**TUGAS AKHIR**

# PENGARUH SERBUK KAYU JATI SEBAGAI SUBSTITUSI SEBAGIAN SEMEN DAN BAHAN TAMBAH *SUPERPLASTICIZER* TERHADAP ABSORBSI, KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BETON

***(EFFECT OF TEAK WOOD POWDER AS A PARTIAL SUBSTITUTION OF CEMENT AND SUPERPLASTICIZER ADDITIVES ON ABSORBTION, COMPRESSIVE STRENGTH AND TENSILE STRENGTH OF CONCRETE)***

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Teknik Sipil**


**ARIYO GERA SETIAWAN**

**19511255**


**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**
**2024**

**TUGAS AKHIR**

# PENGARUH SERBUK KAYU JATI SEBAGAI SUBSTITUSI SEBAGIAN SEMEN DAN BAHAN TAMBAH *SUPERPLASTICIZER* TERHADAP ABSORBSI, KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BETON

***(EFFECT OF TEAK WOOD POWDER AS A PARTIAL SUBSTITUTION OF CEMENT AND SUPERPLASTICIZER ADDITIVES ON ABSORBTION, COMPRESSIVE STRENGTH AND TENSILE STRENGTH OF CONCRETE)***

Disusun oleh

**Ariyo Gera Setiawan**
**19511255**

Telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh derajat sarjana Teknik Sipil
Diuji pada tanggal : 04 September 2025

Oleh Dewan Penguji:

| Pembimbing | Penguji I | Penguji II |
|---|---|---|
| Astriana Hardawati, S.T., M.Eng. | Jafar S.T., MURP., M.T. | Anggit Mas Arifudin S.T., M.T. |
| NIK:165111301 | NIK:185111305 | NIK:165111301 |

Mengesahkan,
Ketua Program Studi Teknik Sipil

Ir. Yuntalia Muntafi, S.T., M.T., Ph.D., IPM.
NIK:095110101



Scanned with CamScanner

## PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa laporan Tugas Akhir yang saya susun sebagai syarat untuk penyelesaian program Sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia merupakan hasil karya saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan laporan Tugas Akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan dalam sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan karya ilmiah. Apabila di kemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian laporan Tugas Akhir ini bukan hasil karya saya sendiri atau adanya plagiasi dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi, termasuk pencdebutan gelar akademik yang saya sandang sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

Yogyakarta, 04 September 2025

Yang membuat pernyataan,




Ariyo Gera Setiawan

(19511255)



Scanned with CamScanner

# KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum warahmatullah wabarakatuh.

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul "Pengaruh Serbuk Kayu Jati Sebagai Substitusi Sebagian Semen dan Bahan Tambah *Superplasticizer* Terhadap Absorbsi, Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton" dengan maksimal. Tugas Akhir ini merupakan salah satu persyaratan akademik dalam menyelesaikan studi jenjang Strata Satu (S1) di Progam Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini tentunya terdapat hambatan yang dilalui oleh penulis. Namun atas dukungan, semangat, motivasi, dan saran dari berbagai pihak sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang terlibat selama proses penyusunan hingga selesai Tugas Akhir ini.

1. Astriana Hardawati, S.T., M.Eng selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang senantiasa memberikan bimbingan, saran serta arahan kepada penulis selama penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Ir. Yunalia Muntafi, S.T., M.T., Ph.D., IPM selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Gunadi Ahmad Gosali dan Ibu Elina selaku orang tua saya dan Efriyadi, Epran dan Eva selaku kakak saya, yang selalu memberikan do'a, nasihat, semangat dan biaya dalam proses penyusunan dan penyelesaian Tugas Akhir ini.
4. Seluruh keluarga besar, yang telah memberikan dukungan semangat dan do'a

5. Teman-teman yang terlibat selama proses Penyusunan Tugas Akhir ini.
6. Semua pihak yang telah membantu penulis untuk meyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis berharap Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan sebagai referensi untuk sumber gagasan dan ide bagi penelitian selanjutnya.

Wassalamualaikum' warahmatullah wabarakatuh.

Yogyakarta, 04 September 2025

Penulis,

Aryo Gera Setiawan

(19511255)



Scanned with CamScanner

# DAFTAR ISI


| | | |
|---|---|---|
| TUGAS AKHIR | | i |
| TUGAS AKHIR | | ii |
| PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI | | iii |
| KATA PENGANTAR | | iv |
| DAFTAR ISI | | vi |
| DAFTAR TABEL | | ix |
| DAFTAR GAMBAR | | xii |
| DAFTAR LAMPIRAN | | xiii |
| DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN | | xiv |
| ABSTRAK | | xvi |
| ABSTRACT | | xvii |
| BAB I PENDAHULUAN | | 1 |
| 1.1 | Latar Belakang | 1 |
| 1.2 | Rumusan masalah | 4 |
| 1.3 | Tujuan Penelitian | 4 |
| 1.4 | Manfaat Penelitian | 5 |
| 1.5 | Batasan Masalah | 5 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | | 7 |
| 2.1 | Penelitian Terdahulu | 7 |
| 2.2 | Perbedaan Dengan Penelitian Terdahulu | 11 |
| 2.3 | Keaslian Penelitian | 16 |
| BAB III LANDASAN TEORI | | 17 |
| 3.1 | Beton | 17 |
| 3.2 | Bahan Penyusun Beton | 18 |

3.2.1 Agregat 18
3.2.2 Semen *Portland* 20
3.2.3 Air 20
3.3 Bahan Tambah *(Admixture)* 21
3.3.4 *Superplasticizer* 24
3.4 Perencanaan Campuran Beton 26
3.5 Kuat Tekan Beton 33
3.6 Kuat Tarik Beton 34
3.7 Absorpsi Beton 35
BAB IV METODE PENELITIAN 36
4.1 Jenis Penelitian 36
4.2 Bahan-Bahan Penyusun Benda Uji 36
4.3 Peralatan 37
4.4 Lokasi Penelitian 39
4.5 Benda Uji 39
4.6 Tahapan Penelitian 40
4.7 Prosedur Penelitian 42
4.7.1 Pemeriksaan agregat 42
4.7.2 Perencanaan Campuran Beton (*mix design*) 48
4.8 Pengujian Benda Uji 49
4.9 Diagram Alir Penelitian 51
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN 53
5.1 Umum 53
5.2 Pengujian Agregat Halus 53
5.2.1 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus 53
5.2.2 Pengujian Kandungan Lumpur Agregat Halus 55
5.2.3 Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus 56
5.2.4 Pemeriksaan Berat Volume Gembur Agregat Halus 61
5.2.5 Pemeriksaan Berat Volume Padat Agregat Halus 63

5.3 Pengujian Agregat Kasar 64
5.3.1 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar 64
5.3.2 Pengujian Kandungan Lumpur Agregat Kasar 66
5.3.3 Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar 67
5.3.4 Pemeriksaan Berat Volume Gembur Agregat Kasar 72
5.3.5 Pemeriksaan Berat Volume Padat Agregat Kasar 73
5.4 Perencanaan Campuran Beton 74
5.5 Pengujian Beton 82
5.5.1 Pengujian *Slump* 82
5.5.2 Pengujian Kuat Tekan Beton 84
5.5.3 Pengujian Kuat Tarik Belah Beton 90
5.5.4 Pengujian Absorpsi Beton 96
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN 101
6.1 Kesimpulan 101
6.2 Saran 102
DAFTAR PUSTAKA 103
LAMPIRAN 105

# DAFTAR TABEL


Tabel 2. 1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian yang Dilakukan 12
Tabel 3. 1 Faktor Pengali Deviasi Standar 26
Tabel 3. 2 Nilai Deviasi Standar Untuk Berbagai Tingkat Pengendalian Mutu Pekerjaan 26
Tabel 3. 3 Pekiraan Kuat tekan Beton dengan FAS 0,5 27
Tabel 3. 4 Perkiraan Kadar Air Bebas Tiap $m^3$ Beton 29
Tabel 4. 1 Rincian Benda Uji 39
Tabel 5. 1 Hasil Pengujian Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus 54
Tabel 5. 2 Hasil Analisis Perhitungan Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus 55
Tabel 5. 3 Hasil Pengujian Kandungan Lumpur Agregat halus 55
Tabel 5. 4 Hasil Analisis Perhitungan Pemeriksaan Kandungan Lumpur Agregat Halus 56
Tabel 5. 5 Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus Sampel 1 57
Tabel 5. 6 Hasil Perhitungan Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Halus Sampel 1 58
Tabel 5. 7 Hasil Perhitungan Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Halus Sampel 2 58
Tabel 5. 8 Daerah Gradasi Pasir 60
Tabel 5. 9 Hasil Pemeriksaan Berat Volume Gembur Agregat Halus 61
Tabel 5. 10 Hasil Analisis Pemeriksaan Berat Volume Gembur Agregat Halus 62
Tabel 5. 11 Hasil Pemeriksaan Berat Volume Padat Agregat Halus 63
Tabel 5. 12 Hasil Analisis Pemeriksaan Berat Volume Padat Agregat Halus 64

Tabel 5. 13 Hasil Pengujian Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat

Kasar 65
Tabel 5. 14 Hasil Analisis Perhitungan Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar 66
Tabel 5. 15 Hasil Pengujian Kandungan Lumpur Agregat Kasar 66
Tabel 5. 16 Hasil Analisis Perhitungan Pemeriksaan Kandungan Lumpur Agregat Kasar 67
Tabel 5. 17 Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar Sampel 1 68
Tabel 5. 18 Hasil Perhitungan Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Kasar Sampel 1 69
Tabel 5. 19 Hasil Perhitungan Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Kasar Sampel 2 69
Tabel 5. 20 Spesifikasi Gradasi Kerikil dengan Besar Butir Maksimum 20 mm 71
Tabel 5. 21 Hasil Pemeriksaan Berat Volume Gembur Agregat Kasar 72
Tabel 5. 22 Hasil Analisis Pemeriksaan Berat Volume Gembur Agregat Kasar 73
Tabel 5. 23 Hasil Pemeriksaan Berat Volume Padat Agregat Kasar 73
Tabel 5. 24 Hasil Analisis Pemeriksaan Berat Volume Padat Agregat Kasar 74
Tabel 5. 25 Pekiraan Kuat tekan Beton dengan FAS 0,5 75
Tabel 5. 26 Perkiraan Kadar Air Bebas Tiap $m^3$ Beton 77
Tabel 5. 27 Rekapitulasi Kebutuhan Material 82
Tabel 5. 28 Hasil Pengujian *Slump* 83
Tabel 5. 29 Kuat Tekan Beton Variasi Serbuk Kayu Jati 0% dengan *Superplasticizer* 0% 85
Tabel 5. 30 Kuat Tekan Beton Variasi Serbuk Kayu Jati 0 % dengan *Superplasticizer* 1% 85
Tabel 5. 31 Kuat Tekan Beton Variasi Serbuk Kayu Jati 1 % dengan *Superplasticizer* 1% 86
Tabel 5. 32 Kuat Tekan Beton Variasi Serbuk Kayu Jati 1,5 % dengan *Superplasticizer* 1% 86
Tabel 5. 33 Kuat Tekan Beton Variasi Serbuk Kayu Jati 2 %

dengan *Superplasticizer* 1% 87
Tabel 5. 34 Kuat Tekan Beton Variasi Serbuk Kayu Jati 2,5 % dengan *Superplasticizer* 1% 87
Tabel 5. 35 Kuat Tekan Beton Rata-Rata 89
Tabel 5. 36 Kuat Tarik Belah Beton Variasi Serbuk Kayu Jati 0% dengan *Superplasticizer* 0% 91
Tabel 5. 37 Kuat Tarik Belah Beton Variasi Serbuk Kayu Jati 0% dengan *Superplasticizer* 1% 91
Tabel 5. 38 Kuat Tarik Belah Beton Variasi Serbuk Kayu Jati 1% dengan *Superplasticizer* 1% 92
Tabel 5. 39 Kuat Tarik Belah Beton Variasi Serbuk Kayu Jati 1,5% dengan *Superplasticizer* 1% 92
Tabel 5. 40 Kuat Tarik Belah Beton Variasi Serbuk Kayu Jati 2% dengan *Superplasticizer* 1% 93
Tabel 5. 41 Kuat Tarik Belah Beton Variasi Serbuk Kayu Jati 2,5% dengan *Superplasticizer* 1% 93
Tabel 5. 42 Kuat Tarik Beton Rata-Rata 95
Tabel 5. 43 Rekapitulasi Hasil Pengujian Absorpsi Beton 97
Tabel 5. 44 Kuat Tarik Beton Rata-Rata 99

# DAFTAR GAMBAR


Gambar 3. 1 Serbuk Kayu Jati 24
Gambar 3. 2 Karakteristik Sikament LN 25
Gambar 3. 3 Grafik Hubungan Antara Kuat Tekan dan Faktor Air Semen Untuk Benda Uji Silinder 28
Gambar 3. 4 Grafik Persen Pasir Terhadap Kadar Total Agregat Max 20 mm 30
Gambar 3. 5 Grafik Persen Pasir Terhadap Kadar Total Agregat Max 40 mm 30
Gambar 3. 6 Grafik Perkiraan Berat Beton Yang Telah Selesai Didapatkan 32
Gambar 3. 7 Skema Pengujian Kuat Tekan Beton 33
Gambar 3. 8 Skema Pengujian Kuat Tarik Beton 34
Gambar 5. 1 Analisa Saringan Agregat Halus Sampel 1 60
Gambar 5. 2 Analisa Saringan Agregat Halus Sampel 2 61
Gambar 5. 3 Analisa Saringan Agregat Kasar Sampel 1 71
Gambar 5. 4 Analisa Saringan Agregat Kasar Sampel 2 71
Gambar 5. 5 Penentuan Faktor Air Semen 76
Gambar 5. 6 Persentase Agregat Halus Terhadap Kadar Agregat Total 78
Gambar 5. 7 Grafik Perkiraan Berat Beton Basah yang Telah Dipadatkan 79
Gambar 5. 8 Hubungan Nilai *Slump* dengan Substitusi Serbuk Kayu Jati dan *Superplasticizer* 83
Gambar 5. 9 Hubungan Kuat Tekan Beton dengan Substitusi Serbuk Kayu Jati Terhadap Semen dengan *Superplasticizer* 88
Gambar 5. 10 Hubungan Kuat Tarik Belah Beton dengan Substitusi Serbuk Kayu Jati Terhadap Semen dengan *Superplasticizer* 94
Gambar 5. 11 Hubungan Absorpsi Beton dengan Substitusi Serbuk Kayu Jati Terhadap Semen dengan Superplasticizer 98
Gambar 5. 12 Grafik Hubungan Kuat Tarik, Kuat Tekan, dan Absorpsi beton 100

# DAFTAR LAMPIRAN


Lampiran 1 Surat Keterangan Bebas Tanggungan Laboratorium 106

Lampiran 2 Bahan yang Digunakan 107

Lampiran 3 Bahan yang Digunakan 110

Lampiran 4 Proses Pengujian 116

Lampiran 5 Hasil Pengujian Kuat Tarik,Tekan,Absorbsi 118

# DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

f'c = Kuat tekan beton (MPa)

PCC = *Portland Composite Cement*

MPa = Megapascal

fas = Faktor air semen

Sd = Deviasi standar

SNI = Standar Nasional Indonesia

M = Nilai standar

f'cr = Kuat tekan beton rencana

W = Jumlah air yang dibutuhkan

Wh = Perkiraan jumlah air untuk agregat halus ($kg/m^3$)

Wk = Perkiraan jumlah air untuk agregat kasar ($kg/m^3$)

PBI = Peraturan beton Indonesia

c = Jumlah Semen ($kg/m^3$)

w = Kadar air bebas

SSD = *Saturated Surface Dry*

%AH = Persentase agregat halus (%)

%AK = Persentase agregat kasar (%)

$BJ_{AK}$ = Berat jenis agregat kasar

$BJ_{AH}$ = Berat jenis agregat halus

$BJ_{AG}$ = Berat jenis agregat gabungan

P = Beban maksimum (N)

Bk = Berat benda uji kering oven (gram)

B = Berat piknometer berisi air (gram)

Bt = Berat piknometer berisi benda uji dan air (gram)

A = Luas penampang benda uji ($mm^2$)

T = Kuat tarik belah (MPa)

L = Panjang silinder (mm)

D = Diameter silinder (mm)

cm = Centimeter

mm = Milimeter

m = Meter

kg = Kilogram

℃ = Derajat celcius

MHB = Modulus halus butir

V = Volume silinder ($cm^3$)

# ABSTRAK

Beton adalah bahan kontruksi utama yang digunakan untuk material pekerjaan konstruksi bangunan. Beton tersusun dari campuran antara agregat kasar dan agregat halus yang dilekatkan menggunakan pasta yang terbuat dari semen portland, air dan bahan tambah lainnya dengan nilai perbandingan tertentu. Hal inilah yang menimbulkan pemikiran untuk mencari alternatif dengan menggunakan serbuk kayu jati sebagai bahan aditif dalam campuran beton yang berfungsi untuk menambah kekuatan beton karena serbuk kayu memiliki kandungan kadar selulosa dan hemisolulosa yang dapat menambahkan daya ikat pada beton serta merupakan salah satu limbah yang mudah dijumpai dan jarang digunakan. Variasi penambahan serbuk kayu jati yang digunakan pada penelitian ini sebesar 1%, 1,5%, 2%, dan 2,5% dari berat semen. Pemakaian kadar *superplasticizer* yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 1% dari berat semen yang berfungsi untuk meningkatkan kelacakan pada beton mengingat serbuk kayu memiliki daya serap air yang cukup tinggi.

Pengujian yang dilakukan adalah kuat tekan beton berdasarkan SNI 1974-2011 dan kuat tarik belah beton berdasarkan SNI 2493-2014 dengan kuat tekan rencana beton sebesar 25 MPa. Pengujian dilakukan pada saat umur beton 28 hari. Pada pengujian kuat tekan dan kuat tarik setiap variasi dibuat 5 buah dan pengujian absorpsi dibuat 2 buah untuk mengetahui hasil rata-rata nya. Berdasarkan hasil pengujian diperoleh nilai kuat tekan beton normal sebesar 25,691 MPa dan nilai kuat tarik belah sebesar 2,280 MPa. Semua variasi penambahan serbuk kayu jati dan *superplasticizer* yang digunakan pada penelitian ini meningkatkan kuat tekan dan kuat tarik beton dibandingkan dengan beton normal.

Variasi persentase penambahan serbuk kayu jati sebesar 1,5% dengan kadar *superplasticizer* 1% dari berat semen menghasilkan kuat tekan dan kuat tarik beton tertinggi. Pada variasi tersebut mengalami peningkatan kuat tekan beton sebesar 25,552% dengan nilai kuat tekan 32,255 MPa, serta mengalami peningkatan kuat tarik belah beton sebesar 36,831% dengan nilai kuat tarik belah 3,120 MPa. Pada penelitian ini substitusi serbuk kayu jati juga dapat meningkatkan nilai absorspsi padabeton. Persentase peningkatan tertinggi terjadi pada variasi serbuk kayu 2,5% (A5) sebesar 19,999% dengan nilai absorpsi 5,413.

**Kata kunci**: Beton, Kuat tekan, Kuat tarik, Absorpsi, Serbuk kayu jati, *Superplasticizer* Sikament LN

# ABSTRACT

*Concrete is the primary construction material used for building construction. Concrete is composed of a mixture of coarse and fine aggregates bonded together using a paste made from Portland cement, water, and other additives in specific proportions. This prompted the search for an alternative, using teak sawdust as an additive in concrete mixes to increase strength. Sawdust contains cellulose and hemisocellulose, which can increase the binding capacity of concrete. It is a readily available and rarely used waste product. The teak sawdust additions used in this study varied from 1%, 1.5%, 2%, and 2.5% of the cement weight. The superplasticizer used in this study was 1% of the cement weight, which improves the concrete's traceability, given the high water absorption capacity of sawdust.*

*The compressive strength of the concrete was tested based on SNI 1974-2011 and the split tensile strength based on SNI 2493-2014, with a design compressive strength of 25 MPa. Testing was conducted at 28 days of concrete age. Five compressive and tensile strength tests were performed for each variation, and two absorption tests were performed to determine the average results. The test results showed a compressive strength of 25.691 MPa for normal concrete and a splitting tensile strength of 2.280 MPa for splitting tensile strength. All variations of teak wood dust and superplasticizer additions used in this study increased the compressive and tensile strength of the concrete compared to normal concrete.*

*A variation of 1.5% teak wood dust addition with a superplasticizer content of 1% of the cement weight resulted in the highest compressive and tensile strengths. This variation increased the compressive strength by 25.552% to 32.255 MPa, and the splitting tensile strength by 36.831% to 3.120 MPa. In this study, the substitution of teak wood dust also increased the absorption value of the concrete. The highest percentage increase occurred in the 2.5% sawdust variation (A5) of 19.999% with an absorption value of 5.413.*

***Keywords*** *: Concrete, Compressive strength, Tensile strength, Absorption, Teak wood powder, Superplasticizer Sikament LN*

# BAB I
# PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Berdasarkan Ferguson (1991), beton adalah bahan kontruksi utama yang digunakan untuk material pekerjaan konstruksi bangunan. Beton tersusun dari campuran antara agregat kasar dan agregat halus yang dilekatkan menggunakan pasta yang terbuat dari semen portland, air dan bahan tambah lainnya dengan nilai perbandingan tertentu. Semakin berkembangnya ilmu teknologi beton banyak ide serta gagasan penelitian untuk menjadikan sifat beton menjadi lebih baik, seperti penggunaan jenis material, komposisi campuran beton, dan penambahan bahan zat aditif pada beton yang dapat meningkatkan kekuatan beton.

Serbuk kayu adalah limbah yang diperoleh dari hasil penggergajian kayu yang menggunakan mesin atau manual. Pada setiap pengolahan kayu sering dijumpai sisa penggergajian yang merupakan limbah serbuk kayu. Serbuk kayu jarang digunakan atau dimanfaatkan sehingga menimbulkan masalah dalam penanganannya, biasanya limbah serbuk kayu hanya dibiarkan membusuk, ditumpuk dan dibakar. Penggunaan limbah serbuk kayu adalah salah satu upaya dalam meminimalisir dampak negatif dari pencemaran lingkungan yang sering terjadi akibat kurangnya pengetahuan dalam pengelolaan limbah serbuk kayu.

Selain pemakaian bahan tambah kimia, cara lain untuk meningkatkan kekuatan beton adalah dengan mensubstitusikan semen dengan bahan lain. Salah satunya adalah dengan menggunakan serbuk kayu. Menurut Susanto (1998), kayu mempunyai kadar selulosa yang cukup tinggi yaitu sekitar 70%. Kayu memiliki kandungan kadar hemiselulosa dan lignin dalam sebesar 15 - 30% dari berat kering bahan. Kandungan tersebut jika ditambahkan dalam campuran beton akan menambah daya ikat antar

partikel akibat sifat adhesinya, dapat menghambat difusi air pada material dengan sifat tidak larut dalam air (hidrofobik) yang dimiliknya. Maka dari itu dapat menghasilkan beton yang relatif lebih tahan air dan lebih kuat.

Berdasarkan Gargulak (2001), serbuk kayu memiliki kadar selulosa sebesar 70% yang jika ditambahkan dalam campuran beton, senyawa ini akan terserap pada permukaan partikel dan memberikan tambahan kekuatan ikat antar partikel`akibat sifat adhesi dan dispersinya. Sehingga dapat menghasilkan beton yang lebih kuat dan relatif tidak tembus air. Menurut Ida Nurmawati (2006), reaksi kimia antar antar selulosa yang terdapat dalam serbuk kayu dengan kalsium oksida dalam semen akan membentuk kalsium karbonat yang berfungsi sebagai yat perekat membentuk massa padat. Penambahan serbuk kayu jati sebagai bahan pengganti sebagian semen karena serbuk kayu jati memiliki kandungan senyawa yang hampir sama dengan semen yaitu jika ditambahkan dalam campuran beton dapat menambahkan daya ikat pada beton.

Berdasarkan Tjokrodimuldjo (2007), penambahan serat dalam beton memiliki akibat berkurangnya tingkat kemudahan pengerjaan dan memudahkan agar tidak terjadi segregasi. Hal tersebut dikarenakan oleh air yang tertahan pada sekitar permukaan serat sehingga menyebabkan berkurangnya workability beton dan membuat nilai slump menjadi turun. Sebagai cara untuk menghindari permasalah tersebut, maka digunakan bahan tambah superplasticizer yang digunakan untuk meningkatkan kelecakan pada beton agar beton mudah dalam pengerjaannya, kegunaan lain dari bahan tambah ini juga dapat mempercepat proses pengerasan dan meningkatkan workability beton. Pada penelitian ini melakukan penambahan superplasticizer ke dalam campuran beton bertujuan menambah kelacakan pada campuran beton karena serbuk kayu jati memiliki sifat penyerapan air yang cukup tinggi. Superplasticizer yang digunakan dalam penelitian ini adalah Sikament LN. Menurut informasi yang tertera pada produk, kadar pemakaian sikament LN yang disarankan yaitu sebesar 0,6% - 1,5% dari berat semen. Sikament LN digunakan karena dapat meningkatkan kelacakan yang cukup pada campuran beton serta dapat meningkatkan mutu beton. Penelitian Ririn (2022) yang menggunakan Sikament LN sebesar 1% dan 2% dari berat semen

meningkatkan nilai slump dan kuat tekan dibandingkan beton normal. Penelitian Tedi (2016) yang menggunakan Sikament LN sebanyak 1% pada beton normal dapat meningkatkan slump hingga tiga kali lipat dari campuran beton tanpa sikament LN. Peningkatan slump tersebut dianggap cukup untuk menjaga kelacakan campuran beton dengan serbuk gergaji. Peningkatan kelacakan ini juga diharapkan agar serbuk gergaji yang ditambahkan dapat tersebar secara merata dalam adukan beton, sehingga proses kimia dari selulosa yang terdapat dalam serbuk gergaji dengan Kalsium oksida dalam semen yang membentuk zat perekat akan terjadi secara merata.

Berdasarkan pada beberapa penelitian yang telah dilakukan, penulis melakukan penelitian yang berbeda dengan penelitian terdahulu. Pada penelitian ini dilakukan pemanfaatan limbah serbuk kayu jati sebagai bahan pengganti sebagian semen dan penambahan superplasticizer Sikament LN dalam campuran beton yang bertujuan untuk mengetahui hasil dari kuat tekan dan kuat tarik beton dalam menerima beban. Pada penelitian ini dilakukan penelitian lanjutan dengan persentase serbuk kayu yang lebih rapat dan menggunakan bahan tambah yang berbeda untuk mengetahui kekuatan yang maksimal. Menurut penelitian Satria Hardanta Putra (2024) menggunakan serbuk kayu jati sebagai bahan tambah dengan variasi 1%, 1,5%, 2% dan 2,5% dari berat agregat halus dan Viscocrete 3115 N dapat meningkatkan kekuatan beton. Pada penelitian melanjutkan penelitian yang dilakukan oleh Satria Hardanta Putra (2024), namun bahan serbuk kayu jati yang ditambahkan dalam campuran beton sebagai bahan pengganti sebagian semen yaitu sebesar 1%, 1,5%, 2%, 2,5% dan menggunakan jenis superplasticizer yang berbeda yaitu Sikament LN. Sikament LN yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 0,6% dari berat semen. Pemakaian kadar superplasticizer Sikament LN sesuai dengan rekomendasi dari PT. Sika Indonesia yaitu sebesar 0,6% - 1,5% dari berat semen. Sehingga dengan peneletian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh serbuk kayu sebagai bahan pengganti sebagian semen dan penambahan superplasticizer terhadap kekuatan beton.

Nugroho Indra Wibowo (2019) melakukan penelitian tentang pengaruh serbuk kayu sebagai substitusi sebagian semen dan bahan tambah 0,6% bestmittel terhadap

karakteristik beton. Variasi serbuk kayu yang digunakan sebagai pengganti semen sebesar 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20%. Jenis serbuk kayu yang digunakan adalah kayu sengon. Bahan tambah *Bestmittel* yang digunakan sebesar 0,6% dari berat semen. Kuat tekan beton dengan bahan tambah Bestmittel 0,6% pada umur 28 hari mengalami peningkatan sebesar 2,23% dengan nilai kuat tekan 25,909 MPa. Pada penelitian ini variasi penambahan serbuk kayu 5% dan Bestmittel 0,6% mengalami peningkatan maksimal yaitu sebesar 24,262 MPa dan 27,668 MPa. Sedangkan pada variasi 10%, 15% dan 20% nilai kuat tekan mengalami penurunan dikarenakan terlalu besar penggantian semen dengan serbuk gergaji kayu

## 1.2 Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka diperoleh rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh serbuk kayu jati sebagai bahan pengganti sebagian semen dengan penambahan *superplasticizer* Sikament LN terhadap kuat tekan beton?
2. Bagaimana pengaruh serbuk kayu jati sebagai bahan pengganti sebagian semen dengan penambahan *superplasticizer* Sikament LN terhadap kuat tarik belah beton?
3. Bagaimana pengaruh serbuk kayu jati sebagai bahan pengganti semen dengan penambahan *superplasticizer* Sikament LN terhadap absorpsi beton?
4. Berapa persentase optimum penggunaan serbuk kayu jati sebagai bahan pengganti sebagian semen dengan penambahan *superplasticizer* Sikament LN dalam menghasilkan nilai kuat tekan dan kuat tarik belah beton?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh penggunaan serbuk kayu jati sebagai bahan pengganti sebagian semen dengan penambahan *superplasticizer* Sikament LN terhadap kuat tekan beton.

2. Mengetahui pengaruh penggunaan serbuk kayu jati sebagai bahan pengganti sebagian semen dengan penambahan *superplasticizer* Sikament LN terhadap kuat tarik belah beton.
3. Mengetahui pengaruh penggunaan serbuk kayu jati sebagai bahan pengganti sebagian semen dengan penambahan *superplasticizer* Sikament LN terhadap absorbsi beton.
4. Mengetahui nilai persentase optimum dari penggunaan serbuk kayu jati sebagai bahan pengganti sebagian semen dengan penambahan *superplasticizer* Sikament LN dalam menghasilkan nilai kuat tekan dan kuat tarik belah beton.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapatkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk memberikan informasi tentang cara pembuatan beton, pengujian kuat tekan dan kuat tarik beton.
2. Memberikan informasi mengenai pengaruh dari penambahan serbuk kayu jati sebagai bahan pengganti sebagian semen dan *superplasticizer* Sikament LN terhadap kekuatan beton.
3. Memberi referensi untuk penelitian-penelitian selanjutnya yang akan tentang pengaruh serbuk kayu sebagai bahan pengganti sebagian semen dan *superplasticizer* Sikament LN sebagai bahan tambah dalam campuran beton.

## 1.5 Batasan Masalah

Adapun yang menjadi batasan masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Semen yang akan digunakan adalah semen *Portland* jenis I dengan merk Tiga Roda.
2. Kuat tekan rencana beton (*f'c*) adalah 25 MPa.
3. Perencanaan campuran beton menggunakan peraturan SNI 03-2834-2000.
4. Benda uji berbentuk silinder dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm.
5. Variasi serbuk kayu jati sebagai substitusi semen yaitu 1%, 1,5%, 2%, 2,5%.

