

PENGARUH PENAMBAHAN SERAT KULIT PINANG DAN EPOXY RESIN TERHADAP KUAT TARIK BELAH BETON

Fahrizal Zulkarnain^{1*}, Bayu Indra Putra Nasution²

^{1*}Dosen, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah

²Freshgraduate, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

fahrizalzulkarnain@umsu.ac.id

Abstrak

Beton serat adalah beton yang cara pembuatannya ditambah serat. Tujuan penambahan serat tersebut adalah untuk meningkatkan kekuatan tarik beton. Penambahan beton pada serat buah pinang keringkan atau di oven dengan suhu 0 C, lalu dipisahkan kulit dan bijinya kemudian serat buah pinang diberai agar tidak bergumpal pada saat terjadi pencampuran lalu serat buah pinang dipotong sepanjang 2 cm, lalu serat buah pinang dicampur sedikit demi sedikit ke campuran beton. Penelitian ini bertujuan mengetahui kuat tarik belah beton optimum setelah dicampur Serat kulit pinang dan Epoxy Resin pada umur beton 7 hari dan 28 hari. Persentase serat kulit pinang yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebesar 0%, 1%, 1,25% 1,50% dengan penambahan Epoxy Resin sebesar 0,8%. Penelitian menggunakan benda uji yang berupa silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, dengan sampel 16 buah beton dan 3 (tiga) variasi yang masing-masing variasi berjumlah 2 sampel. Pengujian yang dilakukan pada campuran beton adalah kuat tarik belah beton. Dari hasil penelitian diperoleh, kuat tarik belah rata - rata beton umur 7 hari dengan serat kulit pinang BN (0%) = 2,86 MPa, BSKP (1%) = 4,56 MPa, BSKP (1,25%) = 3,71 MPa, BSKP (1,50%) = 2,43 MPa. Sedangkan kuat tarik belah rata - rata beton umur 28 hari dengan serat kulit pinang BN (0%) = 2,43 MPa, BSKP (1%) = 2,76 MPa, BSKP (1,25%) = 2,86 MPa, BSKP (1,50%) = 2,54 MPa.

Kata Kunci : Beton Serat, Serat Kulit Pinang, Epoxy Resin, Kuat Tarik Belah.

I. PENDAHULUAN

Semua bangunan gedung menggunakan beton sebagai salah satu elemen strukturnya. Keunggulan beton adalah memiliki kuat tekan tinggi, mudah diproduksi, sedikit kebutuhan pemeliharaan, harga relatif murah dan tahan lama karena tidak berkarat. Struktur yang berbahan beton sangat rentan terhadap retak karena sifat bahannya yang getas serta sifat beton yang kuat terhadap tekanan, namun lemah terhadap tarikan. Sifat lemah terhadap tarik mengakibatkan beton hancur atau patah tanpa terjadi perubahan bentuk ketika tegangan maksimum telah tercapai (Wicaksanadkk., 2014).

Pada Penelitian ini terdapat beberapa permasalahan sebagai berikut:

- Bagaimana pengaruh penambahan serat kulit pinang dalam campuran beton yang ditinjau dari tarik belah dengan benda uji silinder?
- Pada variasi campuran seratkulitpinang beberapa (%) terjadi kenaikan atau penurunan kuat tarik belah beton jika nilai variasi persentase yang digunakan untuk penambahan seratkulitpinang dan epoxy resin adalah 1%, 1,25%, dan 1,50%.

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Untuk merancang dan menciptakan inovasi baru beton yang sesuai dengan standar, dengan melakukan penelitian.

- Pemeriksaan beton yang ditambahkan seratkulitpinang dan dikuatkan dengan epoxy resin yang ditinjau dari kuat tarik belah beton.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton

Beton menurut SNI-03-2847-2002 adalah campuran antara semen *portland* atau semen hidrolis, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk massa padat. Proses pengerasan pada beton terjadi karena adanya reaksi kimiawi antara air dengan semen yang terus berlangsung dari waktu ke waktu. Penambahan umur beton akan membuat beton semakin mengeras dan akan mencapai kekuatan rencana (f_c') pada usia 28 hari (Hasanah et al, 2019).

