

SKRIPSI

**PENGARUH VARIASI KADAR SERAT DAN RASIO PANJANG
TERHADAP DIAMETER (L/D) SERAT PELEPAH KELAPA
SAWIT TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BELAH
BETON SERAT**

oleh

HARYADI SAPUTRA

NIM. DAB 114 056



**JURUSAN / PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PALANGKA RAYA
2021**

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sungguh bahwa Skripsi saya belum pernah dipakai sebelumnya untuk memperoleh gelar kesarjanaan di perguruan tinggi manapun. Segala kutipan dan pikiran dari berbagai sumber telah diungkapkan sebagaimana disebutkan lengkap dalam daftar pustaka. Apabila kemudian hari ternyata pernyataan saya ini tidak benar, maka saya bersedia menerima segala konsekuensi akibat ketidakbenaran pernyataan saya.

Palangka Raya, Juni 2021

Yang membuat pernyataan

HARYADI SAPUTRA

NIM. DAB 114 056

LEMBAR PERSEMBAHAN

Dengan rasa Puji dan Syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan kasih karunianya yang telah memberikan anugerah, atas keberhasilan Penulis dengan telah diselesaikannya Skripsi ini tepat pada waktunya dengan membawa mimpi dan aspirasi yang besar Penulis mempersembahkan kepada :

1. Keluargaku tercinta kedua Orang tua, kakak, adik, dan keluarga besar Penulis yang telah memberikan kasih sayang, doa, motivasi, dan dukungan secara moril maupun materil yang telah senantiasa membantu menyelesaikan Skripsi ini.
2. Segenap civitas akademika kampus Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya, staf pengajar, dan karyawan yang memberikan ilmu pengetahuan bagi Penulis. Semoga ilmu pengetahuan yang sudah Penulis dapat di bangku perkuliahan teraktualisasi dan bermanfaat bagi orang banyak dan mengabdikan untuk bangsa dan negara demi Indonesia maju.
3. Bapak/ibu dosen terkhususnya KBK Struktur, kini mahasiswamu telah genap menjadi sarjana teknik. Tentu ada banyak kejutan hidup yang menanti di depan sana. Seluruh bekal ilmu yang pernah dibagikan semoga menjadi modal untuk menjawab tantangan di masa mendatang. Untuk semua kemarahan, kritikan, dan tuntutan yang diberikan, Penulis mengucapkan banyak terima kasih. Semoga kebaikan juga selalu menyertai kita.
4. Secara khusus Penulis persembahkan juga untuk pendamping hidup Penulis.
5. Teman-teman seperjuangan Penulis baik itu teman kuliah seangkatan 2014, adik tingkat, kakak tingkat pada Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya, Grup HYD House, Markas NAPZA, Grup TKJ SMKN 3 Angkatan 2014, maupun teman-teman dari fakultas dan universitas lain yang telah banyak memberikan masukan, semangat, dan arahan hingga akhirnya dapat terselesaikan Skripsi ini.

RINGKASAN

PENGARUH VARIASI KADAR SERAT DAN RASIO PANJANG TERHADAP DIAMETER (L/D) SERAT PELEPAH KELAPA SAWIT TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BELAH BETON SERAT,
Haryadi Saputra, DAB 114 056, Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

Beton salah satu material konstruksi yang mampu memikul beban tekan, tetapi lemah dalam menerima beban tarik. Hal ini menyebabkan beton bersifat getas dan dapat mengakibatkan keruntuhan mendadak sehingga serat digunakan pada beton. Tetapi bukan berarti beton tidak mengalami keruntuhan tarik. Dengan penambahan serat pelepah kelapa sawit yang merupakan bahan lokal, diharapkan dapat memperbaiki kelemahan beton.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan memvariasi kadar atau presentase serat kelapa sawit yang ditambahkan ke dalam campuran beton adalah sebesar 1%, 1,5% dan 2% dari total berat semen beton silinder. Kajian eksperimental ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi kadar serat dan rasio panjang terhadap diameter serat (L/D) pelepah kelapa sawit terhadap kuat tekan beton serat dan kuat tarik belah beton serat.

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan beton serat diperoleh kuat tekan pada umur 7 hari sebesar 7,64 MPa dan pada umur 28 hari sebesar 14,33 MPa. Hasil kuat tekan beton serat pelepah kelapa sawit jauh lebih rendah dibandingkan dengan kuat tekan beton konvensional, hal itu menunjukkan bahwa serat tidak terlalu mengikat dengan beton sehingga kuat tekan yang dihasilkan rendah. Hal itu dibuktikan dengan hasil kuat tekan beton konvensional yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan beton serat yang menggunakan agregat yang sama. Dengan hasil kuat tekan pada umur 7 hari sebesar 19,36 MPa, dan pada umur 28 hari sebesar 24,33 MPa.

Analisis data kuat tarik diambil dari kuat tekan maksimum pada umur 28 hari yaitu 14,33 MPa dengan kadar serat 1% dan rasio $l/d = 50$. Hasil pengujian kuat tarik belah beton serat diperoleh pada umur 7 hari sebesar 2,10 MPa dan kuat tarik belah tanpa serat sebesar 2,04 MPa. Hal itu menyatakan serat memberikan kontribusi positif terhadap peningkatan kuat tarik belah 0,06 % dan dapat juga terlihat dari pola retak yang terjadi. Pola retak dari beton serat terlihat retak dapat ditahan oleh serat pelepah kelapa sawit. Sedangkan beton tanpa serat pola retak langsung terbelah.

Kata Kunci: Beton Serat, Pelepah Kelapa Sawit, NaOH.

SUMMARY

EFFECT OF FIBER CONTENT VARIATION AND RATIO OF LENGTH TO DIAMETER (L/D) OF PALM OIL FIBER TO STRONG PRESS AND STRONG PULL OF FIBER CONCRETE, Haryadi Saputra, DAB 114 056, Department/ Program of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Palangka Raya.

Concrete is one of the construction materials capable of shouldering the load press, but weak in accepting tensile loads. This causes the concrete to be sap and can result in sudden collapse so that fibers are used on the concrete. But that doesn't mean concrete doesn't suffer a pull collapse. With the addition of palm oil fiber which is a local material, it is expected to improve concrete weakness.

The method used in this investigation is by in variety level or percentage of palm fiber added to the concrete mixture is 1%, 1.5% and 2% of the total weight of cylindrical concrete cement. This experimental study was conducted to determine the influence of variations in fiber content and the ratio of length to fiber diameter (L/D) of palm oil fronds to strong press concrete fibers and strong pull of concrete fibers.

Based on the test results of strong press concrete fiber obtained strong press at the age of 7 days amounted to 7.64 MPa and at the age of 28 days amounted to 14.33 MPa. The result of strong press concrete fiber palm fiber is much lower compared to the conventional concrete press strength, it shows that the fiber is not too wheezingkat with concrete so that the resulting press strength is low. It is evidenced by the strong result of conventional concrete press which is much higher compared to fiber concrete that uses the same aggregate. With a strong yield press at the age of 7 days of 19,36 MPa, and at the age of 28 days of 24.33 MPa.

The analysis of tensile strength data was taken from the maximum compressive force at the age of 28 days which is 14.33 MPa with a fiber content of 1% and a ratio of $l/d = 50$. The test result of strong fiber concrete pull was obtained at the age of 7 days by 2.10 MPa and the fiberless pull strength was 2.04 MPa. It states that fiber contributes positively to the strong increase in pull the split 0.06 % and can also be seen from the pattern of cracks that occur. Pola cracked from concrete fibers look cracked can be held by palm frond fibers. While the concrete without fibers crack pattern is instantly split.

Keywords: concrete fiber, palm oil midrib, NaOH.

PRAKATA

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan kasih karunia-Nya penyusunan Skripsi ini telah diselesaikan .

Skripsi dengan judul **“PENGARUH VARIASI KADAR SERAT DAN RASIO PANJANG TERHADAP DIAMETER (L/D) SERAT PELEPAH KELAPA SAWIT TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BELAH BETON SERAT”** disusun sebagai salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk menyelesaikan studi program Strata-1 pada Jurusan/Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

Pada kesempatan ini tidak lupa diucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Ir. Waluyo Nuswantoro, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
2. Ibu Frieda, S.T., M.T. selaku Wakil Dekan Bidang Akademik Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
3. Bapak Dr. Sutan P. Silitonga, S.TP., S.T., M.T. selaku Wakil Dekan Bidang Umum & Keuangan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
4. Bapak Dr. Deddy NSP Tanggara, S.T., M.T. selaku Wakil Dekan Bidang Kemahasiswaan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
5. Bapak Dr. Rudi Waluyo, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan/Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

6. Ibu Frieda, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik.
7. Ibu Liliana, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama Skripsi.
8. Ibu Frieda, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Pendamping Skripsi.
9. Bapak Ir. Maryanto, M.T. selaku Dosen Pembahas I Skripsi.
10. Ibu Okta Meilawaty, ST., M.T. selaku Dosen Pembahas II Skripsi.
11. Seluruh Dosen Jurusan/Program Studi Teknik Sipil beserta staf Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
12. Staf Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
13. Keluarga, rekan-rekan mahasiswa Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya khususnya kepada Angkatan 2014 dan semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan dan penyelesaian Skripsi ini.

Akhir kata, dengan segala kerendahan hati dan menyadari akan segala kekurangan dalam penyajian Skripsi ini diharapkan berbagai tanggapan, kritik dan saran yang sifatnya membangun demi perbaikan dimasa yang akan datang. Terima Kasih.

