

TUGAS AKHIR
PEMANFAATAN SERAT TANDAN KOSONG SAWIT
SEBAGAI PENGUAT PADA CAMPURAN BETON DENGAN
BAHAN TAMBAH AM 78 DITINJAU DARI KEKUATAN
TARIK BELAH BETON
(Studi Penelitian)

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat-Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Sipil Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:
HASANUL ARIFIN
1607210199



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2020



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK

Jl. Kapten Mucthar Basri No.3 Medan 20238 (061) 6622400

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama : Hasanul Arifin
NPM : 1607210199
Program Studi : Teknik Sipil
Judul skripsi : Pemanfaatan Serat Tandan Kosong Sawit Sebagai Penguat
Pada Campuran Beton Dengan Bahan Tambah *Am 78* Ditinjau
Dari Kekuatan Tarik Belah Beton
Bidang ilmu : Struktur

Disetujui Untuk Disampaikan Kepada
Panitia Ujian

Dosen Pembimbing

Dr. Fahrizal Zulkarnain, ST, M.Sc

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Hasanul Arifin

NPM : 1607210199

Program Studi : Teknik Sipil

Judul skripsi : Pemanfaatan Serat Tandan Kosong Sawit Sebagai Penguat Pada Campuran Beton Dengan Bahan Tambah *Am 78* Ditinjau Dari Kekuatan Tarik Belah Beton

Bidang Ilmu : Struktur

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, September 2020

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing



Dr. Fahrizal Zulkarnain S.T, M.Sc

Dosen Pembanding I / Penguji



Citra Utami S.T., M.T

Dosen Pembanding II / Penguji



Dr. Fetra Vanny Riza

Program Studi Teknik Sipil
Ketua,



Dr. Fahrizal Zulkarnain, ST, M.Sc

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Hasanul Arifin
Tempat/Tanggal Lahir : Bah Birong Ulu, 21 mei 1998
NPM : 1607210199
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“Pemanfaatan Serat Tandan Kosong Sawit Sebagai Penguat Pada Campuran Beton Dengan Bahan Tambah *Am 78* Ditinjau Dari Kekuatan Tarik Belah Beton”,

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/ kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, Oktober 2020
Saya yang menyatakan,



Hasanul Arifin

ABSTRAK

PEMANFAATAN SERAT TANDAN KOSONG SAWIT SEBAGAI PENGUAT PADA CAMPURAN BETON DENGAN BAHAN TAMBAH AM 78 DITINJAU DARI KEKUATAN TARIK BELAH BETON (*Studi Penelitian*)

Hasanul Arifin

1607210199

Dr. Fahrizal Zulkarnain, ST, M.Sc

Penelitian ini mencoba menggunakan bahan tambah berupa serat tandan kosong kelapa sawit yang bertujuan untuk meningkatkan ketahanan dan kuat tarik belah. Selain itu, dalam usaha untuk menghasilkan mutu beton yang lebih baik digunakan *Admixture adhesive manufacturer (78)* sebagai campuran adukan beton. Pada penelitian ini menggunakan *Admixture adhesive manufacturer (78)* sebesar 1,5%, sedangkan dimensi benda uji silinder 15 x 30 cm. Rancangan campuran menggunakan metode SNI 03-2834-2000. Setiap variasi dibuat 3 benda uji, sehingga jumlah keseluruhannya 12 buah benda uji. Perendaman 28 hari air tawar dengan lama perendaman 28 hari. Pengujian yang dilakukan yaitu uji kuat tarik belah beton. Hasil kuat tarik belah beton optimum pada perendaman air 28 hari terjadi pada beton serat tandan kosong 3% dan *Admixture adhesive manufacturer (78) 1,5%* Mpa. Hal ini menunjukkan bahwa beton yang dicampur dengan bahan tambah serat tandan kosong kelapa sawit dan *Admixture adhesive manufacturer (78)* mengalami kenaikan kuat tarik belah beton dibandingkan dengan beton normal, maka beton dengan campuran serat tandan kosong kelapa sawit dan *Admixture adhesive manufacturer (78)* dapat diaplikasikan untuk struktur bangunan.

Kata Kunci : beton, *Admixture adhesive manufacturer (78)*, serat tandan kosong , kuat tarik belah,

ABSTRACT
**UTILIZATION OF PALM EMPTY BUNCHES FIBER AS REINFORCEMENT IN
CONCRETE MIXTURES WITH AM 78 ADDITION IN TERMS OF TENSILE
STRENGTH OF CONCRETE**

(Research Studies)

Hasanul Arifin

1607210199

Dr. Fahrizal Zulkarnain, ST, M.Sc

This research tries to use an added material in the form of palm empty fruit bunches which aims to increase the resistance and tensile strength of the split. In addition, in an effort to produce a better concrete quality, *Admixture adhesive manufacturer (78)* is used as a concrete mix mixture. In this study, using *Admixture adhesive manufacturer (78)* of 1.5%, while the dimensions of the cylindrical specimen were 15 x 30 cm. The mixed design uses the SNI 03-2834-2000 method. Each variation is made 3 specimens, so that the total is 12 specimens. Soaking 28 days of fresh water with a long soaking period of 28 days. The test carried out is the tensile strength test of the concrete. The results of the optimum tensile strength of concrete at 28 days of water immersion occurred in 3% empty fruit bunches and *Admixture adhesive manufacturer (78)* 1.5% Mpa. This shows that the concrete mixed with the added material of oil palm empty bunches and *Admixture adhesive manufacturer (78)* has an increase in the tensile strength of the concrete compared to normal concrete, so the concrete with a mixture of oil palm empty bunches and *Admixture adhesive manufacturer (78)* can applied to building structures.

Keywords: concrete, sika fume, lime water, sulfate water, compressive strenght resistance

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Pemanfaatan Serat Tandan Kosong Sawit sebagai Substitusi Agregat Halus pada Campuran Beton dengan Bahan Tambah *Am* 78 Ditinjau dari Kekuatan Tarik Belah Beton” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T,M.Sc selaku Dosen Pembimbing dan yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Citra Utami S.T.,M.T selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Dr. Fetra Vanny Riza selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Munawar Alfansury Siregar, ST, MT, selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknik sipilan kepada penulis.
6. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Terima kasih yang teristimewa sekali kepada Ayahanda tercinta Supriadi dan Ibunda tercinta Ita Tri Wahyuni yang telah bersusah payah mendidik dan membiayai saya serta memberikan semangat kepada saya serta senantiasa mendo'akan saya sehingga penulisan dapat menyelesaikan studi ini tepat pada waktunya.
8. Adik penulis, Shafa Nur Alifia dan Faddiarahman Azizi yang telah memberikan dukungan kepada penulis.
9. Sahabat-sahabat penulis: Bobby Nazar, Irfan Sukuri, Delva Enzelya, Wisnu, Yusril, Togu, Irgi dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu per satu.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang membangun untuk menjadi bahan pembelajaran

berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia konstruksi teknik sipil.

Medan, Oktober 2020

Hasanul Arifin

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEALSIAN SKRIPSI	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR NOTASI	xiv
DAFTAR SINGKATAN	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Ruang Lingkup	2
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
1.6. Sistematika Pembahasan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Pengertian Beton	5
2.2. Bahan Penyusun Campuran Beton	7
2.2.1. Semen Portland	7
2.2.2. Agregat	8
2.2.2.1. Agregat Halus	9
2.2.2.2. Agregat Kasar	9
2.2.3. Air	10
2.4. Bahan Tambah	10
2.4.1 Serat Tandan Sawit	11
2.4.2 <i>Admixture Adhesive Manufacturer (78)</i>	11
2.5. <i>Slump Test</i>	11

2.6 Pengujian Kuat Tarik Belah	12
2.7. PenelitianTerdahulu	14
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	
3.1. Metode Penelitian	17
3.1.2 Bagan Alir Penelitian	18
3.2. Lokasi Penelitian	19
3.3. Teknik Pengumpulan Data	19
3.4. Bahan dan Peralatan	19
3.4.1. Bahan	19
3.4.2. Peralatan	20
3.5. Persiapan penelitian	21
3.6. Pemeriksaan Agregat	21
3.7. Pemeriksaan Agregat Halus	21
3.7.1. Kadar Air Agregat Halus	22
3.7.2. Kadar Lumpur Agregat Halus	22
3.7.3. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	23
3.7.4. Berat Isi Agregat Halus	24
3.7.5. Analisa Saringan Agregat Halus	25
3.8. Pemeriksaan Agregat Kasar	28
3.8.1. Kadar Air Agregat Kasar	28
3.8.2. Kadar Lumpur Agregat Kasar	29
3.8.3. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	29
3.8.4. Berat Isi Agregat Kasar	30
3.8.5. Analisa Saringan Agregat Kasar	31
3.8.6. Keausan Agregat Dengan Mesin <i>Los Angeles</i>	34
3.9. Perencanaan Campuran Beton	35
3.10. Pelaksanaan Penelitian	35
3.10.1. <i>Trial Mix</i>	35
3.10.2. Pembuatan Benda Uji	35
3.10.3. Pengujian <i>Slump</i>	35
3.10.4. Perawatan Beton	36
3.10.5. Pengujian Kuat Tekan	36

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Perencanaan Campuran Beton	37
4.1.1. Metode Pengerjaan <i>Mix Dsign</i>	45
4.2. Pembuatan Benda Uji	50
4.3. <i>Slump Test</i>	51
4.4. Pengujian Kuat Tarik Belah Beton	53
4.4.1. Kuat Tarik Belah Beton Normal	54
4.4.2. Kuat Tarik Belah Beton Serat Tandan Kosong 1% dan <i>Admixture Adhesive Manufacturer (78) 1,5%</i>	54
4.4.3. Kuat Tarik Belah Beton Serat Tandan Kosong 2% dan <i>Admixture Adhesive Manufacturer (78) 1,5%</i>	55
4.4.4. Kuat Tarik Belah Beton Serat Tandan Kosong 3% dan <i>Admixture Adhesive Manufacturer (78) 1,5%</i>	56
4.5. Pembahasan	57

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan	64
5.2. Saran	65

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	: Data-data hasil penelitian kadar air halus	22
Tabel 3.2	: Data-data hasil penelitian kadar lumpur agregat halus	22
Tabel 3.3	: Data-data hasil penelitian berat jenis dan penyerapa agregat halus	23
Tabel 3.4	: Data-data hasil penelitian berat isi agregat halus	24
Tabel 3.5	: Data-data hasil penelitian analisa saringan agregat halus	25
Tabel 3.6	: Data-data hasil penelitian kadar air agregat kasar	28
Tabel 3.7	: Data-data hasil penelitian kadar lumpur agregat kasar	29
Tabel 3.8	: Data-data hasil penelitian berat jenis dan penyerapan agregat kasar	30
Tabel 3.9	: Data-data hasil penelitian berat isi agregat kasar	31
Tabel 3.10	: Data-data hasil penelitian analisa saringan agregat kasar	31
Tabel 3.11	: Hasil pengujian keausan agregat	34
Tabel 4.1	: Data-data analisis yang diperoleh saat penelitian	37
Tabel 4.2	: Perencanaan campuran beton	38
Tabel 4.3	: Hasil perbandingan campuran bahan beton tiap 1 benda uji dalam 1 m ³	39
Tabel 4.4	: Perbandingan bahan beton untuk 1 benda uji (kg)	40
Tabel 4.5	: Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji	40
Tabel 4.6	: Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji	41
Tabel 4.7	: Jumlah serat tandan kosong terhadap berat agregat halus.	42
Tabel 4.8	: Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 12 benda uji	43
Tabel 4.9	: Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 12 benda uji	44
Tabel 4.10	: Hasil pengujian nilai <i>slump</i>	51

Tabel 4.11 : Hasil pengujian kuat tekan beton normal rendaman air tawar	54
Tabel 4.12 : Hasil pengujian kuat tarik belah beton serat tandan kosong 1% dan <i>Admixture adhesive manufacturer (78) 1,5%.</i>	55
Tabel 4.13 : Hasil pengujian kuat tarik belah beton serat tandan kosong 2% dan <i>Admixture adhesive manufacturer (78) 1,5%.</i>	56
Tabel 4.14 : Hasil pengujian kuat tarik belah beton serat tandan kosong 3% dan <i>Admixture adhesive manufacturer (78) 1,5%.</i>	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	: Klasifikasi agregat berdasarkan sumber material	8
Gambar 2.2	: Skema pengujian kuat tarik belah beton silinder	13
Gambar 3.1	: Bagan Alir Penelitian	18
Gambar 3.2	: Grafik gradasi agregat halus (zona 2 pasir sedang).	27
Gambar 3.3	: Grafik gradasi agregat kasar diameter maksimum 40 mm.	33
Gambar 4.1	: Hubungan faktor air semen dan kuat tekan beton silinder 15 x 30 cm	46
Gambar 4.2	: Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm pada fas 0,44	47
Gambar 4.3	: Hubungan kandung air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton pada fas 0,44	48
Gambar 4.4	: Grafik perbandingan nilai <i>slump</i>	52
Gambar 4.5	: Kuat tarik belah pada benda uji silinder	53
Gambar 4.6	: Grafik persentase nilai kuat tarik belah beton umur 28 hari.	57
Gambar 4.7	: Grafik persentase kenaikan kuat tarik belah beton 28 hari.	58

DAFTAR NOTASI

gr	=	Gram
FM	=	Modulus kehalusan
A	=	Berat contoh kering permukaan jenuh
C	=	Berat contoh SSD kering oven 110oC sampai konstan
B	=	Berat contoh jenuh
$C/(A-B)$	=	Berat jenis contoh kering
$A/(A-B)$	=	Berat jenis contoh SSD
$C/(C-B)$	=	Berat jenis contoh semu
$((A-C)/C)$	=	Penyerapan
cm	=	Centimeter
mm	=	Milimeter
kg	=	Kilogram
Mpa	=	Megapascal
M3	=	Meterkubik
$\pi r^2 t$	=	Volume silinder
P	=	Beban

DAFTAR SINGKATAN

AM(78) = *Admixture adhesive manufacturer*

SNI = Standart Nasional Indonesia

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Beton salah satu bahan konstruksi yang sering digunakan untuk bangunan gedung, jembatan, jalan, dan lain-lain. Beton adalah campuran antara semen, agregat halus, agregat kasar, air atau dengan menambah zat additive yang kemudian mengeras membentuk benda padat.

Kekuatan konstruksi beton sangat dipengaruhi pada kualitas semen, jenis material yang digunakan, ikatan/adesi antar material, pemadatan dan perawatannya. Kelebihan beton normal maupun beton ringan sama-sama memiliki kuat tekan yang tinggi tetapi lemah terhadap kuat lentur. Untuk itu dalam pemakaiannya diperlukan tulangan dan bahan tambahan lainnya untuk memperbaiki karakteristik beton agar berkualitas. Pada beberapa negara maju seperti Amerika dan Inggris, telah dikembangkan konsep perbaikan kelemahan sifat beton tersebut dengan menambahkan serat (*fiber*) pada adukan beton (Dwi P., Muchtar F, 2006).

Konsep dasarnya adalah untuk menulangi beton secara alami dengan serat yang disebarkan acak ke dalam adukan beton, sehingga dapat mencegah terjadinya retakan yang terlalu dini baik akibat beban maupun akibat panas hidrasi. Banyak sekali serat yang dapat digunakan untuk memperbaiki sifat – sifat beton. Jenis serat tersebut antara lain serat baja, serat plastik, serat karbon, serat alam, dan serat fiber glass.

Pada penelitian ini serat yang digunakan adalah serat alam, yaitu serat tandan kosong kelapa sawit yang merupakan limbah dari pabrik minyak sawit. Mengingat Indonesia merupakan salah satu negara terbesar penghasil kelapa sawit di dunia dengan luas tanaman kelapa sawit sebesar 8,43 juta Ha dari luas total tanaman kelapa sawit di Indonesia menghasilkan serat tandan kosong kelapa sawit mencapai 37 juta ton/tahun yang secara keseluruhan belum dimanfaatkan secara maksimal. Selama ini limbah tandan tersebut hanya dimanfaatkan untuk pupuk kelapa sawit, kapas sofa dan sebagian lainnya dibuang sebagai sampah. Padahal tandan kelapa sawit ini mempunyai kandungan serat yang cukup tinggi mengandung selulosa dan holoselulosa (Subyakto, 2012).

Untuk itu peneliti mencoba memanfaatkan serat tandan kosong sawit ini sebagai bahan pengisi pada campuran beton, dan diharapkan dapat memperbaiki

sifat-sifat mekanik campuran beton.

1.2. Rumusan Masalah

Pada penelitian ini terdapat beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana proses pencampuran serat tandan kosong sawit ke dalam campuran beton?
2. Apakah dengan penambahan serat tandan kosong sawit dan *AM 78 Concrete Additive* pada campuran beton dapat menaikkan atau menurunkan kuat tarik belah pada beton?
3. Berapa persentase terbaik serat tandan kosong sawit yang dipakai dalam campuran beton balok?

1.3. Ruang Lingkup Penelitian

Mengingat luasnya ruang lingkup permasalahan yang ada pada penelitian ini, maka penulis membatasi permasalahan antara lain sebagai berikut:

1. Metode untuk perencanaan campuran menggunakan metode SNI 03-2834-2000 (Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran beton Normal).
2. Persentase serat tandan kosong sawit yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebesar 1%, 2%, dan 3% terhadap berat agregat halus dengan umur 28 hari.

3. Persentase *AM 78 Concrete Additive* yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebesar 1,5% terhadap berat semen yang digunakan pada umur 28 hari.
4. Melakukan pengujian kuat tarik belah dari beton normal dan beton dengan bahan tambah serat tandan kosong sawit dan *AM 78 Concrete Additive*.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan pada penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk memeriksa hasil pengujian kuat tarik belah beton normal dan beton menggunakan bahan tambah serat tandan kosong sawit dengan persentase 1%, 2%, dan 3% dari berat agregat halus serta bahan tambah *Admixture adhesive manufacturer (AM 78)* dengan persentase 1,5% dari berat semen.
2. Untuk mengetahui pengaruh dari pemakaian serat tandan kosong sawit dan bahan *Admixture adhesive manufacturer (AM 78)* terhadap campuran beton yang akan dibuat pada 28 hari, apakah mungkin terjadi adanya perbaikan kualitas beton atau sebaliknya.
3. Untuk mencari tau pada persentase berapa persen serat tandan kosong kelapa sawit yang memiliki pengaruh paling besar terhadap kuat tekan beton.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan kualitas kuat tarik belah beton normal dengan beton yang memakai serat tandan kosong dan *AM 78 Concrete Additive* dengan persentase yang telah ditentukan dan apabila penelitian ini berhasil, diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan untuk tahap selanjutnya, baik itu penggunaan pada tahap pelaksanaan di lapangan dan dapat dikembangkan pada penelitian yang lebih lanjut.