2.2 Semen *portland*

Semen *portland* menurut SNI15-2049-2004 merupakan semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen *portland* terutama yang terdiri dari kalsium silikat yang bersifat hidrolis. Semen *portland* digiling bersama-sama dengan bahan berupa senyawa kalsium sulfat yang berbentuk kristal dan boleh ditambah dengan bahanlainnya.

2.3 Air

Kondisi air yang digunakan harus bersih bebas dari asam, alkali dan minyak atau yang dapat

dikonsumsi (diminum). Air sangatlah berpengaruh terhadap komposisi beton, hal ini dapat terlihat bahwa w/c sangat mempengaruhi kekuatan tekan terhadap beton. Fungsi dari air pencampur adalah sebagai berikut ini:

- Membasahi agregat dan melindungi dari absorpsi dari reaksi kimia.
- Menjadi formulasi terhadap semen untuk menjadikan pasta yang gabungan antara keduanya menjadi reaksi kimia yang berubah menjadi panas hidrasi.
- Menjadi flux material semen untuk melewati ke seluruh permukaan agregat.
- Membuat adukan beton mudah dikerjakan.

2.4 Agregat halus

Agregat halus menurut SNI03-6820-2002 adalah agregat dengan besar butir maksimum 4,76 mm berasal dari alam atau hasil olahan. Agregat halus berasal dari hasil disintegrasi alami dari batuan alam atau pasir buatan yang dihasilkan dari alat pemecah batu (Hasanah et al., 2019).

2.5 Agregat kasar

Agregat kasar berdasarkan SNI03-2847-2002 adalah kerikil hasil disintegrasi alami dari batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir antara 5,0 mm - 40mm. Agregat kasar harus bersih dari bahan-bahan organik, kandungan bahan organik maksimum pada agregat kasar adalah sebesar 1% dan harus mempunyai ikatan yang baik dengan semen. Syarat agregat kasar yang dapat digunakan adalah sesuai dengan SNI-03-6821-2002 (Hasanah et al, 2019).

2.6 Serat dan betonserat

Serat adalah bahan tambahan yang dapat digunakan untuk memperbaiki sifat beton yang getas menjadi lebih daktil (Amri,2005). Serat merupakan bahan yang kuat, kaku, dan getas. Penambahan serat bertujuan meningkatkan kuat tarik, menambah ketahanan terhadap retak, serta meningkatkan keawetan pada beton (Hasanah et al, 2019). Serat yang panjang dan tipis dengan rasio $l/d > 100$ mempunyai lekatan dengan beton yang lebih besar dibandingkan dengan serat yang pendek dengan rasio $l/d < 50$. Hannant D.J. berdasarkan penelitian hasil percobaan untuk $l/d < 50$ menunjukkan hasil yang mudah untuk dicabut dari beton. Peningkatan aspek rasio seratakan memberikan pengaruh terhadap kekuatan tarik maupun lentur beton, sama halnya penambahan volume serat ke dalam campuran beton (Hasanah et al, 2019).

Penambahan serat dilakukan dengan cara memberi serat pada beton yang disebar merata ke dalam adukan beton dengan orientasi acak yang dimaksudkan untuk mencegah terjadinya retakan pada beton di daerah tarik. Retak pada beton di daerah tarik diakibatkan karena pengaruh

pembebanan, pengaruh susut, atau pengaruh panas hidrasi (Hasanah, et al, 2019).

2.7 Serat Kulit Pinang

Serat kulit pinang merupakan salah satu material serat alam (*natural fiber*) alternatif dalam pembuatan komposit yang secara ilmiah pemanfaatannya masih dikembangkan. Pinang (*AreccacatechuL.*) merupakan tanaman famili *Areceaceae* yang dapat mencapai tinggi 15-20m dengan batang tegak lurus bergaris tengah 15 cm (Hasanah, et al, 2019).

