

ANALISIS PENGARUH LIMBAH KONSTRUKSI BETON SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT KASAR DAN PENAMBAHAN SERAT DAUN NANAS TERHADAP KUAT TEKAN DAN TARIK BETON

Abrar Nash¹

Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

a) hanashabrar@gmail.com

ABSTRAK

Dalam beberapa tahun belakangan ini perkembangan pembangunan Konstruksi di Indonesia sangat gencar dilakukan. Seiring terus berkembangnya industri Konstruksi maka wacana green construction atau teknologi yang berbasis ramah lingkungan perlahan mulai menjadi alternatif untuk permasalahan limbah dari konstruksi dan pemakaian sumber daya alam yang berlebihan. Industri konstruksi ramah lingkungan sangat penting kita gagaskan sebagai menjaga dan juga melestarikan sumber daya alam yang ada dengan mengupayakan limbah sebagai pengganti bahan alam. Di Indonesia limbah konstruksi biasanya tidak di manfaatkan dengan baik, Sehingga potensi untuk mendaur ulang sangat mungkin untuk dilakukan. Perkembangan tanaman buah di Indonesia semakin meningkat setiap tahunnya, khusus pada tanaman buah nanas berbanding dengan meningkatnya limbah dari tanaman nanas tersebut dan dapat digunakan sebagai bahan pada campuran beton. Maka dari itu, dalam penelitian ini penggunaan bahan limbah konstruksi beton sebagai pengganti agregat kasar dan penambahan serat daun nanas serta sika *viscocrete-8670 MN*. Kuat tekan beton normal berkisar antara 28-60 MPa pada umur beton 28 hari dan kuat Tarik beton relatif rendah kira-kira 10%-20% dari kekuatan tekan beton. Penelitian ini bertujuan menyelidiki karakteristik kekuatan tekan dan kekuatan tarik pada beton normal. Eksperimen yang dijalankan berupa membuat membuat tiga variasi campuran yaitu 5%, 7%, 10% limbah konstruksi beton sebagai pengganti agregat kasar, dan penambahan serat daun nanas sebanyak 0,8% serta menggunakan sika *viscocrete-8670 MN* sebanyak 0,8%. Hasil kuat tekan rata-rata tertinggi terdapat pada variasi menggunakan limbah konstruksi beton 10% dan serat daun nanas 0,8% serta sika *viscocrete-8670 MN* 0,8% yaitu 31,1 MPa dan kuat tarik rata-rata tertinggi terdapat pada campuran variasi beton normal dan sika *viscocrete-8670 MN* yaitu 3,43 MPa. Dan hasil yang dihasilkan sesuai dengan rencana pada kekuatan beton pada kuat tekan sebesar 25 MPa dan kuat tarik sebesar 2,5 MPa.

I. LATAR BELAKANG

Dalam beberapa tahun belakangan ini perkembangan pembangunan Konstruksi di Indonesia sangat gencar dilakukan. Seiring terus berkembangnya industri Konstruksi maka wacana green construction atau teknologi yang berbasis ramah lingkungan perlahan mulai menjadi alternatif untuk permasalahan limbah dari konstruksi dan pemakaian sumber daya alam yang berlebihan.

Industri konstruksi ramah lingkungan sangat penting kita gagaskan karena sebagai penghuni yang berakal pikiran berarti kita harus senantiasa menjaga dan juga melestarikan sumber daya alam yang ada. Hal yang dapat dimulai untuk melestarikan sumber daya alam salah satunya dengan menerapkan penggunaan material-material pada industri konstruksi yang sumber bahan nya berasal dari sisa atau limbah konstruksi dan organik yang dimanfaatkan kembali menjadi

sebuah produk baru dan juga dapat mengurangi jumlah limbah tersebut.