1.6. Sistematika Pembahasan

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis membagi materi yang akan disampaikan dalam beberapa bab yaitu:

BAB 1 Pendahuluan

Membahas tentang latar belakang, rumusan masalah, ruang lingkup penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika pembahasan.

BAB 2 Tinjauan Pustaka

Membahas hal-hal berupa teori yang berhubungan dengan judul tugas akhir dan metode-metode perhitungan yang digunakan.

BAB 3 Metodologi Penelitian

Bagian ini menerangkan tentang tempat dan waktu penelitian, sumber data, teknik pengumpulan data dan metode analisis data.

BAB 4 Hasil dan Pembahasan

Merupakan hasil penelitian dan pembahasan singkat mengenai hasil penelitian yang digunakan untuk memecahkan masalah dan menarik kesimpulan.

BAB 5 Kesimpulan dan Saran

Dari pembahasan dan analisa data yang telah didapat, penulis dapat memberikan kesimpulan dan saran yang berkaitan dengan judul tugas akhir ini.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Beton

Kata beton dalam bahasa Indonesia berasal dari kata yang sama dalam bahasa Belanda. Kata *Concrete* dalam bahasa Inggris berasal dari bahasa Latin *Concretus* yang berarti tumbuh bersama atau bergabung menjadi satu. Sedangkan dalam bahasa Jepang digunakan kata *kotui-sai* yang harafiahnya berartimaterial-material seperti tulang. Beton adalah suatu massa yang terjadi dengan mencampurkan bahan semen, air dan agregat dan bahan tambah (*admixture*) bila diperlukan (Djamaluddin, Akkas, & S, n.d.).

Menurut SNI 2847:2013, beton adalah campuran semen portland atau semen hidrolis lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan (*admixture*). Seiring dengan penambahan umur, beton akan semakin mengeras dan akan mencapai kekuatan rencana ($f'c$) pada usia 28 hari. Beton memiliki daya kuat tekan yang baik oleh karena itu beton banyak dipakai atau dipergunakan untuk pemilihan jenis struktur terutama struktur bangunan, jembatan dan jalan.

Beton akhir-akhir ini sangat banyak dipakai secara luas sebagai salah satu bahan bangunan. Pada umumnya beton terdiri dari kurang lebih 15% semen, 8% air, 3% udara, selebihnya pasir dan kerikil. (Wuryati dan Candra, 2001).

Tingkat mutu beton atau sifat-sifat lain yang hendak dicapai, dapat dihasilkan dengan perencanaan yang baik dalam pemilihan bahan-bahan pembentuk serta komposisinya. Beton yang dihasilkan diharapkan memenuhi ketentuan-ketentuan seperti kelecakan dan konsistensi yang memungkinkan pengerjaan beton dengan mudah tanpa menimbulkan segregasi atau pemisahan agregat dan bleeding, ketahanan terhadap kondisi khusus yang diinginkan, memenuhi kekuatan yang hendak dicapai, serta ekonomis dari segi biayanya (Pujo Aji, Rachmat Purwono, 2010).

Beton adalah suatu massa yang terjadi dengan mencampurkan bahan semen, air dan agregat dan bahan tambah (*admixture*) bila diperlukan. Beton dapat diklasifikasikan atas :

- a. Beton non struktural, yaitu beton yang hanya terdiri dari bahan campuran semen, air dan agregat serta bahan tambah (*admixture*) bila di perlukan.
- b. Beton struktural, yaitu beton yang menggunakan bahan campuran semen, air, agregat dan bahan tambah bila di perlukan serta baja tulangan (besi beton).

Berdasarkan mutu kerjanya, maka beton dikelompokkan menjadi dua yaitu beton mutu tinggi normal dan beton mutu tinggi. Berdasarkan *ACI Committee 211.4R-93 (ACI Committee :1996)*. Beton mutu normal adalah beton yang mempunyai nilai kuat tekan kurang dari 41 MPa, dan berdasarkan *ACI Committee 363R-92*, beton mutu tinggi adalah beton yang mempunyai nilai kuat tekan 41 MPa atau lebih.

Klasifikasi beton berdasarkan kekuatannya, dapat dibagi dalam tiga kelas yaitu:

- a. Kuat tekan karakteristiknya 200-500 kg/cm² disebut beton normal *Normal Strength Concrete (NSC)*.
- b. Kuat tekan karakteristiknya 500-800 kg/cm² disebut Beton Mutu tinggi *High Strength Concrete (HSC)*.
- c. Kuat tekan karakteristiknya lebih dari 800 kg/cm² disebut Beton Sangat Tinggi *Very High Strength Concrete (VHSC)*.

Perbaikan kualitas serta sifat beton dapat dilakukan dengan berbagai cara antara lain dengan mengganti maupun menambah material pokok semen dan agregat, sehingga dihasilkan beton dengan sifat-sifat spesifik seperti beton ringan, beton berat, beton tahan bahan kimia tertentu dan sebagainya. Beton serat (*fibre reinforced concrete*) merupakan modifikasi beton konvensional dengan menambahkan serat pada adukannya. Serat yang digunakan dapat dibuat dari berbagai jenis bahan antara lain kawat, plastik, limbah kain, bambu, dan lain-lain. Beton serat didefinisikan sebagai beton yang terbuat dari campuran semen, agregat halus, agregat kasar dan sejumlah kecil serat/fibre. Bahan-bahan serat yang dapat digunakan untuk perbaikan sifat beton pada beton serat antara lain baja, plastik, kaca, karbon serta serat dari bahan alami seperti ijuk, rami maupun serat dari tumbuhan lain (Suhardiman, 2011).

2.2 Bahan Penyusun Campuran Beton

Untuk memahami dan mempelajari seluruh perilaku elemen gabungan diperlukan pengetahuan tentang karakteristik masing-masing komponen. Beton

dihasilkan dari sekumpulan interaksi mekanis dan kimiawi sejumlah material pembentuknya (Nawy,1990). Bahan pembentuk beton terdiri dari campuran agregat halus dan kasar dengan semen dan air sebagai pengikatnya.

2.2.1. Semen Portland

Semen portland merupakan semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen portland terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain (SNI 15-2049-2004).

SNI 15-2049-2004 membagi semen portland menjadi 5 jenis:

- Jenis I : Semen Portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis- jenis lain.
- Jenis II : Semen Portland yang dalam peng- gunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.
- Jenis III : Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi.
- Jenis IV : Semen Portland yang dalam peng- gunaannya memerlukan kalor hidrasi yang rendah.
- Jenis V : Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan yang tinggi terhadap sulfat.

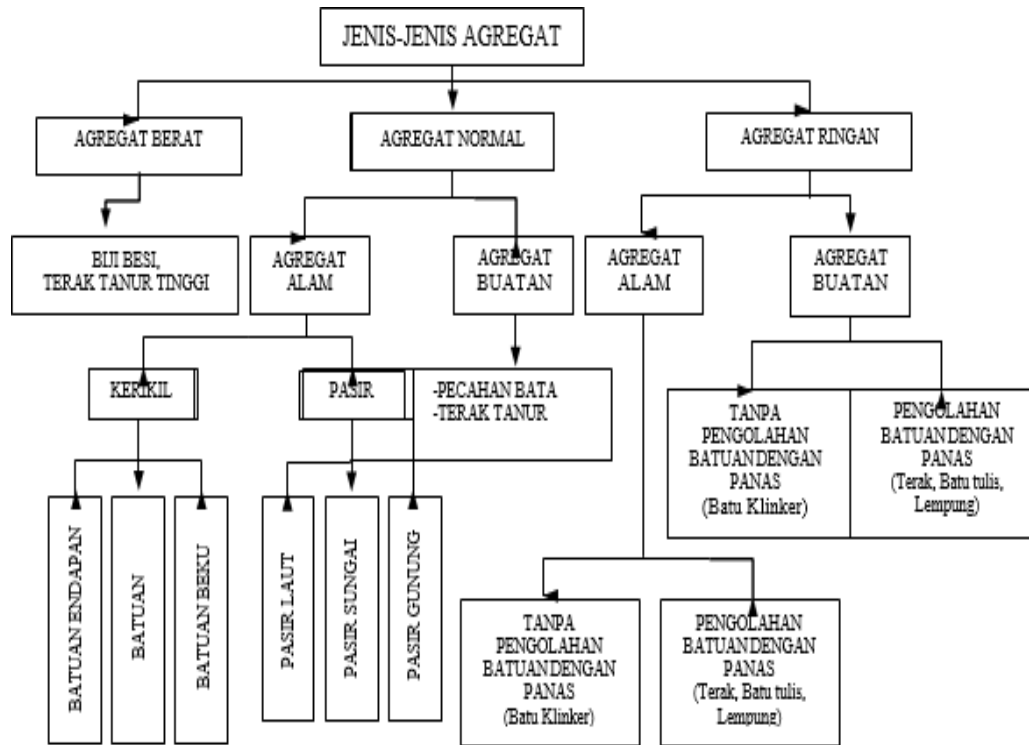
2.2.2 Agregat

Agregat merupakan butiran mineral alami atau buatan yang berfungsi sebagai bahan pengisi campuran beton. Agregat menempati 70 % volume beton, sehingga sangat berpengaruh terhadap sifat ataupun kualitas beton, sehingga pemilihan agregat merupakan bagian penting dalam pembuatan beton (Wahyudi & Edison, 2013).

Sifat yang paling penting dari suatu agregat (batu-batuan, kerikil, pasir, dan lain sebagainya) ialah kekuatan hancur dan ketahanan terhadap benturan, yang dapat mempengaruhi ikatannya dengan pasta semen, porositas dan karakteristik penyerapan air yang mempengaruhi daya tahan terhadap agresi kimia, serta

ketahanan terhadap penyusutan (Nugraha, 2007).

Agregat dapat dibedakan atas dua jenis yaitu: agregat alam dan agregat buatan (pecahan). Agregat alam dan buatan inipun dapat dibedakan berdasarkan beratnya, asalnya, diameter butirnya (gradasi) dan tekstur permukaannya. Pada Gambar 2.1 dapat dilihat pembagian jenis agregat berdasarkan sumber materialnya.



Gambar 2.1 Klasifikasi agregat berdasarkan sumber material (Mulyono, 2003).

2.2.2.1. Agregat Halus

Agregat halus (pasir) berasal dari hasil disintegrasi alami dari batuan alam atau pasir buatan yang dihasilkan dari alat pemecah batu (*stone crusher*) dan mempunyai ukuran butir 5 mm.

Agregat alami yang digunakan untuk agregat campuran beton dapat digolongkan menjadi 3 macam, yaitu:

a. Pasir galian

Pasir golongan ini diperoleh langsung dari permukaan tanah atau dengan cara menggali terlebih dahulu. Pasir ini biasanya tajam, bersudut, berpori dan bebas dari kandungan garam, tetapi biasanya harus dibersihkan dari kotoran tanah dengan cara mencucinya.

b. Pasir sungai

Pasir ini diperoleh langsung dari dasar sungai, umumnya berbutir halus, bulat-bulat akibat proses gesekan. Daya lekat antar butir-butir agak kurang karena butir yang bulat. Karena besar butir-butirnya kecil, maka baik dipakai untuk memplaster tembok, juga dapat dipakai untuk keperluan yang lain.

c. Pasir laut

Pasir laut ini adalah pasir yang diambil dari pantai. Butir-butirnya halus dan bulat karena gesekan. Pasir ini merupakan pasir yang paling jelek karena banyak mengandung garam-garaman. Garam-garaman ini menyerap kandungan air dari udara dan ini mengakibatkan pasir selalu agak basah dan juga menyebabkan pengembangan bila sudah menjadi bangunan.

2.2.2.2. Agregat Kasar

Agregat kasar merupakan agregat yang semua butirannya tertinggal di atas ayakan 4,75 mm (ASTM C33, 1982), yang biasanya disebut kerikil. Material ini merupakan hasil disintegrasi alami batuan atau hasil dari industri pemecah batu. Butir-butir agregat harus bersifat kekal, artinya tidak pecah ataupun hancur oleh pengaruh-pengaruh cuaca, seperti terik matahari atau hujan.

2.2.3 Air

Air yang digunakan pada campuran beton harus bersih dan bebas dari bahan-bahan merusak yang mengandung oli, asam alkali, garam, bahan organik, atau bahan-bahan lainnya yang merugikan terhadap beton atau tulangan (SNI-03-2847-2002). Hampir semua air alami yang dapat diminum dan tidak mempunyai rasa atau bau yang mencolok memenuhi syarat sebagai air campuran untuk pembuatan beton. Apabila ketidakmurnian dalam air campuran berle-bihan, dapat mempengaruhi tidak hanya waktu pengikatan (*setting time*), kuat beton, stabilitas volume (perubahan panjang), tetapi dapat juga mengakibatkan pengefloran (*efflorescence*) atau korosi tulangan. Konsentrasi tinggi dari bahan solid yang dapat larut dalam air, sebaiknya dihindari. Air yang tidak dapat diminum tidak boleh digunakan pada beton, kecuali ketentuan berikut terpenuhi (SNI-03-2847-2002):

1. Pemilihan proporsi campuran beton harus didasarkan pada campuran beton yang menggunakan air dari sumber yang sama.
2. Hasil pengujian pada umur 7 dan 28 hari pada kubus uji mortar yang dibuat dari

adukan dengan air yang tidak dapat diminum harus mempunyai kekuatan sekurang-kurangnya sama dengan 90% dari kekuatan benda uji yang dibuat dengan air yang dapat diminum. (Pardomuan, Tanudjaja, & Windah, 2015).

2.4. Bahan tambah

Berdasarkan Anonim 1 (2000), bahan tambah adalah bahan yang ditambahkan pada campuran bahan pembuatan beton untuk tujuan tertentu. Admixture adalah bahan-bahan yang ditambahkan ke dalam campuran beton pada saat atau selama pencampuran berlangsung. Fungsi dari bahan ini adalah untuk mengubah sifat-sifat dari beton agar menjadi lebih cocok untuk pekerjaan tertentu, atau untuk menghemat biaya (Mulyono, 2004).

Admixture atau bahan tambah yang didefinisikan dalam *Standard Definitions of terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates* (ASTM C.125-1995:61) dan dalam *Cement and Concrete Terminology* (ACI SP-19) adalah sabagai material selain air, agregat dan semen hidrolik yang dicampurkan dalam beton atau mortar yang ditambahkan sebelum atau selama pengadukan berlangsung. Bahan tambah digunakan untuk memodifikasi sifat dan karakteristik dari beton misalnya untuk dapat dengan mudah dikerjakan, mempercepat pengerasan, menambah kuat tekan, penghematan, atau untuk tujuan lain seperti penghematan energi (Mulyono, 2003).

Bahan tambah biasanya diberikan dalam jumlah yang relatif sedikit, dan harus dengan pengawasan yang ketat agar tidak berlebihan yang justru akan dapat memperburuk sifat beton.

2.4.1. Serat Tandan Sawit

Menurut Subyakto (2012), Indonesia mempunyai kekayaan sumber daya alam serat non kayu yang melimpah dan yang belum dimanfaatkan secara maksimal. Serat non kayu merupakan serat yang berasal dari tanaman- tanaman serat alam (seperti sisal, rami, kenaf, nenas), bambu, serta limbah pertanian dan perkebunan. Serat tandan sawit juga merupakan serat non kayu yang tersedia cukup banyak di Indonesia. Dari data tahun 2009, Indonesia menghasilkan serat pelepah sawit 80 juta ton, tandan kosong sawit 37 juta ton, batang sawit 16,4 juta ton (Amna, Wesli, & Hamzani, 2014)

2.4.2. *Admixture adhesive manufacturer (78)*

Bahan Tambahan (admixture) Bahan tambahan (admixture) adalah bahan-bahan yang ditambahkan ke dalam campuran beton pada saat atau selama pencampuran berlangsung. Fungsi dari bahan ini adalah untuk mengubah sifat-sifat dari beton agar menjadi lebih cocok untuk pekerjaan tertentu. Dalam penelitian ini produk yg diteliti adalah AM 78 yaitu bahan additive yang sangat efektif untuk mengurangi pemakaian air 15-20% tanpa mempersulit proses pengerjaan pengecoran. AM 78 juga mampu meningkatkan kekuatan tekan (Compressive Strength) dan menurunkan tingkat Dry Shrinkage of Concrete sehingga beton tidak mudah retak.

2.5. *Slump Test*

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 kedalam 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 keatas secara vertikal dan *slump* dapat diukur dengan cara mengukur perbedaan tinggi antara wadah dengan tinggi beton setelah wadah diangkat. Tingkat kemudahan pengerjaan berkaitan erat dengan tingkat kelecakan atau keenceran adukan beton. Makin cair adukan maka makin mudah cara pengerjaannya. Untuk mengetahui kelecakan suatu adukan beton biasanya dengan dilakukan pengujian *slump*. Semakin tinggi nilai *slump* berarti adukan beton makin mudah untuk dikerjakan.

Dalam praktek, ada tiga macam tipe *slump* yang terjadi yaitu:

- *Slump* sebenarnya, terjadi apabila penurunannya seragam tanpa ada yang runtuh.
- *Slump* geser, terjadi bila separuh puncaknya bergeser dan tergelincir kebawah pada bidang miring.
- *Slump* runtuh, terjadi bila kerucut runtuh semuanya.

2.6. Pengujian Kuat Tarik Belah

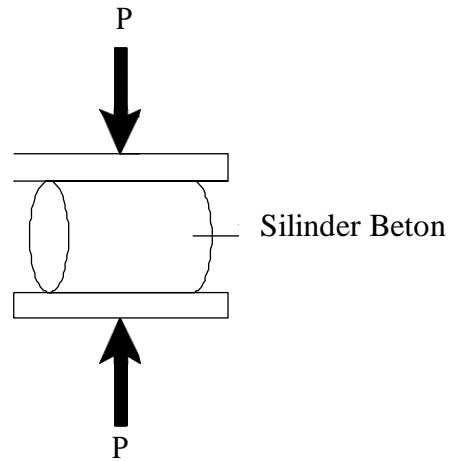
Kuat tarik belah beton benda uji silinder ialah nilai kuat tarik tidak langsung dari benda uji beton berbentuk silinder yang diperoleh dari hasil pembebanan benda uji tersebut yang diletakkan mendatar sejajar dengan permukaan meja penekan mesin uji (Purnomo & Setyawati, 2014).

Kuat tarik belah adalah salah satu parameter penting kekuatan beton. Nilai kuat tarik belah diperoleh melalui pengujian tekan di laboratorium dengan membebani setiap benda uji silinder secara lateral sampai pada kekuatan maksimumnya.

Kuat tarik beton merupakan suatu bagian yang penting dalam menahan retak akibat perubahan kadar air, suhu dan pembebanan. Kuat tarik beton sangat dipengaruhi oleh lekatan antara pasta semen dengan agregat kasar. 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 semen dengan serat cukup besar.