Serat pinang diantara serat alam lainnya tampak merupakan bahan yang menjanjikan karena murah, ketersediaan melimpah dan tanamanyang berkhasiat tinggi (Hasanah, et al, 2019). Tabel serat kulit pinang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi kimiawi serat kulit pinang

Komposisi kimia	Kandungan (%)
Kadar Selulosa	70,2
Air	10,92
Abu	6,02

Sumber: Ruslinda, 2008 dalam Jayanto & Simanjuntak, 2011

2.8 Epoxy Resin

Resin epoxy atau secara umum di pasaran dikenal dengan bahan epoksi adalah salah satu dari jenis polimer yang berasal dari kelompok thermoset. Resin thermoset adalah polimer cair yang diubah menjadi bahan padat secara polimerisasi jaringan silang dan juga secara kimia, membentuk formasi rantai plimer tiga dimensi. Resin epoksi banyak digunakan untuk bahan struktural, sehingga pada beton penggunaan resin epoksi dapat mempercepat proses pengeringan, karena epoksi menimbulkan panas dan dapat membantu percepatan pengerasan (Gemert, et al, 2004).

2.9 Kuat Tarik Belah Beton

Kuat tarik belah beton menurut SNI 03-2491-2002 adalah nilai kuat tarik tidak langsung dari benda uji beton berbentuk silinder. Nilai tersebut diperoleh dari hasil pembebanan benda uji yang diletakkan mendatar sejajar dengan permukaan meja penekan mesin uji.

Tegangan tarik dihitung dengan persamaan dari SNI03-2491-2002:

$$f_{ct} = \frac{2 \cdot P}{\pi \cdot L \cdot D} \quad (1)$$

2.10 Slump

Pengambilan nilai *slump* dilakukan untuk masing-masing campuran baik pada beton standar maupun beton yang menggunakan *additive* dan bahan penambahi (*admixture*). Pengujian *slump* dilakukan terhadap beton segar yang dituangkan ke dalam wadah kerucut terpancung. Pengisian

dilakukan dalam tiga lapisan adalah 1/3 dari tinggi kerucut. Masing-masing lapisan harus dipadatkan dengan cara penusukan sebanyak 25 kali dengan menggunakan tongkat besi anti karat. Setelah penuh sampai permukaan atasnya diratakan dengan menggunakan sendok semen. Kemudian kerucut diangkat ke atas secara vertikal dan *slump* dapat diukur dengan cara mengukur perbedaan tinggi antara wadah dengan tinggi beton setelah wadah diangkat.

2.11 Penelitian Terdahulu

Pengujian yang dilakukan yaitu uji kuat tekan beton. Hasil kuat tekan optimum pada 28 hari terjadi pada beton dengan campuran serbuk kayu 7% + am 78 concrete additive 0,8% yaitu sebesar 271,11 MPa. (Tugas-tugas et al., 2020) (Rizki Surya Fani & Fahrizal Zulkarnain). Pengujian yang dilakukanyaitu uji kuat tekan beton. Hasil kuat tekan optimum pada perendaman air tawar 28 hari terjadi pada beton dengan campuran abu sekam padi 10% + visocrete 3115 N 1% yaitu sebesar 26,59 MPa. (Sinambela et al., 2020). Pengujian yang dilakukan yaitu uji kuat tekan beton, Nilai kuat tekan beton rata-rata umur 28 hari dengan bahan tambah kombinasi antara serbuk kaca 4%, 8%, 12% dengan sikacim concrete additive 1% pada campuran beton, terjadi peningkatan sebesar 1,04%, 3,02%, 0,37% dari kuat tekan beton tanpa bahan tambah, (Serbuk, et al., 2020), (Rahmad Hidayat & Fahrizal Zulkarnain).

