

TUGAS AKHIR

**SIFAT – SIFAT TEKNIS BETON DENGAN AGREGAT KASAR
PECAHAN KAYU DIBANDINGKAN DENGAN AGREGAT
NORMAL**

**Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Dalam Menyelesaikan
Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung**



Disusun Oleh :

Dory Satria Deni Nugraha

NIM : 30201800048

Fajar Bagus Prakoso

NIM : 30201800067

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG**

2022

LEMBAR PENGESAHAN

SIFAT – SIFAT TEKNIS BETON DENGAN AGREGAT KASAR PECAHAN
KAYU DIBANDINGKAN DENGAN AGREGAT NORMAL



Dory Satria Deni Nugraha
NIM : 30201800048



Fajar Bagus Prakoso
NIM : 30201800067

Telah disetujui dan disahkan di Semarang,¹⁵ Agustus 2022

Tim Penguji

1. **Ir. H. Prabowo Setiyawan, M.T., Ph.D.**
NIDN : 0607046802
2. **Ir. Gata Dian Asfari, MT.**
NIDN : 06028055801
3. **Ir. M. Faiqun Niam, M.T., Ph.D.**
NIDN : 0612106701

Tanda Tangan

Three handwritten signatures in black ink, corresponding to the three examiners listed on the left. The signatures are written over a large, semi-transparent watermark of the UNISSULA logo.

Mengetahui
Ketua Program Studi Teknik Sipil

A handwritten signature in black ink, belonging to Muhammad Rusli Ahyar.

Muhammad Rusli Ahyar, S.T., M.Eng.
NIDN : 0625059102

BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR

No : 21 / A.2 / SA-T / II / 2022
{-----}

Pada hari ini tanggal (-----) Berdasarkan surat keputusan Dekan Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung perihal penunjukan Dosen Pembimbing Utama dan Dosen Pembimbing Pendamping:

1. Nama : Ir. H. Prabowo Setiyawan, M.T., Ph.D.
Jabatan Akademik : Lektor Kepala
Jabatan : Dosen Pembimbing Utama
2. Nama : Ir. Gata Dian Asfari, MT.
Jabatan Akademik : Lektor
Jabatan : Dosen Pembimbing Pendamping

Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa yang tersebut di bawah ini telah menyelesaikan bimbingan Tugas Akhir :

Dory Satria Deni Nugraha
NIM : 30201800048

Fajar Bagus Prakoso
NIM: 30201800067

Judul Laporan Tugas Akhir : Sifat – Sifat Teknis Beton dengan Agregat Kasar Potongan Kayu Dibandingkan dengan Agregat Normal

Dengan tahapan sebagai berikut

No	Tahapan	Tanggal	Keterangan
1.	Penunjukan dosen pembimbing	22 / 02 / 2022	
2.	Seminar Proposal	19 / 04 / 2022	
3.	Pengumpulan data	23 / 05 / 2022	
4.	Analisis data	25 / 05 / 2022	
5.	Penyusun laporan	30 / 05 / 2022	
6.	Selesai laporan	4 / 08 / 2022	TA Ace

Demikian Berita Acara Bimbingan Tugas Akhir / Skripsi ini dibuat untuk diketahui dan dipergunakan seperlunya oleh pihak – pihak yang berkepentingan

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Pendamping

Ir. H. Prabowo Setiyawan, M.T., Ph.D.

Ir. Gata Dian Asfari, MT.

Mengetahui
Ketua Program Studi Teknik Sipil
Muhammad Rusli Ahyar, S.T., M.Eng.
NIDN : 0625059102

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

NAMA : Dory Satria Deni Nugraha

NIM : 30201800048

NAMA : Fajar Bagus Prakoso

NIM : 30201800067

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang berjudul :

SIFAT – SIFAT TEKNIS BETON DENGAN AGREGAT KASAR PECAHAN
KAYU DIBANDINGKAN DENGAN AGREGAT NORMAL

benar bebas dari plagiat, dan apabila pernyataan ini terbukti tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, *15 Agustus*2022

Yang Membuat Pernyataan

Yang Membuat Pernyataan

Dory Satria Deni Nugraha

NIM : 30201800048

Fajar Bagus Prakoso

NIM : 30201800067

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

NAMA : Dory Satria Deni Nugraha
NIM : 30201800048
NAMA : Fajar Bagus Prakoso
NIM : 30201800067
JUDUL TUGAS : SIFAT – SIFAT TEKNIS BETON DENGAN
AKHIR AGREGAT KASAR PECAHAN KAYU
DIBANDINGKAN DENGAN AGREGAT
NORMAL

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli saya sendiri. Saya tidak mencantumkan tanpa pengakuan bahan - bahan yang telah dipublikasikan sebelumnya atau ditulis oleh orang lain, atau sebagai bahan yang pernah diajukan untuk gelar atau ijasah pada Universitas Islam Sultan Agung Semarang atau Perguruan Tinggi lainnya.

Apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Demikian pernyataan ini saya buat.

Semarang,

Yang Membuat Pernyataan

Yang Membuat Pernyataan

Dory Satria Deni Nugraha

NIM : 30201800048



Fajar Bagus Prakoso

NIM : 30201800067

MOTTO

“Seperti layaknya ikan salmon yang hidup bergerak tanpa takut melewati arus deras untuk hidup ke tempat tujuan yang aman demi kelangsungan hidupnya. Hidup juga akan terus menerus melewati pengorbanan demi menuju kesuksesan yang dicita-citakan dengan tanpa menyerah sedikitpun walaupun jatuh ke bawah berkali-kali.”

(FAJAR BAGUS PRAKOSO)

“Kekecewaan adalah hal yang biasa. Setiap manusia boleh kecewa dengan apa yang telah terjadi, tapi jangan pernah kehilangan asa untuk masa depan yang lebih baik dan bersinar”

(DORY SATRIA DENI NUGRAHA)

“Sukses itu bijak dan kukuh”

“Kamu adalah umat yang terbaik yang dilahirkan untuk manusia, menyuruh kepada yang ma’ruf, dan mencegah dari yang munkar, dan beriman kepada Allah SWT”

(Q.S. ALI IMRAN : 110)

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayahNya sehingga Penulis bisa menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul “Sifat – Sifat Teknis Beton dengan Agregat Kasar Pecahan Kayu Dibandingkan dengan Agregat Normal”. Laporan Tugas Akhir ini penulis persembahkan untuk :

1. Kedua orang tua saya tercinta, Alm. Bapak Galih Handoko dan Ibu Sri Maryati, S. Pd. yang senantiasa selalu memberikan do’a, kasih sayang, semangat dan dukungan secara materiil maupun moral.
2. Kakak saya, Dory Pandu Putra Pradana yang selalu memberikan doa dan dukungan.
3. Dosen pembimbing Tugas Akhir saya Ir. H. Prabowo Setiyawan, M.T., Ph.D dan Ir. Gata Dian Asfari, M.T. yang telah membimbing segenap tenaga dan sepenuh hati untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak dan Ibu Dosen Fakultas Teknik UNISSULA yang telah memberikan ilmu pengetahuan penuh manfaat dan sangat berguna selama saya menuntut ilmu di Fakultas Teknik UNISSULA.
5. Saudara Fajar Bagus Prakoso rekan Tugas Akhir, teman seperjuangan dan saudara dalam hal apapun.
6. Teman dekat saya, Hanif dan Labib yang selalu memberikan dukungan dan doa.
7. Teman – teman satu kelompok yang dibimbing oleh Ir. H. Prabowo Setiyawan, M.T., Ph.D. : Fajar, Sabilul, Chamad, Dina, Bidari, Edo dalam menjalankan penelitian pemanfaatan limbah sebagai pengganti agregat kasar pada beton normal.
8. Teman – teman Teknik Sipil UNISSULA Angkatan 2018.
9. Bapak Son yang telah membantu kami dalam proses percetakan laporan.

Dory Satria Deni N.

NIM : 30201800048

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayahNya sehingga Penulis bisa menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul “Sifat – Sifat Teknis Beton dengan Agregat Kasar Pecahan Kayu Dibandingkan dengan Agregat Normal”. Laporan Tugas Akhir ini penulis persembahkan untuk :

1. Kedua orang tua saya tercinta, Bapak Sucipto Mulyo Suksesdi dan Ibu Umi Kulsum yang senantiasa selalu memberikan do’a, kasih sayang, semangat dan dukungan secara materiil maupun moral.
2. Kakak saya, Linda Mirawati dan Ratna Dwi Cahyani tercinta yang selalu memberikan doa dan dukungan secara materiil maupun moral.
3. Dosen pembimbing Tugas Akhir saya Ir. H. Prabowo Setiyawan, M.T., Ph.D dan Ir. Gata Dian Asfari, M.T. yang telah membimbing segenap tenaga dan sepenuh hati untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak dan Ibu Dosen Fakultas Teknik UNISSULA yang telah memberikan ilmu pengetahuan penuh manfaat dan sangat berguna selama saya menuntut ilmu di Fakultas Teknik UNISSULA.
5. Saudara Dory Satria Deni Nugraha rekan Tugas Akhir, teman seperjuangan dan saudara dalam hal apapun.
6. Teman – teman satu kelompok yang dibimbing oleh Ir. H. Prabowo Setiyawan, M.T., Ph.D. : Sabilul, Chamad, Dina, Bidari, Aldi, Edo dalam menjalankan penelitian pemanfaatan limbah sebagai pengganti agregat kasar pada beton normal.
7. Teman – teman Teknik Sipil UNISSULA Angkatan 2018.
8. Almameter kebanggaan Fakultas Teknik UNISSULA.

Fajar Bagus Prakoso

NIM : 30201800067

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayahNya sehingga Penulis bisa menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Sifat – Sifat Teknis Beton dengan Agregat Kasar Pecahan Kayu Dibandingkan dengan Agregat Normal” guna memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Penulis menyadari kelemahan serta keterbatasan yang ada sehingga dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini memperoleh bantuan dari berbagai pihak, dalam kesempatan ini Penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada :

1. Bapak Ir. H. Rachmat Mudiyo, M.T., Ph. D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
2. Bapak M. Rusli Akhyar, ST., M. Eng. selaku Ketua Progam Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
3. Bapak Ir. H. Prabowo Setiyawan, M.T., Ph. D. selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir, yang telah membimbing dengan penuh kesabaran, pemikiran, kritik, saran dan dorongan semangat.
4. Ibu Ir. Gata Dian Asfari, M.T. selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir, yang telah membimbing dengan penuh kesabaran, pemikiran, kritik, saran, dan dorongan semangat.
5. Seluruh Dosen Fakultas Teknik UNISSULA yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat kepada Penulis.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih banyak kekurangannya, baik isi maupun penyusunannya. Semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi Penulis maupun Pembaca.

Semarang,

Penulis

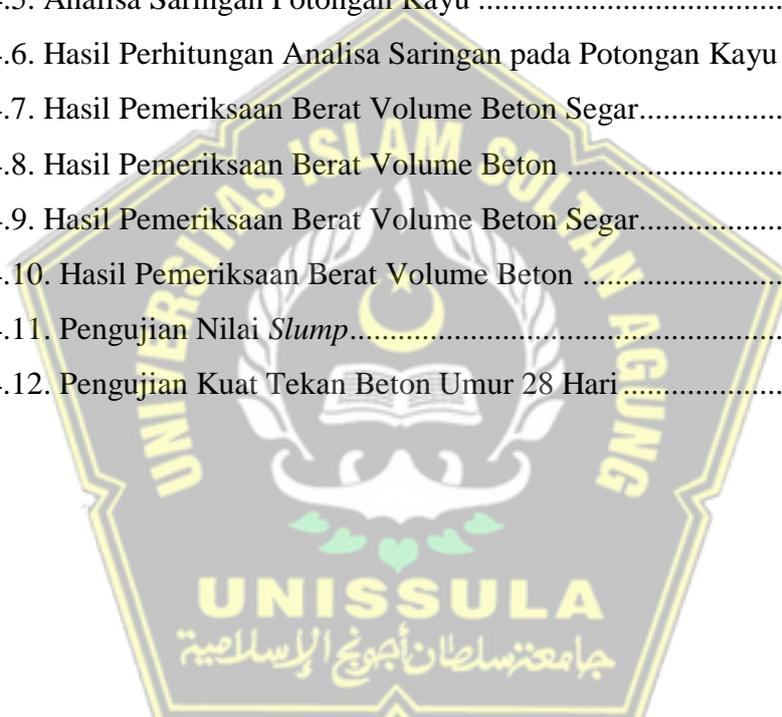
DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI.....	iv
PERNYATAAN KEASLIAN.....	v
MOTTO.....	vi
PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
ABSTRAK.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3.Maksud dan Tujuan.....	2
1.4. Batasan Masalah.....	2
1.5. Sistematika Tugas Akhir.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. Beton	4
2.2.Material Penyusun Beton	4
2.2.1. Semen.....	4
2.2.2 Air	5
2.2.3 Agregat Halus.....	6
2.2.4 Agregat Kasar.....	8
2.2.5 Agregat Campuran	10
2.3 Sifat – Sifat Teknis Beton	11
2.3.1 Berat Jenis Beton.....	11