Beton adalah salah satu teknologi konstruksi dalam disiplin ilmu bahan yang selalu berkembang hingga saat ini. Sering kali bahan-bahan yang diperlukan untuk pembuatan beton secara masif diberbagai daerah menimbulkan kerusakan alam. Di Indonesia, limbah konstruksi biasanya tidak di manfaatkan dengan baik. Sebagian besar dibuang begitu saja dilahan terbuka dan beberapa digunakan sebagai bahan urugan. Ketersediaan material tersebut sangat banyak. Sehingga potensi untuk mendaur ulang sangat mungkin untuk dilakukan.

Perkembangan tanaman buah di Indonesia semakin meningkat setiap tahunnya, khususnya pada tanaman buah nanas. Namun dengan meningkatnya produksi buah nenas, maka juga akan meningkatkan limbah daun nenas.

Serat daun nenas memiliki kuat lentur yang tinggi dengan nilai 5,74 MPa. Dan massa serat daun nenas 0,7g. Untuk dapat meningkatkan kuat tarik beton maka beton dapat diberikan bahan tambah berupa serat. Keunggulan beton serat dapat meningkatkan ketahanan beton terhadap abrasi dan impact, juga menambah nilai kuat tekan, lentur dan tarik.

Dalam penelitian ini juga digunakan bahan tambah Superplasticizer jenis Sika Viscrocrete – 8670 MN. Superplasticizer (Sika Viscrocrete – 8670 MN) adalah bahan campuran untuk beton yang berfungsi ganda yang apabila dicampurkan dengan dosis tertentu dapat mengurangi jumlah pemakaian air dan mempercepat waktu pengerasan, meningkatkan workability dan dapat mereduksi kandungan air dalam campuran beton.

Penggunaan limbah konstruksi beton sebagai agregat kasar dan penambahan limbah serat daun nenas serta bahan kimia zat adiktif jenis sika *Viscrocrete 8670 MN* dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mendapatkan proposi campuran yang baik agar didapatkan nilai mekanis yang optimal. Untuk itu pada tugas akhir ini penulis mencoba untuk meneliti pengaruh pemanfaatan limbah konstruksi beton dan limbah serat daun nenas serta sika *Viscrocrete 8670 MN* untuk mendapatkan proposi campuran yang baik sehingga dihasilkan campuran dengan sifat mekanik yang maksimal.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Beton merupakan salah satu bahan konstruksi bangunan yang sangat penting dan paling dominan digunakan pada struktur bangunan. Tetapi beton ternyata memiliki kelemahan terhadap gaya tarik. Salah satu upaya untuk meningkatkan kuat tarik beton dilakukan dengan menambahkan serat, sehingga menjadi suatu bahan komposit yaitu beton dan serat. Beton serat mempunyai keunggulan meningkatkan ketahanan beton terhadap abrasi dan impact, meningkatkan kekuatan tekan, lentur, tarik.

II.I. BETON SERAT

Beton serat adalah beton yang dalam pembuatannya ditambahkan serat yang bertujuan untuk meningkatkan kuat tarik dari beton itu sendiri, sehingga beton akan lebih tahan terhadap gaya tarik yang diakibatkan pengaruh iklim, temperatur dan perubahan cuaca yang dialami oleh permukaan yang luas. Penambahan serat tersebut juga dapat berfungsi sebagai pengganti tulangan pada beton. Penambahan serat dalam beton meningkatkan gaya jembatan di zona transisi

antarmuka di dalam matriks beton. Serat Daun Nanas (PALF) merupakan serat alam yang berpotensi untuk mengganti serat buatan sebagai tulangan pada beton.

II.II. BETON NORMAL

Beton normal adalah beton yang mempunyai berat satuan 2200-2500 kg/m³ dan dibuat menggunakan agregat alam yang dipecah atau tanpa dipecah yang tidak menggunakan bahan tambahan (SNI 03-2847-2002). Kuat tekan beton normal berkisaran antara 28-60 MPa pada umur beton 28 hari. Beton terdiri dari $\pm 15\%$ semen, $\pm 8\%$ air, $\pm 3\%$ udara, selebihnya pasir dan kerikil. Campuran tersebut setelah mengeras mempunyai sifat yang berbeda-beda, tergantung pada cara pembuatannya. Perbandingan campuran, cara pencampuran, cara mengangkut, cara meletak, cara memadatkan, dan sebagainya akan mempengaruhi sifat-sifat beton.