III. METODE PENELITIAN

Metode eksperimen yang diterapkan dalam penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menciptakan pengaruh penambahan serat kulit pinang dan epoxy resin sebagai bahan penambah pada adukan beton sebesar 1%, 1,25%, dan 1,50% dari berat volume benda uji. Sampel di uji pada umur 7 hari dan 28 hari untuk melihat nilai kuat tarik belah dari masing-masing sampel. Pengujian kuat tarik belah beton dilakukan sebanyak 16 sampel dengan 3 sampel pada masing-masing variasi. Benda uji pada penelitian ini menggunakan cetakan silinder dengan ukuran diameter 15cm dan tinggi 30 cm. Benda uji silinder beton dirawat dengan direndam di dalam air bersih dan kemudian diuji pada umur 7 hari dan 28 hari.

Tempat Penelitian dilakukan di Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Jl. Kapten Mukhtar Basri No. 3 Medan. Dengan kelengkapan peralatan laboratorium yang berstandar. Waktu Penelitian dilaksanakan pada bulan Juni 2021 hingga Agustus 2021.

Teknik Pengumpulan Data dilaksanakan dengan metode eksperimen terhadap beberapa benda uji dari berbagai kondisi perlakuan yang diuji di laboratorium. Untuk beberapa hal pada pengumpulan data, digunakan data sekunder. Data sekunder adalah data yang diperoleh dari beberapa buku yang

berhubungan dengan teknik beton (literatur), konsultasi langsung dengan Dosen Pembimbing dan Asisten Laboratorium Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

3.1 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian melalui beberapa tahapan kerja yaitu :

- Studi Literatur, Persiapan Laboratorium dan pengujian bahan dasar pembentuk beton. Tujuannya untuk mengetahui sifat dan karakteristik bahan-bahan tersebut.
- Perhitungan perencanaan campuran beton, pencampuran beton, pengujian slump, pembuatan benda uji silinder serta perawatan benda uji selama proses pengikatan awal.
- Pengujian kuat tarik belah benda uji berbentuk silinder.

3.2 Prosedur Penelitian

Pengujian/Pemeriksaan agregat baik agregat halus dilakukan di Laboratorium mengikuti panduan dari ASTM tentang pemeriksaan agregat dan mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI). Standar pengujian yang digunakan sebagai berikut:

- Pengujian agregat halus
 - Berat jenis dan penyerapan SNI 1970-2008.
 - Analisa gradasi SNI 03-1968-1990.
 - Kadar lumpur SNI 03-4141-1996.
 - Berat isi SNI 03-4804-1998.
 - Kadar air SNI 1971-2011.
- Pengujian agregat kasar
 - Berat jenis dan penyerapan SNI 1969-2008.
 - Analisa gradasi SNI 03-1968-1990.
 - Kadar lumpur SNI 03-4141-1996.
 - Berat isi SNI 03-4804-1998.
 - Kadar air SNI 1971-2011.
- Pengujian slump beton mengacu pada dengan SNI 03-1972-1990
- Pengujian kuat tarik belah beton mengacu pada dengan SNI -03-2491-2002

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan penelitian ini berupa pemeriksaan material, perencanaan adukan beton, pengadukan material campuran beton, pengujian *slump*, pencetakan benda uji, perawatan benda uji, dan pengujian kuat tarik belah. Hasil pemeriksaan material dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Material

No	Jenis Pengujian	Agregat Halus	Agregat Kasar
1	Berat Jenis	2,56	2,43
2	Kadar Air(%)	2,145%	0,604%
3	Kadar Lumpur(%)	5,3%	0,9%
4	Berat Isi(kg/dm ³)	1,67	1,77
5	Analisa Saringan	2,83	6,64

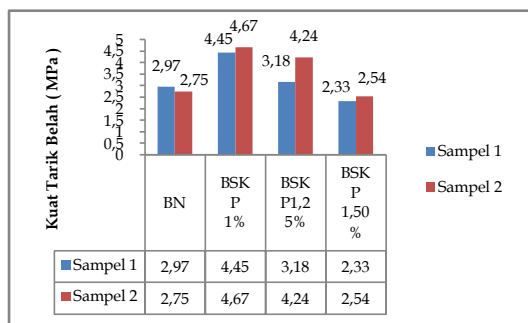
4.1 Hasil pengujian kuat tarik belah beton

Hasil pengujian kuat tarik beton normal dan beton variasi serat kulit pinang dan epoxy resin sebagai bahan penambah pada adukan beton sebesar 1%, 1,25%, dan 1,50% diperoleh nilai kuat tarik yang berbeda-beda. Persentase kuat tarik belah beton variasi terhadap beton normal.