Palangka Raya, Mei 2021

HARYADI SAPUTRA
NIM. DAB 114 056

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
BIODATA MAHASISWA	iii
SURAT PERNYATAAN	iv
LEMBAR PERSEMBAHAN	v
RINGKASAN	vi
SUMMARY	vii
PRAKATA	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Batasan Masalah	4
1.5. Manfaat Penelitian	4
1.6. Lokasi Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Pengertian Beton	6
2.2. Material Pembentuk Beton	7
2.3. Beton Serat	11
2.4. Sifat-Sifat Beton Serat	11
2.5. Perencanaan Campuran Beton Serat	14
2.6. Serat	15
2.7. Serat Pelepah Kelapa Sawit	15
2.8. Peneitian Terdahulu	17
2.9. Metode Pemisah Serat	18
2.10. Kuat Tekan Beton	20

2.11. Keaslian Penelitian	21
BAB III METODE PENELITIAN	24
3.1 Material Beton Serat	24
3.2 Alkalin Aktivator	25
3.3 Pengolahan Serat.....	26
3.4 Alat	31
3.5 Pemeriksaan Sifat Fisik Agregat	32
3.6 Variabel Penelitian	32
3.7 Proporsi Campuran Beton Serat	33
3.8 Mix Design Campuran Beton	35
3.9 Pembuatan Benda Uji	42
3.10 Pengujian Workability/Slump	43
3.11 Perawatan Benda Uji	43
3.12 Pengujian Kuat Tekan	44
3.13 Pola Retak dan Kehancuran	45
3.14 Cara Kerja	46
3.15 Flowchart Penelitian	48
BAB IV ANALISI DAN PEMBAHASAN	49
4.1 Karakteristik Agregat	49
4.2 Hasil Pemeriksaan Slump Beton	55
4.3 Hasil Pemeriksaan Berat Isi Beton Segar	57
4.4 Hasil Penelitian Kuat Tekan Beton	58
4.4.1 Efek Rasio	60
4.4.2 Efek Kadar Serat	61
4.4.3 Kuat Tekan Maksimum	63
4.4.4 Pola Retak atau Keruntuhan	64
4.5 Kuat Tarik Belah	64
BAB V PENUTUP	66
5.1 Kesimpulan	66
5.2 Saran	66

DAFTAR PUSTAKA 68

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1.1 Sketsa Lokasi Penelitian	5
2.1 Balok Beton Tanpa Tulangan (A) Balok Dengan Beban P Dan Q, (B) Balok Melengkung, (C) Diagram Tegangan Beton)	7
2.2 Pengaruh Aspek Ratio Fiber Pada “Vebe Time”	13
2.3 Pengaruh Aspek Ratio Fiber Pada “Compacting Factor”	13
2.4 Pengaruh Diameter Agregat Pada Konsentrasi Fiber.....	14
2.5 Benda Uji Kuat Tekan Beton	20
3.1 Sketsa Lokasi Pengambilan Matrial.....	24
3.2 Agregat Kasar (Batu Pecah)	24
3.3 Agregat Halus (Pasir Putih)	25
3.4 NaOH	25
3.5 Pelepah Kelapa Sawit	26
3.6 Pengupasan Kulit Pelepah Kelapa Sawit Segar	26
3.7 Penimbangan NaOH Flake	27
3.8 Perendaman Pelepah Kelapa Sawit	28
3.9 Pemukulan Pelepah Kelapa Sawit Secara Mekanik	29
3.10 Pencucian Serat Pelepah Kelapa Sawit	29
3.11 Pengovenan Serat Pelepah Kelapa Sawit	30
3.12 Sikat Serat Pelepah Kelapa Sawit	30
3.13 Pengadukan Menggunakan Mesin Molen	42
3.14 Pematatan Beton Segar	42
3.15 Pengujian Slump	43
3.16 Perawatan Beton Keras	43
3.17 Pengujian Kuat Tekan Beton	44
3.18 Pola Kehancuran Berdasarkan SNI 1974-2011	45
3.19 Tahapan Penelitian	48
4.1 Grafik Hubungan Persentase lolos Saringan Kumulatif dengan Nomor Saringan Agregat Kasar Maksimal	50

4.2 Grafik Hubungan Persentase lolos Saringan Kumulatif dengan Nomor Saringan Agregat Kasar Menggunakan Variasi	50
4.3 Grafik Hubungan Persentase Lolos Saringan kumulatif dengan Nomor Saringan	53
4.4 Grafik Hasil Hubungan Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari Terhadap Rasio (l/d)	62
4.5 Grafik Hasil Hubungan Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari Terhadap Rasio (l/d)	63
4.6 Grafik Hasil Hubungan Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari Terhadap Persentase Kadar Serat	64
4.7 Grafik Hasil Hubungan Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari Terhadap Persentase Kadar Serat	64
4.8 Pola Runtuh Kuat Tarik Belah Beton Tanpa Serat	67
4.9 Pola Runtuh Kuat Tarik Belah Beton Serat	67

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Kandungan Nutrisi Pelepah Kelapa Sawit	16
2.2 Kandungan Senyawa Kimia Penyusun Serat pada Pelepah Kelapa Sawit	16
3.1 Panjang Serat Berdasarkan Aspek Rasio	31
3.2 Komposisi Jumlah Sampel	33
3.3 Perencanaan Campuran Beton Konvensional	35
3.4 Perencanaan Campuran Beton Konvensional	36
3.5 Berat Serat Berdasarkan per m ³	38
3.6 Perencanaan Campuran Beton Serat	39
3.7 Perencanaan Campuran Beton Serat	40
4.1 Hasil Pemeriksaan Slump Beton Serat	55
4.2 Hasil Pemeriksaan Slump Beton Konvensional	56
4.3 Hasil Pemeriksaan Berat Isi Beton Serat	57
4.4 Hasil Pemeriksaan Berat Isi Beton Segar	57
4.5 Hasil Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari	59
4.6 Hasil Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari	61
4.7 Hasil Kuat Tekan Maksimum Beton	63

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton merupakan salah satu material konstruksi yang digunakan pada bangunan gedung, jembatan, dan lain-lainnya. Beton merupakan suatu kesatuan yang homogen. Beton terdiri campuran agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), air dan semen serta dengan atau tanpa bahan tambahan (*admixture*). Salah satu bahan tambahan dalam campuran beton adalah serat yang kemudian dikenal dengan istilah beton serat. Maksud dari penambahan serat untuk memperbaiki sifat beton yang lemah terhadap tarik. Perkembangan teknologi beton dalam bahan tambahan yang dimasukkan dalam campuran beton dengan menggunakan bahan campuran dari tumbuh-tumbuhan. Salah satu tumbuhan yang banyak diteliti adalah kelapa sawit. Bagian kelapa sawit yang dijadikan bahan tambahan adalah pelepah kelapa sawit yang dijadikan serat.

Pelepah kelapa sawit merupakan limbah padat dari perkebunan kelapa sawit yang biasanya akan menjadi limbah ketika pemanenaannya, akibat pembakaran limbah sawit dapat berpengaruh terhadap lingkungan dan CO₂ di udara. Oleh sebab itu maka dibuat alternatif pada limbah padat tersebut yaitu penggunaan serat pelepah kelapa sawit menjadi bahan campuran beton serat. Serat pada umumnya berupa batang-batang dengan diameter antara 5 dan 500 μm dan panjang sekitar 25 mm sampai 100 mm.

Menurut data badan pusat statistik (BPS) pada tahun 2018 menyatakan bahwa perkebunan kelapa sawit yang dimiliki oleh Provinsi Kalimantan Tengah dengan luasan sekitar 1.508.215,55 hektar dan menghasilkan produksi buah sekitar 5.158.523,71 ton/tahun. Itu artinya, dengan luas perkebunan sawit 1.508.215,55 hektar lahan, maka limbah pelepah kelapa sawit yang dihasilkan pertahun sebesar 56.250.407,15 ton/tahun. Setiap pemanenan dari satu pohon kelapa sawit menghasilkan dua pelepah kelapa sawit yang harus dipangkas karena ketersediaan limbah

tersebut cukup banyak, perlu pemanfaatan secara langsung pada campuran beton (Sumarno, 2017).

Beberapa penelitian telah dilakukan dengan memanfaatkan limbah ini untuk dijadikan bahan bangunan. Zainuru, Yanti dan Megasari (2017) memanfaatkan serat pelepah kelapa sawit asal Dumai sebagai bahan tambah dalam pembuatan batako serat. Dengan memvariasikan serat yang dilakukan sebesar 1%, 3%, dan 5%. Dengan rasio pada rendaman NaOH 30g/L dan serat pelepah kering dipotong-potong dengan ukuran kurang lebih 20 mm sebelum digunakan dalam campuran batako. Dalam penelitian ini didapatkan bahwa nilai kuat tekan dan penyerapan air batako serat yang berasal dari Dumai lebih baik pada penambahan serat 1% dari berat semen yang memenuhi persyaratan mutu SNI dengan kuat tekan sebesar 11,08 MPa dan penyerapan air 3% pada penambahan serat 1%.

Amna, Wesli, dan Hamzani (2014), penambahan serat dari tandan kosong kelapa sawit tidak memberikan pengaruh terhadap peningkatan kuat tekan beton, namun memberikan pengaruh pada peningkatan kuat lentur beton.

Ginting, Rangkuti, dan Pranata (2014), melakukan penelitian dengan menggunakan pelepah kelapa sawit yang direndam dengan air panas, air dingin selama 3 hari kemudian direndam dalam larutan 1% NaOH selama 24 jam untuk dijadikan serat sebagai bahan pengisi dalam pembuatan batako. Dikatakan bahwa penambahan 6% serat pelepah kelapa sawit dengan panjang 25 mm memberikan kuat tekan batako yang maksimum sebesar 2,89 MPa.

Hafiz, Rommel dan Prasetyo (2015) menambahkan serat bendrat untuk mengkaji sifat mekanik beton serat, menyatakan bahwa pemakaian serat dengan rasio panjang terhadap diameter (L/D) sebesar 12,5 dapat meningkatkan kuat tarik dan kuat geser beton dengan penambahan serat bendrat sebanyak 3% dari berat volume. Kuat tarik terbesar 2,41 MPa atau meningkat 2 kali dari beton tanpa serat, sedangkan untuk kuat geser maksimal mencapai 4,94 MPa dengan kenaikan 54% dibandingkan dengan beton tanpa serat

Sudarmoko (1989), mengatakan bahwa batas maksimal aspek ratio fiber yang masih memungkinkan pengadukan dilakukan dengan mudah adalah $l/d < 100$. Nilai l/d yang melampaui batas di atas akan menyebabkan kesulitan dalam pengadukan. Aspek ratio fiber yang tinggi akan menyebabkan fiber cenderung untuk menggumpal (*balling effect*) menjadi suatu bola yang sangat sulit disebar secara merata sebelum dan sesudah proses pengadukan

Dari penelitian di atas, maka dalam penelitian ini akan dikaji pemakaian pelepah kelapa sawit yang direndam dalam larutan NaOH 30 g/L untuk dijadikan serat dan dicampurkan untuk mendapatkan beton serat. Kajian eksperimental dilakukan dengan melakukan variasi kadar serat dan rasio panjang terhadap diameter serat (L/D) pelepah kelapa sawit untuk dijadikan campuran beton serat.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang di atas dapat diambil beberapa rumusan masalah yaitu:

1. Bagaimana pengaruh rasio panjang terhadap diameter serat (L/D) dari serat pelepah kelapa sawit yang dicampurkan ke dalam beton terhadap kuat tekan beton?
2. Barapa besar pengaruh penggunaan variasi kadar serat tersebut terhadap kuat tekan beton?
3. Bagaimana kuat tekan beton dan kuat tarik belah yang dihasilkan dari bahan tambah serat pelepah kelapa sawit?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui pengaruh rasio panjang terhadap diameter serat (L/D) dari serat pelepah kelapa sawit yang dicampurkan ke dalam beton terhadap kuat tekan beton.
2. Mengetahui besar pengaruh penggunaan variasi kadar serat tersebut terhadap kuat tekan beton.