2.3.2 <i>Slump</i>	12
2.4 Kayu	13
BAB II METODE PENELITIAN	15
3.1. Persiapan	15
3.2. Bahan.....	15
3.3 Peralatan.....	17
3.4 Pelaksanaan Pengujian.....	20
3.4.1 Pemeriksaan Bahan.....	21
3.4.2 Pembuatan Beton.....	23
3.4.3 Perawatan (<i>Curing</i>).....	24
3.4.4 Pengujian Beton	24
3.5. Bagan Alir	26
BAB IV HASIL DAN PEMPAHASAN	27
4.1 Hasil Pemeriksaan Agregat.....	27
4.1.1 Agregat Halus.....	27
4.1.2 Agregat Kasar.....	33
4.1.3 Potongan Kayu.....	39
4.2 Pemeriksaan Berat Volume.....	45
4.3 Pengujian <i>Slump</i>	49
4.4 Hasil Pengujian	50
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	53
5.1 Kesimpulan	53
5.2 Saran	55
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Gradasi Agregat Halus	6
Tabel 2.2. Gradasi Agregat Kasar	9
Tabel 2.3. Saringan Inggris dan Saringan Amerika yang setara.....	11
Tabel 2.4. Berat Jenis Beton untuk Berbagai Jenis Agregat(ASTM C 330).....	12
Tabel 4.1. Hasil Penyaringan Agregat Halus	30
Tabel 4.2. Hasil Perhitungan Analisa Saringan pada Agregat Halus.....	32
Tabel 4.3. Analisa Saringan Agregat Kasar	37
Tabel 4.4. Hasil Perhitungan Analisis Saringan pada Agregat Kasar.....	38
Tabel 4.5. Analisa Saringan Potongan Kayu	43
Tabel 4.6. Hasil Perhitungan Analisa Saringan pada Potongan Kayu	44
Tabel 4.7. Hasil Pemeriksaan Berat Volume Beton Segar.....	46
Tabel 4.8. Hasil Pemeriksaan Berat Volume Beton	47
Tabel 4.9. Hasil Pemeriksaan Berat Volume Beton Segar.....	48
Tabel 4.10. Hasil Pemeriksaan Berat Volume Beton	49
Tabel 4.11. Pengujian Nilai <i>Slump</i>	50
Tabel 4.12. Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari.....	51



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Grafik Gradasi Pasir Kasar (Gradasi No. 1).....	7
Gambar 2.2. Grafik Gradasi Pasir Sedang (gradasi No. 2)	7
Gambar 2.3. Grafik Gradasi Pasir Halus (Gradasi No.3).....	7
Gambar 2.4. Grafik Gradasi Pasir Halus (Gradasi No. 4).....	8
Gambar 2.5. Grafik Gradasi Split Ukuran Maksimum 10 mm	9
Gambar 2.6. Grafik Gradasi Split Ukuran Maksimum 20 mm	9
Gambar 2.7. Grafik Gradasi Split Ukuran Maksimum 40 mm.....	10
Gambar 2.8. Uji <i>Slump</i>	13
Gambar 3.1. Semen Gresik PPC	15
Gambar 3.2. Agregat Halus.....	16
Gambar 3.3. Agregat Kasar Batu Kerikil.....	16
Gambar 3.4. Agregat Kasar Potongan Kayu.....	16
Gambar 3.5. Air.....	17
Gambar 3.6. Saringan.....	17
Gambar 3.7. Timbangan.....	18
Gambar 3.8. Gelas Ukur.....	18
Gambar 3.9. Oven	19
Gambar 3.10. Cetakan Beton Silinder.....	19
Gambar 3.12. Ember	20
Gambar 3.13. Besi Penusuk Adonan.....	20
Gambar 3.14. Bagan Alir Pelaksanaan	26
Gambar 4.1. Grafik Analisis Saringan Agregat Halus	33
Gambar 4.2. Grafik Analisis Saringan Agregat Kasar	39
Gambar 4.3. Grafik Analisis Saringan Potongan Kayu	45

SIFAT – SIFAT TEKNIS BETON DENGAN AGREGAT KASAR PECAHAN KAYU DIBANDINGKAN DENGAN AGREGAT NORMAL

Oleh :

Dory Satria Deni Nugraha, Fajar Bagus Prakoso

Abstrak

Beton merupakan salah satu bahan penyusun dalam konstruksi bangunan. Saat ini, beton terbuat dari campuran semen, agregat halus (pasir), agregat kasar (batu pecah) dan air. Pada saat mendatang, pembuatan beton harus diinovasi agar agregat kasar (batu pecah) tidak habis. Inovasi ini terpikirkan dengan menggunakan bahan limbah yang kurang dimanfaatkan dengan maksimal, yaitu limbah pecahan kayu. Limbah pecahan kayu tersebut diteliti agar dapat digunakan sebagai pengganti agregat kasar pada penyusun beton. Penelitian ini menggunakan 3 macam proporsi bahan penyusun beton uji yaitu semen, agregat halus (pasir) dan agregat kasar (limbah pecahan kayu) dengan perbandingan 1:2:3, 1:2,5:3,5 dan 1:3:5. Tujuan menggunakan 3 komposisi yang berbeda yaitu untuk menentukan kuat tekan tertinggi yang akan dibandingkan dengan beton normal K-175. Pengujian beton dilakukan pada umur 28 hari. Hasil penelitian beton uji dengan agregat kasar limbah potongan kayu didapatkan nilai tertinggi dari komposisi 1:3:5 dengan kuat tekan rata-rata maksimum sebesar 4,1823 MPa. Untuk beton normal didapatkan kuat tekan rata-rata maksimum sebesar 17,961 MPa. Berdasarkan hasil tersebut beton dengan menggunakan agregat kasar pecahan kayu tidak dapat digunakan sebagai bahan pengganti agregat kasar batu pecah pada beton K-175 karena mempunyai kuat tekan yang rendah dibandingkan dengan agregat kasar (batu pecah).

Kata Kunci : *Beton; Potongan Kayu; Sifat Teknis; Kuat Tekan*

TECHNICAL PROPERTIES OF CONCRETE WITH CORRECT AGGREGATE WASTE WOOD SHRAPS AND NORMAL AGGREGATE.

By :

Dory Satria Deni Nugraha, Fajar Bagus Prakoso

Abstract

Concrete is one of the constituent materials in building construction. Currently, concrete is made from a mixture of cement, fine aggregate (sand), coarse aggregate (crushed stone) and water. In the future, the manufacture of concrete must be innovated so that the coarse aggregate (crushed stone) is not exhausted. This innovation is thought of by using waste materials that are underutilized to the maximum, namely waste wood fragments. The wood chipping waste was investigated so that it can be used as a substitute for coarse aggregate in the constituents of concrete. This study uses 3 kinds of proportions of the test concrete constituents, namely cement, fine aggregate (sand) and coarse aggregate (waste wood chips) with a ratio of 1:2:3, 1:2,5:3,5 and 1:3:5. The purpose of using 3 different compositions is to determine the highest compressive strength to be compared with normal concrete K-175. Concrete testing was carried out at the age of 28 days. The results of the study of test concrete with coarse aggregate of wood chip waste obtained the highest value from the composition of 1:3:5 with a maximum average compressive strength of 4.1823 MPa. For normal concrete, the maximum average compressive strength is 17.961 MPa. Based on these results, concrete using coarse aggregate of wood chips cannot be used as a substitute for coarse aggregate of crushed stone in K-175 concrete because it has a low compressive strength compared to coarse aggregate (crushed stone).

Keywords: *Concrete; Piece of wood; Technical Nature; Strong Press*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pembangunan di bidang struktur di masa sekarang mengalami kemajuan yang sangat pesat, yang berlangsung di berbagai bidang, misalnya gedung-gedung, jembatan, tower dan sebagainya. Beton merupakan salah satu bahan struktur dalam konstruksi bangunan tersebut.

Beton dipilih karena memiliki berbagai kelebihan dibandingkan dengan bahan lainnya. Kelebihan beton yaitu kuat tekannya tinggi, bahannya mudah didapat, tidak mengalami pembusukan dan lain sebagainya.

Inovasi teknologi beton selalu dituntut guna menjawab tantangan akan kebutuhan. Beton yang dihasilkan diharapkan mampu memenuhi kebutuhan manusia menjadi lebih baik dan diharapkan mempunyai kualitas tinggi yang meliputi kekuatan dan daya tahan tanpa mengabaikan nilai ekonomisnya.

Berbagai penelitian di bidang beton dilakukan sebagai upaya untuk mendapatkan kualitas beton yang terbaik. Teknologi bahan dan teknik-teknik pelaksanaan yang diperoleh dari hasil penelitian tersebut dimaksudkan untuk menjawab tuntutan yang semakin tinggi terhadap penggunaan beton serta mengatasi permasalahan yang sering terjadi pada pengerjaan di lapangan.

Pemilihan dan penggunaan beton sebagai bahan konstruksi ini didasari oleh faktor efektifitas dan tingkat efisiensinya. Secara umum agregat kasar beton menggunakan batu kerikil.

Penggunaan agregat kasar beton dengan batu kerikil mudah didapat pada masa sekarang. Pada masa yang akan datang, cepat atau lambat material ini akan semakin habis. Melihat fenomena diatas maka disini perlu untuk melakukan pemanfaatan kembali atau daur ulang suatu material seperti limbah potongan kayu dari suatu pabrik. Dalam rangka itu, perlu dilakukan penelitian limbah potongan kayu sebagai bahan pengganti agregat kasar pada beton.

Setiap pabrik pengolahan kayu sering dijumpai kayu sisa pemotongan yang merupakan limbah dari hasil pemotongan. Sampai saat ini pengolahan sisa pemotongan kayu belum dimanfaatkan secara optimal. Limbah pemotongan yang belum dimanfaatkan ini biasanya dibuang oleh pabrik. Ada juga sebagian kecil yang dijadikan serbuk untuk dijadikan sebagai pupuk kompos.

Potongan kayu relatif murah dan mudah didapat. Potongan kayu umumnya hanya digunakan sebagai bahan bakar yang dapat menggantikan minyak tanah atau dibuang begitu saja di alam terbuka. Oleh karena itu, belakangan ini mulai dikembangkan pemanfaatan potongan kayu dalam berbagai bidang, salah satunya adalah bidang konstruksi. (Sulaiman,dkk.2018)

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana sifat-sifat teknis limbah potongan kayu sebagai pengganti agregat kasar pada beton normal?
2. Bagaimana pengaruh semen : agregat halus : potongan kayu terhadap kuat tekan beton ?

1.3. Maksud dan Tujuan

1. Mengetahui sifat-sifat teknis beton dengan potongan kayu sebagai pengganti agregat kasar pada beton;
2. Mengetahui pengaruh semen : agregat halus : potongan kayu terhadap kuat tekan beton.

1.4. Batasan Masalah

Mengingat berbagai permasalahan yang berhubungan dengan beton, maka dari itu penelitian ini diberikan batasan masalah yang bertujuan untuk membatasi pembahasan agar tidak meluas dan menjadi jelas. Batasan masalah tersebut adalah :

1. Beton yang dikaji adalah Beton normal;
2. Sifat-sifat teknis beton yang diamatai adalah berat volume dan kuat tekan;

3. Penelitian ini menggunakan komposisi campuran volume 1 : 1,5 : 2,5 , 1 : 2 : 3 , dan 1 : 3 : 5 ;
4. Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur 14 hari di laboratorium;
5. Benda uji menggunakan silinder berukuran 15 x 300 mm;
6. Jenis kayu yang digunakan adalah kayu bengkirai.

1.5. Sistematika Tugas Akhir

Sistematika pada penelitian ini meliputi :

1) **BAB 1 PENDAHULUAN**

Tediri dari latar belakang, rumusan masalah, maksud dan tujuan, batasan masalah, sistematika penulisan.

2) **BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA**

Terdiri dari teori-teori yang bersumber dari buku dan lapangan untuk memperoleh data yang berhubungan dengan pembahasan tinjauan kuat tekan beton dengan bahan pecahan kayu sebagai pengganti agregat kasar.

3) **BAB 3 METODOLOGI**

Berisi mengenai tahapan studi yang dilakukan, pelaksanaan pengumpulan data dan membahas metode pengolahan yang dilakukan.

4) **BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini menguraikan analisis data dan pecahan permasalahan yang ada dalam penelitian ini.

5) **BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini menguraikan kesimpulan yang diperoleh dari analisis yang telah dilakukan berikut saran-saran penulis.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Beton

Beton adalah suatu campuran elemen struktur yang terdiri dari partikel-partikel agregat yang dilekatkan oleh pasta yang terbuat dari semen *portland* dan air. Bahan penyusun beton terdiri semen hidrolis (*Portland cement*), agregat kasar, agregat halus, air, dan bahan tambah (*additive*). Jenis material yang digunakan sangat berpengaruh terhadap kekuatan konstruksi beton. Beton memiliki kelebihan dan kekurangan (Tjokrodinuljo, 2007), yaitu :

a. Kelebihan

1. Kuat tekan tinggi;
2. Mempunyai ketahanan temperatur yang tinggi;
3. Biaya pemeliharaannya kecil;
4. Mudah dibentuk sesuai keinginan.

b. Kekurangan

1. Sifatnya *brittle*;
2. Kuat tariknya rendah;
3. Kualitasnya sesuai dengan agregat penyusun.

2.2. Material Penyusun Beton

2.2.1. Semen

Semen adalah serbuk yang terbuat dari batu kapur dan material lainnya yang dipakai untuk merekatkan batu bata atau membuat beton. Semen mempunyai sifat *adhesive* dan *cohesive*.

Semen dapat dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu :

- a. Semen *non hidraulis* adalah semen yang tidak dapat mengeras dalam air atau tidak stabil dalam air. Contoh semen *non hidraulis* adalah *lime*. *Lime* merupakan perekat klasik dalam bangunan.

b. Semen *hidraulis* adalah semen yang dapat mengeras dalam air yang hasilnya stabil dalam air. Contoh semen *hidraulis* adalah semen *Portland*, semen campur, semen khusus dan sebagainya.

Sesuai dengan tujuan pemakaiannya, semen *Portland* dibagi menjadi 5 jenis, yaitu :

1. Jenis I : Untuk semen yang dapat digunakan secara umum tanpa ada persyaratan khusus lainnya;
2. Jenis II : semen yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap senyawa sulfat dan panas hidrasi yang sedang;
3. Jenis III : semen yang pada penggunaannya memerlukan kekuatan awal yang tinggi;
4. Jenis IV : semen yang penggunaannya memerlukan ketahanan panas hidrasi yang lebih rendah;
5. Jenis V : semen yang pada penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat yang tinggi. (Tjokrodimuljo, 1996)

2.2.2. Air

Air adalah bahan dasar pembuatan beton yang penting. Air diperlukan untuk reaksi dengan semen, serta untuk menjadi bahan pelumas antara butir-butir agregat agar dapat dikerjakan dan dipadatkan dengan mudah.

Penggunaan air pada campuran pembuatan beton tidak boleh terlalu banyak, karena dapat mengurangi kekuatan beton.

