

TUGAS AKHIR
PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH SERBUK KAYU SEBAGAI SUBSITUSI
PARSIAL AGREGAT HALUS DENGAN BAHAN TAMBAH AM 78 CONCRETE
ADDITIVE TERHADAP KUAT TEKAN BETON

Diajukan Untuk Memenuhi Tugas-Tugas
Dan Syarat-Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Pada Fakultas Teknik Program Studi Sipil
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Disusun Oleh:

RIZKI SURYA FANI

1607210164



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 : Rizki Surya Fani
NPM : 1607210164
Program Studi : Teknik Sipil
Judul skripsi : Pengaruh Penambahan Limbah Serbuk Kayu Sebagai
Substitusi Parsial Agregat Halus Dengan Bahan Tambah *Am*
78 Concrete Additive Terhadap Kuat Tekan 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 : Rizki Surya Fani

NPM : 1607210164

Program Studi : Teknik Sipil

Judul skripsi : Pengaruh Penambahan Limbah Serbuk Kayu Sebagai Substitusi Parsial Agregat Halus Dengan Bahan Tambah Am 78 Concrete Additive Terhadap Kuat Tekan 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



Dr. Ade Faisal, ST, Msc

Dosen Pembanding II / Penguji



Rizki Efrida, S.T, M.T

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 : Rizki Surya Fani

Tempat/Tanggal Lahir : Medan, 20 Juli 1998

NPM : 1607210164

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Sipil

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

“Pengaruh Penambahan Limbah Serbuk Kayu Sebagai Substitusi Parsial Agregat Halus Dengan Bahan Tambah *Am 78 Concrete Additive* Terhadap Kuat Tekan 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 hakikatnya 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/ keserjanaan 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,



Rizki Surya Fani

ABSTRAK

PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH SERBUK KAYU SEBAGAI SUBSTITUSI PARSIAL AGREGAT HALUS DENGAN BAHAN TAMBAH AM 78 CONCRETE ADDITIVE TERHADAP KUAT TEKAN BETON (*Studi Penelitian*)

Rizki Surya Fani

1607210164

Dr. Fahrizal Zulkarnain, ST, M.Sc

Beton merupakan suatu benda padat yang terbentuk dengan cara mencampur agregat kasar, agregat halus, dan bahan tambah (*admixture atau additive*) dengan suatu pasta yang terbuat dari semen dan air. Penelitian ini mencoba menggunakan bahan tambah berupa serbuk kayu dan am 78 yang bertujuan untuk meningkatkan initial setting time beton, sehingga beton tidak cepat beku dalam perjalanan. Dalam penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah limbah serbuk kayu dengan bahan tambah am 78 concrete additive dapat meningkatkan kuat tekan pada beton. Pada penelitian ini menggunakan serbuk kayu dengan variasi 5%, 7%, dan 10% dari berat agregat halus dan am 78 sebesar 0,8% dari berat semen. Dimensi benda uji kubus 15 x 15 x 15 cm. Rancangan campuran menggunakan metode SNI 03-2834-2000. Setiap variasi dibuat 3 benda uji, sehingga jumlah keseluruhannya 12 buah benda uji. Pengujian yang dilakukan yaitu uji kuat tekan beton. Hasil kuat tekan optimum pada 28 hari terjadi pada beton dengan campuran serbuk kayu + am 78 concrete additive 0,8% yaitu sebesar 271,11 Mpa. Hal ini menunjukkan bahwa beton yang dihasilkan dengan bahan tambah serbuk kayu dan am 78 concrete additive 0,8% memiliki kekuatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan beton normal, maka beton campuran serbuk kayu dan am 78 concrete additive 0,8% ini dapat diaplikasikan untuk struktur bangunan.

Kata Kunci : beton, serbuk kayu, am 78 concrete additive, kuat tekan.

ABSTRACT

THE EFFECT OF ADDITIONAL POWDER WASTE AS A PARTIAL SUBSTITUTION OF FINE AGGREGATE WITH AM 78 CONCRETE ADDITIVE INGREDIENTS ON CONCRETE PRESS STRENGTH

(Research Study)

Rizki Surya Fani

1607210164

Fahrizal Zulkarnain, ST, M.Sc

Concrete is a solid object that is formed by mixing coarse aggregate, fine aggregate, and additives (admixture or additive) with a paste made of cement and water. This research tries to use added materials in the form of sawdust and am 78 which aims to increase the initial setting time of concrete, so that the concrete does not freeze quickly on the way. In this study, the aim of this study was to determine whether the sawdust waste with the added material of am 78 concrete additive can increase the compressive strength of concrete. In this study using wood powder with a variation of 5%, 7%, and 10% of the weight of fine aggregate and am 78 of 0.8% of the weight of cement. The dimensions of the specimen are 15 x 15 x 15 cm. The mixed design uses the SNI 03-2834-2000 method. Each variation is made 3 specimens, so that the total is 12 specimens. The test carried out is the concrete compressive strength test. The results of the optimum compressive strength at 28 days occurred in concrete with a mixture of sawdust + am 78 concrete additive 0.8%, which was 271.11 Mpa. This shows that the concrete produced with additive wood powder and am 78 concrete additive 0.8% has a higher strength than normal concrete, so this 0.8% sawdust mixed concrete and 0.8% am 78 concrete additive can be applied to structures. building.

Keywords: concrete, sawdust, am 78 concrete additive, compressive strength.

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 “Pengaruh Penambahan Limbah Serbuk Kayu Sebagai Substitusi Parsial Agregat Halus Dengan Bahan Tambah *Am 78 Concrete Additive* Terhadap Kuat Tekan Beton” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

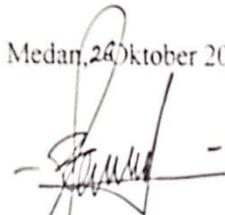
Banyak pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terima kasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnain S.T., M.Sc., Ph.D Selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, sekaligus sebagai Ketua Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Bapak Dr. Ade Faisal ST., M.Sc., Ph.D, Selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, sekaligus sebagai Wakil Dekan I Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Ibu Rizki Efrida, S.T., MT, Selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Munawar Alfansuri Siregar, S.T., M.Sc, 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 teknik sipil kepada penulis.
6. Bapak/Ibu staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

7. Teristimewa sekali kepada Ayahanda tercinta Suparman dan Ibunda tercinta Rosliani Pulungan yang telah bersusah payah membesarkan dan memberikan kasih sayangnya yang tidak ternilai kepada penulis.
8. Teristimewa sekali juga kepada Diana Puspita Sari yang menyemangati hingga akhir dan telah banyak membantu dalam penyelesaian tugas akhirini.
9. Terimakasih kepada rekan-rekan seperjuangan Teknik Sipil terutama Rizki Martua Nasution, Miftah Hidayat, Rio Prabowo, Togu Rahman, Abdi Kesuma, Delva Enzelya Adila Lubis, Rahmad Hidayat dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu persatu.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia konstruksi teknik sipil.

Medan, 24 Oktober 2020



Rizki Surya Fani

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	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 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Beton	4
2.2. Bahan Penyusun Campuran	5
2.2.1. Semen	5
2.2.2. Air	7
2.2.3. Agregat	7
2.2.3.1. Agregat Halus	8
2.2.3.2. Agregat Kasar	10
2.2.4. Bahan Tambah	11
2.2.4.1. Alasan Penggunaan Bahan Tambah	12
2.2.4.2. Jenis-Jenis Bahan Tambah Kimia	13
2.2.4.3. Bahan Tambah Mineral (<i>Mineral Admixture</i>)	14
2.3. Serbuk Kayu	14

2.4. <i>AM 78 Concrete Additive</i>	15
2.5. Perencanaan Pembuatan Campuran Beton Standar Menurut SNI 03-2834-2000	16
2.6. <i>Slump Test</i>	21
2.7. Perawatan Beton	22
2.8. Pengujian Kuat Tekan	23
BAB 3 METODE PENELITIAN	
3.1. Metode Penelitian	25
3.2. Lokasi Penelitian	27
3.3. Bahan dan Peralatan	27
3.3.1. Bahan	27
3.3.2. Peralatan	27
3.4. Proses Pengerjaan Serbuk Kayu Dalam Campuran Beton	28
3.5. Persiapan Penelitian	29
3.6. Pemeriksaan Agregat	29
3.7. Pemeriksaan Agregat Halus	29
3.7.1. Kadar Air Agregat Halus	30
3.7.2. Kadar Lumpur Agregat Halus	30
3.7.3. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	31
3.7.4. Berat Isi Agregat Halus	32
3.7.5. Analisa Saringan Agregat Halus	32
3.8. Pemeriksaan Agregat Kasar	35
3.8.1. Kadar Air Agregat Kasar	35
3.8.2. Kadar Lumpur Agregat Kasar	36
3.8.3. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	37
3.8.4. Berat Isi Agregat Kasar	38
3.8.5. Analisa Saringan Agregat Kasar	39
3.8.6. Keausan Agregat Dengan Mesin <i>Los Angeles</i>	41
3.9. Perencanaan Campuran Beton	42
3.10. Pelaksanaan Penelitian	42
3.10.1. <i>Trial Mix</i>	42
3.10.2. Pembuatan Benda Uji	42
3.10.3. Pengujian <i>Slump</i>	42

3.10.4. Perawatan Beton	43
3.10.5. Pengujian Kuat Tekan	43
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Perencanaan Campuran Beton	44
4.1.1. Metode Pengerjaan <i>Mix Design</i>	51
4.2. Pembuatan Benda Uji	56
4.3. <i>Slump Test</i>	57
4.4. Kuat Tekan Beton	59
4.4.1. Kuat Tekan Beton Normal	60
4.4.2. Kuat Tekan Beton Serbuk Kayu 5% Dan <i>AM 78 Concrete Additive</i> 0,8%	61
4.4.3. Kuat Tekan Beton Serbuk Kayu 7% Dan <i>AM 78 Concrete Additive</i> 0,8%	61
4.4.4. Kuat Tekan Beton Serbuk Kayu 10% Dan <i>AM 78 Concrete Additive</i> 0,8%	62
4.5. Pembahasan	64
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan	66
5.2. Saran	67
DAFTAR PUSTAKA	68
LAMPIRAN	70
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	75

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Daftar gradasi agregat halus	9
Tabel 2.2	Batas gradasi agregat kasar	11
Tabel 2.3	Faktor pengali untuk standar deviasi berdasarkan jumlah benda uji yang tersedia	16
Tabel 2.4	Tingkat mutu pekerjaan pembetonan	17
Tabel 2.5	Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum	17
Tabel 2.6	Perkiraan kadar air bebas	18
Tabel 3.1	Data-data hasil penelitian kadar air agregat halus	30
Tabel 3.2	Data-data hasil penelitian kadar lumpur agregat halus	30
Tabel 3.3	Data-data hasil penelitian berat jenis dan penyerapan agregat halus	31
Tabel 3.4	Data-data hasil penelitian berat isi agregat halus	32
Tabel 3.5	Data-data hasil penelitian analisa saringan agregat halus	33
Tabel 3.6	Data-data hasil penelitian kadar air agregat kasar	36
Tabel 3.7	Data-data hasil penelitian kadar lumpur agregat kasar	37
Tabel 3.8	Data-data hasil penelitian berat jenis dan penyerapan agregat kasar	37
Tabel 3.9	Data-data hasil penelitian berat isi agregat kasar	38
Tabel 3.10	Data-data hasil penelitian analisa saringan agregat kasar	39
Tabel 3.11	Hasil pengujian keausan agregat	41
Tabel 3.12	Jumlah variasi sampel pengujian beton	43
Tabel 4.1	Data-data analisa yang diperoleh saat penelitian	44
Tabel 4.2	Perencanaan campuran beton	45
Tabel 4.3	Hasil perbandingan campuran bahan beton tiap 1 benda uji 1 m ³	46
Tabel 4.4	Perbandingan bahan beton untuk 1 benda uji	47
Tabel 4.5	Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk setiap saringan dalam 1 benda uji	47
Tabel 4.6	Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji	48
Tabel 4.7	Jumlah serbuk kayu terhadap berat agregat halus	49
Tabel 4.8	Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 12 benda uji	50
Tabel 4.9	Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 12 benda uji	51

Tabel 4.10 Hasil pengujian nilai <i>slump</i>	58
Tabel 4.11 Hasil uji kuat tekan beton 28 hari	60

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Klasifikasi agregat berdasarkan sumber material	8
Gambar 2.2	Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton	20
Gambar 3.1	Tahapan singkat penelitian yang dilaksanakan	26
Gambar 3.2	Grafik gradasi agregat halus	35
Gambar 3.3	Grafik gradasi agregat kasar diameter maksimum 40 mm	40
Gambar 4.1	Hubungan faktor air semen dan kuat tekan beton kubus 15 x 15 x 15 cm	52
Gambar 4.2	Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm pada fas 0,47	53
Gambar 4.3	Hubungan kandungan air, berat isi agregat campuran dan berat isi beton pada fas	54
Gambar 4.4	Grafik perbandingan nilai <i>slump</i>	58
Gambar 4.5	Kuat tekan pada benda uji	59
Gambar 4.6	Grafik hasil uji kuat tekan beton	60
Gambar 4.7	Grafik hasil uji kuat tekan beton variasi 5% dan <i>AM 78 Concrete Additive</i> 0,8%	61
Gambar 4.8	Grafik hasil uji kuat tekan beton variasi 7% dan <i>AM 78 Concrete Additive</i> 0,8%	62
Gambar 4.9	Grafik hasil uji kuat tekan beton variasi 10% dan <i>AM 78 Concrete Additive</i> 0,8%	63
Gambar 4.10	Grafik persentase nilai kuat tekan beton umur 28 hari	64
Gambar 4.11	Grafik persentase kenaikan dan penurunan kuat tekan beton 28 hari	65

DAFTAR NOTASI

gr = Gram

FM = Modulus kehalusan

A = Berat contoh kering permukaan jenuh

C = Berat contoh SSD kering oven 110°C 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

M^3 = Meterkubik

$\pi r^2 t$ = Volume silinder

P = Beban

DAFTAR SINGKATAN

SNI = Standart nasional indonesia

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Beton merupakan suatu benda padat yang terbentuk dengan cara mencampur agregat kasar, agregat halus, dan bahan tambah (*admixture atau additivie*) dengan suatu pasta yang terbuat dari semen dan air. Kekuatan konstruksi beton sangat berpengaruh terhadap kualitas semen, jenis material yang digunakan, ikatan/adesi antar material, pemadatan dan perawatannya.

Beton adalah suatu elemen struktur yang terdiri dari partikel-partikel agregat yang dilekatkan oleh pasta yang terbuat dari semen portland dan air. Menurut Mulyono (2006), bahwa beton merupakan fungsi dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolik, agregat kasar, agregat halus, air, dan bahan tambah.

Pengujian benda uji dilakukan terhadap kuat tekan beton. Menurut Mulyono (2004), bahwa kuat tekan beton adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Walaupun dalam beton terdapat tegangan tarik yang kecil, diasumsikan bahwa semua tegangan tekan didukung oleh beton tersebut.

AM 77-Retarder berfungsi untuk meningkatkan initial setting time beton, sehingga beton tidak cepat beku dalam perjalanan. Sementara *AM 78-Concrete Additive* berfungsi untuk menurunkan pemakaian air dari 15% hingga 20% tanpa mempersulit pengerjaan pengecoran. Keunggulan kedua produk ini terbukti sesuai dengan fungsi masing-masing di mana produk AM lebih efisien dengan jumlah pemakaian yang lebih sedikit, sehingga dapat menghemat biaya pada proses pengecoran serta AM 78 dapat meningkatkan kuat tekanan beton.

Saat ini penelitian tentang struktur baru tersebut sudah memasuki nano teknologi, diantaranya adalah *carbon nanotube* (CNT) diperkuat komposit polimer salah satu material maju yang menampilkan karakteristik yang sangat menarik yaitu mekanik, termal, kimia, listrik dan optik.