3. Mengetahui kuat tekan beton dan kuat tarik belah yang dihasilkan dari bahan tambah serat pelepah kelapa sawit.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Penelitian yang dilakukan bersifat dalam skala pengujian laboratorium.
2. Semen yang digunakan adalah semen portland komposit.
3. Bahan pelepah kelapa sawit yang digunakan berasal dari perkebunan kelapa sawit di Desa Bereng Jun, Kabupaten Kuala Kurun.
4. Bahan aktivator yang digunakan yaitu larutan sodium hidroksida (NaOH).
5. Agregat kasar yang digunakan berasal dari Mandiingin Kalimantan Selatan.
6. Agregat halus yang digunakan berasal dari Tangkiling, Kalimantan Tengah.
7. Uji standar yang dilakukan adalah uji kuat tekan.
8. Penambahan variasi kadar serat pelapah kelapa sawit dengan volume antara 0%, 1%, 1,5% dan 2% dari total volume.
9. Pengujian benda uji dilakukan pada umur 7 dan 28 hari.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Sebagai masukan informasi kepada masyarakat bahwa penggunaan serat dari pelepah kelapa sawit dapat dimanfaatkan sebagai salah satu alternatif baru dalam penanganan limbah.
2. Dengan memanfaatkan limbah dari pelepah kelapa sawit tersebut dapat dijadikan bahan tambah campuran beton.
3. Penelitian ini diharapkan dapat membantu sebagai acuan dan referensi bagi peneliti selanjutnya.

1.6 Lokasi Penelitian

Lokasi pemeriksaan agregat dan pelaksanaan pengujian kuat tekan beton dan kuat tarik belah dilakukan di Laboratorium Bahan dan Struktur

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya Provinsi Kalimantan Tengah.



Gambar 1.1 Sketsa Lokasi Penelitian



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Beton

Beton merupakan suatu bahan komposit (campuran) dari beberapa material, yang bahan utamanya terdiri dari campuran antara semen, air, agregat halus dan agregat kasar dengan perbandingan tertentu. Karena beton merupakan komposit, maka kualitas beton sangat tergantung dari kualitas masing-masing material pembentuk (Kardiyono Tjokrodimulyo, 2007).

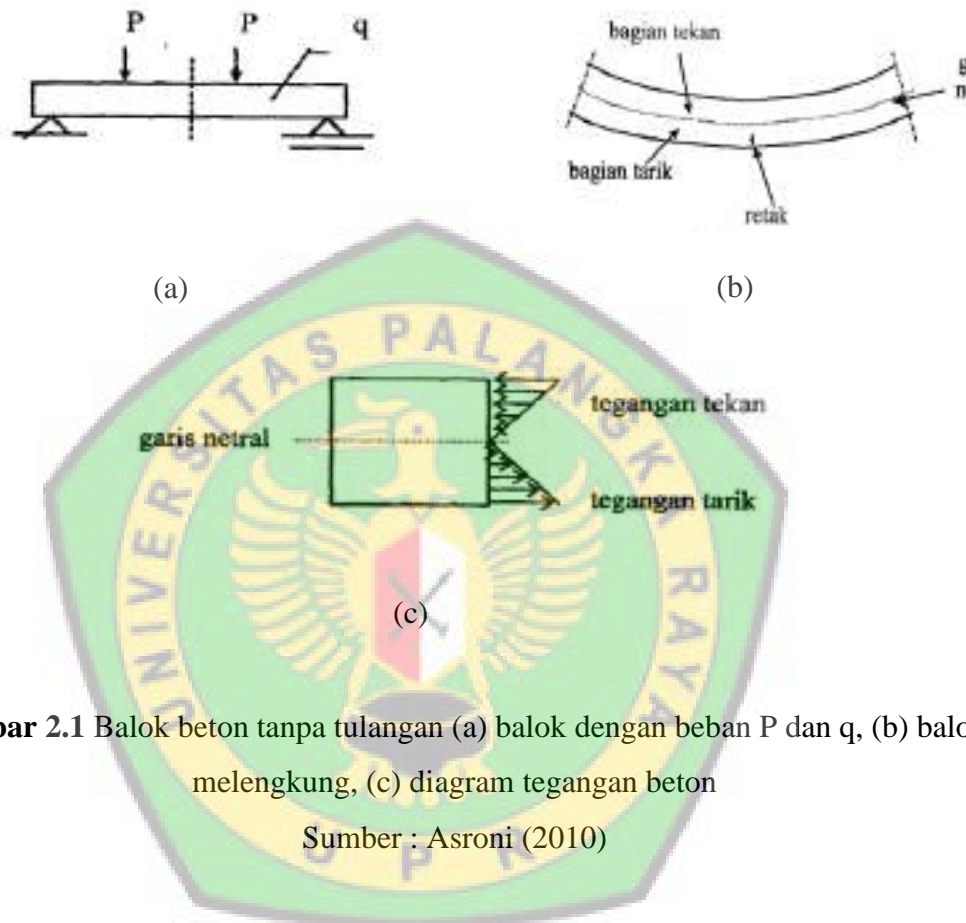
Kekuatan beton ditentukan oleh padat tidaknya campuran bahan penyusun beton. Semakin kecil rongga yang dihasilkan dalam campuran beton, maka semakin tinggi kuat desak beton yang dihasilkan. Adukan beton harus benar-benar homogen dengan kelecakan tertentu agar tidak terjadi segregasi. Selain kualitas bahan penyusunnya, kualitas pelaksanaan pun menjadi penting dalam pembuatan beton. Kualitas pekerjaan suatu konstruksi sangat dipengaruhi oleh pelaksanaan pekerjaan beton.

Sifat dari bahan beton, yaitu sangat kuat untuk menahan tekan, tetapi tidak kuat (lemah) untuk menahan tarik. Oleh karena itu, beton dapat mengalami retak jika beban yang dipikulnya menimbulkan tegangan tarik yang melebihi kuat tariknya (Asroni, 2010).

Jika sebuah balok beton (tanpa tulangan) ditumpu oleh tumpuan sederhana (sendi-rol) dan di atas balok tersebut bekerja beban terpusat P serta beban merata q , maka akan timbul momen luar, sehingga balok akan melengkung ke bawah.

Pada balok yang melengkung ke bawah akibat beban luar ini pada dasarnya ditahan oleh kopel gaya-gaya dalam yang berupa tegangan tekan dan tarik. Jadi pada serat-serat balok bagian tepi atas akan menahan tegangan tekan dan semakin ke bawah tegangan tekan tersebut akan semakin kecil. Sebaliknya, pada serat-serat bagian tepi bawah akan menahan tegangan tarik dan semakin ke atas tegangan tariknya akan semakin kecil. Pada bagian tengah, yaitu pada batas antara tegangan tekan dan tarik, serat-serat balok

tidak mengalami tegangan sama sekali (tegangan tekan maupun tarik bernilai nol). Serat-serat yang tidak mengalami tegangan tersebut membentuk suatu garis yang disebut garis netral (Asroni, 2010).



Gambar 2.1 Balok beton tanpa tulangan (a) balok dengan beban P dan q, (b) balok melengkung, (c) diagram tegangan beton

Sumber : Asroni (2010)

2.2 Material Pembentuk Beton

a). Semen

Semen merupakan serbuk yang halus yang digunakan sebagai perekat antara agregat kasar dengan agregat halus. Apabila bubuk halus ini dicampur dengan air selang beberapa waktu akan menjadi keras dan dapat digunakan sebagai pengikat hidrolis. Semen jika dicampur dengan air akan membentuk adukan yang disebut pasta semen, jika dicampur dengan agregat halus (pasir) dan air, maka akan terbentuk adukan yang disebut mortar, jika ditambah lagi dengan agregat kasar (kerikil) maka akan terbentuk adukan yang biasa disebut

beton. Semen bersama air sebagai kelompok aktif sedangkan pasir dan kerikil sebagai kelompok pasif yang berfungsi sebagai pengisi. Sesuai dengan tujuan pemakaiannya semen portland dibagi menjadi 5 (lima) tipe, yaitu :

Tipe I : Semen portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus.

Tipe II : Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.

Tipe III : Semen portland yang dalam penggunaannya menuntut kekuatan awal yang tinggi.

Tipe IV : Semen portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan panas hidrasi rendah.

Tipe V : Semen portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan sangat tahan terhadap sulfat.

Fungsi semen ialah bereaksi dengan air menjadi pasta semen. Pasta semen berfungsi untuk melekatkan butir-butir agregat agar menjadi suatu kesatuan massa yang kompak/padat. Selain itu pasta semen mengisi rongga-rongga antara butir-butir agregat. Walaupun volume semen hanya kira-kira 10% saja dari volume beton, namun karena merupakan bahan perekat yang aktif dan mempunyai harga yang mahal dari pada bahan dasar beton yang lain perlu diperhatikan/dipelajari secara baik (Tjokoridimulyo, 2004).

b). Agregat Kasar

Yang dimaksud dengan agregat kasar adalah agregat yang berukuran lebih besar dari 5 mm, sifat yang paling penting dari suatu agregat kasar adalah kekuatan hancur dan ketahanan terhadap benturan yang dapat mempengaruhi ikatannya dengan pasta semen, porositas dan karakteristik penyerapan air yang mempengaruhi daya tahan terhadap proses pembekuan waktu musim dingin dan agresi

kimia. Serta ketahanan terhadap penyusutan. Jenis agregat kasar secara umum adalah sebagai berikut :

1. Batu pecah alami : Bahan ini diperoleh dari cadas atau batu pecah alami yang digali, yang berasal dari gunung merapi.
2. Kerikil alami : Kerikil didapat dari proses alami, yaitu dari pengikisan tepi maupun dasar sungai oleh air sungai yang mengalir.
3. Agregat kasar buatan : Terutama berupa slag atau shale yang biasa digunakan untuk beton berbobot ringan. Biasanya hasil dari proses lain seperti dari blast -furnace dan lain-lain.

Pada beton demikian syarat ekonomis maupun syarat kemudahan pengerjaan tidak begitu menentukan. Agregat yang diklasifikasikan disini misalnya baja pecah, barit, magnetit, dan limonit.

c). Agregat Halus

Agregat halus adalah pengisi yang berupa pasir, agregat yang terdiri dari butir-butir yang tajam dan keras. Butir-butir agregat halus harus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh-pengaruh cuaca, seperti terik matahari dan hujan. (Istimawan Dipohusodo, 1999) Pasir umumnya terdapat di sungai-sungai yang besar. Akan tetapi sebaiknya pasir yang digunakan untuk bahan-bahan bangunan dipilih yang memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:

1. Butir-butir pasir harus berukuran antara (0,15 mm dan 5 mm).
2. Harus keras, berbentuk tajam, dan tidak mudah hancur dengan pengaruh perubahan cuaca atau iklim.
3. Tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% (persentase berat dalam keadaan kering).

4. Bila mengandung lumpur lebih dari 5% maka pasirnya harus dicuci.
5. Tidak boleh mengandung bahan organik, garam, minyak, dan sebagainya.

Pasir untuk pembuatan adukan harus memenuhi persyaratan di atas, selain pasir alam (dari sungai atau galian dalam tanah) terdapat pula pasir buatan yang dihasilkan dari batu yang dihaluskan dengan mesin pemecah batu, dari terak dapur tinggi yang dipecah-pecah dengan suatu proses (Daryanto, 1994).

d). Air

Dalam pembuatan beton, air merupakan salah satu faktor penting, karena air dapat bereaksi dengan semen, yang akan menjadi pasta pengikat agregat. Air juga berpengaruh terhadap kuat desak beton, karena kelebihan air akan menyebabkan penurunan pada kekuatan beton itu sendiri. Selain itu kelebihan air akan mengakibatkan beton menjadi bleeding, yaitu air bersama-sama semen akan bergerak ke atas permukaan adukan beton segar yang baru saja dituang. Hal ini akan menyebabkan kurangnya lekatan antara lapis-lapis beton. Air pada campuran beton akan berpengaruh terhadap :

1. Sifat workability adukan beton.
2. Besar kecilnya nilai susut beton.
3. Kelangsungan reaksi dengan semen portland, sehingga dihasilkan kekuatan selang beberapa waktu.
4. Perawatan terhadap adukan beton guna menjamin pengerasan yang baik.