Menurut Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia (PUBI-1982), syarat pemakaian air yaitu:

- a. Air harus bersih. Air tidak mengandung lumpur lebih dari 2 gram/liter, minyak dan benda terapung lainnya;
- b. Tidak mengandung benda yang tersuspensi lebih dari 2 gram/liter;
- c. Air tidak mengandung garam yang dapat merusak beton lebih dari 15 gram/liter;
- d. Air tidak mengandung senyawa Sulfat lebih dari 1 gram/liter;
- e. Tidak mengandung Klorida lebih dari 0,5 gram/liter.

2.2.3. Agregat Halus

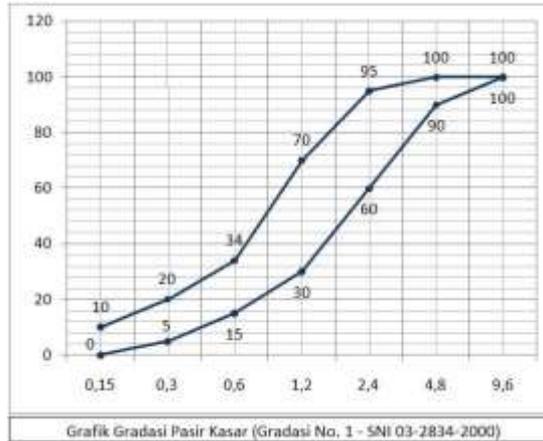
Agregat halus merupakan agregat yang mempunyai besar butir maksimum 4,75 mm. Syarat mutu agregat halus menurut SK SNI S-04-1989-F adalah sebagai berikut :

- a. Mempunyai butiran yang tajam, kuat dan keras;
- b. Sifatnya kekal atau tidak pecah karena pengaruh cuaca;
- c. Sifat kekal, jika diuji dengan larutan Natrium Sulfat, bagian yang hancur maksimum 12%. Jika diuji dengan larutan Magnesium Sulfat, bagian yang hancur maksimum 12%;
- d. Agregat halus tidak mengandung garam dan zat organik;
- e. Mempunyai variasi gradasi yang baik, sehingga rongganya tidak terlalu banyak. Mempunyai Modulus Kehalusan antara 1,5 – 3,8.

Tabel 2.1 - Gradasi Agregat Halus

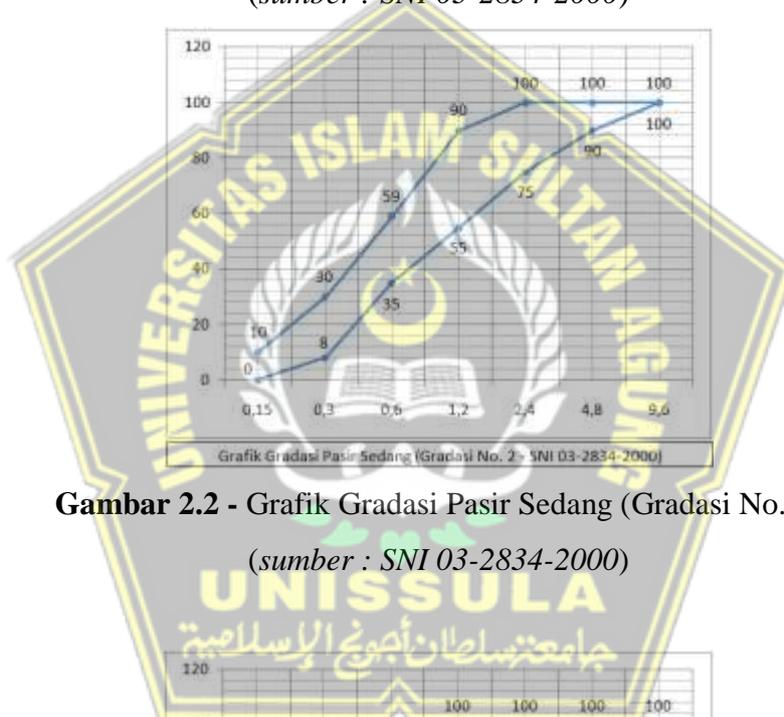
(sumber : SNI 03-2834-2000)

Ukuran Saringan		Pasir Kasar	Pasir Sedang	Pasir Agak Halus	Pasir Halus
mm	SNI	Gradasi No. 1	Gradasi No. 2	Gradasi No. 3	Gradasi No. 4
9,50	9,6	100 – 100	100 – 100	100 – 100	100 - 100
4,75	4,8	90 – 100	90 – 100	90 - 100	95 - 100
2,36	2,4	60 – 95	75 – 100	85 – 100	95 – 100
1,18	1,2	30 – 70	55 – 90	75 – 100	90 - 100
0,60	0,6	15 – 35	35 – 59	60 – 79	80 - 100
0,30	0,3	5 – 20	8 – 30	12 – 40	15 - 50
0,15	0,15	0 – 10	0 – 10	0 – 10	0 – 15



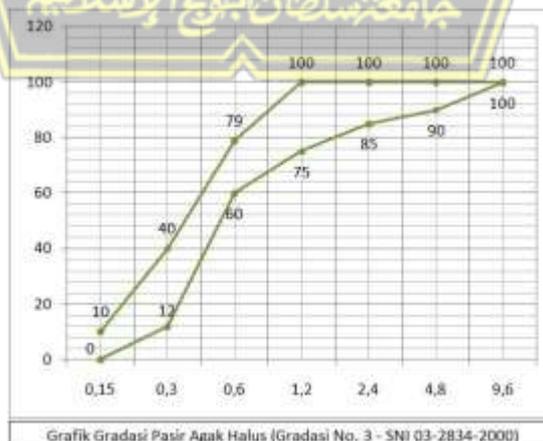
Gambar 2.1 - Grafik Gradasi Pasir Kasar (Gradasi No. 1)

(sumber : SNI 03-2834-2000)



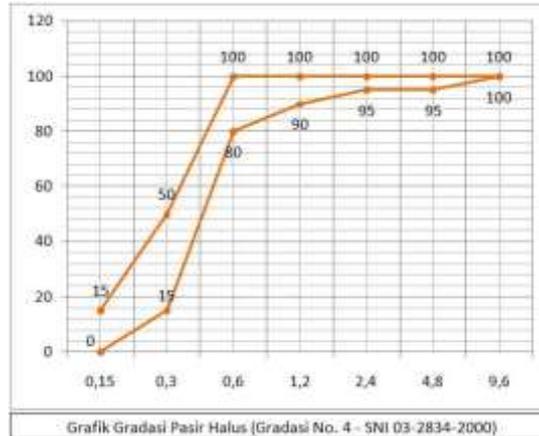
Gambar 2.2 - Grafik Gradasi Pasir Sedang (Gradasi No. 2)

(sumber : SNI 03-2834-2000)



Gambar 2.3 - Grafik Gradasi Pasir Agak Halus (Gradasi No. 3)

(sumber : SNI 03-2834-2000)



Gambar 2.4 - Grafik Gradasi Pasir Halus (Gradasi No. 4)
(sumber : SNI 03-2834-2000)

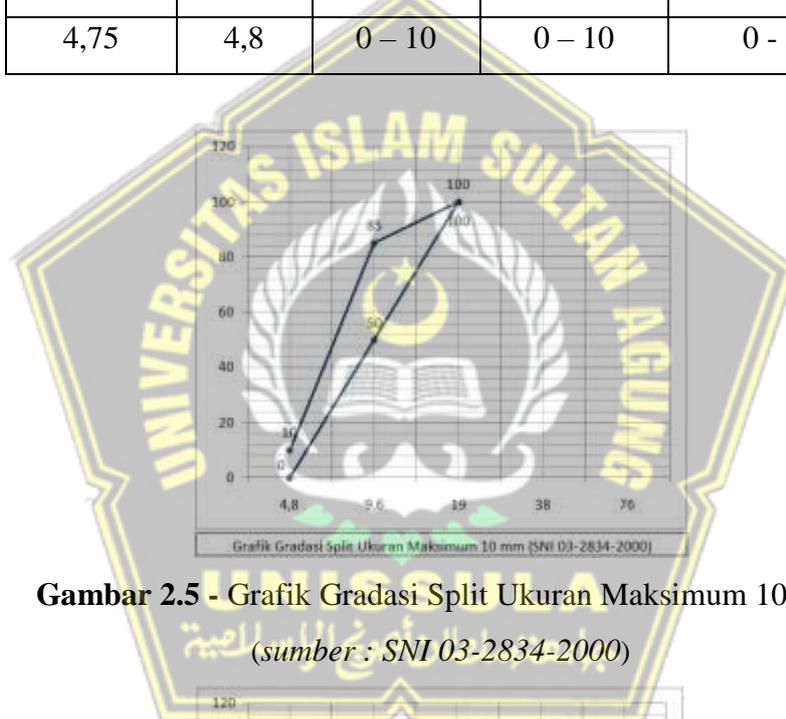
2.2.4. Agregat Kasar

Agregat kasar merupakan bahan yang utama pembentuk beton selain semen. Kadar agregat kasar dalam campuran beton berkisar antara 7 – 15 % dari volume beton. Berdasarkan SK SNI S-04-1989-F tentang Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A, agregat kasar memenuhi persyaratan dan ketentuan sebagai berikut :

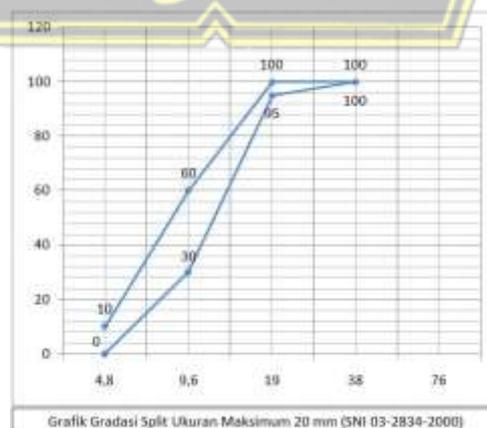
1. Butiran agregat kasar harus bertekstur keras dan tidak berpori dan mempunyai indeks kekerasan <5%;
2. Agregat kasar mempunyai sifat kuat, tidak mudah pecah atau hancur;
3. Agregat kasar tidak mengandung lumpur dan butiran halus yang lewat ayakan 0,006 lebih dari 1% dalam berat keringnya;
4. Agregat kasar tidak mengandung zat reaktif alkali;
5. Butiran agregat kasar yang bentuknya pipih dan panjang tidak boleh lebih dari 20% dari berat agregat seluruhnya;
6. Modulus Halus Butir agregat kasar berkisar 6 – 7,1;
7. Ukuran agregat kasar maksimal tidak melebihi $1/5$ jarak terkecil antara bidang samping cetakan, $3/4$ jarak bersih antar tulangan, dan $1/3$ tebal pelat beton.

Tabel 2.2 - Gradasi Agregat Kasar
(sumber : SNI 03-2834-2000)

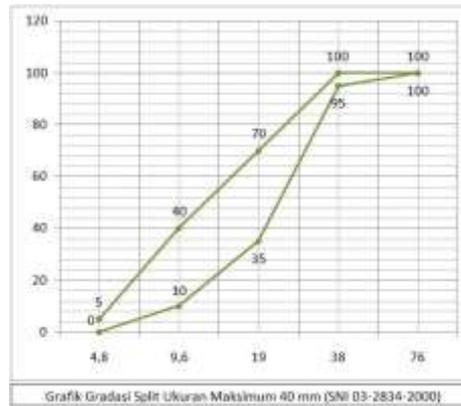
Ukuran Saringan		% Lolos Saringan/ Ayakan		
Ayakan		Ukuran Maks. 10 mm	Ukuran Maks. 20 mm	Ukuran Maks. 40mm
mm	SNI			
75,0	76			100 – 100
37,5	38		100 – 100	95 – 100
19,0	19	100 – 100	95 – 100	35 – 70
9,5	9,6	50 – 85	30 – 60	10 – 40
4,75	4,8	0 – 10	0 – 10	0 - 5



Gambar 2.5 - Grafik Gradasi Split Ukuran Maksimum 10 mm
(sumber : SNI 03-2834-2000)



Gambar 2.6 - Grafik Gradasi Split Ukuran Maksimum 20 mm
(sumber : SNI 03-2834-2000)



Gambar 2.7 - Grafik Gradasi Split Ukuran Maksimum 40 mm
(sumber : SNI 03-2834-2000)

2.2.5. Agregat Campuran

Agregat campuran atau agregat lengkap adalah suatu agregat yang terdiri dari campuran agregat halus dan agregat kasar.

Analisa saringan diadakan dengan melewatkan agregat yang dikeringkan melewati sederetan saringan-saringan uji mulai dengan suatu saringan yang cukup kasar untuk melewatkan seluruh bahan. Ukuran dari anyaman yang dipakai untuk analisa saringan dari agregat beton ditunjukkan dalam Tabel 2.3 (Murdock dan Brook, 1986).

