

**PENGARUH PENAMBAHAN SERAT IJUK TERHADAP KUAT TARIK
BELAH PADA MUTU BETON FC 15**



TUGAS AKHIR

Disusun Untuk Memenuhi Persyaratan Ujian Sarjana

Pada Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil

Universitas Muhammadiyah Palembang

Oleh:

DITO ARDIANTO

11 2017 024

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG

JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK

2022

**PENGARUH PENAMBAHAN SERAT IJUK TERHADAP KUAT TARIK
BELAH PADA MUTU BETON FC 15**



TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

DITO ARDIANTO 112017024

Telah Disahkan Oleh :

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi Teknik Sipil

Universitas Muhammadiyah

Universitas Muhammadiyah

Palembang

Dr. Ir. Key Ahmad Roni, M.T., IPM
NIDN 0227077004

Palembang

Ir. Revisdah, M.T
NIDN 0231056403

**PENGARUH PENAMBAHAN SERAT IJUK TERHADAP KUAT TARIK
BELAH PADA MUTU BETON FC 15**



TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

DITO ARDIANTO

11 2017 024

Telah Disetujui Oleh

Dosen Pembimbing 1

Ir. Erny Agusri, M.T
NIDN.0202026502

Dosen Pembimbing 2

Ririn Utari, S.T., M.T
NIDN.0216059002

LAPORAN TUGAS AKHIR

**PENGARUH PENAMBAHAN SERAT IJUK TERHADAP KUAT TARIK
BELAH PADA MUTU BETON FC 15**

Dipersiapkan dan disusun oleh :

DITO ARDIANTO

NRP. 11 2017 024

**Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji Sidang Komprehensif
Pada Tanggal 24 Agustus 2022
SUSUNAN DEWAN PENGUJI**

**1. Ir. Nurnilam Oemiati, M.T.
NIDN. 0220106301**


(.....)

**2. Ir. A. Junaidi, M.T.
NIDN. 0202026502**


(.....)

**3. M. Hijrah Agung S. S.T., M.T.
NIDN. 0219038701**


(.....)

**Laporan Tugas Akhir ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar sarjana sipil (S.T)**

Palembang, 24 Agustus 2022

Program Studi Teknik Sipil

Ketua



**Ir. Revisdah, M.T.
NIDN. 0231056403**

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dito ardiamto

NIM : 112017024

Tempat / Tanggal Lahir : Palembang 26 Desember 1999

Program Studi : Teknik Sipil

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tugas akhir ini tidak terdapat karya yang pernah dilakukan orang lain dan sepanjang sepengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini sebagaimana yang disebutkan di dalam daftar pustaka

Selain itu, saya menyatakan pula bahwa tugas akhir ini dibuat oleh saya sendiri. Apalagi pernyataan saya tidak benar, maka saya bersedia dikenakan sanksi sesuai dengan hukum yang berlaku

Palembang, Agustus 2022

Pembuat Pernyataan



DITO ARDIANTO

NRP: 11 2017024

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto :

- *Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya. – QS. Al-Baqarah 128*
- *Tidak ada kesuksesan tanpa kerja keras. Tidak ada keberhasilan tanpa kebersamaan. Tidak ada kemudahan tanpa doa. – Ridwan Kamil*

Kupersembahkan skripsi ini untuk :

- *Kepada bapak dan ibuku tercinta serta semua keluargaku yang telah memberikan dorongan baik moril maupun material, serta kasih sayang yang tak terhingga dalam keluarga.*
- *Dosen & Seluruh Staf Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Palembang.*
- *Teman-teman Basecamp, serta orang-orang terdekat yang telah memberi dukungan serta semangat dalam banyak hal dalam menyelesaikan skripsi ini.*
- *Untuk orang yang selama ini memberi semangat selama masa kuliah saya*
- *Rekan-rekan seperjuangan.*
- *Almamaterku tercinta Universitas Muhammadiyah Palembang.*

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul *“Pengaruh penambahan serat ijuk terhadap kuat tarik belah pada mutu beton fc 15”* Tugas Akhir Ini Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik Pada Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Palembang.