Penggunaan air untuk beton sebaiknya air memenuhi persyaratan sebagai berikut ini, (Kardiyono Tjokrodimulyo, 2007) :

1. Tidak mengandung lumpur atau benda melayang lainnya lebih dari 2 gr/ltr.

2. Tidak mengandung garam-garam yang dapat merusak beton (asam, zat organik) lebih dari 15 gr/ltr.
3. Tidak mengandung Klorida (Cl) lebih dari 0,5 gr/ltr.
4. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gr/lt.

2.3 Beton Serat

Beton serat (fibre concrete) adalah bahan komposit yang terdiri dari beton dan bahan lain berupa serat. Serat dalam beton ini berfungsi mencegah retak-retak sehingga menjadikan beton lebih daktil dari pada beton normal.

2.4 Sifat-sifat Beton Serat

Salah satu sifat penting dari beton adalah daktilitas. Daktilitas yaitu kemampuan struktur atau komponennya untuk melakukan deformasi inelastik bolak-balik berulang di luar batas titik leleh pertama, sambil mempertahankan sejumlah besar kemampuan daya dukung bebannya (SNI 03-1729-2002). Salah satu alasan penambahan serat pada beton adalah untuk menaikkan kapasitas penyerapan energi dari matrik campuran, yang berarti meningkatkan daktilitas beton. Penambahan daktilitas juga berarti penambahan perilaku beton terhadap lelah (*fatigue*) dan kejut (*impact*).

Beton serat mempunyai kelebihan dibanding beton tanpa serat dalam beberapa sifat strukturnya antara lain keliatan (*ductility*), ketahanan terhadap beban kejut (*impact resistance*), kuat tarik dan lentur (*tensile and flexural strength*), kelelahan (*fatigue life*), ketahanan terhadap pengaruh susut (*shrinkage*) dan ketahanan terhadap keausan (*abrasion*) (Soroushian and Bayashi, 1987). Menurut As'ad (2008), beton serat memberi banyak keuntungan antara lain:

- a. Serat terdistribusi secara acak di dalam volume beton pada jarak yang relatif dekat satu sama lain. Hal ini akan memberi tahanan berimbang ke segala arah dan memberi keuntungan material struktur yang dipersiapkan untuk menahan beban gempa dan angin.

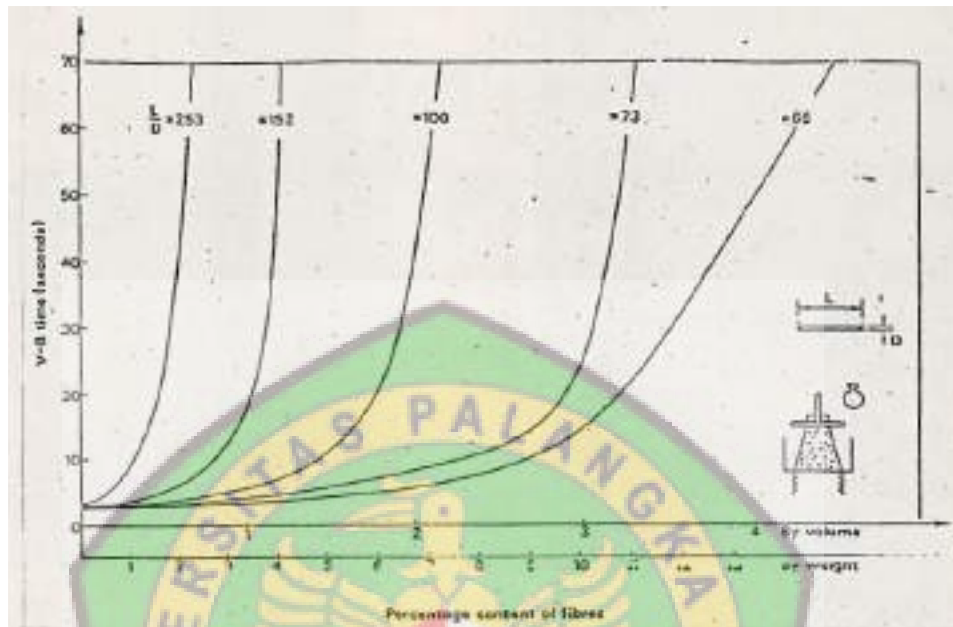
- b. Perbaikan perilaku deformasi seperti ketahanan terhadap impak, daktilitas yang lebih besar, kuat lentur, dan kapasitas torsi yang lebih baik.
- c. Meningkatkan ketahanan beton terhadap formasi dan pembentukan retak.
- d. Peningkatan ketahanan pengelupasan (*spalling*) dan retak pada selimut beton akan membantu menghambat korosi besi tulangan dari serangan kondisi lingkungan yang berpotensi korosi.

Untuk pemilihan jenis bahan serat perlu disesuaikan dengan sifat beton yang diperbaiki. Beberapa hal yang perlu mendapat perhatian pada beton *fiber* (Suhendro, 2000), adalah:

1. Masalah *fiber dispersion* yang menyangkut teknik pencampuran *fiber* ke dalam adukan agar dapat tersebar merata dengan orientasi yang random.
2. Masalah *workability* (keleccakan adukan), yang menyangkut kemudahan dalam proses pengerjaan/pemadatan, termasuk indikatornya.
3. Masalah *mix design/proportion* untuk memperoleh mutu tertentu dengan keleccakan yang memadai.

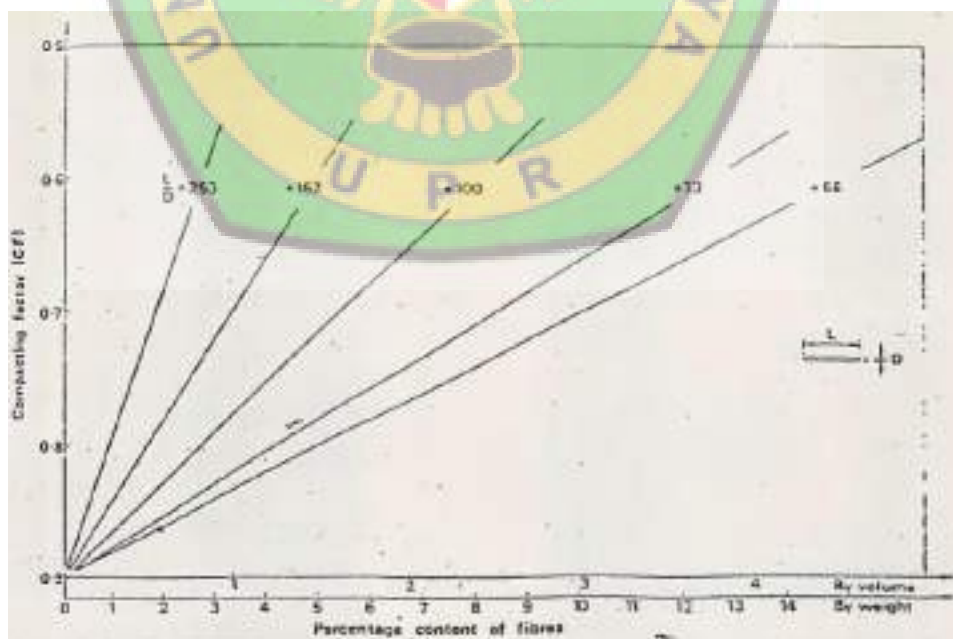
Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penambahan fiber ke dalam adukan beton akan menurunkan keleccakan adukan secara cepat sejalan dengan penambahan konsentrasi fiber dan aspek ratio fiber. Penurunan keleccakan adukan dapat dikurangi dengan penurunan diameter maksimal agregat, peninggian faktor air semen, penambahan semen ataupun pemakaian bahan tambah. Meskipun demikian jika konsentrasi fiber dan aspek ratio fiber (nilai banding panjang dan diameter fiber) melampaui suatu batas tertentu, tetap akan didapat suatu adukan dengan keleccakan yang sangat rendah yang sulit diaduk dan dicor dengan cara-cara biasa (Sudarmoko, 1989). Aspek ratio fiber yang tinggi akan menyebabkan fiber cenderung untuk menggumpal menjadi suatu bola yang sangat sulit disebar secara merata sebelum dan sesudah proses pengadukan. Hal ini ditunjukkan pada Gambar 2.2 dan Gambar 2.3. Batas maksimal aspek ratio fiber yang

masih memungkinkan pengadukan dilakukan dengan mudah adalah $l/d < 100$. Nilai l/d yang melampaui batas di atas akan menyebabkan kesulitan dalam pengadukan (Sudarmoko, 1989).



Gambar 2.2 Pengaruh aspek ratio fiber pada “Vebe Time”

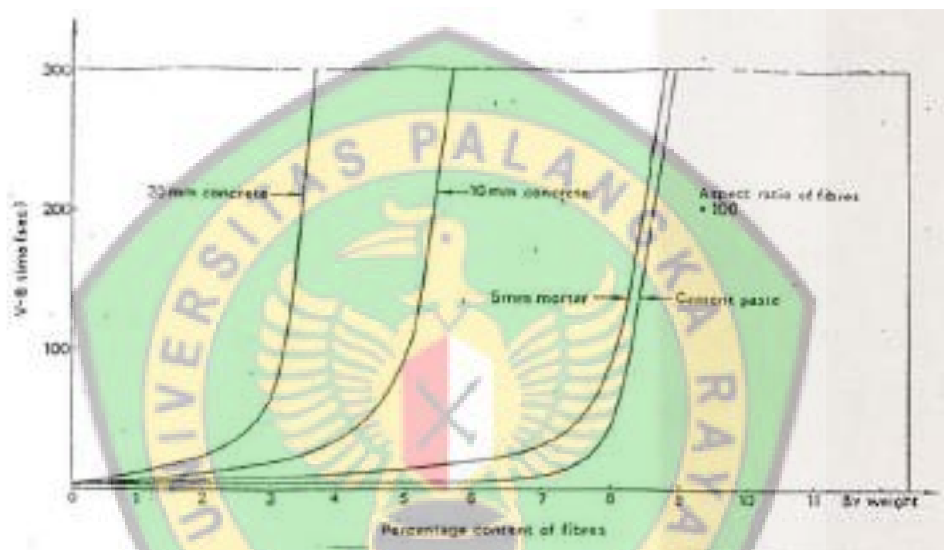
Sumber : Sudarmoko (1989).



Gambar 2.3 Pengaruh aspek ratio fiber pada “Compacting Factor”

Sumber : Sudarmoko (1989).