Tabel 2.3 - Saringan Inggris dan Saringan Amerika yang Setara

Saringan Uji BS 410 Ukuran Nominal Lubang		Saringan ASTM E11 – 70 yang Ditunjukkan Sebagai Saringan Setara	
Metrik	Satuan Inggris yang Setara	Lebar Standar Lubang Saringan	Saringan ASTM No.
37,5 mm	1,5 in	38,1 mm	(1,5 in)
20,0 mm	¾ in	19,0 mm	(¾ in)
10,0 mm	3/8 in	9,5 mm	(3,8 in)
5,0 mm	3/16 in	4,76 mm	4
2,36 mm	No. 7	2,38 mm	8
1,18 mm	No. 14	1,19 mm	16
600 µm	No. 25	595 µm	30
300 µm	No. 52	297 µm	40
150 µm	No. 100	149 µm	100
75 µm	No. 200	74 µm	200

(sumber: Murdock dan Brook, 1986)

2.3. Sifat – Sifat Teknis Beton

2.3.1. Berat Jenis Beton

Berat jenis beton sangat dipengaruhi oleh jumlah semen, air, dan agregat yang digunakan dalam campuran pembuatan beton. Kandungan pori dalam beton dan jenis agregat kasar juga mempengaruhi berat jenis beton. Berat jenis beton dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\gamma = \frac{W}{V} \dots\dots\dots(2.1)$$

- dengan :
- γ = berat jenis beton (gr/cm³)
 - W = berat beton (gr)
 - V = volume silinder beton (cm³)

Menurut Tjokrodinuljo, tipe beton dapat dibedakan menjadi 4 yaitu beton insulasi, beton ringan struktur, beton normal dan beton sangat berat. Berat satuan agregat dan berat jenis beton dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 - Berat Jenis Beton untuk berbagai jenis agregat. (ASTM C 330)

Tipe Beton	Berat Satuan Agregat (lb/ft ³)	Berat Jenis Beton (lb/ft ³)
Beton insulasi	15-50	20-90
Beton ringan struktur	40-70	90-110
Beton normal	70-110	130-160
Beton sangat berat	>135	180-380

(Sumber : Tjokrodinuljo, 1996)

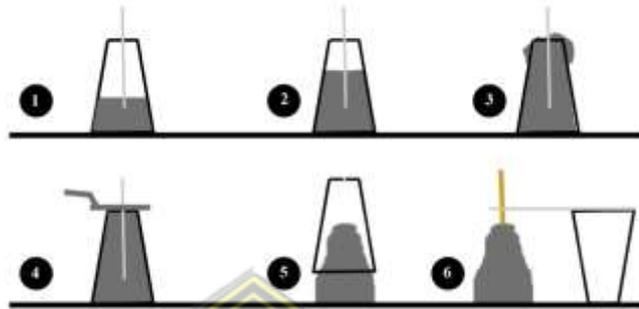
2.3.2. Uji *Slump*

Uji *Slump* merupakan suatu metode yang digunakan sebagai penentu konsistensi atau kekakuan dari campuran beton segar untuk menentukan tingkat *workability* nya. Kekakuan dalam suatu campuran beton menunjukkan berapa banyak air yang digunakan. Tujuan uji *slump* adalah menunjukkan apakah campuran beton kekurangan, kelebihan atau cukup air.

Slump dapat dilakukan di laboratorium maupun di lapangan. Nilai yang tertera dinyatakan dalam satuan internasional. Menurut SNI 03-1972-1990 Uji *Slump* dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut ;

1. Cetakan dan pelat dibasahi dengan kain basah;
2. Cetakan diletakkan di atas pelat;
3. Cetakan kemudian diisi sampai penuh dengan beton segar dalam 3 lapis. Tiap lapis berisi kira – kira 1/3 isi cetakan. Setiap lapis ditusuk dengan tongkat pemadat sebanyak 25 tusukan secara merata;
4. Setelah selesai penusukan, ratakan benda uji dengan tongkat;
5. Cetakan diangkat perlahan tegak lurus ke atas;

6. Membalikkan cetakan dan meletakkan perlahan-lahan di samping benda uji. *Slump* kemudian diukur dari perbedaan tinggi cetakan dengan tinggi benda uji.



Gambar 2.8 – Uji *Slump*

2.3.3. Kuat Tekan Beton

Untuk mengetahui kuat tekan beton dilakukan pengujian kuat tekan. Prosedur pengujian kuat tekan mengacu pada *Standart Test Method for Compressive of Cylindrical Concrete (ASTM C39)*.

Langkah-langkah pengujian kuat tekan beton yaitu :

1. Benda uji ditimbang dan beratnya dicatat terlebih dahulu;
2. Benda diletakkan pada mesin *pressure* dan posisinya diatur tepat di tengah-tengah pelat penekan;
3. Pembebanan dilakukan secara perlahan-lahan secara kontinyu dengan mesin hidrolis sampai benda uji mengalami kehancuran atau saat jarum penunjuk berhenti kemudian salah satunya bergerak turun;
4. Pencatatan beban maksimum yang ditunjukkan oleh jarum penunjuk.

2.4. Kayu

Kayu adalah hasil hutan dari kekayaan alam yang mudah diproses untuk dijadikan barang sesuai kemajuan teknologi. Kayu memiliki sifat yang khas yang tidak dimiliki bahan – bahan lain.

Kayu sudah lama dikenal masyarakat dan merupakan bahan konstruksi bangunan, yang berfungsi sebagai struktur maupun non struktur bangunan. Di Indonesia terdapat banyak sekali jenis kayu. Dari banyaknya jenis pohon, semuanya mempunyai sifat-sifat yang berbeda. Hal tersebut dipengaruhi oleh lokasi pohon tumbuh, kandungan nutrisi dalam tanah, cuaca atau iklim daerah dan lain sebagainya.

Menurut Puspantoro (1992), kayu sebagai bahan bangunan mempunyai beberapa sifat yang menguntungkan, yaitu :

1. Kayu merupakan bahan bangunan yang mudah didapat;
2. Kayu mudah untuk dipotong;
3. Dapat dikerjakan tanpa menggunakan alat-alat berat atau khusus;
4. Tahan zat kimia, seperti asam atau garam dapur;
5. Kayu lebih ringan dari beton;
6. Bisa dipakai berulang kali;
7. Kayu keras mempunyai kekuatan kuat tekan dan kuat tarik yang relatif tinggi.

Kayu yang awalnya dimanfaatkan untuk perabotan rumah tangga (meja dan kursi), bahan bangunan (pintu, jendela, rangka atap), bahan kertas dan banyak lagi, banyak menyisakan limbah yang masih bisa dimanfaatkan. Dari beberapa kelebihan kayu tadi, potongan kayu bisa digunakan sebagai alternatif bahan pengganti agregat kasar. Penggunaan potongan kayu sebagai pengganti agregat kasar harus diseleksi terlebih dahulu.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Persiapan

Dalam penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Tujuan penelitian ini untuk mendapatkan hasil kuat tekan beton yang optimal dan berat jenis dari 3 macam komposisi dengan menggunakan agregat yang diteliti dibandingkan dengan beton normal. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang. Beberapa hal yang harus disiapkan sebelum dilakukannya penelitian ini yaitu :

1. Persiapan alat tulis dan jadwal perencanaan untuk melakukan pencatatan selama kegiatan;
2. Mempersiapkan segala peralatan yang diperlukan yang sudah dibersihkan dari kotoran;
3. Mempersiapkan semua bahan yang akan digunakan dan mengukur sesuai kebutuhan;
4. Ruang cetakan yang akan diisi beton sudah dibersihkan;

3.2. Bahan

Komponen-komponen bahan pembuatan beton yang digunakan adalah :

1. Semen

Semen yang akan digunakan pada penelitian ini adalah Semen Gresik PPC (*Portland Pozzolan Cement*).



Gambar 3.1- Semen Gresik PPC

2. Agregat Halus

Penelitian ini menggunakan agregat halus yang berasal dari Muntilan.



Gambar 3.2 - Agregat Halus

3. Agregat Kasar

Penelitian ini menggunakan agregat kasar yaitu batu pecah dan potongan kayu Jati.



Gambar 3.3 - Agregat Kasar Batu Kerikil



Gambar 3.4 - Agregat Kasar Potongan Kayu

4. Air

Penelitian ini menggunakan air yang berasal dari Laboratorium Fakultas Teknik Unissula Semarang.



Gambar 3.5 – Air

3.3. Peralatan

Pada penelitian ini alat-alat yang digunakan antara lain :

1. Ayakan

Ayakan dengan lubang berturut-turut 4,80 mm, 1,20 mm, 0,6 mm, 0,3 mm, 0,015 mm yang dilengkapi dengan tutup *pan* dan alat penggetar, digunakan untuk mengetahui gradasi pasir pasir dan limbah potongan kayu.



Gambar 3.6 – Saringan

2. Timbangan

Timbangan digunakan untuk mengukur bahan susun adukan beton.



Gambar 3.7 - Timbangan

3. Gelas Ukur

Gelas ukur dengan kapasitas 500 ml digunakan untuk mencari kadar lumpur pada agregat halus.



Gambar 3.8 – Gelas Ukur

4. Oven

Oven digunakan untuk mengeringkan agregat sehingga sesuai dengan ketentuan.



Gambar 3.9 - Oven

5. Cetakan Beton Silinder

Cetakan beton silinder yang digunakan berukuran 150x300mm.



Gambar 3.10 – Cetakan Beton Silinder

6. Mesin Uji Tekan

Mesin uji tekan digunakan untuk mengetahui nilai kuat tekan beton yang diuji.

Uji tekan menggunakan mesin *Concrete Compressive Strength* tipe CO-320.



Gambar 3.11 – Mesin Uji Kuat Tekan

7. Alat Pendukung

Alat pendukung pada penelitian ini salah satunya yaitu ember dan besi penusuk adonan. Ember digunakan untuk menampung air yang diperlukan pada pembuatan beton dan besi penusuk adonan digunakan untuk membuat adonan menjadi padat.



Gambar 3.12 – Ember



Gambar 3.13 – Besi Penusuk Adonan

3.4. Pelaksanaan Pengujian

Sebelum melaksanakan pembuatan benda uji, material yang digunakan untuk komposisi benda uji harus diperiksa keabsahannya agar beton yang dihasilkan memiliki kualitas yang baik.

3.4.1. Pemeriksaan Bahan

1. Agregat Halus

Untuk agregat halus , pemeriksaannya ada beberapa jenis yaitu:

a. Kadar lumpur

Kadar lumpur dilakukan dengan cara :

1. Memasukkan pasir ke dalam gelas ukur yang telah diisi air, kemudian dikocok lalu didiamkan selama 24 jam.

Pengujian kadar lumpur agregat halus dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Kadar lumpur} = \frac{V_2}{V_1+V_2} \times 100\% \dots\dots\dots(3.1)$$

Dengan :

V1 : Volume pasir

V2 : Volume lumpur

b. Kadar air

Pengujian kadar air agregat halus dilakukan dengan cara pasir dioven dengan oven selama 24 jam.

Pengujian kadar air bisa dihitung dengan rumus :

$$\text{Kadar air} = \frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100\% \dots\dots\dots(3.2)$$

Dengan :

(W1) : Berat agregat sebelum dioven (gram)

(W2) : Berat agregat sebelum dioven (gram)

c. Analisa saringan

Menurut SNI 03-1968-1990 analisa saringan agregat adalah persentasi berat butiran agregat yang lolos dari satu set saringan kemudian angka – angka persentasi digambarkan pada grafik pembagian butir.

$$\text{Persentase Agregat Tertinggal} = \frac{c}{\Sigma c} \times 100\% \dots\dots\dots(3.3)$$

Dengan :

c : Berat agregat (gram)

Σc : Jumlah berat agregat setelah disaring (gram)

$$\text{Present Finer } f = 100\% - \text{Komulatif agregat tertinggal} \dots(3.4)$$

Dengan :

f : Present Finer

Modulus Halus Butir (MHB)

Modulus Halus Butir dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{MHB} = \frac{\text{Jumlah Berat Tertahan Komulatif}}{\text{Jumlah Berat Tertahan}} \dots\dots\dots(3.5)$$

Dengan :

MHB : Modulus Halus Butir (%)

2. Agregat Kasar

Menurut SNI 03-4142-1996, perhitungan kadar lumpur pada agregat kasar, menggunakan Persamaan 3.6, Persamaan 3.7, dan Persamaan 3.8.

a. Berat kering benda uji awal

$$W_3 = W_1 - W_2 \dots\dots\dots(3.6)$$

b. Berat kering benda uji sesudah pencucian

$$W_5 = W_4 - W_2 \dots\dots\dots(3.7)$$

c. Bahan lolos saringan nomor 200 (0,075 mm)

$$W_6 = ((W_3 - W_5) / (W_3)) \times 100\% \dots\dots\dots(3.8)$$

Keterangan :

W_1 : berat kering benda uji + wadah (g)

W_2 : berat wadah (g)

W_3 : berat kering benda uji awal (g)

W_4 : berat kering benda uji setelah pencucian + wadah (g)

W_5 : berat kering benda uji setelah pencucian (g)

W_6 : % bahan lolos saringan no. 200 (0,075 mm)

a. Kadar air

Metode pemeriksaan dan rumus perhitungan kadar air pada agregat kasar dan agregat halus menggunakan metode yang sama, dimana untuk memperoleh nilai kadar air agregat menggunakan Persamaan 3.2 .

b. Analisa saringan

Metode analisa saringan pada agregat kasar dan agregat halus menggunakan metode yang sama.

3. Potongan Kayu

Pemeriksaan potongan kayu sebagai pengganti agregat kasar pada beton sama dengan pengujian pada agregat halus dan kasar, yaitu pengujian kadar air, kadar lumpur, dan pengujian gradasi.

Pengujian gradasi pada potongan kayu ini menggunakan metode yang sama dengan pengujian gradasi pada agregat, yaitu menggunakan metode analisa saringan.

3.4.2. Pembuatan Beton

1. Penakaran

Penakaran menggunakan timbangan untuk mengetahui takaran dari komposisi campuran beton. Komposisi yang digunakan yaitu 1:2,5:3,5 , 1:2:3 , dan 1:3,5:5.

2. Pencampuran

Bahan-bahan yang telah diukur takaran komposisinya dimasukkan ke mesin pengaduk beton. Penambahan air dilakukan

secara bertahap dan mesin pengaduk dalam keadaan menyala atau berputar.

3. Uji *Slump*

Pada Uji *Slump* ini dilakukan setelah pengadukan cukup merata menggunakan Kerucut Abram dan tongkat pemadat. Pengukuran nilai *slump* dihitung saat terjadi penurunan permukaan adukan beton setelah Kerucut Abram ditarik ke atas. Besarnya penurunan adukan tersebut disebut dengan nilai *Slump*.

4. Pengecoran dan Pematatan

Pengecoran dilakukan 3 lapis di cetakan silinder berukuran 150x300 mm. Setiap lapis pengecoran beton silinder ditusuk sebanyak 25 kali secara merata dan setelah pengecoran selesai, cetakan yang telah berisi beton segar dibiarkan selama 24 jam.

3.4.3. Perawatan (*Curing*)

Perawatan beton dilakukan dengan perendaman beton setelah 1 hari pelepasan cetakan, kemudian dilanjutkan perendaman selama 28 hari.

Tujuan dilakukannya perawatan beton yaitu untuk mencegah terjadinya retakan pada beton atau menjaga kualitas beton saat kering.