6. *Superplasticizer* yang digunakan adalah Sikament LN dengan variasi 1% dari berat semen.
7. Pengujian kuat tekan, kuat tarik dan penyerapan air beton dilakukan pada umur 28 hari.
8. Tidak meneliti mengenai kandungan yang terdapat pada serbuk kayu dari beberapa jenis kayu.
9. Tidak meneliti mengenai kandungan kimia pada bahan tambah *superplasticizer*.
10. Pengujian yang dilakukan adalah kuat tekan beton (SNI 1974-2011) dan kuat tarik belah beton (SNI 2491-2014).
11. Benda uji tiap tiap variasi sebanyak 5 buah untuk pengujian kuat tekan dan kuat tarik beton.
12. Benda uji tiap tiap variasi sebanyak 5 buah untuk pengujian absorbsi.
13. Agregat halus didapatkan dari Progo, Kulon Progo.
14. Agregat kasar didapatkan dari Clereng, Kulon Progo.
15. Penelitian dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia.

# BAB II
# TINJAUAN PUSTAKA

## 2.1 Penelitian Terdahulu

Ada beberapa penelitian yang pernah dilakukan tentang penambahan serbuk kayu pada campuran beton. Penelitian yang telah terdapat sebelumnya digunakan sebagai tinjauan pustaka pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1). Pengaruh Serbuk Kayu Sebagai Substitusi Sebagian Semen dan Bahan Tambah 0,6% Bestmittel Terhadap Karakteristik Beton.

Wibowo (2019) melakukan penelitian tentang pengaruh serbuk kayu sebagai substitusi sebagian semen dan bahan tambah 0,6% bestmittel terhadap karakteristik beton. Variasi serbuk kayu yang digunakan sebagai pengganti semen sebesar 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20%. Jenis serbuk kayu yang digunakan adalah kayu sengon. Bahan tambah *Bestmittel* yang digunakan sebesar 0,6% dari berat semen. Metode perencanaan beton mengacu pada SNI 03-2834-2000 dengan kuat tekan rencana 25 MPa. Pengujian dilakukan pada saat beton berumur 14 hari dan 28 hari. Nilai kuat tekan beton normal yang didapat pada umur 14 hari dan 28 hari sebesar 22,832 MPa dan 25,344 MPa. Kuat tekan beton dengan bahan tambah Bestmittel 0,6% pada umur 28 hari mengalami peningkatan sebesar 2,23% dengan nilai kuat tekan 25,909 MPa. Pada penelitian ini variasi penambahan serbuk kayu 5% dan Bestmittel 0,6% mengalami peningkatan maksimal yaitu sebesar 24,262 MPa dan 27,668 MPa. Sedangkan pada variasi 10%, 15% dan 20% nilai kuat tekan mengalami penurunan dikarenakan terlalu besar penggantian semen dengan serbuk gergaji kayu.

2). Analisis Pengaruh Penambahan Serbuk Kayu Sisa Penggergajian Terhadap Kuat Tekan Beton

Syarifudin (2020) melakukan penelitian tentang penambahan serbuk kayu sisa penggergajian terhadap kuat tekan beton dengan variasi penambahan 1 kg/m$^3$ dan 2 kg/m$^3$ dengan kuat tekan rencana *f'c* 25 MPa. Melakukan pengujian beton pada umur 7 hari ,14 hari dan 28 hari. Merencanakan komposisi beton menggunakan agregat dengan ukuran maksimum agregat kasar sebesar 10 – 20 mm faktor air semen 0,53, menggunakan semen *Portland* jenis I merk Gresik. Nilai kuat tekan rata-rata yang diperoleh dengan penambahan serbuk kayu 1 kg/m$^3$ di umur 7 hari sebesar 27,81 MPa, umur 14 hari sebesar 29,82 MPa dan umur 28 hari sebesar 35,20 MPa. Sedangkan dengan variasi penambahan 2 kg/m$^3$ pada umur 7 hari sebesar 27,87 MPa, umur 14 hari sebesar 27,08 MPa dan pada 28 hari sebesar 29,74 MPa. Kuat tekan rata-rata saat umur 7 hari sebesar 23,48 MPa, pada umur 14 hari sebesar 20,32 MPa dan pada umur 28 hari sebesar 29,12 MPa. Dengan hasil penelitian diatas disimpulkan bahwa kuat tekan tertinggi didapatkan pada variasi penambahan serbuk kayu sebesar 1 kg/m$^3$ yang memiliki nilai kuat tekan sebesar 35,54 MPa sedangkan kuat tekan beton normal memiliki kuat tekan beton sebesar 29,20 MPa yang berarti mengalami peningkatan sebesar 1,22%. Nilai slump meningkat pada beton yang menggunakan serbuk kayu karena sifat serbuk kayu yang mudah mengikat.

3). Pengaruh Substitusi Agregat Halus Dengan Serbuk Kayu Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton

Risal (2022) melakukan penelitian tentang pengaruh substitusi agregat halus dengan serbuk kayu terhadap kuat tekan dan kuat lentur beton. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh limbah serbuk kayu terhadap kuat tekan, kuat lentur dan workability, dan berat jenis beton. Pengujian dilakukan saat beton mencapai umur 28 hari. Variasi serbuk kayu yang digunakan dalam penelitian ini sebesar 0%, 2%, 3%, 4%. Hasil penelitian ini menunjukkan semakin besar penggunaan serbuk kayu sebagai bahan pengganti sebagian pasir maka nilai berat jenis beton semakin kecil. Hasil

pengujian nilai kuat tekan setiap variasi sebesar 27,176 MPa, 25,572 MPa, 25,1 MPa, 24,817 MPa. Hal tersebut menunjukan bahwa menggunakan serbuk kayu sebagai substitusi agregat halus terjadi penurunan nilai kuat tekan. Pada hasil pengujian nilai kuat lentur beton normal sebesar 3,773 MPa, variasi 2% sebesar 5,466 MPa, variasi 3% sebesar 6 MPa, variasi 4% sebesar 6,933 MPa. Hal tersebut menunjukan bahwa semakin banyak serbuk kayu yang digunakan maka nilai kuat lentur beton juga semakin meningkat.

4). Pengaruh Penambahan Serbuk kayu Sebagai Substitusi Agregat Halus dan Bestmittel Sebagai Zat Aditif Terhadap Kuat Tekan Beton.

Harnawansyah (2023) melakukan penelitian tentang pengaruh penambahan serbuk kayu sebagai substitusi agregat halus dan bestmittel sebagai zat aditif terhadap kuat tekan beton. Variasi serbuk kayu jati sebagai substitusi agregat halus penambahan persentase serbuk kayu sebesar 0%, 2,5%, 5%, dan 7,5% serta zat aditif bestmittel sebesar 0,5%. Penambahan serbuk kayu digunakan untuk mengetahui pengaruh dalam kuat tekan beton. Penelitian ini juga menambahkan zat aditif bestmittel untuk mempercepat pengerasan pada beton serta menambah mutu kuat tekan beton. Dalam penelitian ini beton dibuat dalam bentuk silinder dengan ukuran 15 cm x 30 cm dengan jumlah benda uji keseluruhan sebanyak 36 buah, pengujian dilakukan dalam waktu 7 hari, 14 hari, dan 28 hari dengan mutu beton fc’ 25 MPa berdasarkan SNI 03-2834-2000. Hasil pengujian menunjukkan kuat tekan beton pada persentase serbuk kayu 0% sebesar 26,124 MPa, serbuk kayu 2,5% dan bestmittel 0,5% sebesar 27,067 MPa, serbuk kayu 5% dan bestmittel 0,5% sebesar 22,541 MPa, serbuk kayu 7,5% dan bestmittel 0,5% sebesar 20,56 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan serbuk kayu sebagai substitusi agregat halus dan zat aditif bestmittel meningkatkan kuat tekan beton sebesar 3,609% pada persentase serbuk kayu 2,5% dan zat aditif bestmittel 0,5%, sedangkan penambahan persentase serbuk kayu 5% dan 7,5% dengan zat aditif bestmittel 0,5% cenderung mengalami penurunan kuat tekan beton.

5). Pengaruh Penambahan Serbuk Kayu Dengan *Superplasticizer* Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton

Putra (2024) melakukan penelitian tentang pengaruh penambahan serbuk kayu dengan *superplasticizer* terhadap kuat tekan dan kuat lentur beton. Dalam penelitian ini digunakan bahan tambah superplasticizer merk Sika Viscocrete 3115 N untuk memperbaiki nilai workability beton, meningkatkan kuat tekan beton dan menurunkan nilai absorpsi pada beton. Pada penelitian ini juga digunakan bahan tambah serbuk kayu sebanyak 1%, 1,5%, 2%, 2,5% dari berat agregat halus dan bahan tambah superplasticizer sebanyak 0,6% dari berat semen terhadap beton dengan penambahan serbuk kayu. Pengujian dikerjakan untuk mendapatkan nilai kuat tekan, nilai kuat lentur, nilai workability dan nilai absorpsi pada umur 28 hari. Perhitungan perencanaan campuran beton menggunakan SNI 2834-2000 dengan kuat tekan rencana 25 MPa. Kemudian untuk perhitungan hasil kuat tekan digunakan SNI 1974-2011 dan kuat lentur menggunakan SNI 03-4431-1997. Hasil penelitian menunjukkan bahwa campuran antara serbuk kayu jati dan Sika Viscocrete 3115 N dapat menaikkan nilai kuat tekan dan kuat lentur pada beton, serta menurunkan nilai penyerapan air beton. Nilai kuat tekan beton dapat meningkat hingga 20,73% dan nilai kuat lentur hingga 13,83% dari beton normal dengan superplasticizer. Nilai kuat tekan dan kuat lentur optimum terdapat pada variasi beton dengan variasi serbuk kayu sebanyak 2% dan superplasticizer 0,6% yaitu sebesar 34,37 MPa dan 4,02 MPa. Hasil pengujian absorpsi beton serbuk kayu variasi 2,5% dengan penambahan superplasticizer sebesar 5,40%, kemudian untuk beton serbuk kayu variasi 2,5% sebesar 6,14%, sehingga dengan tambahan superplasticizer, hasil absorpsi beton serbuk kayu menjadi lebih rendah.

## 2.2 Perbedaan Dengan Penelitian Terdahulu

Penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya sesuai dengan yang sudah dijabarkan di sub bab 2.1, maka kemudian dilakukan perbandingan penelitian terdahulu dengan penelitian yang akan dilakukan dapat dilihat pada Tabel 2.1.

**Tabel 2. 1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian yang Dilakukan**

| Peneliti | **Nugroho Indra Wibowo (2019)** | **Mochamad Syarifudin (2020)** | **Muhammad Risal (2022)** | **M. Sazili Harnawansyah (2023)** | **Satria Hardanta Putra (2024)** |
|---|---|---|---|---|---|
| **Judul Penelitian** | Pengaruh Serbuk Gergaji Kayu Sebagai Substitusi Sebagian Semen Dan Bahan Tambah 0,6% *Bestimittel* Terhadap Karakteristik Beton | Analisis Pengaruh Penambahan Serbuk Kayu Sisa Penggergajian Terhadap Kuat Tekan Beton | Pengaruh Substitusi Agregat Halus Dengan Serbuk Kayu Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton | Pengaruh Penambahan Serbuk kayu Sebagai Substitusi Agregat Halus dan *Bestmittel* Sebagai Zat Aditif Terhadap Kuat Tekan Beton. | Pengaruh Penambahan Serbuk Kayu Dengan *Superplasticizer* Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton |
| **Kuat Tekan Rencana** | 25 MPa | 25 MPa | 25 MPa | 25 MPa | 25 MPa |

**Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian yang Dilakukan**

| Peneliti | **Nugroho Indra Wibowo (2019)** | **Mochamad Syarifudin (2020)** | **Muhammad Risal (2022)** | **M. Sazili Harnawansyah (2023)** | **Satria Hardanta Putra (2024)** |
|---|---|---|---|---|---|
| **Umur beton** | 14 dan 28 hari. | 7, 14, dan 28 hari. | 28 hari. | 7, 14 dan 28 hari. | 28 hari |
| **Variasi** | 1. Variasi substitusi sebagian semen serbuk kayu 0%, 5%, 10%, 15% dan 20% .<br>2. Kadar *Bestmittel* 0,6% dari berat semen. | 1. Bahan tambah serbuk kayu jati 1 kg/$m^3$ dan 2 kg/$m^3$ | 1. Variasi serbuk kayu yang digunakan sebesar 0%, 2%, 3%, 4%. | 1. Variasi serbuk kayu jati sebesar 0%, 2,5%, 5%, 7,5%<br>2. Kadar *Bestmittel* 0,5% dari berat semen | 1. Penambahan limbah serbuk kayu jati dengan variasi 1%, 1,5%, 2% dan 2,5%<br>2. penambahan *superplasticizer* 0,6% |

**Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian yang Dilakukan**

| Peneliti | **Nugroho Indra Wibowo (2019)** | **Mochamad Syarifudin (2020)** | **Muhammad Risal (2022)** | **M. Sazili Harnawansyah (2023)** | **Satria Hardanta Putra (2024)** |
|---|---|---|---|---|---|
| Parameter uji | Kuat tekan, modulus elastisitas, dan penyerapan air. | Kuat tekan beton | Kuat tekan dan kuat lentur beton | Kuat tekan beton | Kuat tekan dan kuat lentur |
| **Hasil Penelitian** | Nilai kuat tekan beton normal yang didapat pada umur 14 hari dan 28 hari sebesar 22,832 MPa dan 25,344 MPa. Kuat tekan beton dengan bahan tambah *Bestmittel* 0,6% pada umur 28 hari mengalami peningkatan sebesar 2,23% dengan nilai | Penambahan serbuk kayu sebesar 1 kg/$m^3$ saat umur 28 hari memiliki kuat tekan yang paling optimum dengan kuat tekan sebesar 35,54 MPa, sedangkan kuat tekan beton normal 29,20 MPa yang berarti mengalami | Hasil pengujian nilai kuat tekan setiap variasi sebesar 27,176 MPa, 25,572 MPa, 25,1 MPa, 24,817 MpaHal tersebut menunjukan bahwa menggunakan serbuk kayu sebagai substitusi agregat halus | Kuat tekan beton normal sebesar 26,124 MPa, serbuk kayu 2,5% dan bestmittel 0,5% sebesar 27,067 MPa, serbuk kayu 5% dan bestmittel 0,5% sebesar 22,541 MPa, Serbuk kayu 7,5% dan bestmittel 0,5% | Campuran antara serbuk kayu jati dan Sika Viscocrete 3115 N dapat menaikkan nilai kuat tekan dan kuat lentur pada beton, serta menurunkan nilai penyerapan air beton. Nilai kuat tekan beton dapat meningkat hingga 20,73% dan nilai kuat |

**Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian yang Dilakukan**

| Peneliti | **Nugroho Indra Wibowo (2019)** | **Mochamad Syarifudin (2020)** | **Muhammad Risal (2022)** | **M. Sazili Harnawansyah (2023)** | **Satria Hardanta Putra (2024)** |
|---|---|---|---|---|---|
| **Hasil Penelitian** | kuat tekan 25,909 MPa. Variasi penambahan serbuk kayu 5% dan *Bestmittel* 0,6% mengalami peningkatan maksimal yaitu sebesar 24,262 MPa dan 27,668 MPa. Sedangkan variasi 10%, 15% dan 20% nilai kuat tekan mengalami penurunan | peningkatan sebesar 1,22%. Nilai slump menurun pada campuran yang memakai serbuk kayu karena serbuk kayu memiliki sifat yang mudah mengikat. | terjadi penurunan nilai kuat tekan. Hasil pengujian nilai kuat lentur beton normal sebesar 3,773 MPa, variasi 2% sebesar 5,466 MPa, variasi 3% sebesar 6 MPa, variasi 4% sebesar 6,933 MPa. Hal ini menunjukan banyak serbuk kayu yang digunakan maka nilai kuat lentur beton juga semakin meningkat. | sebesar 20,56 MPa. Variasi serbuk kayu 2,5% dan zat aditif bestmittel meningkatkan kuat tekan beton sebesar 3,609%. Sedangkan variasi serbuk kayu 5% dan 7,5% dengan zat aditif bestmittel 0,5% cenderung mengalami penurunan kuat tekan beton. | lentur hingga 13,83%. Nilai kuat tekan dan kuat lentur optimum terdapat pada variasi beton dengan variasi serbuk kayu sebanyak 2% dan *superplasticizer* 0,6% yaitu sebesar 34,37 MPa dan 4,02 MPa. |

## 2.3 Keaslian Penelitian

Berdasarkan beberapa penelitian tersebut dapat dilakukan penelitian yang berbeda dengan penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya seperti yang disajikan pada Tabel 2.1. Penelitian ini menggunakan bahan tambah yaitu serbuk kayu dengan persentase substitusi sebagian semen sebesar 1%, 1,5%, 2%, dan 2,5% serta *superplaticizer* dengan persentase 1% dari berat semen. Dengan mutu beton rencana 25 MPa serta menggunakan benda uji silinder diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian kuat tekan beton pada umur 28 hari. Pada penelitian ini menggunakan variasi dan jenis *superplasticizer* yang berbeda dibandingkan dengan penelitian sebelumnya. Berdasarkan uraian tersebut, maka penelitian yang dilakukan dapat dipertanggungjawabkan keasliannya.

# BAB III
# LANDASAN TEORI

## 3.1 Beton

Menurut Ferguson (1991), beton merupakan material kontruksi yang sering digunakan pada pekerjaan pembangunan. Beton terbentuk dari agregat kasar dan agregat halus yang dilekatkan dengan pasta yang tebentuk dari campuran semen portland dan air. Pasta berfungsi untuk mengisi rongga dan sebagai perekat antar agregat pada campuran beton. Beton akan mengeras karena terjadi reaksi kimia eksotermis dari semen dan air sehingga terbentuk bahan yang padat dan tahan lama.

Pada proses pembuatan beton harus memperhitungkan komposisi campuran beton dengan baik dan benar agar dapat menghasilkan beton yang keras karena dalam membuat beton harus memenuhi syarat - syarat yang wajib dipenuhi. Pada saat beton keras diharapkan dapat menahan beban yang diterimanya dengan begitu sifat utama yang beton dadalah kekuatannya. Menurut Tjokrodimulyo (2007), beton memiliki beberapa kelebihan antara lain sebagai berikut.

1. Harga yang relatif murah karena memakai bahan-bahan yang mudah didapatkan
2. Beton termasuk bahan yang awet, tahan panas, tahan terhadap pengkaratan atau pembusukan oleh kondisi lingkungan dan tahan aus.
3. Memiliki daya tahan dalam menerima kuat tekan yanag cukup tinggi, sehingga bila dikombinasikan dengan baja tulangan yang memiliki daya tahan tarik yang tinggi dapat menjadi satu kesatuan struktur yang kuat.
4. Mudah dalam proses pengerjaan karena beton mudah untuk dicetak dalam bentuk dan ukuran sesuai dengan keinginan. Cetakan beton dapat digunakan beberaapa kali sehingga secara ekonomi menjadi lebih terjangkau.

Menurut Tjokrodimulyo (2007), beton memiliki beberapa kekurangan antara lain sebagai berikut.

1. Bahan dasar yang digunakan berupa agregat halus dan agregat kasar memiliki berbagai macam jenis sesuai dengan lokasi pengambilannya, sehingga cara perencanaan dan cara pembuatannya berbeda-beda.
2. Beton mempunyai kuat tarik yang rendah, sehingga getas atau rapuh, dan mudah retak. Oleh karena itu, perlu diberikan cara-cara untuk mengatasinya, misalnya dengan memberikan baja tulangan, baja, dan sebagainya agar memiliki nilai kuat tarik yang tinggi.
3. Beton mempunyai beberapa jenis kekuatan sehingga perlu direncanakan sesuai dengan bagian bangunan yang akan dibuat, sehingga cara perencanaan dan cara pelaksanaan bermacam-macam juga.

## 3.2 Bahan Penyusun Beton

Bahan penyusun beton tersusun dari bahan aktif dan bahan pasif. Bahan aktif yaitu semen dan air berfungsi pengikat, dan bahan pasif yaitu agregat kasar dan agregat halus sebagai bahan pengisi. Berikut merupakan bahan-bahan penyusun beton.

### 3.2.1 Agregat

Agregat merupakan material alami yang memiliki fungsi sebagai bahan pengisi pada campuran beton dan memberikan kekuatan pada beton. Volume beton yang diisi dengan agregat dsekitar ± 75%. Agregat mempengaruhi sifat dan kekuatan beton sehingga pada saat pemilihan dalam menentukan agregat yang digunakan adalah bagian penting untuk pembuatan beton. Agregat dibedakan menjadi dua golongan yaitu agregat kasar dan agregat halus. Agregat kasar adalah batuan yang memiliki ukuran butirnya lebih dari 4,80 mm (*British Standart*) atau 4,75 mm berdasarkan (Standar ASTM) dan agregat halus memiki ukuran butir kurang dari 4,80 mm (4,75 mm). Adapun penjabaran mengenai agregat kasar dan agregat halus sebagai berikut.

1. Agregat halus

Agregat halus (pasir) merupakan agregat ukuran butirannya berkisar antara 0,075 mm sampai dengan 4,75 mm atau lolos saringan No. 4 dan tertahan pada saringan No. 200. Agregat halus (pasir) yang akan dipakai harus memenuhi syarat yang telah ditentukan. Menurut PBI (1971), terdapat syarat-syarat agregat halus yang digunakan sebagai berikut.

a. Agregat halus memiliki bentuk butiran yang kuat, memiliki sifat yang tidak mudah hancur karena cuaca hujan atau cuaca panas.
b. Tidak boleh memiliki kandungan lumpur lebih dari 5% dari berat agregat kering. Jika memiliki kandungan lumpur lebih dari 5% maka harus dicuci.
c. Agregat halus tidak boleh mengandung terlalu banyak bahan organik.

Adapun syarat-syarat yang harus dilihat apabila agregat halus memiliki butiran-butiran yang beragam yaitu dengan melakukan penyaringan dengan ayakan yang ditentukan, harus memenuhi kententuan sebagai dberikut.

a Sisa di atas ayakan 4 mm, harus minimum 2% berat.
b Sisa di atas ayakan 1 mm, harus minimum 10% berat.
c Sisa di atas ayakan 0,25 mm, harus berkisar antara 80% - 90% berat.

2. Agregat kasar

Agregat kasar merupakan agregat yang memiliki ukuran lebih dari 5 mm – 40 mm yang diperoleh oleh industri pemecah batu hasil berupa kerikil adalah hasil disintegrasi alami. Sifat dagregat kasar dapat mempengaruhi daya tahan terhadap disintegrasi beton, cuaca dan kekuatan akhir pada beton serta efek-efek lainnya. Dapat dikatakan agregat kasar jika melebihi ¼ in (6 mm). Menurut PBI (1971), syarat-syarat dagregat kasar yaitu sebagai berikut.

a. Agregat kasar terdiri dari butiran yang keras dan tidak terdapat pori-pori lebih 20% dari berat agregat, serta harus memiliki ketahanan dalam pengaruh cuaca hujan ataupun panas matahari.

b. Tidak boleh memiliki kandungan lumpur lebih dari 1% dari berat kering. Apabila memiliki dkandungan dlumpur dlebih ddari d1% dmaka ddicuci ddahulu.
c. Agregat kasar tidak memiliki kandungan yang dapat merusak beton, seperti bahan-bahan kimia yang reaktif terhadap alkali.
d. Agregat kasar terdiri dari butiran yang memiliki ukuran beraneka ragam.

3.2.2 Semen *Portland*

Semen *Portland* termasuk dalam jenis semen hidrolis karena dapat mengikat bahan lain dengan air sehingga menjadi satu kesatuan massa yang dapat mengeras dan memadat. Semen berfungsi untuk mengisi ruang yang kosong serta mengikat agregat sehingga menjadi beton yang padat. Kadar yang digunakan dalam pembuatan beton mengandung semen sekitar ± 10% pada volume beton. Menurut SNI 15-2049-2004 semen *Portland* dibagi menjadi 5 dkategori dberdasarkan jenis dan penggunannya adalah sebagai berikut.

1. Tipe I, semen *Portland* digunakan untuk campuran beton yang tidak membutuhkan syarat – syarat khusus seperti di jenis-jenis lainnya.
2. Tipe II, semen *Portland* digunakan untuk campuran beton yang membutuhkan ketahanan dengan sulfat atau kalor hidrasi sedang.
3. Tipe III, semen *Portland* digunakan untuk campuran beton yang membutuhkan kekuatan awal tinggi saat fase permulaan setelah terjadi pengikatan.
4. Tipe IV, semen *Portland* digunakan untuk campuran beton yang penggunaanya memerlukan panas hidrasi rendah.
5. Tipe V, semen *Portland* digunakan untuk campuran beton yang membutuhkan ketahanan tinggi terhadap sulfat.

3.2.3 Air

Air merupakan salah satu bahan yang digunakan dalam pembuatan beton. Campuran air dengan semen menjadi pasta yang berfungsi untuk pengikat agregat. Air berpengaruh dalam kuat tekan beton karena jika kelebihan air maka akan terjadi penurunan kekuatan beton dan mutu beton. Syarat – syarat air yang dapat dipakai untuk

campuran beton adalah air tawar, tidak berbau, tidak terdapat kandungan yang dapat merusak beton. Jika kelebihan penggunaan air terlalu banyak bisa menjadikan kekuatan beton turun dan beton keropos dan jika air yang digunakan kurang sehingga dapat menyebabkan proses hidrasi tidak tercapai dan dapat mempengaruhi kekuatan beton (Tjokrodimuljo, 1996).

Menurut Departemen Pekerjaan Umum (1982), syarat – syarat air yang dapat digunakan untuk campuran beton sebagai berikut:

1. Kandungan lumpur dalam air tidak boleh lebih dari 2 gr/lt.
2. Air tidak mengandung garam yang lebih dari 15 gr/lt karena dapat merusak beton.
3. Kandungan senyawa sulfat tidak lebih dari 1 gr/lt.
4. Kandungan *klorida* tidak lebih dari 0,5 gr/lt.

## 3.3 Bahan Tambah *(Admixture)*

Bahan tambah merupakan bahan lain yang ditambahkan ke dalam campuran beton saat proses pencampuran selain agregat, semen dan air. Penambahan bahan tambah ke dalam campuran beton bertujuan untuk memodifikasi sifat dan karakteristik dari beton agar menjadi lebih cocok dalam pekerjaan tertentu misalnya, menambah kekuatan beton, mempercepat pengerasan, menghemat biaya, memudahkan proses pengerjaan, menjadi lebih awet dan tujuan lainnya. Perlu perhatian khusus dalam penggunaan bahan tambah, karena penggunaan yang berlebihan dapat menurunkan kualitas beton yang dihasilkan. Bahan tambah dibagi menjadi dua jenis, yaitu bahan tambah kimia dan bahan tambah mineral.

### 3.3.1 Bahan Tambah Kimia (*Chemical Admixture)*

Bahan tambah kimia merupakan bahan tambah cairan kimia yang jika ditambahkan ke dalam campuran beton berfungsi untuk menambah kekuatan beton, mempercepat atau memperlambat waktu ikat, mempermudah proses pengerjaan, mengurangi kebutuhan air, meningkatkan nilai *slump* dan tujuan lainnya. Tujuan bahan tambah adalah untuk meningkatkan kualitas campuran beton menjadi lebih baik dan

meningkatkan kinerja beton. Menurut SNI 2495-1991 bahan tambah kimia dikelompokkan sebagai berikut.

1. Tipe A (*Water-Reducing Admixtures*)

   *Water-Reducing Admixtures* merupakan zat tambahan yang berfungsi untuk mengurangi jumlah air yang digunakan dalam pembuatan beton, sehingga akan menghasilkan beton dengan sesuai yang diinginkan. Bahan tambah ini tidak memengaruhi kadar semen dan nilai *slump*, sehingga memungkinkan produksi beton dengan rasio faktor air semen (fas) yang rendah.

2. Tipe B (*Retarding Admixture*)

   *Retrading Admixture* merupakan bahan tambah yang berfungsi untuk mengurangi waktu ikat beton (*setting time*) sehingga dapat memudahkan saat proses pengecoran.

3. Tipe C (*Accelerating Admixture*)

   *Accelerating Admixture* adalah bahan tambahan yang berfungssi untuk mempercepat proses pengikatan dan pembentukan kekuatan awal pada beton. Fungsinya adalah untuk mengurangi hidrasi dan mempercepat pencapaian kekuatan awal beton.

4. Tipe D (*Water Reducing and Retarding Admixtures*)

   *Water Reducing and Retarding Admixtures* merupakan bahan tambah yang berfungsi untuk mengurangi jumlah air dan menghambat waktu ikat beton. Bahan tambah ini dapat digunakan untuk meningkatkan kekuatan beton dan juga dapat digunakan untuk mengurangi kadar semen dengan proporsi yang sama dengan pengurangan kadar air tanpa memodifikasi proporsi awal.

5. Tipe E (*Water Reducing and Accelerating Admixtures*)

   *Water Reducing and Accelerating Admixtures* merupakan bahan tambah yang berfungsi untuk mengurangi kadar air dan mempercepat proses pengikatan beton (*setting time*).

6. Tipe F (*Water Reducing, High Range Admixtures*)

*Water Reducing, High Range Admixtures* merupakan bahan tambah yang berfungsi untuk mengurangi jumlah air pada campuran beton sebesar 12% atau lebih, guna menghasilkan beton yang memiliki konsistensi yang diinginkan.

7. Tipe G (*Water Reducing, High Range Retarding Admixtures*)

*Water Reducing, High Range Retarding Admixtures* adalah bahan tambah yang berperan dalam mengurangi jumlah air pada campuran beton sebesar 12% atau lebih, sehingga menghasilkan beton dengan konsistensi yang diinginkan sekaligus memperlambat waktu ikat beton (*setting time*).

3.3.2 Bahan Tambah Mineral (Mineral *Admixture*)

Bahan tambah mineral merupakan bahan tambah yang berfungsi untuk memperbaiki sifat, karakteristik beton serta meningkatkan daya tahan dan kekuatan beton. Bahan tambah mineral juga dapat menghemat biaya pembuatan beton serta dapat memanfaatkan limbah. Bahan tambah mineral seperti *pozzolan*, abu terbang (*fly ash*), terak besi tanur tinggi, *silica fume*, abu sekam padi, dan lain sebagainya.

