-8670MN maka yang lebih baik kuat tariknya yaitu pada campuran beton abu sekam padi 5% dengan kuat tarik rata-rata yaitu sebesar 1.91 Mpa.
3. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan pemanfaatan abu sekam padi tidak berhasil dilakukan.

## 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 ).
- 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. (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). Pozzolanic 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.
- 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 PENGGANTI 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.
- Sutapa, A. A. G., Suputra, I. G. N. O., &Mataram, K. (2011). PEMULIHAN KEKUATAN TARIK BELAH BETON DENGAN VARIASI DURASI PERAWATAN PASCA BAKAR A.A. GedeSutapa, I G.N. Oka Suputra, danKarnataMataram.15(2), 205–215.
- 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*.