3.4.4. Pemeriksaan dan Pengujian Beton

1. Pemeriksaan Berat Volume

Pemeriksaan berat volume menggunakan rumus :

$$\gamma = \frac{W}{V} \dots\dots\dots(3.9)$$

dengan :

γ : berat jenis beton (gr/cm³)

W : berat beton (gr)

V : volume silinder beton (cm³)

2. Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian beton dilakukan dengan *Concrete Pressure Machine* dengan umur beton 28 hari. Langkah - langkah pengujian beton dapat dilakukan sebagai berikut :

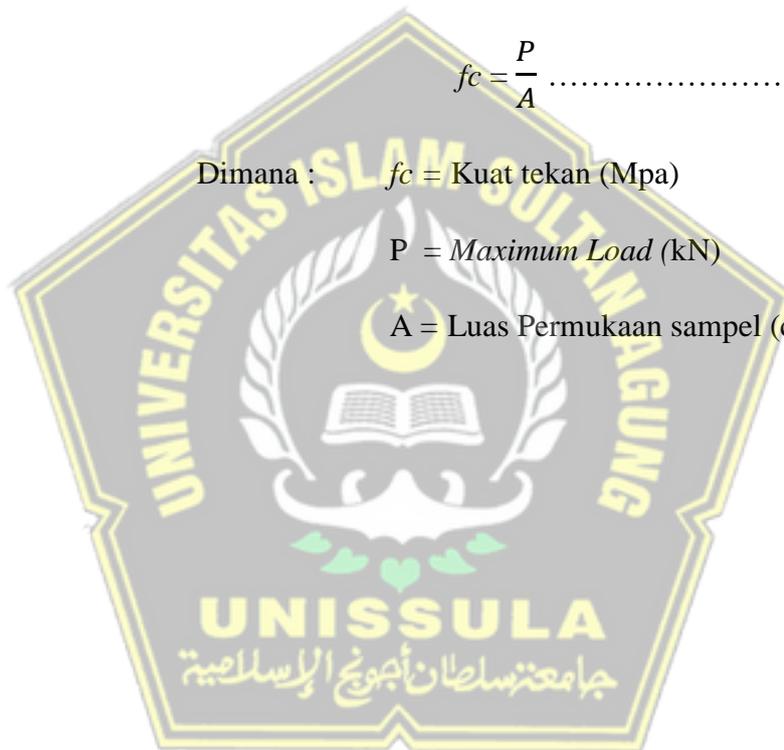
- a. Beton ditimbang dan dicatat beratnya.
- b. Beton diletakkan pada mesin kuat tekan beton.
- c. Mesin akan otomatis menampilkan hasil data di layar.
- d. Hasil dicatat dan dihitung dengan rumus menurut SNI 1974-2011 :

$$f_c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(3.10)$$

Dimana : f_c = Kuat tekan (Mpa)

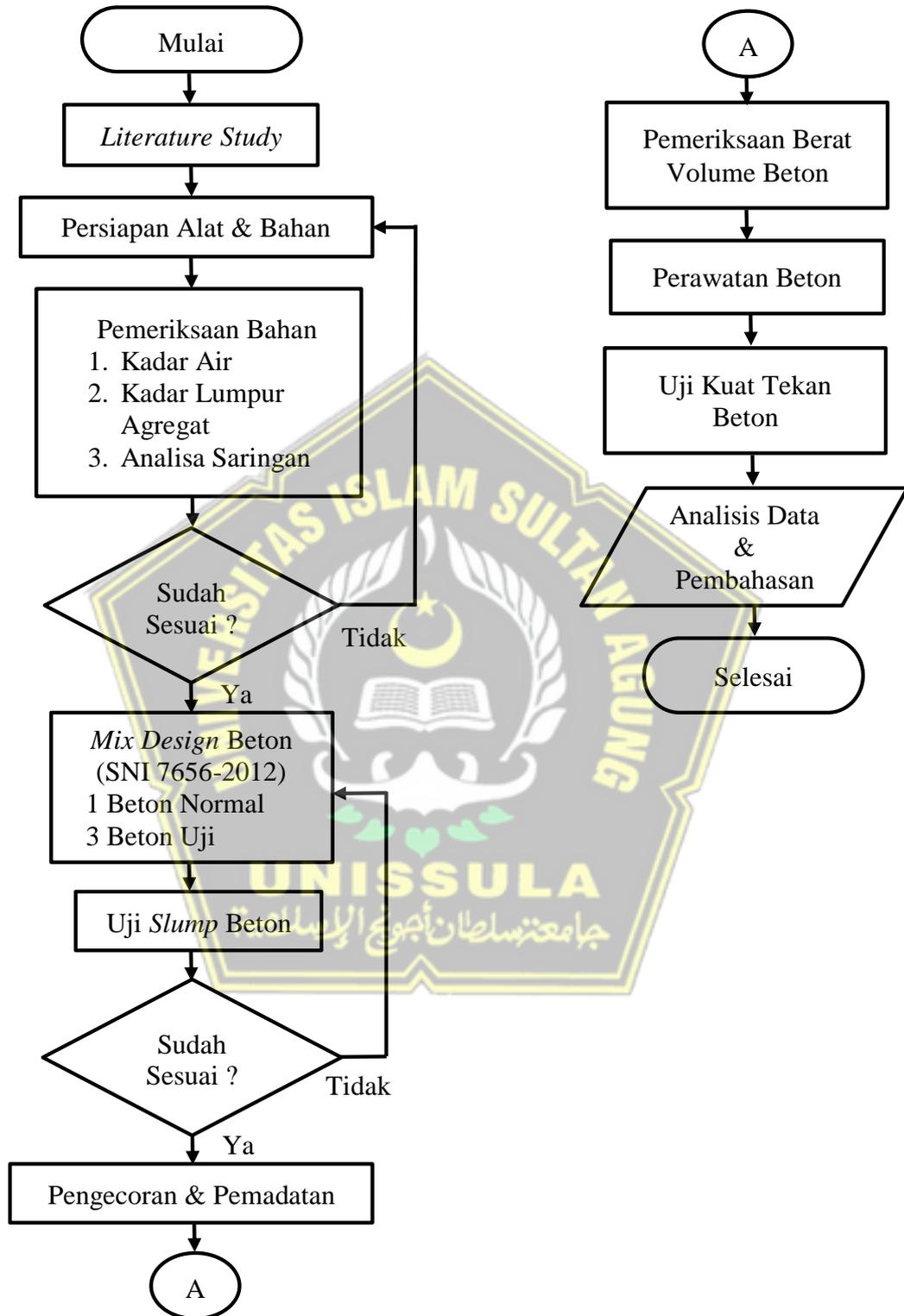
P = *Maximum Load* (kN)

A = Luas Permukaan sampel (cm²)



3.5. Bagan Alir

Bagan alir pada penelitian ini yaitu :



Gambar 3.15 - Bagan Alir Pelaksanaan

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pemeriksaan Agregat

Dari beberapa pemeriksaan yang dilakukan dalam tahap uji bahan, maka dapat diperoleh hasil pemeriksaan agregat halus dan agregat kasar. Pemeriksaan agregat terdiri dari analisa saringan, kadar air, dan kadar lumpur. Sementara untuk pemeriksaan potongan kayu terdiri dari analisa saringan, kadar air dan kadar lumpur. Data perhitungan dan pengujian dapat dilihat pada Lampiran Data Praktikum.

4.1.1 Agregat Halus

1. Kadar Air

Dari hasil penelitian didapat data – data sehingga diketahui kadar air agregat halus yang telah diperiksa. Pengujian dilakukan dengan 2 sampel dengan berat 300 gram.

a. Percobaan I

$$\text{Berat cawan} = 45 \text{ g}$$

$$\text{Berat cawan + agregat sebelum dioven} = 300 \text{ g}$$

$$\text{Berat cawan + agregat setelah dioven} = 290 \text{ g}$$

$$\text{Berat agregat sebelum dioven } (W_1)$$

$$W_1 = (\text{Berat cawan + agregat sebelum dioven}) - (\text{berat cawan})$$

$$W_1 = 300 \text{ g} - 45 \text{ g}$$

$$= 255 \text{ g}$$

$$\text{Berat agregat sebelum dioven } (W_2)$$

$$W_2 = 290 \text{ g} - 45 \text{ g}$$

$$= 245 \text{ g}$$

$$\text{Kadar Air I} = \frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100\%$$

$$= \frac{255-245}{245}$$

$$= 4\%$$

b. Percobaan II

Berat cawan = 45 g

Berat cawan + agregat sebelum dioven = 300 g

Berat cawan + agregat setelah dioven = 290 g

Berat agregat sebelum dioven (W_1)

$$W_1 = (\text{Berat cawan} + \text{agregat sebelum dioven}) - (\text{berat cawan})$$

$$W_1 = 300 \text{ g} - 45 \text{ g}$$

$$= 255 \text{ g}$$

Berat agregat sebelum dioven (W_2)

$$W_2 = 290 \text{ g} - 45 \text{ g}$$

$$= 245 \text{ g}$$

$$\text{Kadar Air II} = \frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100\%$$

$$= \frac{255-245}{245}$$

$$= 4\%$$

c. Kadar Air Rata – Rata

$$\text{Kadar air rata-rata} = \frac{\text{kadar air 1} + \text{kadar air 2}}{2} \times 100\%$$

$$= \frac{4+4}{2} \times 100\%$$

$$= 4\%$$

Hasil rata – rata kadar air dari 2 pemeriksaan tersebut menunjukkan nilai kadar air agregat halus yang digunakan sebagai bahan campuran beton pada penelitian ini sebesar 4%.

2. Kadar Lumpur

Pemeriksaan kadar lumpur agregat halus dilakukan dengan memasukkan pasir ke dalam gelas ukur yang berisikan air, kemudian dikocok dan didiamkan selama 24 jam. Pengujian tersebut menggunakan 2 sampel.

a. Percobaan I

$$V_1 = 270 \text{ ml} \qquad V_2 = 0 \text{ ml}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar Lumpur I} &= \frac{V_2}{V_1 + V_2} \times 100\% \\ &= \frac{0}{270+0} \times 100\% \\ &= 0\% \end{aligned}$$

b. Percobaan II

$$V_1 = 290 \text{ ml} \qquad V_2 = 0 \text{ ml}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar Lumpur II} &= \frac{V_2}{V_1 + V_2} \times 100\% \\ &= \frac{0}{290+0} \times 100\% \\ &= 0\% \end{aligned}$$

c. Kadar Lumpur Rata – Rata

$$\text{Kadar lumpur I} = 0\%$$

$$\text{Kadar lumpur II} = 0\%$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar lumpur rata – rata} &= \frac{\text{kadar lumpur I} + \text{kadar lumpur II}}{2} \\ &= \frac{0\% + 0\%}{2} \\ &= 0\% \end{aligned}$$

Hasil rata – rata dari 2 percobaan tersebut menunjukkan bahwa kadar lumpur agregat halus yang digunakan sebagai bahan campuran beton sebesar 0%. Hasil ini sesuai dengan kandungan

maksimal kadar lumpur agregat halus yaitu 5% sehingga tidak perlu dicuci. (Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik, 1979)

3. Analisis Saringan

Pemeriksaan Analisis Saringan agregat halus ini menggunakan ayakan saringan sesuai dengan SNI yang telah disiapkan oleh Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi Fakultas Teknik Unissula.

Tabel 4.1. Hasil Analisis Saringan Agregat Halus

No	Ukuran Saringan (mm)	Berat Cawan (gram)	Berat Cawan + Agregat (gram)	Berat Agregat (gram)
1.	9,5	45	45	0
2.	4,75	45	60	15
3.	2,36	45	140	95
4.	2	45	115	70
5.	0,6	45	505	460
6.	0,15	45	325	280
7.	0,0075	45	80	35
8.	Pan (0,0)	45	45	0
Jumlah				955

(Sumber : Hasil Analisis)

Perhitungan Analisis Saringan pada Agregat Halus (Pasir)

- **Presentase Agregat Tertinggal**

$$\text{Presentase Agregat Tertinggal} = \frac{c}{\sum c} \times 100\%$$

$$1) \text{ Tertahan komulatif } \varnothing 9,5 = \frac{0}{955} \times 100\%$$

- = 0 %
- 2) Tertahan komulatif Ø 4,75 = $\frac{15}{955} \times 100\%$
= 1,57 %
- 3) Tertahan komulatif Ø 2,36 = $\frac{95}{955} \times 100\%$
= 9,95 %
- 4) Tertahan komulatif Ø 2 = $\frac{70}{955} \times 100\%$
= 7,33 %
- 5) Tertahan komulatif Ø 0,6 = $\frac{460}{955} \times 100\%$
= 48,17 %
- 6) Tertahan komulatif Ø 0,15 = $\frac{280}{955} \times 100\%$
= 29,32 %
- 7) Tertahan komulatif Ø 0,075 = $\frac{35}{955} \times 100\%$
= 3,66 %
- 8) Tertahan komulatif Ø (PAN) = $\frac{0}{955} \times 100\%$
= 0 %

• **Kumulatif Agregat Tertinggal**

- 1) Lolos Saringan Ø 9,5 = (0 + 0) % = 0 %
- 2) Lolos Saringan Ø 4,75 = (0 + 1,57) % = 1,5 %
- 3) Lolos Saringan Ø 2,36 = (1,5 + 9,95) % = 11,52%
- 4) Lolos Saringan Ø 2 = (11,52 + 7,33) % = 18,85 %
- 5) Lolos Saringan Ø 0,6 = (18,85+48,17) % = 67,02 %
- 6) Lolos Saringan Ø 0,15 = (67,02+29,32) % = 96,34 %
- 7) Lolos Saringan Ø 0,075 = (96,34+3,66) % = 100 %
- 8) Lolos Saringan PAN = (100 + 0) % = 100 %

- **Present Finer (f) = 100% - Komulatif agregat tertinggal**

Present Finer (f) = 100% - Komulatif agregat tertinggal

- 1) Saringan Ø 9,5 = 100% - 0% = 100%
- 2) Saringan Ø 4,75 = 100% - 1,57% = 98,43%
- 3) Saringan Ø 2,36 = 100% - 11,52% = 88,48%
- 4) Saringan Ø 2 = 100% - 18,85% = 81,15%
- 5) Saringan Ø 0,6 = 100% - 67,02% = 32,98%
- 6) Saringan Ø 0,15 = 100% - 96,34% = 3,66%
- 7) Saringan Ø 0,075 = 100% - 100% = 0%