3.3.3 Serbuk kayu jati

Pada setiap kawasan industri pengolahan kayu sering dijumpai serbuk kayu sisa penggergajian. Serbuk kayu jarang digunakan atau dimanfaatkan sehingga menimbulkan masalah dalam penanganannya. Menurut Susanto (1998), kayu memiliki kadar selulosa yangcukup tinggi yaitu sekitar 70%. Kayu memiliki kandungan kadar hemiselulosa dan lignin dalam sekitar 15 – 30% berat kering bahan. Kandungan yang terkandung dalam kayu ditambahkan dalam campuran beton akan memperkuat daya ikat antar partikel akibat sifat adhesinya, dapat menghambat difusi air pada material dengan sifat hidrofobik yang dimiliknya. Maka dari itu dapat menghasilkan beton yang relatif lebih tahan air dan lebih kuat. Usaha dalam meningkatkan kekuatan beton diantaranya menambahkan zat aditif atau menambahkan serat ke dalam campuran beton. Pada serbuk kayu terdapat kadar selulosa dan hemiselulosa yang apabila ditambahkan ke dalam campuran beton, kandungan senyawa ini dapat terserap pada

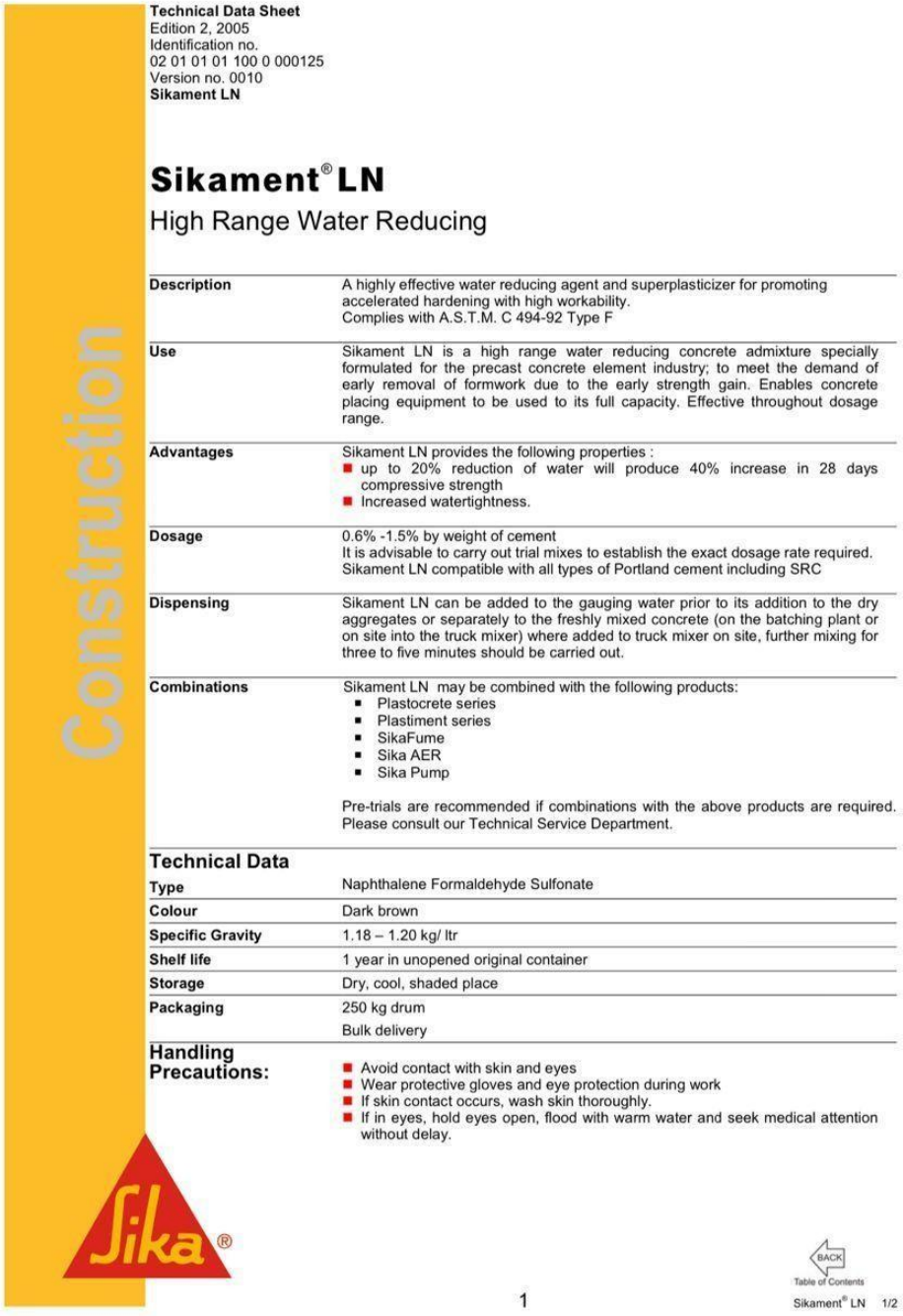
permukaan partikel dan memperkuat daya ikat antar partikel karena sifat adhesi dan dispersinya, dan dapat menghambat difusi air pada material akibat sifat hidrofobnya. Sehingga dapat menghasilkan beton yang lebih kuat dan relatif tidak tembus air, yang dapat digunakan sebagai bahan konstruksi dengan tujuan tertentu (Gargulak, 2001)



**Gambar 3. 1 Serbuk Kayu Jati**

### 3.3.4 *Superplasticizer*

Superplasticizer merupakan bahan tambah kimia yang dapat ditambahkan ke dalam campuran beton untuk memodifikasi sifat dan karakteristik beton menjadi lebih baik serta untuk menambah kekuatan beton. *Superplasticizer* yang digunakan dalam penelitian ini adalah Sikament LN yang merupakan bahan tambah tipe F atau *High Range Water Reducer*. Pemakaian Sikament LN ini bertujuan untuk menambah kekuatan beton, meningkatkan kelacakan, dan mempercepat pengerasan pada beton. Produk ini juga dapat mengurangi air hingga 15% atau lebih. Pemakaian Sikament LN pada penelitian ini bertujuan untuk menjaga kelacakan pada campuran beton dan mengimbangi penyerapan serbuk kayu pada air, mengingat serbuk kayu memiliki daya serap air yang cukup tinggi sehingga campuran beton menjadi lebih kental. Karakteristik dan informasi Sikament LN dapat dilihat pada Gambar 3.1.



**Technical Data Sheet**
Edition 2, 2005
Identification no.
02 01 01 01 100 0 000125
Version no. 0010
**Sikament LN**

Construction

# Sikament® LN

## High Range Water Reducing

| | |
|---|---|
| **Description** | A highly effective water reducing agent and superplasticizer for promoting accelerated hardening with high workability.<br>Complies with A.S.T.M. C 494-92 Type F |
| **Use** | Sikament LN is a high range water reducing concrete admixture specially formulated for the precast concrete element industry; to meet the demand of early removal of formwork due to the early strength gain. Enables concrete placing equipment to be used to its full capacity. Effective throughout dosage range. |
| **Advantages** | Sikament LN provides the following properties :<br>■ up to 20% reduction of water will produce 40% increase in 28 days compressive strength<br>■ Increased watertightness. |
| **Dosage** | 0.6% -1.5% by weight of cement<br>It is advisable to carry out trial mixes to establish the exact dosage rate required.<br>Sikament LN compatible with all types of Portland cement including SRC |
| **Dispensing** | Sikament LN can be added to the gauging water prior to its addition to the dry aggregates or separately to the freshly mixed concrete (on the batching plant or on site into the truck mixer) where added to truck mixer on site, further mixing for three to five minutes should be carried out. |
| **Combinations** | Sikament LN may be combined with the following products:<br>▪ Plastocrete series<br>▪ Plastiment series<br>▪ SikaFume<br>▪ Sika AER<br>▪ Sika Pump<br><br>Pre-trials are recommended if combinations with the above products are required. Please consult our Technical Service Department. |

## Technical Data

| | |
|---|---|
| **Type** | Naphthalene Formaldehyde Sulfonate |
| **Colour** | Dark brown |
| **Specific Gravity** | 1.18 – 1.20 kg/ ltr |
| **Shelf life** | 1 year in unopened original container |
| **Storage** | Dry, cool, shaded place |
| **Packaging** | 250 kg drum<br>Bulk delivery |

**Handling Precautions:**

- Avoid contact with skin and eyes
- Wear protective gloves and eye protection during work
- If skin contact occurs, wash skin thoroughly.
- If in eyes, hold eyes open, flood with warm water and seek medical attention without delay.

Sika®

BACK
Table of Contents

1

Sikament® LN 1/2

**Gambar 3. 2 Karakteristik Sikament LN**

(Sumber : PT. SIKA INDONESIA)

## 3.4 Perencanaan Campuran Beton

Proses perencanaan campuran beton yang akan dilakukan pada penelitian ini menggunakan peraturan SNI 03-2834-2000 sebagai acuan merencanakan campuran beton. Adapun tahapan dalam melakukan pembuatan campuran beton menurut SNI 03-2834-2000 adalah sebagai berikut.

1. Menentukan nilai deviasi standar (*Sd*) dapat ditentukan dengan melihat tingkat mutu pengendalian pada saat melakukan pencampuran beton. Nilai deviasi standar pada tingkat pengendalian mutu pekerjaan dapat dilihat pada Tabel 3.1 dan Tabel 3.2.

**Tabel 3. 1 Faktor Pengali Deviasi Standar**

| Jumlah Pengujian | Faktor Pengali |
|---|---|
| < 15 | - |
| 15 | 1,16 |
| 20 | 1,08 |
| 25 | 1,03 |
| ≥ 30 | 1,00 |

Sumber : SNI 03-2834-2000

**Tabel 3. 2 Nilai Deviasi Standar Untuk Berbagai Tingkat Pengendalian Mutu Pekerjaan**

| Tingkat Pengendalian Mutu | Sd (MPa) |
|---|---|
| Memuaskan | 2,8 |
| Sangat Baik | 3,5 |
| Baik | 4,2 |
| Cukup | 5,6 |
| Jelek | 7,0 |
| Tanpa Kendali | 8,4 |

Sumber : SNI 03-2834-2000

2. Menentukan nilai tambah (M) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (3.1) berikut.

$$M = 1.64 \times Sd \quad (3.1)$$

dengan:

M = Nilai tambah (MPa)

*Sd* = Deviasi standar (MPa)

3. Menentukan kuat tekan beton rata-rata rencana (*f'cr*) dengan persamaan (3.2) berikut.

$$f'cr = f'c + M \quad (3.2)$$

dengan:

*f'cr* = Kuat tekan rata-rata rencana (MPa)

*f'c* = Kuat tekan yang diisyaratkan (MPa)

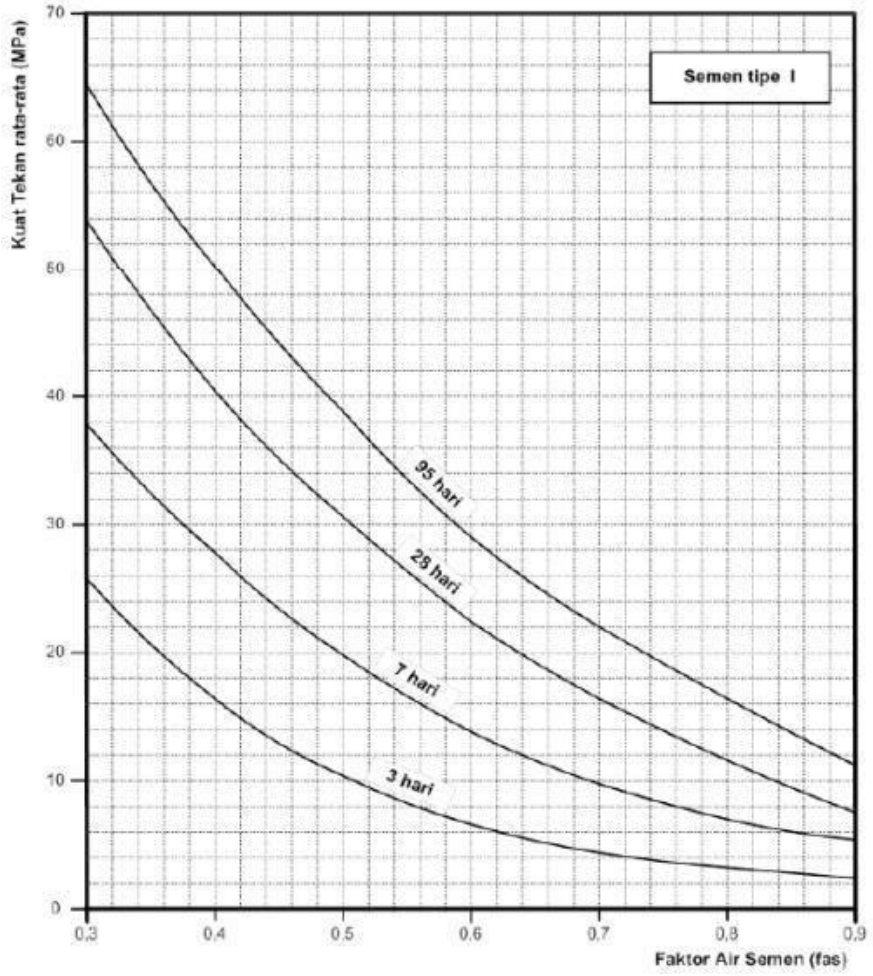
M = Nilai tambah (MPa)

4. Menentukan jenis semen yang akan digunakan.
5. Menentukan jenis agregat yang akan digunakan.
6. Menentukan nilai faktor air semen (fas) dengan melihat Tabel 3.3 dan grafik pada Gambar 3.2.

**Tabel 3. 3 Pekiraan Kuat tekan Beton dengan FAS 0,5**

| Jenis Semen | Jenis Agregat Kasar | Kekuatan Tekan (MPa) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Pada Umur (hari) | | | | Bentuk benda uji |
| | | 3 | 7 | 28 | 95 | |
| Semen Portland Tipe I | Batu tak dipecahkan | 17 | 23 | 33 | 40 | Silinder |
| | Batu pecah | 19 | 27 | 37 | 45 | |
| Semen Portland Tipe II, V | Batu tak dipecahkan | 20 | 28 | 40 | 48 | Kubus |
| | Batu pecah | 25 | 32 | 45 | 54 | |
| Semen Portland Tipe III | Batu tak dipecahkan | 21 | 28 | 38 | 44 | Silinder |
| | Batu pecah | 25 | 33 | 44 | 48 | |
| | Batu tak dipecahkan | 25 | 31 | 46 | 53 | Kubus |
| | Batu pecah | 30 | 40 | 53 | 60 | |

Sumber : SNI 03-2834-2000




**Gambar 3. 3 Grafik Hubungan Antara Kuat Tekan dan Faktor Air Semen Untuk Benda Uji Silinder**

(Sumber: SNI-03-2834-2000)

7. Melakukan pengujian slump untuk mengetahui tingkat kelacakan adukan beton sebelum dilakukan pekerjaan pengecoran.
8. Menentukan besar butir agregat maksimum.
9. Menghitung kadar air bebas agregat campuran dengan persamaan (3.3).

$$\text{Kadar air bebas} = \frac{2}{3}\,\text{Wh} + \frac{1}{3}\,\text{Wk} \qquad (3.3)$$

dengan:

Wh= Perkiraan jumlah agregat halus

Wk= Perkiraan jumlah agregat kasar

Nilai Wh dan Wk dapat didapatkan dengan melihat Tabel 3.4 berikut.

**Tabel 3. 4 Perkiraan Kadar Air Bebas Tiap $m^3$ Beton**

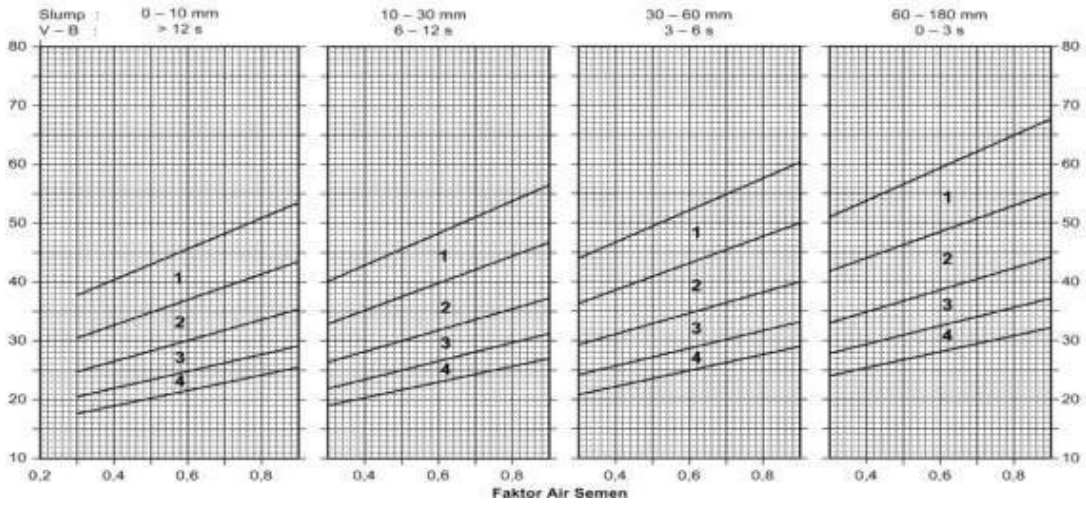
| Ukuran maksimum Agregat (mm) | Jenis Batuan | Slump (mm) | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 0 - 10 | 10 - 30 | 30 - 60 | 60 - 180 |
| 10 | Batu tak dipecahkan | 150 | 180 | 205 | 225 |
| | Batu pecah | 180 | 205 | 230 | 250 |
| 20 | Batu tak dipecahkan | 135 | 160 | 180 | 195 |
| | Batu pecah | 170 | 190 | 210 | 225 |
| 40 | Batu tak dipecahkan | 115 | 140 | 160 | 175 |
| | Batu pecah | 155 | 175 | 190 | 205 |

Sumber: SNI-03-2834-2000

a. Menentukan kadar semen yang digunakan per $m^3$ beton dapat dihitung menggunakan persamaan (3.4) berikut.

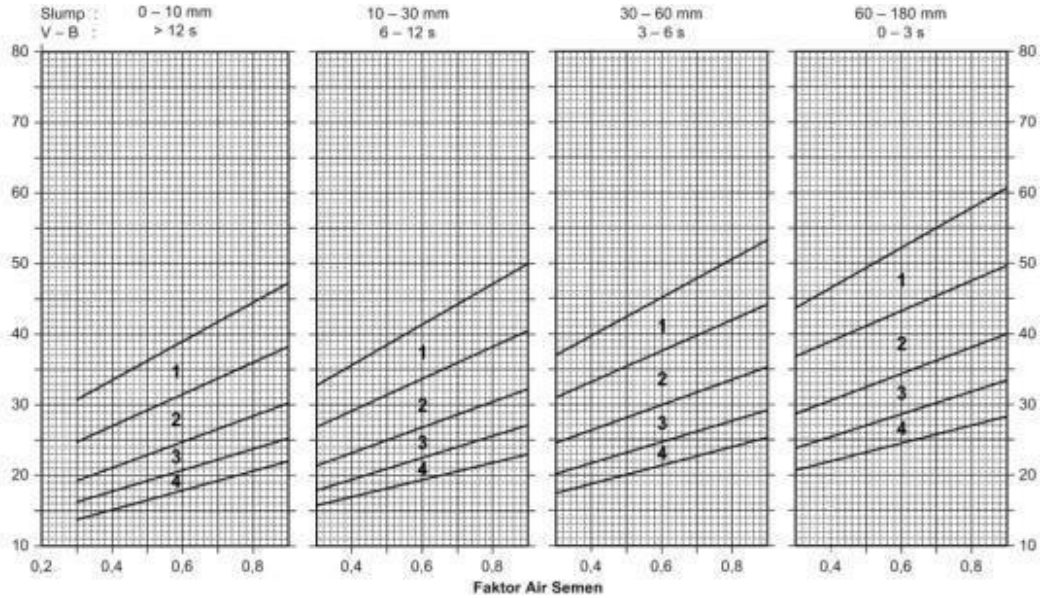
$$\text{Jumlah semen per } m^3 \text{ beton} = \frac{\text{Kadar air bebas}}{\text{FAS}} \quad (3.4)$$

b. Menentukan persentase agregat kasar dan agregat halus dapat menggunakan grafik pada Gambar 3.3 dan Gambar 3.4.




**Gambar 3. 4 Grafik Persen Pasir Terhadap Kadar Total Agregat Max 20 mm**

(Sumber: SNI-03-2834-2000)




**Gambar 3. 5 Grafik Persen Pasir Terhadap Kadar Total Agregat Max 40 mm**

(Sumber: SNI-03-2834-2000)

c. Adapun langkah-langkah dalam menentukan persentase dalam penggunaan agregat kasar dan agregat halus dengan menggunakan grafik pada Gambar 3.3 dan Gambar 3.4 diuraikan sebagai berikut.

1). Pada Gambar 3.3 dan Gambar 3.4, tentukan grafik yang akan digunakan berdasarkan ukuran maksimum agregat dan nilai *slump* yang telah direncanakan.

2). Tarik garis vertikal ke atas sampai ke kurva yang teratas di antara kedua kurva yang menunjukkan daerah gradasi pasir.

3). Setelah itu, menarik garis horisontal ke kanan, pada kurva atas dan kurva bawah yang terletak di dalam daerah gradasi dan catat hasilnya.

4). Ambil nilai rerata dari kedua hasil tersebut.

Nilai presentase agregat kasar dapat dihitung menggunakan persamaan (3.5) berikut

$$\text{Persen agregat kasar} = 100\% - \text{Persen agregat halus} \quad (3.5)$$

10. Menghitung berat jenis relatif agregat dengan mengambil data dari hasil pengujian laboratorium. Berat jenis agregat gabungan dapat dihitung dengan persamaan (3.6) berikut.

$$BJ_{AG} = (\%AH \times BJ_{AH}) + (\%AK \times BJ_{AK}) \quad (3.6)$$

dengan :

$BJ_{AG}$ = Berat jenis agregat gabungan

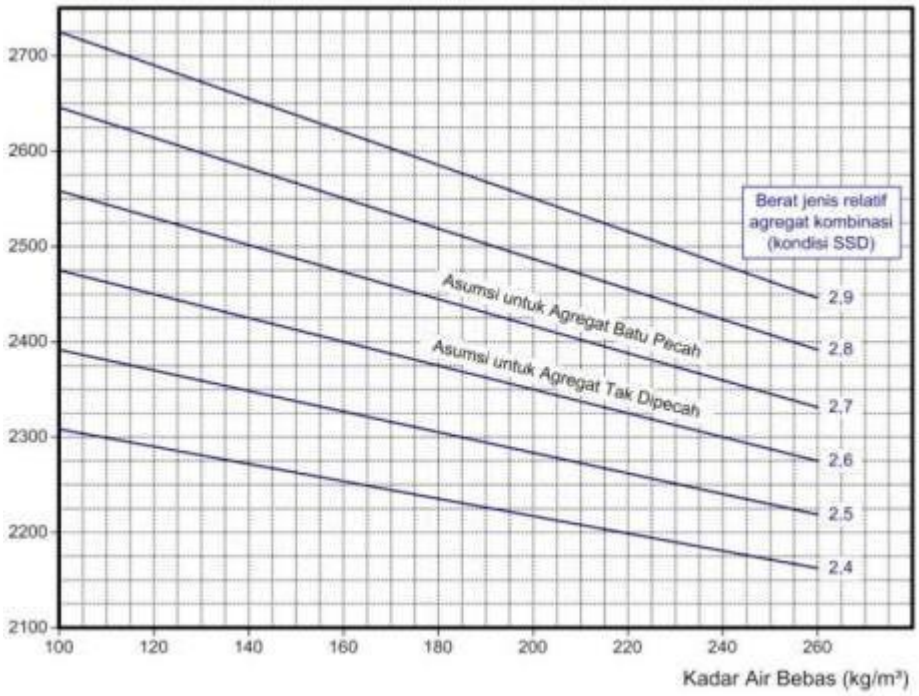
$BJ_{AH}$ = Berat jenis agregat halus

$BJ_{AK}$ = Berat jenis agregat kasar

%AH = Persentase agregat halus

%AK = Persentase agregat kasar

11. Mencari nilai berat isi beton dapat dilihat dengan menggunakan grafik pada Gambar 3.5.




**Gambar 3. 6 Grafik Perkiraan Berat Beton Yang Telah Selesai Didapatkan**

(Sumber: SNI-03-2834-2000)

Langkah – langkah untuk mendapatkan nilai berat isi beton dengan melihat grafik di atas adalah sebagai berikut.

a. Pada Gambar 3.5 di atas, tarik garis dari nilai berat jenis agregat gabungan yang sejajar sama garis linier yang terdapat di grafik.
b. Kemudian tarik garis vertikal ke atas hingga memotong garis yang sudah dibuat tadi sesuai dengan nilai kadar air bebas. Lalu tarik garis horisontal ke kiri sampai perpotongan kedua garis di atas dan catat hasilnya.

12. Menghitung kadar agregat gabungan menggunakan persamaan (3.7) berikut.

    Kadar agregat gabungan = berat isi beton – kadar semen – kadar air bebas (3.7)

13. Menghitung kadar agregat kasar menggunakan persamaan (3.8) berikut.

$$\text{Kadar agregat kasar} = \frac{\%\ \text{agregat kasar}}{100} \times \text{kadar agregat gabungan} \qquad (3.8)$$

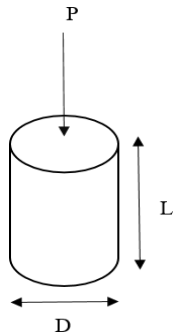
14. Menghitung kadar agregat halus menggunakan persamaan (3.9) berikut.

$$\text{Kadar agregat halus} = \frac{\%\ \text{agregat halus}}{100} \text{x kadar agregat gabungan} \qquad (3.9)$$

15. Menghitung proporsi campuran (agregat dalam kondisi SSD) untuk mengetahui proporsi campuran beton setiap 1 $m^3$ beton.
16. Menghitung kadar serbuk kayu jati dari berat semen.
17. Menghitung kadar *superplasticizer* Sikament LN dari berat semen.

## 3.5 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton merupakan kemampuan beton keras dalam menahan gaya aksial persatuan luas. Penentuannya dengan mealukan uji tekan dengan menggunakan mesin uji, yaitu nilai tekanan aksial per satuan luas yang dapat menyebabkan kehancuran benda uji beton. Menurut Mulyono (2004), terdapat faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kuat tekan beton seperti campuran bahan-bahan penyusunnya, metode perencanaannya, proses perawatan dan keadaan saat melakukan percobaan. Prosedur pengujian kuat tekan beton menggunakan benda uji beton silinder yang diletakan di mesin tekan secara sentris, kuat tekan dapat didefinisikan untuk ketahanan maksimum diukur pada saat menerima beban aksial yang diberikan. Pengujian kuat tekan dapat dilihat pada Gambar 3.6 berikut.




**Gambar 3. 7 Skema Pengujian Kuat Tekan Beton**

Menurut SNI 1974-2011 nilai kuat tekan beton dihitung menggunakan persamaan (3.10) berikut.

$$f'c = \frac{P}{A} \quad (3.10)$$

dengan :

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

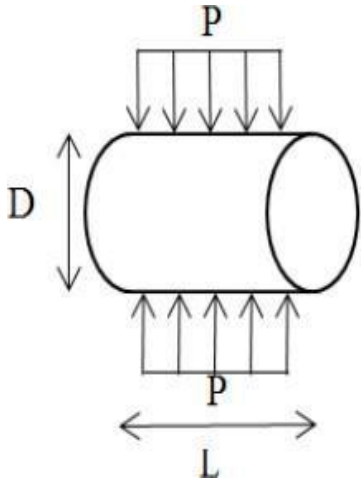
P = Beban maksimum (N)

A = Luas penampang yang menerima beban ($mm^2$)

D = Diameter

## 3.6 Kuat Tarik Beton

Pada pengujian ini, benda uji direbahkan lalu ditekan sampai terbelah menjadi dua bagian akibat tegangan tarik. Berdasarkan SNI 2491 (2014), uji tarik belah dilakukan untuk mengevaluasi kekuatan struktur komponen beton yang menggunakan agregat terkait ketahanan geser. Pengujian kuat tarik belah dilakukan menggunakan benda uji silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Pengujian kuat tarik beton dapat dilihat pada Gambar 3.7 berikut.




**Gambar 3. 8 Skema Pengujian Kuat Tarik Beton**

Kuat Tarik beton dihitung dengan menggunakan persamaan (3.11).

$$T = \frac{2P}{\pi L D} \quad (3.11)$$

dengan :

T = Kuat tarik belah (MPa)

P = Beban maksimum (N)

L = Panjang silinder (mm)

D = Diameter silinder (mm)

## 3.7 Absorpsi Beton

Absorpsi atau penyerapan air pada beton adalah peristiwa masuknya air ke dalam beton melalui pori-pori kapiler yang terdapat pada permukaan beton. Nilai absorpsi pada beton dipengaruhi oleh rongga atau pori yang ada pada beton. Semakin banyak rongga yang dimiliki beton maka semakin tinggi pula nilai absorpsi beton, sehingga ketahanan beton terhadap air akan semakin menurun. Berdasarkan 6433-2016, nilai absorpsi beton dapat dihitung dengan Persamaan 3.12 sebagai berikut.

$$P_A = \frac{B-A}{A} \times 100 \quad (3.11)$$

Keterangan:

$P_A$ = Absorpsi atau penyerapan air (%)

B = Massa contoh uji kering permukaan di udara setelah perendaman (gram)

A = Massa contoh uji kering oven, di udara (gram)

# BAB IV
# METODE PENELITIAN

## 4.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan pada Tugas Akhir ini adalah penelitian yang bersifat eksperimental. Penelitian eksperimen merupakan suatu metode penelitian dengan maksud untuk melakukan identifikasi hubungan sebab akibat dari satu atau lebih variabel terkait dengan melakukan manipulasi variabel bebas pada suatu keadaan yang terkendali. Penelitian yang dilakukan meliputi 4 tahapan yaitu pengujian agregat, perencanaan *mix design*, pembuatan benda uji, dan pengujian benda uji. Penelitian ini dilakukan dengan menambahkan dan memodifikasi kadar bahan tambah serbuk kayu dan superplaticizer dalam campuran beton. Dari hasil penelitian ini akan diketahui pengaruh penambahan serbuk kayu jati dan *superplasticizer* ke dalam campuran beton terhadap kuat tekan beton dan kuat tarik beton.

## 4.2 Bahan-Bahan Penyusun Benda Uji

Bahan-bahan yang digunakan untuk penyusun benda uji pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Semen *Portland*

   Semen yang dipakai dalam penelitian ini adalah semen *Portland* tipe I merk Tiga Roda jenis *Portland Composite Cement*.

2. Agregat kasar

   Agregat kasar yang digunakan pada penelitian ini berasal dari Clereng dan memiliki ukuran maksimal 20 mm.

3. Agregat halus

   Agregat halus merupakan pasir yang lolos di saringan 4,80 mm. Agregat halus digunakan berasal dari Progo, Kulon Progo.

4. Air

   Air yang digunakan berasal dari Laboratoruim Bahan Konstruksi Teknik (BKT) Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia. Secara visual air tidak berwarna dan tidak berbau.

5. Bahan Tambah

   Bahan tambah yang digunakan dalam penelitian ini ialah serbuk kayu jati dan bahan tambah *superplasticizer* Sikament LN.