II.III. LIMBAH KONSTRUKSI BETON

Limbah beton merupakan hasil dari pembongkaran konstruksi bangunan dan material yang sudah bukanlah murni agregat alam, melainkan terdapat bahan-bahan lain berupa semen dan air yang menyatu jadi pasta. Pemakaian limbah padat sebagai pengganti agregat kasar terhadap pembuatan beton diharapkan mampu mengurangi penggunaan material alam. Limbah padat tersebut berupa bongkaran beton dari konstruksi bangunan.

II.IV. SERAT DAUN NANAS

Serat daun nenas memiliki kuat lentur yang tinggi dengan nilai 5,74 MPa. Dan massa serat daun nenas 0,7g. Untuk dapat meningkatkan kuat tarik beton maka beton dapat diberikan bahan tambah berupa serat. Keunggulan beton serat dapat meningkatkan ketahanan beton terhadap abrasi dan impact, juga menambah nilai kuat tekan, lentur dan tarik.

II.V. SIK VISCROCRETE 8670 MN

Sika Viscrocrete-8670 MN adalah generasi ketiga superplasticizer untuk beton dan mortar. Untuk superplasticizers pengurangan air kisaran tinggi. Sika Viscrocrete-8670 MN adalah multiguna yang unik

Superplasticizer yang sangat cocok untuk beton produksi yang membutuhkan kekuatan awal yang tinggi dengan perpanjangan kemungkinan untuk dilaksanakan. Selain itu, ia menyediakan air yang sangat tinggi pengurangan dan karakteristik aliran yang sangat baik Dikombinasikan dengan waktu kerja yang luar biasa dan pengembangan

kekuatan awal Sika® Viscrocrete®-8670 MN digunakan untuk hal berikut:

- Berbagai aplikasi yang membutuhkan keunggulan kemampuan kerja dan pengembangan kekuatan awal yang baik.
- Beton dengan reduksi air yang sangat tinggi (sampai 30%).
- Beton performa tinggi

II.VI. KUAT TEKAN BETON

Kekuatan tekan beton ditentukan oleh pengaturan dan perbandingan semen, air, agregat dan berbagai jenis campuran. Faktor utama yang menjadi penentuan tekan beton adalah perbandingan air terhadap semen. Kuat tekan beton merupakan besarnya beban yang menyebabkan benda uji hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu.

Rumus yang digunakan untuk perhitungan kuat tekan beton adalah :

$$f'c = \frac{P}{A}$$

Keterangan :

- $f'c$ = Kuat tekan beton (Mpa).
 P = Beban maksimum (kN).
 A = Luas penampang benda uji (cm²).

II.VII. KUAT TARIK BETON

Menurut (SNI 03-2491-2002) Nilai kuat tarik tidak langsung dari benda uji beton berbentuk silinder yang diperoleh dari hasil pembebanan benda uji tersebut yang diletakkan mendatar sejajar dengan permukaan meja penekan mesin uji ditekan.

Kekuatan tarik beton relatif rendah, kira-kira 10%-15% dari kekuatan tekan beton, kadang-kadang 20%. Kekuatan ini lebih sukar untuk diukur dan hasilnya berbeda-beda dari satu bahan percobaan ke bahan percobaan lain dibandingkan untuk silinder-silinder tekan.