Pada kesempatan ini juga, izinkan kami menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat :

1. Bapak Dr. Abid Djazuli, S.E., M.M Selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Palembang.
2. Bapak Dr. Ir. Kgs. Ahmad Roni, M.T Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
3. Ibu Ir. Revisdah, M.T. Selaku Ketua Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
4. Ibu Ir. Erny Agusri, M.T Selaku Dosen Pembimbing 1
5. Ibu Ririn Utari, S.T., M.T Selaku Dosen Pembimbing 2
6. Dosen pengarah dan seluruh dosen Jurusan Teknik Sipil serta seluruh Staf Karyawan Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Muhammadiyah Palembang.

Semua yang telah membantu dan memberikan bimbingan dan arahan, dalam menyelesaikan Seminar Hasil Skripsi, yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu.

Semoga Allah SWT melimpahkan rahmat dan ridhonya kepada kita semua.
Akhir kata kami berharap semoga Seminar Hasil Skripsi ini akan berguna dan bermanfaat bagi kita semua.

Palembang, agustus 2022

Penulis

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Dito Ardianto', written in a cursive style.

DITO ARDIANTO

Nrp. 11 2017 024

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	v
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABLE.....	xiii
DAFTAR GRAFIK	xv
INTISARI.....	xvi
ABSTRACT	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Sistematika Penulisan.....	4
1.6 Bagan Alir Penulisan.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Penelitian Terdahulu	7

2.2 Pengertian Beton.....	7
2.3 Material Penyusun Beton Penelitian Terdahulu	11
2.4 Serat Ijuk.....	15
2.5 Serat Ijuk Seebagai Campuran Beton	16
2.6 Fungsi Penambahan Serat.....	16
2.6.1 Kelebihan Dan Kekurangan Beton Serat	17
2.7 Kuat Tekan Beton	18
2.8 Kuat Tarik Belah Beton	20
2.9 Rumus Pengolahan Hasil Uji Kuat Tekan Beton.....	20
2.10 Rumus Pengelolaan Hasil Uji Kuat Tarik belah beton	21
BAB III METODE PENELITIAN	22
3.1 Lokasi Penelitian.....	22
3.2 Persiapan Alat Dan Bahan	22
3.2.1 Material.....	22
3.2.2 Peralatan.....	25
3.3 Jumlah Variable Benda Uji.....	29
3.4 Pengujian Material	30
3.4.1 Analisa Saringan.....	30
3.4.2 Pengujian Kadar Air Agregat Halus Dan Kasar.....	32
3.4.3 Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus Dan Kasar	33
3.4.4 Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat	34
3.4.5 Pengujian Berat Isi Agregat Halus Dan Kasar	38
3.4.6 Pengujian <i>Clay Slump</i>	40

3.5 Perancangan Campuran Beton (Mix Design Beton).....	42
3.6 Pengujian Slump	42
3.7 Percetakan Benda Uji.....	43
3.8 Perawatan Benda Uji	44
3.9 Pengujian Kuat Tekan Beton	44
3.10 Pegujian Kuat Tarik Belah Beton	44
3.11 Bagan Alir Penelitian.....	46
BAB IV HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN	48
4.1 Hasil Pengujian Slump.....	48
4.2 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton.....	49
4.3 Pengolahan Data Kuat Tarik Belah Beton.....	49
4.4 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton.....	56
4.5 Pengolahan Data Kuat Tekan Beton.....	59
4.6 Pembahasan	64
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	65
51 Kesimpulan	65
52 Saran.....	65
DAFTAR PUSTAKA	
DAFTAR NOTASI	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Bagan Alir Sistematika Penulisan	6
Gambar 2.1 Serat Ijuk	16
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian	22
Gambar 3.2 Semen Baturaja	23
Gambar 3.3 Agregat Kasar	23
Gambar 3.4 Agregat Halus	24
Gambar 3.5 Tandon Air	24
Gambar 3.6 Srat Ijuk	24
Gambar 3.7 Timbangan Digital Kapasitas 10 kg dan Kapasitas 100 kg	25
Gambar 3.8 Satu Set Saringan ASTM	25
Gambar 3.9 Mesin Pengaduk	26
Gambar 3.10 Oven	26
Gambar 3.11 Tabung Ukur	27
Gambar 3.12 Pikhnometer	27
Gambar 3.13 <i>Specific Gravity</i>	27
Gambar 3.14 Cawan	28
Gambar 3.15 Satu Set Alat <i>Slump Test</i>	28
Gambar 3.16 Cetakan silinder	28
Gambar 3.17 Table Vibrator	29
Gambar 3.18 Mesin Uji Kuat Tekan Beton	29
Gambar 3.19 Diagram Alir Penelitian	46