## 4.3 Peralatan

Pada penelitian ini peralatan yang digunakan dikelompokan menjadi dua, yaitu peralatan yang digunakan dalam proses pembuatan benda uji dan peralatan yang digunakan untuk pengujian benda uji.

1. Piknometer

   Piknometer merupakan suatu alat yang digunakan untuk pengujian berat jenis dan penyerapan air pada agregat halus.

2. Ayakan

   Ayakan yang digunakan pada penelitian ini adalah ayakan *mesh* yang nantinya akan digunakan untuk pengujian analisa saringan agregat kasar dan agregat halus.

3. Timbangan

   Timbangan digunakan untuk menimbang berat material yang akan digunakan dalam membuat benda uji.

4. Cetakan Benda Uji

   Cetakan atau bekisting memiliki fungsi sebagai wadah dalam membentuk beton. Cetakan benda uji yang digunakan pada penelitian ini berbentuk silinder dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm.

5. *Concrete Mixer*

   *Concrete mixer* digunakan untuk mencampurkan material seperti semen, agregat kasar, agregat halus, air, dan bahan tambah

6. Ember

   Ember atau wadah berfungsi untuk menampung material yang nantinya akan dimasukkan ke dalam mesin pengaduk beton.

7. Kerucut *Abrams*

   Kerucut *abrams* digunakan untuk pengujian *slump*

8. Sekop

   Pada penelitian ini sekop digunakan untuk menuangkan beton segar ke dalam cetakan benda uji.

9. Tongkat Penumbuk

   Tongkat penumbuk digunakan untuk membantu perataan campuran beton pada cetakan pada cetakan atau uji slump.

10. Meteran/mistar

    Mistar/meteran alat yang digunakan untuk mengukur ketinggian jatuh dari pengujian slump test.

11. Neraca Ohauss

    Neraca ohauss digunakan untuk menimbang berat material yang akan digunakan dengan ketelitian yang lebih baik dari pada timbangan biasa.

12. Mesin Uji Kuat Tekan

    Mesin uji kuat tekan digunakan untuk mengetahui nilai kuat tekan terhadap sampel benda uji silinder dengan cara diberi beban secara vertikal hingga benda uji mengalami keruntuhan.

13. Mesin Uji Kuat Tarik Belah

    Mesin uji kuat tarik belah digunakan untuk mengetahui nilai kuat tarik belah terhadap sampel benda uji silinder, dengan posisi benda uji tertidur yang diberi beban secara vertikal hingga benda uji mengalami keruntuhan.

## 4.4 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

## 4.5 Benda Uji

Pada penelitian ini menggunakan benda uji berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm untuk pengujian kuat tekan beton dan kuat tarik beton. Jumlah benda uji yang diperlukan adalah 72 buah dengan rincian tabel seperti pada Tabel 4.1 berikut.

**Tabel 4. 1 Rincian Benda Uji**

| **Variasi** | **Umur beton** | **Jumlah benda uji kuat tekan** | **Jumlah benda uji kuat tarik** | **Jumlah benda uji absorpsi beton** |
|---|---|---|---|---|
| BN | 28 hari | 5 | 5 | 2 |
| A1 | | 5 | 5 | 2 |
| A2 | | 5 | 5 | 2 |
| A3 | | 5 | 5 | 2 |
| A4 | | 5 | 5 | 2 |
| A5 | | 5 | 5 | 2 |
| Total | | 30 | 30 | 12 |
| | | 72 | | |

Keterangan :

BN = Serbuk kayu 0% dan *superplasticizer* 0%

A1 = Serbuk kayu 0% dan *superplasticizer* 1%

A2 = Serbuk kayu 1% dan *superplasticizer* 1%

A3 = Serbuk kayu 1,5% dan *superplasticizer* 1%

A4 = Serbuk kayu 2% dan *superplasticizer* 1%

A5 = Serbuk kayu 2,5% dan *superplasticizer* 1%

## 4.6 Tahapan Penelitian

Adapun langkah-langkah dalam melakukan penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Persiapan

   Persiapan untuk melakukan penelitian ini berupa persiapan studi pustaka, alat dan bahan yang digunakan dan persiapan laboratorium.

2. Pengujian Agregat

   Pengujian agregat berfungsi agar dapat mengetahui sifat dan karakteristik bahan yang digunakan memenuhi persyaratan yang sudah ditentukan dalam pencampuran beton *(mix design).* Adapun macam macam pengujian agregat halus dan kasar dapat dilihat seperti berikut ini.

   a Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus mengacu pada SNI 1970-1990.
   b Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar mengacu pada SNI 1969-1990.
   c Pengujian analisa saringan agregat halus mengacu pada SNI 1968-1990.
   d Pengujian analisa saringan agregat kasar mengacu pada SNI 1968-1990.
   e Pengujian berat volume padat dan gembur agregat halus mengacu pada SNI 4804-1998.
   f Pengujian berat volume padat dan gembur agregat kasar mengacu pada SNI 4804-1998.
   g Pengujian lolos saringan No.200 mengacu pada SNI 4142-1996.

3. Perencanaan Pembuatan Campuran

   Perencanaan campuran (*mix design*) berfungsi untuk menentukan komposisi dan memilih bahan-bahan yang akan digunakan agar mengetahui perbandingan antara bahan campuran beton seperti semen, agregat kasar, agregat halus dan air yang digunakan dalam pembuatan benda uji. Kemudian setelah didapatkan

proporsi campuran beton lalu menentukan variasi penambahan serbuk kayu jati dan *superplasticizer*.

*4.* Pembuatan Benda Uji *Trial*

Tahapan yang dilakukan setelah mendapatkan perencaan campuran beton adalah membuat benda uji *trial* terlebih untuk memastikan mix design yang digunakan memenuhi mutu yang diinginkan.

5. Pembuatan Benda Uji

Tahapan yang dilakukan setelah mendapatkan perencanaan campuran beton (*mix desain)* adalah pembuatan benda uji. Adapun tahapan dalam pembuatan benda uji sebagai berikut.

a. Membuat campuran beton uji,
b. Pengecoran adonan beton uji ke dalam cetakan silinder,
c. Melepaskan beton uji dari cetakan silinder,
d. Melakukan perawatan beton sampai umur rencana.

6. Pengujian Benda Uji

Pada tahapan ini melakukan pengujian kuat tekan beton dan kuat tarik beton pada setiap variasi campuran beton sesuai dengan prosedur kemudian mencatat semua hasilnya.

7. Analisis dan Pembahasan

Pada tahapan ini menganalisis data hasil dari pengujian yang telah dilakukan untuk mendeskripsikan atau memberikan gambaran terhadap objek yang diteliti. Hal ini bertujuan agar mengetahui hubungan dari penambahan variabel yang diperoleh dari perhitungan hasil dari pengujian yang dilakukan. Pada penelitian ini dilakukan penambahan serbuk kayu jati sebagai substitusi sebagian semen dan *superplasticizer* pada campuran beton. Untuk mengetahui pengaruh variasi penambahan serbuk kayu jati dan *superplasticizer* terhadap kuat tekan beton dan kuat tarik beton sehingga dilakukan pengujian. Hasil dari kuat tekan beton dan kuat tarik beton dibuat dengan bentuk grafik atau kurva sehingga dapat terlihat

hubungan dan pengaruh dari variasi penambahan variabel variabel tersebut. Dari hasil itu maka dapat memberikan kesimpulan sehingga dapat menjawab rumusan masalah dari penelitian ini.

8. Penarikan Kesimpulan

Dari data yang telah didapatkan dan telah dibuat daklam bentuk kurva atau grafik hubungan antara penambahan serbuk kayu jati sebagai substitusi sebagian semen dan *superplasticizer* terhadap kuat tekan beton dan kurva hubungan terhadap kuat tarik beton. Dari kurva yang telah didapatkan tersebut dapat dilihat perubahan kuat tekan beton dan kuat Tarik beton akibat penambahan serbuk kayu jati dan *superplasticizer*. Sehingga dapat menarik kesimpulan untuk menjawab tujuan penelitian ini.

## 4.7 Prosedur Penelitian

### 4.7.1 Pemeriksaan agregat

Melakukan pemeriksaan berfungsi agar mengetahui sifat dan karakteristik bahan yang dipakai telah memenuhi syarat yang telah ditentukan atau tidak jika digunakan dalam pencampuran beton.

1. Pemeriksaan Agregat Halus
   a. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat halus

      Melakukan pengujian ini untuk mengetahui berat jenis curah, berat jenis semu, berat jenis kering permukaan jenuh (SSD), dan angka penyerapan air dalam agregat halus.

      1) Prosedur pengujian

         Prosedur pengujian adalah sebagai berikut.

         a) Siapkan benda uji pasir yang telah lolos saringan No.4 (4,75 mm) sebanyak 500 gram.
         b) Keringkan benda uji dalam oven dengan suhu (110 ± 5) ℃ sampai berat benda uji tetap yaitu denga keadaan berat benda uji selama 3 kali proses penimbangan dan pemanasan di dalam oven dengan waktu 2 jam berturut-

turut, tidak akan mengalami perubahan kadar air lebih besar dari 0,1%. Setelah itu dinginkan benda uji dan rendam dalam air selama (24 ± 4) jam.

c) Buang air bekas rendaman dengan hati-hati, jangan ada butiran yang hilang, kemudian agregat dikeringkan. Pengeringan dilakukan sampai tercapai keadaan kering permukaan jenuh (SSD).

d) Periksa keadaan kering permukaan jenuh dengan cara memasukan benda uji ke dalam kerucut terpancung, lalu padatkan menggunakan penumbuk sebanyak 25 kali, setelah itu angkat kerucut terpancung. Keadaan kering permukaan jenuh sudah tercapai jika benda uji runtuh akan tetapi masih dalam keadaan tercetak.

e) Jika sudah keaadaan SSD, benda uji dimasukan sebanyak 500 gram kedalam piknometer, setelah itu air suling dimasukkan, Kemudian diguncang-guncang hingga tidak terdapat gelembung udara didalamnya.

f) Piknometer direndam di dalam air dan ukur suhu air untuk menyesuaian perhitungan dengan suhu standar 25°C.

g) Timbang piknometer yang berisi air dan benda uji sampai ketelitian 0,1 (Bt)

h) Keluarkan benda uji dari piknometer dan masukan kedalam oven dengan suhu (110 ± 5) °C, kemudian dinginkan benda uji dalam desikator.

i) Timbang benda uji (Bk).

j) Timbang piknometer penuh berisi air (B), kemudian ukur suhu air untuk penyesuaian dengan suhu standar 25°C.

2) Perhitungan

$$\text{Berat Jenis Curah} = \frac{Bk}{B + 500 - Bt} \quad (4.1)$$

$$\text{Berat Jenis SSD} = \frac{500}{B + 500 - Bt} \quad (4.2)$$

$$\text{Berat Jenis Semu} = \frac{Bk}{B + Bk - Bt} \quad (4.3)$$

$$\text{Penyerapan Air} = \frac{500 - Bk}{Bk} \times 100\% \quad (4.4)$$

dengan:

B = Berat piknometer berisi air (gram)

Bk = Berat benda uji kering oven (gram)

Bt = Berat piknometer berisi benda duji dan air (gram)

500 = Berat benda uji dalam keadaan SSD

b. Analisis saringan agregat halus

Pengujian ini dilakukan untuk menentukan ukuran butir atau gradasi agregat menggunakan saringan.

1) Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian adalah sebagai berikut.

a) Menyiapkan benda uji pasir yang lolos saringan No.4 (4,75 mm) saat keadaan kering oven 2000 gram.

b) Susun saringan berdasarkan urutannya dari yang paling besar di atas dan pan ditaruh paling bawah.

c) Masukan benda uji dalam saringan paling atas kemudian saringan ditutup menggunakan penutup saringan. Lakukan pengayakan dengan memakai mesin pengguncang selama 10-15 menit agar hasil ayakan merata sesuai dengan ukurannya.

d) Kemudian timbang benda uji yang terdapat di masing-masing saringan dan catat beratnya.

2) Perhitungan

$$\text{MHB} = \frac{\sum \text{persen tertinggal kumulatif total}}{100} \qquad (4.5)$$

dengan:

MHB = Modulus halus butir

c. Pemeriksaan berat isi agregat halus

Pemeriksaan berat isi padat agregat halus dikelompokkan menjadi berat isi gembur dan berat isi padat.

1) Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian adalah sebagai berikut.

a) Siapkan benda uji agregat halus yang sudah dikeringkan hingga berat tetap.
b) Timbang silinder kosong dan catat dimensinya.
c) Pada berat isi padat, masukan benda uji kedalam silinder per 1/3 bagian lalu padatkan menggunakan tongkat penumbuk sebanyak 25 kali secara merata. Untuk berat isi gembur, masukan benda uji kedalam silinder hingga penuh tanpa dipadatkan.
d) Ratakan permukaan benda uji menggunakan mistar perata, setelah itu timbang silinder beserta isinya dan catat hasilnya.
e) Kemudian hitung berat benda uji dan volume silinder.

2) Perhitungan

$$\text{Berat Isi} = \frac{W3}{V} \quad (4.6)$$

Dengan:

W3 = Berat benda uji (gram)

V = Volume silinder ($cm^3$)

a Pengujian kandungan lumpur agregat halus

Pengujian ini bertujuan agar mengetahui nilai kadar lumpur yang terkandung dalam agregat halus.

1) Prosedur Pengujian
   a) Siapkan benda uji agregat halus yang telah lolos pada saringan No.4 (4,75 mm) dalam keadaan kering oven sebesar 500 gram.
   b) Saringan digoyangkan dengan posisi air mengalir sehingga bagian yang halus akan keluar dari saringan No. 200 dan yang bagian yang kasar akan tertinggal.
   c) Lakukan pekerjaan tersebut berulang kali sampai air pencucian jernih.
   d) Lalu benda uji ditaruh kedalam cawan dan dikeringkan dalam oven hingga berat tetap. Setelah kering ditimbang dan catat hasilnya.
2) Perhitungan

$$\text{Kadar Lumpur} = \frac{W1 - W2}{W1} \quad (4.7)$$

dengan:

W1 = Berat benda uji kering oven (gram)

W2 = Berat benda uji kering oven setelah dicuci (gram)

2. Pemeriksaan Agregat Kasar

a. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat kasar

Tujuan pengujian ini agar mengetahui berat jenis curah, berat jenis semu, berat jenis kering permukaan jenuh (SSD), dan angka penyerapan air dalam agregat kasar.

1) Prosedur pengujian

Prosedur pengujian adalah sebagai berikut.

a) Siapkan benda uji berupa agregat yang tertahan di saringan No.4 (4,75 mm) sebanyak 5000 gram.

b) Keringkan benda uji dengan oven pada suhu (110 ± 5) °C hingga berat benda uji tetap di dalam oven dengan selang waktu 2 jam. Kemudian dinginkan benda uji selama 1-3 jam. Setelah itu rendam benda uji dalam air selama (24±4) jam.

c) Keluarkan benda uji dari air dan dilap hingga air yang ada di permukaan hilang (jenuh kering permukaan atau SSD).

d) Timbang benda uji dalam keadaan SSD.

e) Lalu letakkan benda uji ke dalam keranjang air dan goncangkan benda uji agar udara yang tersekap keluar dan tentukan beratnya di dalam air. Ukur suhu air agar menyesuaikan pada suhu standar 25°C.

f) Rendam piknometer di dalam air dan ukur suhu air untuk menyesuaikan perhitungan dengan suhu standar 25°C.

g) Masukan benda uji ke dalam pan dan masukkan ke dalam oven dengan suhu (110 ± 5) °C selama (24±4) jam, setelah kering timbang dan catat hasilnya

2) Perhitungan

$$\text{Berat Jenis Curah} = \frac{Bk}{Bj - Ba} \quad (4.8)$$

$$\text{Berat Jenis SSD} = \frac{Bk}{Bj - Ba} \quad (4.9)$$

$$\text{Berat Jenis Semu} = \frac{Bk}{Bk - Ba} \quad (4.10)$$

$$\text{Penyerapan Air} = \frac{Bj - Bk}{Bk} \times 100\% \quad (4.11)$$

dengan:

Bk = Berat benda uji kering oven (gram)

Bj = Berat benda uji SSD (gram)

Ba = Berat benda uji SSD di dalam air (gram)

b. Analisis saringan agregat kasar

Pengujian ini dilakukan untuk menentukan pembagian butir atau gradasi agregat menggunakan saringan.

1) Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian adalah sebagai berikut.

a) Menyiapkan benda uji agregat kasar saat keadaan kering oven sebanyak 5000 gram.

b) Susun saringan berdasarkan urutannya dari yang paling besar diletakkan pada bagian atas dan pan ditaruh paling bawah.

c) Masukan benda uji ke dalam saringan paling atas kemudian saringan ditutup menggunakan penutup saringan. Lakukan pengayakan dengan memakai mesin pengguncang dengan waktu 10-15 menit supaya hasil ayakan merata sesuai dengan ukurannya.

d) Kemudian timbang benda uji yang terdapat di masing-masing saringan dan catat beratnya.

2) Perhitungan

$$MHB = \frac{\sum \text{persen tertinggal kumulatif total}}{100} \quad (4.12)$$

dengan:

MHB =Modulus halus butir

c. Pemeriksaan berat isi agregat kasar

Pemeriksaan berat isi untuk agregat kasar dikelompokkan menjadi berat disi gembur dan berat isi padat.

1) Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian adalah sebagai berikut.

a) Siapkan benda uji agregat kasar yang sudah dikeringkan hingga berat tetap.
b) Timbang silinder kosong dan catat dimensinya.
c) Pada pemeriksaanberat isi padat, masukan benda uji ke dalam silinder per 1/3 bagian lalu padatkan menggunakan tongkat penumbuk sebanyak 25 kali secara merata. Untuk berat isi gembur, masukan benda uji kedalam silinder hingga penuh tanpa dipadatkan
d) Ratakan permukaan benda uji menggunakan mistar perata, setelah itu timbang silinder serta isinya dan catat hasilnya.
e) Kemudian hitung berat benda uji dan volume silinder.

2) Perhitungan

$$\text{Berat Isi} = \frac{W3}{V} \qquad (4.13)$$

Dengan:

W3 = Berat benda uji (gram)

V = Volume silinder ($cm^3$)

4.7.2 Perencanaan Campuran Beton (*mix design*)

Pada penelitian ini melakukan perencanaan campuran beton berdasarkan data hasil pengujian dari bahan-bahan yang akan digunakan dalam adukan beton dengan mengacu pada SNI 03-2834-2000.

## 4.8 Pengujian Benda Uji

Setelah benda uji sudah mencapai umur yang telah direncanakan, maka pengujian dapat dilakukan. Pengujian yang dilakukan pada penelitian kali ini adalah pengujian kuat tekan beton dan pengujian kuat tarik beton yang proses pelaksanaannya sebagai berikut.

1. Pengujian Kuat Tekan Beton

   Langkah-langkah pengujian kuat tekan benda uji adalah sebagai berikut.

   a. Siapkan benda uji terlebih dahulu untuk pengujian kuat tekan dari tempat perawatan, diamkan selama 24 jam dan bersihkan dari kotoran-kotoran yang menempel.
   b. Ukur dimensi dan timbang benda uji.
   c. Lapisi permukaan benda uji dengan capping belerang supaya permukaan rata, agar saat melakukan pengujian kuat tekan seluruh permukaan dapat menerima gaya desak yang sama besar.
   d. Letakkan benda uji pada mesin tekan secara sentris.
   e. Jalankan mesin tekan.
   f. Lakukan pembebanan hingga beban maksimal pada saat jarum petunjuk berhenti atau turun, catat hasil beban maksimum yang diberikan dalam pengujian benda uji.
   g. Matikan mesin tekan dan ambil benda uji.

2. Pengujian Kuat Tarik Beton

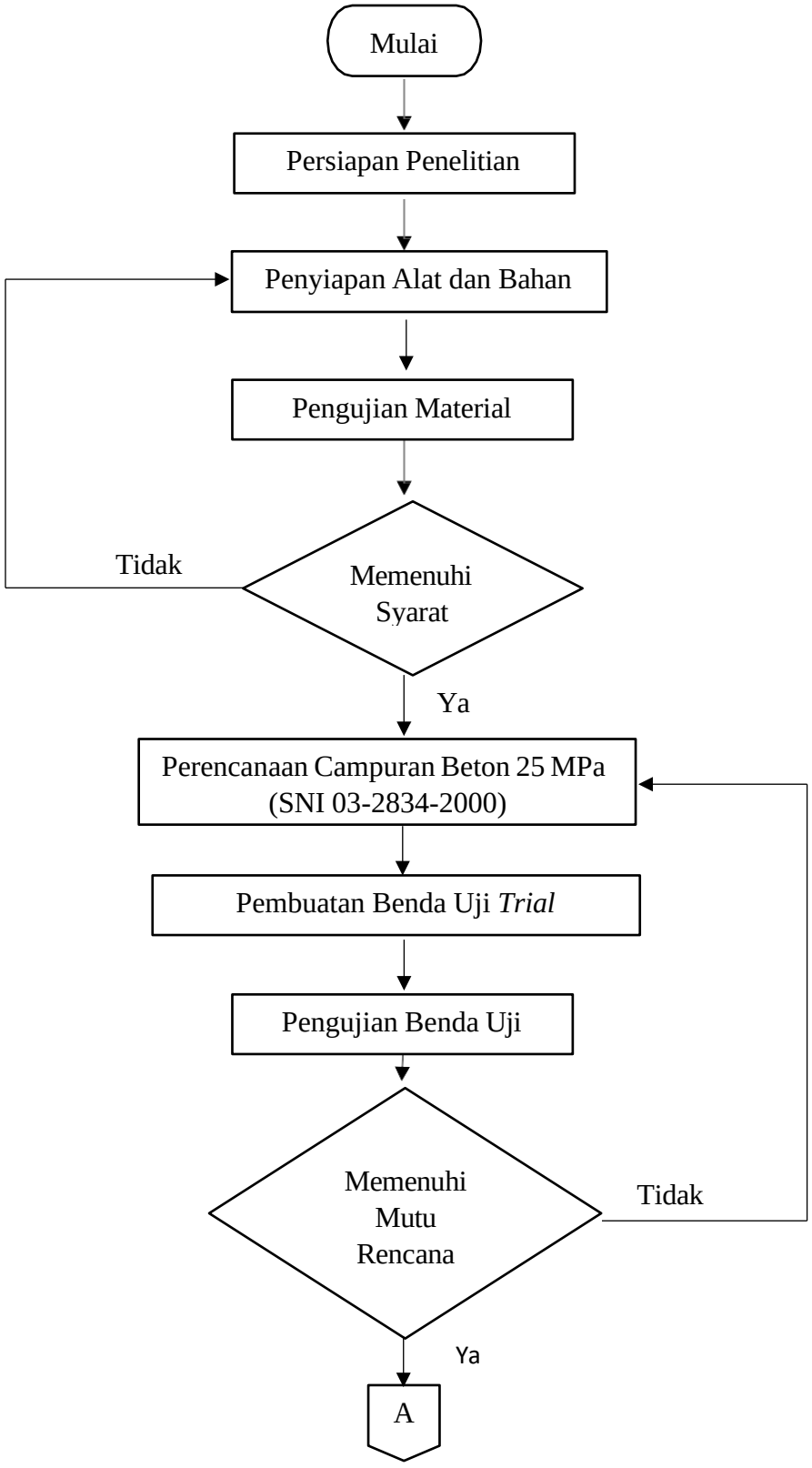
   Langkah-langkah pengujian kuat tarik benda uji adalah sebagai berikut.

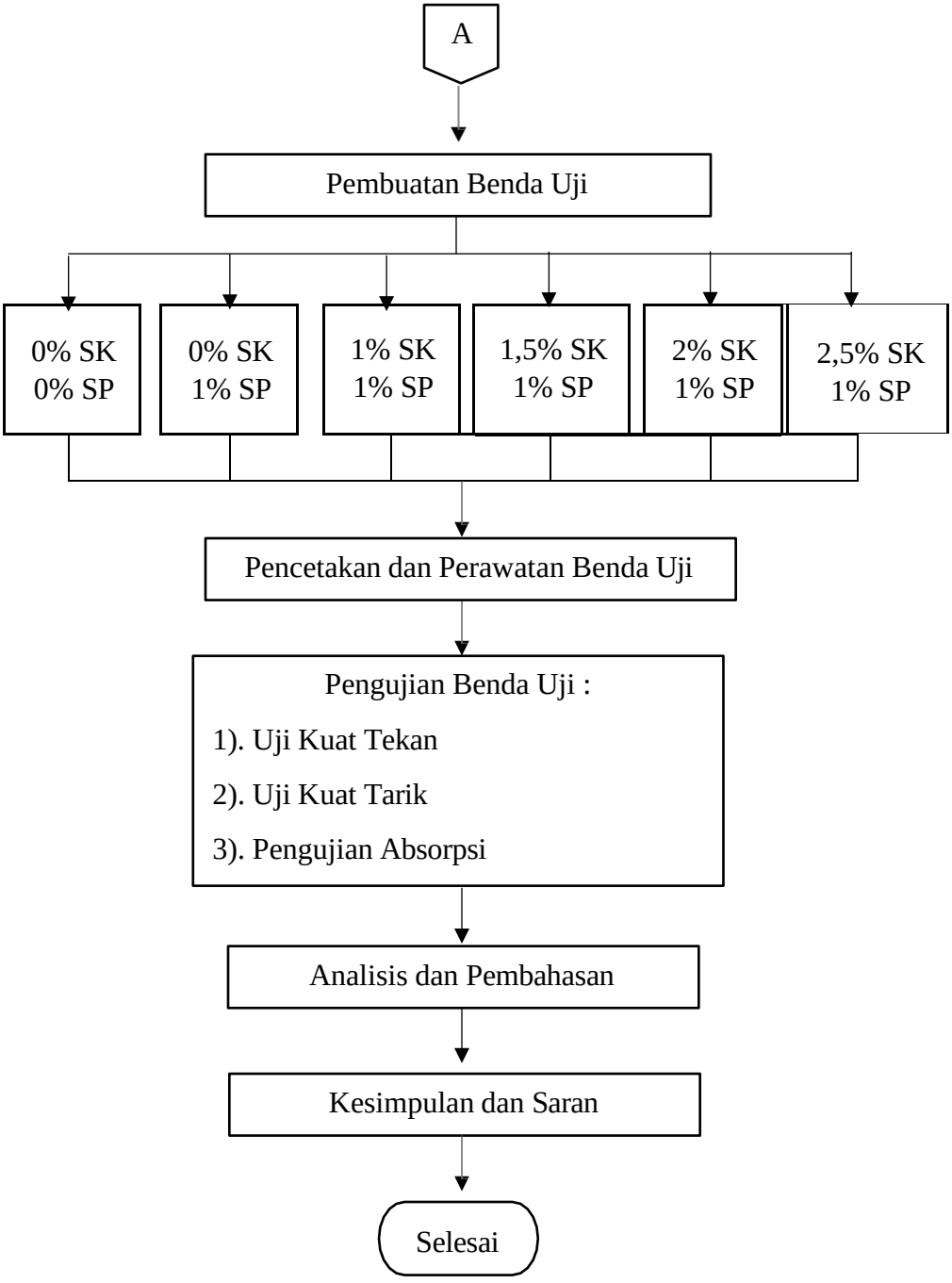
   a. Siapkan benda uji terlebih dahulu untuk pengujian kuat tarik dari tempat perawatan, diamkan selama 24 jam dan bersihkan dari kotoran yang menempel.
   b. Ukur dimensi dan timbang benda uji.
   c. Letakan benda uji dengan posisi tertidur pada mesin *compressing test machine*.
   d. Jalankan mesin uji tekan dengan penambahan beban uji yang konstan.
   e. Pembebanan dilakukan hingga beban maksimal sampai benda uji terbelah/hancur.

f. Catat beban uji maksimum.

g. Matikan mesin dan ambil benda uji.

## 4.9 Diagram Alir Penelitian




A
Pembuatan Benda Uji
0% SK
0% SP
0% SK
1% SP
1% SK
1% SP
1,5% SK
1% SP
2% SK
1% SP
2,5% SK
1% SP
Pencetakan dan Perawatan Benda Uji
Pengujian Benda Uji :
1). Uji Kuat Tekan
2). Uji Kuat Tarik
3). Pengujian Absorpsi
Analisis dan Pembahasan
Kesimpulan dan Saran
Selesai

# BAB V
# ANALISIS DAN PEMBAHASAN

## 5.1 Umum

Pada bab ini menjelaskan tentang hasil penelitian yang telah dilakukan tentang pengaruh variasi serbuk kayu jati sebagai substitusi semen sebesar 1% , 1,5%, 2% dan 2,5% dari berat semen dan *superplasticizer* Sikament LN sebesar 1% dari berat semen terhadap karakteristik beton. Hasil yang didapatkan pada penelitian ini yaitu berupa data material yang digunakan meliputi berat jenis, penyerapan air, kandungan lumpur, modulus halus butir agregat, berat isi gembur, berat isi padat, hasil pengujian kuat tekan, kuat tarik beton dan absorpsi. Setelah mendapatkan data-data dari pengujian kuat tekan, kuat tarik dan absorpsi dilakukan analisis data untuk mengetahui pengaruh dari penambahan campuran serbuk kayu dan *superplasticizer* pada setiap variasi.

## 5.2 Pengujian Agregat Halus

Pengujian dilakukan untuk mengetahui karakteristik agregat yang akan digunakan dan untuk mengetahui campuran beton yang akan dibuat. Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian berat jenis, penyerapan air, kandungan lumpur, berat isi gembur, berat isi padat, dan analisa saringan agregat halus.

### 5.2.1 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Berdasarkan SNI 1970-1990 pengujian ini bertujuan untuk mengetahui nilai berat jenis curah, berat jenis semu, berat jenis kering permukaan jenuh (SSD) dan penyerapan air dari agregat. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.1.

**Tabel 5. 1 Hasil Pengujian Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus**

| Uraian | Berat (gram) | |
|---|---|---|
| | Sampel 1 | Sampel 2 |
| Berat pasir kering mutlak (Bk) | 485 | 487 |
| Berat pasir kondisi jenuh kering permukaan (SSD) | 500 | 500 |
| Berat piknometer berisi pasir dan air (Bt) | 984 | 983 |
| Berat piknometer berisi air (B) | 675 | 655 |

1. Analisis Perhitungan

   Contoh perhitungan untuk sampel 1.

   a. Berat jenis curah $= \frac{Bk}{B+500-Bt}$

   $= \frac{485}{675+500-984}$

   $= 2{,}539$

   b. Berat jenis semu $= \frac{Bk}{B+Bk-Bt}$

   $= \frac{485}{675+485-984}$

   $= 2{,}756$

   c. Berat jenis kering permukaan $= \frac{500}{B+500-Bt}$

   $= \frac{500}{675+500-984}$

   $= 2{,}618$

   d. Penyerapan air $= \frac{500-Bk}{Bk} \times 100\%$

   $= \frac{500-485}{485} \times 100\%$

   $= 3{,}093\%$

Hasil analisis perhitungan berat jenis dan penyerapan air agregat halus dapat dilihat pada Tabel 5.2.