Rumus yang digunakan untuk perhitungan kuat tarik belah beton adalah :

$$fct = \frac{2P}{\Pi.d.L}$$

Keterangan :

- fct = Kuat Tarik belah beton (Mpa).
 P = Beban pada waktu belan (N).
 d = Diameter benda uji silinder (mm).
 L = Panjang benda uji silinder (mm).
 Π = Phi

III. METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam pembuatan beton dengan memanfaatkan limbah konstruksi beton sebagai parsial penggantian agregat kasar adalah metode eksperimental, sehingga diperlukan rencana implementasi yang sistematis sejak awal untuk menyelesaikan agar diperoleh hasil yang optimal dan sesuai dengan tujuan pekerjaan.

Penelitian ini menggunakan beberapa metode pengumpulan data, termasuk pengumpulan data primer dan data sekunder koleksi. Pengumpulan data primer sendiri dilakukan pada agregat yang digunakan, termasuk pemeriksaan agregat halus berupa pasir alam dan agregat kasar berupa dari batu hancur. Inspeksi dasar agregat ini termasuk:

- Sebuah analisis dan penyerapan dalam agregat halus dan agregat kasar.
- Berat jenis dan penyerapan dalam agregat halus dan agregat kasar.
- Kadar air pada agregat halus dan agregat kasar.
- Kandungan lumpur pada agregat halus dan agregat kasar.
- Berat jenis agregat halus dan agregat kasar.
- Uji keasusan agregat menggunakan mesin Los Angeles pada permukaan kasar agregat.

Setelah pemeriksaan dasar dilakukan, selanjutnya Langkahnya adalah merencanakan campuran beton normal (*Job Mix Design*). Setelah mengetahui hasil analisis campuran, ada beberapa pemeriksaan yang dilakukan pada campuran beton yaitu uji kemerosotan, dan uji kuat tarik beton berdasarkan variasi yang direncanakan hari itu. Sementara sekunder Data adalah data yang diperoleh dari beberapa buku yang berhubungan dengan beton teknik (*Literatur*).

Komposisi campuran benda uji dan benda uji kode objek.

TABEL 1. KOMPOSISI CAMPURAN BENDA UJI DAN KODE BENDA UJI.

NO	KODE BENDA UJI	LIMBAH KONSTRUKSI BETON	AGREGAT KASAR	AGREGAT HALUS	SERAT DAUN NANAS	SUPERPLASTICIZER VISCROCRETE-8670 MN	JUMLAH SAMPEL
1	BN	0%	100%	100%	0%	0,8%	3
2	BLB 5%	5%	95%	100%	0,8%	0,8%	4
3	BLB 7%	7%	93%	100%	0,8%	0,8%	4
4	BLB 10%	10%	90%	100%	0,8%	0,8%	4
Jumlah							15

Keterangan:

- BN :Beton dengan campuran 0% Limbah beton dan campuran 0,8% *Viscrocete* – 8670 MN.
- BLB 5% :Beton dengan campuran 5% Limbah beton dari berat agregat kasar dan Serat daun nanas 0,8% serta campuran 0,8% *Viscrocete* – 8670 MN.
- BLB 7% :Beton dengan campuran 7% Limbah beton dari berat agregat kasar dan Serat daun nanas 0,8% serta campuran 0,8% *Viscrocete* – 8670 MN.
- BLB 10% :Beton dengan campuran 10% Limbah beton dari berat agregat kasar dan Serat daun nanas 0,8% serta campuran 0,8% *Viscrocete* – 8670 MN.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

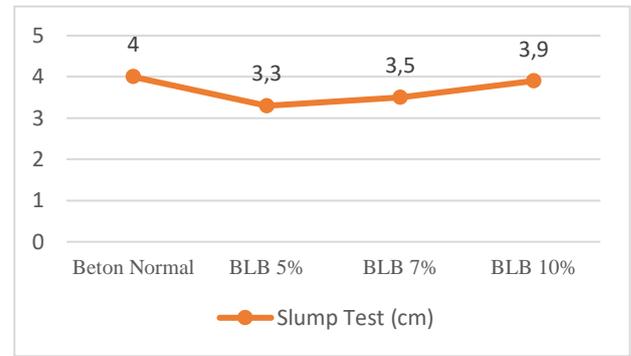
TABEL 2. JUMLAH LIMBAH KONSTRUKSI BETON YANG DIBUTUHKAN UNTUK SETIAP 1 CETAKAN SILINDER