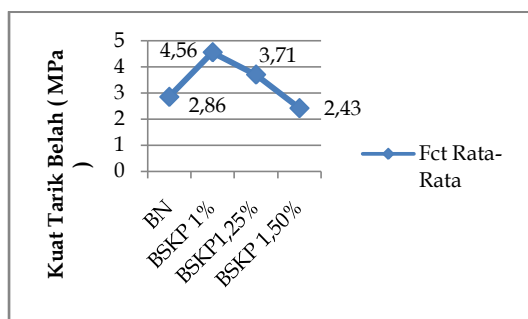
Hasil pengujian yang telah dilakukan didapat nilai kuat tarik belah beton maksimum pada umur beton 7 hari yaitu dengan variasi BSKP 1% sebesar 4,56 MPa. Sedangkan beton normal mempunyai kuat tarik belah sebesar 2,86 MPa, maka beton BSKP 1% memperoleh kenaikan sebesar 1,7 MPa dibandingkan beton normal. Tetapi pada BSKP 1,50% memperoleh penurunan sebesar 2,43 MPa, ini dikarenakan pada saat akan pengujian beton tidak diangin-anginkan hingga kering permukaan selama satu hari dari sebelum pengujian. Dapat dilihat pada Gambar 1 dan 2.

Menurut (Edhi Wahyuni 1996) penambahan serat pada adukan beton ternyata dapat memberikan pengaruh yang besar pada kuat tarik beton, hal ini disebabkan bertambahnya ikatan pada beton karena lekatan antara pasta dengan serat cukup besar. Maka pada penelitian ini terjadi kuat Tarik belah beton maksimum pada variasi

Penambahan serat kulit pinang 1% karena adanya penambahan serat pada adukan beton.



Gambar1. Persentase nilai kuat tarik belah beton pada umur 7 hari.

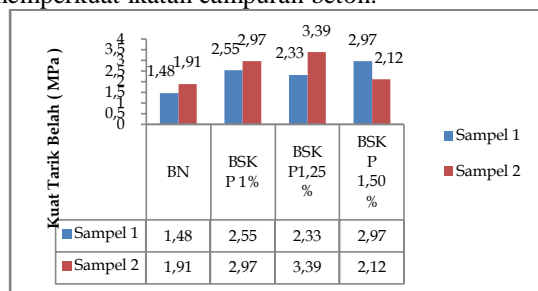


Gambar2. Grafik Persentase nilai kuat tarik belah beton pada umur 7 hari.

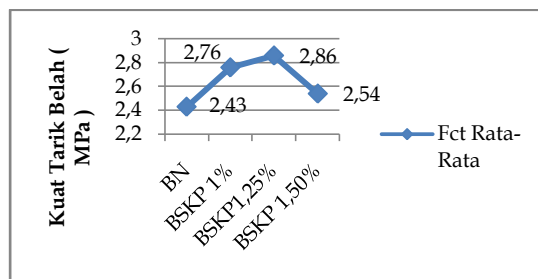
Hasil pengujian yang telah dilakukan didapat nilai kuat tarik belah beton maksimum pada umur beton maksimum pada umur beton 28 hari yaitu dengan variasi 1,25% sebesar 2,86 MPa. Sedangkan

beton normal 28 hari mempunyai kuat tarik belah sebesar 2,43 MPa, Maka beton BSKP 1,25% memperoleh kenaikan sebesar 0,43 MPa. Tetapi pada umur 28 hari BSKP 1,50% memperoleh penurunan sebesar 2,54 MPa, ini dikarenakan pada saat akan pengujian beton tidak diangin-anginkan hingga kering permukaan selama satu hari dari sebelum pengujian. Dapat dilihat pada Gambar 3 dan 4.