**Tabel 5. 2 Hasil Analisis Perhitungan Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus**

| Uraian | Hasil | | |
|---|---|---|---|
| | Sampel 1 | Sampel 2 | Rata-rata |
| Berat pasir kering mutlak (Bk), gram | 485 | 487 | 488 |
| Berat pasir SSD, gram | 500 | 500 | 500 |
| Berat piknometer isi pasir + air (Bt), gram | 984 | 983 | 983,5 |
| Berat piknometer berisi air (B), gram | 675 | `670 | `672,5 |
| Berat jenis curah | 2,539 | 2,604 | 2,572 |
| Berat jenis semu | 2,756 | 2,799 | 2,777 |
| Berat jenis SSD | 2,618 | 2,674 | 2,645 |
| Penyerapan air (%) | 3,093 | 2,669 | 2,881 |

Dari hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus didaptakan nilai berat jenis kering permukaan (SSD) rata-rata sebesar 2,645. Hasil tersebut telah memenuhi syarat karena berat jenis agregat normal pada SK SNI T-15 (1990) yaitu 2,5-2,7. Didapatkan hasil penyerapan air pada agregat halus sebesar 2,881%. Hasil tersebut memenuhi kriteria karena syarat penyerapan air agregat maksimal sebesar 3%.

5.2.2 Pengujian Kandungan Lumpur Agregat Halus

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kandungan lumpur yang terdapat didalam agregat halus. Pengujian ini mengacu pada SNI 4142-1996. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.3.

**Tabel 5. 3 Hasil Pengujian Kandungan Lumpur Agregat halus**

| Uraian | Berat (gram) | |
|---|---|---|
| | Sampel 1 | Sampel 2 |
| Berat agregat kering oven (W1) | 500 | 500 |
| Berat agregat kering oven setelah dicuci (W2) | 485 | 488 |

1. Analisis Perhitungan

Contoh perhitungan untuk sampel 1.

a. Berat agregat lolos saringan No. 200 = W2 - W1

= 500 – 485

= 15 gram

b. Persentase kandungan lumpur $= \frac{W1 - W2}{W1} \times 100\%$

$= \frac{500 - 485}{500} \times 100\%$

= 3%

Hasil dari analisis perhitungan pengujian kandungan lumpur dapat dilihat pada Tabel 5.4.

**Tabel 5. 4 Hasil Analisis Perhitungan Pemeriksaan Kandungan Lumpur Agregat Halus**

| Uraian | Hasil | | |
|---|---|---|---|
| | Sampel 1 | Sampel 2 | Rata-rata |
| Berat agregat kering oven (W1), gram | 500 | 500 | 500 |
| Berat agregat kering oven setelah dicuci (W2), gram | 485 | 488 | 486,5 |
| Berat agregat lolos saringan No. 200, gram | 15 | 12 | 13,5 |
| Persentase lolos ayakan No. 200, (%) | 3 | 2,4 | 2,7 |

Hasil pengujian kandungan lumpur rata-rata pada agregat halus yang digunakan pada penelitian ini sebesar 2,7%. Berdasarkan PBI (1971) syarat kandungan lumpur dalam agregat halus tidak lebih dari 5%.

5.2.3 Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus

Pengujian analisa saringan agregat halus dilakukan berdasarkan SNI 1968-1990. Tujuan pengujian ini untuk menentukan pembagian gradasi pada agregat halus menggunakan saringan. Hasil dari pengujian pada sampel 1 dapat dilihat pada Tabel 5.5.

**Tabel 5. 5 Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus Sampel 1**

| Lubang Ayakan (mm) | Berat Tertinggal (gram) |
|---|---|
| 40 | 0 |
| 20 | 0 |
| 10 | 0 |
| 4,8 | 12 |
| 2,4 | 117 |
| 1,2 | 189 |
| 0,6 | 564 |
| 0,3 | 660 |
| 0,15 | 392 |
| Pan | 66 |
| Jumlah | 2000 |

1. Analisis Perhitungan

   Contoh perhitungan untuk lubang ayakan 4,8 mm.

   a. Persen berat tertinggal $= \frac{\text{Berat tertinggal}}{\text{Berat total}} \text{ x } 100\%$

   $= \frac{12}{2000} \text{ x } 100\%$

   = 0,6%

   b. Persen berat tertinggal kumulatif = % berat tertinggal + % berat tertinggal lubang sebelumnya

   = 0,6% + 0%

   = 0,6%

   c. Persen lolos kumulatif = 100% - %berat tertinggal

   = 100% - 0,6%

   = 99,4%

Lakukan perhitungan hingga lubang ayakan yang terakhir. Perhitungan yang sama juga dilakukan di sampel 2. Hasil analisis perhitungan analisa saringan agregat halus sampel 1 dan sampel 2 dapat dilihat pada Tabel 5.6 dan Tabel 5.7.

**Tabel 5. 6 Hasil Perhitungan Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Halus Sampel 1**

| Lubang Ayakan (mm) | Berat Tertinggal (gram) | Berat tertinggal (%) | Berat Tertinggal Kumulatif (%) | Persen Lolos Kumulatif (%) |
|---|---|---|---|---|
| 40 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| 20 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| 10 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| 4,8 | 12 | 0,60 | 0,60 | 99,40 |
| 2,4 | 117 | 5,85 | 6,45 | 93,55 |
| 1,2 | 189 | 9,45 | 15,90 | 84,10 |
| 0,6 | 564 | 28,20 | 44,10 | 55,90 |
| 0,3 | 660 | 33,00 | 77,10 | 22,90 |
| 0,15 | 392 | 19,60 | 96,70 | 3,30 |
| Pan | 66 | 3,300 | 100,000 | 0 |
| Jumlah | 2000 | 100 | 240,850 | 359,150 |

**Tabel 5. 7 Hasil Perhitungan Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Halus Sampel 2**

| Lubang Ayakan (mm) | Berat Tertinggal (gram) | Berat tertinggal (%) | Berat Tertinggal Kumulatif (%) | Persen Lolos Kumulatif (%) |
|---|---|---|---|---|
| 40 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| 20 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| 10 | 0 | 0 | 0 | 100 |

**Lanjutan Tabel 5.7 Hasil Perhitungan Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Halus Sampel 2**

| Lubang Ayakan (mm) | Berat Tertinggal (gram) | Berat tertinggal (%) | Berat Tertinggal Kumulatif (%) | Persen Lolos Kumulatif (%) |
|---|---|---|---|---|
| 4,8 | 10 | 0,50 | 0,50 | 99,50 |
| 2,4 | 155 | 7,75 | 8,25 | 91,75 |
| 1,2 | 182 | 9,10 | 17,35 | 82,65 |
| 0,6 | 571 | 28,55 | 45,90 | 54,10 |
| 0,3 | 610 | 30,50 | 76,40 | 23,60 |
| 0,15 | 398 | 19,90 | 96,30 | 3,70 |
| Pan | 74 | 3,700 | 100,000 | 0 |
| Jumlah | 2000 | 100 | 244,700 | 355,300 |

Modulus halus butir $= \frac{\text{\% Berat tertinggal kumulatif total}}{100}$

MHB sampel 1 $= \frac{240,850}{100}$

$= 2,409$

MHB sampel 2 $= \frac{244,700}{100}$

$= 2,447$

MHB rata-rata $= \frac{\text{MHB sampel 1 + MHB sampel 2}}{2}$

$= 2,4278$

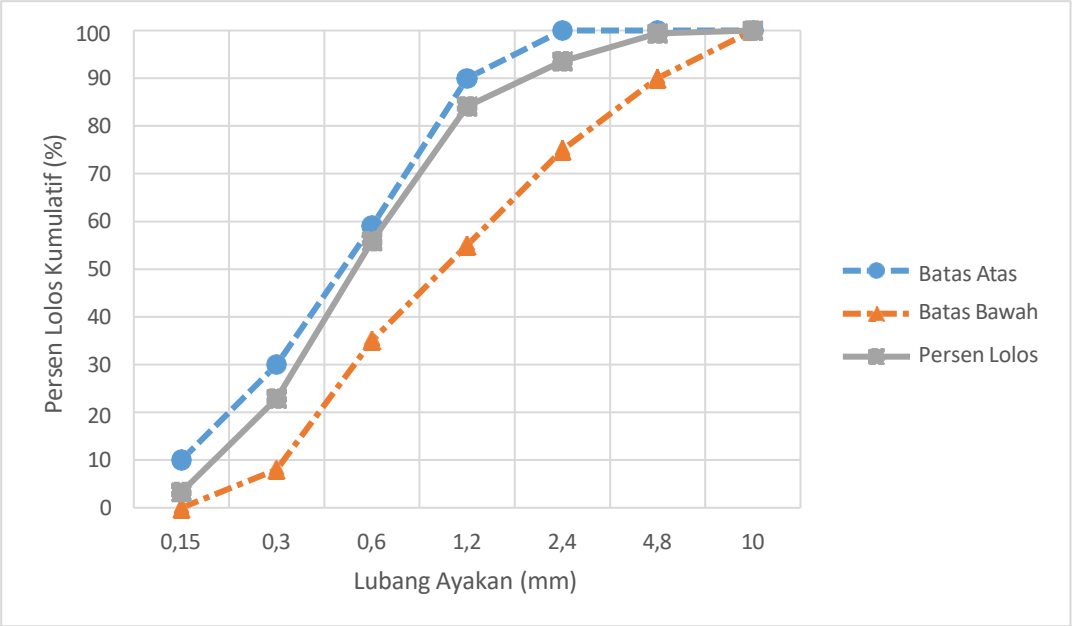
Dari hasil pengujian didapatkan nilai modulus halus butir rata-rata sebesar 2,4278. Menurut (Tjokrodimuljo, 2007) agregat halus memiliki modulus halus butir pada rentang 1,5-3,8. Sehingga pasir yang digunakan dalam penelitian ini cukup baik dan telah memenuhi syarat. Setelah itu menentukan gradasi agregat halus dari nilai persen lolos kumulatif yang dapat dilihat pada Tabel 5.8.

**Tabel 5. 8 Daerah Gradasi Pasir**

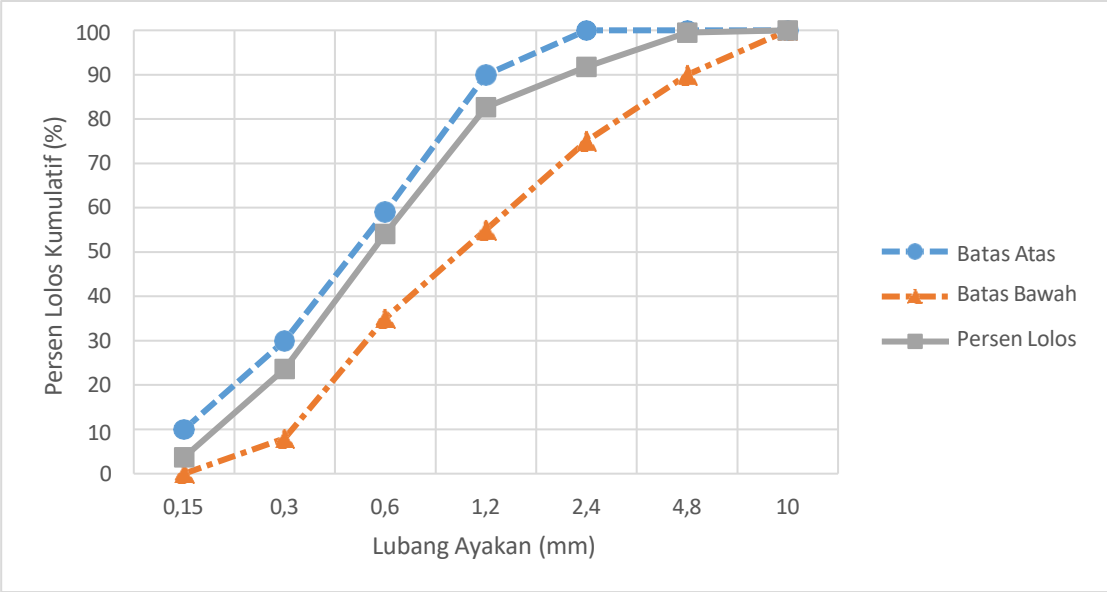
| Lubang Ayakan (mm) | Persen Butir Agregat yang Lolos Ayakan (%) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Gradasi I | Gradasi II | Gradasi III | Gradasi IV |
| 10 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 4,8 | 90-100 | 90-100 | 90-100 | 95-100 |
| 2,4 | 60-95 | 75-100 | 85-100 | 95-100 |
| 1,2 | 30-70 | 55-90 | 75-100 | 90-100 |
| 0,6 | 15-34 | 35-59 | 60-79 | 80-100 |
| 0,3 | 5-20 | 8-30 | 12-40 | 15-50 |
| 0,15 | 0-10 | 0-10 | 0-10 | 0-15 |

(Sumber : SNI 03-1970-2008)

Dari data yang didapatkan pada Tabel 5.6 dan Tabel 5.7 selanjutnya dapat dibuat grafik untuk mengetahui jenis gradasi agregat halus yang digunakan dengan melihat ketentuan pada Tabel 5.8. Grafik gradasi agregat halus dapat dilihat pada Gambar 5.1 dan Gambar 5.2.




**Gambar 5. 1 Analisa Saringan Agregat Halus Sampel 1**




**Gambar 5. 2 Analisa Saringan Agregat Halus Sampel 2**

Berdasarkan grafik pada Gambar 5.1 dan Gambar 5.2 dapat diketahui bahwa agregat halus yang digunakan pada penelitian ini memenuhi spesifikasi pada Tabel 5.8 dan masuk ke dalam jenis pasir gradasi II.

5.2.4 Pemeriksaan Berat Volume Gembur Agregat Halus

Pengujian ini dilakukan berdasarkan SNI 4804-1998 dan bertujuan untuk mengetahui berat volume agregat halus dalam kondisi gembur. Hasil pemeriksaan dapat dilihat pada Tabel 5.9.

**Tabel 5. 9 Hasil Pemeriksaan Berat Volume Gembur Agregat Halus**

| Uraian | Hasil | |
|---|---|---|
| | Sampel 1 | Sampel 2 |
| Berat tabung (W1), gram | 11181 | 1071 |
| Berat tabung + Agregat halus (W2), gram | 17860 | 17232 |
| Diameter tabung (d), cm | 14,96 | 14,96 |
| Tinggi tabung (t), cm | 30,1 | 30,1 |

1. Analisis Perhitungan

   Contoh perhitungan untuk sampel 1.

   a. Berat agregat (W3) = W2 – W1

      = 17860 - 11181

      = 6679 gram

   b. Volume tabung (V) = ¼ x $\pi$ x $d^2$ x t

      = ¼ x $\pi$ x $14{,}96^2$ x 30,1

      = 5290,778 $cm^3$

   c. Berat volume $= \frac{W3}{V}$

      $= \frac{6679}{5290{,}778}$

      = 1,2624 gram/$cm^3$

Hasil dari perhitungan pemeriksaan berat volume gembur agregat halus dapat dilihat pada Tabel 5.10.

**Tabel 5. 10 Hasil Analisis Pemeriksaan Berat Volume Gembur Agregat Halus**

| Uraian | Hasil | |
|---|---|---|
| | Sampel 1 | Sampel 2 |
| Berat tabung (W1), gram | 11181 | 10701 |
| Berat tabung + Agregat halus (W2), gram | 17860 | 17232 |
| Berat agregat (W3), gram | 6679 | 6531 |
| Diameter tabung (d), cm | 14,96 | 14,96 |
| Tinggi tabung (t), cm | 30,1 | 30,1 |
| Volume tabung (V), $cm^3$ | 5290,778 | 5290,778 |
| Berat volume gembur, gram/$cm^3$ | 1,2624 | 1,2344 |
| Berat volume gembur rata-rata, gram/$cm^3$ | 1,2484 | |

Dari data yang didapat pada Tabel 5.10 maka didapat berat volume gembur agregat halus rata-rata sebesar 1,2484 gr/$cm^3$.

5.2.5 Pemeriksaan Berat Volume Padat Agregat Halus

Pengujian ini dilakukan berdasarkan SNI 4804-1998 untuk mengetahui berat volume padat agregat halus dalam kondisi padat. Hasil pemeriksaan dapat dilihat pada Tabel 5.11.

**Tabel 5. 11 Hasil Pemeriksaan Berat Volume Padat Agregat Halus**

| **Uraian** | **Hasil** | |
|---|---|---|
| | **Sampel 1** | **Sampel 2** |
| Berat tabung (W1), gram | 11181 | 10701 |
| Berat tabung + Agregat halus (W2), gram | 18980 | 18572 |
| Diameter tabung (d) | 14,96 | 14,96 |
| Tinggi tabung (t) | 30,1 | 30,1 |

1. Analisis Perhitungan

   Contoh perhitungan untuk sampel 1.

   a. Berat agregat (W3) = W2 – W1
   = 18980 - 11181
   = 7799 gram

   b. Volume tabung (V) = ¼ x $\pi$ x $d^2$ x t
   = ¼ x $\pi$ x $14,96^2$ x 30,1
   = 5290,778 $cm^3$

   c. Berat volume $= \frac{W3}{V}$
   $= \frac{7799}{5290,778}$
   = 1,474 gram/$cm^3$

Hasil dari perhitungan pemeriksaan berat volume padat agregat halus dapat dilihat pada Tabel 5.12.

**Tabel 5. 12 Hasil Analisis Pemeriksaan Berat Volume Padat Agregat Halus**

| Uraian | Hasil | |
|---|---|---|
| | Sampel 1 | Sampel 2 |
| Berat tabung (W1), gram | 11181 | 10701 |
| Berat tabung + Agregat halus (W2), gram | 18980 | 18572 |
| Berat agregat (W3) | 7799 | 7871 |
| Diameter tabung (d) | 14,96 | 14,96 |
| Tinggi tabung (t) | 30,1 | 30,1 |
| Volume tabung (V) | 5290,778 | 5290,778 |
| Berat volume padat | 1,474 | 1,488 |
| Berat volume padat rata-rata | 1,4809 | |

Dari data yang didapat pada Tabel 5.12 maka didapat rata-rata berat volume padat agregat halus rata-rata sebesar 1,4809 gr/cm$^3$.

## 5.3 Pengujian Agregat Kasar

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik agregat yang akan digunakan dalam campuran beton. Karakteristik dari agregat yang akan digunakan dapat mempengaruhi mutu beton. Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian berat jenis, penyerapan air, kandungan lumpur, berat isi gembur, berat isi padat, dan analisa saringan agregat kasar.

### 5.3.1 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

Pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar dilakukan berdasarkan SNI 1969-1990 bertujuan untuk mengetahui nilai berat jenis curah, berat jenis semu, berat jenis kering permukaan jenuh (SSD) dan penyerapan air dari agregat. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.13.

**Tabel 5. 13 Hasil Pengujian Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar**

| Uraian | Berat (gram) | |
|---|---|---|
| | Sampel 1 | Sampel 2 |
| Berat kerikil kering mutlak (Bk), gram | 4799 | 4785 |
| Berat kerikil kondisi jenuh kering permukaan (SSD) (Bj), gram | 5000 | 5000 |
| Berat kerikil dalam air (Ba), gram | 3078 | 3067 |

1. Analisis Perhitungan

   Contoh perhitungan untuk sampel 1.

   a. Berat jenis curah $= \frac{Bk}{Bj-Ba}$

   $= \frac{4799}{5000-3078}$

   $= 2{,}497$

   b. Berat jenis semu $= \frac{Bk}{Bk-Ba}$

   $= \frac{4799}{4799-3078}$

   $= 2{,}788$

   c. Berat jenis kering permukaan $= \frac{Bj}{Bj-Ba}$

   $= \frac{5000}{5000-3078}$

   $= 2{,}601$

   d. Penyerapan air $= \frac{Bj-Bk}{Bk} \times 100\%$

   $= \frac{5000-4799}{4799} \times 100\%$

   $= 4{,}19\%$

Hasil analisis perhitungan berat jenis dan penyerapan air agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 5.14.

**Tabel 5. 14 Hasil Analisis Perhitungan Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar**

| Uraian | Hasil | | |
|---|---|---|---|
| | Sampel 1 | Sampel 2 | Rata-rata |
| Berat kerikil kering mutlak (Bk), gram | 4799 | 4785 | 4792 |
| Berat kerikil kondisi jenuh kering permukaan (SSD) (Bj), gram | 5000 | 5000 | 5000 |
| Berat kerikil dalam air (Ba), gram | 3078 | 3067 | 3072,5 |
| Berat jenis curah | 2,497 | 2,475 | 2,486 |
| Berat jenis semu | 2,788 | 2,785 | 2,786 |
| Berat jenis SSD | 2,601 | 2,587 | 2,594 |
| Penyerapan air (%) | 4,19 | 4,49 | 4,34 |

Dari hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar didapatkan nilai berat jenis kering permukaan (SSD) rata-rata sebesar 2,594. Maka hasil tersebut telah memenuhi syarat karena berat jenis agregat normal pada SK SNI T-15 (1990) yaitu 2,5-2,7.

5.3.2 Pengujian Kandungan Lumpur Agregat Kasar

Tujuan melakukan pengujian ini untuk mengetahui kandungan lumpur yang terdapat didalam agregat kasar. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.15.

**Tabel 5. 15 Hasil Pengujian Kandungan Lumpur Agregat Kasar**

| Uraian | Berat (gram) | |
|---|---|---|
| | Sampel 1 | Sampel 2 |
| Berat agregat kering oven (W1) | 1500 | 1500 |
| Berat agregat kering oven setelah dicuci (W2) | 1494 | 1491 |

1. Analisis Perhitungan

   Contoh perhitungan untuk sampel 1.

   a. Berat agregat lolos saringan No. 200 = W2 - W1

= 1500 – 1494

= 6 gram

b. Persentase kandungan lumpur $= \frac{W1 - W2}{W1} \times 100\%$

$= \frac{1500 - 1494}{1500} \times 100\%$

= 0,4 %

Hasil dari analisis perhitungan pengujian kandungan lumpur dapat dilihat pada tabel 5.16.

**Tabel 5. 16 Hasil Analisis Perhitungan Pemeriksaan Kandungan Lumpur Agregat Kasar**

| Uraian | Hasil | | |
|---|---|---|---|
| | Sampel 1 | Sampel 2 | Rata-rata |
| Berat agregat kering oven (W1), gram | 1500 | 1500 | 1500 |
| Berat agregat kering oven setelah dicuci (W2), gram | 1494 | 1491 | 1492,5 |
| Berat agregat lolos saringan No. 200, gram | 6 | 9 | 7,5 |
| Persentase lolos ayakan No. 200, (%) | 0,4 | 0,6 | 0,5 |

Hasil pengujian kandungan lumpur rata-rata pada agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini sebesar 0,5%. Berdasarkan PBI (1971) syarat kandungan lumpur dalam agregat kasar tidak lebih dari 1%.

5.3.3 Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar

Pengujian analisa saringan agregat kasar dilakukan sesuai dengan SNI 1968-1990. Tujuan pengujian ini untuk menentukan pembagian gradasi pada agregat kasar menggunakan saringan. Hasil dari pengujian pada sampel 1 dapat dilihat pada Tabel 5.17.

**Tabel 5. 17 Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar Sampel 1**

| Lubang Ayakan (mm) | Berat Tertinggal (gram) |
|---|---|
| 40 | 0 |
| 20 | 13 |
| 10 | 3626 |
| 4,8 | 1198 |
| 2,4 | 13 |
| 1,2 | 9 |
| 0,6 | 0 |
| 0,3 | 0 |
| 0,15 | 0 |
| Pan | 141 |
| Jumlah | 5000 |

1. Analisis Perhitungan

   Contoh perhitungan untuk lubang ayakan 20 mm.

   a. Persen berat tertinggal $= \frac{\text{Berat tertinggal}}{\text{Berat total}} \text{ x } 100\%$

   $= \frac{13}{5000} \text{ x } 100\%$

   $= 0{,}26\%$

   b. Persen berat tertinggal kumulatif = % berat tertinggal + % berat tertinggal lubang sebelumnya

   = 0,26% + 0%

   = 0,26%

   c. Persen lolos kumulatif = 100% - %berat tertinggal

   = 100% - 0,26%

   = 99,74%

Lakukan perhitungan hingga lubang ayakan yang terakhir. Perhitungan yang sama juga dilakukan pada sampel 2. Hasil analisis perhitungan analisa saringan agregat kasar sampel 1 dan sampel 2 dapat dilihat pada Tabel 5.18 dan Tabel 5.19.

**Tabel 5. 18 Hasil Perhitungan Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Kasar Sampel 1**

| Lubang Ayakan (mm) | Berat Tertinggal (gram) | Berat tertinggal (%) | Berat Tertinggal Kumulatif (%) | Persen Lolos Kumulatif (%) |
|---|---|---|---|---|
| 40 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| 20 | 13 | 0.26 | 0.26 | 99.74 |
| 10 | 3626 | 72.52 | 72.78 | 27.22 |
| 4,8 | 1198 | 23.96 | 96.74 | 3.26 |
| 2,4 | 13 | 0.26 | 97 | 3.00 |
| 1,2 | 9 | 0.18 | 97.18 | 2.82 |
| 0,6 | 0 | 0 | 97.18 | 2.82 |
| 0,3 | 0 | 0 | 97.18 | 2.82 |
| 0,15 | 0 | 0 | 97.18 | 2.82 |
| Pan | 141 | 2.82 | 100 | 0.00 |
| Jumlah | 5000 | 100% | 655.5 | 244.50 |

**Tabel 5. 19 Hasil Perhitungan Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Kasar Sampel 2**

| Lubang Ayakan (mm) | Berat Tertinggal (gram) | Berat tertinggal (%) | Berat Tertinggal Kumulatif (%) | Persen Lolos Kumulatif (%) |
|---|---|---|---|---|
| 40 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| 20 | 12 | 0.24 | 0.24 | 99.76 |
| 10 | 3520 | 70.4 | 70.64 | 29.36 |

**Lanjutan Tabel 5.19 Hasil Perhitungan Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Kasar Sampel 2**

| Lubang Ayakan (mm) | Berat Tertinggal (gram) | Berat tertinggal (%) | Berat Tertinggal Kumulatif (%) | Persen Lolos Kumulatif (%) |
|---|---|---|---|---|
| 4,8 | 1307 | 26.14 | 96.78 | 3.22 |
| 2,4 | 13 | 0.26 | 97.04 | 2.96 |
| 1,2 | 6 | 0.12 | 97.16 | 2.84 |
| 0,6 | 0 | 0 | 97.16 | 2.84 |
| 0,3 | 0 | 0 | 97.16 | 2.84 |
| 0,15 | 0 | 0 | 97.16 | 2.84 |
| Pan | 142 | 2.84 | 100 | 0.00 |
| Jumlah | 5000 | 100% | 653.34 | 246.66 |

Modulus halus butir $= \frac{\%\text{ Berat tertinggal kumulatif total}}{100}$

MHB sampel 1 $= \frac{655,5}{100}$

$= 6,55$

MHB sampel 2 $= \frac{653,34}{100}$

$= 6,534$

MHB rata-rata $= \frac{\text{MHB sampel 1} + \text{MHB sampel 2}}{2}$

$= 6,5442$

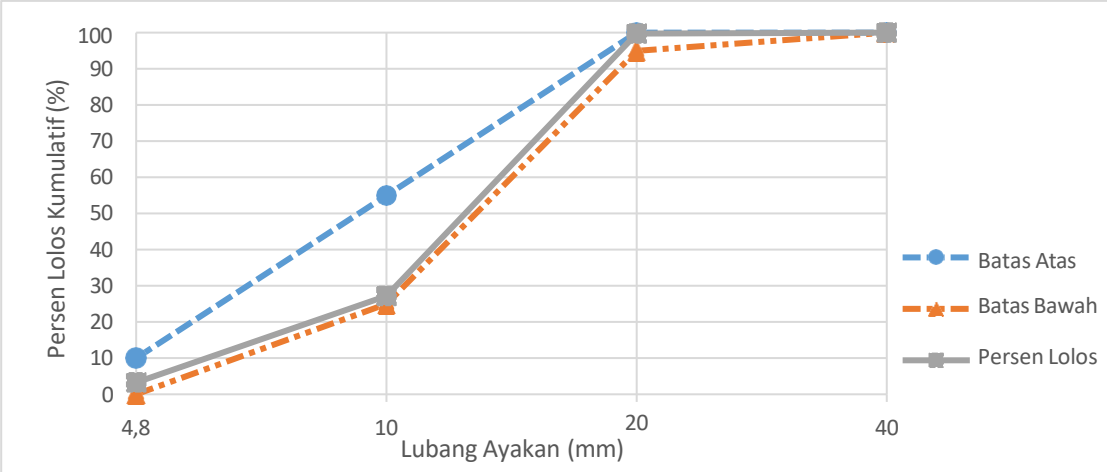
Dari hasil pengujian didapatkan nilai modulus halus butir rata-rata sebesar 6,5442. Menurut Tjokrodimuljo (2007), agregat kasar pada dasarnya memiliki modulus halus butir yang berkisar antara 5-8. Maka modulus halus butir pada agregat yang dipakai dalam penelitian ini memenuhi persyaratan tersebut. Hasil penentuan ukuran maksimum agregat kasar mengindikasikan bahwa ukuran maksimum berada disekitar

20 mm. Spesifikasi gradasi kasar dapat dilihat pada Tabel 5.20 serta grafik analisa saringan agregat kasar dapat dilihat pada Gambar 5.3 dan Gambar 5.4.

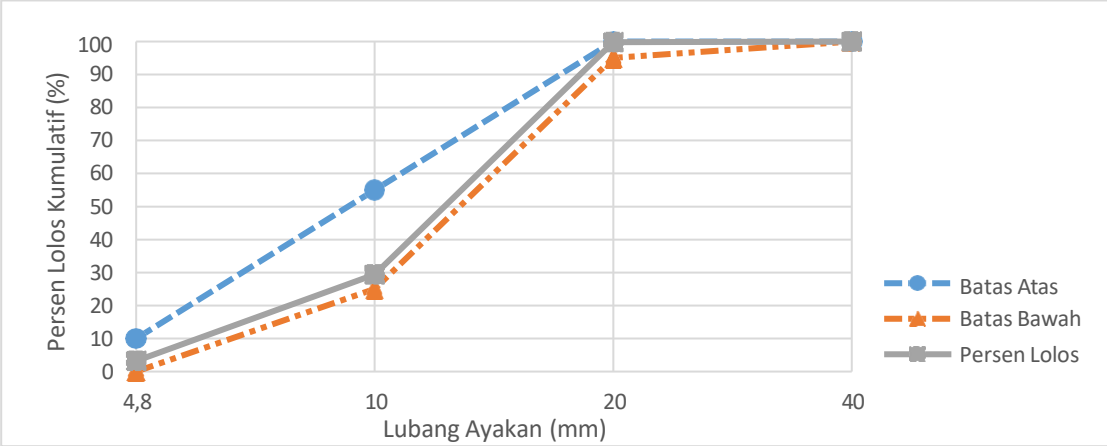
**Tabel 5. 20 Spesifikasi Gradasi Kerikil dengan Besar Butir Maksimum 20 mm**

| Lubang Ayakan (mm) | **Persen Lolos Kumulatif (%)** | |
|---|---|---|
| | **Batas Atas** | **Batas Bawah** |
| 40 | 100 | 100 |
| 20 | 100 | 95 |
| 10 | 55 | 25 |
| 4,8 | 10 | 0 |

Sumber : SNI 03-1969-2008




**Gambar 5. 3 Analisa Saringan Agregat Kasar Sampel 1**




**Gambar 5. 4 Analisa Saringan Agregat Kasar Sampel 2**

Berdasarkan grafik pada Gambar 5.3 dan Gambar 5.4 dapat diketahui bahwa agregat kasar yang digunakan pada penelitian ini memenuhi persyaratan sesuai spesifikasi pada Tabel 5.20 dengan ukuran butir maksimum 20 mm.