Sifat kuat tarik dipengaruhi oleh mutu betonnya. Setiap usaha perbaikan mutu beton untuk kekuatan tekan hanya disertai oleh peningkatan yang kecil dari kuat tariknya. Dalam SI ditentukan hubungan kuat tarik dengan kuat tekannya (f_c) adalah $0,5\sqrt{f_c} - 0,6\sqrt{f_c}$. Kekuatan tarik beton relatif rendah, kira-kira 10%- 15% dari kekuatan tekan beton, kadang-kadang 20%. Kekuatan ini lebih sukar untuk diukur dan hasilnya berbeda-beda dari satu bahan percobaan ke bahan percobaan yang lain dibandingkan untuk silinder-silinder tekan (Ferguson, 1986:11).

Besarnya nilai hasil uji kuat tarik belah beton dapat digunakan sebagai acuan untuk mengestimasi beban retak beton atau momen retak (M_{retak}) yang sering digunakan dalam perencanaan beton prategang. Uji kuat tarik beton diperoleh dari uji sampel berbentuk silinder yang diuji belah (*splitting test*). Pengujian menggunakan benda uji beton silinder berdiameter 150 mm dan panjang 300 mm, diletakkan pada arah memanjang di atas alat penguji kemudian beban tekan diberikan merata arah tegak dari atas pada seluruh panjang silinder seperti pada gambar 2.2.



Gambar 2.2. Skema pengujian kuat tarik belah beton silinder

Gaya P bekerja pada kedua sisi silinder sepanjang L dan gaya ini disebarkan seluas selimut silinder ($\pi \cdot D \cdot L$) secara berangsur-angsur pembebanan dinaikkan sehingga tercapai nilai maksimum dan silinder pecah terbelah oleh gaya tarik horizontal (Gunawan, Sunarmasto, & Yunanto, 2014).

Tegangan tarik yang timbul sewaktu benda uji terbelah disebut sebagai tegangan tarik belah, diperhitungkan dengan persamaan sebagai berikut (SNI 2491:2014):

$$F_{ct} = \frac{2P}{\pi LD}$$

Dengan :

F_{ct} : Kuat tarik belah (MPa)

P : Beban maksimum beban belah (N)

L : Panjang benda uji silinder (mm)

D : Diameter benda uji silinder (mm)

Π : Phi

2.7. Penelitian Terdahulu

Menurut Mulyono (2004), beton merupakan fungsi dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolik (portland cement), agregat kasar, agregat halus, air dan bahan tambah (admixture atau additivie). Kekuatan konstruksibeton sangat berpengaruh terhadap jenis material yang digunakan. Beton memiliki

kelebihan dan kekurangannya masing-masing, yaitu:

a. Kelebihan

- Dapat dengan mudah dibentuk sesuai dengan keperluan konstruksi.
- Mampu memikul beban yang berat.
- Tahan terhadap temperature yang tinggi dan biaya pemeliharaan yang kecil.

b. Kekurangan

- Bentuk yang sudah dibentuk sulit diubah.
- Pelaksanaan pekerjaannya membutuhkan ketelitian yang tinggi dan berat.
- Daya pantul surve yang besar.

Menurut ACI (American Concrete Institute) Committee 544 2009, beton berserat diartikan sebagai beton yang terbuat dari semen hidrolis, agregat halus, agregat kasar dan sejumlah kecil serat yang tersebar secara acak, yang mana masih dimungkinkan untuk diberi bahan-bahan additive. Sedangkan Menurut (Tjokrodimulyo, 1996) maksud utama penambahan serat dalam beton adalah untuk menambah kuat tarik beton, mengingat kuat tarik beton sangat rendah. Kuat tarik yang sangat rendah berakibat beton sangat mudah retak, yang pada akhirnya mengurangi keawetan beton. Dengan adanya serat, ternyata beton menjadi lebih tahan retak. Perlu diperhatikan bahwa pemberian serat tidak banyak menambah kuat tekan beton, namun hanya menambah daktilitas.

Menurut Dwi P. Muchtar P. (2006) Kekuatan konstruksi beton sangat dipengaruhi pada kualitas semen, jenis material yang digunakan, ikatan/adesi antar material, pemadatan dan perawatannya. Kelebihan beton normal maupun beton ringan sama-sama memiliki kuat tekan yang tinggi tetapi lemah terhadap kuat lentur. Untuk itu dalam pemakaiannya diperlukan tulangan dan bahan tambahan lainnya untuk memperbaiki karakteristik beton agar berkualitas. Pada beberapa negara maju seperti Amerika dan Inggris, telah dikembangkan konsep perbaikan kelemahan sifat beton tersebut dengan menambahkan serat (fiber) pada adukan beton (Dwi P., Muchtar F, 2006).

Menurut (Herawan dan Rivani, 2013) Pemanfaatan TKS yang belum optimal mendorong perlunya kajian dalam pengolahan menjadi produk berkualitas antara lain sebagai bahan penyusun dalam konstruksi.

Menurut Satwarnirat, 2005 Kelemahan beton sebagai bahan konstruksi adalah tegangan tarik yang rendah dan sifatnya yang getas, karena itu beton membutuhkan perkuatan berupa tulangan tarik untuk menahan tegangan tarik yang terjadi. Pada

beberapa negara maju seperti Amerika dan Inggris, telah dikembangkan konsep perbaikan kelemahan sifat beton tersebut dengan menambahkan serat (fiber) pada adukan beton. Konsep dasarnya adalah untuk menulangi beton dengan serat yang disebarkan acak kedalam adukan beton, sehingga dapat mencegah terjadinya retakan yang terlalu dini baik akibat beban maupun akibat panas hidrasi. Disamping itu serat dalam beton berguna untuk mencegah keretakan sehingga menjadikan beton serat lebih daktil dari pada beton biasa. Pasalnya tandan kelapa sawit memiliki kandungan serat yang cukup tinggi mengandung selulosa dan holoselulosa yang tinggi (Satwarnirat, 2005).

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, yaitu metode yang dilakukan dengan mengadakan kegiatan percobaan untuk mendapatkan data. Tahapan awal penelitian yang dilakukan di Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara adalah pengambilan data sekunder pengujian bahan dasar agregat dan melakukan pengujian bahan dasar agregat yang akan digunakan pada percobaan campuran beton. Sebagai acuan dalam penyelesaian tugas akhir ini tidak terlepas dari data-data pendukung. Data pendukung diperoleh dari:

1. Data primer

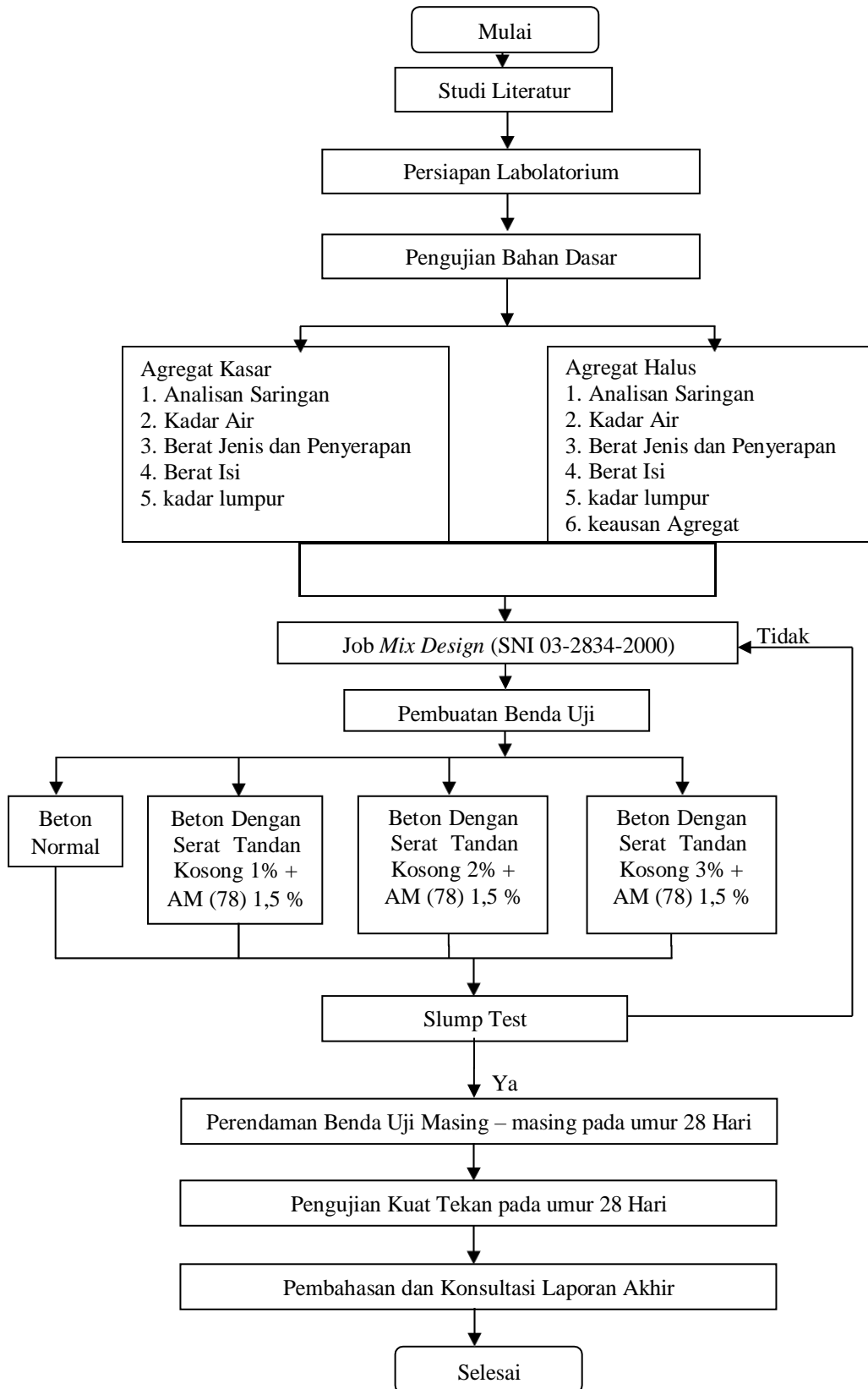
Data primer adalah data yang diperoleh dari hasil yang dilaksanakan di laboratorium. Data yang diperoleh dari hasil perhitungan di laboratorium seperti:

- Analisa saringan agregat.
- Berat jenis dan penyerapan.
- Pemeriksaan berat isi agregat.
- Pemeriksaan kadar air agregat.
- Perbandingan dalam campuran beton (*Mix design*).
- Kekentalan adukan beton segar (*slump*).
- Uji kuat tarik belah beton.

2. Data sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari beberapa buku yang berhubungan dengan teknik beton (literatur) dan konsultasi langsung dengan Dosen Pembimbing. Data teknis mengenai SNI-03-2834 (2000), PBI (Peraturan Beton Indonesia), SNI-2491-2014 serta buku-buku atau literatur sebagai penunjang guna untuk memperkuat suatu penelitian yang dilakukan. Langkah-langkah penelitian yang dilaksanakan dapat dilihat pada Gambar 3.1.2.

3.1.2. Bagan Alir Penelitian



Gambar 3.1. Bagan Alir Penelitian

3.2. Lokasi Penelitian

Tempat dan waktu penelitian adalah sebagai berikut:

1. Tempat Penelitian

Penelitian ini 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.

2. Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari 2020 hingga Agustus 2020.

3.3. Teknik Pengumpulan Data

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.

3.4. Bahan dan Peralatan

3.4.1. Bahan

Komponen bahan pembentuk beton yang digunakan yaitu:

a. Semen

Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah Semen Padang tipe 1 PPC (*Portland Pozolan Cement*).

b. Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir yang diperoleh dari daerah Binjai.

c. Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah batu pecah yang diperoleh dari daerah Binjai.

d. Air

Air yang digunakan berasal dari PDAM Tirtanadi Medan.

e. Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit

Serat tandan kosong yang dipakai dalam penelitian ini berdiameter $\pm 0,3$ mm dan dipotong-potong dengan panjang $\pm 1-5$ cm dengan persentase 1%, 2%, dan 3% terhadap berat agregat halus yang digunakan. Serat tandan kosong kelapa sawit yang digunakan dalam penelitian ini didapat dari pabrik kelapa sawit di Adolina, Batang Terap, Kec. Perbaungan, Kabupaten Serdang Bedagai, Sumatera Utara 20986

f. Bahan *Admixture*

Bahan *admixture* yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Admixture Adhesive Manufacturer 78 (Am 78)* dengan persentase 1,5% dari berat semen. *Admixture Adhesive Manufacturer 78 (Am 78)* ini merupakan produk AM dan dibeli di supermarket bahan bangunan.

3.4.2. Peralatan

Alat-alat yang digunakan di dalam penelitian ini antara lain:

Peralatan material :

- a. Saringan agregat kasar : Saringan 1,5", 1/2", 3/4", 3/8", dan no.4
- b. Saringan agregat halus : Saringan no.4, no.8, no.16, no.30, no.50, dan no.100
- c. Timbangan digital
- d. Plastik ukuran 10 kg

Peralatan pembuatan beton :

- a. Pan
- b. Ember
- c. Satu set alat *slump test* : kerucut *abrams*, tongkat pemadat, mistar, dan plat baja.
- d. Skop tangan
- e. Skrap
- f. Tabung ukur
- g. Sarung tangan
- h. Cetakan silinder ukuran 15 x 30 cm
- i. Vaseline

- j. Kuas
- k. Mesin pengaduk beton (*mixer*)
- l. Bak perendam

Alat pengujian kuat tarik belah beton :

- a. Mesin kuat tekan (*compression test*)
- b. Pelat atau batang penekan tambahan
- c. Bantalan bantu pembebanan

3.5. Persiapan Penelitian

Setelah seluruh material yang diperoleh telah sampai lokasi, maka material dipisahkan menurut jenisnya untuk mempermudah dalam tahapan-tahapan penelitian dan juga agar material tidak tercampur dengan bahan-bahan yang lain sehingga mempengaruhi kualitas material. Material dibersihkan dari lumpur dan melakukan penjemuran pada material yang basah.

3.6. Pemeriksaan Agregat

Di dalam pemeriksaan agregat baik agregat kasar maupun agregat halus dilakukan di Laboratorium mengikuti panduan dari ASTM tentang pemeriksaan agregat.

3.7. Pemeriksaan Agregat Halus

Penelitian ini meliputi beberapa tahapan/pemeriksaan diantaranya:

- Pemeriksaan kadar air.
- Pemeriksaan kadar lumpur.
- Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan.
- Pemeriksaan berat isi.
- Pemeriksaan analisa saringan.

3.7.1. Kadar Air Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 566. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.1 sehingga diketahui kadar air agregat halus yang diperiksa. Dari 2 data yang dilakukan pengujian dengan berat masing- masing 1000 gr. Maka didapatlah persentase kadar air 0,9 %.

Tabel 3.1: Data-data hasil penelitian kadar air halus.

Pengujian	Contoh I (gr)	Contoh II (gr)	Rata-rata
Berat contoh SSD dan wadah	1188	1175	1181,5
Berat contoh SSD	1000	1000	1000
Berat contoh kering oven & wadah	1177	1168	1172,5
Berat wadah	188	175	181,5
Berat air	11	7	9
Berat contoh kering	989	993	991
Kadar air	1,1%	0,7%	0,9%

3.7.2. Kadar Lumpur Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 566. Hasil dari kadar lumpur dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2: Data-data hasil penelitian kadar lumpur agregat halus.

Pengujian	Contoh I (gr)	Contoh II (gr)	Rata-rata
Berat contoh kering : A (gr)	500	500	500
Berat contoh setelah dicuci : B (gr)	487	483	485
Berat kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci C (gr)	13	17	15
Persentase kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci (%)	2,6	3,4	3

Berdasarkan Tabel 3.2 pemeriksaan kadar lumpur agregat halus dilakukan dengan mencuci sampel dengan menggunakan air, kemudian disaring dengan menggunakan saringan No. 200, persentase yang didapat dihitung dari pembagian berat kotoran agregat yang lolos saringan dibagi dengan berat contoh awal contoh, kemudian membuat hasilnya di dalam persentase. Dari percobaan ini didapat persentase kadar lumpur untuk sampel yang pertama sebesar 2,6%, dan sampel kedua sebesar 3,4%. Maka, untuk mengambil nilai kadar lumpur diambil dari rata-rata pengujian yakni sebesar 3%. Jumlah persentase tersebut telah memenuhi persyaratan berdasarkan PBI 1971 yaitu $< 5\%$.

3.7.3. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan SNI ASTM C 128. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.3. Pada tabel terlampir 3 macam berat jenis, yakni berat jenis contoh semu, berat jenis SSD, dan berat jenis contoh semu. Berat jenis agregat terpenuhi apabila nilai Berat Jenis Contoh Kering $<$ Berat Jenis SSD $<$ Berat Jenis Contoh Semu dengan nilai rata-rata $2,475 \text{ gr/cm}^3 < 2,505 \text{ gr/cm}^3 < 2,56 \text{ gr/cm}^3$ dan nilai penyerapan rata-rata sebesar 1,32%. Berdasarkan standar ASTM C 128 tentang absorpsi yang baik adalah dibawah 2% dan nilai absorpsi agregat halus yang diperoleh telah memenuhi syarat.

Tabel 3.3: Data-data hasil penelitian berat jenis dan penyerapan agregat halus.

Pengujian	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat contoh SSD kering permukaan jenuh	500	500	500
Berat contoh SSD kering oven 110°C sampai konstan	494	493	493,5
Berat piknometer penuh air	674	674	674
Berat contoh SSD dalam piknometer penuh air	974	975	974,5

Tabel 3.3: *Lanjutan.*

Pengujian	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat jenis contoh kering ($E/(B+D-C)$)	2,47	2,48	2,475
Berat jenis contoh SSD ($B/(B+D-C)$)	2,50	2,51	2,505
Berat jenis contoh semu ($E/(E+D-C)$)	2,55	2,57	2,56
Penyerapan ($(B-E)/E \times 100\%$)	1,21	1,42	1,32

3.7.4. Berat Isi Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 29. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.4 sehingga diketahui berat isi agregat halus yang diperiksa.

Tabel 3.4: Data-data hasil penelitian berat isi agregat halus.

No	Pengujian	Contoh I	Contoh II	Contoh III	Rata-rata
1	Berat contoh & wadah (gr)	18873	20523	20603	19999,7
2	Berat wadah (gr)	5400	5400	5400	5400
3	Berat contoh (gr)	13473	15123	15203	14599,7
4	Volume wadah (cm^3)	10861,71	10861,71	10861,71	10861,71
5	Berat Isi (gr/cm^3)	1,24	1,39	1,40	1,34

Berdasarkan Tabel 3.4 menjelaskan hasil pemeriksaan yang dilakukan didapat hasil berat isi agregat halus dengan rata-rata sebesar 1,34 gr/cm³. Hasil ini didapat dari rata-rata ketiga contoh, yang berdasarkan perbandingan nilai berat contoh yang didapat dengan volume wadah yang dipakai dalam percobaan. Hasil dari percobaan tersebut telah memenuhi standar yang ditetapkan yaitu >1,125 gr/cm³.