Pemakaian serat dalam campuran beton sudah cukup lama dilakukan, namun karena ketersediaannya semakin menurun maka dikembangkan berbagai jenis, salah satunya adalah serat kayu.

Pada serbuk kayu terdapat kadar selulosa dan hemiselulosa yang apabila ditambahkan pada campuran semen dan pasir pembentuk beton, senyawa ini akan terserap pada permukaan mineral/partikel dan memberikan tambahan kekuatan ikat antar partikel akibat sifat adhesi dan dispersinya, serta menghambat difusi air dalam material akibat sifat hidrofobnya. Menurut (Susanto. 1998), kayu merupakan salah satu material dengan kadar selulosa tinggi yaitu 72%. Selain selulosa serbuk kayu juga mengandung kadar hemiselulosa, secara umum biomassa juga mengandung lignin dalam jumlah sekitar 15-30% berat kering bahan.

1.2. Rumusan Masalah

Pada penelitian ini terdapat beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Mampukah limbah serbuk kayu dengan bahan tambah *AM 78 Concrete Additive* meningkatkan kuat tekan beton?
2. Bagaimana pengaruh penambahan limbah serat kayu sebagai substitusi parsial agregat halus terhadap pengujian *slump*?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui apakah limbah serbuk kayu dengan bahan tambah *AM 78 Concrete Additive* dapat meningkatkan kuat tekan beton.
2. Untuk mengetahui pengaruh penambahan limbah serat kayu sebagai substitusi parsial agregat halus terhadap pengujian *slump*.

1.4. Batasan Penelitian

Mengingat terlalu luas dan banyaknya permasalahan yang berhubungan dengan beton, maka dalam penelitian ini diberikan batasan masalah yang

bertujuan untuk membatasi pembahasan agar tidak meluas dan batsannya menjadi jelas. Adapun yang menjadi batasan masalah sebagai berikut:

1. Metode untuk perencanaan campuran menggunakan metode Standar Nasional Indonesia (SNI 03-2834-1993).
2. Menguji kuat tekan beton.
3. Perawatan benda uji dengan cara perendaman.
4. Menggunakan cetakan bentuk kubus.
5. Menggunakan kekuatan rencana yaitu 24 MPa.
6. Limbah serbuk serbuk kayu yang digunakan dalam penelitian ini limbah serbuk kayu bekas gergajian sebagai subsitusi parsial agregat halus. Dengan perencanaan beton umur 7, 14, dan 28 hari dengan benda uji kubus.
7. Menggunakan limbah serbuk kayu dengan variasi 0%, 5%, 10%, 15%.
8. Persentase *AM 78 Concrete Additive* yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebesar 0,8%, sebagai bahan tambah kimia pada campuran beton.

1.5. Manfaat Penelitian

Dengan penelitian ini diharapkan khalayak umum dapat mengetahui fungsi dari limbah serat kayu, apabila penelitian ini berhasil, diharapkan limbah serat kayu sebagai bahan campuran dalam pembuatan beton dapat menjadi bahan pertimbangan untuk tahap selanjutnya, baik itu penggunaan untuk pelaksanaan di lapangan maupun dilakukan penelitian lebih lanjut kedepannya.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Beton

Beton dihasilkan dari sekumpulan interaksi mekanis dan kimia sejumlah material pembentuknya. DPU-LPMB memberikan definisi tentang beton sebagai campuran antara semen portland atau semen hidrolis yang lainnya, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan membentuk massa padat. Beton didapat dari pencampuran bahan-bahan agregat halus dan kasar yaitu pasir, batu, batu pecah, atau bahan semacam lainnya dengan menambahkan secukupnya bahan perekat semen, dan air sebagai bahan pembantu guna keperluan reaksi kimia selama proses pengerasan dan perawatan beton berlangsung. (Indra Wibowo, n.d.).

Beton adalah suatu elemen struktur yang terdiri dari partikel-partikel agregat yang dilekatkan oleh pasta yang terbuat dari semen portland dan air. Pasta itu mengisi ruang-ruang kosong di antara partikel-partikel agregat dan setelah beton segar (*fresh*) dicor, ia akan mengeras sebagai akibat dari reaksi-reaksi kimia eksotermis antara semen dan air dan membentuk suatu bahan struktur yang padat dan dapat tahan lama. (Saifuddin et al., 2013).

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

Kelemahan beton sebagai bahan konstruksi adalah kuat lentur yang rendah dan sifatnya yang getas, karena itu beton membutuhkan solusi lain untuk menahan kuat lentur 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 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.(Amna et al., 2014)

Beton adalah secara luas merupakan material bangunan dan keteknik sipil, karena beton sangat kuat dan cukup keras untuk pembangunan struktur yang baik terutama gedung. Beton terbagi menjadi 2 yaitu:

- a. Beton Biasa (Normal) yang mempunyai kekuatan antara 2000 sampai 6000 psi (13 sampai 40 MPa).
- b. Beton Berkinerja Tinggi mempunyai kekuatan antara lain di atas 6000 psi (40 MPa) disebut beton mutu tinggi, 80 MPa disebut beton bermutu sangat tinggi, dan 120 MPa beton bermutu ultra tinggi.

Beton sangat terpengaruh oleh bahan dasarnya yaitu Semen, Agregat Kasar, Agregat Halus dan Air. Dua dekade terakhir, telah dikembangkan jenis bahan tambah (*admixtures* dan *additives*) untuk meningkatkan kinerja beton untuk semakin lebih mudah dikerjakan, lebih cepat atau lebih tinggi mutunya.

Faktor-faktor yang mempengaruhi beton bermutu baik:

1. Karakteristik semen dan jumlahnya.
2. w/c (*water per cement*) rasio.
3. Kualitas agregat dan interaksinya dengan pasta semen.
4. Tambahan bahan kimia yang digunakan.
5. Tambahan material yang digunakan.
6. Pemilihan prosedur dan waktu pencampuran bahan susun beton.
7. *Quality control*.

2.2. Bahan Penyusun Campuran

2.2.1. Semen

Semen merupakan bahan campuran yang secara kimiawi aktif setelah berhubungan dengan air. Agregat tidak memainkan peranan yang penting dalam reaksi kimia tersebut, tetapi berfungsi sebagai bahan pengisi mineral yang dapat mencegah perubahan-perubahan volume beton setelah pengadukan selesai dan memperbaiki keawetan beton yang dihasilkan.

Semen merupakan hasil industri yang sangat kompleks, dengan campuran serta susunan yang berbeda-beda. Semen dapat dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu: 1). Semen non-hidrolik dan 2). Semen hidrolik.

Semen non-hidrolik tidak dapat mengeras di dalam air, akan tetapi dapat mengeras di udara. Contoh utama dari semen non-hidrolik adalah kapur. Semen hidrolik mempunyai kemampuan untuk mengikat dan mengeras di dalam air. Contoh semen hidrolik antara lain kapur hidrolik, semen pozzolan, semen terak, semen alam, semen portland, semen portland-pozzolan, semen portland terak tanur tinggi, semen alumina, dan semen ekspansif. Contoh lainnya adalah semen portland putih, semen warna, dan semen-semen untuk keperluan khusus. (Limbah et al., 2014).

Menurut SNI 15-2049-2004, semen portland didefinisikan sebagai 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.

Standar Industri Indonesia SII 0013 – 1977 menetapkan lima jenis (type) semen yaitu:

1. Type I adalah semen portland yang digunakan untuk pembuatan konstruksi bangunan secara umum. Untuk penggunaannya tidak memerlukan persyaratan khusus.
2. Type II adalah semen portland yang mempunyai ketahanan sedang terhadap garam-garam sulfat di dalam air. Semen ini digunakan untuk konstruksi bangunan atau beton yang berhubungan terus menerus dengan air kotor atau air tanah.
3. Type III adalah semen portland yang mempunyai sifat yang mengeras cepat atau mempunyai kekuatan awal tinggi pada umur muda. Semen ini digunakan untuk pekerjaan konstruksi atau beton yang mempunyai suhu rendah terutama di negara-negara beriklim dingin.
4. Type IV adalah semen portland yang mempunyai panas hidrasi rendah, semen jenis ini pengerasan dan perkembangan kekuatannya rendah. Semen ini

digunakan untuk pembuatan konstruksi beton berdimensi besar dan bentuknya gemuk.

5. Type V adalah semen portland tahan sulfat, artinya tahan terhadap larutan garam sulfat di dalam air. Semen ini digunakan untuk konstruksi yang berhubungan dengan air laut, air limbah industri, untuk bangunan yang terkena pengaruh gas atau uap kimia yang agresif.

2.2.2. Air

Kondisi air yang digunakan harus bersih bebas dari asam, alkali dan minyak atau yang dapat dikonsumsi (diminum). Air sangatlah berpengaruh terhadap komposisi beton, hal ini dapat terlihat bahwa w/c sangat mempengaruhi kekuatan tekan terhadap beton.

Fungsi dari air pencampur adalah sebagai berikut ini:

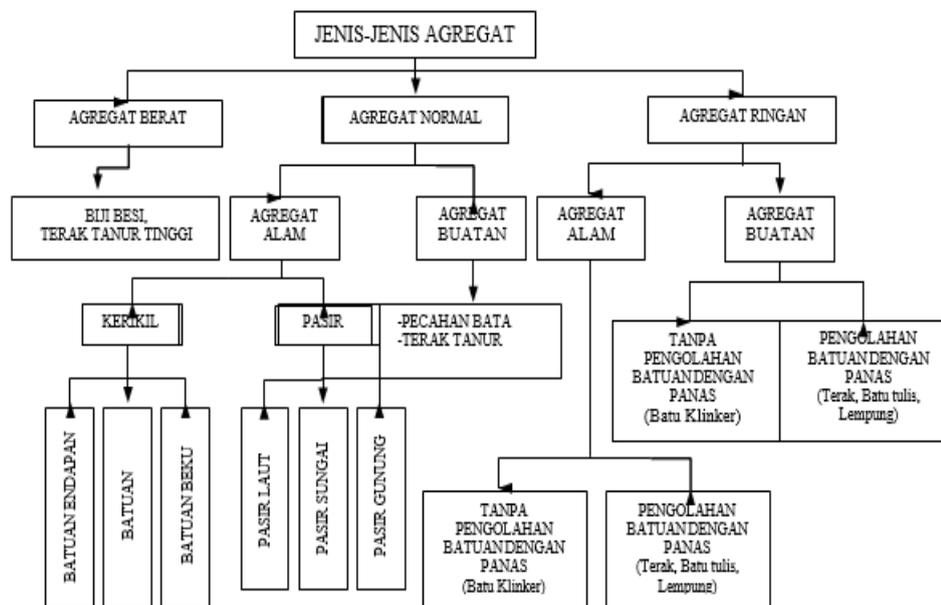
- a. Membasahi agregat dan melindungi dari absorpsi dari reaksi kimia.
- b. Menjadi formulasi terhadap semen untuk menjadikan pasta yang gabungan antara keduanya menjadi reaksi kimia yang berubah menjadi panas hidrasi.
- c. Menjadi flux material semen untuk melewati ke seluruh permukaan agregat.
- d. Membuat adukan beton mudah dikerjakan.
- e. Melumasi campuran beton agar mudah ditempatkan dan seragam pada pengecoran disudut maupun pada kolom dan balok.

2.2.3. Agregat

Agregat merupakan butir-butir batu pecah, kerikil, pasir atau mineral lain, baik yang berasal dari alam maupun buatan yang berbentuk mineral padat berupa ukuran besar maupun kecil atau fragmen-fragmen. Agregat merupakan komponen utama dari struktur perkerasan perkerasan jalan, yaitu 90% - 95% agregat berdasarkan persentase berat, atau 75 – 85% agregat berdasarkan persentase volume. Dengan demikian kualitas perkerasan jalan ditentukan juga dari sifat agregat dan hasil campuran agregat dengan material lain. Sedangkan menurut Tjokrodinuljo (1996), agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton. Kira-kira 70% volume

mortar atau beton diisi oleh agregat. Agregat sangat berpengaruh terhadap sifatsifat mortar atau beton, sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian penting dalam pembuatan mortar atau beton.(Indra Wibowo, n.d.)

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).

Berdasarkan ukurannya, secara garis besar agregat dibedakan menjadi dua, yaitu agregat kasar dan agregat halus dengan penjelasan sebagai berikut :

2.2.3.1. Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan harus memenuhi persyaratan karena sangat berpengaruh pada kualitas beton yang dihasilkan. Menurut PBI 1971, syarat-syarat agregat halus (pasir) adalah sebagai berikut :

- a. Agregat halus berbentuk butiran-butiran yang kuat serta tajam, bersifat tidak mudah hancur karena cuaca panas ataupun hujan.

- b. Tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% terhadap berat agregat kering. Apabila mengandung lumpur lebih dari 5%, agregat halus harus dicuci terlebih dahulu. Agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang dapat merusak beton, seperti zat-zat yang reaktif alkali.
- c. Agregat halus tidak boleh mengandung bahan organik terlalu banyak.
- d. Agregat halus terdiri dari butiran-butiran yang beranekaragam besarnya dan apabila diayak dengan susunan ayakan yang ditentukan dalam Pasal 3.5 ayat 1 (PBI 1971), harus memenuhi syarat sebagai berikut:
 - 1) Sisa di atas ayakan 4 mm, harus minimum 2% berat;
 - 2) Sisa di atas ayakan 1 mm, harus minimum 10% berat; dan
 - 3) Sisa di atas ayakan 0,25 mm, harus berkisar antara 80% - 90% berat.

SK. SNI T-15-1990-03 memberikan syarat-syarat untuk agregat halus yang diadopsi dari *British Standard* di Inggris. Agregat halus dikelompokkan dalam empat *zone* (daerah) seperti dalam Tabel 2.1. Tabel tersebut dijelaskan dalam Gambar 2.2 sampai Gambar 2.5 untuk mempermudah pemahaman.

Tabel 2.1: Batas gradasi agregat halus (SK. SNI T-15-1990-03).

Lubang Ayakan (mm)	No	Persen Berat Butir yang Lewat Ayakan			
		I	II	III	IV
10	3/8 in	100	100	100	100
4,8	No.4	90-100	90-100	90-100	95-100
2,4	No.8	60-95	75-100	85-100	95-100
1,2	No.16	30-70	55-90	75-100	90-100
0,6	No.30	15-34	35-59	60-79	80-100
0,3	No.50	5-20	8-30	12-40	15-50
0,25	No.100	0-10	0-10	0-10	0-15

Keterangan: - Daerah Gradasi I = Pasir Kasar
 - Daerah Gradasi II = Pasir Sedang
 - Daerah Gradasi III = Pasir Agak Halus
 - Daerah Gradasi IV = Pasir Halus.

Pemeriksaan material ini dilaksanakan sesuai dengan standar menurut SNI, agregat halus diteliti terhadap:

1. Modulus kehalusan.
2. Berat jenis.
3. Penyerapan (*Absorpsi*).
4. Kadar air.
5. Kadar lumpur.
6. Berat isi.

2.2.3.2. Agregat Kasar

Sifat agregat kasar mempengaruhi kekuatan akhir beton keras dan daya tahannya terhadap disintegrasi beton, cuaca, dan efek-efek perusak lainnya. Disebut agregat kasar jika sudah melebihi $\frac{1}{4}$ in. (6 mm). Menurut PBI (1971), Pasal 3.4 syarat-syarat agregat kasar (kerikil) adalah sebagai berikut.