Penelitian oleh Keer (1984), menunjukkan bahwa konsentrasi fiber akan dapat ditingkatkan dengan cara penurunan diameter maksimal agregat seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.4. Keer dengan memakai fiber beraspect ratio 100 mendapatkan hasil kelecakan adukan beton-fiber yang cukup meningkat akibat penurunan diameter agregat dari 20 mm ke 10 mm. Penurunan diameter agregat dari 10 mm ke 5 mm juga menghasilkan peningkatan kelecakan adukan.



Gambar 2.4 Pengaruh diameter agregat pada konsentrasi fiber

Sumber : Sudarmoko (1989)

Konsentrasi fiber yang masih memungkinkan pengadukan dilakukan dengan mudah adalah 2% volume. Jika konsentrasi fiber melampaui nilai ini, adukan beton menjadi sulit dikerjakan (Sudarmoko, 1989).

2.5 Perencanaan Campuran Beton Serat

Penambahan serat banyak mengubah perilaku beton setelah retak misalnya terjadi peningkatan regangan tarik setelah beton runtuh, sehingga dihasilkan beton yang lebih keras dan lebih tahan benturan (Salain, 2008 dalam Jaya, 2010). Peningkatan kekerasan beton banyak dipengaruhi oleh konsentrasi serat dan ketahanan serat terhadap cabutan yang terutama

ditentukan oleh perbandingan aspek serat (perbandingan panjang/diameter) dan faktor lain seperti bentuk dan tekstur permukaan. Perencanaan campuran beton serat ditentukan berdasarkan (Salain, 2008 dalam Jaya 2010):

- a. Kandungan serat $< 2\%$ dari volume beton,
- b. Perbandingan aspek panjang dan diameter serat < 100 ,
- c. Diameter agregat < 19 mm

2.6 Serat

Maksud utama penambahan serat kedalam campuran beton adalah menambah kuat tarik beton, mengingat kuat tarik beton yang rendah. Kuat tarik yang sangat rendah berakibat beton mudah retak, yang pada akhirnya mengurangi keawetan beton. Karena ditambah serat beton menjadi suatu bahan komposit, yaitu beton dan serat. Jenis serat dapat digunakan berupa asbestos, kaca, plastik, baja atau tumbuh-tumbuhan seperti pelepah kelapa sawit.

Dalam hal ini serat dapat dianggap sebagai agregat yang bentuknya tidak bulat dan penambahan serat dapat mengakibatkan berkurangnya kemudahan pengerjaan (workability) dan mempersulit terjadinya segregasi (Tjokrodinuljo, 1996).

2.7 Serat pelepah kelapa sawit

Pelepah kelapa sawit merupakan limbah padat dari aktifitas pemangkasan atau pemanenan buah kelapa sawit yang dihasilkan sepanjang tahun oleh perkebunan kelapa sawit. Jumlahnya sangat besar, kira-kira hampir sama banyak dengan produksi tanda buah segarnya (TBS). Selain buah kelapa sawit, perkebunan kelapa sawit juga menghasilkan limbah padat berupa pelepah kelapa sawit. Dengan setiap 1 hektar lahan dapat ditanami 148 pohon sawit. Setiap hektar lahan perkebunan sawit menghasilkan limbah pelepah kering sebesar 3,108 ton/bulan atau 37,296 ton/tahun sesuai perhitungan (Devendra, 1990). Limbah padat pelepah kelapa sawit belum dimanfaatkan secara maksimal. Pelepah kelapa sawit

hasil pemangkasan hanya ditumpuk di gawangan mati kebun kelapa sawit dan menjadi sarang hama tikus yang dapat merusak pohon kelapa sawit. Pelepah sawit sebagai hasil limbah padat perkebunan sawit mengandung selulosa dan holoselulosa yang cukup tinggi sehingga layak dikembangkan dalam teknologi bahan, terutama bidang rekayasa beton.

Pelepah kelapa sawit mengandung selulosa sekitar 54.35% - 62.60%. Kerapatan serat sangat dipengaruhi oleh kandungan selulosa dan lignin. Semakin tinggi kandungan selulosa maka akan semakin tinggi ikatan mikrofibril. Kumpulan mikrofibril membentuk serat-serat. Serat-serat yang satu dengan serat yang lainya diikat oleh lignin dalam suatu ikatan yang kompak dan tersusun rapat pada batang pelepah kelapa sawit (Pasaribu, 1990) dalam (Yazid dkk, 2012). Panjang serat pelepah sawit memiliki panjang sekitar 70 cm sampai 175 cm, diameter serat 0.08 mm sampai 0.8 mm. Kandungan air rata-rata pelepah segar 83% dan pelepah kering 15.1% (Yazid dkk, 2012).

Tabel 2.1 Kandungan Nutrisi Pelepah Kelapa Sawit

NUTRISI				
Berat Kering (%)	Protein Kasar (%)	Lemak Kasar (%)	Serat Kasar (%)	Energi Kotor (K.Cal/g)
8,56	5,8	3,8	9,98	1,54

Sumber : Laboratorium Loka, Sei Putih, 2014

Tabel 2.2 Kandungan Senyawa Kimia Penyusun Serat pada Pelepah Kelapa Sawit.

Unsur Kimiawi	Pelepah Kelapa Sawit (%)
Selulosa	33,7
Hemiselulosa	35,9
Lignin	17,4

Silika	2,6
Abu	3,3
Nitrogen	2,38
Kalium	1,316
Kalsium	2,568
Magnesium	0,487
Posfor	0,157
Sulfur	0,40
Klorida	0,70

Sumber : Ginting dan Elizabeth, 2013

2.8

Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian terdahulu mengenai serat pelepah kelapa sawit yang pernah dilakukan antara lain :

1. Zainuru, Yanti dan Megasari (2017) memanfaatkan serat pelepah kelapa sawit asal Dumai sebagai bahan tambah dalam pembuatan batako serat. Dengan memvariasikan serat yang dilakukan sebesar 1%, 3%, dan 5%. Dengan rasio pada rendaman NaOH 30g/L dan serat pelepah kering dipotong-potong dengan ukuran kurang lebih 20 mm sebelum digunakan dalam campuran batako. Dalam penelitian ini didapatkan bahwa nilai kuat tekan dan penyerapan air batako serat yang berasal dari dumai lebih baik pada penambahan serat 1% dari berat semen yang memenuhi persyaratan mutu SNI dengan kuat tekan sebesar 11,08 MPa dan penyerapan air 3% pada penambahan serat 1%.
2. Amna, Wesli, dan Hamzani (2014), penambahan serat dari tandan kosong kelapa sawit tidak memberikan pengaruh terhadap peningkatan kuat tekan beton, namun memberikan pengaruh pada peningkatan kuat lentur beton.
3. Ginting, Rangkuti, dan Pranata (2014), melakukan penelitian dengan menggunakan pelepah kelapa sawit yang direndam

dengan air panas, air dingin selama 3 hari kemudian direndam dalam larutan 1% NaOH selama 24 jam untuk dijadikan serat sebagai bahan pengisi dalam pembuatan batako. Dikatakan bahwa penambahan 6% serat pelepah kelapa sawit dengan panjang 25 mm memberikan kuat tekan batako yang maksimum sebesar 2,89 MPa.

4. Hafiz, Rommel dan Prasetyo (2015) menambahkan serat bendrat untuk mengkaji sifat mekanik beton serat, menyatakan bahwa pemakaian serat dengan rasio panjang terhadap diameter (L/D) sebesar 12,5 dapat meningkatkan kuat tarik dan kuat geser beton dengan penambahan serat bendrat sebanyak 3% dari berat volume. Kuat tarik terbesar 2,41 MPa atau meningkat 2 kali dari beton tanpa serat, sedangkan untuk kuat geser maksimal mencapai 4,94 MPa dengan kenaikan 54% dibandingkan dengan beton tanpa serat.
5. Sudarmoko (1989), mengatakan bahwa batas maksimal aspek ratio fiber yang masih memungkinkan pengadukan dilakukan dengan mudah adalah $l/d < 100$. Nilai l/d yang melampaui batas di atas akan menyebabkan kesulitan dalam pengadukan. Aspek ratio fiber yang tinggi akan menyebabkan fiber cenderung untuk menggumpal (*balling effect*) menjadi suatu bola yang sangat sulit disebar secara merata sebelum dan sesudah proses pengadukan.

2.9 Metode Pemisah Serat

Cara pemisahan serat ada 3 (tiga) macam menurut Widiastuti dan Syabahan (2014) :

1. Cara mekanik (alat dekortikator)

Pelepah kelapa sawit segar dikupas kulitnya lalu dimasukkan ke alat dekortikator untuk memisahkan serat dan daging. Selanjutnya dipisahkan dengan sisir besi, dibilas air dan dikeringkan. pemisahan serat pelepah kelapa sawit dari segi waktu paling cepat yaitu

dilakukan dengan alat dekortikator selama 1 hari, akan tetapi hasil serat yang didapat sedikit dan pendek karena banyak serat putus akibat pukulan dari alat dekortikator pada saat dipisahkan. Dilihat dari sifat fisik serat yang dihasilkan dengan alat dekortikator agak kaku, mudah patah bila terkena tekukan, berwarna putih gading.

2. Cara kimia (perendaman NaOH)

Pelepah kelapa sawit dikupas kulitnya, lalu direndam dalam larutan air dan kostik soda (NaOH) dengan beberapa konsentrasi (NaOH 10 g/L, 20 g/L, 30 g/L). Setelah batang pelepah lunak lalu dipisahkan seratnya, dicuci dengan air dan dikeringkan. Pemisahan serat dengan perendaman NaOH untuk konsentrasi NaOH 30 g/L dalam waktu 4 hari pelepah sudah lunak dan mudah dipisahkan seratnya. Untuk konsentrasi NaOH 20 g/L pelepah sawit pelepah mulai lunak pada hari ke-6, dan mudah dipisahkan pada hari ke-7. Berbeda dengan pelepah sawit dengan konsentrasi 10 g/L, baru mulai lunak pada hari ke-10 dan mudah dipisahkan pada hari ke-12. Dilihat dari sifat fisik serat yang dihasilkan dengan NaOH serat berwarna coklat muda, lentur dan berbentuk agak pipih.