Menurut Edhi Wahyuni(1996) penambahan serat pada adukan beton ternyata dapat memberikan pengaruh yang besar pada kuat tarik belah beton, hal ini disebabkan bertambahnya ikatan pada beton karena lekatan antara pasta dengan serat cukup besar. Pada penelitian ini terjadi kuat tarik belah beton maksimum pada variasi penambahan serat kulit pinang, hal ini disebabkan karena adanya penambahan serat pada adukan beton sehingga memperkuat ikatan campuran beton.



Gambar 3. Persentase nilai kuat tarik belah beton pada umur 28 hari.



Gambar 4. Grafik Persentase nilai kuat tarik belah beton pada umur 28 hari.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan data dan pembahasan serta diskusi, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai hasil dari penelitian ini. Saran dikemukakan dengan tujuan agar penelitian ini dapat dikembangkan dan dilanjutkan oleh peneliti lainnya. Dari hasil pengujian dan penelitian yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan:

1. Berdasarkan perencanaan beton umur 7 hari pada penambahan serat kulit pinang dan epoxy resin pada kuat tarik belah beton maka didapat nilai rata-rata pada setiap variasi:
 - a. (BN) = 2,86 MPa
 - b. (BSKP 1%) = 4,56 MPa
 - c. (BSKP 1,25%) = 3,71 MPa
 - d. (BSKP 1,50%) = 2,43 MPa