Persentase banyaknya limbah (%)	Banyaknya limbah dari agregat kasar (gr)
5	140,4
7	195,5
10	280,8
Banyak Limbah beton untuk penelitian	616,7

TABEL 3. HASIL UJI NILAI SLUMP

	Beton Normal	BLB 5%	BLB 7%	BLB 10%
Hari	28	28	28	28
Slump Test (cm)	4	3,3	3,5	3,9

Dari tabel di atas, terdapat perubahan pada masing-masing variasi campuran beton. Pada beton normal, nilainya terdapat *slump test* maksimum adalah 4 cm. sedangkan nilai *slump test* minimum terdapat pada beton variasi BLB 5% adalah 3,3 cm.

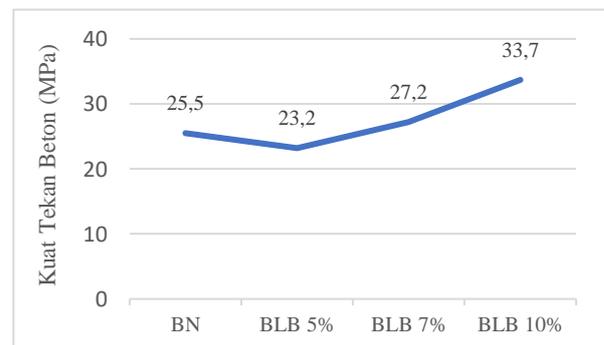


GAMBAR 1. GRAFIK PERBANDINGAN NILAI SLUMP

Pada nilai slump untuk beton normal atau beton dengan substitusi limbah konstruksi beton memenuhi kemerosotan yang ditunjukkan antara 30 - 60mm. Dapat dilihat bahwa campuran beton memiliki kemampuan kerja yang baik, dengan kata lain kemudahan pencampuran adalah bagus. terlihat tidak ada segregasi (pemisahan kerikil) dan bleeding (naiknya air permukaan) pada beton segar mencampur.

TABEL 4. HASIL UJI TEKAN PADA BETON BERUMUR 28 HARI

Benda uji	Umur Beton (hari)	Beban Maksimum (TON)		Kuat Tekan (Mpa)		Kuat Tekan rata-rata (Mpa)
		1	2	1	2	
BN	28	46,5	43,5	25,8	23,8	25,5
BLB 5%	28	34,5	49	19,2	27,2	23,2
BLB 7%	28	61,5	36,5	34,2	20,3	27,2
BLB 10%	28	64,5	57	35,8	31,7	33,7

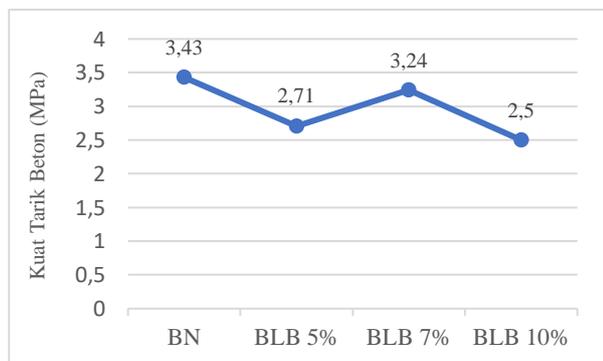


GAMBAR 2. GRAFIK KUAT TEKAN BETON

Dari Gambar diatas disimpulkan bahwa perbandingan kuat tekan beton dengan *slump test* didapat hasil kuat tekan beton terbesar terjadi pada beton dengan substitusi limbah beton 10% dan serat daun nanas 0,8% serta sika *Viscocrete-8670 MN* 0,8% yaitu 33,7 Mpa terhadap beton rencana 25 Mpa dengan *slump test* 3,9 cm. Dan pada BLB 5% mengalami retak pada waktu kurang dari yang telah ditetapkan sehingga terjadi penurunan pada BLB 5% dan serat daun nanas 0,8% serta sika *Viscocrete-8670 MN* 0,8% yaitu 23,2 Mpa terhadap beton rencana 25 Mpa dengan *slump test* 3,3 cm.