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Hasil Uji Slump.....	48
Tabel 4.2 Hasil Uji Kuat Tarik Belah Beton Normal.....	50
Tabel 4.3 Hasil Uji Kuat Tarik Belah Beton Normal + Serat Ijuk 2%	50
Tabel 4.4 Hasil Uji Kuat Tarik Belah Beton Normal + Serat Ijuk 2,5%	50
Tabel 4.5 Hasil Uji Kuat Tarik Belah Beton Normal + Serat Ijuk 3%	51
Tabel 4.6 Hasil Uji Kuat Tarik Belah Beton Normal + Serat Ijuk 3,5%	51
Tabel 4.7 Hasil Uji Kuat Tarik Belah Beton Normal + Serat Ijuk 4%	51
Tabel 4.8 Perhitungan Kuat Tarik Belah Beton Normal Karakteristik 28 Hari.....	52
Tabel 4.9 Perhitungan Kuat Tarik Belah Beton 2% Karakteristik 28 Hari.....	53
Tabel 4.10 Perhitungan Kuat Tarik Belah Beton 2,5% Karakteristik 28 Hari.....	53
Tabel 4.11 Perhitungan Kuat Tarik Belah Beton 3% Karakteristik 28 Hari.....	54
Tabel 4.12 Perhitungan Kuat Tarik Belah Beton 3,5% Karakteristik 28 Hari.....	54
Tabel 4.13 Perhitungan Kuat Tarik Belah Beton 4% Karakteristik 28 Hari.....	55
Tabel 4.14 Hasil Uji Kuat Tarik Belah Beton Rata-Rata 28hari.....	55
Tabel 4.15 Hasil Uji Kuat Tekan Beton Normal.....	57
Tabel 4.16 Hasil Uji Kuat Tekan Beton Normal + Serat Ijuk 2%	57
Tabel 4.17 Hasil Uji Kuat Tekan Beton Normal + Serat Ijuk 2,5%	57
Tabel 4.18 Hasil Uji Kuat Tekan Beton Normal + Serat Ijuk 3%	58
Tabel 4.19 Hasil Uji Kuat Tekan Beton Normal + Serat Ijuk 3,5%	58
Tabel 4.20 Hasil Uji Kuat Tekan Beton Normal + Serat Ijuk 4%	58
Tabel 4.21 Perhitungan Kuat Tekan Beton Normal Karakteristik 28 Hari.....	59
Tabel 4.22 Perhitungan Kuat Tekan Beton 2% Karakteristik 28 Hari.....	60

Tabel 4.23 Perhitungan Kuat Tekan Beton 2,5% Karakteristik 28 Hari.....	60
Tabel 4.24 Perhitungan Kuat Tekan Beton 3% Karakteristik 28 Hari.....	61
Tabel 4.25 Perhitungan Kuat Tekan Beton 3,5% Karakteristik 28 Hari	61
Tabel 4.26 Perhitungan Kuat Tarik Belah Beton 4% Karakteristik 28 Hari.....	62
Tabel 4.27 Hasil Uji Kuat Tekan Beton Rata-Rata 28hari.....	62

