

TUGAS AKHIR

PERBANDINGAN ABU SEKAM PADI DAN ABU LIMBAH KAYU SEBAGAI BAHAN TAMBAHAN PADA CAMPURAN BETON TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BETON

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



Disusun Oleh :

**Rohmat Amrulloh
NIM : 30202100188**

**Tri Nanda Pamungkas
NIM : 30202100209**

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

2025

TUGAS AKHIR

PERBANDINGAN ABU SEKAM PADI DAN ABU LIMBAH KAYU SEBAGAI BAHAN TAMBAHAN PADA CAMPURAN BETON TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BETON

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



Disusun Oleh :

**Rohmat Amrulloh
NIM : 30202100188**

**Tri Nanda Pamungkas
NIM : 30202100209**

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

2025

LEMBAR PENGESAHAN

PERBANDINGAN ABU SEKAM PADI DAN ABU LIMBAH KAYU SEBAGAI
BAHAN TAMBAHAN PADA CAMPURAN BETON TERHADAP KUAT
TEKAN DAN KUAT TARIK BETON



Rohmat Amrulloh.
NIM : 30202100188



Tri Nanda Pamungkas.
NIM : 30202100209

Telah disetujui dan disahkan di Semarang, Januari 2025

Tim Penguji

1. **Prof. Dr. Ir. Antonius., MT**
NIDN: 0605046703
2. **Muhammad Rusli Ahyar, ST., M.Eng**
NIDN: 0625059102

Tanda Tangan

Ketua Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Islam Sultan Agung



Muhammad Rusli Ahyar, ST., M.Eng.
NIDN: 0625059102

BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR

No : 01 / A.3 / SA - T. / XII / 2024

{-----}

Pada hari ini tanggal {----} Berdasarkan surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung perihal penunjukan Dosen Pembimbing Utama:

1. Nama : Prof.Dr.Ir.Antonius,MT
Jabatan Akademik : Guru Besar
Jabatan : Dosen Pembimbing Utama

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

Rohmat Amrulloh
Nim : 30202100188

Tri Nanda Pamungkas
Nim : 30202100209

Judul : PERBANDINGAN ABU SEKAM PADI DAN ABU LIMBAH KAYU SEBAGAI BAHAN TAMBAHAN PADA CAMPURAN BETON TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BETON

Dengan tahapan sebagai berikut

No	Tahapan	Tanggal	Keterangan
1.	Penunjukan dosen pembimbing	1/10/2024	
2.	Seminar proposal	2/10/2024	ACC
3.	Pengumpulan data	5/11/2024	
4.	Analisis data	6/11/2024	
5.	Penyusunan laporan	16/12/2024	
6.	Selesai laporan	14/1/2025	ACC

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

Dosen Pembimbing Utama

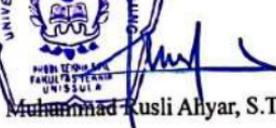


Prof. Dr. Ir. Antonius, MT.

Mengetahui



Ketua Program Studi Teknik Sipil



Muhammad Kusli Ahyar, S.T., M.Eng.

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

NAMA : Rohmat Amrulloh.

NIM : 30202100188

NAMA : Tri Nanda Pamungkas.

NIM : 30202100209

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang berjudul :

PERBANDINGAN ABU SEKAM PADI DAN ABU LIMBAH KAYU SEBAGAI BAHAN TAMBAHAN PADA CAMPURAN BETON TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BETON benar bebas dari plagiat, dan apabila pernyataan ini terbukti tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Semarang,

2025

Yang membuat pernyataan



Rohmat Amrulloh.

NIM : 30202100188

Yang membuat pernyataan,



Tri Nanda Pamungkas.

NIM : 30202100209

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

NAMA : Rohmat Amrulloh.

NIM : 30202100188

NAMA : Tri Nanda Pamungkas.

NIM : 30202100209

JUDUL TUGAS AKHIR :

PERBANDINGAN ABU SEKAM PADI DAN ABU LIMBAH KAYU SEBAGAI BAHAN TAMBAHAN PADA CAMPURAN BETON TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BETON

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

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

Demikian pernyataan ini saya buat.

Semarang,

2025

Yang membuat pernyataan

Yang membuat pernyataan,



Rohmat Amrulloh.

NIM : 30202100188



Tri Nanda Pamungkas.