TABEL 5. HASIL UJI TARIK PADA BETON BERUMUR 28 HARI

Benda uji	Umur Beton (hari)	Beban Maksimum (TON)		Kuat Tarik (Mpa)		Kuat Tarik rata-rata (Mpa)
		1	2	1	2	
BN	28	24	25,5	3,33	3,54	3,43
BLB 5%	28	24	15	3,33	2,08	2,71
BLB 7%	28	24	22,5	3,33	3,15	3,24
BLB 10%	28	21	15	2,91	2,08	2,5



GAMBAR 3. GRAFIK KUAT TARIK BETON

Berdasarkan hasil diatas menjelaskan hasil kuat tekan beton dengan variasi limbah beton 7% dan serat daun nanas 0,8% serta sika *viscocrete-8670 Mn* 0,8% didapat kuat tekan rata-rata pada umur beton 28 haru sebesar 2,5 Mpa, penurun kuat tarik bisa dipengaruhi bahan substitusi limbah beton terhadap agregat kasar pada beton. dapat diketahui bahwa presentase substitusi limbah beton dan serat daun nanas serta sika *viscocrete 8670 Mn* tidak banyak berpengaruh terhadap kuat tarik pada benda uji beton dengan umur 28 hari.

V. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian beton dengan menggunakan Limbah beton dan Serat daun nanas serta Sika *Viscocrete 8670 - MN*, maka didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan pengujian penggunaan limbah konstruksi beton sebagai pengganti sebagian dari agregat kasar dan penambahan serat daun nanas serta sika *viscocrete 8670 MN* cukup baik terhadap campuran beton yang direncanakan pada kekuatan tekan sebesar $F'c$ 25 MPa dan kuat tarik sebesar $F'ct$ 2,5 MPa. Maka diperoleh beton dengan kuat tekan beton maksimum pada campuran beton dengan menggunakan Limbah beton 10% dan Serat daun nanas 0,8% Sika *Viscocrete 8670 - MN* 0,8% dengan kuat tekan beton rata-rata 33,7 MPa. Sedangkan kuat tarik beton maksimum terdapat pada beton normal dengan rata-rata yang dihasilkan sebesar 3,43 MPa Menurut (Risamawarni dkk., 2020) Penggunaan limbah beton sebagai pengganti agregat kasar berpengaruh pada kuat tekan.
2. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, beton dengan tambahan Limbah beton dan Serat daun nanas serta Sika *Viscocrete 8670 - MN* telah mencapai hasil maksimal. Untuk nilai kuat tekan dan kuat tarik beton rata-rata adalah sebagai berikut :

Kuat Tekan Beton

- Beton normal dan Sika *Viscocrete 8670-MN* 0,8% = 25,5 Mpa
- Beton menggunakan Limbah beton 5% dan serat daun nanas 0,8% serta sika *viscocrete-8670 MN* 0,8% = 22,7 Mpa.
- Beton menggunakan Limbah beton 7% dan serat daun nanas 0,8% serta sika *viscocrete-8670 MN* 0,8% = 23,2 MPa
- Beton menggunakan Limbah beton 10% dan serat daun nanas 0,8% serta sika *viscocrete-8670 MN* 0,8% = 33,7 MPa