- a. Disebut agregat kasar karena tidak memiliki pori-pori yang lebih dari 20% dari berat agregat seluruhnya. Agregat kasar harus memiliki ketahanan yang baik dalam keadaan cuaca panas ataupun dingin.
- b. Tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% yang ditentukan terhadap berat kering. Jika melebihi 1% maka agregat kasar tersebut harus dicuci terlebih dahulu.
- c. Agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang dapat merusak beton, seperti zat-zat yang reaktif alkali.
- d. Menurut SNI 2847-2013 (Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung) ukuran maksimum agregat kasar harus tidak melebihi:
 1. $\frac{1}{5}$ jarak terkecil antara sisi cetakan;
 2. $\frac{1}{3}$ ketebalan slab; dan
 3. $\frac{3}{4}$ jarak bersih minimum antara tulangan atau kawat, bundel tulangan, atau tendon prategang, atau selongsong.

Menurut ASTM C33 (1986), batas gradasi agregat kasar dengan diameter agregat maksimum 37,5 mm dapat dilihat dalam Tabel 2.2. dan dijelaskan melalui Gambar 2.6 agar lebih memudahkan pemahaman.

Tabel 2.2: Batas gradasi agregat kasar (ASTM C33, 1986).

Lubang Ayakan (mm)	Persen Butir Lewat Ayakan, Diameter Terbesar 37,5 mm	
	Minimum	Maksimum
37,5 (1,5 in)	0	5
25 (1 in)	0	10
12,5 (½ in)	25	60
4,75 (No. 4)	95	100
2,36 (No. 8)	100	100

Pemeriksaan material agregat kasar ini sesuai dengan standar ASTM C33 (1986), agregat kasar diteliti terhadap:

1. Modulus kehalusan.
2. Berat jenis.
3. Penyerapan (*Absorpsi*).
4. Kadar air.
5. Kadar lumpur.
6. Berat isi.
7. Keausan agregat.

2.2.4. Bahan Tambah

Bahan tambah (*admixture*) adalah bahan-bahan yang ditambahkan kedalam 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.

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), bahan tambah didefinisikan sebagai 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 agar

dapat dengan mudah dikerjakan, penghematan, atau untuk tujuan lain seperti penghematan energi.(Limbah et al., 2014)

Bahan tambah adalah bahan yang selain unsur pokok beton (air, semen, dan agregat) yang ditambahkan pada adukan beton, sebelum, segera, atau selama pengadukan beton. Tujuannya untuk mengubah satu atau lebih sifat-sifat beton sewaktu masih dalam keadaan segara atau setelah mengeras. Bahan tambah dibagi menjadi dua yaitu *Chemical Admixture* (bahan-bahan admixture yang dapat larut dalam air) dan *Mineral Admixture* (bahanbahan yang tidak dapat larut dalam air).(Indra Wibowo, n.d.)

2.2.4.1. Alasan Penggunaan Bahan Tambah

Penggunaan bahan tambahan harus didasarkan pada alasan-alasan yang tepat misalnya untuk memperbaiki sifat-sifat tertentu pada beton. Pencapaian kekuatan awal yang tinggi, kemudahan pekerjaan, menghemat harga beton, memperpanjang waktu pengerasan dan pengikatan, mencegah retak dan lain sebagainya. Para pemakai harus menyadari hasil yang diperoleh tidak akan sesuai dengan yang diharapkan pada kondisi pembuatan beton dan bahan yang kurang baik. Keuntungan penggunaan bahan tambah pada sifat beton, antara lain :

- a. Pada beton segar (*fresh concrete*)
 - Memperkecil faktor air semen
 - Mengurangi penggunaan air.
 - Mengurangi penggunaan semen.
 - Memudahkan dalam pengecoran.
 - Memudahkan finishing.
- b. Pada beton keras (*hardened concrete*)
 - Meningkatkan mutu beton
 - Kedap terhadap air (*low permeability*).
 - Meningkatkan ketahanan beton (*durability*).
 - Berat jenis beton meningkat.

2.2.4.2. Jenis-Jenis Bahan Tambah Kimia

Secara umum bahan tambah yang digunakan dalam beton dapat dibedakan menjadi dua, yaitu bahan tambah yang bersifat kimiawi (*chemical admixture*) dan bahan tambah yang bersifat mineral (*additive*). Bahan tambah kimia (*chemical admixture*) ada bermacam-macam.

Menurut ASTM, bahan kimia pembantu itu terbagi menjadi:

- a. Jenis A berfungsi untuk mengurangi air (*water reducer*).
- b. Jenis B berfungsi untuk memperlambat pengikatan (*retarder*).
- c. Jenis C berfungsi mempercepat pengikatan (*accelerator*).
- d. Jenis D berfungsi mengurangi air dan memperlambat pengikatan (*water reducer and retarder*).
- e. Jenis E berfungsi untuk mengurangi air dan mempercepat pengikatan (*water reducer and accelerator*).
- f. Jenis F (*superplasticizer*) berfungsi untuk mengurangi air dan meningkatkan kelecakan (*water reducer and high range*).
- g. Jenis G berfungsi untuk mengurangi air, meningkatkan kelecakan dan memperlambat pengikatan (*water reducer, high range and retarder*).

Bahan tambah mineral (*additive*) merupakan bahan tambah yang dimaksudkan untuk memperbaiki kinerja beton. Beberapa bahan tambah mineral ini adalah pozzolan, fly ash, slag, silica fume. Beberapa keuntungan penggunaan bahan tambah mineral ini antara lain:

- a. Memperbaiki *workability*.
- b. Mengurangi panas hidrasi.
- c. Mengurangi biaya pekerjaan.
- d. Mempertinggi daya tahan terhadap serangan sulfat.
- e. Mempertinggi daya tahan terhadap serangan reaksi alkali-silika.
- f. Mempertinggi usia beton.
- g. Mempertinggi kekuatan tekan beton.
- h. Mempertinggi keawetan beton.
- i. Mengurangi penyusutan.
- j. Mengurangi porositas dan daya serap air dalam beton.

2.2.4.3. Bahan Tambah Mineral (*Mineral Admixture*)

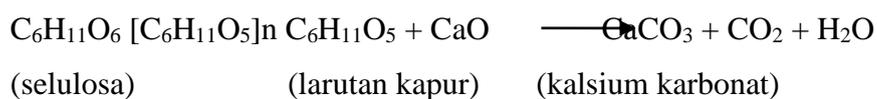
Bahan tambah mineral ini merupakan bahan tambah yang dimaksudkan untuk memperbaiki kinerja beton. Pada saat ini, bahan tambah mineral ini lebih banyak digunakan untuk memperbaiki kinerja tekan beton, sehingga bahan tambah mineral ini cenderung bersifat penyemenan. Beberapa bahan tambah mineral ini adalah abu terbang (*fly ash*), *slag*, *silica fume* dan abu ampas tebu (*cane pulpash*).

2.3. Serbuk Kayu

Kayu merupakan salah satu material dengan kadar selulosa tinggi yaitu 72%. Serbuk kayu selain mengandung selulosa juga mengandung kadar hemiselulosa, dan mengandung lignin dalam jumlah sekitar 1530% berat kering bahan. Serbuk kayu diharapkan memberikan tambahan kekuatan ikat antar partikel, serta menghambat difusi air dalam material akibat sifat hidrofobnya (zat yang tidak dapat larut dalam air). Sifat hidrofob kayu dapat menghasilkan beton yang kuat, tidak tembus air, dan dapat sebagai bahan konstruksi. (Hasanah et al., 2019).

Serbuk gergaji kayu adalah serbuk kayu yang berasal dari kayu yang dipotong dengan gergaji. Serbuk yang akan digunakan memerlukan pengolahan yang disebut proses mineralisasi. Proses ini digunakan untuk mengurangi zat ekstraktifnya seperti gula, tanin dan asam-asam organik dari tumbuh-tumbuhan agar daya lekatan dan pengerasan semen tidak terganggu. Zat gula pada beton dapat berfungsi sebagai retarder sehingga memperlambat proses hidrasi. Zat tanin yang berbentuk humus dan lumpur organik pada beton dapat menurunkan mutu beton. Asam-asam organik dapat merusak beton dan baja tulangan sehingga menyebabkan turunnya kekuatan beton.

Serbuk gergaji kayu merupakan limbah industri kayu yang ternyata dapat digunakan sebagai zat penyerap. Dimana proses kimianya adalah sebagai berikut :



Dilihat dari reaksi di atas bahwa serbuk gergaji yang banyak mengandung selulosa setelah direndam dengan larutan kapur 5% selama \pm 24 jam akan membentuk kalsium karbonat sebagai zat perekat (tobermorite) yang apabila

bereaksi dengan semen akan semakin merekatkan butir-butir agregat sehingga terbentuk massa yang kompak dan padat. (Ida Nurwati,2006).

Komponen kimia di dalam kayu mempunyai arti yang penting, dimanakomponen kimia kayu itu adalah sebagai berikut :

1. Karbon terdiri dari selulosa dan hemiselulosa.
2. Ion karbonat terdiri dari lignin kayu.
3. Unsur yang diendapkan.

Sifat fisik pada kayu antara lain daya hantar panas, daya hantar listrik, angka muai dan berat jenis. Perambatan panas pada kayu akan tertahan oleh poripori dan rongga-rongga pada sel kayu. Karena itu kayu bersifat sebagai penyekat panas, semakin banyak pori dan rongga udaranya maka kayu akan semakin kurang penghantar panasnya. Selain itu daya hantar panas juga dipengaruhi oleh kadar air kayu.

Kayu merupakan hasil hutan dari sumber kekayaan alam, juga merupakan bahan mentah yang mudah diproses untuk dijadikan barang sesuai dengan kemajuan teknologi. Pengertian kayu di sini adalah suatu bahan yang diperoleh dari hasil pemungutan pohon–pohon di hutan, yang merupakan bagian dari pohon tersebut, serta diperhitungkan bagian mana yang lebih banyak dapat dimanfaatkan untuk sesuatu tujuan penggunaan. Demikian halnya dengan serbuk kayu pengergajian merupakan salah satu jenis partikel kayu yang berukuran 0,25 mm – 2,00 mm, bobotnya sangat ringan dalam keadaan kering dan mudah diterbangkan oleh angin. (Dumanauw, J. F, 1990).

2.4. AM 78 Concrete Additive

AM 77-Retarder berfungsi untuk meningkatkan initial setting time beton, sehingga beton tidak cepat beku dalam perjalanan. Sementara *AM 78-Concrete Additive* berfungsi untuk menurunkan pemakaian air dari 15% hingga 20% tanpa mempersulit pengerjaan pengecoran. Keunggulan kedua produk ini terbukti sesuai dengan fungsi masing-masing di mana produk AM lebih efisien dengan jumlah pemakaian yang lebih sedikit, sehingga dapat menghemat biaya pada proses pengecoran; serta AM 78 dapat meningkatkan kuat tekanan beton.

Andytio Budiarto, Direktur Utama ABMPI, menjelaskan, "Uji kualitas produk AM 77 dan AM 78 telah dilakukan. Pengujian dilakukan di laboratorium *independent* yang sudah terakreditasi. Dari hasil pengujian tersebut terbukti bahwa AM 77 dapat menambah initial setting time beton lebih baik, begitu pula dengan AM 78 yang terbukti dapat mempermudah pengerjaan pengecoran lebih baik." Pada kesempatan launching produk AM tersebut, AMBPI melakukan demo dan trial untuk produk tersebut. Produk AM 77 dan AM 78 siap untuk di pasar di seluruh Indonesia pada April 2016.

2.5. Perencanaan Pembuatan Campuran Beton Standar Menurut SNI 03-2834-2000

Langkah-langkah pokok cara perancangan menurut standar ini ialah:

1. Menentukan kuat tekan beton yang disyaratkan (f_c') pada umur tertentu.
2. Penghitungan nilai deviasi standar (S)

Faktor pengali untuk standar deviasi dengan hasil uji < 30 dapat dilihat pada Tabel 2.3. Pada tabel ini kita dapat langsung mengambil nilai standar deviasi berdasarkan jumlah benda uji yang akan dicetak.

Tabel 2.3: Faktor pengali untuk standar deviasi berdasarkan jumlah benda uji yang tersedia (SNI 03-2834, 2000).

Jumlah Pengujian	Faktor Pengali Deviasi Standar
Kurang dari 15	$f_c' + 12$ Mpa
15	1,16
20	1,08
25	1,03
30 atau lebih	1,00

3. Penghitungan nilai tambah / margin (m):

$$\text{Nilai tambah (m)} = f_c' + 12 \quad (2.1)$$

Tabel 2.4: Tingkat mutu pekerjaan pembetonan.

Tingkat mutu pekerjaan	S (Mpa)
Memuaskan	2,8
Sangat Baik	3,5
Baik	4,2
Cukup	5,6
Jelek	7,0
Tanpa kendali	8,4

4. Kuat tekan rata-rata perlu f'_{cr}

Kuat tekan rata-rata perlu diperoleh dengan rumus:

$$f'_{cr} = f'_c + m \quad (2.2)$$

dengan : f'_{cr} = Kuat tekan rata-rata perlu, Mpa.

f'_c = Kuat tekan yang disyaratkan, Mpa.

m = Nilai tambah, Mpa

5. Penetapan jenis semen *portland*

Pada cara ini dipilih semen type I.

6. Penetapan jenis agregat

Jenis agregat kasar dan agregat halus ditetapkan, berupa agregat alami (batu pecah atau pasir buatan).

7. Penetapan nilai faktor air semen bebas:

Faktor air semen dicari dengan grafik hubungan kuat tekan dengan faktor air semen, sesuai Teknologi Beton (Mulyono, 2003).

8. Faktor air semen maksimum

Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai macam.

Tabel 2.5: Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai macam pembetonan dalam lingkungan khusus.

Lokasi	Jumlah Semen minimum per m ³ beton (kg)	Nilai faktor Air-Semen Maksimum

Tabel 2.5: *Lanjutan*

Beton di dalam ruang bangunan: a. Keadaan keliling non-korosif b. Keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	275 325	0,60 0,52
Beton di luar ruangan bangunan: a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung b. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325 275	0,60 0,60
Beton masuk ke dalam tanah: a. Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti b. Mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah Beton yang kontinyu berhubungan: a. Air tawar b. Air laut	325	0,55 Lihat Tabel 2.9 Lihat Tabel 2.10

9. Penetapan nilai *slump*.

Penetapan nilai *slump* ditentukan, berupa 0-10 mm, 10-30 mm, 30-60 mm atau 60-180 mm.

10. Penetapan besar butir agregat maksimum.

Penetapan besar butir maksimum agregat pada beton standar ada 3, yaitu 10mm, 20mm atau 40 mm.

11. Jumlah kadar air bebas

Kadar air bebas ditentukan pada Tabel 2.7.

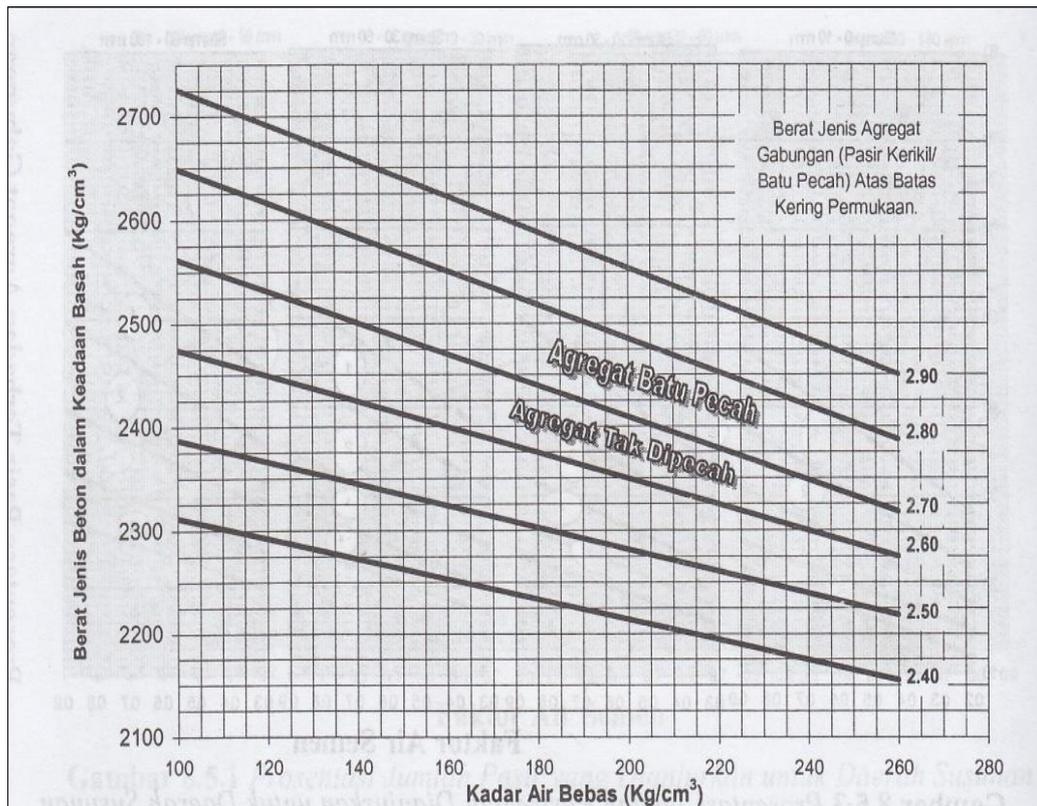
Tabel 2.6: Perkiraan kadar air bebas (Kg/m^3) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton.