2. Berdasarkan perencanaan beton umur 28 hari pada penambahan serat kulit pinang dan epoxy resin pada kuat tarik belah beton maka didapat nilai rata-rata pada setiap variasi:
 - a) (BN) = 2,43 MPa
 - b) (BSKP 1%) = 2,76 MPa
 - c) (BSKP 1,25%) = 2,86 MPa
 - d) (BSKP 1,50%) = 2,54 MPa
3. Kadar optimum berdasarkan data hasil pengujian kuat tarik belah beton dapat diketahui bahwa untuk sampel beton 7 hari dengan variasi BSKP1% mempunyai kuat tarik belah yang paling tinggi yakni sebesar 4,56 MPa.
4. Sedangkan beton normal 7 hari mempunyai kuat tarik belah sebesar 2,86 MPa, maka beton BSKP1% memperoleh kenaikan sebesar 1,7 MPa. Tetapi pada umur 7 hari BSKP1,50% memperoleh penurunan sebesar 2,43 MPa, Sedangkan untuk sampel 28 hari dengan variasi BSKP 1,25% mempunyai kuat tarik belah yang paling tinggi yakni sebesar 2,86 MPa.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Era Rizky Hasanah, Agustin Gunawan, & Yuzuar Afrizal. 2017, *Pengaruh Penambahan Serat Kulit Pinang Dan Serbuk Kayu Terhadap Kuat Tarik Belah Beton*. Jurnal Inersia April 2017, Volume 9, Nomor 1
- [2]. Aldo Jannatun Naim, Indra Syahrul Fuad, & Bazar Asmawi. 2018, *Pengaruh Penambahan Serat Buah Pinang Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Beton*. Jurnal Desiminasi Teknologi, Volume 6, Nomor 2, Juli 2018.
- [3]. Putri Pratiwi, Hendriwan Fahmi, & Georgery Saputra. 2019, *Pengaruh Panjang Serat terhadap Sifat Akustik Komposit Berpenguat Serat Kulit Buah Pinang dengan Matrik Epoxy*. Jurnal Teknik Mesin Institut Teknologi Padang, Volume 9, Nomor 2, Oktober 2019.
- [4]. Surya Fani R, Zulkarnain F. 2020, *Pengaruh Penambahan Limbah Serbuk Kayu sebagai Substitusi Parsial Agregat Halus dengan Bahan Tambah Am 78 Concrete Additive terhadap Kuat Tekan Beton*, Tugas Akhir, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- [5]. Rio Herdianto Rahamudin Hieryco Manalip, Mielke Mondoringin. 2016, *Pengaruh Kuat Tarik Belah Dan Kuat Tarik Lentur Beton Ringan Beragregat Kasar (Batu Apung) Dan Abu Sekam Padi Sebagai Substitusi Parsial Semen*. Jurnal Sipil Statik, Volume 4, Nomor 3, Maret 2016, (225-231) ISSN: 2337-6732.
- [6]. Shelly Monica, & Alimin Mahyudin. 2018, *Pengaruh Panjang Serat Pinang Terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Papan Beton Ringan*. Jurnal Fisika Unand, Volume 7, Nomor 3, Juli 2018.
- [7]. Efan Tifani, & Indriyani Puluhulawa. 2018, *Sifat Fisik dan Mekanis Papan Partikel dari Kulit Pinang dan Serbu Kayu Mahang*. Seminar Nasional Industri dan Teknologi (SNIT), Politeknik Negeri Bengkalis, Oktober 2018, hlm. 284 – 34.
- [8]. Sitepu, M.K., 2011, *Pengaruh Limbah Abu Sawit Terhadap Sifat Mekanik dan Fisis Beton*, Sub jurusan Struktur Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara, Medan.
- [9]. Lissa Opirina, Dewi Purnama Sari dan Muhammad Hanif. 2019, *Pengaruh Penambahan Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (Tkks) Terhadap Kuat Tarik Belah Beton Normal*. Portal Jurnal Teknik Sipil, Volume 11, Nomor 2, Oktober 2019.
- [10]. Lisa Utami, Lazulva. 2017, *Pemanfaatan Limbah Kulit Pinang (Areca chatecu L.) Sebagai Biosorben Untuk Mengolah Logam Berat Pb (II)*. Al-Kimia, Volume 5, Nomor 2, 2017.
- [11]. Arman. A, Ardon Rahimi. 2016, *Studi Eksperiment Evaluasi Pengaruh Penambahan Serat Nylon Terhadap Kuat Tarik Beton Normal*. Vol. 18 No. 1 Februari 2016.
- [12]. Ade LISANTONO, Evander Tandean. 2019, *Pengaruh Epoxy Terhadap Sifat Mekanik Beton Dengan Bahan Tambah Kaca Sebagai Substitusi Agregat Halus*. Jurnal Rekayasa Konstruksi Mekanika Sipil. Vol. 2 No. 2, Agustus 2019.
- [13]. Retno Trimurtiningrum. 2018, *Pengaruh Penambahan Serat Bambu Terhadap Kuat Tarik dan Kuat Tekan Beton*. Jurnal Hasil Penelitian LPPM Untag Surabaya, Januari 2018, Vol. 03, No. 01, hal 1 - 6.
- [14]. Gede Sarya, Nurul Rochmah, Indra Lukmansyah. 2018, *Pengaruh Paku Sebagai Bahan Tambah Terhadap Kuat Tarik Belah Beton*. Jurnal Hasil Penelitian LPPM Untag Surabaya, September 2018, Vol. 03, No. 02, hal 113 – 120.
- [15]. Vista G. Ndoen, Dantje A. T. Sina, Wilhelmus Bunganaen. 2015, *Pengaruh Penambahan Serat Daun Gwang (Corypha Utan Lam) Terhadap Kuat Lentur Dan Kuat Tarik Belah Beton*. Jurnal Teknik Sipil Vol. IV, No. 1, April 2015.
- [16]. Rocky Armidion. 2018, *Peningkatan Nilai Kuat Tarik Belah Beton Dengan Campuran Limbah Botol Plastik Polyethylene Terephthalate (PET)*. Jurnal Konstruksia, Volume 10 Nomer 1 Desember 2018.