Tabel 4.2. Hasil Perhitungan Analisis Saringan Agregat Halus

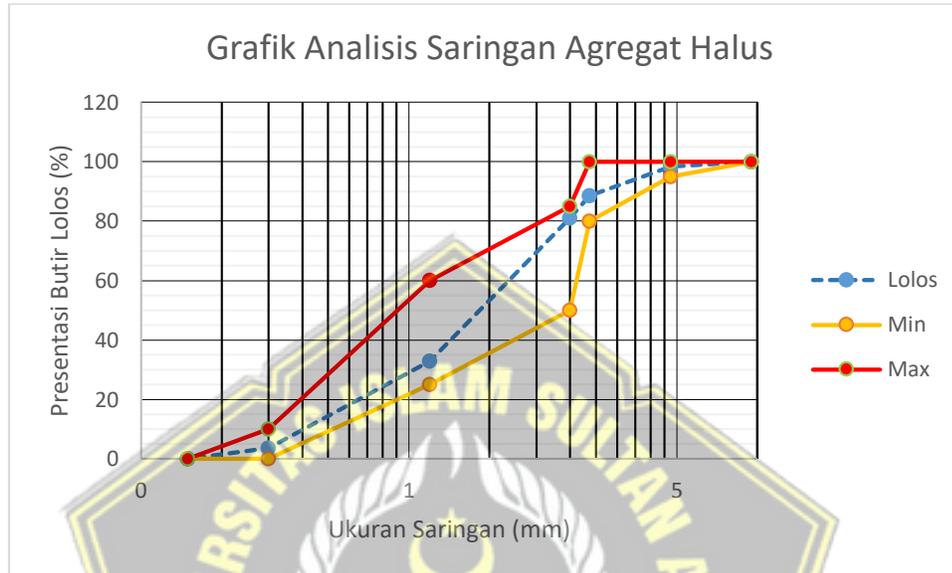
No	Ukuran Saringan (mm)	Berat Agregat (c) (gram)	Prosentase Agregat tertinggal (e)(%)	Komulatif Agregat Tertinggal (e)(%)	Present Finer (f) (%)	Spesifikasi (ASTM C33) (%)	
						Min (%)	Max (%)
1.	9,5	0	0	0	100	100	100
2.	4,75	15	1,57	1,57	98,43	95	100
3.	2,36	95	9,95	11,52	88,48	80	100
4.	2	70	7,33	18,85	81,15	50	85
5.	0,6	460	48,17	67,02	32,98	25	60
6.	0,15	280	29,32	96,34	3,66	2	10
7.	0,075	35	3,66	100	0	0	0
8.	PAN (0,0)	0	0	100	0	-	-
Jumlah		955	99,98	295,3	404,7	-	-

(Sumber : Hasil Analisis)

- Modulus Halus butir (MHB)

$$FM = \frac{\sum \% \text{ Kumulatif bertahan}}{100}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{0+1,57+11,52+18,85+67,02+96,34+100+100}{100} \\
&= \frac{295,29}{100} \\
&= 2,953
\end{aligned}$$



Gambar 4.1. Grafik Analisis Saringan Agregat Halus
(Sumber : Hasil Perhitungan)

Hasil analisa saringan agregat halus tersebut menunjukkan gradasi agregat halus yang digunakan sudah memenuhi syarat batas yang ditentukan oleh ASTM C-33-2016. Nilai Modulus Halus Butir (MHB) agregat halus tersebut memiliki nilai 2,95. Umumnya nilai MHB agregat halus sekitar 1,50 – 3,80, ini menunjukkan MHB agregat halus yang digunakan pada penelitian ini tergolong standar (Mulyono, 2005).

4.1.2 Agregat Kasar

1. Kadar Air

Dari hasil penelitian didapat data – data sehingga diketahui kadar air agregat halus yang telah diperiksa. Pengujian dilakukan dengan 2 sampel dengan berat 260 gram.

a. Percobaan I

Berat cawan = 25 g

Berat cawan + agregat sebelum dioven = 285 g

Berat cawan + agregat setelah dioven = 285 g

Berat agregat sebelum dioven (W_1)

$$W_1 = (\text{Berat cawan} + \text{agregat sebelum dioven}) - (\text{berat cawan})$$

$$\begin{aligned} W_1 &= 285 \text{ g} - 25 \text{ g} \\ &= 260 \text{ g} \end{aligned}$$

Berat agregat sebelum dioven (W_2)

$$\begin{aligned} W_2 &= 285 \text{ g} - 25 \text{ g} \\ &= 260 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar Air I} &= \frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100\% \\ &= \frac{260 - 260}{260} \\ &= 0\% \end{aligned}$$

b. Percobaan II

Berat cawan = 25 g

Berat cawan + agregat sebelum dioven = 285 g

Berat cawan + agregat setelah dioven = 285 g

Berat cawan sebelum dioven (W_1)

$$W_1 = (\text{Berat cawan} + \text{agregat sebelum dioven}) - (\text{berat cawan})$$

$$\begin{aligned} W_1 &= 285 \text{ g} - 25 \text{ g} \\ &= 260 \text{ g} \end{aligned}$$

Berat cawan setelah dioven (W_2)

$$W_2 = (\text{Berat cawan} + \text{agregat sebelum dioven}) - (\text{berat cawan})$$

$$\begin{aligned} W_2 &= 285 \text{ g} - 25 \text{ g} \\ &= 260 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\text{Kadar Air II} = \frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100\%$$

$$= \frac{260-260}{260}$$

$$= 0\%$$

c. Kadar Air Rata – Rata

$$\text{Kadar air rata-rata} = \frac{\text{Kadar air 1} + \text{Kadar air 2}}{2} \times 100\%$$

$$= \frac{0+0}{2} \times 100\%$$

$$= 0\%$$

Hasil rata – rata dari 2 pemeriksaan kadar air agregat kasar tersebut menunjukkan nilai kadar air agregat kasar yang digunakan sebagai bahan campuran beton tersebut sebesar 0%.

2. Kadar Lumpur

Pemeriksaan kadar lumpur agregat kasar dilakukan dengan mencuci batu pecah dengan menggunakan air, kemudian dimasukkan ke dalam oven selama 24 jam.

a. Percobaan I

$$\text{Berat cawan } (W_2) = 45 \text{ g}$$

$$\text{Berat cawan + agregat sebelum dioven } (W_1) = 260 \text{ g}$$

$$\text{Berat cawan + agregat setelah dioven } (W_2) = 255 \text{ g}$$

$$W_3 = W_1 - W_2$$

$$= 260 \text{ g} - 45 \text{ g}$$

$$= 215 \text{ g}$$

$$W_5 = W_4 - W_2$$

$$= 255 \text{ g} - 45 \text{ g}$$

$$= 210 \text{ g}$$

$$W_6 = \frac{(W_3 - W_5)}{W_3} \times 100\%$$

$$= \frac{(215 - 210)}{215} \times 100\%$$

$$= 2\%$$

b. Percobaan II

$$\text{Berat cawan } (W_2) = 45 \text{ g}$$

$$\text{Berat cawan + agregat sebelum dioven } (W_1) = 275 \text{ g}$$

$$\text{Berat cawan + agregat setelah dioven } (W_4) = 270 \text{ g}$$

$$\begin{aligned} W_3 &= W_1 - W_2 \\ &= 275 - 45 \\ &= 230 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_5 &= W_4 - W_2 \\ &= 270 - 45 \\ &= 225 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_6 &= \frac{(W_3 - W_5)}{W_3} \times 100\% \\ &= \frac{(230 - 225)}{230} \times 100\% \\ &= 2\% \end{aligned}$$

c. Kadar Lumpur Rata – Rata

$$\begin{aligned} \text{Kadar lumpur rata-rata} &= \frac{\text{Kadar lumpur 1} + \text{Kadar lumpur 2}}{2} \times 100\% \\ &= \frac{2 + 2}{2} \times 100\% \\ &= 2\% \end{aligned}$$

Hasil rata – rata dari 2 pemeriksaan tersebut menunjukkan kadar lumpur agregat kasar tersebut belum memenuhi persyaratan kandungan maksimal kadar lumpur agregat kasar yaitu sebesar 1%, maka dari itu agregat kasar tersebut harus dicuci terlebih dahulu.

3. Analisis Saringan

Hasil pemeriksaan Analisis Saringan agregat kasar ini menggunakan ayakan saringan sesuai dengan SNI 03-1968-1990 yang telah disiapkan di Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi Fakultas Teknik Unissula seperti ditunjukkan dalam Tabel 4.3.

Tabel 4.3 - Analisis Saringan Agregat Kasar

No	Ukuran Saringan (mm)	Berat Cawan (gram)	Berat Cawan + Agregat (gram)	Berat Agregat (gram)
1.	25	45	85	10
2.	19	45	405	330
3.	12,5	45	480	405
Jumlah				745

(Sumber : Hasil Analisis)

Perhitungan Analisa Saringan pada Agregat Kasar.

- **Persentase Agregat Tertinggal**

$$\text{Persentase Agregat Tertinggal} = \frac{c}{\Sigma c} \times 100\%$$

1) Tertahan komulatif Ø 25 $= \frac{10}{745} \times 100\%$
 $= 1,34 \%$

2) Tertahan komulatif Ø 19 $= \frac{330}{745} \times 100\%$
 $= 44,30 \%$

3) Tertahan komulatif Ø 12,5 $= \frac{405}{745} \times 100\%$
 $= 54,36 \%$

- **Kumulatif Agregat Tertinggal**

1) Lolos Saringan Ø 25 $= (0 + 1,34) \%$ $= 1,34 \%$

2) Lolos Saringan Ø 19 $= (1,33 + 44,30) \%$ $= 45,64 \%$

$$3) \text{ Lolos Saringan } \phi 12,5 = (45,64 + 54,36) \% = 100\%$$

- **Present Finer (f)**

$$\text{Present Finer (f)} = 100\% - \text{Komulatif Agregat Tertinggal}$$

$$1) \text{ Saringan } \phi 25 = 100\% - 1,34\% = 98,66\%$$

$$2) \text{ Saringan } \phi 19 = 100\% - 45,30\% = 54,70\%$$

$$3) \text{ Saringan } \phi 12,5 = 100\% - 100\% = 0\%$$

Tabel 4.4 - Hasil Perhitungan Analisa Saringan Pada Agregat Kasar

No	Ukuran Saringan (mm)	Berat Agregat (c) (gram)	Prosentase Agregat tertinggal (e)(%)	Komulatif Agregat Tertinggal (e)(%)	Present Finer (f) (%)	Spesifikasi (ASTM C33)	
						Min (%)	Max (%)
1.	25	10	1,34	1,03	98,97	100	100
2.	19	330	44,30	34,87	65,13	20	55
3.	12,5	405	54,36	76,41	23,59	0	10
Jumlah		754	100	146,64	153,36	-	-

(Sumber : Hasil Analisis)

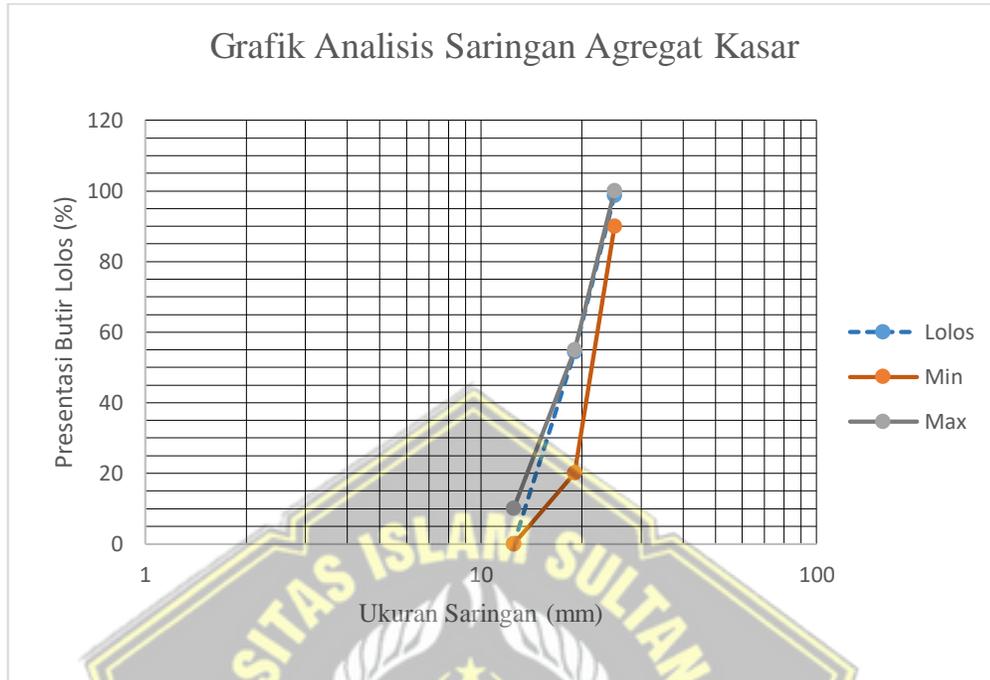
- **Modulus Halus Butir (MHB)**

$$FM = \frac{\sum \% \text{ Kumulatif bertahan}}{100}$$

$$= \frac{146,64}{100}$$

$$= 1,47$$

Hasil analisis saringan agregat kasar dapat dilihat pada Gambar 4.2



Gambar 4.2. Grafik Analisis Saringan Agregat Kasar
(Sumber : Hasil Perhitungan)

Hasil analisa saringan agregat kasar tersebut menunjukkan bahwa gradasi agregat kasar yang digunakan dalam campuran beton sudah memenuhi syarat agregat kasar yang ditentukan oleh ASTM C-33-2016, dan nilai Modulus Halus Butir (MHB) tersebut memiliki nilai 1,47. Umumnya nilai MHB agregat kasar sebesar 5-8%, ini menunjukkan MHB agregat kasar tersebut tidak tergolong standar (Mulyono, 2005).