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Nilai Slump.....	49
Grafik 4.2 Hasil Uji Kuat Tarik Belah Beton Rata-Rata Umur 28 Hari	52
Grafik 4.3 Kuat Tarik Belah Beton Karakteristik Umur 28 Hari.....	56
Grafik 4.4 Hasil Uji Kuat Tekan Beton Rata-Rata Umur 28 Hari	59
Grafik 4.4 Kuat Tekan Beton Karakteristik Umur 28 Hari.....	63

INTISARI

Serat ijuk adalah serat alam yang mungkin hanya sebagian orang mengetahui kalau serat ini sangatlah istimewa di banding dengan serat lainnya, serat berwarna hitam yang dihasilkan dari pohon aren memiliki banyak keistimewaan yang mempunyai kemampuan tarik yang cukup sehingga diharapkan dapat mengurangi retak dini maupun akibat beban

Penelitian ini dilakukan dilaboratorium PT. Graha Tekindo Utama yang dilakukan dalam pengawasan langsung dari pihak PT yang di lakukan selama 32 hari.

Penelitian ini bermaksud untuk mengetahui pengaruh penambahan pada serat ijuk 2%, 2,5% 3%, 3,5% 4%. Jumlah keseluruhan benda uji yang digunakan pada penelitian sebanyak 30 sampel.

Kuat tarik belah maksimal terjadi pada variasi campuran beton normal + Serbuk ijuk 2 % yaitu 2,72 Mpa pada umur 28 hari dan nilai kuat tarik belah minimum terjadi pada beton normal Serbuk ijuk 4 % yaitu 1,88 Mpa pada umur 28 hari.

Kuat tekan beton maksimal terjadi pada variasi campuran beton normal yaitu 16,26 Mpa pada umur 28 hari dan nilai kuat tekan beton minimum terjadi pada beton normal Serbuk ijuk 4 % yaitu 12,64 Mpa pada umur 28 hari.

Kata Kunci : Kuat Tarik Belah, Kuat Tekan Beton, Serat Ijuk

ABSTRACT

Palm fiber is a natural fiber that maybe only some people know that this fiber is very special compared to other fibers, black fiber produced from palm trees has many features that have sufficient tensile ability so that it is expected to reduce premature cracking and due to loads.

This research was conducted in the laboratory of PT. Graha Tekindo Utama which was carried out under direct supervision from the PT which was carried out for 32 days.

This study intends to determine the effect of the addition of palm fiber 2%, 2.5% 3%, 3.5% 4%. The total number of test objects used in the study were 30 samples.

The maximum split tensile strength occurs in the normal variation of the mixture of normal concrete + 2% palm fiber powder, which is 2.72 Mpa at the age of 28 days and the minimum split tensile strength value occurs in normal concrete with 4% palm fiber powder, which is 1.88 Mpa at the age of 28 days.

The maximum compressive strength of concrete occurs in the variation of normal concrete mixture, which is 16.26 MPa at the age of 28 days and the minimum compressive strength value occurs in normal concrete with 4% palm fiber powder, which is 12.64 MPa at the age of 28 days.

Keywords: Split Tensile Strength, Concrete Compressive Strength, Fiber Fiber

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Serat ijuk yaitu serabut berwarna hitam dan liat, yang terdapat pada bagian pangkal dan pelepah daun pohon aren (Soeseno, 1992 dalam Jatmiko, 1999). Pohon aren menghasilkan ijuk pada 4-5 tahun terakhir. Serat ijuk yang memuaskan diperoleh dari pohon yang sudah tua, tetapi sebelum tandan (bakal) buah muncul (sekitar umur 4 tahun), karena saat tandan (bakal) buah muncul ijuk menjadi kecil-kecil dan jelek. Ijuk yang dihasilkan pohon aren mempunyai sifat Fisik diantaranya : berupa helaian benang (serat) berwarna hitam, berdiameter kurang dari 0,5 mm, bersifat kaku dan ulet (tidak mudah putus). Selama ini pemanfaatan ijuk belum terlalu banyak yaitu diantaranya sebagai bahan pembuat sapu dan tali tambang. Masih banyak serat ijuk yang belum dimanfaatkan sehingga terbuang percuma. Perkembangan teknologi memungkinkan perluasan pemanfaatan serat ijuk, diantaranya sebagai pengisi bahan bangunan. Ijuk bersifat lentur dan tidak mudah rapuh, sangat tahan terhadap genangan asam termasuk genangan air laut yang mengandung garam (Pambudi.2005).