Kuat Tarik Beton

- Beton normal dan Sika *Viscocrete 8670-MN* 0,8% = 3,43 Mpa
- Beton menggunakan Limbah beton 5% dan serat daun nanas 0,8% serta sika *viscocrete-8670 MN* 0,8% = 2,71 MPa
- Beton menggunakan Limbah beton 7% dan serat daun nanas 0,8% serta sika *viscocrete-8670 MN* 0,8% = 3,24 MPa
- Beton menggunakan Limbah beton 10% dan serat daun nanas 0,8% serta sika *viscocrete-8670 MN* 0,8% = 2,5 MPa

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Candra, A. I., Gardjito, E., Cahyo, Y., & Prasetyo, G. A. (2019). Pemanfaatan Limbah Puntung Rokok Filter Sebagai Bahan Campuran Beton Ringan Berpori. *UKaRsT*, 3(1), 82. <https://doi.org/10.30737/ukarst.v3i1.365>
- [2]. Candra, A. I., Suwarno, Wahyudiono, H., Anam, S., Aprillia, D., & Karisma. (2020). Kuat Tekan Beton f_c' 21,7 MPa Menggunakan Water Reducing and High Range Admixtures. *Jurnal CIVILLA*, 5(1), 330–340.
- [3]. Hadipramana, J., Riza, F. V., Amirsyah, T., Mokhatar, S. N., & Ardiansyah, M. (2021). Study on Workability High Strength Concrete Containing Pineapple Leaf Fiber (PALF). *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1200(1), 012006. <https://doi.org/10.1088/1757899x/1200/1/012006>
- [4]. Handayasari, I. (2017). Studi Alternatif Bahan Konstruksi Ramah Lingkungan Dengan Pemanfaatan Limbah Plastik Kemasan Air Mineral Pada Campuran Beton. *Jurnal Poli-Teknologi*, 16(1), 1–6. <https://doi.org/10.32722/pt.vol16.no.1.2017.pp>
- [5]. Hidayah, A. N., & Budi, W. S. (2009). Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi TELAAH. *Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi TELAAH*, 26(November 2008), 1–12.
- [6]. Humaidi, M., & Hafizh, M. (2011). Pengaruh Nilai Slump Terhadap Kuat Tekan. *Jurnal INTEKNA: Informasi Teknik dan Niaga*, 11(2), 19–29.
- [7]. Nadia, S. dan. (2016). 998-1926-1-Sm. 13–20.
- [8]. Prayuda, H., & Pujianto, A. (2018). Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi Menggunakan Komparasi Agregat Gamalama, Agregat Merapi Dan Agregat Kali Progo. *Jurnal Riset Rekayasa Sipil*, 2(1), 1. <https://doi.org/10.20961/jrrs.v2i1.24316>
- [9]. Rahamudin, R. H., Manalip, H., & Mondoringin, M. (2016). Pengujian Kuat Tarik Belah Dan Kuat Tarik Lentur Beton Ringan Beragregat Kasar (Batu Apung) Dan Abu Sekam Padi Sebagai Substitusi Parsial Semen. *Jurnal Sipil Statik*, 4(3), 225–231
- [10]. Risamawarni, R., Bachtiar, E., & Rachim, F. (2020). Pengaruh Substitusi Limbah Beton Sebagai Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Beton Curing Air Laut. *Indonesian Journal of Fundamental Sciences*, 6(2), 127137. <https://ojs.unm.ac.id/pinisi/article/view/17464>
- [11]. 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*. February, 399–410. https://doi.org/10.1007/978-3-319-69844-1_36
- [12]. Soelarso, Baehaki, & Sidik, N. F. (2016). Pengaruh Penggunaan Limbah Beton Sebagai Pengganti Agregat Kasar Pada Beton Normal Terhadap Kuat Tekan Dan Modulus Elastisitas. *Jurnal Pondasi*, 5(2), 22–29.
- [13]. Yanti, G., Z, Z., & Megasari, S. W. (2019). Kajian Pemanfaatan Limbah Serat Daun Nanas Pada Kuat Tekan Dan Kuat Lentur Beton. *Siklus : Jurnal Teknik Sipil*, 5(2), 7986. <https://doi.org/10.31849/siklus.v5i2.3242>