Ukuran Besar Butir Agregat Maksimum (mm)	Jenis Agregat	Slump (mm)			
		0-10	10-30	30-60	60-180

Tabel 2.6 : Lanjutan

10	Batu tak di pecah	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Batu tak di pecah	137	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Batu tak di pecah	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

12. Agregat campuran (tak pecah dan dipecah)
13. Berat semen yang diperlukan per meter kubik beton.
14. Jumlah semen maksimum jika tidak ditetapkan, dapat diabaikan.
15. Menentukan jumlah semen semimum mungkin. Dapat dilihat pada Tabel 2.6. Dari tabel tersebut kita dapat mengambil jumlah semen minimum maupun nilai faktor air semen maksimum menurut kondisi beton yang akan dicetak nantinya.
16. Menentukan faktor air semen yang disesuaikan jika jumlah semen berubah karena lebih kecil dari jumlah semen minimum yang ditetapkan (atau lebih besar dari jumlah semen maksimum yang disyaratkan), maka faktor air semen harus diperhitungkan kembali.
17. Penetapan jenis agregat halus:
Agregat halus diklasifikasikan menjadi 4 jenis, yaitu pasir kasar, agak kasar, agak halus dan pasir halus.
18. Penetapan jenis agregat kasar.
19. Proporsi berat agregat halus terhadap agregat campuran.
Proporsi berat agregat halus ditetapkan dengan cara menghubungkan kuat tekan rencana dengan faktor air semen menurut slump yang digunakan secara tegak lurus berpotongan.
20. Berat jenis agregat campuran.
21. Perkiraan berat isi beton
Perkiraan berat isi beton diperoleh dari Gambar 2.2.



Gambar 2.2: Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton (SNI 03-2834-2000).

22. Menghitung kebutuhan berat agregat campuran.
23. Hitung berat agregat halus yang diperlukan, berdasarkan hasil langkah (18) dan (21).

Kebutuhan agregat halus dihitung dengan rumus:

$$W_{agr,h} = K_h \times W_{agr,camp} \quad (2.3)$$

Dengan:

K_h = persentase berat agregat halus terhadap agregat campuran (%).

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

24. Hitung berat agregat kasar yang diperlukan, berdasarkan hasil langkah (18) dan (21). Kebutuhan agregat kasar dihitung dengan rumus:

$$W_{agr,k} = K_k \times W_{agr,camp} \quad (2.4)$$

Dengan :

K_k = persentase berat agregat kasar terhadap agregat campuran (%).

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

- Proporsi campuran, kondisi agregat dalam kejadian jenuh kering permukaan semen, air, agregat halus dan agregat kasar harus dihitung dalam per m^3 adukan.
- 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:

a. Air = $B - (C_k - C_a) \times \frac{C}{100} - (D_k - D_a) \times \frac{D}{100}$

b. Agregat halus = $C + (C_k - C_a) \times \frac{C}{100}$

c. Agregat kasar = $D + (D_k - D_a) \times \frac{D}{100}$

Dengan:

B adalah jumlah air (kg/m^3).

C adalah agregat halus (kg/m^3).

D adalah jumlah agregat kasar (kg/m^3).

C_a adalah absorpsi air pada agregat halus (%).

D_a adalah absorpsi agregat kasar (%).

C_k adalah kandungan air dalam agregat halus (%).

D_k adalah kandungan air dalam agregat kasar (%).

2.6. 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 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.

2.7. Perawatan Beton

Perawatan beton/curing adalah suatu usaha untuk mencegah kehilangan air pada beton segar dan membuat kondisi suhu didalam beton berada pada suhu tertentu segera setelah beton dicor sehingga sifat-sifat beton yang diinginkan dapat berkembang dengan baik. Perawatan beton sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat beton keras seperti keawetan, kekuatan, sifat rapat air, ketahanan abrasi, stabilitas volume dan ketahanan terhadap pembekuan. Supaya perawatan berlangsung dengan baik, perlu diperhatikan dua hal berikut:

- Mencegah kehilangan kelembaban (air) dalam adukan beton.
- Memelihara temperatur untuk suatu jangka waktu tertentu.

Dengan melaksanakan perawatan beton yang seharusnya, akan didapat beton yang lebih kuat, lebih padat, lebih awet dan lebih tahan abrasi dibandingkan beton yang dibuat dengan tanpa perawatan beton (Nizal, 2011).

Waktu yang diperlukan untuk perawatan beton tergantung pada tipe semen, proporsi campuran, teknik perawatan, dan kuat tekan rencana. Untuk beton

dilapangan juga tergantung pada cuaca, bentuk dan ukuran elemen beton. Agar kualitas dan biaya yang dikeluarkan ekonomis, perawatan beton normal seperti perawatan dengan perendaman biasanya minimum 7 hari pada suhu 20 - 30°C. Waktu ini dapat dikurang sampai 3 hari untuk jenis pemakaian semen yang menghasilkan kuat tekan awal yang tinggi. Waktu curing bisa sampai 3 minggu terutama untuk beton dengan semen yang sedikit yang digunakan pada struktur masif seperti bendungan. Apabila dengan perawatan dengan pemanasan maka dapat dipersingkat sampai 24 jam. Suhu curing yang tinggi pada awal umur beton akan meningkatkan kuat tekan beton. Pada umur 28 hari, peningkatan suhu curing akan menurunkan kuat tekan beton.

Temperature maksimum perawatan beton terletak diantara 40-100°C. Akan tetapi, temperatur optimum terletak diantara 65-80°C. Temperatur yang membahayakan berada pada jarak antara naiknya kekuatan dan batas kekuatan. Lebih tinggi temperatur yang ada, semakin rendah batas kekuatan. Temperatur optimum tergantung kegunaan dari beton. Penggunaan temperatur yang lebih rendah membutuhkan perawatan yang lebih lama tapi memberikan kekuatan batas yang lebih baik.(Angjaya et al., 2013)

Perawatan benda uji dengan 3 cara :

- a. Perawatan dengan elevated temperature dibagi 2, yaitu :
 - Perawatan dengan elevated temperature selama 24 jam kemudian dibiarkan dengan suhu ruangan.
 - Perawatan dengan elevated temperature selama 24 jam kemudian direndam.
- b. Perawatan dengan cara perendaman.
- c. Tanpa perawatan/perawatan dengan temperature ruangan.

2.8. Pengujian Kuat Tekan

Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Kuat tekan beton mengidentifikasikan mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi tingkat kekuatan struktur yang dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan. Nilai kuat tekan beton didapatkan melalui tata cara pengujian standar, menggunakan mesin uji dengan cara memberikan beban tekan

bertingkat pada benda uji kubus sampai hancur. Untuk standar pengujian kuat tekan digunakan SNI 03- 6805 – 2002 dan ASTM C 39/C 39M-04a.(Bruno, 2019).

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad (2.5)$$

Dimana :

σ = merupakan kuat tekan benda uji (kg/cm^2)

P = merupakan besar beban maksimum (Kg)

A = merupakan luas penampang benda uji (cm^2).

Kuat tekan beton dipengaruhi oleh hal-hal sebagai berikut ini.

1. Water cement ratio. Dimana w/c ini berpengaruh pada porositas dari pasta semen padat pada setiap proses hidrasi semen. Proses pemadatan juga memberikan efek terhadap porositas. Semakin rendah w/c semakin rendah porositas yang terjadi. Jika beton sedikit porositas (padat) maka kinerja beton semakin tinggi. Dalam pelaksanaan dilapangan w/c rendah tentunya workabilitynya semakin sulit sehingga diperlukan zat admixture (terhadap air). Ratio w/c menjadi berubah setelah masuknya admixture. Proses ini disebut sebagai water to cementitious ratio.
2. Kualitas agregat halus. Dari segi kualitas yang ditinjau maka dipengaruhi oleh bentuk butiran, tekstur, modulus kehalusan, bersih dari bahan organik, gradasinya.
3. Kualitas agregat kasar. Segi kualitasnya dipengaruhi oleh tingkat porositas, bentuk dan ukurannya, bersih dari bahan organik kuat tekan hancur dan gradasinya.
4. Kadar bahan tambah yang dicampurkan harus dengan dosis yang tepat.
5. Prosedur yang benar dan tepat dalam pelaksanaan proses pembuatan beton, yang meliputi uji material, pemilihan material yang baik, penimbangan dan pencampuran material, pengadukkan pengangkutan, pengecoran, perawatan (curing), dan pengawasan pengendalian.(Saifullah, 2011).

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1. Metode Penelitian

Metodologi merupakan suatu cara atau langkah yang digunakan untuk memecahkan suatu permasalahan dengan mengumpulkan, mencatat, mempelajari dan menganalisa data yang diperoleh. Sebagai acuan dalam penyelesaian tugas akhir ini tidak terlepas dari data-data pendukung. Data pendukung diperoleh dari:

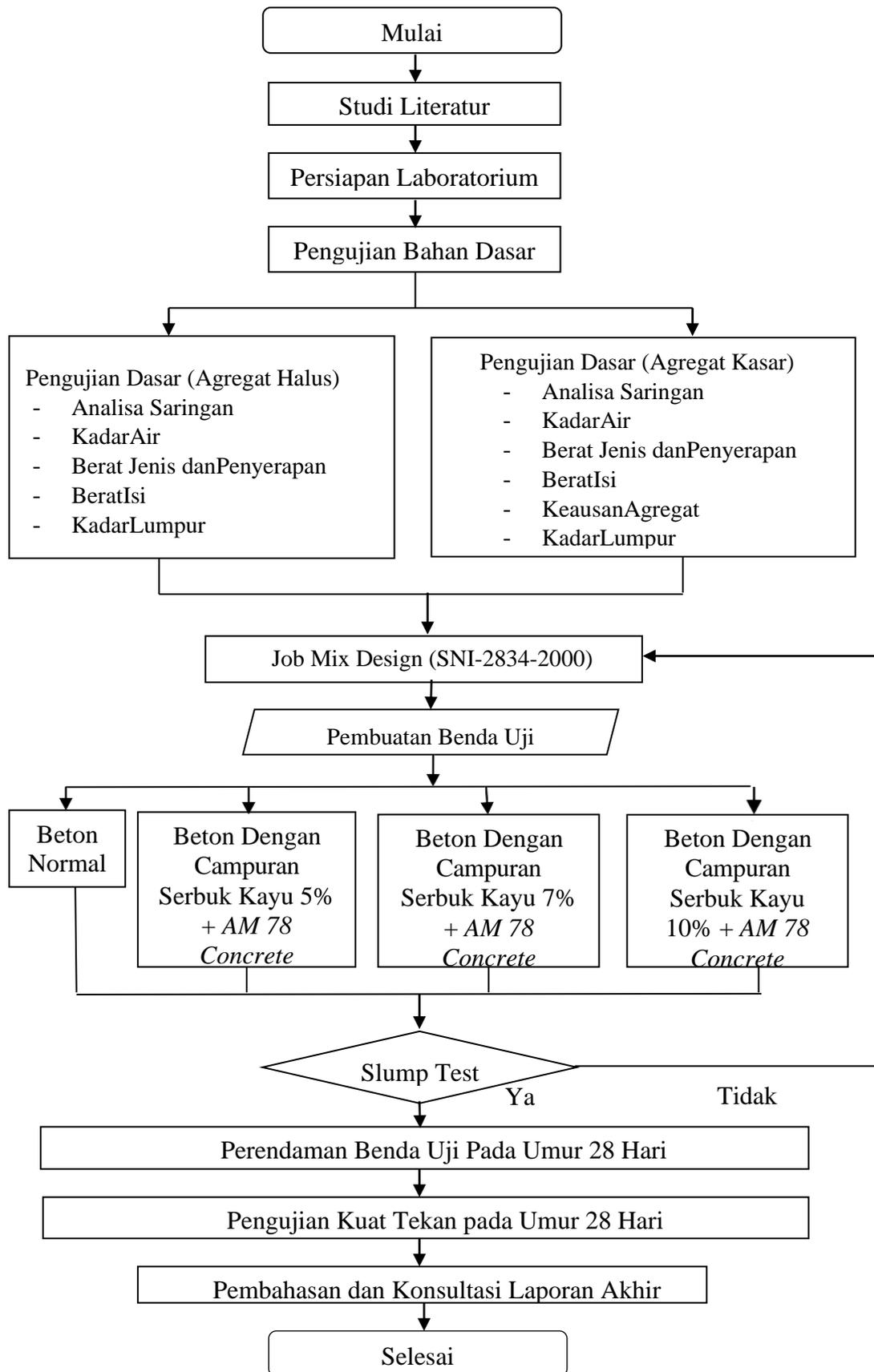
1. Data primer

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.
- Pemeriksaan kadar lumpur 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), serta jurnal-jurnal penelitian sebagai penunjang guna untuk memperkuat suatu penelitian yang dilakukan. Langkah-langkah penelitian yang dilaksanakan dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1: Tahapan singkat penelitian yang dilaksanakan

3.2. Lokasi Penelitian

Tahapan awal penelitian yang dilakukan di Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Jl. Kapten Muchtar Basri No.3, Glugur Darat II, Kec. Medan Timur., Kota Medan.

3.3. Bahan dan Peralatan

3.3.1. 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. Serbuk Kayu

Serbuk kayu yang digunakan dalam penelitian ini didapat dari panglong, dengan persentase 5%, 7%, dan 10% terhadap berat agregat halus yang digunakan.

f. Bahan *Admixture*

Bahan *admixture* yang digunakan dalam penelitian ini adalah *AM 78 Concrete Additive* 0,8% dari berat semen, bahan tersebut didapat dari toko bangunan yang ada di Kota Medan.

3.3.2. 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 kubus ukuran 15 x 15 x 15 cm
- i. Vaseline
- j. Kuas
- k. Mesin pengaduk beton (*mixer*)
- l. Bak perendam

Alat pengujian kuat tekan beton :

- a. Mesin kuat tekan (*compression test*)

3.4. Proses pengerjaan serbuk kayu dalam campuran beton

Pembuatan Serbuk Kayu dengan melakukan pembakaran, untuk mendapatkan serbuk kayu yang ukuran butirannya halus dan lolos ayakan No. 50 dan No. 100, dilakukan dengan membakar serbuk kayu didalam pan. Adapun alat dan bahan serta langkah-langkah pengerjaannya adalah sebagai berikut:

1. Alat dan Bahan:
 - a. Bensin
 - b. Mancis
 - c. Pan/panci

- d. Ayakan no. 50
- e. Ayakan no. 100
- f. Serbuk-serbuk kayu hasil gergaji.