NIM : 30202100209

MOTTO

“Agar kamu tidak bersedih hati terhadap apa yang luput dari kamu dan tidak pula terlalu gembira terhadap apa yang diberikan-nya.”

(QS. Al-Hadid: 23)

“Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah nasib suatu kaum sehingga mereka mengubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri.”

(QS. Ar-Ra'd: 11)

“Jangan kamu merasa lemah dan jangan bersedih, sebab kamu paling tinggi derajatnya jika kamu beriman.”

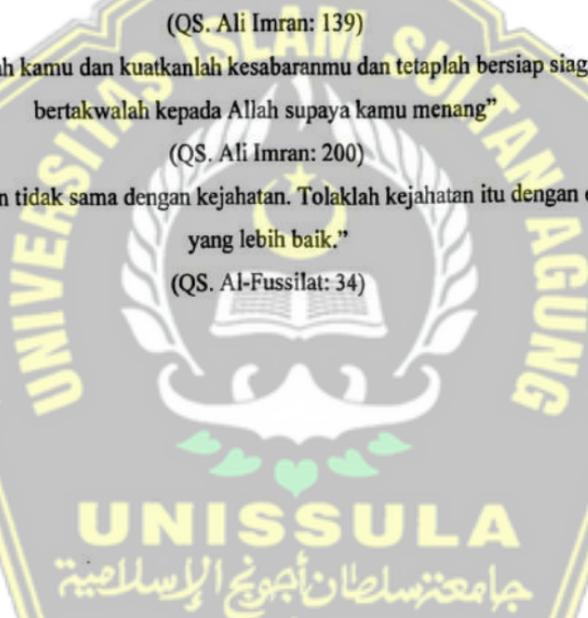
(QS. Ali Imran: 139)

“Bersabarlah kamu dan kuatkanlah kesabaranmu dan tetaplah bersiap siaga dan bertakwalah kepada Allah supaya kamu menang”

(QS. Ali Imran: 200)

“Kebaikan tidak sama dengan kejahatan. Tolaklah kejahatan itu dengan cara yang lebih baik.”

(QS. Al-Fussilat: 34)



PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadirat Allah SWT, Tuhan pemilik jiwa dan semesta alam. Sholawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW.

Tugas akhir ini saya persembahkan kepada:

1. Dengan penuh rasa syukur, saya persembahkan Tugas Akhir ini kepada kedua orang tua saya, Bapak Mashadi dan Ibu Erni Siswati, S.Pd., yang selalu mendukung dan memberi semangat dalam setiap langkah perjalanan pendidikan saya.
2. Kedua saudara saya Setyo Erna Widiyanti, ST., M.Eng dan Dwi Wiratmoko, S.Pd, M.Pd. yang selalu menghibur dan memberikan dukungan penuh dalam mengerjakan Tugas Akhir.
3. Terima kasih yang sebesar-besarnya atas dosen-dosen Fakultas Teknik UNISSULA yang telah memberikan ilmunya kepada saya dan memberikan motivasi arahan kepada saya.
4. Saya juga ingin mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing saya, Prof. Dr. Ir. Antonius, MT, atas bimbingan dan arahan yang sangat berharga selama proses penelitian ini.
5. Tidak lupa teman-teman saya Fakultas Teknik UNISSULA angkatan 21 dan terutama seluruh anggota AMBITIONS, saya tidak bisa menyebutkan namanya satu-satu terima kasih untuk kebersamaan kita selama 3,5 tahun ini, terima kasih atas doa, semangat dan motivasi kalian. Semoga selalu terjaga pertemanan kita sampai kapanpun.

Tri Nanda Pamungkas.