3.7.5. Analisa Saringan Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 33. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.5 dan batas gradasi agregat halus pada Gambar 3.2, sehingga diketahui modulus kehalusan agregat halus yang diperiksa.

Berdasarkan Tabel 3.5 menjelaskan pemeriksaan analisa saringan agregat halus ini menggunakan nomor saringan yang telah ditentukan berdasarkan SNI 03-2834-2000, yang nantinya akan dibuat grafik zona gradasi agregat yang didapat darinilai kumulatif agregat.

Tabel 3.5: Data-data hasil penelitian analisa saringan agregat halus.

Sieve Size	Retained Fraction				Cumulative	
	Sample 1	Sample 2	Total Weight (gr)	%	Retained	Passing
9.52 (3/8 in)	0	0	0	0,00	0,00	100,00
4.75 (No. 4)	17	26	43	1,95	1,95	98,05
2.36 (No. 8)	67	104	171	7,77	9,72	90,28
1.18 (No.16)	181	219	400	18,18	27,9	72,1
0.60 (No. 30)	287	322	609	27,68	55,58	44,42
0.30 (No. 50)	290	331	621	28,23	83,81	16,19
0.15 (No. 100)	135	163	298	13,54	97,35	2,65
Pan	23	35	58	2,64	100	0
Total	1000	1200	2200	100		

Apakah agregat yang dipakai termasuk zona pasir kasar, sedang, agak halus, atau pasir halus. Penjelasan nilai kumulatif agregat didapat dari penjelasan berikut ini:

Total berat pasir = 2200 gram

- Persentase berat tertahan rata-rata:

$$\begin{aligned}
 \text{No.4} &= \frac{43}{2200} \times 100\% = 1,95 \% \\
 \text{No.8} &= \frac{171}{2200} \times 100\% = 7,77 \% \\
 \text{No.16} &= \frac{400}{2200} \times 100\% = 18,18 \% \\
 \text{No.30} &= \frac{609}{2200} \times 100\% = 27,68 \% \\
 \text{No.50} &= \frac{621}{2200} \times 100\% = 28,28 \% \\
 \text{No.100} &= \frac{298}{2200} \times 100\% = 13,54 \% \\
 \text{Pan} &= \frac{58}{2200} \times 100\% = 2,64 \%
 \end{aligned}$$

- Persentase berat kumulatif tertahan:

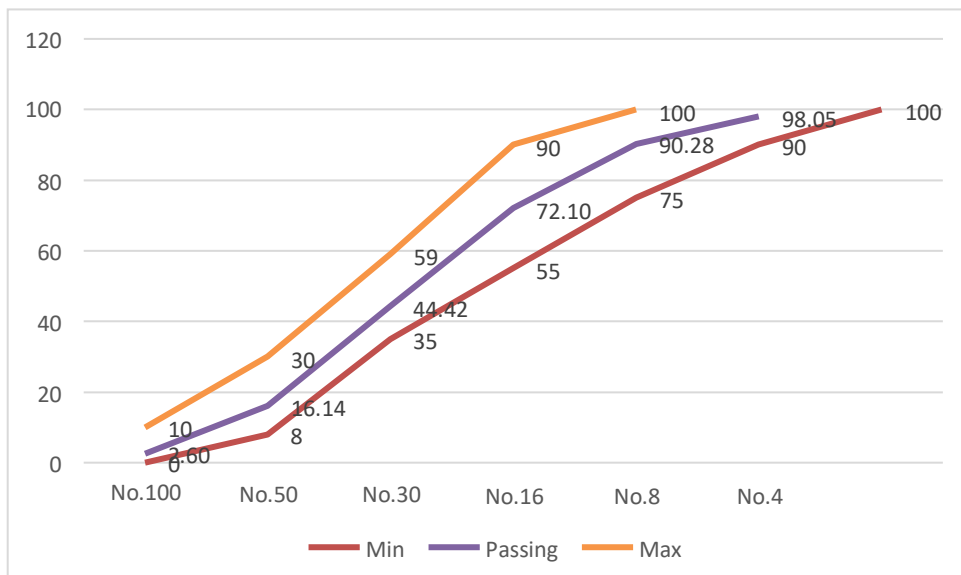
$$\begin{aligned}
 \text{No.4} &= 0 + 1,95 = 1,95 \% \\
 \text{No.8} &= 1,95 + 7,77 = 9,72 \% \\
 \text{No.16} &= 9,72 + 18,18 = 27,90 \% \\
 \text{No.30} &= 27,90 + 27,68 = 55,58 \% \\
 \text{No.50} &= 55,58 + 28,28 = 83,86 \% \\
 \text{No.100} &= 83,86 + 13,54 = 97,40 \% \\
 \text{Pan} &= 97,40 + 2,64 = 100,00 \%
 \end{aligned}$$

Jumlah persentase kumulatif yang tertahan = 276,41 %

$$\begin{aligned}
 \text{FM (Modulus kehalusan)} &= \frac{\text{Jumlah \% Kumulatif Tertahan}}{100} \\
 &= \frac{276,41}{100} \\
 \text{FM} &= 2,76
 \end{aligned}$$

- Persentase berat kumulatif yang lolos saringan:

No.4	=	100	-	1,95	=	98,05	%
No.8	=	100	-	9,72	=	90,28	%
No.16	=	100	-	27,90	=	72,10	%
No.30	=	100	-	55,58	=	44,42	%
No.50	=	100	-	83,86	=	16,14	%
No.100	=	100	-	97,40	=	2,60	%
Pan	=	100	-	100,00	=	0,00	%



Gambar 3.2: Grafik gradasi agregat halus (zona 2 pasir sedang).

Berdasarkan Gambar 3.2 menjelaskan hasil pemeriksaan analisa saringan agregat halus pada Tabel 3.5 diperoleh nilai modulus kehalusan sebesar 2,76 dan dari grafik hasil pengujian diketahui bahwa agregat halus yang diuji termasuk di zona 2 (pasir sedang) seperti Gambar 3.2.

3.8. Pemeriksaan Agregat Kasar

Penelitian ini meliputi beberapa tahapan/pemeriksaan diantaranya:

- Pemeriksaan kadar air.
- Pemeriksaan kadar lumpur.
- Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan.
- Pemeriksaan berat isi.
- Pemeriksaan analisa saringan.
- Keausan agregat dengan mesin *Los Angeles*.

3.8.1 Kadar Air Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 566.

Tabel 3.6: Data-data hasil penelitian kadar air agregat kasar.

Pengujian	Contoh I (gr)	Contoh II (gr)	Rata-rata
Berat contoh SSD & berat wadah	1528	1570	1549
Berat contoh SSD	1000	1000	1000,0
Contoh kering oven & wadah	1523	1565	1544
Berat wadah	528	570	549
Berat air	5	5	5
Berat contoh kering	995	995	995

Kadar air	0,5%	0,5%	0,5%
-----------	------	------	------

Berdasarkan Tabel 3.6 menjelaskan hasil pemeriksaan kadar air pada agregat kasar didapat rata-rata kadar air sebesar 0,5%. Percobaan ini dilakukan sebanyak dua kali pengujian, pada contoh pertama, kadar air yang didapat sebesar 0,5%, dan contoh kedua didapat kadar air sebesar 0,5%. Hasil diatas tersebut telah memenuhi standar yang ditentukan yaitu yaitu 0,5% - 1,5%.

3.8.2. Kadar Lumpur Agregat Kasar

Berdasarkan ASTM C 117 yang dituliskan dalam Tabel 3.7, hasil pemeriksaan kadar lumpur agregat kasar dilakukan dengan mencuci sampel yang menggunakan air, kemudian disaring dengan menggunakan saringan No. 200, persentase yang didapat dihitung dari pembagian berat kotoran agregat yang lolos saringan dibagi dengan berat contoh awal, kemudian membuat hasilnya di dalam persentase. Dari percobaan ini didapat persentase kadar lumpur untuk sampel yang pertama sebesar 0,8%, dan sampel kedua sebesar 0,6%. Maka, untuk mengambil nilai kadar lumpur diambil dari rata-rata pengujian yakni sebesar 0,7%.

Tabel 3.7: Data-data hasil penelitian kadar lumpur agregat kasar.

Pengujian	Sample I (gr)	Sample II (gr)	Rata-rata
Berat contoh kering : A (gr)	1000	1000	1000
Berat contoh setelah dicuci : B (gr)	992	994	993
Berat kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci C (gr)	8	6	7
Persentase kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci (%)	0,8	0,6	0,7

3.8.3. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 127.

Tabel 3.8: Data-data hasil penelitian berat jenis dan penyerapan agregat kasar.

Pengujian	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat contoh SSD kering permukaan jenuh (A)	2500	2500	2500
Berat contoh SSD kering oven 110°C sampai konstan (C)	2482	2481	2481,5
Berat contoh jenuh (B)	1580	1565	1597,5
Berat jenis contoh kering $C/(A-B)$	2,698	2,653	2,676
Berat jenis contoh SSD $A/(A-B)$	2,717	2,674	2,696
Berat jenis contoh semu $C/(C-B)$	2,752	2,708	2,730
Penyerapan $((A-C)/C) \times 100\%$	0,725	0,766	0,746

Berdasarkan hasil pemeriksaan di dapat data-data pada Tabel 3.8 sehingga dapat diketahui nilai berat jenis maupun penyerapan (*absorbtion*) pada agregat halus yang diteliti. Pada Tabel 3.8 terlampir 3 macam berat jenis, yakni berat jenis contoh semu, berat jenis SSD, dan berat jenis contoh semu. Berat jenis agregat terpenuhi apabila nilai Berat Jenis Contoh Kering < Berat Jenis SSD < Berat Jenis Contoh Semu. Dari percobaan didapat rata-rata nilai berat jenis contoh kering sebesar 2,676 gr/cm³, nilai rata-rata berat jenis SSD sebesar 2,696 gr/cm³, dan nilai rata-rata berat jenis contoh semu sebesar 2,730 gr/cm³. Selain berat jenis, pada pemeriksaan ini juga didapat nilai penyerapan pada agregat kasar yang didapat nilai rata-ratanya sebesar 0,746% dan berdasarkan ASTM C 127 nilai ini berada di bawah nilai absorpsi agregat kasar maksimum yaitu sebesar 4%.

3.8.4. Berat Isi Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 29. Berdasarkan Tabel 3.9 menjelaskan tentang nilai berat isi agregat kasar yang rata-ratanya didapat sebesar

1,62 gr/cm³. Nilai berat isi agregat didapatkan dari perbandingan nilai antara berat contoh yang didapat dengan volume wadah yang dipakai dalam penelitian ini. Pada sampel pertama didapat nilai berat isi agregat sebesar 1,59 gr/cm³. Percobaan kedua menghasilkan nilai berat isi agregat sebesar 1,65 gr/cm³. Sedangkan percobaan ke tiga menghasilkan nilai berat isi agregat sebesar 1,56 gr/cm³ dan hasil tersebut memenuhi standar yang telah ditentukan yang yaitu > 1,125 gr/cm³.

Tabel 3.9: Data-data hasil penelitian berat isi agregat kasar.

No	Pengujian	Contoh I	Contoh II	Contoh III	Rata-rata
1	Berat contoh & wadah (gr)	31050	31989	30630	31485
2	Berat wadah (gr)	6500	6500	6500	6500
3	Berat contoh (gr)	24550	25489	24130	24985
4	Volume wadah (cm ³)	15465,21	15465,21	15465,21	15465,21
5	Berat Isi (gr/cm ³)	1,59	1,65	1,56	1,62

3.8.5. Analisa Saringan Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 33. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.10 sehingga diketahui modulus kehalusan agregat kasar yang diperiksa.

Tabel 3.10: Data-data hasil penelitian analisa saringan agregat kasar.

Ukuran ayakan	Berat Tertahan				Kumulatif	
	Contoh I (gr)	Contoh II (gr)	Total berat (gr)	%	Tertahan	Lolos
38,1 (1.5 in)	137	130	267	4,77	4,77	95,23

Tabel 3.10: Lanjutan.

Ukuran ayakan	Berat Tertahan				Kumulatif	
	Contoh I (gr)	Contoh II (gr)	Total berat (gr)	%		
19.0 (3/4 in)	1015	910	1925	34,38	39,15	60,85
9.52 (3/8 in)	1130	1451	2581	46,10	85,25	14,75
4.75 (No. 4)	518	309	827	14,77	100,00	0,00
2.36 (No. 8)	0	0	0	0,00	100,00	0,00
1.18 (No.16)	0	0	0	0,00	100,00	0,00
0.60 (No. 30)	0	0	0	0,00	100,00	0,00
0.30 (No. 50)	0	0	0	0,00	100,00	0,00
0.15 (No. 100)	0	0	0	0,00	100,00	0,00
Pan	0	0	0	0,00	0	100
<i>Total</i>	2800	2800	5600	100		

- Persentase berat tertahan rata-rata:

$$1,5 = \frac{267}{5600} \times 100\% = 4,77 \%$$

$$3/4 = \frac{1925}{5600} \times 100\% = 34,37 \%$$

$$3/8 = \frac{2581}{5600} \times 100\% = 46,09 \%$$

$$\text{No. 4} = \frac{827}{5600} \times 100\% = 14,77 \%$$

- Persentase berat kumulatif tertahan:

$$1,5 = 0 + 4,77 = 4,77 \%$$

$$3/4 = 4,77 + 34,37 = 39,14 \%$$

$$3/8 = 39,14 + 46,09 = 85,23 \%$$

$$\text{No.4} = 85,23 + 14,77 = 100,00 \%$$

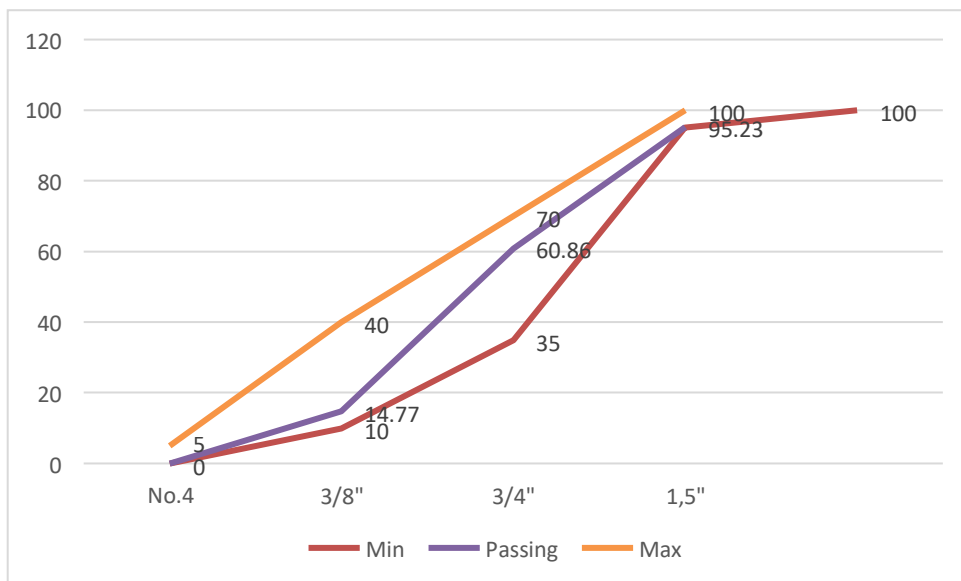
Jumlah persentase kumulatif yang tertahan = 729,14

$$\begin{aligned}
 \text{FM (Modulus kehalusan)} &= \frac{\text{Jumlah \% Kumulatif Tertahan}}{100} \\
 &= \frac{729,14}{100} \\
 \text{FM} &= 7,29
 \end{aligned}$$

- Persentase berat kumulatif yang lolos saringan:

1,5	=	100	-	4,77	=	95,23	%
¾	=	100	-	39,14	=	60,86	%
3/8	=	100	-	85,23	=	14,77	%
No. 4	=	100	-	100	=	0	%

Batas gradasi maksimum 40 mm dapat dilihat pada Gambar 3.3. batu pecah sebagai agregat kasar dengan kriteria berdiameter maksimum 40 mm.



Gambar 3.3: Grafik gradasi agregat kasar diameter maksimum 40 mm.

Pemeriksaan analisa saringan agregat kasar ini menggunakan nomor saringan yang telah ditentukan berdasarkan SNI 03-2834-2000, dari hasil persentase berat kumulatif yang lolos saringan maka pasir tersebut masih dalam *range* kerikil maksimum 40 mm.

3.8.6. Keausan Agregat Dengan Mesin *Los Angeles*

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C33-1985 serta mengikuti buku panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil UMSU tentang keausan agregat dengan mesin los angeles.

Dari hasil penelitian didapat data-data sebagai berikut:

- Berat sample sebelum pengujian = 5000 gr
- Berat sample setelah pengujian = 4254 gr

Berat tiap-tiap ayakan tercantum dalam Tabel 3.11 berikut:

Tabel 3.11: Hasil pengujian keausan agregat.

Ukuran ayakan	Berat Awal (gr)	Berat Akhir (gr)
37,5 (1.5 in)	-	-
25 (1 in)	-	-
19.1 (3/4 in)	-	-
12.5 (1/2 in)	2500	1191
9.50 (No. 3/8 in)	2500	770
4.75 (No.4)	-	1393
2.36 (No. 8)	-	651
0.30 (No. 50)	-	-
0.15 (No. 100)	-	-
Pan	-	249
Total	5000	4254
Berat Lolos Saringan No. 12		746
<i>Abrasion</i> (keausan) %		14,92 %

$$\text{Abrasion} = \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100 \%$$

$$= \frac{5000 - 4254}{5000} \times 100 \% = 14,92 \%$$

Dari hasil pengujian Keausan Agregat Dengan Mesin *Los Angeles* diperoleh nilai Abrasi sebesar 14,92% yang selanjutnya tersebut digunakan untuk pertimbangan proporsi campuran beton.

3.9. Perencanaan Campuran Beton

Tahap awal sebelum melakukan perencanaan campuran beton, dilakukan pengujian terhadap komponen-komponen dasar pembentuk beton sesuai dengan SNI (Standar Nasional Indonesia), yaitu pengujian terhadap agregat halus dan agregat kasar serta air. Selanjutnya dilakukan perencanaan campuran beton berdasarkan SNI (Standar Nasional Indonesia).

3.10. Pelaksanaan Penelitian

3.10.1. Persiapan Material

Bahan baku Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dikupas dan diambil serabutnya, (TKKS) yang masih basah dijemur, kemudian direndam dalam larutan 10% NaOH selama 6 jam yang bertujuan untuk membersihkan lignin, minyak serta kotoran- kotoran yang melekat pada serat tersebut. Serat TKKS yang telah direndam, dikeringkan dalam oven pada suhu 60 0C selama 6 jam. Ukuran serat TKKS yang digunakan dalam penelitian ini memiliki diameter sekitar 0,10 – 2, 0 mm, dan panjang serat 20-50 mm.