2. Prosedur pengerjaan:

- a. Siapkan serbuk-serbuk kayu yang akan digunakan.
- b. Masukkan serbuk kayu kedalam pan secukupnya.
- c. Tuangkan bensin kedalam pan yang berisi serbuk kayu secukupnya.
- d. Bakar serbuk kayu menggunakan mancis, hingga seluruh serbuk kayu terbakar merata.
- e. Lakukan kembali point a-d hingga semua serbuk kayu terbakar.
- f. Sampel dikeluarkan dari pan lalu di ayak dengan ayakan No. 50 dan No. 100

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

Tabel 3.2: *Lanjutan*

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*

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	10861,1
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 $1,34 \text{ gr}/\text{cm}^3$. 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 $>1,125 \text{ gr}/\text{cm}^3$.

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 dari nilai 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:

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

$$\text{Pan} = \frac{58}{2200} \times 100\% = 2,64 \%$$

- Persentase berat kumulatif tertahan:

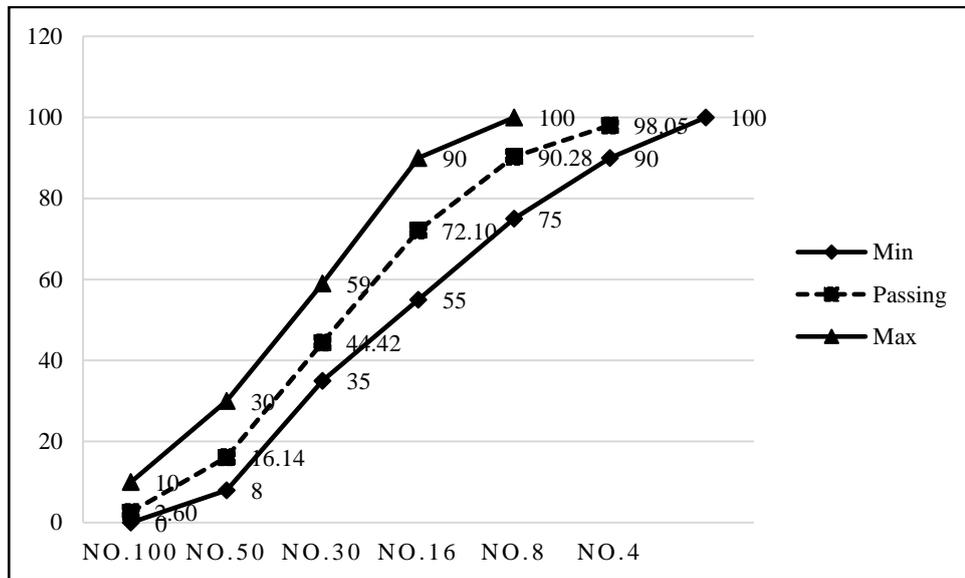
No.4	=	0	+	1,95	=	1,95	%
No.8	=	1,95	+	7,77	=	9,72	%
No.16	=	9,72	+	18,18	=	27,90	%
No.30	=	27,90	+	27,68	=	55,58	%
No.50	=	55,58	+	28,28	=	83,86	%
No.100	=	83,86	+	13,54	=	97,40	%
Pan	=	97,40	+	2,64	=	100,00	%

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

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 117. Berdasarkan Tabel 3.7 menjelaskan 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%. Berdasarkan Tabel 3.7 menjelaskan hasil pemeriksaan kadar air pada agregat kasar.

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
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:

$$\begin{aligned}
 1,5 &= \frac{267}{5600} \times 100\% = 4,77 \% \\
 3/4 &= \frac{1925}{5600} \times 100\% = 34,37 \% \\
 3/8 &= \frac{2581}{5600} \times 100\% = 46,09 \% \\
 \text{No. 4} &= \frac{827}{5600} \times 100\% = 14,77 \%
 \end{aligned}$$

- Persentase berat kumulatif tertahan:

$$\begin{aligned}
 1,5 &= 0 + 4,77 = 4,77 \% \\
 3/4 &= 4,77 + 34,37 = 39,14 \% \\
 3/8 &= 39,14 + 46,09 = 85,23 \% \\
 \text{No.4} &= 85,23 + 14,77 = 100,00 \%
 \end{aligned}$$

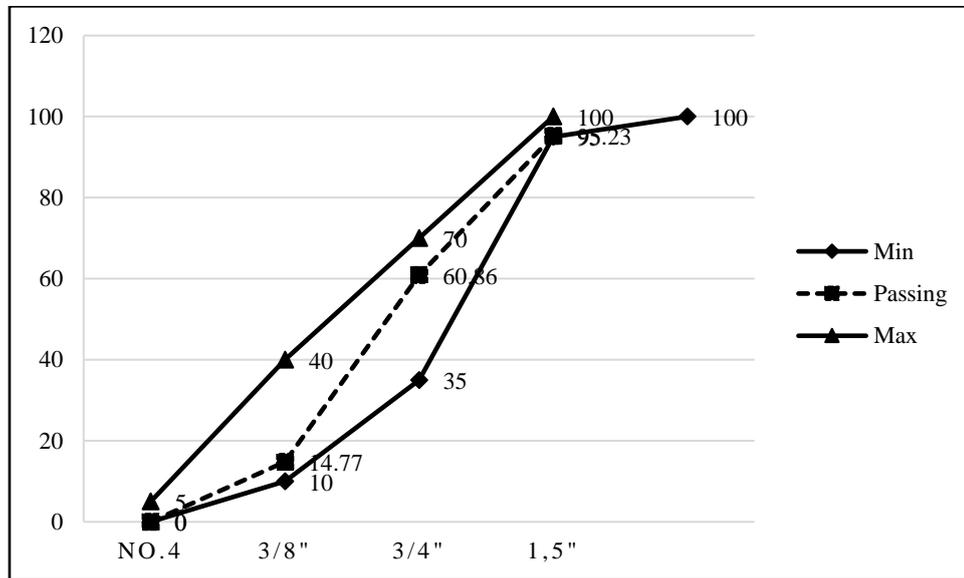
Jumlah persentase kumulatif yang tertahan = 729,14

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

• Persentase berat kumulatif yang lolos saringan:

$$\begin{aligned} 1,5 &= 100 - 4,77 = 95,23 \% \\ \frac{3}{4} &= 100 - 39,14 = 60,86 \% \\ \frac{3}{8} &= 100 - 85,23 = 14,77 \% \\ \text{No. 4} &= 100 - 100 = 0 \% \end{aligned}$$

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.

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 (keausan) %</i>		14,92 %

$$\begin{aligned}
 \text{Abrasion} &= \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100 \% \\
 &= \frac{5000 - 4254}{5000} \times 100 \% = 14,92 \%
 \end{aligned}$$

Dari hasil pengujian Keausan Agregat Dengan Mesin *LosAngeles* 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). Hal ini menentukan persentase atau komposisi masing-masing komponen material pembentuk beton untuk memperoleh suatu campuran beton yang memenuhi kekuatan dan keawetan yang direncanakan serta memiliki kelecakan yang sesuai dengan mempermudah proses pengerjaan.

3.10. Pelaksanaan Penelitian

3.10.1. Trial Mix

Menentukan persentase atau komposisi masing-masing komponen material pembentuk beton untuk memperoleh suatu campuran beton yang ekonomis, memenuhi kekuatan dan keawetan yang direncanakan, serta memiliki kelecakan yang sesuai sehingga mempermudah proses pengerjaan.

3.10.2. Pembuatan Benda Uji

Benda uji dibuat menggunakan cetakan berbentuk kubus dengan sisi berukuran 15 cm x 15 cm x 15 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 tarik telah dilakukan, yaitu pada umur 28 hari.

3.10.5. Pengujian Kuat Tekan

Kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan.

Jumlah sampel pengujian direncanakan sebanyak 12 buah dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel. 3.12: Jumlah variasi sampel pengujian beton.

NO	Variasi Campuran Beton	Jumlah Sampel Pengujian
		28 hari
1	Beton normal	3 buah
2	Beton dengan campuran serbuk kayu 5% + AM 78 <i>Concrete Additive 0,8%</i>	3 buah
3	Beton dengan campuran serbuk kayu 7% + AM 78 <i>Concrete Additive 0,8%</i>	3 buah
4	Beton dengan campuran serbuk kayu 10% + AM 78 <i>Concrete Additive 0,8%</i>	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

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 kubus)	Ditetapkan		24 Mpa	
2	Deviasi Standar	-		12 Mpa	
3	Nilai tambah (margin)	-		5,7 Mpa	
4	Kekuatan rata-rata yang ditargetkan	1+2+3		41,7 Mpa	
5	Jenis semen			Tipe I	
6	Jenis agregat:	Ditetapkan		Batu pecah Binjai	
	- kasar - halus	Ditetapkan		Pasir alami Binjai	
7	Faktor air-semen bebas	-		0,47	
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		393,61 kg/m ³	
13	Jumlah semen maksimum	Ditetapkan		393,61 kg/m ³	
14	Jumlah semen minimum	Ditetapkan		275 kg/m ³	
15	Faktor air-semen yang disesuaikan	-		0,47	
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		41%	
19	Berat jenis relatif, agregat (kering permukaan)	-		2,617	
20	Berat isi beton	Gambar 4.3		2435 kg/m ³	
21	Kadar agregat gabungan	20-(12+11)		1856,39 kg/m ³	
22	Kadar agregat halus	18 x 21		761,12 kg/m ³	
23	Kadar agregat kasar	21-22		1094,88 kg/m ³	
24	Proporsi campuran	Semen (kg)	Air (kg)	Agregat kondisi jenuh kering permukaan (kg)	
				Halus	Kasar
		- Tiap m ³	393,61	185	761,12
- Tiap campuran uji m ³	1	0,47	1,93	2,78	

Tabel 4.2: Lanjutan.

No.	Uraian	Tabel/Gambar		Nilai	
		Perhitungan			
24	- Tiap campuran uji 0,003375 m ³ (1 kubus)	1,32	0,62	2,56	3,69
25	Koreksi proporsi campuran				
	- Tiap m ³	393,61	190,88	757,92	1092,18
	- Tiap campuran uji m ³	1	0,48	1,92	2,77
	Tiap campuran uji 0,003375 m ³ (1 kubus)	1,32	0,64	2,55	3,68

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

Tabel 4.3 Hasil perbandingan campuran bahan beton tiap 1 benda uji dalam 1 m³

Material	Semen	Pasir	Batu pecah	Air
Berat (kg)	393,61	757,92	1092,18	190,88
Perbandingan	1,32	2,55	3,68	0,48

a. Untuk benda uji

Menggunakan cetakan silinder dengan ukuran :

$$\begin{aligned}
 \text{Volumesilinder} &= S^3 \\
 &= 15 \times 15 \times 15 \\
 &= 3375 \text{ cm}^3 \\
 &= 0,003375 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Maka:

1) Semen yang dibutuhkan untuk 1 benda uji

$$\begin{aligned}
 &= \text{Banyak semen} \times \text{Volume 1 benda uji} \\
 &= 393,61 \text{ kg/m}^3 \times 0,003375 \text{ m}^3 \\
 &= 1,32 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

2) Pasir yang dibutuhkan untuk 1 benda uji

$$\begin{aligned}
 &= \text{Banyak pasir} \times \text{Volume 1 benda uji} \\
 &= 757,92 \text{ kg/m}^3 \times 0,003375 \text{ m}^3 \\
 &= 2,55 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

3) Kerikil yang dibutuhkan untuk 1 benda uji

$$= \text{Banyak kerikil} \times \text{Volume 1 benda uji}$$

$$= 1092,18 \text{ kg/m}^3 \times 0,003375 \text{ m}^3$$

$$= 3,68 \text{ kg}$$

4) Air yang dibutuhkan untuk 1 benda uji

$$= \text{Banyak air} \times \text{Volume 1 benda uji}$$

$$= 190,88 \text{ kg/m}^3 \times 0,003375 \text{ m}^3$$

$$= 0,64 \text{ kg}$$

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)	1,32	2,55	3,68	0,64

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

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100}$	$\times \text{ berat kerikil}$	
1,5	4,77	$\frac{4,77}{100}$	$\times 3,68$	0,18
$\frac{3}{4}$	34,38	$\frac{34,38}{100}$	$\times 3,68$	1,27
3/8	46,10	$\frac{46,10}{100}$	$\times 3,68$	1,69
No. 4	14,77	$\frac{14,77}{100}$	$\times 3,68$	0,54
Total				3,68

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 0,18 kg, saringan 3/4 sebesar 1,27 kg, saringan 3/8 sebesar 1,69 kg dan saringan no 4 sebesar 0,54 kg. Total keseluruhan agregat kasar yang tertahan untuk 1 benda uji sebesar 3,68 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 2,55	0,05
No.8	7,77	$\frac{7,77}{100}$	x 2,55	0,2
No.16	18,18	$\frac{18,18}{100}$	x 2,55	0,46
No.30	27,68	$\frac{27,68}{100}$	x 2,55	0,71
No.50	28,23	$\frac{28,23}{100}$	x 2,55	0,72
No.100	13,54	$\frac{13,54}{100}$	x 2,55	0,35
Pan	2,64	$\frac{2,64}{100}$	x 2,55	0,06
Total				2,55

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 0,05 kg, saringan no 8 sebesar 0,2 kg, saringan no 16 sebesar 0,46 kg, saringan no 30 sebesar 0,71 kg, saringan no 50 sebesar 0,72 kg, saringan no 100 sebesar 0,35 kg, dan pan sebesar 0,06 kg. Total keseluruhan agregat halus yang tertahan untuk 1 benda uji sebesar 2,55 kg.

b. Bahan tambah serbuk kayu

Untuk penggunaan bahan tambah menggunakan serbuk kayu 5%, 7% dan 10% dari berat agregat halus.

- Serbuk kayu yang dibutuhkan sebanyak 5% untuk 1 benda uji.

$$= \frac{5}{100} \times \text{Berat agregat halus}$$

$$= \frac{5}{100} \times 2,55 \text{ kg}$$

$$= 0,1275 \text{ kg}$$

- Serbuk kayu yang dibutuhkan sebanyak 7% untuk 1 benda uji.

$$= \frac{7}{100} \times \text{Berat agregat halus}$$

$$= \frac{7}{100} \times 2,55 \text{ kg}$$

$$= 0,1785 \text{ kg}$$

- Serbuk kayu yang dibutuhkan sebanyak 10% untuk 1 benda uji.

$$= \frac{10}{100} \times \text{Berat agregat halus}$$

$$= \frac{10}{100} \times 2,55 \text{ kg}$$

$$= 0,255 \text{ kg}$$

Tabel 4.7: Jumlah serbuk kayu terhadap berat agregat halus.

No	Serbuk kayu (%)	Jumlah (kg)
1.	5	0,1275
2.	7	0,1785
3.	10	0,255

c. Bahan *admixture AM 78 Concrete Additive*

Untuk penggunaan bahan *admixture AM 78 Concrete Additive* sebanyak 0,8% akan didapatkan dari jumlah semen yang akan digunakan.

AM 78 Concrete Additive yang dibutuhkan sebanyak 0,8 % untuk 1 benda uji.

$$= \frac{0,8}{100} \times \text{Berat semen}$$

$$= \frac{0,8}{100} \times 1,32 \text{ kg}$$

$$= 0,01056 \text{ kg}$$

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

$$= \text{Banyak semen 1 benda uji} \times 12 \text{ benda uji}$$

$$= 1,32 \times 12$$

$$= 15,84 \text{ kg}$$

- Pasir yang dibutuhkan untuk 12 benda uji
 - = Banyak pasir untuk 1 benda uji x 12
 - = $2,55 \times 12$
 - = $30,6 \text{ kg}$
- Batu pecah yang dibutuhkan untuk 12 benda uji
 - = Banyak batu pecah untuk 1 benda uji x 12
 - = $3,68 \times 12$
 - = $44,16 \text{ kg}$
- Air yang dibutuhkan untuk 12 benda uji
 - = Banyak air untuk 1 benda uji x 12
 - = $0,64 \times 12$
 - = $7,68 \text{ kg}$

Perbandingan untuk 12 benda uji dalam satuan kg adalah:

$$\begin{array}{ccccccccc} \text{Semen} & : & \text{Pasir} & : & \text{Batu pecah} & : & \text{Air} & & \\ 15,84 & : & 30,6 & : & 44,16 & : & 7,68 & & \end{array}$$

Berdasarkan analisa saringan untuk 12 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 12 benda uji.