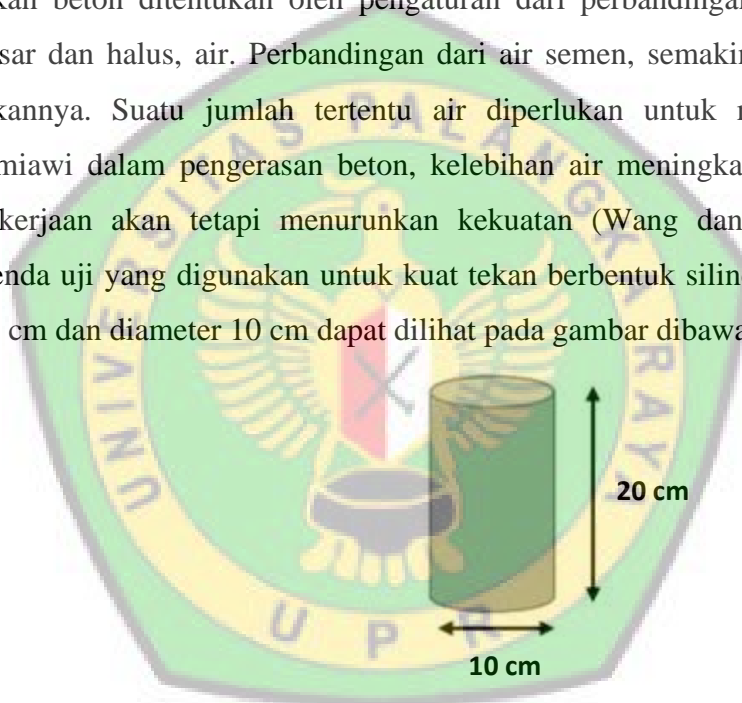
3. Cara biologi (fermentasi)

Pelepah kelapa sawit dikupas kulitnya, direbus selama 1 jam untuk melunakkan dagingnya. Di angkat dan didinginkan lalu dibasuh dengan beberapa konsentrasi EM4 terhadap air (1 : 1, 2 : 1, 3 : 1). Selanjutnya pelepah disimpan dalam kantong plastik hitam agar tidak terkena sinar matahari langsung. Dibiarkan selama beberapa hari, setelah batang pelepah lunak dan berjamur lalu dipisahkan seratnya dengan sisir besi. Lalu dicuci dengan air dan dikeringkan. Pemisahan serat pelepah kelapa sawit dengan fermentasi EM4 dengan masing-masing perbandingan 3 : 1, 2 : 1 dan 1 : 1 yaitu serat dapat dipisahkan pada hari ke-7, hari ke-10 dan hari ke-14. Dilihat dari sifat fisik serat

yang dihasilkan dengan fermentasi hasil seratnya berwarna krem sampai coklat muda, bentuknya agak bulat memanjang dan agak kaku.

2.10 Kuat Tekan Beton

Pengertian kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan. Kuat tekan beton merupakan sifat terpenting dalam kualitas beton dibanding dengan sifat-sifat lain. Kekuatan tekan beton ditentukan oleh pengaturan dari perbandingan semen, agregat kasar dan halus, air. Perbandingan dari air semen, semakin tinggi kekuatan tekannya. Suatu jumlah tertentu air diperlukan untuk memberikan aksi kimiawi dalam pengerasan beton, kelebihan air meningkatkan kemampuan pekerjaan akan tetapi menurunkan kekuatan (Wang dan Salmon, 1990). Benda uji yang digunakan untuk kuat tekan berbentuk silinder dengan tinggi 20 cm dan diameter 10 cm dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.5 Benda Uji Kuat Tekan Beton

Cara menentukan nilai kuat tekan beton:

$$f'c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (2-1)$$

Keterangan :

$f'c$ = Kuat tekan beton (MPa)

A = Luas penampang silinder beton benda uji = $\frac{1}{4} \pi D^2$ (cm^2)

P = Beban tekan (kN)

2.11 Keaslian Penelitian

PENELITI	MATERIAL SERAT	METODE PELITIAN		KESIMPULAN
		RASIO (L/D)	KADAR	
Zainuru, Yanti dan Megasari (2017)	Serat pelepah kelapa sawit	-	√	Memanfaatkan serat pelepah kelapa sawit asal Dumai sebagai bahan tambah dalam pembuatan batako serat. Dengan memvariasikan serat yang dilakukan sebesar 1%, 3%, dan 5%. Dengan rasio pada rendaman NaOH 30g/L dan serat pelepah kering dipotong-potong dengan ukuran kurang lebih 20 mm sebelum digunakan dalam campuran batako. Dalam penelitian ini didapatkan bahwa nilai kuat tekan dan penyerapan air batako serat yang berasal dari Dumai lebih baik pada penambahan serat 1% dari berat semen yang memenuhi persyaratan mutu SNI dengan kuat tekan sebesar 11,08 MPa dan penyerapan air 3% pada penambahan serat 1%.
Amna, Wesli, dan Hamzani (2014)	Serat tandan kosong kelapa sawit	-	√	Penambahan serat dari tandan kosong kelapa sawit tidak memberikan pengaruh terhadap peningkatan kuat tekan beton, namun memberikan pengaruh pada peningkatan kuat lentur beton.
Ginting, Rangkuti, dan Pranata (2014)	Serat pelepah kelapa sawit	-	√	Melakukan penelitian dengan menggunakan pelepah kelapa sawit yang direndam dengan air panas, air dingin selama 3 hari kemudian direndam dalam larutan 1% NaOH selama 24 jam untuk dijadikan serat sebagai bahan pengisi dalam pembuatan batako. Dikatakan bahwa penambahan 6% serat

				pelepah kelapa sawit dengan panjang 25 mm memberikan kuat tekan batako yang maksimum sebesar 2,89 MPa.
Hafiz, Rommel dan Prasetyo (2015)	Serat bendrat	√	√	Menambahkan serat bendrat untuk mengkaji sifat mekanik beton serat, menyatakan bahwa pemakaian serat dengan rasio panjang terhadap diameter (L/D) sebesar 12,5 dapat meningkatkan kuat tarik dan kuat geser beton dengan penambahan serat bendrat sebanyak 3% dari berat volume. Kuat tarik terbesar 2,41 MPa atau meningkat 2 kali dari beton tanpa serat, sedangkan untuk kuat geser maksimal mencapai 4,94 MPa dengan kenaikan 54% dibandingkan dengan beton tanpa serat
Sudarmoko (1989)	Serat bendrat	√	-	Mengatakan bahwa batas maksimal aspek ratio fiber yang masih memungkinkan pengadukan dilakukan dengan mudah adalah $l/d < 100$. Nilai l/d yang melampaui batas di atas akan menyebabkan kesulitan dalam pengadukan. Aspek ratio fiber yang tinggi akan menyebabkan fiber cenderung untuk menggumpal (<i>balling effect</i>) menjadi suatu bola yang sangat sulit disebar secara merata sebelum dan sesudah proses pengadukan
Saputra (2019)	Serat pelepah kelapa sawit	√	√	Memanfaatkan serat pelepah kelapa sawit sebagai bahan tambah dalam pembuatan beton serat. Dengan memvariasikan serat yang dilakukan sebesar 1 %, 1,5 %, dan 2 % dari total berat semen. Dengan menggunakan pelepah kelapa sawit yang direndaman NaOH 30 g/L selama 4 hari untuk

				<p>dijadikan serat sebagai bahan pengisi dalam pembuatan beton serat dan serat pelepah kering dipotong-potong dengan ukuran aspek rasio panjang terhadap diameter serat (l/d) 50, 100, dan 150 sebelum digunakan dalam campuran beton serat. Dalam penelitian ini didapatkan bahwa nilai kuat tekan beton serat yang berasal dari pelepah kelapa sawit lebih baik dengan aspek rasio 50 pada penambahan serat 1% dari total berat semen dengan kuat tekan sebesar 14,33 MPa. Untuk analisis data kuat tarik belah yang diacmpukan serat pelepah kelapa sawit di dapat 2,10 MPa lebih besar dari kuat tarik belah tanpa serat sebesar 2,04 MPa meningkat 0,06%.</p>
--	--	--	--	---



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Material Beton Serat

1. Serat Pelepah Kelapa Sawit

Serat pelepah kelapa sawit yang digunakan berasal dari Desa Bereng Jun Kabupaten Gunung Mas Provinsi Kalimantan Tengah.



Gambar 3.1. Sketsa Lokasi Pengambilan Matrial

2. Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan adalah batu pecah yang berasal dari Mandiangin Kalimantan Selatan.



Gambar 3.2. Agregat Kasar (Batu Pecah)

3. Agregat Halus

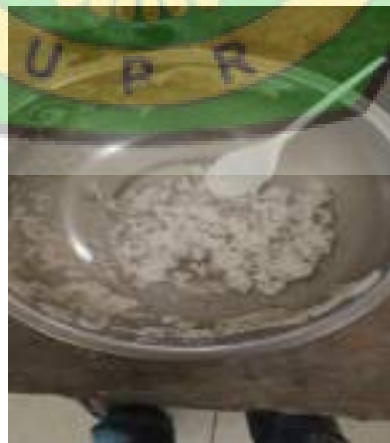
Agregat halus yang digunakan adalah pasir yang berasal dari Tangkiling Provinsi Kalimantan Tengah.



Gambar 3.3. Agregat Halus (Pasir Putih)

3.2 Alkali Aktivator

Alkali Aktivator yang digunakan adalah sodium hidroksida (NaOH).



Gambar 3.4. NaOH

3.3 Pengolahan Serat

1. Pelepah kelapa sawit segar, dikupas kulit bagian luarnya dengan menggunakan pisau.



Gambar 3.5 Pelepah Kelapa Sawit Segar



Gambar 3.6. Pengupasan Kulit Pelepah Kelapa Sawit Segar

2. Timbang NaOH flake sesuai dengan perbandingan 1 liter air membutuhkan 30 gram NaOH flake. Bila kebutuhan air 10 liter untuk merendam pelepah kelapa sawit, maka kebutuhan NaOH flake sebesar 300 gram.



Gambar 3.7. Penimbangan NaOH flake

3. NaOH flake dan air dicampurkan sampai tercampur secara merata, lalu dimasukkan pelepah kelapa sawit yang telah terkupas tadi.



Gambar 3.8. NaOH flake Di Campur Air

4. Biarkan selama 4 hari, lalu pelepah yang sudah berwarna coklat muda dan lentur diangkat untuk dibuat menjadi serat.



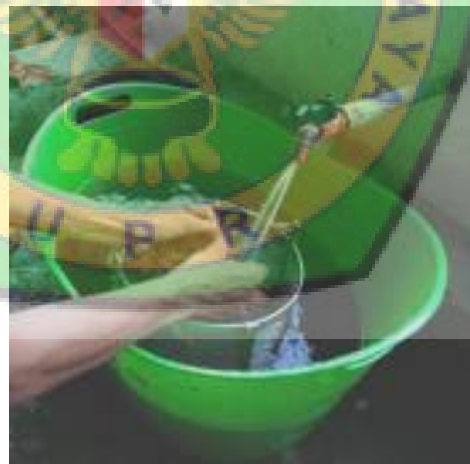
Gambar 3.9. Perendaman Pelepah Kelapa Sawit

5. Pembuatan serat tersebut dilakukan secara mekanik, dengan menumbuk atau ditempa sehingga terbentuk serat-serat kasar.



Gambar 3.10. Pemukulan Pelepah Kelapa Sawit Secara Mekanik

6. Selanjutnya serat-serat kasar tersebut dibersihkan, hingga terjadi pemisahan antara serat yang satu dengan serat yang lainnya.



Gambar 3.11. Pencucian Serat Pelepah Kelapa Sawit

7. Langkah berikutnya serat dikeringkan dengan menggunakan oven selama 12 jam pada suhu 110°C



Gambar 3.12. Pengovenan Serat Pelepah Kelapa Sawit

8. Serat dikeluarkan dari oven dan serat dibersihkan Kembali dengan menyikatnya menggunakan sikat besi agar pemisahan antara serat yang satu dengan yang lainnya maksimal.