5.3.4 Pemeriksaan Berat Volume Gembur Agregat Kasar

Pengujian ini dilakukan berdasarkan SNI 4804-1998 dan bertujuan untuk mengetahui berat volume agregat kasar dalam kondisi gembur. Hasil pemeriksaan dapat dilihat pada Tabel 5.21.

**Tabel 5. 21 Hasil Pemeriksaan Berat Volume Gembur Agregat Kasar**

| Uraian | Hasil | |
|---|---|---|
| | Sampel 1 | Sampel 2 |
| Berat tabung (W1), gram | 11181 | 10701 |
| Berat tabung + Agregat kasar (W2), gram | 18393 | 17838 |
| Diameter tabung (d), cm | 14,95 | 14,95 |
| Tinggi tabung (t), cm | 30,11 | 30,11 |

1. Analisis Perhitungan

   Contoh perhitungan untuk sampel 1.

   a. Berat agregat (W3) $= W2 - W1$

   $= 18393 - 11181$

   $= 7212$ gram

   b. Volume tabung (V) $= \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times t$

   $= \frac{1}{4} \times \pi \times 14{,}95^2 \times 30{,}11$

   $= 5285{,}4628\ cm^3$

   c. Berat volume $= \frac{W3}{V}$

   $= \frac{7212}{5285{,}4628}$

   $= 1{,}3645\ gram/cm^3$

Hasil dari perhitungan pemeriksaan berat volume gembur agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 5.22.

**Tabel 5. 22 Hasil Analisis Pemeriksaan Berat Volume Gembur Agregat Kasar**

| Uraian | Hasil | |
|---|---|---|
| | **Sampel 1** | **Sampel 2** |
| Berat tabung (W1), gram | 11181 | 10701 |
| Berat tabung + Agregat Kasar (W2), gram | 18393 | 17847 |
| Berat agregat (W3), gram | 7212 | 7146 |
| Diameter tabung (d), cm | 14,95 | 14,95 |
| Tinggi tabung (t), cm | 30,11 | 30,11 |
| Volume tabung (V), $cm^3$ | 5285,4628 | 5285,4628 |
| Berat volume gembur, $gram/cm^3$ | 1,3645 | 1,3520 |
| Berat volume gembur rata-rata, $gram/cm^3$ | 1,358 | |

Dari data yang didapat pada Tabel 5.22 maka didapat berat volume gembur agregat kasar rata-rata sebesar 1,358 $gr/cm^3$.

5.3.5 Pemeriksaan Berat Volume Padat Agregat Kasar

Pengujian ini dilakukan berdasarkan SNI 4804-1998 dan bertujuan untuk mengetahui berat volume padat agregat kasar dalam kondisi padat. Hasil pemeriksaan dapat dilihat pada Tabel 5.23.

**Tabel 5. 23 Hasil Pemeriksaan Berat Volume Padat Agregat Kasar**

| Uraian | Hasil | |
|---|---|---|
| | **Sampel 1** | **Sampel 2** |
| Berat tabung (W1), gram | 11181 | 10701 |
| Berat tabung + Agregat kasar (W2), gram | 19266 | 18859 |
| Diameter tabung (d) | 14,95 | 14,95 |
| Tinggi tabung (t) | 30,11 | 30,11 |

1. Analisis Perhitungan

   Contoh perhitungan untuk sampel 1.

   a. Berat agregat (W3) = W2 – W1

   = 19266 - 11181

= 8085 gram

b. Volume tabung (V) = ¼ x $\pi$ x $d^2$ x t

= ¼ x $\pi$ x $14{,}95^2$ x 30,11

= 5285,4628 $cm^3$

c. Berat volume = $\frac{W3}{V}$

= $\frac{8085}{5285{,}4628}$

= 1,5297 $gram/cm^3$

Hasil dari perhitungan pemeriksaan berat volume padat agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 5.24.

**Tabel 5. 24 Hasil Analisis Pemeriksaan Berat Volume Padat Agregat Kasar**

| Uraian | Hasil | |
|---|---|---|
| | Sampel 1 | Sampel 2 |
| Berat tabung (W1), gram | 11181 | 10701 |
| Berat tabung + Agregat halus (W2), gram | 19266 | 18859 |
| Berat agregat (W3) | 8085 | 8158 |
| Diameter tabung (d) | 14,95 | 14,95 |
| Tinggi tabung (t) | 30,11 | 30,11 |
| Volume tabung (V) | 5285,4628 | 5285,4628 |
| Berat volume gembur | 1,5297 | 1,5435 |
| Berat volume gembur rata-rata | 1,536 | |

Dari data yang didapat pada Tabel 5.24 maka didapat rata-rata berat volume padat agregat kasar rata-rata sebesar 1,536 $gr/cm^3$.

## 5.4 Perencanaan Campuran Beton

Pada penelitian ini perencanaan campuran beton mengacu pada SNI 03-2834-2000 dengan mutu beton rencana 25 MPa. Adapun langkah-langkah dalam perancangan campuran beton adalah sebagai berikut ini.

1. Kuat tekan rencana (*f'c*) adalah 25 MPa.
2. Nilai tambah atau margin (M) sebear 12 MPa karena sampel yang digunakan pada penelitian ini kurang dari 15 sampel.
3. Kuat tekan beton yang ditargetkan (*f'cr*).

   $f'cr = f'c + M$

   $= 25 + 12$

   $= 37$ MPa
4. Jenis semen yang dipakai adalah semen Tiga Roda tipe PCC (*Portland Composite Cement*) yang sejenis dengan *Portland Cement* tipe 1.
5. Jenis agregat kasar yang dipakai adalah batu pecah yang berasal dari Clereng dan jenis agregat halus yang dipakai yaitu pasir alami berasal dari Progo.
6. Menentukan Faktor air semen (fas) dengan menggunakan Tabel 5.25 dan grafik pada Gambar 5.5 dengan cara sebagai berikut.
   a. Menentukan perkiraan kuat tekan beton dengan faktor air semen dengan data jenis semen, jenis agregat kasar, umur benda uji dan bentuk benda uji yang digunakan dalam penelitian seperti Tabel 5.25.

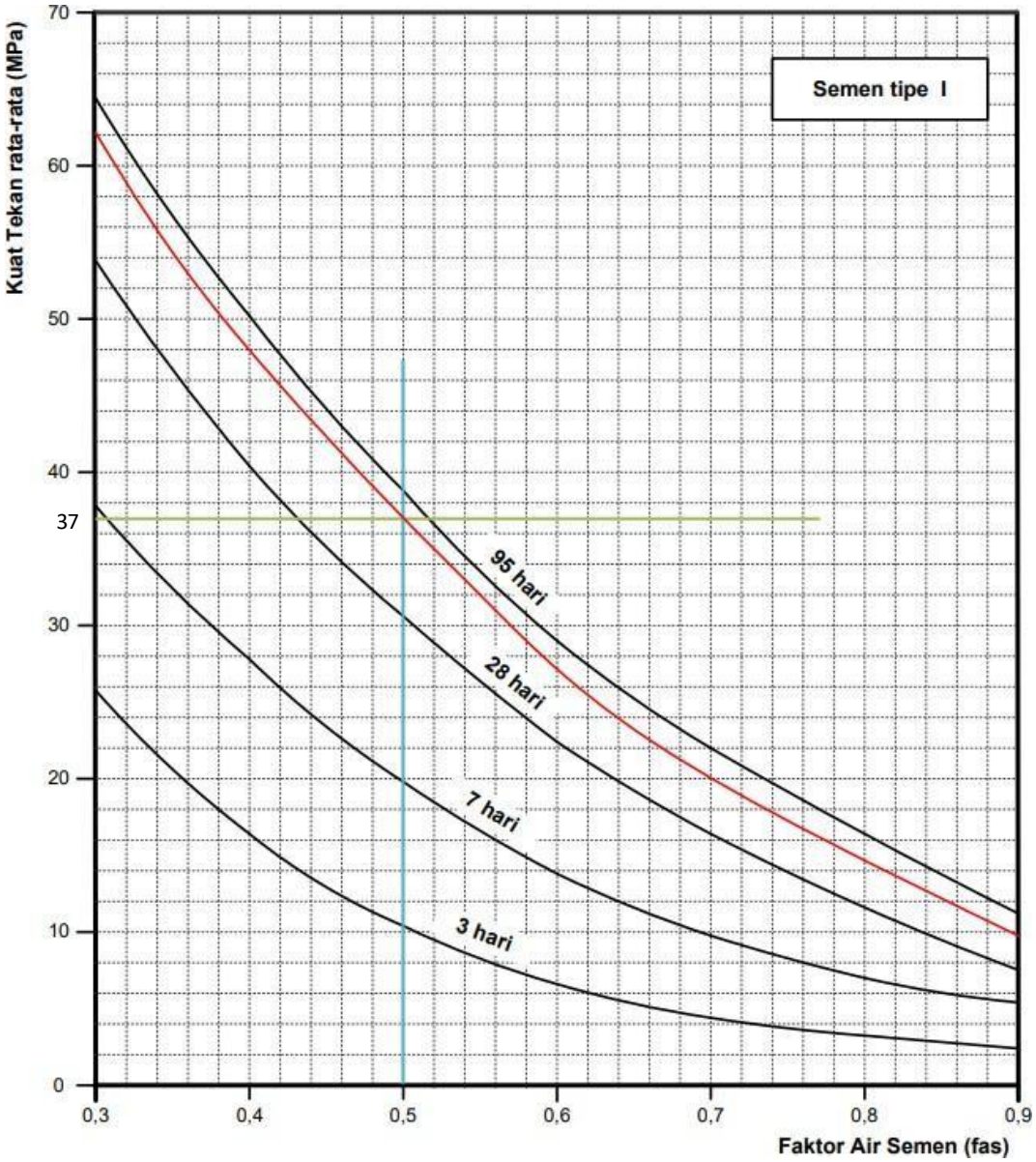
**Tabel 5. 25 Pekiraan Kuat tekan Beton dengan FAS 0,5**

| Jenis Semen | Jenis Agregat Kasar | Kekuatan Tekan (MPa) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Pada Umur (hari) | | | | Bentuk benda uji |
| | | 3 | 7 | 28 | 95 | |
| Semen Portland Tipe I | Batu tak dipecahkan | 17 | 23 | 33 | 40 | Silinder |
| | Batu pecah | 19 | 27 | 37 | 45 | |
| Semen Portland Tipe II, V | Batu tak dipecahkan | 20 | 28 | 40 | 48 | Kubus |
| | Batu pecah | 25 | 32 | 45 | 54 | |
| Semen Portland Tipe III | Batu tak dipecahkan | 21 | 28 | 38 | 44 | Silinder |
| | Batu pecah | 25 | 33 | 44 | 48 | |
| | Batu tak dipecahkan | 25 | 31 | 46 | 53 | Kubus |
| | Batu pecah | 30 | 40 | 53 | 60 | |

(Sumber : SNI 03-2834-2000)

   b. Lalu membuat kurva baru (garis merah) diantara kurva di atas dan di bawahnya pada titik pertemuan antara garis lurus vertikal fas 0,5 (garis

biru) dan garis horizontal, dengan perkiraan kuat tekan yang didapatkan sebelumnya yaitu 37 MPa (garis hijau).




**Gambar 5. 5 Penentuan Faktor Air Semen**

(Sumber: SNI-03-2834-2000)

c. Menarik garis horizontal dari kuat tekan rata-rata (*f'cr*) ke kurva yang telah dibuat, Lalu tarik garis vertikal untuk mendapatkan nilai faktor air semen (fas) bebas, maka didapatkan fas bebas sebesar 0,5.

7. Menentukan ukuran *slump* yaitu sebesar 60-180 mm.
8. Ukuran maksimum agregat yang digunakan sebesar 20 mm.
9. Dengan ukuran agregat maksimum yang dipakai dalam penelitian ini adalah 20 mm dan dengan nilai *slump* yang telah ditentukan adalah 60-180 mm. Sehingga kadar air bebas dapat dihitung menggunakan nilai perkiraan jumlah air untuk agregat kasar (Wk) dan agregat halus (Wh) yang didapatkan dari tabel 5.26.

**Tabel 5. 26 Perkiraan Kadar Air Bebas Tiap $m^3$ Beton**

| Ukuran maksimum Agregat (mm) | Jenis Batuan | Slump (mm) | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 0 - 10 | 10 - 30 | 30 - 60 | 60 - 180 |
| 10 | Batu tak dipecahkan | 150 | 180 | 205 | 225 |
| | Batu pecah | 180 | 205 | 230 | 250 |
| 20 | Batu tak dipecahkan | 135 | 160 | 180 | 195 |
| | Batu pecah | 170 | 190 | 210 | 225 |
| 40 | Batu tak dipecahkan | 115 | 140 | 160 | 175 |
| | Batu pecah | 155 | 175 | 190 | 205 |

(Sumber: SNI-03-2834-2000)

Kadar air bebas $= \frac{2}{3}$ Wh + $\frac{1}{3}$ Wk

$= \frac{2}{3}$ 195 + $\frac{2}{3}$ 225

$= 205$ Kg/$m^3$

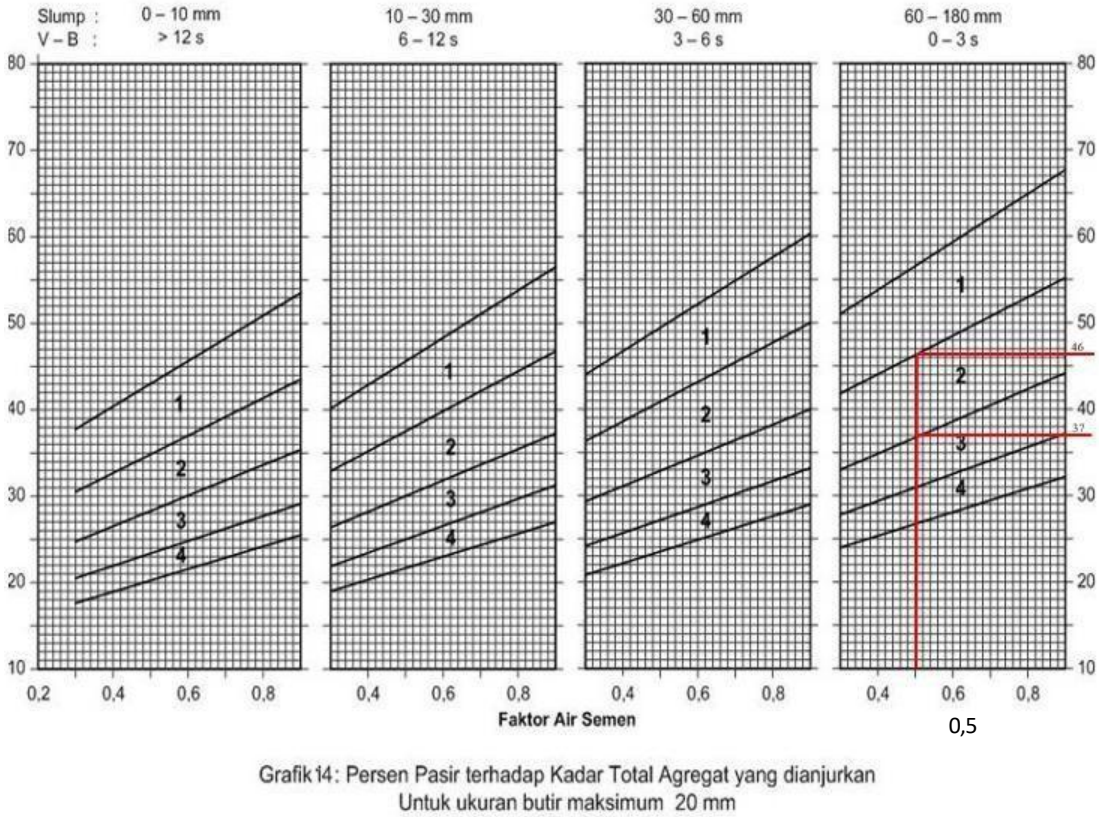
10. Menghitung kadar semen $= \frac{\text{Kadar air bebas}}{\text{FAS}}$

$= \frac{205}{0,5}$

. $= 410$ kg/$m^3$

11. Menghitung persentase agregat halus dan agregat kasar

Dengan melihat pada *slump* 60-180 mm, ukuran maksimum agregat 20 mm, nilai faktor air semen 0,5 dan agregat halus berada pada gradasi 3 sehingga persentase agregat halus terhadap kadar agregat total seperti pada Gambar 5.6.




**Gambar 5. 6 Persentase Agregat Halus Terhadap Kadar Agregat Total**

(Sumber: SNI-03-2834-2000)

Dengan melihat Gambar 5.6 maka didapatkan persentase agregat halus sekitar 37% – 46%. Nilai yang digunakan merupakan nilai rata-rata yaitu sebesar 41,5%.

Nilai persentase agregat kasar = 100% - Persentase agregat halus

= 100% - 41,5%

= 58,5%

12. Perhitungan berat jenis agregat

Berat jenis agregat halus ($BJ_{AH}$) = 2,645

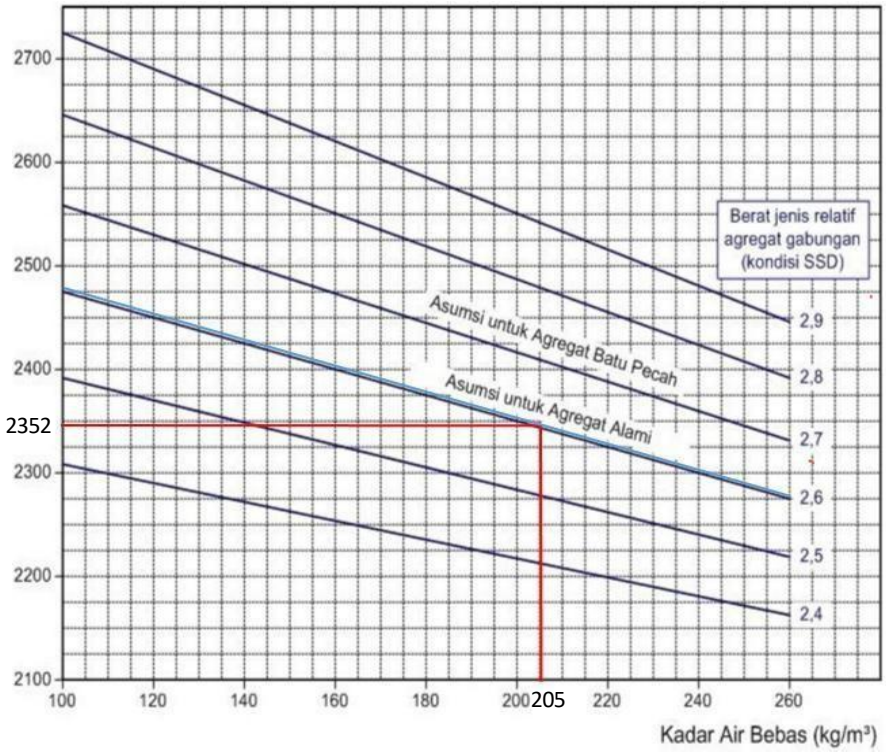
Berat jenis agregat kasar ($BJ_{AK}$) = 2,590

Berat jenis agregat gabungan ($BJ_{AG}$) = (%AH x $BJ_{AH}$) + (%AK x $BJ_{AK}$)

= (41,5% x 2,645) + ( 58,5% x 2,590)

= 2,613

13. Menentukan berat isi beton dapat dilihat dengan menggunakan grafik pada Gambar 5.7 dengan cara sebagai berikut.
    a. Membuat kurva sejajar sesuai dengan nilai berat jenis agregat gabungan yang sejajar dengan garis linier yang terdapat di grafik.
    b. Kemudian tarik garis vertikal ke atas hingga memotong garis yang sudah dibuat tadi sesuai dengan nilai kadar air bebas. Setelah itu tarik garis horizontal ke kiri hingga perpotongan kedua garis di atas.




**Gambar 5. 7 Grafik Perkiraan Berat Beton Basah yang Telah Dipadatkan**

(Sumber: SNI-03-2834-2000)

Dengan melihat gambar 5.7 maka didapatkan perkiraan berat beton basah sebesar 2352 $Kg/m^3$.

14. Menghitung kadar agregat gabungan

    Kadar agregat gabungan = berat isi beton – kadar semen – kadar air bebas

    = 2352 – 410 – 205

    = 1737 Kg/$m^3$

15. Menghitung kadar agregat halus

    Kadar agregat halus = $\frac{\%\text{ agregat halus}}{100}$ x kadar agregat gabungan

    = $\frac{41,5}{100}$ x 1737

    = 720,855 Kg/$m^3$

16. Menghitung kadar agregat kasar

    Kadar agregat kasar = $\frac{\%\text{ agregat kasar}}{100}$ x kadar agregat gabungan

    = $\frac{58,5}{100}$ x 1737

    = 1016,145 Kg/$m^3$

17. Setelah langkah-langkah sebelumnya maka didapatkan proporsi campuran tiap $m^3$ beton sebagai berikut.

    a. Air = 205 Kg
    b. Semen = 410 Kg
    c. Pasir = 720,855 Kg
    d. Kerikil = 1016,145 Kg

    Setelah itu menghitung proporsi campuran dengan *safety* 25%, sebagai berikut.

    a. Air = 205 + (25% x 205)

       = 256,25 Kg

    b. Semen = 410 + (25% x 410)

       = 512,5 Kg

    c. Pasir = 720,855 + (25% x 720,855)

       = 901,068 Kg

    d. Kerikil = 1016,145 + (25% x 1016,145)

       = 1270,181 Kg

18. Menghitung proporsi bahan yang dipakai dalam satu kali pencampuran yaitu sebanyak 12 silinder dengan diameter 0,15 m dan tinggi 0,3 m.

    Volume 12 silinder $= ¼ \times \pi \times 0{,}15^2 \times 0{,}3 \times 12$

    $= 0{,}0636\ m^3$

    Sehingga proporsi campurannya adalah sebagai berikut.

    a. Air = 256,25 x 0,0636

       = 16,302 Kg

    b. Semen = 512,5x 0,0636

       = 32,604 Kg

    c. Pasir = 901,068 x 0,0636

       = 57,323 Kg

    d. Kerikil = 1270,181 x 0,0636

       = 80,805 Kg

19. Menghitung kadar serbuk kayu jati sebanyak 12 silinder.

    a. 1% serbuk kayu jati = 1% x 32,604

       = 0,326 Kg

    b. 1,5 % serbuk kayu jati = 1,5% x 32,604

       = 0,489 Kg

    c. 2 % serbuk kayu jati = 2% x 32,604

       = 0,652

    d. 2,5 % serbuk kayu jati = 2,5% x 32,604

       = 0,815

20. Menghitung kadar *superplasticizer* sebanyak 12 silinder.

    a. Kadar *superplasticizer* 1 % = 1% x 32,604

       = 0,326 Kg

Hasil perencanaan kebutuhan material campuran beton (*mix design*) dengan jumlah 12 silinder dapat dilihat pada Tabel 5.27.

**Tabel 5. 27 Rekapitulasi Kebutuhan Material**

| Kode benda uji | Semen (Kg) | Agregat Halus (Kg) | Agregat Kasar (Kg) | Air (Kg) | Serbuk Kayu Jati (Kg) | *Superplasticizer* (Kg) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| BN | 32,604 | 57,323 | 80,805 | 16,302 | 0 | 0 |
| A1 | 32,604 | 57,323 | 80,805 | 16,302 | 0 | 0,326 |
| A2 | 32,278 | 57,323 | 80,805 | 16,302 | 0,326 | 0,326 |
| A3 | 32,115 | 57,323 | 80,805 | 16,302 | 0,489 | 0,326 |
| A4 | 31,952 | 57,323 | 80,805 | 16,302 | 0,652 | 0,326 |
| A5 | 31,463 | 57,323 | 80,805 | 16,302 | 0,815 | 0,326 |

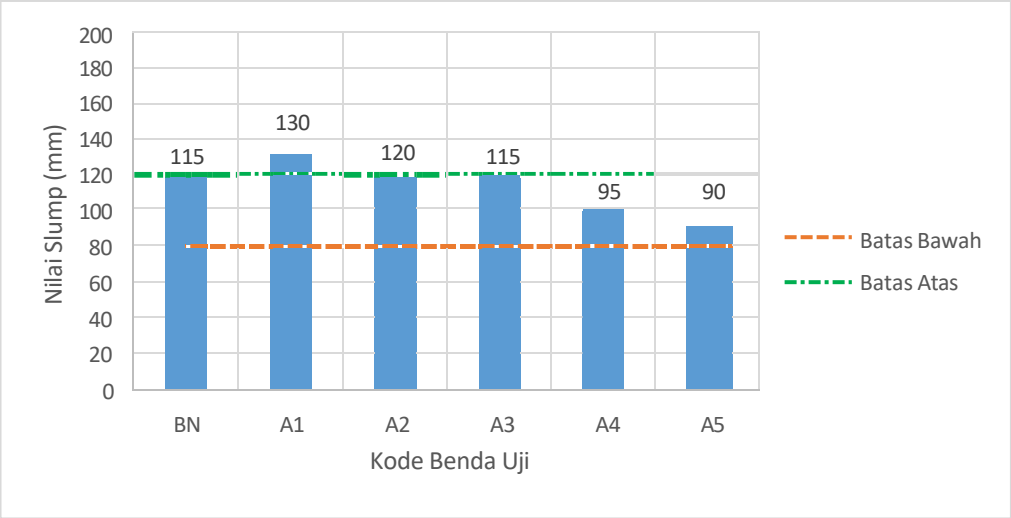
## 5.5 Pengujian Beton

### 5.5.1 Pengujian *Slump*

Uji *slump* dilakukan bertujuan untuk mengetahui campuran beton jika kekurangan, kelebihan atau cukup air. Dalam proporsi campuran beton juga harus memperhatikan kadar air karena kadar air menentukan tingkat kemudahan saat pengerjaan beton (*workability*). Jika campuran beton kekurangan air maka dapat menyebabkan adukan beton tidak merata dan sulit dicetak serta dapat terjadi pecah pada beton, sedangkan jika kelebihan air pada campuran beton maka dapat menurunkan mutu beton. Hasil pengujian slump dapat dilihat pada Tabel 5.28 dan Gambar 5.8.

**Tabel 5. 28 Hasil Pengujian *Slump***

| Kode Benda Uji | Kadar Serbuk kayu jati | Kadar *Superplasticizer* | Nilai *slump* (mm) |
|---|---|---|---|
| BN | 0% | 0% | 115 |
| A1 | 0% | 1% | 130 |
| A2 | 1% | 1% | 120 |
| A3 | 1,5% | 1% | 115 |
| A4 | 2% | 1% | 95 |
| A5 | 2,5% | 1% | 90 |




**Gambar 5. 8 Hubungan Nilai *Slump* dengan Substitusi Serbuk Kayu Jati dan *Superplasticizer***

Berdasarkan Tabel 5.28 dan Gambar 5.8 maka dapat diketahui bahwa nilai *slump* tertinggi terdapat pada A1 yaitu sebesar 130 mm dengan variasi campuran dengan substitusi serbuk kayu 0% dan penambahan superplasticizer 1% . Sedangkan nilai

slump terendah terdapat pada A5 yaitu sebesar 90 mm dengan variasi substitusi serbuk kayu 2,5% dan penambahan *superplasticizer* 1% dari berat semen. Nilai *slump* pada setiap variasi masih berada dalam rencana yaitu 60-180 mm.

Jika melihat Gambar 5.8 dapat disimpulkan bahwa semakin besar penambahan serbuk kayu jati sebagai substitusi pada campuran beton dapat menghasilkan nilai *slump* yang rendah. Hal tersebut dikarenakan serbuk kayu jati memiliki daya serap air yang cukup tinggi. Penambahan *superplasticizer* Sikament LN bertujuan untuk meningkatkan kelacakan pada beton dan mengimbangi daya serap air yang cukup tinggi oleh serbuk kayu.

5.5.2 Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian ini dilakukan agar dapat mengetahui kekuatan beton untuk menerima gaya desak dan mengetahui mutu beton. Kuat tekan beton dipengaruhi oleh material yang digunakan pada saat pembuatan beton. Pada penelitian ini melakukan pengujiam pada saat beton berumur 28 hari dan setiap variasi dibuat sebanyak 5 buah benda uji silinder. Setelah dilakukan pengujian maka didapatkan beban maksimum dari *Compressing Test Machine*, lalu mencatat hasil kuat tekan dan melakukan perhitungan supaya mendapat nilai kuat tekan beton yang telah diuji. Berikut merupakan contoh perhitungan kuat tekan beton normal (BN 1.1).

Diameter (D) = 150,2 mm

Beban maks = 459,123 kN x 1000

= 4591230 N

Luas penampang (A) = ¼ x π x $150{,}2^2$

= 177709,631 $mm^2$

$f'c = \frac{P}{A}$

$= \frac{4591230}{177709{,}631}$

= 25,912 MPa

Tiap benda uji pada tiap variasi dihitung seperti contoh perhitungan di atas untuk mengetahui nilai kuat tekan beton pada benda uji. Setelah itu nilai kuat tekan pada tiap variasi dirata-rata. Hasil dari pengujian kuat tekan pada tiap variasi dapat dilihat pada Tabel 5.29 hingga Tabel 5.34.