Nomor saringan	% berat tertahan	Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100} \times \text{jumlah agregat kasar}$
1,5"	4,77	2,10
3/4"	34,38	15,18
3/8"	46,10	20,36
No. 4	14,77	6,52
Total		44,16

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 2,10 kg, saringan 3/4” sebesar 15,18 kg, saringan 3/8” sebesar 20,36 kg dan saringan No.4 sebesar 6,52 kg dan total keseluruhan agregat kasar yang tertahan untuk 12 benda uji sebesar 44,16 kg.

Sedangkan untuk berat tertahan setiap saringan untuk agregat halus dilihat berdasarkan Tabel 4.9 dalam 12 benda uji ialah saringan No.4 sebesar 0,60 kg, saringan No.8 sebesar 2,38 kg, saringan No.16 sebesar 5,56 kg, saringan No.30 sebesar 8,47 kg, saringan No.50 sebesar 8,64 kg, saringan No.100 sebesar 4,14 kg, dan Pan sebesar 0,81 kg dan total keseluruhan agregat halus yang tertahan untuk 12 benda uji sebesar 30,6 kg.

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

Nomor saringan	% berat tertahan	Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100} \times \text{jumlah agregat kasar}$
No. 4	1,95	0,60
No. 8	7,77	2,38
No. 16	18,18	5,56
No. 30	27,68	8,47
No. 50	28,23	8,64
No. 100	13,54	4,14
Pan	2,64	0,81
Total		30,6

4.1.1. Metode Pengerjaan Mix Design

Pelaksanaan Mix Design dapat dijelaskan sebagai berikut:

- a. Kuat tekan beton yang disyaratkan sudah ditetapkan yaitu 24 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 :

$$f'_{cr} = f'_c + \text{standar deviasi} + \text{nilai tambah}$$

$$f'_{cr} = 24 + 12 + 5,7$$

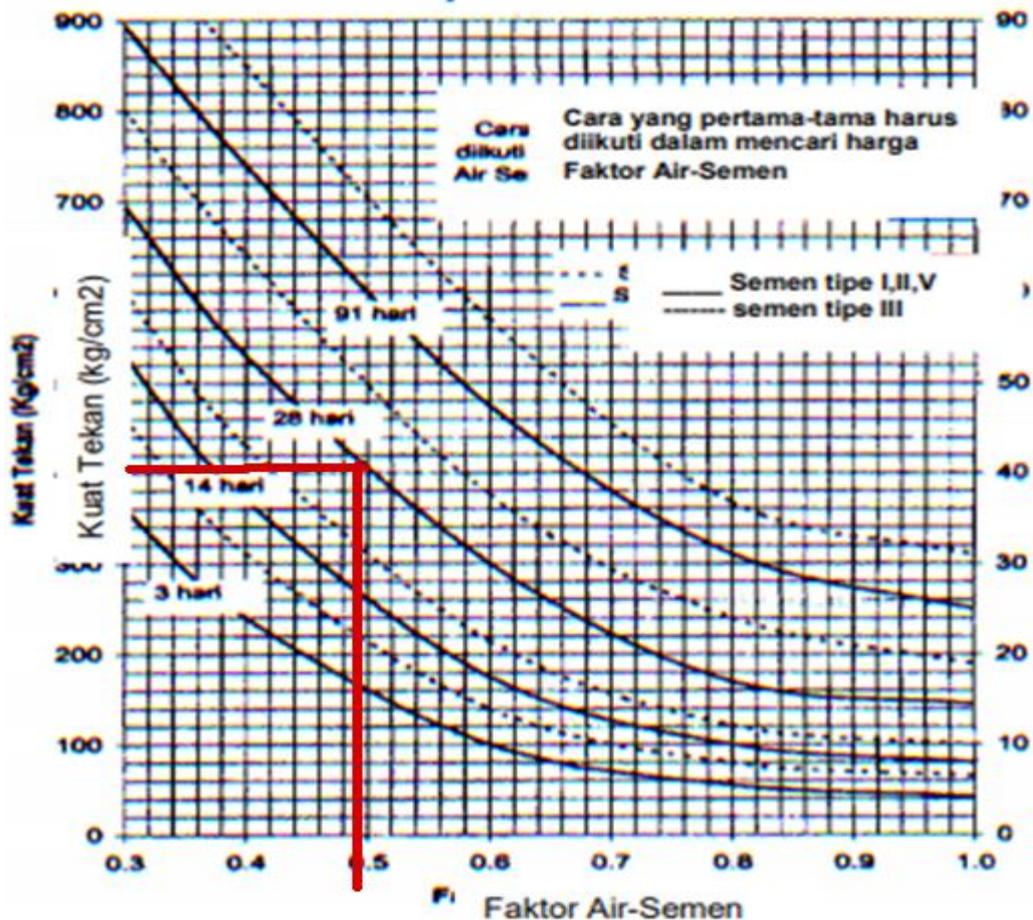
$$= 41,7 \text{ MPa}$$

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 41,7 MPa tarik garis datar menuju zona 28 hari, lalu tarik garis kebawah yang menunjukkan faktor air semen, seperti pada gambar 4.1.



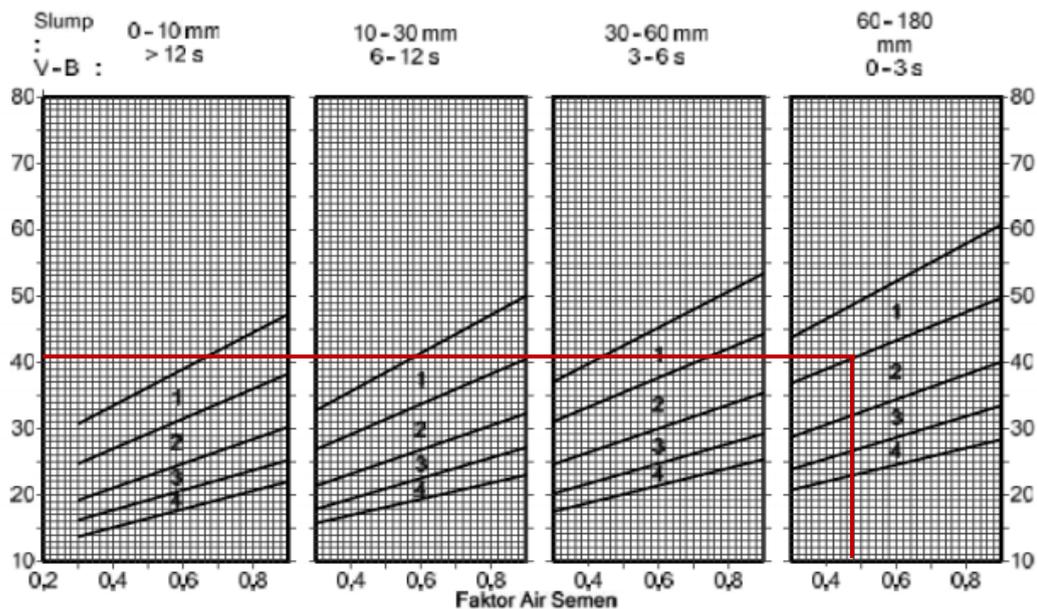
Gambar 4.1: Hubungan faktor air semen dan kuat tekan beton kubus 15 x 15 x 15 cm(Mulyono, 2003).

- 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 :

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

- l. Jumlah semen, yaitu : $185/0.47 = 393,61 \text{ kg/m}^3$
- 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 butir agregat maksimum 40 mm pada nilai slump 60-180 mm dari nilai faktor air semen 0,47. Persentase agregat halus diperoleh nilai 41% 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 0,47 (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.

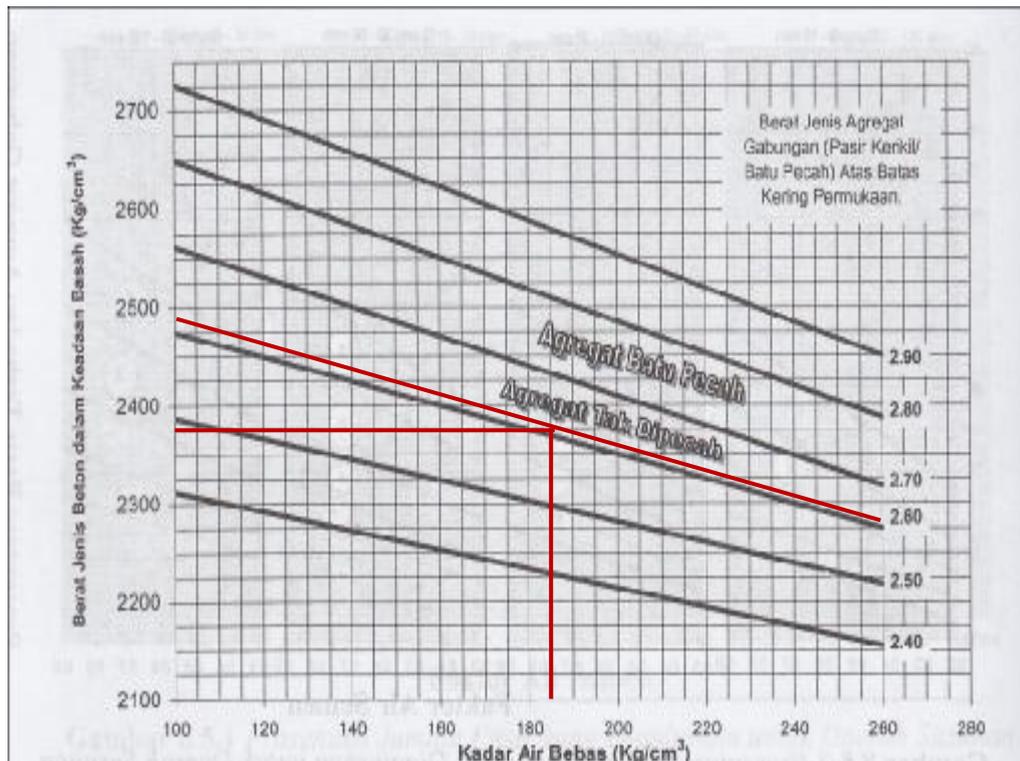
K_h = persentase berat agregat halus terhadap agregat campuran.

K_k = persentase berat agregat kasar terhadap agregat campuran.

$$\begin{aligned} B_j \text{ camp} &= (41/100 \times 2,5) + (59/100 \times 2,7) \\ &= 2,618 \end{aligned}$$

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 0,47 (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:

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

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

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

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

$$\begin{aligned} W_{\text{agr camp}} &= 2435 - (185 + 393,61) \\ &= 1856,39 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

- 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:

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

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

$$\begin{aligned} W_{\text{agr h}} &= 0,41 \times 1856,39 \\ &= 761,12 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

- 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 :

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

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

$$\begin{aligned} W_{\text{agr k}} &= 1856,39 - 761,12 \\ &= 1095,27 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

- 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:

$$\begin{aligned} \text{Air} &= B - (C_k - C_a) \times C/100 - (D_k - D_a) \times D/100 \\ &= 185 - (0,9 - 1,32) \times 761,12/100 - (0,5 - 0,746) \times 1094,88/100 \\ &= 190,89 \text{ kg/m}^3. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Agregat halus} &= C + (C_k - C_a) \times C/100 \\ &= 761,12 + (0,9 - 1,32) \times 761,12/100 \\ &= 757,92 \text{ kg/m}^3. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Agregat kasar} &= D + (D_k - D_a) \times D/100 \\ &= 1094,88 + (0,5 - 0,746) \times 1094,88/100 \\ &= 1092,18 \text{ kg/m}^3. \end{aligned}$$

Jadi, koreksi proporsi campuran per benda uji adalah :

$$\begin{aligned} \text{Air} &= 190,89 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Agregat halus} &= 757,92 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Agregat kasar} &= 1092,18 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Semen} &= 420,454 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

4.2. Pembuatan Benda Uji

Dalam penelitian ini menggunakan silinder sebagai benda uji dengan ukuran panjang 15 cm, lebar 15 cm dan tinggi 15 cm, jumlah benda uji yang dibuat adalah sebanyak 12 benda uji.

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. 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.

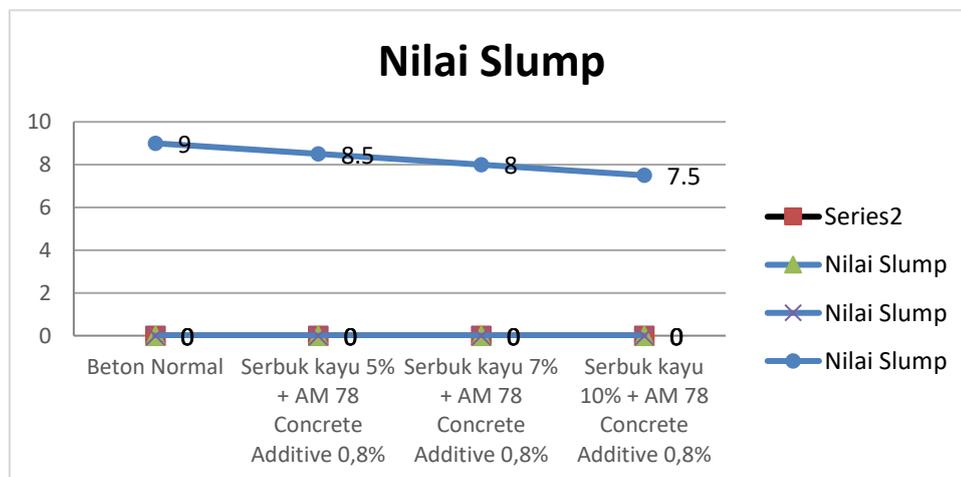
4.3. *Slump Test*

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	9 cm
2	Serbuk kayu 5% + AM 78 <i>Concrete Additive</i> 0,8%	8,5 cm
3	Serbuk kayu 7% + AM 78 <i>Concrete Additive</i> 0,8%	8 cm
4	Serbuk kayu 10% + AM 78 <i>Concrete Additive</i> 0,8%	7,5 cm

Berdasarkan Tabel 4.10 menjelaskan perbandingan nilai slump antara beton normal, beton dengan serbuk kayu 5% dan AM 78 *Concrete Additive* 0,8%, beton dengan serbuk kayu 7% dan AM 78 *Concrete Additive* 0,8%, beton dengan serbuk kayu 10% dan AM 78 *Concrete Additive* 0,8%, dimana pada beton normal didapatkan nilai *slump* tertinggi yaitu 9 cm, sedangkan beton dengan campuran serbuk kayu 10% dan AM 78 *Concrete Additive* mengalami penurunan pada nilai slump yaitu 7,5 cm. Dimana penyebab menurunnya nilai slump antara beton normal dan beton dengan penambahan serbuk kayu dan AM 78 *Concrete Additive* 0,8% adalah akibat dari sisa-sisa pembersihan dari alat-alat yang digunakan, sehingga menyebabkan kadar pada campuran beton menigkat. Adapun penyebab lain dari menurunnya nilai slump test adalah karena faktor penambahan variasi serbuk kayu yang semakin tinggi. Berikut pada Gambar 4.4 dapat dilihat grafik naik dan turunnya nilai *slump*.



Gambar 4.4: Grafik perbandingan nilai *slump*.