Gambar 3.13. Sikat Serat Pelepah Kelapa Sawit

9. Lalu pengukuran diameter serat menggunakan jangka sorong.



Gambar 3.14. Pengukuran Diameter Serat

10. Setelah selesai diukur diameter serat, lalu serat dalam penelitian ini dipotong-potong sesuai aspek rasio L/D 50, 100 dan 150 untuk dijadikan bahan pengisi pada beton serat. Panjang serat yang digunakan dapat dilihat pada tabel di bawah ini ;

Tabel 3.1 Panjang Serat Berdasarkan Aspek Rasio

$\phi = 0,40 \text{ mm}$	$\phi = 0,40 \text{ mm}$	$\phi = 0,40 \text{ mm}$
L/D = 50	L/D = 100	L/D = 150
L = 0,40 x 50	L = 0,40 x 100	L = 0,40 x 150
L = 20 mm	L = 40 mm	L = 60 mm

Sumber : Penulis (2020)

3.4 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Timbangan digital dan timbang manual dengan kapasitas 20 kg.
2. Satu set saringan standar pemeriksaan SNI-2010 Devisi 7 Revisi 3.
3. Oven yang dilengkapi pengaturan suhu.
4. Wadah baja berbentuk silinder dan tongkat pematik.
5. Mistar ukur.
6. Keranjang kawat dengan ukuran 3,35 mm (No.6) atau (No.8) dengan kapasitas kira-kira 5 kg.
7. Mesin Los Angeles dan bola baja.
8. Cetakan silinder berukuran 100 x 200 mm.
9. Talam berkapasitas besar dan berkapasitas kecil.
10. Sendok semen dan pengaduk semen.
11. Ember, gelas ukur dan labu ukur.
12. Alat uji slump beton dan mesin uji tekan beton (Universal Testing Machine).
13. Jangka Sorong
14. Gunting
15. Pisau
16. Sikat Besi

3.5 Pemeriksaan Sifat Fisik Agregat

Pemeriksaan agregat mengacu pada spesifikasi SNI Pemeriksaan Laboratorium.

1. Pemeriksaan Berat Volume
2. Pemeriksaan Analisa Saringan
3. Pemeriksaan Kadar Air
4. Pemeriksaan Berat Jenis
5. Pemeriksaan Keausan

3.6 Variabel Penelitian

Variabel penelitian meliputi variabel tetap dan berubah. Variabel tetap yaitu ukuran beton serat dengan diameter 100 mm dan tinggi 200 mm. Sedangkan variabel berubah yaitu terdiri dari konsentrasi rasio panjang serat terhadap diameter serat (L/D). Perbandingan serat pelepah kelapa sawit dalam beton dengan memvariasikan kadar serat 0%, 1%, 1,5% dan 2% dari berat semen dengan waktu pengerasan 7 dan 28 hari.

3.7 Proporsi Campuran Beton Serat

Untuk mendapatkan mix design yang optimal untuk beton serat, dalam penelitian ini perencanaan campuran beton menggunakan metode trial mix untuk mendapatkan komposisi yang terbaik. Variasi dari perbandingan persentase berat bahan penyusun tersebut merupakan faktor yang diteliti untuk mendapatkan hasil yang optimum dalam penelitian ini.

Tabel 3.2 Komposisi Jumlah Sampel

Umur Beton 7 Hari						
	Kadar Serat (%)	L (mm)	D (mm)	Rasio (L/D) (%)	Jumlah Sampel	Berat serat (kg)
Variasi 1	0	0	0	0	3 Buah	-
Variasi 2	1	20	0,4	50	3 Buah	0,0258
		40	0,4	100	3 Buah	0,0258
		60	0,4	150	3 Buah	0,0258
Variasi 3	1,5	20	0,4	50	3 Buah	0,0387
		40	0,4	100	3 Buah	0,0387
		60	0,4	150	3 Buah	0,0387
Variasi 4	2	20	0,4	50	3 Buah	0,0516
		40	0,4	100	3 Buah	0,0516
		60	0,4	150	3 Buah	0,0516

Sumber : Penulis (2020)

Umur Beton 28 Hari						
	Kadar Serat (%)	L (mm)	D (mm)	Rasio (L/D) (%)	Jumlah Sampel	Berat serat (kg)
Variasi 1	0	0	0	0	3 Buah	-

Variasi 2	1	20	0,4	50	3 Buah	0,0258
		40	0,4	100	3 Buah	0,0258
		60	0,4	150	3 Buah	0,0258
Variasi 3	1,5	20	0,4	50	3 Buah	0,0387
		40	0,4	100	3 Buah	0,0387
		60	0,4	150	3 Buah	0,0387
Variasi 4	2	20	0,4	50	3 Buah	0,0516
		40	0,4	100	3 Buah	0,0516
		60	0,4	150	3 Buah	0,0516

Sumber : Penulis (2020)

3.8 Mix Design Campuran Beton

3.8.1 Beton Konvensional

Beton konvensional direncanakan dengan mutu beton $f_c' = 30$ MPa dengan menggunakan metode SNI 03-2834-1993. Perencanaan campuran beton konvensional dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3. Perencanaan Campuran Beton Konvensional

Uraian	Keterangan	Satuan
Kuat Tekan Rencana	30	MPa
Agregat Kasar	Batu Pecah	
Agregat Halus	Pasir	
Semen	Semen PCC	

Benda Uji	Silinder	m ³
Nilai Tambah	12	MPa
Kuat Tekan Rata-rata	42	MPa
Faktor Air Semen	0,46	
Kondisi Beton	Terlindung Dari Hujan Dan Terik Matahari Langsung	
Jumlah Semen Minimum Per m ³ Beton	275	Kg
Nilai Slump	30-60	Mm
Kadar Air Bebas	210	
Berat Semen (Kadar Air Bebas / FAS)	456,5217	kg/m ³

Sumber : Hasil Perhitungan (2020)

Tabel 3.4. Perencanaan Campuran Beton Konvensional

Uraian	Keterangan	Satuan
Menentukan Perbandingan Agregat Kasar dan Agregat Halus Berdasarkan Tabel SNI 03-2834- 2000	Agregat Kasar 44,5% Agregat Halus 55,5%	
Berat Jenis Campuran (Perbandingan Agregat x Berat Jenis Agregat)	2,52	kg/ m ³

Menentukan Berat Beton Berdasarkan Grafik SNI 03-02834-2000	2275	kg/ m ³
Menghitung Kebutuhan Ag. Campuran (Berat Beton - Kebutuhan Semen - Kadar Air Bebas)	1608,4783	kg/ m ³
Kebutuhan Ag. Halus (Presentase Agregat x Kebutuhan Agregat Campuran)	715,7728	kg/ m ³
Kebutuhan Ag. Kasar (Presentase Agregat x Kebutuhan Agregat Campuran)	892,7055	kg/ m ³
Koreksi Jumlah Air	Agregat Halus = 0,2147	Kg
	Agregat Kasar = 21,1571	Kg
	Air = 188,6282	Kg
Proporsi Campuran 1 m ³	Agregat Halus = 715,9875	kg/ m ³
	Agregat Kasar = 913,8626	kg/ m ³
	Semen = 456,5217	kg/ m ³
	Air = 188,6282	lt/ m ³
Volume Benda Uji	0,001885	m ³
Volume Benda Uji 3 sampel	0,00566	m ³
Berat Material 3 Benda Uji	Semen = 2,5839	Kg

(Proporsi Material 1 m ³ x Volume 3 Sampel)	Air = 1,0676	Kg
	Agregat Halus = 4,0525	Kg
	Agregat Kasar = 5,1725	Kg

Sumber : Hasil Perhitungan (2020)

3.8.2 Beton Serat

Untuk berat serat dalam **1m³** dari berat semen yaitu (*berat semen 1 m³ = 0,8605 kg*) dapat dilihat sebagai berikut :

a) 1 % = $0,01 \times 0,8605 \text{ kg} = 0,0086 \text{ kg}$

b) 1,5 % = $0,015 \times 0,8605 \text{ kg} = 0,0129 \text{ kg}$

c) 2 % = $0,02 \times 0,8605 \text{ kg} = 0,0172 \text{ kg}$

Tabel 3.5. Berat serat berdasarkan per m³

	Kadar serat (%)	L (mm)	Berat serat (kg)
Variasi 1	0%	-	-
Variasi 2	1%	20	0,0086
		40	0,0086
		60	0,0086
Variasi 3	1,5%	20	0,0129
		40	0,0129
		60	0,0129

Variasi 4	2%	20	0,0174
		40	0,0174
		60	0,0174

Sumber : Penulis (2020)

Berat serat yang diperlukan:

a) Variasi 2

$$\text{Kadar 1 \%} = 18 \text{ sampel} \times 0,0086 = 0,1549 \text{ kg}$$

b) Variasi 3

$$\text{Kadar 1,5 \%} = 18 \text{ sampel} \times 0,0129 = 0,2323 \text{ kg}$$

c) Variasi 4

$$\text{Kadar 2 \%} = 18 \text{ sampel} \times 0,0172 = 0,3098 \text{ kg}$$

Total serat yang diperlukan = Kadar 1% + Kadar 1,5% + Kadar

2%

$$= 0,1549 \text{ kg} + 0,2323 \text{ kg} + 0,3098 \text{ kg}$$

$$= 0,6970 \text{ kg}$$

Tabel 3.6. Perencanaan Campuran Beton Serat

Uraian	Keterangan	Satuan
Kuat Tekan Rencana	30	MPa
Agregat Kasar	Batu Pecah	
Agregat Halus	Pasir	
Semen	Semen PCC	

Benda Uji	Silinder	m ³
Nilai Tambah	12	MPa
Kuat Tekan Rata-rata	42	MPa
Faktor Air Semen	0,46	
Kondisi Beton	Terlindung Dari Hujan Dan Terik Matahari Langsung	
Jumlah Semen Minimum Per m ³ Beton	275	Kg
Nilai Slump	30-60	Mm
Kadar Air Bebas	210	
Berat Semen (Kadar Air Bebas / FAS)	456,5217	kg/ m ³

Sumber : Hasil Perhitungan (2020)

Tabel 3.7. Perencanaan Campuran Beton Serat

Uraian	Keterangan	Satuan
Menentukan Perbandingan Agregat Kasar dan Agregat Halus Berdasarkan Tabel SNI 03-2834-2000	Agregat Kasar 44,5%	
	Agregat Halus 55,5%	
Berat Jenis Campuran (Perbandingan Agregat x Berat Jenis Agregat)	2,52	kg/ m ³

Menentukan Berat Beton Berdasarkan Grafik SNI 03-02834-2000	2275	kg/ m ³
Menghitung Kebutuhan Ag. Campuran (Berat Beton - Kebutuhan Semen - Kadar Air Bebas)	1608,4783	kg/ m ³
Kebutuhan Ag. Halus (Presentase Agregat x Kebutuhan Agregat Campuran)	715,7728	kg/ m ³
Kebutuhan Ag. Kasar (Presentase Agregat x Kebutuhan Agregat Campuran)	892,7055	kg/ m ³
Koreksi Jumlah Air	Agregat Halus = 0,2147	Kg
	Agregat Kasar = 21,1571	Kg
	Air = 188,6282	Kg
Proporsi Campuran 1 m ³	Agregat Halus = 715,9875	kg/ m ³
	Agregat Kasar = 913,8626	kg/ m ³
	Semen = 456,5217	kg/ m ³
	Air = 188,6282	lt/ m ³
Volume Benda Uji	0,001885	m ³

Volume Benda Uji 3 sampel	0,00566	m ³
Berat Material 3 Benda Uji (Proporsi Material 1 m ³ x Volume 3 Sampel)	Semen = 2,5839	Kg
	Air = 1,0676	Kg
	Agregat Halus = 4,0525	Kg
	Agregat Kasar = 5,1725	Kg

Sumber : Hasil Perhitungan (2020)

3.9 Pembuatan Benda Uji

a) Pengadukan campuran beton



Gambar 3.15. Pengadukan Menggunakan Mesin Molen

b). Pemadatan Campuran Beton



Gambar 3.16. Pemadatan Beton Segar

Pemadatan campuran mengacu pada metode SNI 4810-2010 yang dilakukan pada cetakan silinder berukuran 100 mm x 200 mm dengan menggunakan batang penusuk berdiameter 15 mm dan *vibrator* standar Laboratorium. Pemadatan dilakukan dengan 3 lapisan dan masing-masing lapisan dilakukan penusukan sebanyak 25 kali sambil dilakukan penggetaran dengan mesin *vibrator*.