**Tabel 5. 29 Kuat Tekan Beton Variasi Serbuk Kayu Jati 0% dengan *Superplasticizer* 0%**

| Benda Uji | Diameter (mm) | Tinggi (mm) | Berat Beton (Kg) | Beban Maks (kN) | A ($mm^2$) | *f'c* (MPa) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| BN.1 | 150,2 | 300,3 | 12,785 | 459,123 | 17709,6314 | 25,912 |
| BN.2 | 150,3 | 301,2 | 12,765 | 452,260 | 17733,2206 | 25,491 |
| BN.3 | 150,3 | 300,1 | 12,712 | 459,230 | 17733,2206 | 25,883 |
| BN.4 | 151,2 | 300,8 | 12,651 | 473,150 | 17946,2304 | 26,352 |
| BN.5 | 150,1 | 300,9 | 12,891 | 439,139 | 17686,0578 | 24,817 |
| *f'c* rata-rata | | | | | | 25,691 |

**Tabel 5. 30 Kuat Tekan Beton Variasi Serbuk Kayu Jati 0 % dengan *Superplasticizer* 1%**

| Benda Uji | Diameter (mm) | Tinggi (mm) | Berat Beton (Kg) | Beban Maks (kN) | A ($mm^2$) | *f'c* (MPa) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A1.1 | 150,7 | 300,8 | 12,654 | 492,920 | 17827,7346 | 27,635 |
| A1.2 | 150,4 | 300,7 | 12,743 | 498.291 | 17756,8256 | 28,048 |
| A1.3 | 151,1 | 302,1 | 12,721 | 507,630 | 17922,4998 | 28,309 |
| A1.4 | 150,5 | 300,9 | 12,769 | 520,124 | 17780,4462 | 29,238 |
| A1.5 | 150,8 | 301,3 | 12,806 | 481,280 | 17851,4024 | 26,947 |
| *f'c* rata-rata | | | | | | 28,035 |

**Tabel 5. 31 Kuat Tekan Beton Variasi Serbuk Kayu Jati 1 % dengan *Superplasticizer* 1%**

| Benda Uji | Diameter (mm) | Tinggi (mm) | Berat Beton (Kg) | Beban Maks (kN) | A ($mm^2$) | *f'c* (MPa) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A2.1 | 150,7 | 300,8 | 12,894 | 580,321 | 17827,7346 | 32.535 |
| A2.2 | 150,3 | 300,7 | 12,712 | 581,912 | 17733,2206 | 32.798 |
| A2.3 | 150,8 | 301,8 | 12,698 | 530,600 | 17851,4024 | 29.708 |
| A2.4 | 151,2 | 302,3 | 12,912 | 533,560 | 17946,2304 | 29.716 |
| A2.5 | 150,8 | 301,3 | 12,860 | 558,460 | 17851,4024 | 31.268 |
| *f'c* rata-rata | | | | | | 31,205 |

**Tabel 5. 32 Kuat Tekan Beton Variasi Serbuk Kayu Jati 1,5 % dengan *Superplasticizer* 1%**

| Benda Uji | Diameter (mm) | Tinggi (mm) | Berat Beton (Kg) | Beban Maks (kN) | A ($mm^2$) | *f'c* (MPa) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A3.1 | 150,7 | 300,8 | 12,949 | 540,124 | 17827,7346 | 30.281 |
| A3.2 | 151,2 | 301,4 | 12,772 | 592,710 | 17946,2304 | 33.010 |
| A3.3 | 150,4 | 300,5 | 12,890 | 539,490 | 17756,8256 | 30.367 |
| A3.4 | 151,2 | 301,4 | 12,742 | 601,335 | 17946,2304 | 33.491 |
| A3.5 | 151,6 | 300,4 | 12,843 | 616,030 | 18041,3096 | 34.128 |
| *f'c* rata-rata | | | | | | 32,255 |

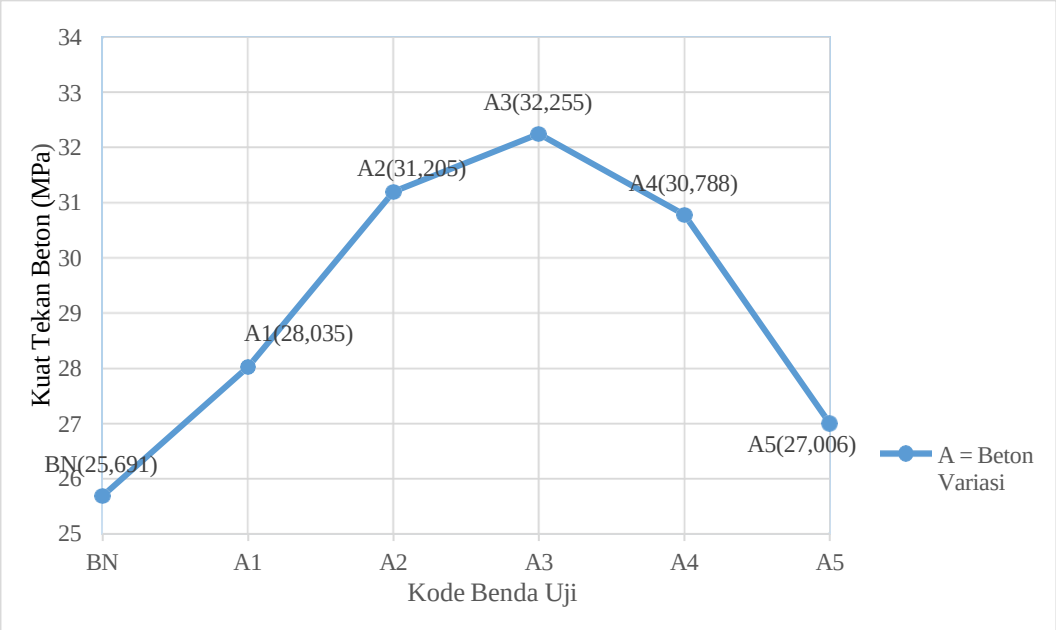
**Tabel 5. 33 Kuat Tekan Beton Variasi Serbuk Kayu Jati 2 % dengan *Superplasticizer* 1%**

| Benda Uji | Diameter (mm) | Tinggi (mm) | Berat Beton (Kg) | Beban Maks (kN) | A ($mm^2$) | *f'c* (MPa) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A4.1 | 150,4 | 301,9 | 12,823 | 554,124 | 17756,8256 | 31,190 |
| A4.2 | 151,3 | 300,8 | 12,849 | 533,560 | 17969,9766 | 29,677 |
| A4.3 | 150,4 | 300,5 | 12,740 | 598,212 | 17756,8256 | 33,317 |
| A4.4 | 151,2 | 301,4 | 12,698 | 505,080 | 17946,2304 | 28,430 |
| A4.5 | 151,6 | 300,4 | 12,712 | 565,438 | 18041,3096 | 31,325 |
| *f'c* rata-rata | | | | | | 30,788 |

**Tabel 5. 34 Kuat Tekan Beton Variasi Serbuk Kayu Jati 2,5 % dengan *Superplasticizer* 1%**

| Benda Uji | Diameter (mm) | Tinggi (mm) | Berat Beton (Kg) | Beban Maks (kN) | A ($mm^2$) | *f'c* (MPa) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A5.1 | 151,6 | 302,4 | 12,819 | 473,124 | 18041,3096 | 26,211 |
| A5.2 | 150,4 | 301,1 | 12,638 | 480,312 | 17756,8256 | 26,609 |
| A5.3 | 150,2 | 300,5 | 12,698 | 491,214 | 17709,6314 | 27,723 |
| A5.4 | 151,1 | 301,3 | 12,701 | 479,891 | 17922.9985 | 26,762 |
| A5.5 | 151,2 | 300,9 | 12,891 | 490,123 | 17946.2304 | 27,297 |
| *f'c* rata-rata | | | | | | 27,006 |

Dari hasil pengujian kuat tekan beton pada Tabel 5.29 hingga Tabel 5.34 setelah itu dapat dibuat grafik hubungan substitusi variasi serbuk kayu jati dan penambahan *superplasticizer* terhadap beton normal. Sehingga dapat mengetahui peningkatan/penurunan yang terjadi pada kuat tekan beton dapat dilihat pada Gambar 5.9 dan Tabel 5.35.




**Gambar 5. 9 Hubungan Kuat Tekan Beton dengan Substitusi Serbuk Kayu Jati Terhadap Semen dengan *Superplasticizer***

Dari hasil pengujian kuat tekan beton yang dilakukan maka dapat diketahui peningkatan atau penurunan yang terjadi pada setiap variasi. Berikut merupakan contoh perhitungan persentase peningkatan kuat tekan beton pada contoh variasi A1.

*f'c* rata-rata A1 (A) = 28,035 MPa

*f'c* rata-rata BN (B) = 25,691 MPa

Persentase Peningkatan $= \frac{A-B}{B} \times 100$

$= \frac{28,035 - 25,691}{25,691} \times 100$

$= 9,125\ \%$

Tiap benda uji pada tiap variasi dihitung seperti contoh perhitungan di atas untuk mengetahui persentase peningkatan benda uji. Hasil peningkatan atau penurunan pada setiap variasi dapat dilihat pada Tabel 5.35.

**Tabel 5. 35 Kuat Tekan Beton Rata-Rata**

| Kode Benda Uji | Kuat Tekan (MPa) | Peningkatan / Penurunan (%) |
|---|---|---|
| BN | 25,691 | 0 |
| A1 | 28,035 | 9,125 |
| A2 | 31,205 | 21,463 |
| A3 | 32,255 | 25,552 |
| A4 | 30,788 | 19,839 |
| A5 | 27,006 | 5,118 |

Berdasarkan grafik pada Gambar 5.9 dan Tabel 5.35 maka diketahui bahwa semua variasi yang dilakukan pada penelitian ini mengalami kenaikan kuat tekan beton dengan umur pengujian 28 hari. Benda uji beton normal pada penelitian ini memiliki nilai kuat tekan rata-rata sebesar 25,691 MPa. Sehingga *mix design* yang dipakai telah memenuhi kuat tekan rencana yaitu sebesar 25 MPa.

Benda uji beton dengan variasi substitusi serbuk kayu jati 0% (A1), 1% (A2), 1,5% (A3), 2% (A4), dan 2,5%(A5) terhadap berat semen dan penambahan *superplasticizer* Sikament LN 1% terhadap berat semen. Benda uji A1 mengalami peningkatan sebesar 9,125% dengan nilai kuat tekan 28,035 MPa. Benda uji A2 mengalami peningkatan sebesar 21,463% dengan nilai kuat tekan 31,205 MPa. Benda uji A3 mengalami peningkatan sebesar 25,552% dengan nilai kuat tekan 32,255 MPa. Benda uji A4 mengalami peningkatan sebesar 19,839% dengan nilai kuat tekan 30,788 MPa. Benda uji A5 mengalami peningkatan sebesar 5,118% dengan nilai kuat tekan 27,006 MPa. Pada penelitian ini variasi substitusi serbuk kayu jati sebesar 1,5% terhadap berat semen dan penambahan *superplasticizer* 1% memiliki kuat tekan beton paling tinggi yaitu sebesar 32,255 MPa.

Meningkatnya kuat tekan beton disebabkan karena serbuk kayu memiliki kadar selulosa yang jika ditambahkan dalam campuran beton dapat bereaksi menghasilkan zat perekat sehingga menambah daya ikat pada campuran beton sehingga kekuatan beton meningkat. Penambahan superplasticizer Sikament LN pada campuran beton juga dapat meningkatkan kekuatan beton. Namun semakin banyak substitusi serbuk kayu jati terhadap semen maka dapat menurunkan kuat tekan beton. Penelitian Argo Irlando (2018), hal ini terjadi karena penambahan serbuk kayu jati terlalu banyak juga dapat menyerap air yang terlalu banyak sehingga dapat mengganggu reaksi pencampuran pasta semen dan kekuatan ikat pasta semen akan berkurang sehingga tidak dapat menyelimuti material lainnya.

5.5.3 Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

Pengujian ini dilakukan dengan mengunakan metode uji belah silinder beton. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui beban maksimum yang diterima pada beton yang diletakkan dengan posisi mendatar pada permukaan mesin. Kuat tarik beton juga dipengaruhi oleh material yang digunakan pada saat pembuatan beton. Pengujian dilaksanakan saat beton berumur 28 hari dan setiap variasi memiliki 5 buah benda uji silinder. Setelah melakukan pengujian dan mengetahui beban maksimum yang diterima oleh beton. Berikut merupakan contoh perhitungan kuat tarik beton normal (BN 1.6).

D = 150,3 mm

L = 300,4 mm

P = 178 kN x 1000

= 178000 N

$T = \frac{2P}{\pi LD}$

$= \frac{2 \text{ x } 178000}{\pi \; x \; 300{,}4 \; x \; 150{,}3}$

= 2,510 MPa

Tiap benda uji pada tiap variasi dihitung seperti contoh perhitungan di atas untuk mengetahui nilai kuat tarik beton pada setiap benda uji. Setelah itu nilai kuat tarik pada

tiap variasi dirata-rata. Hasil dari pengujian kuat tarik pada tiap variasi dapat dilihat pada Tabel 5.36 hingga Tabel 5.41.

**Tabel 5. 36 Kuat Tarik Belah Beton Variasi Serbuk Kayu Jati 0% dengan *Superplasticizer* 0%**

| Benda Uji | Diameter (mm) | Tinggi (mm) | Berat Beton (Kg) | Beban Maks (kN) | Kuat Tarik (MPa) |
|---|---|---|---|---|---|
| BN1.6 | 150,3 | 300,4 | 12,679 | 178 | 2,510 |
| BN1.7 | 150,2 | 300,1 | 12,653 | 162 | 2,288 |
| BN1.8 | 151,3 | 301,1 | 12,284 | 173 | 2,418 |
| BN1.9 | 150,8 | 300,4 | 12,432 | 172 | 2,417 |
| BN1.10 | 150,7 | 300,9 | 12,578 | 126 | 1,769 |
| Kuat Tarik Rata-Rata | | | | | 2,280 |

**Tabel 5. 37 Kuat Tarik Belah Beton Variasi Serbuk Kayu Jati 0% dengan *Superplasticizer* 1%**

| Benda Uji | Diameter (mm) | Tinggi (mm) | Berat Beton (Kg) | Beban Maks (kN) | Kuat Tarik (MPa) |
|---|---|---|---|---|---|
| A1.6 | 150,7 | 301,4 | 12,874 | 179 | 2,509 |
| A1.7 | 150,5 | 300,5 | 12,981 | 172 | 2,421 |
| A1.8 | 150,6 | 300,5 | 12,891 | 182 | 2,560 |
| A1.9 | 151,2 | 300,8 | 12,479 | 188 | 2,632 |
| A1.10 | 151,1 | 300,7 | 12,769 | 193 | 2,704 |
| Kuat Tarik Rata-Rata | | | | | 2,565 |

**Tabel 5. 38 Kuat Tarik Belah Beton Variasi Serbuk Kayu Jati 1% dengan *Superplasticizer* 1%**

| Benda Uji | Diameter (mm) | Tinggi (mm) | Berat Beton (Kg) | Beban Maks (kN) | Kuat Tarik (MPa) |
|---|---|---|---|---|---|
| A2.6 | 151,7 | 300,9 | 12,845 | 140 | 1,953 |
| A2.7 | 150,4 | 300,2 | 13,012 | 210 | 2,961 |
| A2.8 | 150,2 | 300,4 | 13,125 | 200 | 2,822 |
| A2.9 | 151,7 | 300,9 | 12,849 | 209 | 2,915 |
| A2.10 | 150,8 | 301,4 | 12,612 | 199 | 2,787 |
| Kuat Tarik Rata-Rata | | | | | 2,688 |

**Tabel 5. 39 Kuat Tarik Belah Beton Variasi Serbuk Kayu Jati 1,5% dengan *Superplasticizer* 1%**

| Benda Uji | Diameter (mm) | Tinggi (mm) | Berat Beton (Kg) | Beban Maks (kN) | Kuat Tarik (MPa) |
|---|---|---|---|---|---|
| A3.6 | 151,2 | 300,4 | 12,903 | 239 | 3,350 |
| A3.7 | 150,8 | 301,6 | 12,434 | 230 | 3,219 |
| A3.8 | 150,4 | 300,2 | 12,720 | 189 | 2,665 |
| A3.9 | 150,5 | 301,3 | 12,830 | 243 | 3,412 |
| A3.10 | 150,4 | 300,8 | 13,060 | 210 | 2,955 |
| Kuat Tarik Rata-Rata | | | | | 3,120 |

**Tabel 5. 40 Kuat Tarik Belah Beton Variasi Serbuk Kayu Jati 2% dengan *Superplasticizer* 1%**

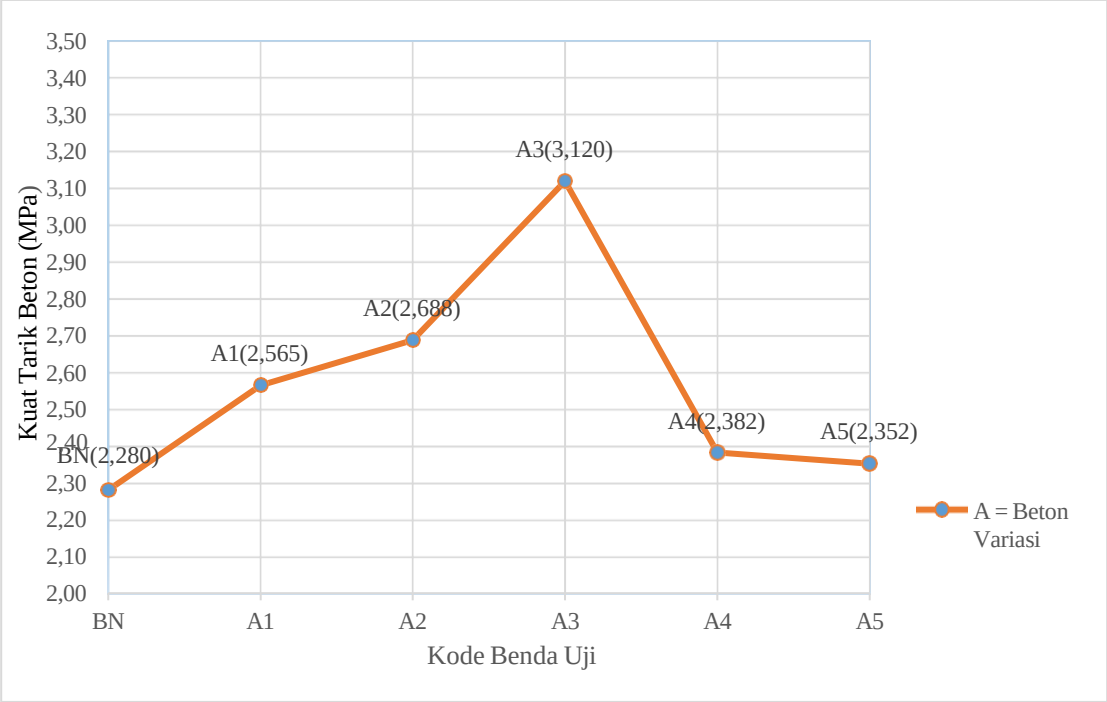
| Benda Uji | Diameter (mm) | Tinggi (mm) | Berat Beton (Kg) | Beban Maks (kN) | Kuat Tarik (MPa) |
|---|---|---|---|---|---|
| A4.6 | 150,5 | 301,3 | 12,721 | 160 | 2,246 |
| A4.7 | 150,6 | 301,7 | 12,834 | 172 | 2,410 |
| A4.8 | 151,3 | 300,3 | 12,413 | 179 | 2,508 |
| A4.9 | 150,9 | 300,9 | 12,720 | 160 | 2,243 |
| A4.10 | 150,3 | 301,2 | 12,931 | 178 | 2,503 |
| Kuat Tarik Rata-Rata | | | | | 2,382 |

**Tabel 5. 41 Kuat Tarik Belah Beton Variasi Serbuk Kayu Jati 2,5% dengan *Superplasticizer* 1%**

| Benda Uji | Diameter (mm) | Tinggi (mm) | Berat Beton (Kg) | Beban Maks (kN) | Kuat Tarik (MPa) |
|---|---|---|---|---|---|
| A5.6 | 151,4 | 300,6 | 12,543 | 159 | 2,224 |
| A5.7 | 150,3 | 301,8 | 12,758 | 142 | 1,993 |
| A5.8 | 150,8 | 301,2 | 12,869 | 147 | 2,060 |
| A5.9 | 150,7 | 301,4 | 12,623 | 155 | 2,172 |
| A5.10 | 151,5 | 300,7 | 12,736 | 237 | 3,312 |
| Kuat Tarik Rata-Rata | | | | | 2,352 |

Dari hasil pengujian kuat tarik beton pada Tabel 5.39 hingga Tabel 5.41 maka selanjutnya dapat dibuat grafik hubungan penambahan variasi serbuk kayu jati dan *superplasticizer* terhadap beton normal. Sehingga dapat diketahui

peningkatan/penurunan yang terjadi pada kuat tarik beton dapat dilihat pada Gambar 5.10 dan Tabel 5.44.




**Gambar 5. 10 Hubungan Kuat Tarik Belah Beton dengan Substitusi Serbuk Kayu Jati Terhadap Semen dengan *Superplasticizer***

Dari hasil pengujian kuat tarik beton yang dilakukan maka dapat diketahui peningkatan atau penurunan yang terjadi pada setiap variasi. Berikut merupakan contoh perhitungan persentase peningkatan kuat tarik beton pada contoh variasi A1.

*f'c* rata-rata A1 (A) = 2,565 MPa

*f'c* rata-rata BN (B) = 2,280 MPa

Persentase Peningkatan $= \frac{A-B}{B} \times 100$

$= \frac{2,565 - 2,280}{2,280} \times 100$

$= 12,494\ \%$

Tiap benda uji pada tiap variasi dihitung seperti contoh perhitungan di atas untuk mengetahui persentase peningkatan benda uji. Hasil peningkatan atau penurunan pada setiap variasi dapat dilihat pada Tabel 5.42.

**Tabel 5. 42 Kuat Tarik Beton Rata-Rata**

| Kode Benda Uji | Kuat Tarik (MPa) | Peningkatan / Penurunan (%) |
|---|---|---|
| BN | 2,280 | 0 |
| A1 | 2,565 | 12,494 |
| A2 | 2,688 | 17,859 |
| A3 | 3,120 | 36,831 |
| A4 | 2,382 | 4,467 |
| A5 | 2,352 | 3,160 |

Berdasarkan grafik pada Gambar 5.10 dan Tabel 5.42 maka diketahui bahwa semua variasi yang dilakukan pada penelitian ini mengalami kenaikan kuat tarik beton dengan umur pengujian 28 hari. Benda uji beton normal pada penelitian ini memiliki nilai kuat tarik rata-rata sebesar 2,280 MPa.

Benda uji beton dengan variasi substitusi serbuk kayu jati 0% (A1), 1% (A2), 1,5% (A3), 2% (A4), dan 2,5%(A5) terhadap berat semen dan penambahan *superplasticizer* Sikament LN 1% terhadap berat semen. Benda uji A1 mengalami peningkatan sebesar 12,494% dengan nilai kuat tarik 2,565 MPa. Benda uji A2 mengalami peningkatan sebesar 17,859% dengan nilai kuat tarik 2,688 MPa. Benda uji A3 mengalami peningkatan sebesar 36,831% dengan nilai kuat tarik 3,120 MPa. Benda uji A4 mengalami peningkatan sebesar 4,467% dengan nilai tarik tekan 2,382 MPa. Benda uji A5 mengalami peningkatan sebesar 3,160% dengan nilai kuat tarik 2,352 MPa. Pada penelitian ini variasi substitusi serbuk kayu jati sebesar 1,5% terhadap berat semen dan penambahan *superplasticizer* 1% memiliki kuat tarik beton paling tinggi

yaitu sebesar 3,120 MPa, namun pada variasi A4 dan A5 beton mengalami penurunan kekuatan.

Hasil tersebut sama dengan pengujian kuat tekan beton dikarenakan jika terlalu berlebihan substitusi serbuk kayu jati terhadap semen pada campuran beton maka dapat mengakibatkan penurunan kekuatan pada beton. Pola peningkatan dan penurunan kuat tarik belah beton pada setiap variasi sama dengan pola yang didapatkan pada hasil pengujian kuat tekan beton. Setiap kenaikan nilai kuat tekan beton pada masing-masing variasi maka nilai kuat tarik belah beton juga ikut meningkat, tetapi jika kuat tekan beton menurun maka nilai kuat tarik juga ikut menurun.

5.5.4 Pengujian Absorpsi Beton

Pengujian absorpsi ini dilakukan dengan cara memasukkan benda uji pada oven selama 24 jam dengan suhu 110 ± 5°C. Lalu benda uji ditimbang dalam kondisi kering oven. Setelah itu masukkan benda uji ke dalam bak perendaman selama 48 jam selanjutnya sampel dikeluarkan dan dekeringkan dengan kain kering. Pada saat sudah kering benda uji ditimbang. Adapun perhitungan absorpsi beton normal (BN 1.1) sebagai berikut.

$P_A$ = Absorpsi Beton (%)

B = Berat Kering Pemukaan (kg)

A = Berat Kering Oven (kg)

$$P_A = \frac{B - A}{A} \times 100$$

$$= \frac{8{,}202 - 7{,}850}{7{,}850} \times 100$$

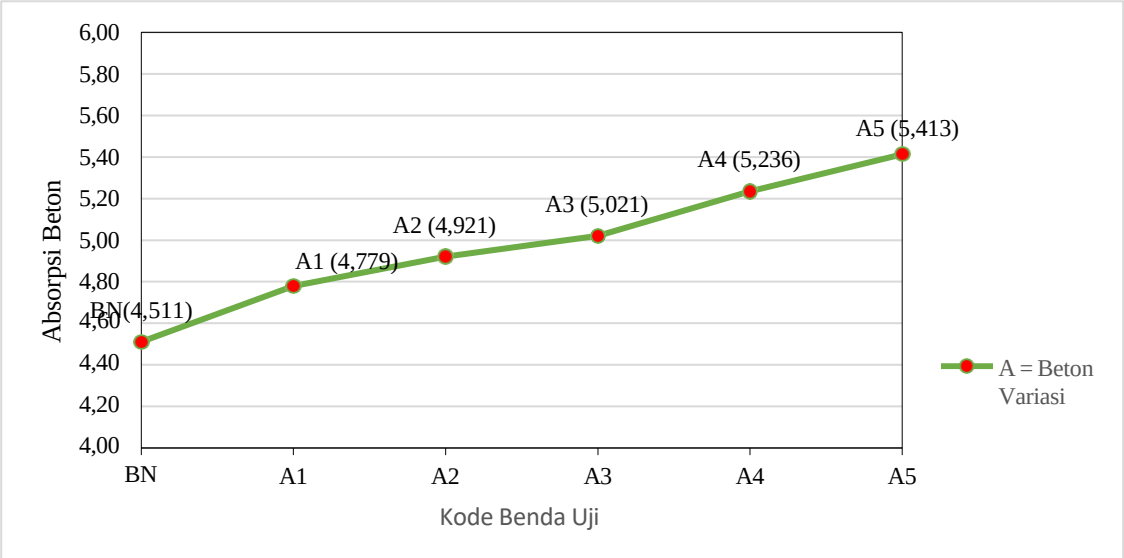
$$= 4{,}484\ \%$$

Tiap benda uji pada tiap variasi dihitung seperti contoh perhitungan di atas untuk mengetahui nilai absorpsi beton pada setiap benda uji. Setelah itu nilai absorpsi pada tiap variasi dirata-rata. Hasil dari pengujian absorpsi pada tiap variasi dapat dilihat pada Tabel 5.43

**Tabel 5. 43 Rekapitulasi Hasil Pengujian Absorpsi Beton**

| Benda Uji | No. Sampel | Berat Kering Oven (kg) | Berat Kering Permukaan (kg) | Absorpsi (%) | Absorpsi rata – rata (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| BN | 1 | 7,850 | 8,202 | 4,484 | 4,511 |
| | 2 | 7,845 | 8,201 | 4,538 | |
| A1 | 1 | 7,845 | 8,215 | 4,716 | 4,779 |
| | 2 | 7,849 | 8,229 | 4,841 | |
| A2 | 1 | 7,839 | 8,221 | 4,873 | 4,921 |
| | 2 | 7,828 | 8,217 | 4,969 | |
| A3 | 1 | 7,816 | 8,214 | 5,092 | 5,021 |
| | 2 | 7,739 | 8,122 | 4,949 | |
| A4 | 1 | 7,812 | 8,225 | 5,287 | 5,236 |
| | 2 | 7,831 | 8,237 | 5,185 | |
| A5 | 1 | 7,587 | 7,990 | 5,312 | 5,413 |
| | 2 | 7,598 | 8,017 | 5,515 | |

Berdasarkan Tabel 5.43 maka selanjutnya dapat dibuat grafik hubungan penambahan variasi serbuk kayu jati dan *superplasticizer* terhadap beton normal. Sehingga dapat diketahui peningkatan/penurunan yang terjadi dapat dilihat pada Gambar 5.11 dan Tabel 5.44.




**Gambar 5. 11 Hubungan Absorpsi Beton dengan Substitusi Serbuk Kayu Jati Terhadap Semen dengan Superplasticizer**

Dari hasil pengujian absorpsi beton yang dilakukan maka dapat diketahui peningkatan atau penurunan yang terjadi pada setiap variasi. Berikut merupakan contoh perhitungan persentase peningkatan absorbsi beton pada contoh variasi A1.

*Absorbsi* rata-rata A1 (A) = 4,779

*Absorbsi* rata-rata BN (B) = 4,511

Persentase Peningkatan $= \frac{A-B}{B} \times 100$

$= \frac{4,779 - 4,511}{4,511} \times 100$

$= 5,938\ \%$

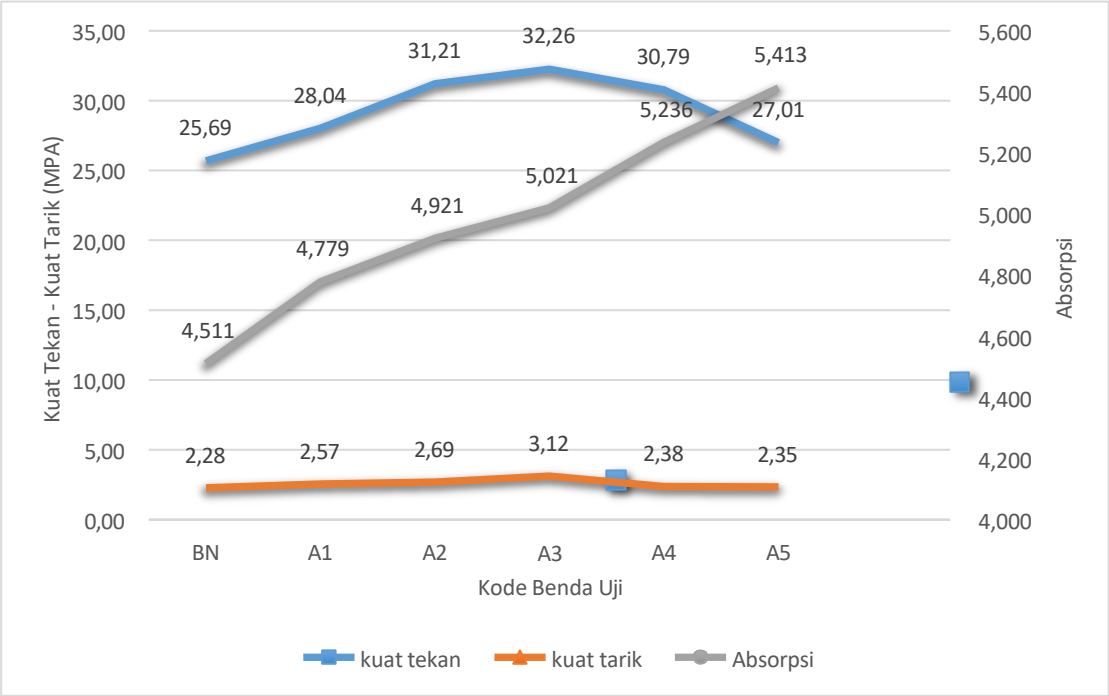
Tiap benda uji pada tiap variasi dihitung seperti contoh perhitungan di atas untuk mengetahui persentase peningkatan benda uji. Hasil peningkatan atau penurunan pada setiap variasi dapat dilihat pada Tabel 5.44.