4.4. Kuat Tekan Beton

Nilai kekuatan beton diketahui dengan melakukan pengujian kuat tekan terhadap benda uji silinder ataupun kubus pada umur 28 hari yang dibebani dengan gaya tekan sampai mencapai beban maksimum. Beban maksimum didapat dari pengujian dengan menggunakan alat *Compression Testing Machine*. Benda uji yang akan dites adalah berupa kubus berdimensi 15 cm x 15 cm x 15 cm sebanyak 12 buah, seperti pada Gambar 4.5, dengan pengelompokan benda uji sesuai dengan variasi campurannya.



Gambar4.5: Kuat tekan pada benda uji kubus.

Kekuatan tekan ditentukan dengan benda uji kubus berukuran 15x15x15 cm dan silinder $A=15$ cm dan $t=30$ cm. Pengujian benda uji ditetapkan pada umur 28 hari (standard) jika benda uji pada umur yang lain harus diberi faktor pembagi. Penekanan benda uji menggunakan mesin penekan yang telah ditetapkan. Saat penekanan, harus ada permukaan yang rata agar saat pembebanan beban tersebut diseluruh permukaan beton sampai batas maksimum.

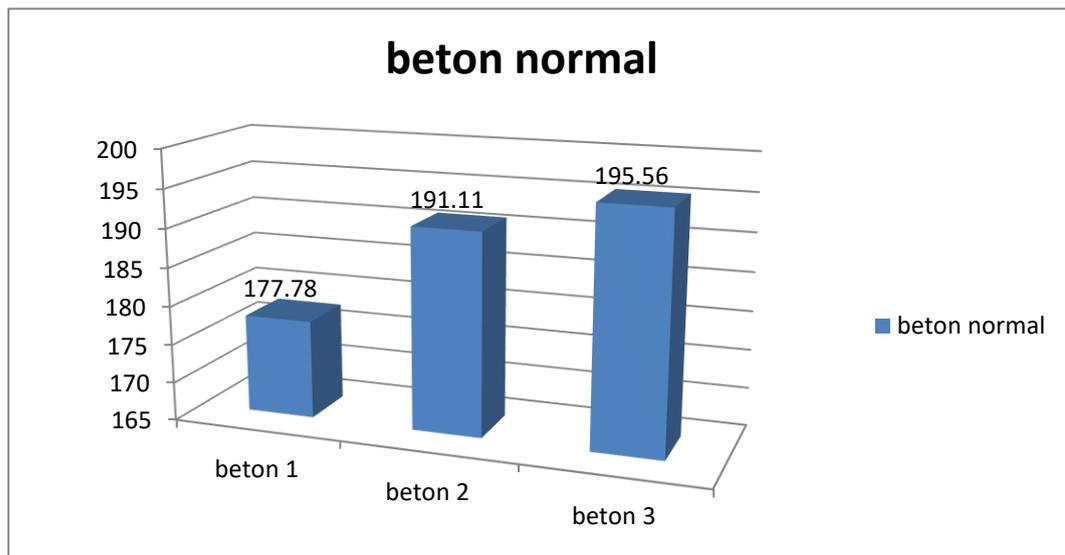
Pengujian kuat tekan dilakukan pada saat beton berumur 28 hari dengan jumlah benda uji 12 buah. Hasil kuat tekan beton 28 hari dapat dilihat pada Tabel 4.11. Berdasarkan Tabel 4.11 dibawah ini menjelaskan hasil uji kuat tekan beton 28 hari.

Tabel 4.11 menjelaskan hasil uji kuat tekan beton 28 hari.

	Benda uji			Kuat tekan beton f_c'			Kuat tekan faktor kubus		
				$f_c' = \frac{P}{A}$			$F_1 = \frac{f_c'}{\text{faktor kubus (1,00)}}$		
0%	40000	43000	44000	177,78	191,11	195,56	177,78	191,11	195,56
5%	43000	45000	47000	191,11	200,00	208,89	191,11	200,00	208,89
7%	59000	61000	58000	262,22	271,11	257,78	262,22	271,11	257,78
10%	32000	39000	37000	142,22	173,33	164,44	142,22	173,33	164,44
rata-rata				193,33	208,89	206,67	193,33	208,89	206,67

4.4.1. Kuat Tekan Beton Normal

Pengujian beton normal dilakukan pada saat beton berumur 28 hari dengan jumlah benda uji 3 buah. Hasil kuat tekan beton normal 28 hari dapat dilihat pada Tabel 4.11, yang dimana kuat tekan maksimum sebesar 195,56 Mpa pada beton normal. Berdasarkan Gambar 4.6 menjelaskan hasil uji kuat tekan beton normal 28 hari.

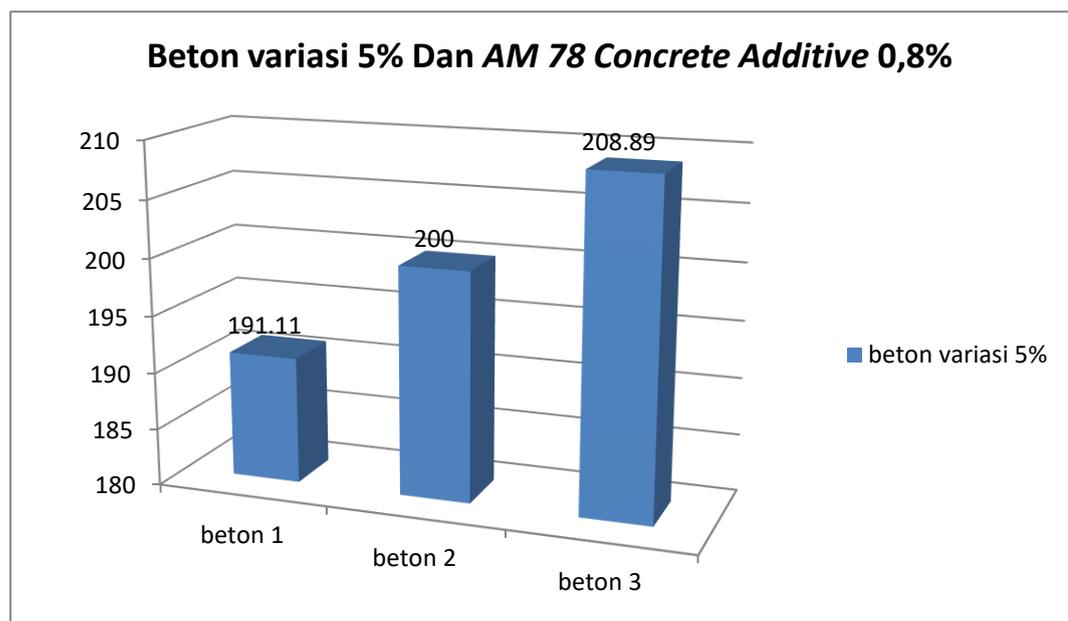


Gambar 4.6. Grafik hasil uji kuat tekan beton

4.4.2. Kuat Tekan Beton Serbuk kayu 5% Dan AM 78 Concrete Additive 0,8%

Pengujian beton serbuk kayu 5% dan AM 78 Concrete Additive,8% dilakukan pada saat beton berumur 28 hari dengan jumlah benda uji 3 buah. Hasil kuat tekan beton serbuk kayu 5% dan 78 Concrete Additive,8% 28 hari dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Berdasarkan Tabel 4.11 menjelaskan hasil uji kuat tekan beton serbuk kayu 5% dan AM 78 Concrete Additive,8% 28 hari. Dari 3 masing-masing benda uji beton serbuk kayu 5% dan AM 78 Concrete Additive,8% yang diuji kuat tekannya, maka diperoleh nilai kuat tekan maksimum sebesar 208,89 Mpa pada umur beton 28 hari. Berdasarkan Gambar 4.7 menjelaskan hasil uji kuat tekan beton variasi 5% dan AM 78 Concrete Additive 0,8%.



Gambar 4.7. Grafik hasil uji kuat tekan beton variasi 5% dan AM 78 Concrete Additive 0,8%.

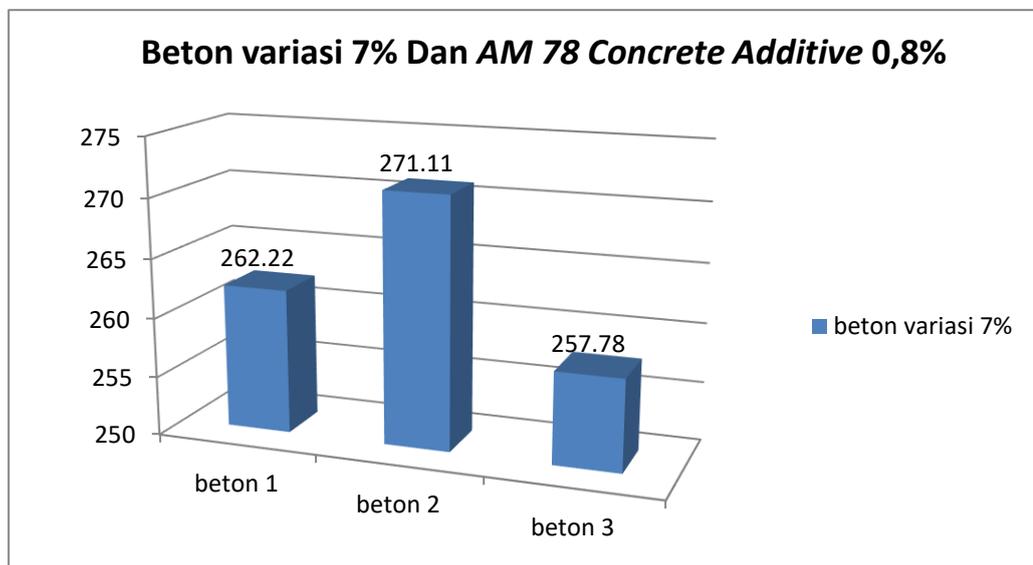
4.4.3. Kuat Tekan Beton Serbuk kayu 7% Dan AM 78 Concrete Additive 0,8%.

Pengujian beton serbuk kayu 7% dan AM 78 Concrete Additive 0,8% dilakukan pada saat beton berumur 28 hari dengan jumlah benda uji 3 buah. Hasil

kuat tekan beton serbuk kayu 7% dan *AM 78 Concrete Additive 0,8%* 28 hari dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Berdasarkan Tabel 4.11 menjelaskan hasil uji kuat tekan beton serbuk kayu 7% dan *AM 78 Concrete Additive 0,8%* 28 hari. Dari 3 masing-masing benda uji beton serbuk kayu 7% dan *AM 78 Concrete Additive 0,8%* yang diuji kuat tekannya, maka diperoleh nilai kuat tekan maksimum sebesar 271,11 Mpa pada umur beton 28 hari.

Berdasarkan Gambar 4.8 menjelaskan hasil uji kuat tekan beton variasi 7% dan *AM 78 Concrete Additive 0,8%*.



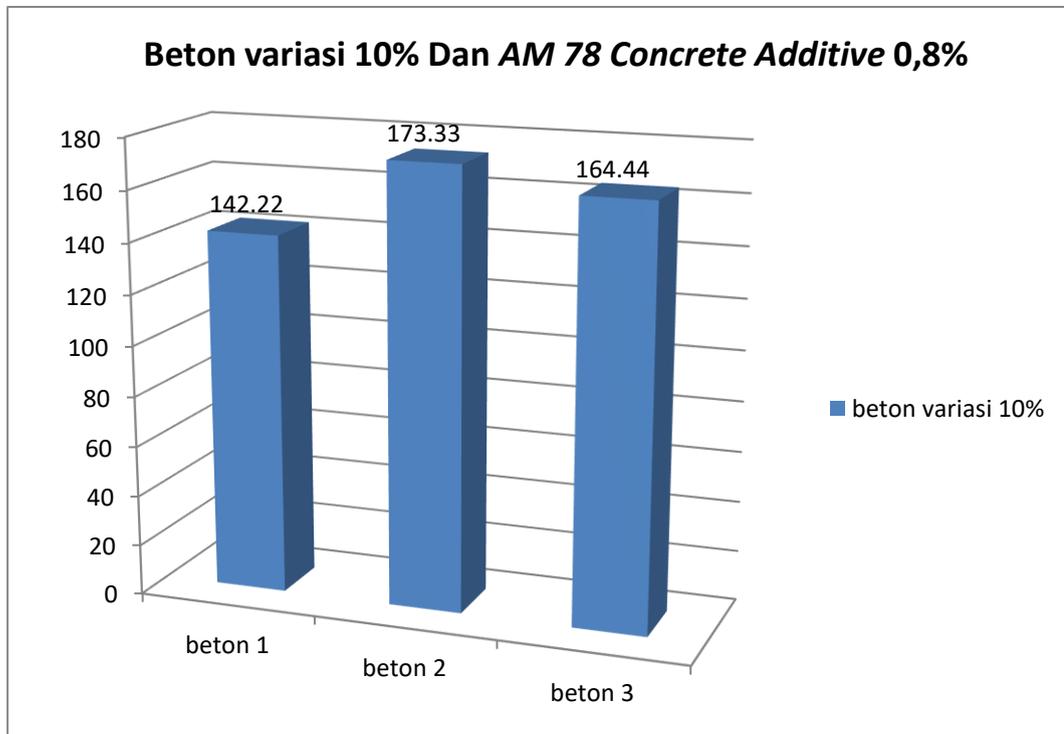
Gambar 4.8 Grafik hasil uji kuat tekan beton variasi 7% dan *AM 78 Concrete Additive 0,8%*.

4.4.4. Kuat Tekan Beton Serbuk kayu 10% Dan *AM 78 Concrete Additive 0,8%*

Pengujian beton serbuk kayu 10% dan *AM 78 Concrete Additive 0,8%* dilakukan pada saat beton berumur 28 hari dengan jumlah benda uji 3 buah. Hasil kuat tekan beton serbuk kayu 10% dan *AM 78 Concrete Additive 0,8%* 28 hari dapat dilihat pada Tabel 4.11.

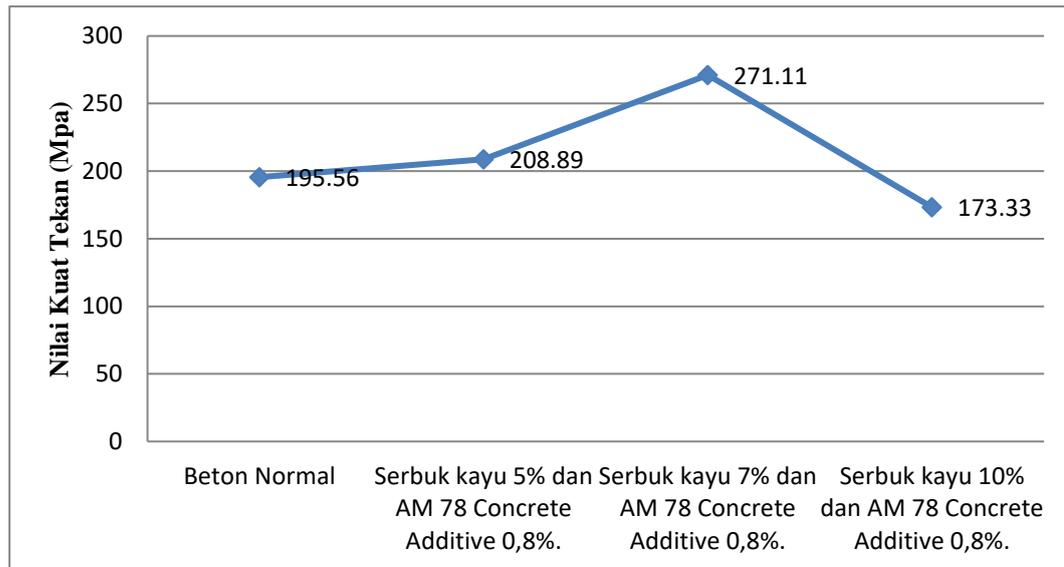
Berdasarkan Tabel 4.11 menjelaskan hasil uji kuat tekan beton serbuk kayu 10% dan *AM 78 Concrete Additive 0,8%* 28 hari. Dari 3 masing-masing benda uji beton serbuk kayu 10% dan *AM 78 Concrete Additive 0,8%* yang diuji kuat tekannya, maka diperoleh nilai kuat tekan maksimum sebesar 173,33 Mpa pada umur beton 28 hari.