3.10 Pengujian Workability/Slump



Gambar 3.17. Pengujian Slump

Dalam Pengujian *workability* beton ini dapat dilakukan dengan pengujian slump pada beton dengan menggunakan metode SNI 1972-2008. Pengujian slump dilakukan dengan menggunakan kerucut Abrams dan tongkat penusuk. Beton segar dimasukkan pada kerucut Abrams dengan 3 lapisan dan setiap lapisan ditusuk sebanyak 25 kali dan permukaan diratakan, kemudian dilakukan pengukuran pada penurunan permukaan beton dan ditentukan nilai slump.

3.11 Perawatan Benda Uji



Gambar 3.18. Perawatan Beton Keras

Perawatan beton keras dilakukan dengan mengacu pada SNI 03-4890-1998. Setelah beton segar dimasukkan pada bekisting, beton tersebut didiamkan selama ± 24 jam pada suhu ruangan. Setelah didiamkan ± 24 jam bekisting dilepas kemudian beton disimpan dalam penyimpanan basah, yaitu perendaman dalam air.

3.12 Pengujian Kuat Tekan



Gambar 3.19. Pengujian Kuat Tekan Beton

Beton yang telah dikeluarkan dari cetakan kemudian dilakukan perawatan pada umur 7 dan 28 hari dan selanjutnya akan diuji kekuatan tekannya menggunakan *Universal Testing Machine* dengan kapasitas 3000 KN. Data yang didapat dari pengujian ini adalah beban maksimum (Pmax) yang mampu diterima benda uji sebelum mengalami kegagalan. Kuat tekan dipengaruhi oleh luas permukaan yang dikenai oleh beban. Kuat tekan beton dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\sigma = P/A$$

Keterangan :

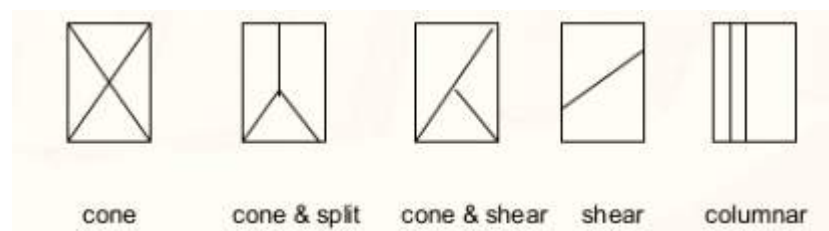
σ = kuat tekan (MPa)

F = beban maksimum (kg)

A = luas permukaan sampel (cm²)

3.13 Pola Retak dan Kehancuran

Berdasarkan SNI 1974-2011 pola kehancuran pada benda uji dibedakan menjadi 5 bentuk :



Gambar 3.20. Pola Kehancuran Berdasarkan SNI 1974-2011

Keterangan:

1. Bentuk kehancuran kerucut (cone)
2. Bentuk kehancuran kerucut dan belah (cone dan split)
3. Bentuk kehancuran kerucut dan geser (cone dan shear)
4. Bentuk kehancuran geser (shear)
5. Bentuk kehancuran sejajar sumbu tegak (colummar)

3.14 Cara kerja

1. Proses Pertama : Pangambilan sampel
 - Pengambilan sampel pelepah kelapa sawit dari Desa Bereng Jun kabupaten Gunung Mas.
2. Proses kedua : Pembuatan serat pelepah kelapa sawit.
3. Proses ketiga : Pemeriksaan sifat fisik agregat
 - Pemeriksaan sifat fisik agregat dilakukan sesuai standar SNI pemeriksaan Laboratorium.
4. Proses keempat pembuatan
 - Mix design beton serat dilakukan berdasarkan trial mix pada bahan tambah beton.
 - Kemudian dilakukan pembuatan benda uji sesuai mix design pada silinder diameter 100 mm dan tinggi 200 mm.
5. Proses kelima : Pengujian beton segar
 - Pengujian slump sesuai perencanaan dan berat volume beton segar.

6. Proses keenam : Perawatan benda uji

- Perawatan benda uji dilakukan selama 7 dan 28 hari.

7. Proses ketujuh : Pengujian kuat tekan beton serat

- Pengujian berat volme beton serat pada umur rencana 7 dan 28 hari.
- Pengujian kuat tekan beton serat pada umur rencana 7 dan 28 hari.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Rasio panjang terhadap diameter serat (l/d) dari serat pelepah kelapa sawit itu terhadap kuat tekan tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kuat tekan beton, dari hasil pengujian kuat tekan beton tertinggi terjadi dengan penambahan serat pelepah kelapa sawit diameter 0,40 mm dengan panjang 2 cm persentase 1% yaitu sebesar 14,33 MPa lebih kecil dari beton tanpa serat 10%. Ini disebabkan panjang serat yang begitu panjang dan kadar persentase penambahan serat yang begitu tinggi.
2. Penambahan serat dari bahan pelepah kelapa sawit memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kuat tekan beton semakin tinggi kadar serat semakin turun hasil kuat tekan.
3. Kuat tekan beton yang dihasilkan dengan menambahkan serat pelepah kelapa sawit yang dihasilkan tidak mencapai kuat tekan rencana yaitu sebesar 30 MPa. Tetapi untuk kuat tarik belahnya yang dihasilkan dari penambahan serat pelepah kelapa sawit yaitu 2,10 Mpa dan kuat tarik belah tanpa serat sebesar 2,04 MPa. Hal itu menyatakan serat memberikan kontribusi positif terhadap peningkatan kuat tarik belah

sebesar 0,06 % dan dapat juga terlihat dari pola retak yang terjadi. Pola retak dari beton serat terlihat retak dapat ditahan oleh serat pelepah kelapa sawit. Sedangkan beton tanpa serat pola retak langsung terbelah

5.2 Saran

Dari hasil yang didapat pada penilitan ini, untuk penelitian lebih lanjut disarankan:

1. Serat dalam beton akan dapat berkerja lebih baik apabila didukung kualitas yang baik dari material pembentuk beton yang lain terutama agregat sehingga pemilihan agregat kasar lebih diperhatikan untuk mendapatkan mutu beton yang baik.
2. Pengontrolan dalam pembuatan benda uji lebih ditingkatkan agar memberikan hasil yang lebih baik dan teliti.
3. Agar kuat tekan beton yang dihasilkan lebih baik sebaiknya digunakan rasio panjang terhadap diameter serat (l/d) rendah ($l/d < 50$).
4. Untuk penggunaan jenis serat dari pelepah kelapa sawit dengan diameter 0,4 mm dan Panjang 2 cm, disarankan persentase serat yang ditambahkan berada pada kisaran 0,2% sampai 1% terhadap berat semen.

DAFTAR PUSTAKA

- Amna, Wesli, dan Hamzani. (2014), Pengaruh Penambahan Serat Tandan Sawit Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Lentur Beton. Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh.
- Asroni, Ali. (2010), Balok dan Pelat beton Bertulang, Yogyakarta. Graha Ilmu.
- Asroni, Ali. (2010), Kolom Fondai dan Balok T Bertulang, Yogyakarta. Graha Ilmu.
- As'ad, Sholihin (2008), Teknologi Beton Serat, Dalam Buku: Potret Hasil Karya IPTEK 32 Tahun UNS Mengabdikan Bangsa. Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Daryanto. (1994), Pengetahuan Teknik Bangunan, Penerbit: Rineka cipta, Jakarta.
- Dipohusodo, Istimawan. (1999), Struktur Beton Bertulang. Gramedia Pustaka Utama: Jakarta.
- Ginting, Rangkuti, dan Pranata. (2014), Pengaruh Panjang Serat Terhadap Sifat Kuat Tekan Batako Berpengisi Serat Pelepah Kelapa Sawit. Jurnal Penelitian STIPAP.
- Hafiz, Rommel dan Prasetyo, (2015), Pengaruh Pemberian Jumlah dan Rasio (L/D) Serat Bendrat terhadap Sifat Mekanik Beton. Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Malang.
- Meilawaty O. (2017), Buku Panduan Panduan Praktikum Beton. Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
- Muktar. (2016), Analisa Kekuatan Tarik Komposit Dengan Penguat Serat Pelepah Kelapa Sawit. Fakultas Teknik Mesin Universitas Bandar Lampung.
- Mulyono T. (2004), Teknologi Beton. Yogyakarta.
- Sudarmoko. (1989), Pengaruh Penambahan Fiber Pada Keleccakan Adukan Beton. Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada.
- Sukirman S. (2003), Pengertian Agregat. Palembang.
- Soroushian dan Bayashi, Z. (1987) Concept of Fiber Reinforced Concrete, Proceeding of The Internasional Seminar on Fiber Reinforced Concrete, Michigan State University, Michigan.
- Soroushian dan Bayashi, Z. (1987) Fiber Reinforced Concrete: Theoretical, Concept and Structural Design, Proceeding of The Internasional Seminar on Fiber Reinforced Concrete, Michigan State University, Michigan.
- Tjokrodimulyo, Kardiyono. (2007), Teknologi Beton, Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada.
- Wang, C.K, dan Salmon C.G. (1990), Desain Beton Bertulang. Jakarta: Penerbit Erlangga, Edisi ke 4 Jilid 1.

Widiastuti dan Syabana. (2015), Serat Pelepah Kelapa Sawit (SEPAWIT) Untuk Bahan Baku Produk Kerajinan. Balai Besar Kerajinan dan Batik Yogyakarta.

Zainuru, Yanti dan Megasari. (2017), Penggunaan Serat Pelepah Kelapa Sawit Asal Dumai Sebagai Bahan Tambah Pembuatan Batako Serat. Universitas Lancang Kuning Pekanbaru.