3.10.2. Pembuatan Benda Uji

Benda uji dibuat menggunakan cetakan berbentuk silinder dengan sisi berukuran 15 cm x 30 cm yang berjumlah 12 buah. Proses pembuatan benda uji ditunjukkan dengan gambar pada lampiran.

3.10.3. Pengujian *Slump*

Pengukuran tinggi slump dilakukan untuk menentukan kekakuan (dapat dikerjakan atau tidak) dari campuran beton segar (*fresh concrete*) untuk menentukan tingkat *workability* nya. Kekakuan dalam suatu campuran beton menunjukkan berapa banyak air yang digunakan. Target *slump* rencana sesuai mix

design adalah 60-180 mm. Pengujian *slump* dilakukan berdasarkan standar yang telah ditetapkan oleh SNI 03-2834-2000.

3.10.4. Perawatan Beton

Setelah beton dikeluarkan dari cetakan, dilakukan perawatan dengan cara perendaman dalam air sampai saat uji kuat tekan dilakukan, yaitu pada umur 28 hari.

3.10.5. Pengujian Kuat Tarik Belah

Pengujian dilakukan menggunakan mesin uji tekan dengan kapasitas 1500 KN. Benda uji diletakkan pada arah memanjang di atas alat penguji kemudian beban tekan diberikan merata arah tegak dari atas pada seluruh panjang silinder. Sebelum ditekan benda uji ditimbang terlebih dahulu untuk dapat mengetahui berat jenis beton. Jumlah sampel pengujian untuk setiap variasi direncanakan sebanyak 36 buah dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut:

NO	Variasi Campuran Beton	Jumlah Sampel Pengujian
		28 hari
1.	Beton normal	3 buah
2.	Beton dengan campuran serat tandan kosong 1% + <i>admixture adhesive manufacturer (78)</i> 1,5%	3 buah
3.	Beton dengan campuran serat tandan kosong 2% + <i>admixture adhesive manufacturer (78)</i> 1,5%	3 buah
4.	Beton dengan campuran serat tandan kosong 3% + <i>admixture adhesive manufacturer (78)</i> 1,5%	3 buah
Total		12 buah

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perencanaan Campuran Beton

Dalam hal ini penulis akan menganalisis data-data yang telah diperoleh saat penelitian berlangsung sehingga didapat campuran beton yang diinginkan. Data tersebut dapat dilihat dari tabel berikut ini:

Tabel 4.1 : Data-data analisis yang diperoleh saat penelitian

Nama percobaan	Satuan	Hasil percobaan
Berat jenis agregat kasar	Gr/cm ³	2,696
Berat jenis agregat halus	Gr/cm ³	2,505
Kadar lumpur agregat kasar	%	0,7
Kadar lumpur agregat halus	%	3
Berat isi agregat kasar	Gr/cm ³	1,62
Berat isi agregat halus	Gr/cm ³	1,34
Kadar air agregat kasar	%	0,5
Kadar air agregat halus	%	0,9
FM agregat kasar		7,29
FM agregat halus		2,76
Penyerapan agregat halus	%	1,32
Penyerapan agregat kasar	%	0,746
Nilai slump rencana	mm	30-60
Ukuran agregat maksimum	mm	40

Sumber : Hasil penelitian

Setelah melakukan pengujian dasar maka nilai-nilai diatas tersebut dapat digunakan untuk perencanaan campuran beton (*Mix Design*) dengan kuat tekan disyaratkan sebesar 26 MPa yang terlampir pada tabel 4.1 berdasarkan SNI 03-2834-2000.

Tabel 4.2: Perencanaan campuran beton (SNI 03-2834-2000).

PERENCANAAN CAMPURAN BETON SNI 03-2834-2000					
No.	Uraian	Tabel/Gambar Perhitungan		Nilai	
1	Kuat tekan yang disyaratkan (benda uji silinder)	Ditetapkan		26 MPa	
2	Deviasi Standar	-		12 MPa	
3	Nilai tambah (margin)	-		5,7 MPa	
4	Kekuatan rata-rata yang ditargetkan	1+2+3		43,7 MPa	
5	Jenis semen			Tipe I	
6	Jenis agregat:	Ditetapkan		Batu pecah Binjai	
	- kasar - halus	Ditetapkan		Pasir alami Binjai	
7	Faktor air-semen bebas	-		0,44	
8	Faktor air-semen maksimum	Ditetapkan		0,60	
9	Slump	Ditetapkan		60-180 mm	
10	Ukuran agregat maksimum	Ditetapkan		40 mm	
11	Kadar air bebas	Tabel 4.7		185 kg/m ³	
12	Jumlah semen	11:7		420,45 kg/m ³	
13	Jumlah semen maksimum	Ditetapkan		420,45 kg/m ³	
14	Jumlah semen minimum	Ditetapkan		275 kg/m ³	
15	Faktor air-semen yang disesuaikan	-		0,44	
16	Susunan besar butir agregat halus	Gambar 3.2		Daerah gradasi zona 2	
17	Susunan agregat kasar atau gabungan	Gambar 3.3		Gradasi maksimum 40 mm	
18	Persen agregat halus	Gambar 4.2		38%	
19	Berat jenis relatif, agregat (kering permukaan)	-		2,624	
20	Berat isi beton	Gambar 4.3		2375 kg/m ³	
21	Kadar agregat gabungan	20-(12+11)		1769,55 kg/m ³	
22	Kadar agregat halus	18 x 21		672,43 kg/m ³	
23	Kadar agregat kasar	21-22		1097,12 kg/m ³	
24	Proporsi campuran	Semen (kg)	Air (kg)	Agregat kondisi jenuh kering permukaan (kg)	
				Halus	Kasar
	- Tiap m ³	420,45	185	672,43	1097,12
- Tiap campuran uji m ³	1	0,44	1,60	3,61	

Tabel 4.2: Lanjutan.

No.	Uraian	Tabel/Gambar		Nilai	
		Perhitungan			
24	- Tiap campuran uji 0,0053 m ³ (1 silinder)	2,23	0,98	3,56	5,81
25	Koreksi proporsi campuran				
	- Tiap m ³	420,45	190,52	669,60	1094,42
	- Tiap campuran uji m ³	1	0,45	1,59	2,60
	Tiap campuran uji 0,0053 m ³ (1 silinder)	2,23	1	3,55	5,8

Maka, dari hasil perencanaan beton diatas didapat perbandingan campuran akhir untuk setiap m³ adalah:

Tabel 4.3 Hasil perbandingan campuran bahan betontiap 1 benda uji dalam 1 m³

Material	Semen	Pasir	Batu pecah	Air
Berat (kg)	420,45	669,60	1094,42	190,52
Perbandingan	1	1,59	2,60	0,45

a. Untuk benda uji

Menggunakan cetakan silinder dengan ukuran :

$$\begin{aligned}
 \text{Volume silinder} &= \pi r^2 t \\
 &= (22/7) \times 7,5^2 \times 30 \\
 &= 5303,57 \text{ cm}^3 \\
 &= 0,005304 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Maka:

- 1) Semen yang dibutuhkan untuk 1 benda uji
 - = Banyak semen x Volume 1 benda uji
 - = 420,45 kg/m³ x 0,005304 m³
 - = 2,23 kg
- 2) Pasir yang dibutuhkan untuk 1 benda uji
 - = Banyak pasir x Volume 1 benda uji
 - = 669,60kg/m³ x 0,005304 m³
 - = 3,55 kg
- 3) Kerikil yang dibutuhkan untuk 1 benda uji

$$\begin{aligned}
 &= \text{Banyak kerikil} \times \text{Volume 1 benda uji} \\
 &= 1094,42 \text{ kg/m}^3 \times 0,005304 \text{ m}^3 \\
 &= 5,8 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

- 4) Air yang dibutuhkan untuk 1 benda uji
- $$\begin{aligned}
 &= \text{Banyak air} \times \text{Volume 1 benda uji} \\
 &= 190,52 \text{ kg/m}^3 \times 0,005304 \text{ m}^3 \\
 &= 1 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Perbandingan untuk 1 benda uji dalam satuan kg adalah:

Tabel 4.4 perbandingan bahan beton untuk 1 benda uji (kg)

Material	Semen	Pasir	Batu pecah	Air
Berat (kg)	2,23	3,55	5,8	1

Tabel 4.5: Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji.

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100}$	\times berat kerikil	
1,5	4,77	$\frac{4,77}{100}$	$\times 5,8$	0,28
3/4	34,38	$\frac{34,38}{100}$	$\times 5,8$	1,99
3/8	46,10	$\frac{46,10}{100}$	$\times 5,8$	2,67
No. 4	14,77	$\frac{14,77}{100}$	$\times 5,8$	0,86
Total				5,8

Berdasarkan Tabel 4.5 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji ialah saringan 1,5 sebesar 0,28 kg, saringan 3/4 sebesar 1,99 kg, saringan 3/8 sebesar 2,67 kg dan saringan no 4 sebesar 0,86 kg. Total keseluruhan agregat kasar yang tertahan untuk 1 benda uji sebesar 5,8 kg.

Tabel 4.6: Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji.

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100}$	x berat pasir	
No.4	1,95	$\frac{1,95}{100}$	x 3,55	0,07
No.8	7,77	$\frac{7,77}{100}$	x 3,55	0,27
No.16	18,18	$\frac{18,18}{100}$	x 3,55	0,64
No.30	27,68	$\frac{27,68}{100}$	x 3,55	0,98
No.50	28,23	$\frac{28,23}{100}$	x 3,55	1,00
No.100	13,54	$\frac{13,54}{100}$	x 3,55	0,48
Pan	2,64	$\frac{2,64}{100}$	x 3,55	0,09
Total				3,55

Berdasarkan Tabel 4.6 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji ialah saringan no 4 sebesar 0,07 kg, saringan no 8 sebesar 0,27 kg, saringan no 16 sebesar 0,64 kg, saringan no 30 sebesar 0,98 kg, saringan no 50 sebesar 1,00 kg, saringan no 100 sebesar 0,48 kg, dan pan sebesar 0,09 kg. Total keseluruhan agregat halus yang tertahan untuk 1 benda uji sebesar 3,55 kg.

b. Bahan tambah serat tandan kosong

Untuk penggunaan bahan tambah menggunakan serat tandan kosong sebagai substitusi 1%, 2% dan 3% dari agregat halus.

- Serat tandan kosong yang dibutuhkan sebanyak 1% untuk 1 benda uji.

$$= \frac{1}{100} \times \text{Berat agregat halus}$$

$$= \frac{1}{100} \times 3,55 \text{ kg}$$

$$= 0,0355 \text{ kg}$$

- Serat tandan kosong yang dibutuhkan sebanyak 2% untuk 1 benda uji.

$$= \frac{2}{100} \times \text{Berat Agregat halus}$$

$$= \frac{2}{100} \times 3,55 \text{ kg}$$

$$= 0,071 \text{ kg}$$

- Serat tandan kosong yang dibutuhkan sebanyak 3% untuk 1 benda uji.

$$= \frac{3}{100} \times \text{Berat Agregat halus}$$

$$= \frac{3}{100} \times 3,55 \text{ kg}$$

$$= 0,1065 \text{ kg}$$

Tabel 4.7: Jumlah serat tandan kosong terhadap berat agregat halus.

No	Serat Tandan Kosong (%)	Jumlah (kg)
1.	1	0,0355
2.	2	0,071
3.	3	0,1065

c. Bahan *Admixture Adhesive Manufacturer 78 (Am 78)*

Untuk penggunaan bahan *Admixture Adhesive Manufacturer* sebanyak 1,5% akan didapatkan dari jumlah semen yang akan digunakan. *Admixture Adhesive Manufacturer* yang dibutuhkan sebanyak 1,5 % untuk 1 benda uji.

$$= \frac{1,5}{100} \times \text{Berat semen}$$

$$= \frac{1,5}{100} \times 2,23 \text{ kg}$$

$$= 0,03345 \text{ kg}$$

Dalam penelitian ini jumlah benda uji yang akan dibuat adalah sebanyak 12 benda uji, banyak bahan yang dibutuhkan untuk 12 benda uji adalah:

- Semen yang dibutuhkan untuk 12 benda uji
 - = Banyak semen 1 benda uji x 12 benda uji
 - = 2,23 x 12
 - = 26,76 kg

- Pasir yang dibutuhkan untuk 50 benda uji
 - = Banyak pasir untuk 1 benda uji x 12
 - = $3,55 \times 12$
 - = $42,6 \text{ kg}$
- Batu pecah yang dibutuhkan untuk 12 benda uji
 - = Banyak batu pecah untuk 1 benda uji x 12
 - = $5,8 \times 12$
 - = $69,6 \text{ kg}$
- Air yang dibutuhkan untuk 12 benda uji
 - = Banyak air untuk 1 benda uji x 12
 - = 1×12
 - = 12 kg

Perbandingan untuk 12 benda uji dalam satuan kg adalah:

Semen : Pasir : Batu pecah : Air
 26,76 : 42,6 : 69,6 : 12

Berdasarkan analisa saringan untuk 50 benda uji, maka didapat berat untuk masing-masing saringan pada Tabel 4.8 dan Tabel 4.9.

Tabel 4.8: Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 23 benda uji.

Nomor saringan	% berat tertahan	Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100} \times \text{jumlah agregat kasar}$
1,5"	4,77	3,32
3/4"	34,38	23,93
3/8"	46,10	32,09

Tabel 4.8 : *Lanjutan.*

Nomor saringan	% berat tertahan	Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100} \times \text{jumlah agregat kasar}$
No. 4	14,77	10,28
Total		69,62

Berdasarkan Tabel 4.8 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 12 benda uji ialah saringan 1,5” sebesar 3,32 kg, saringan 3/4” sebesar 23,93 kg, saringan 3/8” sebesar 32,09 kg dan saringan No.4 sebesar 10,28 kg dan total keseluruhan agregat kasar yang tertahan untuk 12 benda uji sebesar 69,62 kg.

Sedangkan untuk berat tertahan setiap saringan untuk agregat halus dilihat berdasarkan Tabel 4.9 dalam 12 benda uji ialah saringan No.4 sebesar 0,83 kg, saringan No.8 sebesar 3,31 kg, saringan No.16 sebesar 7,74 kg, saringan No.30 sebesar 11,79 kg, saringan No.50 sebesar 12,03 kg, saringan No.100 sebesar 25,77 kg, dan Pan sebesar 1,12 kg dan total keseluruhan agregat halus yang tertahan untuk 12 benda uji sebesar 42,6 kg.

Tabel 4.9: Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 12 benda uji.

Nomor saringan	% berat tertahan	Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100} \times \text{jumlah agregat halus}$
No.4	1,95	0,83
No. 8	7,77	3,31

Tabel 4.9: *Lanjutan.*

Nomor saringan	% berat tertahan	Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100} \times \text{jumlah agregat halus}$
No.16	18,18	7,74
No.30	27,68	11,79
No.50	28,23	12,03
No.100	13,54	5,77
Pan	2,64	1,12
Total		42,6

4.1.1. Metode Pengerjaan Mix Design

Pelaksanaan Mix Design dapat dijelaskan sebagai berikut:

- a. Kuat tekan beton yang disyaratkan sudah ditetapkan yaitu 26 MPa untuk umur 28 hari.
- b. Menentukan nilai standar deviasi = 12 MPa.
- c. Nilai tambah (margin) = 5,7 MPa
- d. Kuat tekan rata-rata perlu f_{cr}

Kuat tekan rata-rata perlu diperoleh dengan :

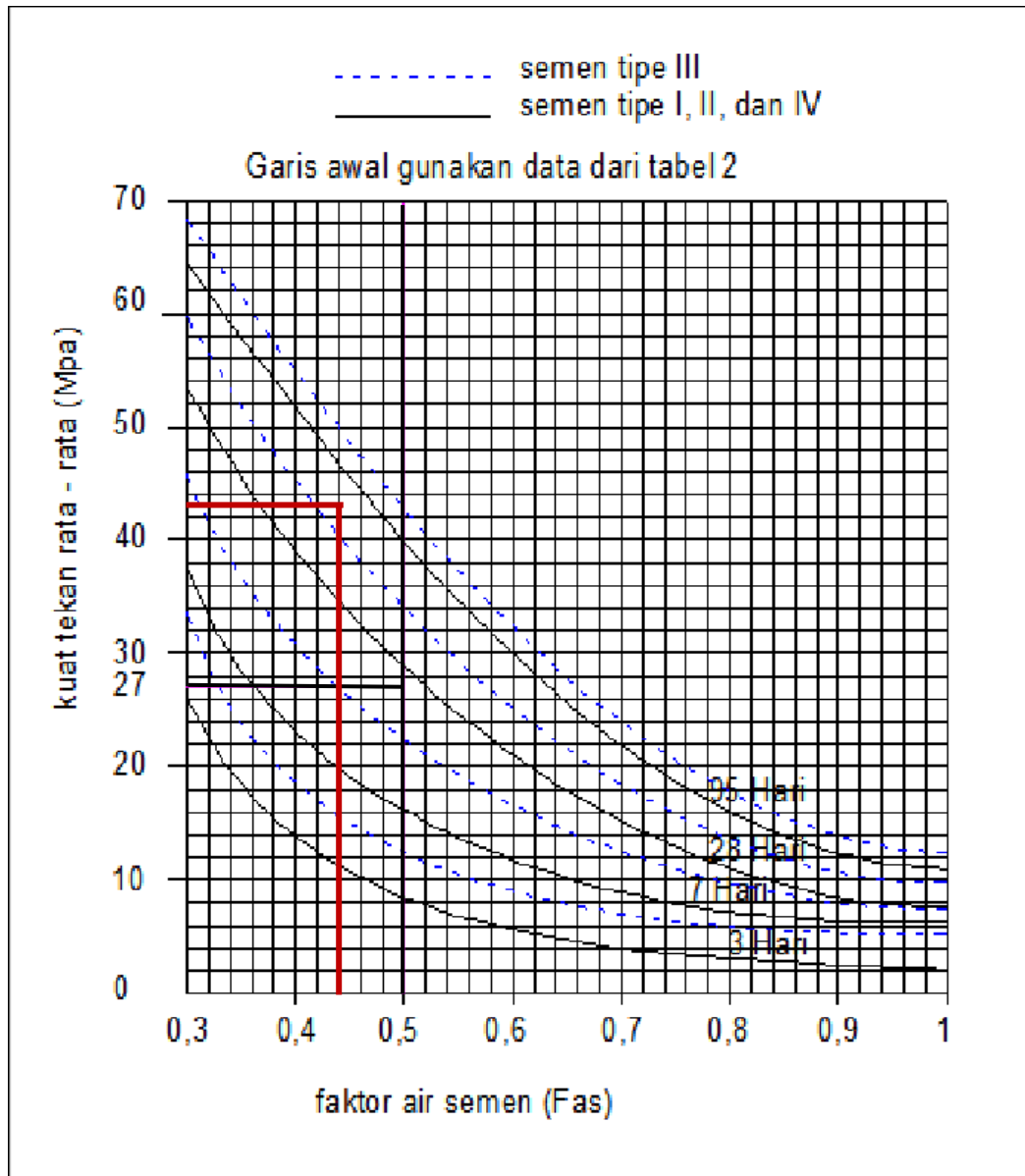
$$f_{cr} = f_c + \text{standar deviasi} + \text{nilai tambah}$$

$$f_{cr} = 26 + 12 + 5,7$$

$$= 43,7 \text{ MPa}$$

- e. Jenis semen yang digunakan adalah tipe I.
- f. Jenis agregat diketahui :

- Agregat halus : Pasir alami
 - Agregat kasar : Batu pecah
- g. Nilai faktor air semen bebas diambil dari titik kekuatan tekan 43,7 MPa tarik garis datar menuju zona 28 hari, lalu tarik garis kebawah yang menunjukkan faktor air semen, seperti pada gambar 4.1.