Berdasarkan Gambar 4.9 menjelaskan hasil uji kuat tekan beton variasi 10% dan *AM 78 Concrete Additive 0,8%*.



Gambar 4.9 Grafik hasil uji kuat tekan beton variasi 10% dan *AM 78 Concrete Additive 0,8%*.

Dari hasil Gambar 4.10, dapat dilihat bahwa persentase kenaikan kuat tekan beton terjadi karena penambahan serbuk kayu dan *AM 78 Concrete Additive* pada beton 28 hari.



Gambar 4.10: Grafik persentase nilai kuat tekan beton umur 28 hari.

4.5. Pembahasan

Bila dibandingkan kuat tekan beton normal dengan beton yang menggunakan bahan tambah mengalami kenaikan yang signifikan terjadi pada persentase 7% dan mengalami penurunan yang signifikan terjadi pada persentase 10% . Persentase kenaikan dan penurunan yang signifikan terhadap kuat tekan dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini:

- Pengisian serat ijuk 5% dan *AM 78 Concrete Additive 0,8%*

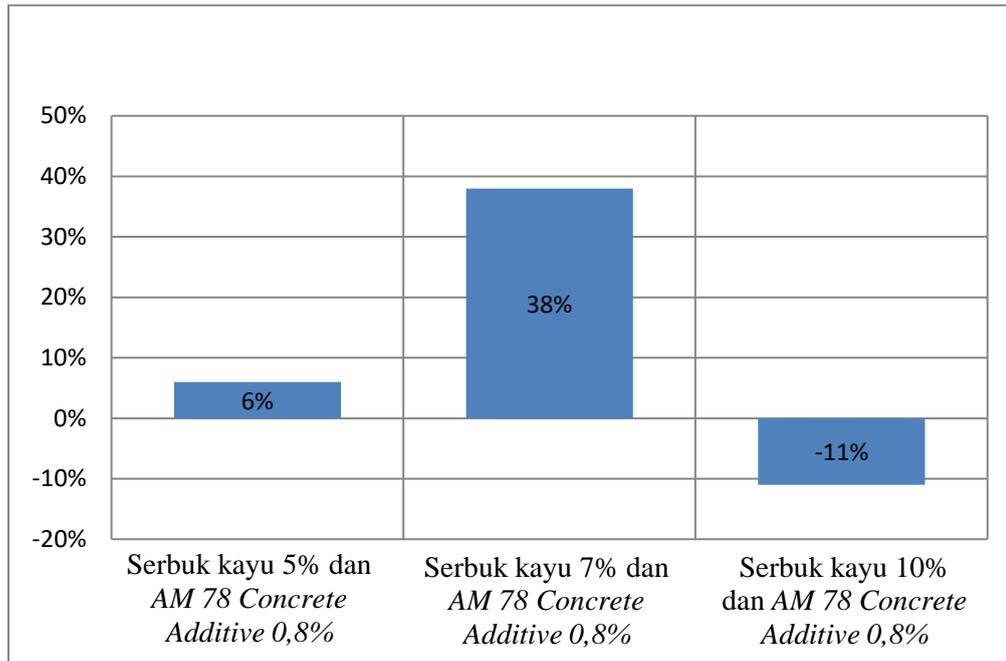
$$\begin{aligned} \text{Besar nilai kenaikan (umur 28 hari)} &= \frac{208,89 - 195,56}{195,56} \times 100\% \\ &= 6\% \text{ (naik)} \end{aligned}$$

- Pengisian serbuk kayu 7% dan *AM 78 Concrete Additive 0,8%*

$$\begin{aligned} \text{Besar nilai kenaikan (umur 28 hari)} &= \frac{271,11 - 195,56}{195,56} \times 100\% \\ &= 38\% \text{ (naik)} \end{aligned}$$

- Pengisian serbuk kayu 10% dan *AM 78 Concrete Additive 0,8%*

$$\begin{aligned} \text{Besar nilai kenaikan (umur 28 hari)} &= \frac{173,33 - 195,56}{195,56} \times 100\% \\ &= -11\% \text{ (turun)} \end{aligned}$$



Gambar 4.11: Grafik persentase kenaikan dan penurunan kuat tekan beton 28 hari.

Perbandingan kuat tekan beton mengalami kenaikan pada variasi serbuk kayu 5% dan *AM 78 Concrete Additive 0,8%* dan Serbuk kayu 7% dan *AM 78 Concrete Additive 0,8%* terhadap beton normal, kenaikan yang signifikan terjadi pada variasi Serbuk kayu 7% dan *AM 78 Concrete Additive 0,8%* sebesar 38% terhadap beton normal. Sedangkan, pada variasi Serbuk kayu 10% dan *AM 78 Concrete Additive 0,8%* terjadi penurunan sebesar 11% terhadap beton normal.

Dengan demikian, dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa penambahan serbuk kayu dan *AM 78 Concrete Additive* terhadap beton mengalami kenaikan pada pengujian kuat tekan beton pada variasi serbuk kayu 5% dan 7 %, maka dapat digunakan sebagai bahan tambah pada beton.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian beton dengan menggunakan serbuk kayu dan *AM 78 Concrete Additive*, maka didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Dengan penambahan serbuk kayu yang digunakan secara bersamaan dengan *AM 78 Concrete Additive* memiliki kesesuaian zat yang mengakibatkan kenaikan kuat tekan beton pada variasi 5% dan 7%. Sedangkan dengan variasi 10% mengakibatkan penurunan kuat tekan pada beton.
2. Dari data nilai slump test yang didapat pada pembahasan, maka diperoleh penurunan nilai slump pada campuran beton. Adapun yang menyebabkan penurunan nilai slump pada pencampuran beton dikarenakan penambahan serbuk kayu yang semakin besar.
 - Beton normal = 10 cm
 - Beton menggunakan serbuk kayu 5% dan *AM 78 Concrete Additive* 0,8% = 8,5 cm
 - Beton menggunakan serbuk kayu 7% dan *AM 78 Concrete Additive* 0,8% = 8 cm
 - Beton menggunakan serbuk kayu 10% dan *AM 78 Concrete Additive* 0,8% = 7,5 cm
 - Beton menggunakan serbuk kayu 10% dan *AM 78 Concrete Additive* 0,8% = 173,33 Mpa.

5.2. Saran

1. Perlu diadakan penelitian lebih lanjut mengenai pemakaian beton menggunakan serbuk kayu dan *AM 78 Concrete Additive* dengan mutu yang lebih tinggi lagi.
2. Penggunaan bahan campuran serbuk kayu disarankan untuk bahan campuran beton dengan variasi dibawah 10%, sedangkan bahan campuran dengan variasi 10% keatas akan menyebabkan penurunan kuat tekan beton.
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 serbuk kayu dan dengan bahan campuran yang lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- (Amna et al., 2014; Angjaya et al., 2013; Bruno, 2019; Ginting & Janabadra, 2017; Hasanah et al., 2019; Indra Wibowo, n.d.; Limbah et al., 2014; Pusjatan-Balitbang PU, 1993; Pustaka, 2017; Rahayu & Siahaan, 2018; Saifuddin et al., 2013; Saifullah, 2011; SNI 03-2834, 2000)Amna, K., Wesli, & Hamzani. (2014). Pengaruh Penambahan Serat Tandan Sawit Terhadap Kuat Tekan. *Teras Jurnal*, 4(2), 11–20.
- Angjaya, N., E. J. K., S. E. W., & H., T. (2013). Perbandingan Kuat Tekan Antara Beton dengan Perawatan pada Elevated Temperature & Perawatan dengan Cara Perendaman serta Tanpa Perawatan. *Jurnal Sipil Statik*, 1(3), 153–158.
- Bruno, L. (2019). Kajian Kuat Tekan Beton Normal Menggunakan Standar SNI 7656-2012 Dan ASTM C 136-06. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.
<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Ginting, A., & Janabadra, U. (2017). *Kuat Tekan Beton Berdasarkan Sni-Dt-91-0008-2007 Pada. April 2013.*
- Hasanah, E. R., Gunawan, A., & Afrizal, Y. (2019). PENGARUH PENAMBAHAN SERAT KULIT PINANG DAN SERBUK KAYU TERHADAP KUAT TARIK BELAH BETON (Kajian Terhadap Ukuran Agregat Maksimal 10 mm). *Inersia, Jurnal Teknik Sipil*, 9(1), 15–22.
<https://doi.org/10.33369/ijts.9.1.15-22>
- Indra Wibowo, N. (n.d.). *Pengaruh Serbuk Gergaji Kayu Sebagai Substitusi Sebagian Semen Dan Bahan Tambah 0,6% Bestmittel Terhadap Karakteristik Beton.*
- Limbah, P., Kayu, S., Dust, S. A. W., & Akhir, T. (2014). *Sebagai Subtitusi Agregat Halus Pada Program Pendidikan Sarjana Ekstensi.*
- Pusjatan-Balitbang PU. (1993). Ruang Lingkup Pengertian Persyaratan-persyaratan. 03-2834.
- Pustaka, T. (2017). *Pengaruh Penggunaan Resin Epoxy Pada Campuran Beton Polimer Yang Menggunakan Serbuk Gergaji Kayu - Pdf.* 26–27.
<https://docplayer.info/74444538-Pengaruh-penggunaan-resin-epoxy-pada-campuran-beton-polimer-yang-menggunakan-serbuk-gergaji-kayu.html>
- Rahayu, S., & Siahaan, M. (2018). Karakteristik Raw Material Epoxy Resin Tipe Bqtn-Ex 157 Yang Digunakan Sebagai Matrik Pada Komposit (the Characteristics of Raw Material Bqtn-Ex 157 Epoxy Resin Used As Composites Matrix). *Jurnal Teknologi Dirgantara*, 15(2), 151.
<https://doi.org/10.30536/j.jtd.2017.v0.a2526>
- Saifuddin, M. I., Edison, B., & Fahmi, K. (2013). *Pengaruh Penambahan Campuran Serbuk Kayu Terhadap Kuat Tekan Beton. 1.*

Saifullah. (2011). Mix Design Metode SKSNI Menggunakan Material Agregat Kasar Dan Halus Dengan Berat Jenis Rendah. *Jurnal Konstruksi*, 2(2), 37–42.

SNI 03-2834. (2000). Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal. *Badan Standardisasi Nasional*, 1–34.

<http://homediarymagazine.com/am-luncurkan-am-77-retarder-am-78-concrete-additive/>

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 perawatan beton menggunakan rendaman air tawar



Gambar L9: Dokumentasi pengujian kuat tekan beton



Gambar L10: Dokumentasi bahan tambah *am 78 concrete additive*



FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
Jl. Kapten Mukhtar Basri No.3 Medan Telp. (061)6622400

LEMBAR ASISTENSI

PROPOSAL

PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH SERBUK KAYU SEBAGAI
SUBSTITUSI PARSIAL AGREGAT HALUS DENGAN BAHAN TAMBAH
EPOXY RESIN TERHADAP KUAT TEKAN BETON

NAMA : RIZKI SURYA FANI

NPM : 1607210164

KELAS : A.2 Struktur

No	Tanggal	Keterangan	Paraf
1.	22/2/2020	buat ke bab II Revisi dari Format T. SPU	
2.	4/3/2020	buat	
3.	17/3/2020	Aec dan Rujukan	

DOSEN PEMBIMBING

2/3/2020

Dr. Fahrizal Zulkarnain



TUGAS AKHIR
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
Jl. Kapten Mochtar Basri No. 3 Medan 20230

LEMBAR ASISTENSI

Nama : Rizki Surya Fani
NPM : 1607210164
Jurusan : Teknik Sipil
Judul TA : Pengaruh Penambahan Limbah Serbuk Kayu Sebagai Substitusi Parsial Agregat Halus Dengan Bahan Tambah *AM 78 Concrete Additive* Terhadap Kuat Tekan Beton

NO.	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF

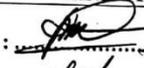
DOSEN PEMBIMBING,

(Dr. Fahrizal Zulkarnain)

**DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK – UMSU
TAHUN AKADEMIK 2020 – 2021**

Peserta seminar

Nama : Rizki Surya Fani
 NPM : 1607210164
 Judul Tugas Akhir : Pengaruh Penambahan Limbah Serbuk Kayu Sebagai Substitusi Parsial Agregat Halus Dengan Bahan Tambah AM 78 Concrete Additive Terhadap Kuat Tekan Beton.

DAFTAR HADIR	TANDA TANGAN
Pembimbing – I : DR.Fahrizal Z.S.T.M.Sc	: 
Pembanding – I : DR.Ade Faisal.S.T.M.Sc	: 
Pembanding – II : Rizki Efrida.S.T.M.T	: 

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Medan, 17 Rab.Awal 1442 H
03 Nopember 2020 M

Ketua Prodi. T.Sipil



DR.Fahrizal Z.S.T.M.Sc

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

Nama : Rizki Surya Fani
NPM : 1607210164
Judul Tugas Akhir : Pengaruh Penambahan Limbah Serbuk Kayu Sebagai Substitusi Parsial Agregat Halus Dengan Bahan Tambah AM 78 Concrete Additive Terhadap Kuat Tekan Beton.

Dosen Pembimbing – I : DR.Fahrizal Z.S.T.M.SC
Dosen Pembanding - I : DR.Ade Faisal.S.T.M.Sc
Dosen Pembanding - II : Rizki Efrida.S.T.M.T

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

..... *Cek Skripsi utli kebetan*

..... *ikuti panduan penulisan*

3. Harus mengikuti seminar kembali

Perbaikan :

.....
.....
.....

Medan 17 Rab.Awal1442H
03 Nopember 2020 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Sipil



DR.Fahrizal Z.S.T.M.Sc

Dosen Pembanding- I



DR.Ade Faisal.S.T.M.Sc

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

Nama : Rizki Surya Fani
NPM : 1607210164
Judul Tugas Akhir : Pengaruh Penambahan Limbah Serbuk Kayu Sebagai Substitusi Parsial Agregat Halus Dengan Bahan Tambah AM 78 Concrete Additive Terhadap Kuat Tekan Beton.

Dosen Pembimbing – I : DR.Fahrizal Z.S.T.M.Sc
Dosen Pembanding - I : DR.Ade aisa.S.T.M.Sc
Dosen Pembanding - II : Rizki Efrida.S.T.M.T

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

.....
.....
.....

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

.....
.....
.....

Medan 16 Rab.Awal1442H
03 Nopember 2020 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Sipil



DR.Fahrizal Z.S.T.M.Sc

Dosen Pembanding- II



Rizki Efrida.S.T.M.T

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DAFTAR DIRI PESERTA

Nana Lengkap : RIZKI SURYA FANI
Panggilan : RIZKI
Tempat/Tanggal Lahir : Medan, 20 Juli 1998
Jenis Kelamin : Laki-laki
Alamat : Jln. Mandailing, Desa Aek Libung, Kec.
Sayurmatinggi, Kab. Tapsel
Agama : Islam
Nama Orang Tua
Ayah : SUPARMAN
Ibu : ROSLIANI PULUNGAN
No. HP : 081213979297
E-mail : rzkvani@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Pokok Mahasiswa : 1607210164
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat Perguruan Tinggi : Jln.Kapten Muchtar Basri BA. No. 3 Medan 20238

No.	Tingkat Pendidikan	Nama dan Tempat
1.	Sekolah Dasar	SD NEGERI 102021 AEK LIBUNG
2.	SMP	MTsN 1 BATANG ANGKOLA
3.	SMK	SMKN 1 BATANG ANGKOLA
4.	Melanjutkan Kuliah di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Tahun 2016	