Kualitas beton dapat ditingkatkan dengan penambahan serat alami maupun buatan. Beton yang menggunakan serat bukanlah sesuatu yang baru bagi dunia konstruksi. Penelitian mengenai beton dengan penambahan serat sudah banyak dilakukan. Penambahan serat pada beton meningkatkan kuat tarik dan kuat lentur seiring dengan bertambahnya kadar serat (Wibowo, 2007)

Serat yang biasa digunakan adalah serat baja, serat kaca, serat kawat, serat karbon, serat polyethylene, serat polypropylene, serat alami seperti sisal, jute, ramie, ijuk, serat serabut kelapa, dan lain-lain (Sihotang dan Surbakti, 2013)

Penambahan serat yang mempunyai modulus elastisitas yang lebih rendah dari modulus elastisitas matrik beton diharapkan dapat membuat beton lebih daktil. Dengan sifat daktil tersebut, serat yang dicampurkan kedalam beton diharapkan dapat digunakan untuk memperbaiki karakteristik beton. Ijuk merupakan serat alami pada pangkal pelepah enau (*arenga pinnata*) yang mempunyai kemampuan tarik yang cukup sehingga diharapkan dapat mengurangi retak dini maupun akibat beban.

Berdasarkan hasil penelitian Berdasakan hasil penelitian Darul (2013), berjudul “Kajian Pengaruh Serat Ijuk Terhadap Kuat Tarik Belah Beton K-175” menyatakan bahwa komposisi campuran beton normal tanpa serat ijuk 0% dan beton normal + serat ijuk 0,5% 1%, 1,5% 2%, dengan 6 variasi yang berumur 28 hari.

Dari uraian di atas maka dalam penelitian ini, peneliti tertarik untuk melanjutkan hasil dari penelitian dengan menambah persentase jumlah Serat Ijuk tersebut. Judul yang diambil adalah mengenai **“Pengaruh penambahan serat ijuk terhadap kuat tarik belah pada mutu beton fc 15”**.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun permasalahan dalam penelitian ini adalah : Bagaimanakah pengaruh penambahan serat ijuk terhadap kuat tarik belah untuk mencapai kuat tekan maksimal ?

1.3 Maksud dan Tujuan

Maksud dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan serat ijuk terhadap mutu beton fc 15 dengan di variasikan penambahan persentase serat ijuk tertentu

Sedangkan tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi yang masih dianggap baik terhadap penambahan dari variasi serat ijuk pada kuat tarik belah beton

1.4 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, sebagai batasan masalah adalah pengujian kuat tarik belah dilakukan pada umur 28 hari. Pada beton normal tanpa serat ijuk dan beton normal + serat ijuk 2%, 2,5% 3%, 3,5% 4%. Jumlah keseluruhan benda uji yang digunakan pada penelitian sebanyak 30 sampel. Dimana setiap variasi terdiri dari 5 variasi campuran dengan mutu beton Fc 15.

1.5 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika dalam penulisan ini adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab ini akan diuraikan latar belakang dari peneltian, rumusan masalah, maksud dan tujuan penelitian, Batasan masalah yana akan dikemukakan, manfaat penelitian, serta sistematika dari penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LADASAN TEORI

Dalam bab ini membahas tentang tinjauan Pustaka yang berisi uraian umum atau teori – teori pendukung yang berhubungan dengan gamabaran umum beton, pengertian beton dan landasan teori yang berisi rumus – rumus yang digunakan

dalam penyelesaian perhitungan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Metodelogi Penelitian, berisi tentang pelaksanaan yang meliputi cara pengujian material di laboratorium, pelaksanaan di laboratorium dan prosedur benda uji.