4.1.3 Potongan Kayu

1. Kadar Air

Dari hasil penelitian didapat data – data sehingga diketahui kadar air potongan kayu yang telah diperiksa. Pengujian dilakukan dengan 2 sampel dengan berat 195 gram dan 160 gram.

a. Percobaan I

Berat cawan = 25 g

$$\text{Berat cawan + agregat sebelum dioven} = 220 \text{ g}$$

$$\text{Berat cawan + agregat setelah dioven} = 180 \text{ g}$$

Berat agregat sebelum dioven (W_1)

$$W_1 = (\text{Berat cawan + agregat sebelum dioven}) - (\text{berat cawan})$$

$$\begin{aligned} W_1 &= 220 \text{ g} - 25 \text{ g} \\ &= 195 \text{ g} \end{aligned}$$

Berat agregat sebelum dioven (W_2)

$$W_2 = (\text{Berat cawan + agregat sebelum dioven}) - (\text{berat cawan})$$

$$\begin{aligned} W_2 &= 180 \text{ g} - 25 \text{ g} \\ &= 155 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar Air I} &= \frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100 \\ &= \frac{195 - 155}{155} \\ &= 26 \% \end{aligned}$$

b. Percobaan II

$$\text{Berat cawan} = 35 \text{ g}$$

$$\text{Berat cawan + agregat sebelum dioven} = 195 \text{ g}$$

$$\text{Berat cawan + agregat setelah dioven} = 160 \text{ g}$$

Berat agregat sebelum dioven (W_1)

$$W_1 = (\text{Berat cawan + agregat sebelum dioven}) - (\text{berat cawan})$$

$$\begin{aligned} W_1 &= 195 \text{ g} - 35 \text{ g} \\ &= 160 \text{ g} \end{aligned}$$

Berat agregat sebelum dioven (W_2)

$$W_2 = (\text{Berat cawan + agregat sebelum dioven}) - (\text{berat cawan})$$

$$W_2 = 160 \text{ g} - 35 \text{ g}$$

$$= 125 \text{ g}$$

$$\text{Kadar Air II} = \frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100$$

$$= \frac{160 - 125}{125}$$

$$= 28 \%$$

c. Kadar Air Rata – Rata

$$\text{Kadar air rata-rata} = \frac{\text{Kadar air 1} + \text{Kadar air 2}}{2} \times 100\%$$

$$= \frac{22 + 28}{2} \times 100\%$$

$$= 25\%$$

Hasil rata – rata kadar air dari 2 percobaan tersebut menunjukkan nilai kadar air agregat halus yang digunakan sebagai bahan campuran beton pada penelitian ini sebesar 25% .

2. Kadar Lumpur

Pemeriksaan kadar lumpur agregat kasar dilakukan dengan cara cucian menggunakan air, kemudian dimasukkan ke dalam oven selama 24 jam.

a. Percobaan I

$$\text{Berat cawan } (W_2) = 45 \text{ g}$$

$$\text{Berat cawan + agregat sebelum dicuci } (W_1) = 180 \text{ g}$$

$$\text{Berat cawan + agregat sesudah dicuci } (W_4) = 180 \text{ g}$$

$$W_3 = W_1 - W_2$$

$$= 180 \text{ g} - 45 \text{ g}$$

$$= 135 \text{ g}$$

$$W_5 = W_4 - W_2$$

$$= 180 \text{ g} - 45 \text{ g}$$

$$= 135 \text{ g}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kadar Lumpur I} &= \frac{W_3 - W_5}{W_3} \times 100 \\
 &= \frac{135 - 135}{135} \times 100 \\
 &= 0 \%
 \end{aligned}$$

b. Percobaan II

$$\text{Berat cawan } (W_2) = 45 \text{ g}$$

$$\text{Berat cawan + agregat sebelum dicuci } (W_1) = 160 \text{ g}$$

$$\text{Berat cawan + agregat sesudah dicuci } (W_4) = 160 \text{ g}$$

$$\begin{aligned}
 W_3 &= W_1 - W_2 \\
 &= 160 \text{ g} - 45 \text{ g} \\
 &= 115 \text{ g}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 W_5 &= W_4 - W_2 \\
 &= 160 \text{ g} - 45 \text{ g} \\
 &= 115 \text{ g}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kadar Lumpur II} &= \frac{W_3 - W_5}{W_3} \times 100 \\
 &= \frac{115 - 115}{115} \times 100 \\
 &= 0 \%
 \end{aligned}$$

c. Kadar Lumpur Rata – Rata

$$\begin{aligned}
 \text{Kadar lumpur rata – rata} &= \frac{\text{kadar lumpur I} + \text{kadar lumpur II}}{2} \\
 &= \frac{0\% + 0\%}{2} \\
 &= 0\%
 \end{aligned}$$

Hasil rata – rata kadar lumpur dari 2 percobaan tersebut menunjukkan nilai kadar air agregat halus yang digunakan sebagai beban campuran beton pada penelitian ini sebesar 0%

3. Analisis Saringan

Metode Analisis Saringan potongan kayu ini sama dengan Metode Analisis Saringan agregat kasar karena pada penelitian ini ,mengganti agregat kasar dengan pecahan kayu. Hasil analisis saringan pecahan kayu dapat dilihat pada Tabel 4.5 .

Tabel 4.5 – Analisis Saringan Potongan Kayu

No	Ukuran Saringan (mm)	Berat Cawan (gram)	Berat Cawan + Agregat (gram)	Berat Agregat (gram)
1.	25	45	63	108
2.	19	45	335	290
3.	12,5	45	366	321
Jumlah				719

(Sumber : Hasil Analisis)

Perhitungan Analisis Saringan pada Potongan Kayu

- **Presentase Agregat Tertinggal**

$$\text{Presentase Agregat Tertinggal} = \frac{c}{\Sigma c} \times 100\%$$

$$1. \text{ Tertahan komulatif } \varnothing 25 = \frac{108}{719} \times 100\% = 15,02 \%$$

$$2. \text{ Tertahan komulatif } \varnothing 19 = \frac{290}{719} \times 100\% = 40,33 \%$$

$$3. \text{ Tertahan komulatif } \varnothing 12,5 = \frac{321}{719} \times 100\% = 44,65 \%$$

- **Komulatif Agregat Tertinggal**

$$\text{Lolos Saringan 25} = (0 + 15,02) \% = 15,02 \%$$

Lolos Saringan 19 = (15,02 + 40,33) % = 55,35 %

Lolos Saringan 12,5= (40,33 + 44,65) % = 100%

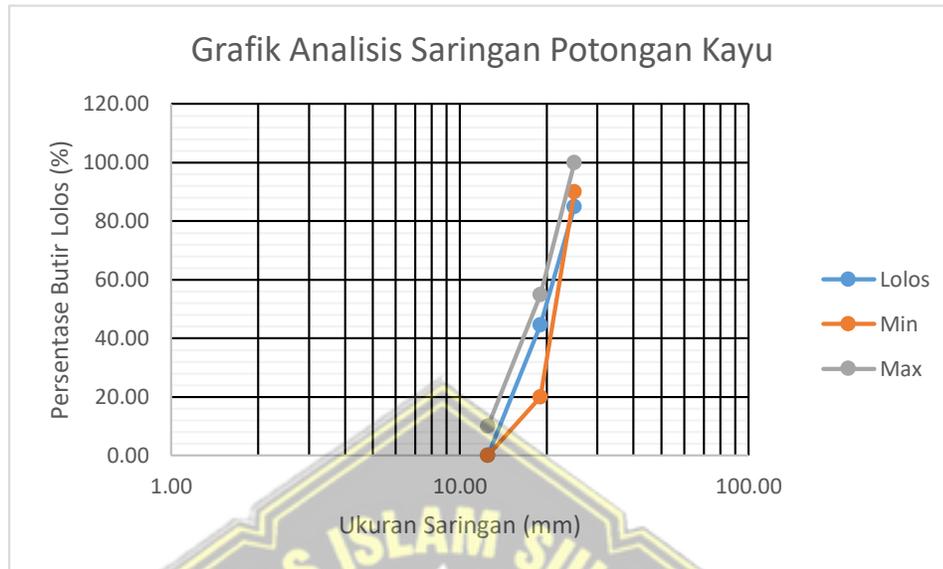
Tabel 4.6 – Hasil Perhitungan Analisis Saringan pada Potongan Kayu

No.	Ukuran Saringan (mm)	Berat Agregat (g)	Persentase Agregat Tertinggal (%)	Komulatif Agregat Tertinggal (%)	Present <i>Finer</i> (f) (%)	Spesifikasi (ASTM C33) (%)	
						Min	Max
1.	25	108	15,02	15,02	84,98	90	100
2.	19	290	40,33	55,35	44,65	20	55
3.	12,5	321	44,65	100	0	0	10
Jumlah		719	100	170,38	129,62	-	-

(Sumber : Hasil Analisis)

- **Modulus Halus Butir (MHB)**

$$\begin{aligned}
 FM &= \frac{\sum \% \text{ Kumulatif bertahan}}{100} \\
 &= \frac{170,38}{100} \\
 &= 1,71
 \end{aligned}$$



Gambar 4.3. Grafik Analisis Saringan Potongan Kayu
(Sumber : Hasil Perhitungan)

Hasil Analisis Saringan potongan kayu tersebut menunjukkan bahwa gradasi potongan kayu yang digunakan terdapat satu bagian yang melewati batas yang ditetapkan ASTM C-33-2016, akan tetapi jika dirata – rata dari keseluruhan gradasi, maka gradasi dari potongan kayu tersebut memenuhi syarat.

MHB potongan kayu tersebut memiliki nilai 1,71. Umumnya nilai MHB agregat kasar sebesar 5-8%, ini menunjukkan MHB agregat kasar tersebut tidak tergolong standar (Mulyono, 2005).

4.2. Pemeriksaan Berat Volume

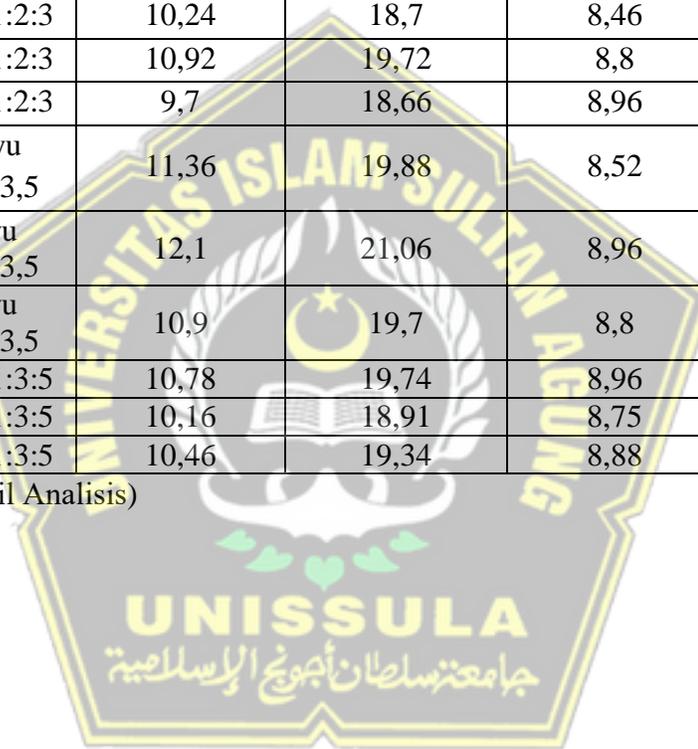
Pemeriksaan berat volume beton dilakukan 2 kali yaitu saat beton masih keadaan segar dan beton setelah mengeras. Beton dalam keadaan segar yang dimaksud adalah saat beton baru dituang ke dalam cetakan silinder dan setelah mengeras yaitu ketika

beton berumur 28 hari. Hasil pemeriksaan berat volume dapat dilihat pada Tabel 4.7 dan Tabel 4.8.

Tabel 4.7. Hasil Pemeriksaan Berat Volume Beton Segar

No.	Nama	Berat Cetakan (Mm) (kg)	Berat Cetakan + Benda Uji (Mc) (kg)	Berat Benda Uji (Mc – Mm) (kg)	Rata – Rata (Kg)
1.	Beton K-175	10,32	23,64	13,32	13,32
2.	Kayu 1:2:3	10,24	18,7	8,46	8,74
3.	Kayu 1:2:3	10,92	19,72	8,8	
4.	Kayu 1:2:3	9,7	18,66	8,96	
5.	Kayu 1:2,5:3,5	11,36	19,88	8,52	8,76
6.	Kayu 1:2,5:3,5	12,1	21,06	8,96	
7.	Kayu 1:2,5:3,5	10,9	19,7	8,8	
8.	Kayu 1:3:5	10,78	19,74	8,96	8,86
9.	Kayu 1:3:5	10,16	18,91	8,75	
10.	Kayu 1:3:5	10,46	19,34	8,88	

(Sumber : Hasil Analisis)



Tabel 4.8 - Hasil Pemeriksaan Berat Volume Beton

No.	Nama	Berat Cetakan (Mm) (kg)	Berat Cetakan + Benda Uji (Mc) (kg)	Berat Benda Uji (Mc – Mm) (kg)	Rata – Rata Berat Benda Uji (Kg)
1.	Beton K-175	10,32	22,79	12,47	12,47
2.	Kayu 1:2:3	10,24	18,64	8,4	8,52
3.	Kayu 1:2:3	10,92	19,65	8,73	
4.	Kayu 1:2:3	9,7	18,12	8,42	
5.	Kayu 1:2,5:3,5	11,36	20,18	8,82	8,79
6.	Kayu 1:2,5:3,5	12,1	20,8	8,7	
7.	Kayu 1:2,5:3,5	10,9	19,74	8,84	
8.	Kayu 1:3:5	10,78	19,66	8,88	26,47
9.	Kayu 1:3:5	10,16	18,89	8,73	
10.	Kayu 1:3:5	10,46	19,32	8,86	

(Sumber : Hasil Analisis)

$$\begin{aligned}
 \text{Volume Wadah Ukur (Vm)} &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot t \\
 &= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 150^2 \cdot 300 \\
 &= 5.298.750 \text{ mm}^3 \\
 &= 0,0053 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

a. Berat Volume Beton Segar

Berat Volume Beton Segar (D) dapat dihitung dengan perhitungan sebagai berikut :

$$D = \frac{M_c - M_m}{V_m}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kayu 1:2:3} &= \frac{M_c - M_m}{0,0053} \\
 &= \frac{8,96}{0,0053} = 1690,57 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

Untuk hasil perhitungan benda uji yang lain dicantumkan pada Tabel 4.9 .