**Tabel 5. 44 Pengujian Absorpsi Beton Rata-Rata**

| Kode Benda Uji | Absorpsi (%) | Peningkatan / Penurunan (%) |
|---|---|---|
| BN | 4,511 | 0 |
| A1 | 4,779 | 5,938 |
| A2 | 4,921 | 9,093 |
| A3 | 5,021 | 11,295 |
| A4 | 5,236 | 16,063 |
| A5 | 5,413 | 19,999 |

Dalam Tabel 5.48 dan Gambar 5.11, benda uji beton dengan variasi substitusi serbuk kayu jati 0% (A1), 1% (A2), 1,5% (A3), 2% (A4), dan 2,5%(A5) terhadap berat semen dan penambahan *superplasticizer* Sikament LN 1% terhadap berat semen. Pada benda uji beton normal memiliki nilai absorpsi 4,511%. Benda uji A1 mengalami peningkatan sebesar 5,938% dengan nilai absorpsi 4,779%. Benda uji A2 mengalami peningkatan sebesar 9,093% dengan nilai absorpsi 4,921%. Benda uji A3 mengalami peningkatan sebesar 11,295% dengan nilai absorpsi 5,021%. Benda uji A4 mengalami peningkatan sebesar 16,063% dengan nilai absorpsi 5,236%. Benda uji A5 mengalami peningkatan sebesar 19,999% dengan nilai absorpsi 5,413%.

Dengan hasil tersebut maka dapat disimpulkan semakin besar substitusi serbuk kayu ke dalam campuran beton maka semakin besar juga nilai absorpsinya. Penelitian Mardhyah (2022), hal tersebut terjadi karena serbuk kayu jati memilii daya serap yang tinggi, sehingga semakin besar serbuk kayu jati yang digunakan maka semakin besar penyerapan yang terjadi. Penyerapan air yang tinggi juga memperlihatkan kemungkinan beton terdapat rongga. Rongga itu terbentuk karena adanya penguapan oleh air yang terdapat pada partikel beton yang mengakibatkkan beton mengalami penyusutan.




**Gambar 5. 12 Grafik Hubungan Kuat Tarik, Kuat Tekan, dan Absorpsi beton**

Berdasarkan pada gambar 5. 12 campuran yang paling optimum pada pengujian kuat tekan adalah oleh A3 mengalami peningkatan sebesar 25,552% dengan nilai kuat tekan 32,255 MPa, dan kuat Tarik adalah oleh A3 mengalami peningkatan sebesar 36,831% dengan nilai kuat tarik 3,120 MPa kemudian setelah mengalami fase optimum nilai kuat tekan dan kuat Tarik mengalami penurunan secara perlahan.Akan tetapi pada pengujian absorsi beton campuran yang paling rendah adalah beton normal kemudian seiring bertambahnya kadar campuran serbuk kayu jati pada beton nilai absorpsi beton semakin meningkat.

# BAB VI
# KESIMPULAN DAN SARAN

## 6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dan melihat hasil pengujian dan pembahasan yang telah dijelaskan dalam bab sebelumnya, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Substitusi serbuk kayu jati sebagai pengganti sebagian semen dengan penambahan *superplasticizer* Sikament LN cukup berpengaruh pada kekuatan beton dengan rentang 9,125% - 25,552%. Persentase peningkatan tertinggi terjadi pada variasi substitusi serbuk kayu 1,5% (A3) sebesar 25,552% dengan nilai kuat tekan 32,255 MPa. Pada variasi substitusi serbuk kayu 2,5% (A5) mengalami peningkatan terkecil sebesar 5,118% dengan nilai kuat tekan 27,006 MPa.
2. Pada penelitian ini setiap variasi mengalami peningkatan kuat tarik beton dengan rentang 3,160 % - 36,831%. Persentase peningkatan tertinggi terjadi pada variasi substitusi serbuk kayu 1,5% (A3) sebesar 36,831% dengan nilai kuat tarik 3,120 MPa. Pada variasi substitusi serbuk kayu 2,5% (A5) mengalami peningkatan terkecil sebesar 3,160% dengan nilai kuat tarik 2,352 MPa.
3. Pada penelitian ini substitusi serbuk kayu jati juga dapat meningkatkan nilai absorspsi pada beton dengan rentang 5,938% - 19,999%. Persentase peningkatan tertinggi terjadi pada variasi serbuk kayu 2,5% (A5) sebesar 19,999% dengan nilai absorpsi 5,413.
4. Dalam penelitian ini variasi persentase substitusi serbuk kayu jati sebesar 1,5% dari berat semen dengan kadar *superplasticizer* 1% dari berat semen menghasilkan kuat tekan dan kuat tarik beton tertinggi pada penelitian ini. Pada variasi tersebut nilai kuat tekan beton meningkat sebesar 25,552% dengan nilai kuat tekan 32,255 MPa dibandingkan dengan nilai kuat tekan beton normal sebesar 25,691 MPa, dan mengalami peningkatan kuat tarik belah beton sebesar

36,831% dengan nilai kuat tarik belah 3,120 MPa dibandingkan dengan nilai kuat tarik beton normal sebesar 2,280 MPa.

## 6.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dan kesimpulan yang telah diuraikan diatas, maka dapat diambil saran untuk mengembangkan penelitian ini lebih lanjut. Adapun saran yang perlu untuk dikembangkan di penelitian selanjutnya sebagai berikut :

1. Dapat dilakukan penelitian dengan mutu beton rencana yang berbeda.
2. Perlu dilakukan penelitian dengan menggunakan bahan tambah dengan kadar yang berbeda atau jenis yang berbeda untuk mencari kadar yang paling optimum pada beton.
3. Melakukan penelitian dengan memakai jenis kayu yang berbeda untuk meneliti lebih lanjut tentang pengaruh penambahan serbuk kayu pada beton.

# DAFTAR PUSTAKA

Aini, P. N., Roestaman, R., & Walujodjati, E. (2021). Pengaruh Penggunaan Serbuk Kayu Sebagai Bahan Substitusi Agregat Halus dalam Campuran Beton dengan Bahan Tambah Superplasticizer. Jurnal Konstruksi, 19(1), 169–178.

Badan Standarisasi Nasional (SK SNI T-15:1990). 1990. Tata Cara Pembuatan Rencana Beton Normal. Jakarta.

Badan Standarisasi Nasional (SNI 03-1968-1990). 1990. Metode Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar. Jakarta.

Badan Standarisasi Nasional (SNI 03-1969-1990). 1990. Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar. Jakarta.

Badan Standarisasi Nasional (SNI 03-1970-1990). 1990. Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus. Jakarta.

Badan Standarisasi Nasional (SNI 03-2834-2000). 2000. Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal. Jakarta.

Badan Standarisasi Nasional (SNI 03-4142-1996). 1996. Metode Pengujian Jumlah Bahan Dalam Agregat yang Lolos Saringan No. 200 (0,075 mm). Jakarta.

Badan Standarisasi Nasional (SNI 03-4804-1998). 1998. Metode Pengujian Berat isi dan Rongga Udara Dalam Agregat. Jakarta.

Badan Standarisasi Nasional (SNI 1969:2008). 2008. Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar. Jakarta.

Badan Standarisasi Nasional (SNI 1974:2011). 2011. Cara Uji Kuat Tekan Beton Dengan Benda Uji Silinder. Jakarta.

Badan Standarisasi Nasional (SNI 2493:2011). 2011. Tata Cara Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton di Laboratorium. Jakarta.

Badan Standarisasi Nasional (SNI 2847:2013). 2013. Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung. Jakarta.

Badan Standarisasi Nasional (SNI 2491:2014). 2014. Metode Uji Kekuatan Tarik Belah Specimen Beton Silinder. (ASTM C496/C496-04, IDT).

Badan Standarisasi Nasional (SNI 2847:2019). 2019. Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung. Jakarta.

Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Direktorat Jenderal Cipta Karya, Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik. 1971. Peraturan Beton Bertulang 1971.

Ferguson, P.M. 1991. Dasar-dasar Beton Bertulang. Erlangga. Jakarta

Gargulak, J.D., Bushar, L.L., dan Sengupta, A.K. 2001. *Ammoxidized Lignosulfonate Cement Dispersant*. US-Patent: US 6,238,475 B1.

Irlando, A. 2018. Pengaruh Penambahan Serbuk Gergaji Pada Campuran Beton Dengan *Superplasticizer*. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.

Putra, H.N. 2024. Pengaruh Penambahan Serbuk Kayu dan Superplasticizer Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton. Universitas Islam Indonesia. Sleman.

Risal, M., Jasman, J., & Hamka, H. (2022). Pengaruh Substitusi Agregat Halus Dengan Serbuk Kayu Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Lentur Beton. Jurnal Karajata Engineering, 2(2), 31–37.

Syarifuddin, M. 2020. Analisis Pengaruh Penambahan Serbuk Kayu Sisa Penggergajian Terhadap Kuat Tekan Beton. Universitas Semarang. Semarang.

Tjokrodimuljo, K. 1996. Buku Teknologi Beton. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.

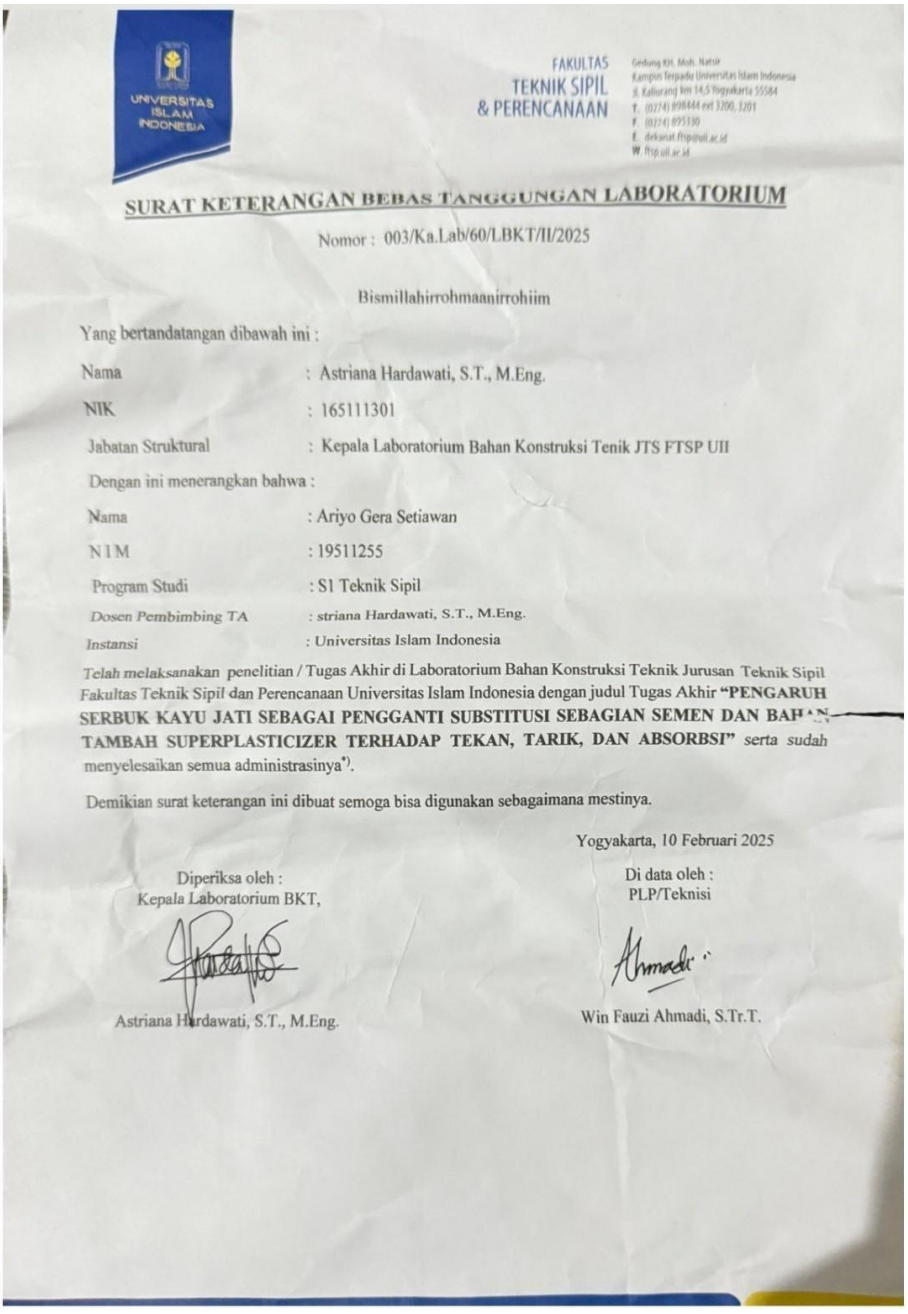
Tjokrodimuljo, K. 2007. Teknologi Beton. Biro Penerbit Teknik Sipil Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil dan Lingkungan. Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. Yogyakarta.

Umar, U.H. 2019. Analisis Kuat Tekan Beton dengan Serbuk Kayu Jati. Universitas Internasional Batam. Batam.

Wibowo, N.I. 2019. Pengaruh Serbuk Gergaji Kayu Sebagai Substitusi Sebagian Semen dan Bahan Tambah 0,6% Bestmittel Terhadap Karakteristik Beton. Universitas Islam Indonesia. Sleman.

# LAMPIRAN

## Lampiran 1 Surat Keterangan Bebas Tanggungan Laboratorium



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL & PERENCANAAN

Gedung KH. Moh. Natsir
Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang km 14,5 Yogyakarta 55584
T. (0274) 898444 ext 3200, 3201
F. (0274) 895330
E. dekanat.ftsp@uii.ac.id
W. ftsp.uii.ac.id

**SURAT KETERANGAN BEBAS TANGGUNGAN LABORATORIUM**

Nomor : 003/Ka.Lab/60/LBKT/II/2025

Bismillahirrohmaanirrohiim

Yang bertandatangan dibawah ini :

| | |
|---|---|
| Nama | : Astriana Hardawati, S.T., M.Eng. |
| NIK | : 165111301 |
| Jabatan Struktural | : Kepala Laboratorium Bahan Konstruksi Tenik JTS FTSP UII |

Dengan ini menerangkan bahwa :

| | |
|---|---|
| Nama | : Ariyo Gera Setiawan |
| NIM | : 19511255 |
| Program Studi | : S1 Teknik Sipil |
| *Dosen Pembimbing TA* | : striana Hardawati, S.T., M.Eng. |
| *Instansi* | : Universitas Islam Indonesia |

*Telah melaksanakan* penelitian / Tugas Akhir di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Jurusan Teknik Sipil *Fakultas* Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia dengan judul Tugas Akhir **"PENGARUH SERBUK KAYU JATI SEBAGAI PENGGANTI SUBSTITUSI SEBAGIAN SEMEN DAN BAHAN TAMBAH SUPERPLASTICIZER TERHADAP TEKAN, TARIK, DAN ABSORBSI"** *serta sudah* menyelesaikan semua administrasinya*).

Demikian surat keterangan ini dibuat semoga bisa digunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 10 Februari 2025

Diperiksa oleh :
Kepala Laboratorium BKT,

Astriana Hardawati, S.T., M.Eng.

Di data oleh :
PLP/Teknisi

Win Fauzi Ahmadi, S.Tr.T.

Dipindai dengan CamScanner

## Lampiran 2 Bahan yang Digunakan



**Gambar L-2. 1 Semen**



**Gambar L-2. 2 Agregat Kasar**



**Gambar L-2. 3 Agregar Halus**



**Gambar L-2. 4 Serbuk Kayu Jati**




**Gambar L-2. 5 Sikament LN**



**Gambar L-2. 6 Air**

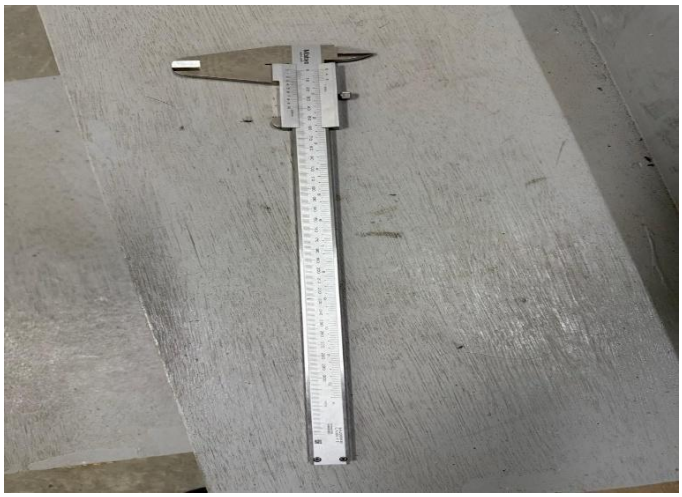
**Lampiran 3 Bahan yang Digunakan**



**Gambar L-3. 1 Timbangan**




**Gambar L-3. 2 Pan/Piring**



**Gambar L-3. 3 Alat Ukur**




**Gambar L-3. 4 Oven**



**Gambar L-3. 5 Kerucut Abram**



**Gambar L-3. 6 Sieve Shaker**



**Gambar L-3. 7 Bekisting**



**Gambar L-3. 8 Ember**



**Gambar L-3. 9 Sekop**



**Gambar L-3. 10 Mixer**





**Gambar L-3. 11 Compression Testing Machine**

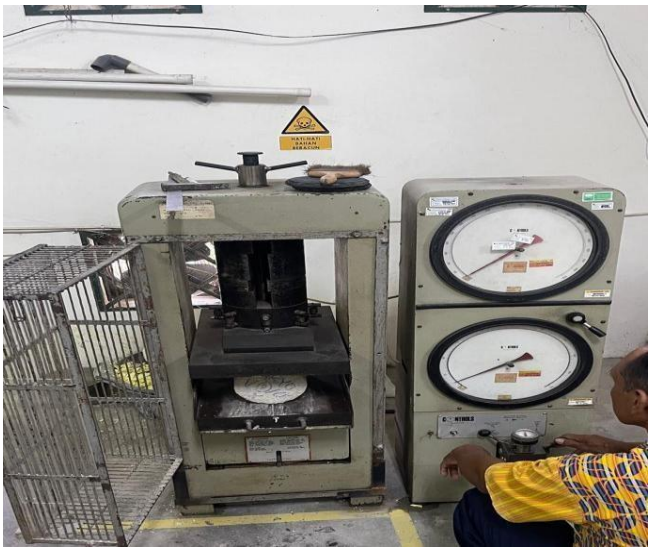
## Lampiran 4 Proses Pengujian



**Gambar L-4. 1 Pengujian Slump**




**Gambar L-4. 2 Pengujian Kuat Tekan Beton**



**Gambar L-4. 3 Pengujian Kuat Tarik Beton**



**Gambar L-4. 4 Benda Uji setelah Pengujian Kuat Tekan**



**Gambar L-4. 5 Benda Uji setelah Pengujian Kuat Tarik**

Lampiran 5 Hasil Pengujian Kuat Tarik,Tekan,Absorbsi

FAKULTAS
TEKNIK SIPIL
& PERENCANAAN

Gedung KH. Moh. Natsir
Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang km 14,5 Yogyakarta 55584
T. (0274) 898444 ext 3200, 3201
F. (0274) 895330
E. dekanat.ftsp@uii.ac.id
W. ftsp.uii.ac.id

## HASIL PENGUJIAN KUAT TARIK,TEKAN DAN ABSORBSI BETON

NAMA : Ariyo Gera Setiawan
Nim : 19511255
Jenjang Studi : S1-Teknik Sipil
Instansi : Universitas Islam Indonesia
Judul Penelitian : Pengaruh Serbuk Kayu Jati Sebagai Substitusi Sebagian Semen dan bahan tambah Superplasticizer terhadap Absorbsi,Kuat Tekan,Kuat Tarik Beton
Dosen Pembimbing : Astriana Hardawati, S.T., M.Eng
Tanggal Pengujian : 10 Febuari 2025

**Hasil Pengujian Kuat Tarik**

**Kuat Tarik Belah Beton Variasi Serbuk Kayu Jati 0% dengan *Superplasticizer* 0%**

| Benda Uji | Diameter (mm) | Tinggi (mm) | Berat Beton (Kg) | Beban Maks (kN) | Kuat Tarik (MPa) |
|---|---|---|---|---|---|
| BN1.6 | 150,3 | 300,4 | 12,679 | 178 | 2,510 |
| BN1.7 | 150,2 | 300,1 | 12,653 | 162 | 2,288 |
| BN1.8 | 151,3 | 301,1 | 12,284 | 173 | 2,418 |
| BN1.9 | 150,8 | 300,4 | 12,432 | 172 | 2,417 |
| BN1.10 | 150,7 | 300,9 | 12,578 | 126 | 1,769 |
| Kuat Tarik Rata-Rata | | | | | 2,280 |

**Kuat Tarik Belah Beton Variasi Serbuk Kayu Jati 0% dengan *Superplasticizer* 1%**

| Benda Uji | Diameter (mm) | Tinggi (mm) | Berat Beton (Kg) | Beban Maks (kN) | Kuat Tarik (MPa) |
|---|---|---|---|---|---|
| A1.6 | 150,7 | 301,4 | 12,874 | 179 | 2,509 |
| A1.7 | 150,5 | 300,5 | 12,981 | 172 | 2,421 |
| A1.8 | 150,6 | 300,5 | 12,891 | 182 | 2,560 |
| A1.9 | 151,2 | 300,8 | 12,479 | 188 | 2,632 |
| A1.10 | 151,1 | 300,7 | 12,769 | 193 | 2,704 |
| Kuat Tarik Rata-Rata | | | | | 2,565 |

Dipindai dengan CamScanner

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL & PERENCANAAN

Gedung KH. Moh. Natsir
Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang km 14,5 Yogyakarta 55584
T. (0274) 898444 ext 3200, 3201
F. (0274) 895330
E. dekanat.ftsp@uii.ac.id
W. ftsp.uii.ac.id

**Kuat Tarik Belah Beton Variasi Serbuk Kayu Jati 1% dengan *Superplasticizer* 1%**

| Benda Uji | Diameter (mm) | Tinggi (mm) | Berat Beton (Kg) | Beban Maks (kN) | Kuat Tarik (MPa) |
|---|---|---|---|---|---|
| A2.6 | 151,7 | 300,9 | 12,845 | 140 | 1,953 |
| A2.7 | 150,4 | 300,2 | 13,012 | 210 | 2,961 |
| A2.8 | 150,2 | 300,4 | 13,125 | 200 | 2,822 |
| A2.9 | 151,7 | 300,9 | 12,849 | 209 | 2,915 |
| A2.10 | 150,8 | 301,4 | 12,612 | 199 | 2,787 |
| Kuat Tarik Rata-Rata | | | | | 2,688 |

**Kuat Tarik Belah Beton Variasi Serbuk Kayu Jati 1,5% dengan *Superplasticizer* 1%**

| Benda Uji | Diameter (mm) | Tinggi (mm) | Berat Beton (Kg) | Beban Maks (kN) | Kuat Tarik (MPa) |
|---|---|---|---|---|---|
| A3.6 | 151,2 | 300,4 | 12,903 | 239 | 3,350 |
| A3.7 | 150,8 | 301,6 | 12,434 | 230 | 3,219 |
| A3.8 | 150,4 | 300,2 | 12,720 | 189 | 2,665 |
| A3.9 | 150,5 | 301,3 | 12,830 | 243 | 3,412 |
| A3.10 | 150,4 | 300,8 | 13,060 | 210 | 2,955 |
| Kuat Tarik Rata-Rata | | | | | 3,120 |

**Kuat Tarik Belah Beton Variasi Serbuk Kayu Jati 2% dengan *Superplasticizer* 1%**

| Benda Uji | Diameter (mm) | Tinggi (mm) | Berat Beton (Kg) | Beban Maks (kN) | Kuat Tarik (MPa) |
|---|---|---|---|---|---|
| A4.6 | 150,5 | 301,3 | 12,721 | 160 | 2,246 |
| A4.7 | 150,6 | 301,7 | 12,834 | 172 | 2,410 |
| A4.8 | 151,3 | 300,3 | 12,413 | 179 | 2,508 |
| A4.9 | 150,9 | 300,9 | 12,720 | 160 | 2,243 |
| A4.10 | 150,3 | 301,2 | 12,931 | 178 | 2,503 |
| Kuat Tarik Rata-Rata | | | | | 2,382 |

**Kuat Tarik Belah Beton Variasi Serbuk Kayu Jati 2,5% dengan *Superplasticizer* 1%**

| Benda Uji | Diameter (mm) | Tinggi (mm) | Berat Beton (Kg) | Beban Maks (kN) | Kuat Tarik (MPa) |
|---|---|---|---|---|---|
| A5.6 | 151,4 | 300,6 | 12,543 | 159 | 2,224 |
| A5.7 | 150,3 | 301,8 | 12,758 | 142 | 1,993 |
| A5.8 | 150,8 | 301,2 | 12,869 | 147 | 2,060 |
| A5.9 | 150,7 | 301,4 | 12,623 | 155 | 2,172 |
| A5.10 | 151,5 | 300,7 | 12,736 | 237 | 3,312 |
| Kuat Tarik Rata-Rata | | | | | 2,352 |

Dipindai dengan CamScanner

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL & PERENCANAAN

Gedung KH. Moh. Natsir
Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang km 14,5 Yogyakarta 55584
T. (0274) 898444 ext 3200, 3201
F. (0274) 895330
E. dekanat.ftsp@uii.ac.id
W. ftsp.uii.ac.id

**Hasil Pengujian Kuat Tekan**

**Kuat Tekan Beton Variasi Serbuk Kayu Jati 0% dengan *Superplasticizer* 0%**

| Benda Uji | Diameter (mm) | Tinggi (mm) | Berat Beton (Kg) | Beban Maks (kN) | A ($mm^2$) | $f'c$ (MPa) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| BN.1 | 150,2 | 300,3 | 12,785 | 459,123 | 17709,6314 | 25,912 |
| BN.2 | 150,3 | 301,2 | 12,765 | 452,260 | 17733,2206 | 25,491 |
| BN.3 | 150,3 | 300,1 | 12,712 | 459,230 | 17733,2206 | 25,883 |
| BN.4 | 151,2 | 300,8 | 12,651 | 473,150 | 17946,2304 | 26,352 |
| BN.5 | 150,1 | 300,9 | 12,891 | 439,139 | 17686,0578 | 24,817 |
| $f'c$ rata-rata | | | | | | 25,691 |

**Kuat Tekan Beton Variasi Serbuk Kayu Jati 0 % dengan *Superplasticizer* 1%**

| Benda Uji | Diameter (mm) | Tinggi (mm) | Berat Beton (Kg) | Beban Maks (kN) | A ($mm^2$) | $f'c$ (MPa) | Benda Uji |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A1.1 | 150,7 | 300,8 | 12,654 | 492,920 | 17827,7346 | 27,635 | A1.1 |
| A1.2 | 150,4 | 300,7 | 12,743 | 498.291 | 17756,8256 | 28,048 | A1.2 |
| A1.3 | 151,1 | 302,1 | 12,721 | 507,630 | 17922,4998 | 28,309 | A1.3 |
| A1.4 | 150,5 | 300,9 | 12,769 | 520,124 | 17780,4462 | 29,238 | A1.4 |
| A1.5 | 150,8 | 301,3 | 12,806 | 481,280 | 17851,4024 | 26,947 | A1.5 |
| $f'c$ rata-rata | | | | | | | 28,035 |

Dipindai dengan CamScanner

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL & PERENCANAAN

Gedung KH. Moh. Natsir
Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang km 14,5 Yogyakarta 55584
T. (0274) 898444 ext 3200, 3201
F. (0274) 895330
E. dekanat.ftsp@uii.ac.id
W. ftsp.uii.ac.id

**Kuat Tekan Beton Variasi Serbuk Kayu Jati 1 % dengan *Superplasticizer* 1%**

| Benda Uji | Diameter (mm) | Tinggi (mm) | Berat Beton (Kg) | Beban Maks (kN) | A ($mm^2$) | $f'c$ (MPa) | Benda Uji |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A2.1 | 150,7 | 300,8 | 12,894 | 580,321 | 17827,7346 | 32.535 | A2.1 |
| A2.2 | 150,3 | 300,7 | 12,712 | 581,912 | 17733,2206 | 32.798 | A2.2 |
| A2.3 | 150,8 | 301,8 | 12,698 | 530,600 | 17851,4024 | 29.708 | A2.3 |
| A2.4 | 151,2 | 302,3 | 12,912 | 533,560 | 17946,2304 | 29.716 | A2.4 |
| A2.5 | 150,8 | 301,3 | 12,860 | 558,460 | 17851,4024 | 31.268 | A2.5 |
| $f'c$ rata-rata | | | | | | | 31,205 |

**Kuat Tekan Beton Variasi Serbuk Kayu Jati 1,5 % dengan *Superplasticizer* 1%**

| Benda Uji | Diameter (mm) | Tinggi (mm) | Berat Beton (Kg) | Beban Maks (kN) | A ($mm^2$) | $f'c$ (MPa) | Benda Uji |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A3.1 | 150,7 | 300,8 | 12,949 | 540,124 | 17827,7346 | 30.281 | A3.1 |
| A3.2 | 151,2 | 301,4 | 12,772 | 592,710 | 17946,2304 | 33.010 | A3.2 |
| A3.3 | 150,4 | 300,5 | 12,890 | 539,490 | 17756,8256 | 30.367 | A3.3 |
| A3.4 | 151,2 | 301,4 | 12,742 | 601,335 | 17946,2304 | 33.491 | A3.4 |
| A3.5 | 151,6 | 300,4 | 12,843 | 616,030 | 18041,3096 | 34.128 | A3.5 |
| $f'c$ rata-rata | | | | | | | 32,255 |

**Kuat Tekan Beton Variasi Serbuk Kayu Jati 2 % dengan *Superplasticizer* 1%**

| Benda Uji | Diameter (mm) | Tinggi (mm) | Berat Beton (Kg) | Beban Maks (kN) | A ($mm^2$) | $f'c$ (MPa) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A4.1 | 150,4 | 301,9 | 12,823 | 554,124 | 17756,8256 | 31,190 |
| A4.2 | 151,3 | 300,8 | 12,849 | 533,560 | 17969,9766 | 29,677 |
| A4.3 | 150,4 | 300,5 | 12,740 | 598,212 | 17756,8256 | 33,317 |
| A4.4 | 151,2 | 301,4 | 12,698 | 505,080 | 17946,2304 | 28,430 |
| A4.5 | 151,6 | 300,4 | 12,712 | 565,438 | 18041,3096 | 31,325 |
| $f'c$ rata-rata | | | | | | 30,788 |

Dipindai dengan CamScanner