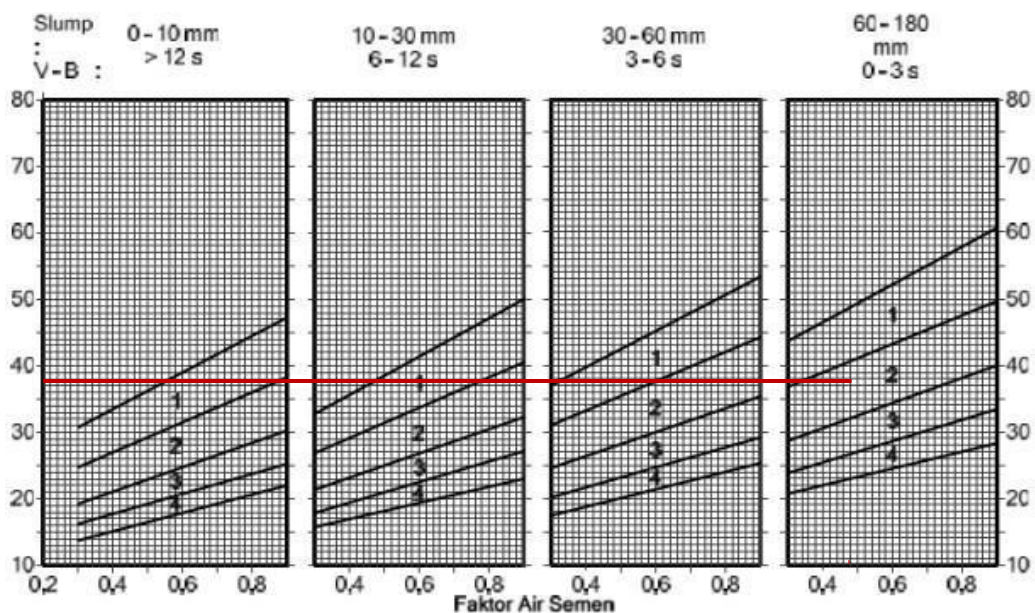
Gambar 4.1: Hubungan faktor air semen dan kuat tekan beton silinder 15 x 30 cm (Mulyono, 2003).

- h. Faktor air semen maksimum dalam hal ini ditetapkan 0.60. Dalam faktor air semen yang diperoleh dari Gambar 4.1 tidak sama dengan yang ditetapkan, untuk perhitungan selanjutnya pakailah nilai faktor air semen yang lebih kecil.
- i. Nilai slump ditetapkan setinggi 60-180 mm.
- j. Ukuran agregat maksimum ditetapkan yaitu 40 mm.
- k. Jumlah kadar air bebas.

Agregat campuran (tak pecah dan dipecah), dihitung menurut rumus berikut :

$$\begin{aligned}
 &= \frac{2}{3} W_h + \frac{1}{3} W_k \\
 &= (\frac{2}{3} \times 175) + (\frac{1}{3} \times 205) \\
 &= 185 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

- l. Jumlah semen, yaitu : $185/0.44 = 420,45 \text{ kg/m}^3$
- m. Jumlah semen maksimum diambil sama dengan poin l.
- n. Susunan besar butir agregat halus ditetapkan pada daerah gradasi pasir zona 2.
- o. Proporsi berat agregat halus terhadap agregat campuran ini dicari dengan cara melihat gambar 4.2 memilih kelompok ukuran butiran agregat maksimum 40 mm pada nilai slump 60-180 mm dari nilai faktor air semen 0,44. Persentase agregat halus diperoleh nilai 38% pada daerah susunan butir nomor 2 pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 : Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm pada fas 0,44 (SNI 03-2834-2000).

p. Berat jenis agregat campuran.

Berat jenis agregat campuran dihitung dengan rumus:

$$B_j \text{ camp} = K_h/100 \times B_{jh} + K_k/100 \times B_{jk}$$

Dimana:

$B_j \text{ camp}$ = berat jenis agregat campuran.

B_{jh} = berat jenis agregat halus.

B_{jk} = berat jenis agregat kasar.

K_h = persentase berat agregat halus terhadap agregat campuran.

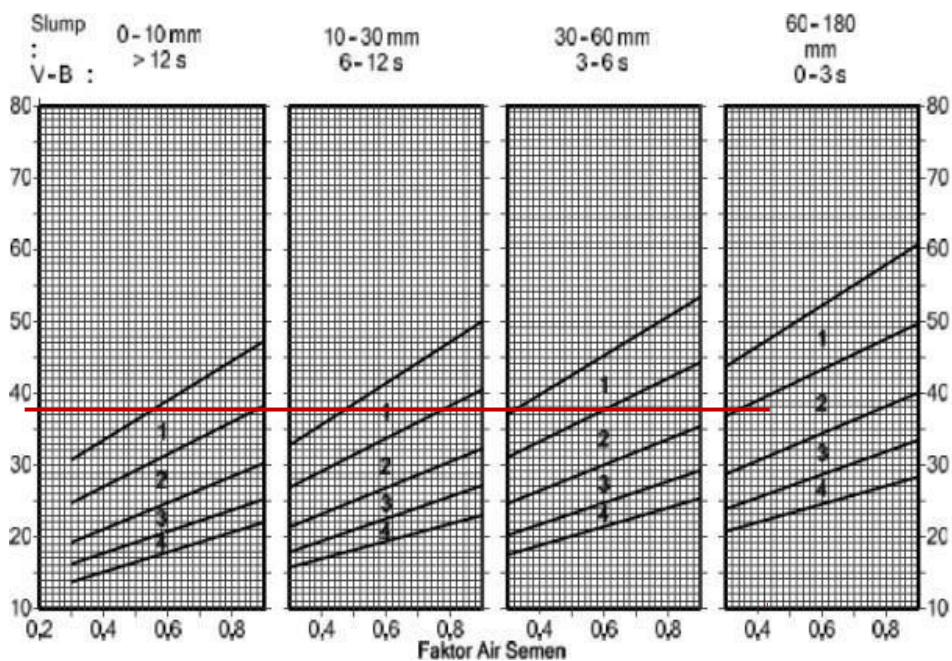
K_k = persentase berat agregat kasar terhadap agregat campuran.

$$B_j \text{ camp} = (38/100 \times 2,5) + (62/100 \times 2,7)$$

$$= 2,624$$

q. Perkiraan berat isi beton

Perkiraan berat isi beton diperoleh dari Gambar 4.3.



Gambar 4.3 : Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton pada fas 0,44 (SNI 03-2834-2000).

r. Menghitung kebutuhan berat agregat campuran.

Kebutuhan berat agregat campuran dihitung dengan rumus:

$$W_{\text{agr camp}} = W_{\text{btn}} - W_{\text{air}} - W_{\text{smn}}$$

Dengan:

$$W_{\text{agr camp}} = \text{Kebutuhan berat agregat campuran per meter kubik beton (kg/m}^3\text{)}.$$

$$W_{\text{btn}} = \text{Berat beton per meter kubik beton (kg/m}^3\text{)}.$$

$$W_{\text{air}} = \text{Berat air per meter kubik beton (kg/m}^3\text{)}.$$

$$W_{\text{smn}} = \text{Berat semen per meter kubik beton (kg/m}^3\text{)}.$$

$$\begin{aligned} W_{\text{agr camp}} &= 2375 - (185 + 420,45) \\ &= 1769,55 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

- s. Hitung berat agregat halus yang diperlukan, berdasarkan hasil langkah (o) dan (r). Kebutuhan agregat halus dihitung dengan rumus:

$$W_{\text{agr h}} = K_h \times W_{\text{agr camp}}$$

Dengan:

$$K_h = \text{persentase berat agregat halus terhadap agregat campuran (\%)}.$$

$$W_{\text{agr camp}} = \text{kebutuhan agregat campuran per meter kubik beton (kg/m}^3\text{)}.$$

$$\begin{aligned} W_{\text{agr h}} &= 0,38 \times 1769,55 \\ &= 672,43 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

- t. Hitung berat agregat kasar yang diperlukan, berdasarkan hasil langkah (o) dan (r). Kebutuhan agregat kasar dihitung dengan rumus:

$$W_{\text{agr k}} = W_{\text{agr camp}} - W_{\text{agr h}}$$

Dengan :

$$K_k = \text{persentase berat agregat kasar terhadap agregat campuran (\%)}.$$

$$W_{\text{agr camp}} = \text{kebutuhan agregat campuran per meter kubik beton (kg/m}^3\text{)}.$$

$$\begin{aligned} W_{\text{agr k}} &= 1769,55 - 672,43 \\ &= 1097,12 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

- u. Proporsi campuran menurut, kondisi agregat dalam kejadian jenuh kering permukaan semen, air, agregat halus dan agregat kasar harus dihitung dalam per m³ adukan.

- v. Koreksi proporsi campuran menurut perhitungan

Apabila agregat tidak dalam keadaan jenuh kering permukaan proporsi campuran harus dikoreksi terhadap kandungan air dalam agregat. Koreksi proporsi campuran harus dilakukan terhadap kadar air dalam agregat paling sedikit satu kali dalam sehari dan harus dihitung menurut rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Air} &= B - (Ck-Ca) \times C/100 - (Dk-Da) \times D/100 \\ &= 185 - (0,9-1,32) \times 672,43/100 - (0,5-0,746) \times 1097,12/100 \\ &= 190,52 \text{ kg/m}^3. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Agregat halus} &= C + (Ck-Ca) \times C/100 \\ &= 672,43 + (0,9-1,32) \times 672,43/100 \\ &= 669,60 \text{ kg/m}^3. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Agregat kasar} &= D + (Dk-Da) \times D/100 \\ &= 1097,12 + (0,5-0,746) \times 1097,12/100 \\ &= 1094,42 \text{ kg/m}^3. \end{aligned}$$

Jadi, koreksi proporsi campuran per benda uji adalah :

$$\begin{aligned} \text{Air} &= 190,52 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Agregat halus} &= 669,60 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Agregat kasar} &= 1094,42 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Semen} &= 420,454 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

4.2. Pembuatan Benda Uji

Benda uji dibuat menggunakan cetakan berbentuk silinder dengan sisi berukuran 15 cm x 30 cm yang berjumlah 12 buah. Proses pembuatan benda uji ditunjukkan dengan gambar pada lampiran.

Ada beberapa tahapan yang dilakukan dalam pembuatan benda uji:

a. Pengadukan beton.

Beton diaduk menggunakan mesin pengaduk (*mixer*). Untuk penggunaan air, air dibagi menjadi 3 bagian. Pertama tuang air ke dalam mixer 1/3 bagian, kemudian agregat kasar, lalu agregat halus, masukkan 1/3 air lagi, setelah itu masukkan semen, terakhir masukkan 1/3 air terakhir ke dalamnya. Lalu memasukkan bahan tambah serat tandan kosong dan AM 78. Mixer dikondisikan agar campuran teraduk dengan tampak rata dan homogen. Setelah beton tercampur merata kemudian adukan beton tersebut dituang ke dalam pan.

b. Pencetakan.

Sebelum beton dimasukkan kedalam cetakan terlebih dahulu dilakukan pengukuran kelecakan (*slump test*). Setelah itu kemudian adukan beton dimasukkan kedalam cetakan yang telah disediakan, masukkan adukan beton kedalam cetakan

dengan menggunakan sekop. Setiap pengambilan dari pan harus dapat mewakili dari adukan tersebut, isi 1/3 cetakan dengan adukan lalu dilakukan pemadatan dengan cara dirojok/tusuk menggunakan batang besi yang berdiameter 16 mm, dengan jumlah tusukan 25 kali, hal ini terus dilakukan untuk 2/3 dan 3/3 atau sampai cetakan penuh kemudian pukul-pukul bagian luar cetakan dengan menggunakan palu karet agar udara yang terperangkap didalam adukan dapat keluar, setelah itu ratakan permukaan cetakan dan di tutup dengan kaca untuk menjaga penguapan air dari beton segar. Lepaskan cetakan setelah 20 jam dan jangan lebih dari 48 jam setelah pencetakan.

c. Pemeliharaan beton.

Setelah cetakan dibuka kemudian beton tersebut ditimbang lalu direndam di dalam air (terendam keseluruhan) hingga umur yang telah ditentukan. Ruang penyimpanan harus bebas getaran selama 48 jam pertama setelah perendaman.

4.3. Slump Test

Pengujian *slump* dilakukan dengan kerucut *abrams* dengan cara mengisi kerucut *abrams* dengan beton segar sebanyak 3 lapis, tiap lapis kira-kira 1/3 dari isi kerucut pada tiap lapisan dilakukan penusukan sebanyak 25 kali, tongkat penusuk harus masuk sampai bagian bawah tiap-tiap lapisan setelah pengisian selesai ratakan permukaan kerucut lalu angkat cetakan dengan jarak 300 mm dalam waktu ± 2 detik tanpa gerakan lateral atau torsional. Selesaikan seluruh pekerjaan pengujian dari awal pengisian hingga pelepasan cetakan tanpa gangguan dalam waktu tidak lebih 2,5 menit, ukur tinggi adukan selisih tinggi kerucut dengan adukan adalah nilai dari *slump*.

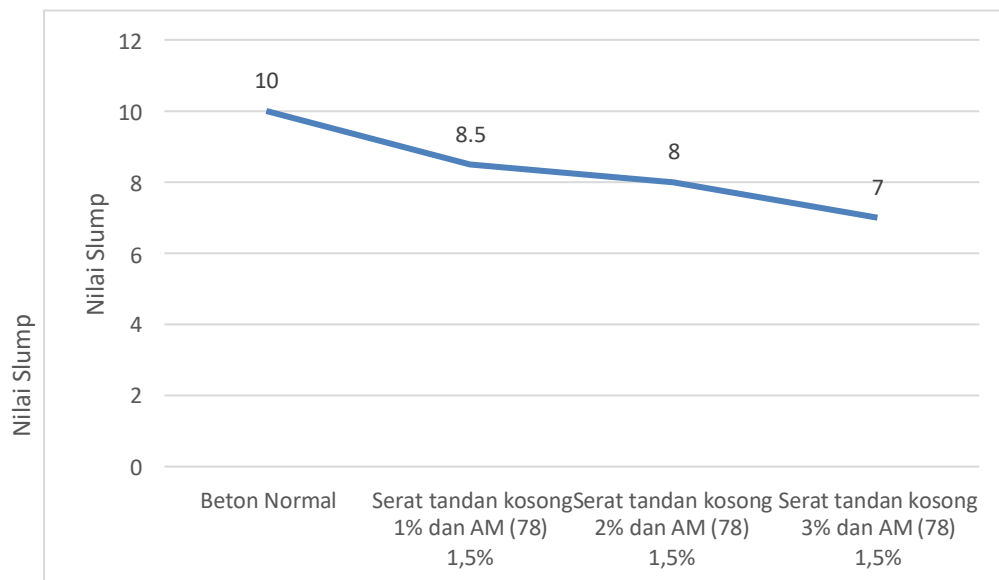
Tabel 4.10: Hasil pengujian nilai *slump*.

No	Variasi	Tinggi Slump
1	Beton Normal	10 cm

Tabel 4.10 : Lanjutan.

No	Variasi	Tinggi Slump
2	Serat tandan kosong 1% + <i>Admixture adhesive manufacturer (78) 1,5%</i>	8,5 cm
3	Serat tandan kosong 2% + <i>Admixture adhesive manufacturer (78) 1,5%</i>	8 cm
4	Serat tandan kosong 3% + <i>Admixture adhesive manufacturer (78) 1,5%</i>	7 cm

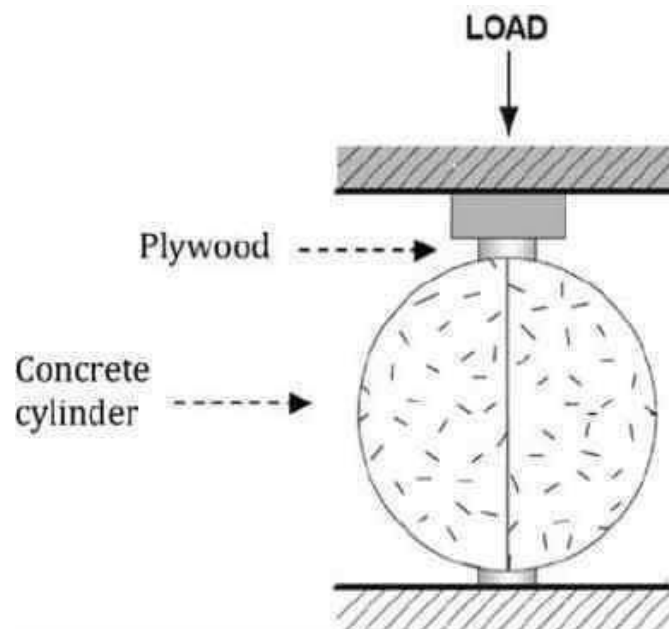
Berdasarkan Tabel 4.10 menjelaskan perbandingan nilai slump antara beton normal, beton dengan serat tandan kosong 1% dan *Admixture adhesive manufacturer (78) 1,5%*, beton dengan serat tandan kosong 2% dan *Admixture adhesive manufacturer (78) 1,5%*, beton dengan serat tandan kosong 3% dan *Admixture adhesive manufacturer (78) 1,5%*, dimana pada beton normal didapatkan nilai *slump* tertinggi yaitu 7 cm, sedangkan beton dengan campuran serat tandan kosong dan *Admixture adhesive manufacturer (78)* mengalami penurunan pada nilai slump. Berikut pada Gambar 4.4 dapat dilihat grafik naik dan turunnya nilai *slump*.



Gambar 4.4: Grafik perbandingan nilai *slump*.

4.4. Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

Pengujian kuat tarik belah beton dilakukan pada saat beton berumur 28 hari dengan menggunakan mesin tekan dengan kapasitas 1500 KN dan batang penekan tambahan. Benda uji diletakkan pada arah memanjang di atas alat pengujikemudian beban tekan diberikan merata arah tegak dari atas pada seluruh panjang silinder. Benda uji yang akan dites adalah berupa silinder dengan diameter 15 cm dan panjang 30 cm sebanyak 12 buah, seperti pada Gambar 4.5, dengan pengelompokan benda uji sesuai dengan variasi campurannya.