Tabel 4.9 - Berat Volume Beton Segar

No.	Nama	Berat Benda Uji (kg)	Volume (m ³)	Berat Volume (kg/m ³)	Rata – Rata Berat Volume (kg/m ³)
1.	Beton K-175	13.32	0,0053	2513,21	2513,21
2.	Kayu 1:2:3	8.46	0,0053	1596,23	1649,06
3.	Kayu 1:2:3	8.8	0,0053	1660,38	
4.	Kayu 1:2:3	8.96	0,0053	1690,57	
5.	Kayu 1:2,5:3,5	8.52	0,0053	1607,55	1652,83
6.	Kayu 1:2,5:3,5	8.96	0,0053	1690,57	
7.	Kayu 1:2,5:3,5	8.8	0,0053	1660,38	
8.	Kayu 1:3:5	8.96	0,0053	1690,57	1672,33
9.	Kayu 1:3:5	8.75	0,0053	1650,94	
10.	Kayu 1:3:5	8.88	0,0053	1675,47	

(Sumber : Hasil Analisis)

b. Berat Volume Beton Keras (*D*)

Berat Volume Beton Keras (*D*) dapat dihitung dengan perhitungan sebagai berikut.

$$D = \frac{M_c - M_m}{V_m}$$

Kayu 1:2:3

$$= \frac{M_c - M_m}{0,0053}$$

$$= \frac{8,4}{0,0053} = 1584,91 \text{ kg/m}^3$$

Untuk hasil perhitungan benda uji yang lain dicantumkan pada Tabel 4.10 .

Tabel 4.10 - Berat Volume Beton

No.	Nama	Berat Benda Uji (kg)	Volume (m ³)	Berat Volume (kg/m ³)	Rata – Rata Berat Volume (kg/m ³)
1.	Beton K-175	12,47	0,0053	2352,83	2352,83
2.	Kayu 1:2:3	8,4	0,0053	1584.91	1606,92
3.	Kayu 1:2:3	8,73	0,0053	1647.17	
4.	Kayu 1:2:3	8,42	0,0053	1588.68	
5.	Kayu 1:2,5:3,5	8,82	0,0053	1664.15	1657,86
6.	Kayu 1:2,5:3,5	8,7	0,0053	1641.51	
7.	Kayu 1:2,5:3,5	8,84	0,0053	1667.92	
8.	Kayu 1:3:5	8,88	0,0053	1675.47	1664,78
9.	Kayu 1:3:5	8,73	0,0053	1647.17	
10.	Kayu 1:3:5	8,86	0,0053	1671.70	

(Sumber : Hasil Analisis)

Hasil dari pemeriksaan berat volume beton tersebut menunjukkan bahwa dari ketiga beton uji yang memiliki nilai rata – rata berat volumenya paling besar baik saat masih dalam keadaan segar maupun sudah berumur 28 hari adalah beton uji dengan perbandingan semen : agregat halus : potongan kayu yaitu 1 : 3 : 5.

4.3. Pengujian *Slump*

Uji *Slump* ini dilakukan setelah pengadukan merata menggunakan Kerucut Abram dan tongkat pemadat. Pengukuran nilai *Slump* dihitung saat terjadi penurunan permukaan adukan beton setelah Kerucut Abram ditarik. Besar penurunan adukan tersebut disebut dengan nilai *Slump*. Tujuan Uji *Slump* yaitu menunjukkan apakah campuran beton tersebut kurang, kelebihan, atau cukup air. Kekakuan dalam suatu campuran beton menunjukkan banyaknya air yang digunakan.

Campuran beton yang kurang air mengakibatkan adukan tidak rata dan hasil cetakan kurang sempurna. Campuran beton yang kelebihan air mengakibatkan mutu

beton rendah dan lama mengeringnya. Uji *Slump* dapat dilakukan di laboratorium maupun di lapangan.

Tabel 4.11 - Pengujian Nilai *Slump*

No	Agregat	Nilai (cm)
1	Beton agregat normal 1 : 2 : 3	10
2	Beton agregat potongan kayu 1 : 2 : 3	8
3	Beton agregat potongan kayu 1: 2,5 : 3,5	9
4	Beton agregat potongan kayu 1 : 3 : 5	9

(Sumber : Hasil Analisis)

Hasil dari uji *Slump* beton normal dan beton uji tersebut menunjukkan bahwa dari ketiga beton uji tersebut yang nilainya paling mendekati beton normal K-175 adalah beton dengan perbandingan semen : agregat halus : pecahan kayu yaitu 1 : 2,5 : 3 dan 1 : 3 : 5 dengan nilai *slump* 9 cm.

4.4. Hasil Pengujian

Pengujian kuat tekan beton dilakukan ketika umur beton 28 hari. Uji kuat tekan beton menggunakan alat *Concrete Compressive Strength* tipe CO-320. Pengujian dilakukan di Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi Fakultas Teknik UNISSULA Semarang dengan menggunakan mesin uji tekan. Hasil pengujian kuat tekan dapat dilihat pada Tabel 4.12 .

Tabel 4.12 - Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 28 hari

No	Pekerjaan	Umur (Hari)	Berat (kg)	Ukuran Benda Uji		Luas Penampang (cm ²)	Kuat Tekan (KN)	Kokoh Beton (MPa)	Rata-Rata Kokoh Beton (MPa)
				Diameter (cm)	Tinggi (cm)				
1	Normal	28	12,86	15	30	176,71	317,397	17,961	17,953
2	1 : 2 : 3	28	9,24	15	30	176,71	75,242	4,258	4,065
3	1 : 2 : 3	28	9,20	15	30	176,71	71,979	4,073	
4	1 : 2 : 3	28	9,06	15	30	176,71	68,290	3,864	
5	1 : 2,5 : 3,5	28	9,16	15	30	176,71	50,650	2,866	3,396
6	1 : 2,5 : 3,5	28	9,20	15	30	176,71	75,479	4,271	
7	1 : 2,5 : 3,5	28	9,16	15	30	176,71	53,913	3,051	
8	1 : 3 : 5	28	9,22	15	30	176,71	74,060	4,191	4,1823
9	1 : 3 : 5	28	9,08	15	30	176,71	74,102	4,193	
10	1 : 3 : 5	28	9,25	15	30	176,71	73,560	4,163	

(Sumber : Hasil Analisis)

Hasil penelitian yang telah dilakukan, beton dengan agregat kasar potongan kayu dengan komposisi 1 : 2 : 3 pada umur 28 hari memberikan kuat tekan rata-rata maksimum sebesar 4,065 MPa, komposisi 1 : 2,5 : 3,5 pada umur 28 hari memberikan kuat tekan rata – rata maksimum sebesar 3,396 MPa, dan komposisi 1 : 3 : 5 pada umur 28 hari memberikan kuat tekan rata – rata maksimum sebesar 4,1823 MPa, sedangkan untuk beton normal komposisi 1 : 2 : 3 dengan umur 28 hari memberikan kuat tekan rata – rata maksimum sebesar 17,961 MPa. Perbandingan 3 komposisi beton dengan potongan kayu yang mempunyai kuat tekan tertinggi yaitu dengan komposisi 1 : 3 : 5 .



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Sifat-sifat teknis limbah potongan kayu sebagai pengganti agregat kasar terhadap beton normal.
 - a. Sifat – sifat teknis agregat
 - 1) Kadar air agregat halus sebesar 4%, agregat kasar sebesar 0%, dan potongan kayu sebesar 25%.
 - 2) Kadar lumpur agregat halus sebesar 0%, agregat kasar 2 %, dan potongan kayu sebesar 0%.
 - 3) Modulus Halus Butir (MHB) agregat halus mendapatkan nilai 2,95, agregat kasar mendapatkan nilai MHB sebesar 1,47 , dan potongan kayu mendapatkan nilai MHB sebesar 1,71.
 - b. Sifat – sifat teknis beton
 - 1) Nilai *slump* beton normal K-175 sebesar 10 cm, beton agregat potongan kayu 1:2:3 sebesar 8 cm, beton agregat potongan kayu 1:2,5:3,5 sebesar 9 cm, dan beton agregat potongan kayu 1:3:5 sebesar 9cm.
 - 2) Berat volume beton
 - i. Beton Normal K-175 mempunyai berat volume beton segar sebesar 2513,21 , dan berat volume beton keras sebesar 2352,83 kg/m³.
 - ii. Beton Kayu dengan komposisi 1 : 2 : 3 mempunyai berat volume beton segar rata – rata sebesar 1649,06 kg/m³ dan berat volume beton keras sebesar 1606,92 kg/m³ .

- iii. Beton Kayu dengan komposisi 1 : 2,5 : 3,5 mempunyai berat volume beton segar rata – rata sebesar 1652,83 kg/m³, berat volume beton keras sebesar 1657,86 kg/m³.
- iv. Beton Kayu dengan komposisi 1 : 3 : 5 mempunyai berat volume beton segar rata – rata sebesar 1672,33 kg/m³, berat volume beton keras sebesar 1664,78 kg/m³.

Berat volume beton segar dan berat volume beton keras tertinggi didapat oleh beton kayu dengan komposisi 1 : 3 : 5. Nilai ini lebih kecil dari beton normal yang mempunyai berat volume segar sebesar 2513,21 dan berat volume keras sebesar 2352,83.

2. Kuat tekan

- a. Beton normal dengan komposisi 1 : 2 : 3 pada umur beton 28 hari mempunyai kuat tekan rata – rata maksimum sebesar 17,953 MPa.
- b. Beton dengan agregat potongan kayu dengan komposisi 1 : 2 : 3 pada umur beton 28 hari mempunyai kuat tekan rata – rata maksimum sebesar 4,065 MPa.
- c. Beton dengan agregat potongan kayu dengan komposisi 1 : 2,5 : 3,5 pada umur beton 28 hari mempunyai kuat tekan rata – rata maksimum sebesar 3,396 .
- d. Beton dengan agregat potongan kayu dengan komposisi 1 : 3 : 5 pada umur beton 28 hari mempunyai kuat tekan rata – rata maksimum sebesar 4,1823.

Kuat tekan tertinggi dicapai oleh beton kayu sebagai pengganti agregat kasar dengan komposisi 1 : 3 : 5, dengan nilai kuat tekan sebesar 4,1823 MPa atau mengalami penurunan dibandingkan dengan beton normal yang memiliki kuat tekan sebesar 17,953 MPa.

Kayu tidak dapat digunakan sebagai pengganti agregat kasar pada beton normal K-175. Kayu tidak dapat digunakan sebagai pengganti agregat kasar karena kayu memiliki kuat tekan yang lebih rendah dari kerikil atau batu *split* , kayu juga

mempunyai sifat kembang susut yang tinggi, dan kayu mengalami pelapukan saat terkena air di waktu yang lama.

5.2 Saran

1. Sebaiknya pada saat proses perawatan beton kayu dengan perendaman tidak terlalu lama seperti beton normal dikarenakan akan terjadi pelapukan pada kayu. Setelah dilakukan perendaman, perlu dilakukan pengeringan waktu lebih sebelum dilakukan uji kuat tekan beton.
2. Perlu diadakan penelitian lebih lanjut mengenai potongan kayu sebagai pengganti agregat kasar pada beton agar mendapatkan kekuatan beton yang lebih sempurna.



DAFTAR PUSTAKA

- Hunggurami, E., Bolla, M. E., & Messakh, P. (2017). Perbandingan Desain Campuran Beton Normal Menggunakan SNI 03-2834-2000 dan SNI 7656:2012. *Jurnal Teknik Sipil*, VI(2), 165–172.
- International. (2016), ASTM C-33: Standard Specification for Concrete Agregates. USA: *ASTM International*, 11.
- Kuntari, H. D., Lingga, A. A., & Supriyadi, A. (2019). ANALISIS PERBANDINGAN DESAIN CAMPURAN BETON NORMAL MENGGUNAKAN SNI 03-2834-2000 DAN SNI 7656 : 2012 DENGAN KUAT TEKAN 30 MPa. *Jurnal Elektronik Laut, Sipil, Tambang (JeLAST)*, 6(3).
- Mulyono, T. (2005). *Teknologi Beton*. Penerbit Andi. Yogyakarta, 342.
- Standardisasi Badan Nasional. (1990). SNI 03-1968-1990: Metode Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus dan Kasar. Jakarta: *Badan Standardisasi Nasional*, 17.
- Standardisasi Badan Nasional. (2011). SNI 1974-2011: Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder. Jakarta: *Badan Standardisasi Nasional*, 20.
- Syarifuddin, Mochamad. (2020) : Analisis Pengaruh Penambahan Serbuk Kayu Sisa Penggergajian Terhadap Kuat Tekan Beton
- Departemen Pekerjaan Umum. (1979). Peraturan Beton Indonesia 1971 N.I.-2. Bandung: *Departemen Pekerjaan Umum*, 258.
- Departemen Pekerjaan Umum. (1982). Peraturan Bahan Bangunan di Indonesia 1982 (PUBI-1982). Bandung: *Departemen Pekerjaan Umum*, 344.
- Tjokrodimuljo, Kardiyono 1996, *Teknologi Beton*. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UGM : Yogyakarta
- Tjokrodimuljo, Kardiyono 2007, *Teknologi Beton*. Boro Penerbit Jurusan Teknik
- Badan Standarisasi Nasional. (1989): SK SNI S-04-1989-F. *Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A* (Bahan bangunan bukan logam). Bandung.
- Murdock, L.J, Brook, K.M. 1986. *Bahan dan Praktek Beton*, Edisi ke-4. Jakarta : Erlangga

Puspantoro, Benny. (1992). *Konstruksi Bangunan Gedung Sambungan Kayu Pintu dan Jendela*, Andi Yogyakarta, Yogyakarta.

Standardisasi Badan Nasional. (1996). SNI 03-4142-1996: Metode Pengujian Jumlah Bahan dalam Agregate yang Lolos Saringan Nomor 200 (0,0075 mm). *Jakarta: Badan Standardisasi Nasional, 14.*