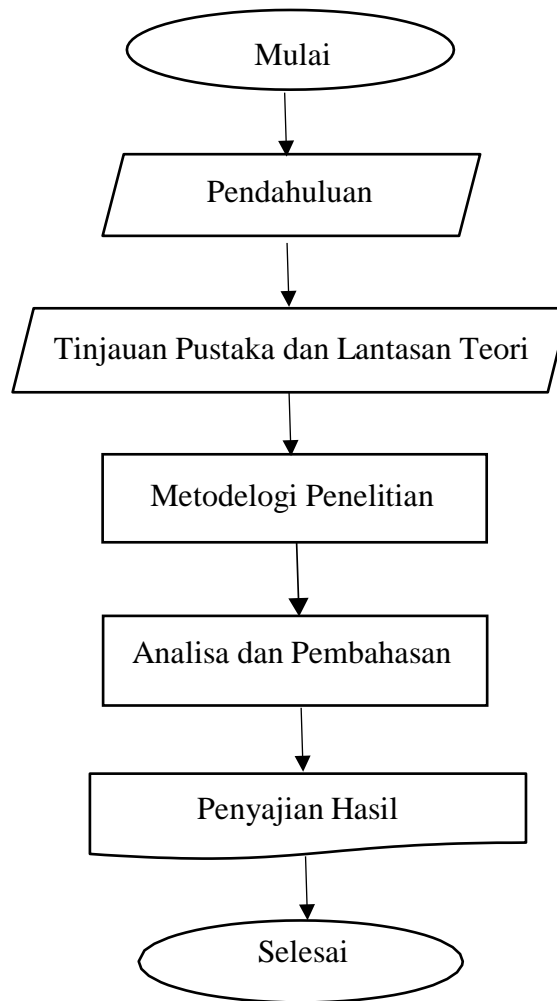
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

Bab ini menguraikan hasil-hasil pengujian yang dilakukan dan menganalisa dari hasil pengujian tersebut.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dan Saran, berisi tentang kesimpulan dan saran dari hasil penelitian di laboratorium.

1.6 Bagan Alir Penulisan



Gambar 1.1 *Bagan Alir Penulisan*

DAFTAR PUSTAKA

- Darul., Syahroni., dan Edison, B., 2013, Kajian Pengaruh Serat Ijuk Terhadap Kuat Tarik Belah Beton K-175, Skripsi, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Pasir Pengairan, Riau.
- Edhi, W.S., Surabaya : Teknik Sipil UPN “ Veteran ” Jawa Timur, 1999. Pengaruh Penambahan Styrene Butadiene Latex (Sika Latex) Pada Campuran Beton Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Beton L.J. Murdock, K.M. Brook, , Surabaya : Teknik Sipil Program Pasca Sarjana ITS, 1996
- Pambudi, Warih. 2005. Pengaruh Penambahan Serat Ijuk dan Pengurangan Pasir Terhadap Beban Lentur dan Berat Jenis Genteng Beton. *Skripsi* .Universitas Negeri Semarang
- Perdana Angga Ongky,Ade Sri Wahyuni, dan Elhusn. 2015. Pengaruh penambahan Serat Ijuk Terhadap Kuat Tarik Belah Beton dengan faktor air semen 0,5 *Jurnal Inersia* Volume 7 No.2 2015
- Sihotang, Y dan Surbakti, B., 2013. Analisa Lentur dan Eksperimental Serat Ijuk Aren (*Arenae pinnafa merr*) Pada Daerah Tarik Balok Beton Bertulang. Universitas Sumatera Utara. Medan
- Wahyu Kartini. 2017. Penggunaan Serat Polypropylene Untuk Meningkatkan Kuat Tarik Belah Beton. *Jurnal Rekayasa Perencanaan*. Vol. 4, No.1,
- Wibowo. 2007.*Jurnal Kapasitas Lentur, Thoungnes, dan Stifness Beton Ringan*. Universitas Petra.Jakarta
- Widodo, Slamet. 2007. Struktur Beton. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.