Gambar 4.5: Kuat tarik belah pada benda uji silinder.

Ada beberapa macam cetakan benda uji yang dipakai, diantaranya adalah kubus dengan sisi 15 cm. Serta silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Perbedaannya terletak pada perhitungan untuk mendapatkan nilai kuat tarik belah beton yang didapat setelah diuji. Yakni faktor untuk kubus adalah 1, sedangkan faktor dari silinder adalah 0,83.

4.4.1. Kuat Tarik Belah Beton Normal

Pengujian beton normal dilakukan pada saat beton berumur 28 hari dengan jumlah benda uji 3 buah. Hasil kuat tarik belah beton normal 28 hari dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Berdasarkan Tabel 4.11 menjelaskan hasil uji kuat tarik belah beton normal 28 hari. Dari 3 masing-masing benda uji beton normal yang diuji kuat tarik belahnya, maka diperoleh nilai kuat tarik belah beton rata-rata sebesar 3,52 MPa pada umur beton 28 hari.

Tabel 4.11: Hasil pengujian kuat tarik belah beton normal.

Benda Uji	Beban (P) (kg)	$\pi LD = 1413$ cm^2 $F_{ct} = \frac{2P}{\pi LD}$ (MPa)	Faktor Silinder $F_{ct} / 0,83$ (MPa)	f'_c rata-rata (MPa)
Umur 28 hari				
1	20000	2,83	3,41	3,52
2	21000	2,97	3,58	
3	21000	2,97	3,58	

4.4.2. Kuat Tarik Belah Beton Serat Tandan Kosong 1% Dan Admixture

Adhesive Manufacturer (78) 1,5%

Pengujian beton serat tandan kosong 1% dan Admixture adhesive manufacturer (78) 1,5% dilakukan pada saat beton berumur 28 hari dengan jumlah benda uji 3 buah. Hasil kuat tarik belah beton serat tandan kosong 1% dan Admixture adhesive manufacturer (78) 1,5% 28 hari dapat dilihat pada Tabel 4.12. Berdasarkan Tabel 4.12 menjelaskan hasil uji kuat tarik belah beton serat tandan kosong 3% dan Admixture adhesive manufacturer (78) 1,5% 28 hari. Dari 3 masing-masing benda uji beton serat tandan kosong 3% dan Admixture adhesive manufacturer (78) 1,5% yang diuji kuat tarik belahnya, maka diperoleh nilai kuat tarik belah beton rata-rata sebesar 4,48 MPa pada umur beton 28 hari.

Tabel 4.12: Hasil pengujian kuat tarik belah beton serat tandan kosong 1% dan *Admixture adhesive manufacturer (78) 1,5%*.

Benda Uji	Beban (P) (kg)	$\pi LD = 1413 \text{ cm}^2$ $F_{ct} = \frac{2P}{\pi LD}$ (MPa)	Faktor Silinder $F_{ct}/0,83$ (MPa)	f'_c rata-rata (MPa)
Umur 28 hari				
1	26000	3,68	4,43	4,48
2	26500	3,75	4,51	
3	26500	3,68	4,51	

4.4.3. Kuat Tarik Belah Beton Serat Tandan Kosong 2% Dan *Admixture Adhesive Manufacturer (78) 1,5%*

Pengujian beton serat tandan kosong 2% dan *Admixture adhesive manufacturer (78) 1.5%*. dilakukan pada saat beton berumur 28 hari dengan jumlah benda uji 3 buah. Hasil kuat tarik belah beton serat tandan kosong 2% dan *Admixture adhesive manufacturer (78) 1,5%* 28 hari dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Berdasarkan Tabel 4.13 menjelaskan hasil uji kuat tarik belah beton serat tandan kosong 2% dan *Admixture adhesive manufacturer (78) 1,5%* 28 hari. Dari 3 masing-masing benda uji beton serat tandan kosong 2% dan *Admixture adhesive manufacturer (78) 1,5%* yang diuji kuat tarik belahnya, maka diperoleh nilai kuat tarik belah beton rata-rata sebesar 4,74 MPa pada umur beton 28 hari.

Tabel 4.13: Hasil pengujian kuat tarik belah beton serat tandan kosong 2% dan *Admixture adhesive manufacturer (78) 1,5%*.

Benda Uji	Beban (P) (kg)	$\pi LD = 1413 \text{ cm}^2$ $F_{ct} = \frac{2P}{\pi LD}$ (MPa)	Faktor Silinder $F_{ct}/0,83$ (MPa)	f'_c rata-rata (MPa)
Umur 28 hari				
1	27500	3,89	4,68	4,74
2	28000	3,96	4,77	
3	28000	3,96	4,77	

4.4.4. Kuat Tarik Belah Beton Serat Tandan Kosong 3% Dan *Admixture*

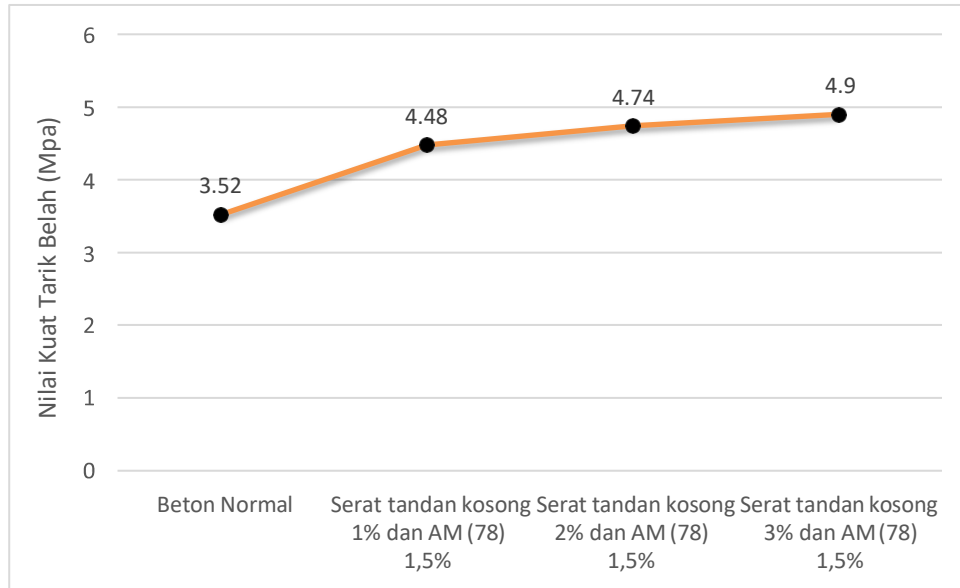
Adhesive Manufacturer (78) 1,5%

Pengujian beton serat tandan kosong 3% dan *Admixture adhesive manufacturer (78) 1,5%* dilakukan pada saat beton berumur 28 hari dengan jumlah benda uji 3 buah. Hasil kuat tarik belah beton serat tandan kosong 3% dan *Admixture adhesive manufacturer (78) 1,5%* 28 hari dapat dilihat pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14: Hasil pengujian kuat tarik belah beton serat tandan kosong 3% dan *Admixture adhesive manufacturer (78) 1,5%*.

Benda Uji	Beban (P) (kg)	$\pi LD = 1413$ cm^2 $F_{ct} = \frac{2P}{\pi LD}$ (MPa)	Faktor Silinder $F_{ct}/0,83$ (MPa)	f'_c rata-rata (MPa)
Umur 28 hari				
1	29000	4,10	4,93	4,90
2	29000	4,10	4,93	
3	28500	4,03	4,85	

Berdasarkan Tabel 4.14 menjelaskan hasil uji kuat tarik belah beton serat tandan kosong 3% dan *Admixture adhesive manufacturer (78) 1,5%* 28 hari. Dari 3 masing-masing benda uji beton serat tandan kosong 3% dan *Admixture adhesive manufacturer (78) 1,5%* yang diuji kuat tarik belahnya, maka diperoleh nilai kuat tarik belah beton rata-rata sebesar 4,90 MPa pada umur beton 28 hari.



Gambar 4.6: Grafik persentase nilai kuat tarik belah beton umur 28 hari.

Dari hasil Gambar 4.6, dapat dilihat bahwa persentase kenaikan kuat tekan beton terjadi karena penambahan serat tandan kosong dan *Admixture adhesive manufacturer (78)* 28 hari.

4.5. Pembahasan

Bila dibandingkan kuat tarik belah beton normal dengan beton yang menggunakan serat tandan kosong 1% dan *Admixture adhesive manufacturer (78)* 1,5%, serat tandan kosong 2% dan *Admixture adhesive manufacturer (78)* 1,5%, serat tandan kosong 3% dan *Admixture adhesive manufacturer (78)* 1,5% mengalami kenaikan. Persentase kenaikan kuat tarik belah dapat dilihat padaperhitungan di bawah ini:

- Pengisian serat tandan kosong 1% dan *Admixture adhesive manufacturer(78)*

1,5%

$$\begin{aligned}
 \text{Besar nilai kenaikan (umur 28 hari)} &= \frac{4,48-3,52}{3,52} \times 100\% \\
 &= 27,2\%
 \end{aligned}$$

- Pengisian serat tandan kosong 2% dan *Admixture adhesive manufacturer* (78) 1,5%

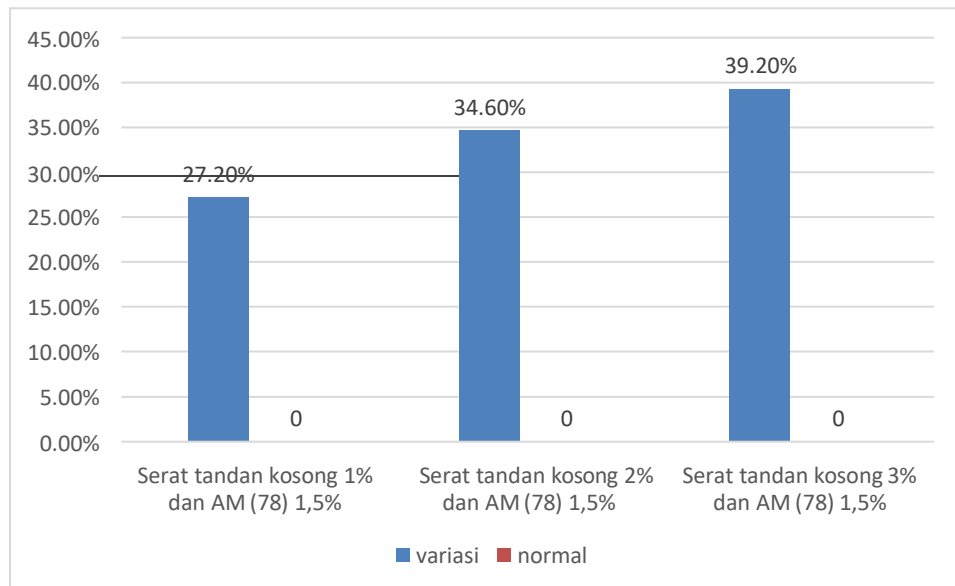
$$\text{Besar nilai kenaikan (umur 28 hari)} = \frac{4,74 - 3,52}{3,52} \times 100\%$$

$$= 34,6\%$$

- Pengisian serat tandan kosong 3% dan *v Admixture adhesive manufacturer* (78) 1,5%

$$\text{Besar nilai kenaikan (umur 28 hari)} = \frac{4,90 - 3,52}{3,52} \times 100\%$$

$$= 39,2\%$$



Gambar 4.7: Grafik persentase kenaikan kuat tarik belah beton 28 hari.

Perbandingan kuat tarik belah beton normal dengan beton yang menggunakan serat tandan kosong 1% dan *Admixture adhesive manufacturer (78) 1,5%* serat tandan kosong 2% dan *Admixture adhesive manufacturer (78) 1,5%* serat tandan kosong 3% dan *Admixture adhesive manufacturer (78) 1,5%*, persentasenya mengalami kenaikan.

Maka, berdasarkan data yang telah dikumpulkan mengenai kenaikan kuat tarik belah beton. Hasil penelitian ini memiliki beberapa faktor yang dapat menaikkan kuat tarik belah. Adapun faktor yang dapat yang mengakibatkan hal ini terjadi adalah karena persentase serat tandan kosong yang memang digunakan untuk menaikkan kuat tarik belah beton, dan keserasian serat tandan kosong dengan zat di dalam *Admixture adhesive manufacturer (78)* semakin membuat kuat tarik belah beton semakin tinggi. Persentase paling tinggi berada pada beton dengan variasi serat tandan kosong 3% dan *Admixture adhesive manufacturer (78) 1,5%* sebesar 39,2% untuk umur 28 hari.

Perbandingan kuat tarik belah beton normal dengan beton yang menggunakan serat tandan kosong 1% dan *Admixture adhesive manufacturer (78) 1,5%* serat tandan kosong 2% dan *Admixture adhesive manufacturer (78) 1,5%* serat tandan kosong 3% dan *Admixture adhesive manufacturer (78) 1,5%*, persentasenya mengalami kenaikan.

Maka, berdasarkan data yang telah dikumpulkan mengenai kenaikan kuat tarik belah beton. Hasil penelitian ini memiliki beberapa faktor yang dapat menaikkan kuat tarik belah. Adapun faktor yang dapat yang mengakibatkan hal ini terjadi adalah karena persentase serat tandan kosong yang memang digunakan untuk menaikkan kuat tarik belah beton, dan keserasian serat tandan kosong dengan zat di dalam *Admixture adhesive manufacturer (78)* semakin membuat kuat tarik belah beton semakin tinggi. Persentase paling tinggi berada pada beton dengan variasi serat tandan kosong 3% dan *Admixture adhesive manufacturer (78) 1,5%* sebesar 39,2% untuk umur 28 hari.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian beton dengan menggunakan serat tandan kosong dan *Admixture adhesive manufacturer (78)* , maka didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, hasil pengujian kuat tarik belah beton normal dan beton menggunakan bahan tambah serat tandan kosong sawit dengan persentase 1%, 2%, dan 3% dari berat agregat halus serta bahan tambah *Admixture adhesive manufacturer (AM 78)* dengan persentase 1,5% dari berat semen mengalami kenaikan, dengan rincian sebagai berikut :

- *Beton dengan serat tandan kosong 1% dan Admixture adhesive manufacturer (78) 1,5% :*
- *Beton dengan serat tandan kosong 2% dan Admixture adhesive manufacturer (78) 1,5% :*
- *Beton dengan serat tandan kosong 3% dan Admixture adhesive manufacturer (78) 1,5% :*

Dari data tersebut terlihat bahwa semakin tinggi serat tandan kosong kelapa sawit, maka akan semakin tinggi pula kuat tarik belah betonnya.

2. Berdasarkan penelitian yang dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi persentase serat tandan kosong pada penelitian ini, maka akan semakin tinggi nilai kuat tarik belah yang didapatkan.

3. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, persentase paling berpengaruh dari penambahan serat tandan kosong dan *Admixture adhesive manufacturer (AM 78)* terjadi pada penambahan serat tandan kosong 3% dan *Admixture adhesive manufacturer (AM 78) 1,5%*, yaitu senilai 4,9 MPa.

5.2 Saran

1. Perlu diadakan penelitian lebih lanjut mengenai pemakaian serat tandan kosong dan *Admixture adhesive manufacturer (78)* dengan variasi yang lebih banyak lagi, agar mengetahui sampai batas persentase dimana yang mampu membuat kuat tarik belah naik dan tidak turun lagi.
2. Pencampuran serat sebaiknya lebih diperhatikan untuk menghindari gumpalan yang lebih besar.
3. Perlu diadakan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan alat-alat yang memadai agar hasil yang didapat lebih akurat lagi.
4. Perlu adanya penelitian lebih lanjut dengan menggunakan bahan kimia yang berbeda.
5. Perlu adanya penelitian lebih lanjut untuk meninjau kuat tekan dan kuat lentur pada beton campuran serat tandan kosong dan *Admixture adhesive manufacturer (78)*.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi, M. M., Sofyan, S. S., & Hajar, Y. Y. (2019). Pengaruh Kuat Lentur Beton Terhadap Penambahan Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Teras Jurnal*, 8(2), 426. <https://doi.org/10.29103/tj.v8i2.156>
- Amna, K., Wesli, & Hamzani. (2014). Pengaruh Penambahan Serat Tandan Sawit Terhadap Kuat Tekan. *Teras Jurnal*, 4(2), 11–20.
- Belakang, A. L. (2017). *Pengaruh Penambahan Admixture Adhesive Manufacturer 78 (Am 78) Terhadap*. 9(2), 1–12.
- Djamaluddin, R., Akkas, M., & S, S. D. (n.d.). *Studi Pengaruh Sumber Bahan Baku Agregat Terhadap Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi*. 1–9.
- Karwur, H. Y., R. Tenda, S. E., Wallah, & Windah, R. S. (2013). Kuat Tekan Beton Dengan Bahan Tambah Serbuk Kaca Sebagai Substitusi Parsial Semen. *Jurnal Sipil Statik Vol.1 No.4, Maret 2013 (276-281) ISSN : 2337-6732, 1(4), 276–281*.
- Mulyono, T. (2003). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: ANDI.
- Pardomuan, F., Tanudjaja, P. H., & Windah, R. S. (2015). Pengujian Kuat Tarik Lentur Beton Dengan Variasi Kuat Tekan Beton. *Jurnal Sipil Statik*, 3(5), 313–321.
- Satwarnirat. (2005). Pengaruh Penambahan Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton. *Poli Rekayasa*, 1(1), 1–8.
- Satwarnirat, Lydiasari, H., Manalu, A. Y., Karolina, R., Amna, K., Wesli, & Hamzani. (2017). Application of Oil Palm Empty Fruit Bunch Fibers in Strength Improvement As a Fiber Reinforced Concrete. *Poli Rekayasa*, 1(3), 1–8. <https://doi.org/10.22302/iopri.jur.jpks.v25i3.33>
- SNI-03-2834-2000. (2000). *Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal*.
- SNI 03-2834-1993. (1993). *TATA CARA PEMBUATAN RENCANA CAMPURAN BETON NORMAL*.
- SNI 03-2834-2000. (2000). *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*. SNI 03-2834-2000. In *Badan Standardisasi Nasional*.
- SNI, 2847:2013. (2013). *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*. In *Bandung: Badan Standardisasi Indonesia*.

Sugiyanto dkk, 2000. (2017). Pengertian beton. *Kevin Lincolen, Fakultas Teknik Universitas Lampung*.

Trian, Y., Sumajouw, D. M. D. J., & Windah, R. S. (2015). Pengaruh Kuat Tekan Terhadap Kuat Lentur Balok Beton Bertulang. *Jurnal Sipil Statik*, 3(5), 341–350.



LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL.KAPTEN MUKHTAR BASRI NO 3 MEDAN 20238

SIEVE ANALYSIS OF COARSE AGGREGATE FOR CONCRETE MATERIAL TEST (ASTM C 136-84a & ASTM D 448-86)	Lab No. :
	Sampling Date : 28 Februari 2020
	Testing Date : 29 Februari 2020

Sources Of Sampel	Binjai
Max Dia	40 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Hasanul Arifin

Sieve Size	Retained Fraction				Cumulative	
	Sample 1 (gr)	Sample 2 (gr)	Total Weight	%	Retained	Passing
38,1 (1.5")	137	130	267	4,77	4,77	95,23
19,0 (3/4")	1015	910	1925	34,38	39,15	60,85
9,52 (3/8")	1130	1451	2581	46,10	85,25	14,75
4,75 (No.4)	518	309	827	14,77	100	0
2,36 (No.8)	0	0	0	0	0	0
1,18 (No.16)	0	0	0	0	0	0
0,60 (No.30)	0	0	0	0	0	0
0,30 (No.50)	0	0	0	0	0	0
0,15 (No.100)	0	0	0	0	0	0
Pan	0	0	0	0	0	0
Total	2800	2800	5600	100		

$$\text{Fines Modulus (FM)} = \frac{729,17}{100} = 7,29$$

Good gradation class :
 $5,5 \leq FM \leq 7,5$

Medan, 05 Maret 2020
Diperiksa Oleh
Dosen Pembimbing

(Dr. Fahrizal Zulkarnain)



LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL.KAPTEN MUKHTAR BASRI NO 3 MEDAN 20238

WATER CONTENT TEST FOR CONCRETE MATERIAL ASTM C 566	Lab No. :
	Sampling Date : 28 Februari 2020
	Testing Date : 29 Februari 2020

Sources Of Sampel	Binjai
Max Dia	40 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Hasanul Arifin

COARSE AGREGAT PASSING ¾"	01	02	Average
Wt Of SSD Sampel & Mold (Berat Contoh SSD & Berat wadah)	1528	1570	1549
Wt Of SSD Sample (Berat Contoh SSD)	1000	1000	1000
Wt Of Oven Dry Sampel & Mold (Berat Contoh Kering Oven & Berat Wadah)	1523	1565	1544
Wt Of Mold (Berat Wadah)	528	570	549
Wt Of Water (Berat Air)	5	5	5
Wt Of Oven Dry Sampel (Berat Contoh Kering)	995	995	995
Water Content	0,5%	0,5%	0,5%

Medan, 05 Maret 2020
Diperiksa Oleh
Dosen Pembimbing

(Dr. Fahrizal Zulkarnain)



LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL.KAPTEN MUKHTAR BASRI NO 3 MEDAN 20238

RESISTANCE TO DEGREDEATION OF COARSE AGGREGATE FOR CONCRETE MATERIAL (ASTM C 131-89 & ASTM C 535-89)	Lab No. :
	Sampling Date : 2 Maret 2020
	Testing Date : 3 Maret 2020

Sources Of Sampel	Binjai
Max Dia	40 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Hasanul Arifin

Gradation Tested (<i>Gradasi yang diuji</i>)		
Sieve Size Retained	Wt of Sample Before Test (<i>Berat Awal</i>) (gr)	Wt. of Sample After Test (<i>Berat Akhir</i>) (gr)
38,1 (1.5")		
25 (1")		
19,0 (3/4")		
12,5 (1/2")	2500	1191
9,52 (3/8")	2500	770
4,75 (No.4)		1393
2,36 (No.8)		651
0,30 (No.50)		-
0,15 (No.100)		-
Pan		249
Total		4254
Wt of Sample passing No. 12 (Berat lolos saringan No. 12)		746
Abrasion (Keausan) (%)		14,92 %

Medan, 05 Maret 2020
Diperiksa Oleh
Dosen Pembimbing

(Dr. Fahrizal Zulkarnain)



LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL.KAPTEN MUKHTAR BASRI NO 3 MEDAN 20238

MATERIAL FINER THAN 75-mm (No.200) IN MINERAL AGGREGATE BY WASHING FOR CONCRETE MATERIAL ASTM C 117-90	Lab No. :
	Sampling Date : 28 Februari 2020
	Testing Date : 29 Februari 2020

Sources Of Sampel	Binjai
Max Dia	40 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Hasanul Arifin

Coarse Aggregate Passing $\frac{3}{4}$ "	Sample I (gr)	Sample II (gr)	Average
Original dry mass of sample : A (gr)	1000	1000	1000
Dry mass of sample after washing : B (gr)	992	994	993
Mass of material finer than 75-mm (No. 200) sieve by washing: C (gr)	8	6	7
Percentage of material finer than 75-mm (No. 200) sieve by washing (%)	0,8	0,6	0,7

Medan, 05 Maret 2020
Diperiksa Oleh
Dosen Pembimbing

(Dr. Fahrizal Zulkarnain)



LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL.KAPTEN MUKHTAR BASRI NO 3 MEDAN 20238

MATERIAL FINER THAN 75-mm (No.200) IN MINERAL AGGREGATE BY WASHING FOR CONCRETE MATERIAL ASTM C 117-90	Lab No. :
	Sampling Date : 28 Februari 2020
	Testing Date : 29 Februari 2020

Sources Of Sampel	Binjai
Max Dia	40 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Hasanul Arifin

Fine Aggregate Passing No. 4	Sample I (gr)	Sample II (gr)	Average
Original dry mass of sample : A (gr)	500	500	500
Dry mass of sample after washing : B (gr)	487	483	485
Mass of material finer than 75-mm (No. 200) sieve by washing: C (gr)	13	17	15
Percentage of material finer than 75-mm (No. 200) sieve by washing (%)	2,6	3,4	3

Medan, 05 Maret 2020
Diperiksa Oleh
Dosen Pembimbing

(Dr. Fahrizal Zulkarnain)



LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL.KAPTEN MUKHTAR BASRI NO 3 MEDAN 20238

WATER CONTENT TEST FOR CONCRETE MATERIAL ASTM C 566	Lab No. :
	Sampling Date : 28 Februari 2020
	Testing Date : 29 Februari 2020

Sources Of Sampel	Binjai
Max Dia	40 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Hasanul Arifin

Fine Aggregate Passing No. 4	01	02	Average
Wt Of SSD Sampel & Mold (Berat Contoh SSD & Berat wadah)	1188	1175	1181,5
Wt Of SSD Sample (Berat Contoh SSD)	1000	1000	1000
Wt Of Oven Dry Sampel & Mold (Berat Contoh Kering Oven & Berat Wadah)	1177	1168	1172,5
Wt Of Mold (Berat Wadah)	188	175	181,5
Wt Of Water (Berat Air)	11	7	9
Wt Of Oven Dry Sampel (Berat Contoh Kering)	989	993	991
Water Content	1,1%	0,7%	0,9%

Medan, 05 Maret 2020
Diperiksa Oleh
Dosen Pembimbing

(Dr. Fahrizal Zulkarnain)



LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL.KAPTEN MUKHTAR BASRI NO 3 MEDAN 20238

UNIT WEIGHT OF COARSE AGGREGATE TEST FOR CONCRETE MATERIAL (ASTM C 29)	Lab No. :
	Sampling Date : 28 Februari 2020
	Testing Date : 29 Februari 2020

Sources Of Sampel	Binjai
Max Dia	40 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Hasanul Arifin

No.	Coarse Aggregate	Sample I	Sample II	Sample III	Average
1	Wt Of Sampel & Mold Berat Contoh & Wadah), gr	31050	31989	30630	31485
2	Wt Of Mold (Berat Wadah), gr	6500	6500	6500	6500
3	Wt Of Sampel (Berat Contoh), gr	24550	25489	24130	24985
4	Vol Of Mold (Volume Wadah), cm ³	15465,21	15465,21	15465,21	15465,21
5	Unit Wfight (Berat Isi), gr/cm ³	1,59	1,65	1,56	1,62

Medan, 05 Maret 2020
Diperiksa Oleh
Dosen Pembimbing

(Dr. Fahrizal Zulkarnain)



LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL.KAPTEN MUKHTAR BASRI NO 3 MEDAN 20238

UNIT WEIGHT OF FINE AGGREGATE TEST FOR CONCRETE MATERIAL (ASTM C 29)	Lab No. :
	Sampling Date : 28 Februari 2020
	Testing Date : 29 Februari 2020

Sources Of Sampel	Binjai
Max Dia	40 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Hasanul Arifin

No.	Fine Aggregate	Sample I	Sample II	Sample III	Average
1	Wt Of Sampel & Mold Berat Contoh & Wadah), gr	18873	20523	20603	19999,7
2	Wt Of Mold (Berat Wadah), gr	5400	5400	5400	5400
3	Wt Of Sampel (Berat Contoh), gr	13473	15123	15203	14599,7
4	Vol Of Mold (Volume Wadah), cm ³	10861,71	10861,71	10861,71	10861,71
5	Unit Wfight (Berat Isi), gr/cm ³	1,24	1,39	1,40	1,34

Medan, 05 Maret 2020
Diperiksa Oleh
Dosen Pembimbing

(Dr. Fahrizal Zulkarnain)



LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL.KAPTEN MUKHTAR BASRI NO 3 MEDAN 20238

SPECIFIC GRAVITY AND ABSORPTION OF COARSE AGGREGATE FOR CONCRETE MATERIAL (ASTM C 127-88)	Lab No. :
	Sampling Date : 28 Februari 2020
	Testing Date : 29 Februari 2020

Sources Of Sampel	Binjai
Max Dia	40 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Hasanul Arifin

Coarse Aggregate Passing 1,5"	Sample I	Sample II	Average
Wt of SSD sample in air (<i>berat contoh SSD kering permukaan jenuh</i>) A	2500	2500	2500
Wt of oven dry sample (<i>berat contoh SSD kering oven 110°C sampai konstan</i>) C	2482	2481	2481,5
Wt of SSD sample in water (<i>berat contoh jenuh</i>) B	1580	1565	1597,5
Bulk sp gravity dry (<i>berat jenis contoh kering</i>) C/(A-B)	2,698	2,653	2,676
Bulk sp gravity SSD (<i>berat jenis contoh SSD</i>) A/(A-B)	2,717	2,674	2,696
Apparent sp gravity (<i>berat jenis contoh semu</i>) C/(C-B)	2,752	2,708	2,730
Absorption (<i>penyerapan</i>) $((A-C)/C) \times 100\%$	0,725	0,766	0,746

Medan, 05 Maret 2020
Diperiksa Oleh
Dosen Pembimbing

(Dr. Fahrizal Zulkarnain)



LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL.KAPTEN MUKHTAR BASRI NO 3 MEDAN 20238

SPECIFIC GRAVITY AND ABSORPTION OF FINE AGGREGATE FOR CONCRETE MATERIAL (ASTM C 127-88)	Lab No. :
	Sampling Date : 28 Februari 2020
	Testing Date : 29 Februari 2020

Sources Of Sampel	Binjai
Max Dia	40 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Hasanul Arifin

Fine Aggregate Passing No.4	Sample I	Sample II	Average
Wt of SSD sample in air (<i>berat contoh SSD kering permukaan jenuh</i>) B	500	500	500
Wt of oven dry sample (<i>berat contoh SSD kering oven 110°C sampai konstan</i>) E	494	493	493,5
Wt of flask + water (<i>berat piknometer penuh air</i>) D	674	674	674
Wt of flask + water + sample (<i>berat contoh SSD dalam piknometer penuh air</i>) C	974	975	974,5
Bulk sp gravity dry (<i>berat jenis contoh kering</i>) $E/(B+D-C)$	2,47	2,48	2,475
Bulk sp gravity SSD (<i>berat jenis contoh SSD</i>) $B/(B+D-C)$	2,50	2,51	2,505
Apparent sp gravity (<i>berat jenis contoh semu</i>) $E/(E+D-C)$	2,55	2,57	2,56
Absorption (<i>penyerapan</i>) $((B-E)/E) \times 100\%$	1,21	1,42	1,32

Medan, 05 Maret 2020
Diperiksa Oleh
Dosen Pembimbing

(Dr. Fahrizal Zulkarnain)



LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL.KAPTEN MUKHTAR BASRI NO 3 MEDAN 20238

SIEVE ANALYSIS OF FINE AGGREGATE FOR CONCRETE MATERIAL TEST (ASTM C 136-84a & ASTM D 448-84a)	Lab No. :
	Sampling Date : 28 Februari 2020
	Testing Date : 29 Februari 2020

Sources Of Sampel	Binjai
Max Dia	40 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Hasanul Arifin

Sieve Size	Retained Fraction				Cumulative	
	Sample 1 (gr)	Sample 2 (gr)	Total Weight	%	Retained	Passing
9,52 (3/8")	0	0	0	0	0	100,00
4,75 (No.4)	17	26	43	1,95	1,95	98,05
2,36 (No.8)	67	104	171	7,77	9,72	90,28
1,18 (No.16)	181	219	400	18,18	27,9	72,1
0,60 (No.30)	287	322	609	27,68	55,58	44,42
0,30 (No.50)	290	331	621	28,23	83,81	16,19
0,15 (No.100)	135	163	298	13,54	97,35	2,65
Pan	23	35	58	2,64	100	0
Total	1000	1200	2200	100		

$$\text{Fines Modulus (FM)} = \frac{276,31}{100} = 2,76$$

Good gradation class :

Fine $2,2 \leq FM \leq 2,6$

Medium $2,6 \leq FM \leq 2,9$

Coarse $2,9 \leq FM \leq 3,2$

Medan, 05 Maret 2020

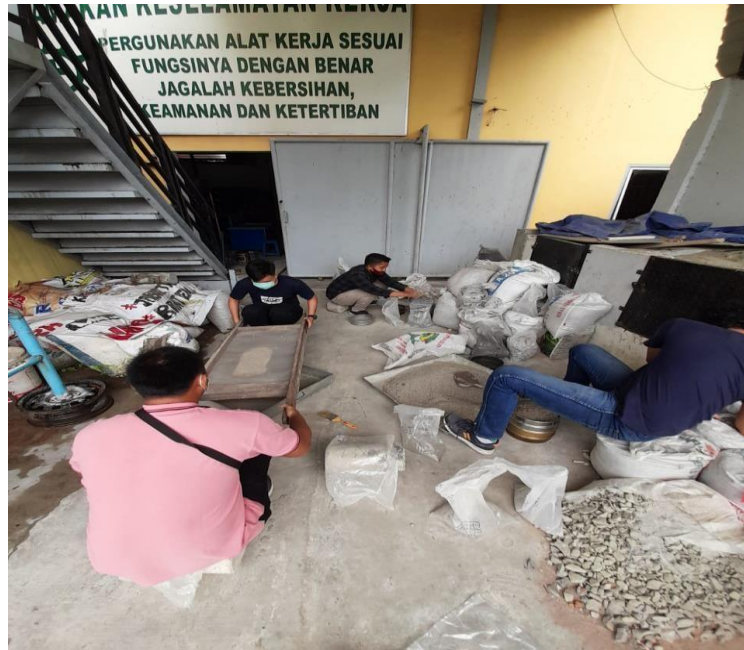
Diperiksa Oleh

Dosen Pembimbing

(Dr. Fahrizal Zulkarnain)

LAMPIRAN

LAMPIRAN



GAMBAR L1: DOKUMENTASI PERSIAPAN PENELITIAN



GAMBAR L2: DOKUMENTASI PEMERIKSAAN BAHAN AGREGAT PENELITIAN



GAMBAR L3: DOKUMENTASI PERSIAPAN PEMBUATAN BENDA UJI PENELITIAN



GAMBAR L4: DOKUMENTASI PROSES PENGECORAN PEMBUATAN BENDA UJI PENELITIAN



GAMBAR L5: DOKUMENTASI PROSES PENGECORAN PEMBUATAN BENDA UJI PENELITIAN



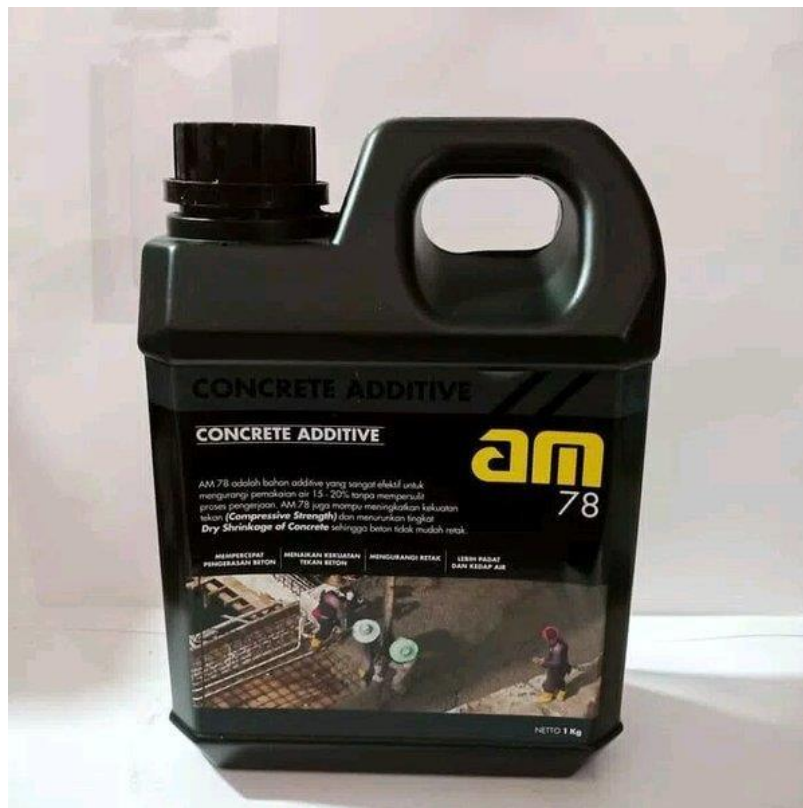
GAMBAR L6: DOKUMENTASI PROSES PENCETAKAN BENDA UJI PENELITIAN



GAMBAR L7: DOKUMENTASI PROSES PERENDAMAN SERAT TANDAN KOSONG DENGAN CAIRAN NA₂CO₃ ATAU SODA API



GAMBAR L8: DOKUMENTASI PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON



GAMBAR L9: BAHAN TAMBAH AM78

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DAFTAR DIRI PESERTA

Nana Lengkap : HASANUL ARIFIN
Panggilan :
HASANUL/ARIF Tempat/Tanggal Lahir :
Bah Birong Ulu, 21 Mei 1998 Jenis Kelamin:
Laki-laki
Alamat : Emplasmen Gunung Bayu
Agama : Islam
Nama Orang Tua
Ayah : SUPRIADI
Ibu : ITA TRIWAHYUNI
No. HP : 081370507566
E-mail : hasanul21051998@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Pokok Mahasiswa : 1607210199
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah
Sumatera Utara Alamat Perguruan Tinggi : Jln.Kaptan Muchtar
Basri BA. No. 3 Medan 20238

No.	Tingkat Pendidikan	Nama dan Tempat
1.	Sekolah Dasar	SD NEGERI 091681 GUNUNG BAYU
2.	SMP	SMP ISLAM BAH BIRONG ULU
3.	SMA	SMA TAMAN SISWA P. SIANTAR
4.	Melanjutkan Kuliah di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Tahun 2016	