NIM : 30202100209

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, Puji Syukur kehadiran Allah SWT atas segala Rahmat dan hidayahnya sehingga penulis bisa menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul "Perbandingan Abu Sekam Padi Dan Abu Limbah Kayu Sebagai Bahan Tambahan Pada Campuran Beton Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Beton". Laporan Tugas Akhir ini penulis persembahkan untuk :

1. Untuk kedua orang tuaku tercinta, Bapak Ali Masyhar dan Ibu Yuyun Handriyani yang dengan tulus memberikan cinta, doa, kasih sayang dan dukungan tanpa henti dalam perjalanan Pendidikan saya.
2. Adik saya, Raffasya hanif khoirulloh yang selalu memberikan doa dan dukungan.
3. Dosen Pembimbing Tugas Akhir saya Prof.Dr.Ir Antonius.,M.T yang telah membimbing segenap tenaga dan sepehuh hati untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak dan Ibu Dosen Fakultas Teknik UNISSULA yang telah memberikan ilmu pengetahuan manfaat dan sangat berguna selama saya menuntut ilmu di fakultas Teknik UNISSULA.
5. Seorang yang tak kalah penting bernama Chania Sofiatu Muzzayanah ,Terimakasih yang selalu mendengar keluh kesah saya, memberi semangat, dan memberikan dukungan tanpa henti. Serta terimakasih atas waktu dan kesabaran.
6. Teman-teman dan asisten laboratorium Fakultas Teknik yang telah membantu saya dalam melakukan praktikum.
7. Tidak Lupa teman teman saya Fakultas Teknik UNISSULA angkatan 21 dan teman Ambitions, saya tidak bisa menyebutkan namanya satu-satu. Terimakasih atas doa dan dukungan kalian.

Rohmat Amrulloh
NIM : 30202100188

KATA PENGANTAR

Segala puji dan Syukur kehadiran Allah SWT atas segala Rahmat dan hidayahnya sehingga penulis bisa menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul "Perbandingan Abu Sekam padi dan Abu Limbah Kayu Sebagai Bahan Tambahan Pada Campuran Beton Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton". Guna memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

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

1. Bapak Dr. Abdul Rochim.,S.T.,M.T. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
2. Bapak Muhammad Rusli Ahyar.,ST.,M.Eng. Selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
3. Bapak Prof. Dr .Ir Antonius.,MT . Selaku Dosen Pembimbing Utama yang selalu memberikan waktu bimbingan dan arahan selama penyusunan skripsi ini.
4. Seluruh Dosen Fakultas Teknik UNISSULA yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat kepada penulis.

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

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR.....	iv
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	v
PERNYATAAN KEASLIAN.....	vi
MOTTO	vii
PERSEMBAHAN	ix
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
ABSTRAK	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1.Latar Belakang	1
1.2.Rumusan Masalah.....	3
1.3.Tujuan Penelitian	3
1.4.Batasan Masalah	3
1.5.Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1.Pengertian Beton.....	5
2.2.Bahan Pembuatan Beton.....	6
2.2.1. Semen.....	6
2.2.2. Agregat Halus.....	6
2.2.3. Agregat Kasar.....	8
2.2.4. Air.....	8
2.3. Karakteristik Beton Segar	9
2.3.1. Kemudahan Dalam Pengerjaan (<i>Workability</i>).....	9
2.3.2. Berat Volume	9
2.3.3. Waktu Pengerasan	10
2.3.4. Pemisahan Kerikil (<i>Segregation</i>)	10
2.3.5. Pengendapan Air	10
2.4.Aditif Pada Beton.....	10
2.5.Tes Slump.....	11
2.6.Kekuatan Tekan Beton	12
2.7.Kekuatan Tarik Beton	15
2.8.Abu Limbah Kayu.....	17
2.9.Abu Sekam Padi.....	19

BAB III METODOLOGI.....	29
3.1. Jenis Penelitian.....	29
3.2. Keperluan Data.....	29
3.3. Persiapan	30
3.4. Bahan.....	30
3.5. Peralatan.....	30
3.6. Pelaksanaan	32
3.6.1. Pemeriksaan Bahan.....	32
3.6.2. Perancangan Campuran Beton (<i>Job Mix Design</i>) SNI 03-2834-2000	35
3.7. Siapkan campuran uji dan ukur serta catat kemerosotan dan kuat tekan actual dengan mempertimbangkan	45
3.7.1. Pembuatan Beton Normal.....	45
3.7.2. Perawatan (Curing).....	47
3.7.3. Pengukuran Berat Volume	47
3.7.4. Uji Kuat Tekan dan Tarik Beton	47
3.8. Bagan Alir	48
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	49
4.1 Hasil Pemeriksaan Agregat.....	49
4.1.1. Agregat Kasar	49
4.1.2. Agregat Halus.....	57
4.1.3. <i>Job Mix Design Trial</i>	65
4.2 <i>Job Mix Design</i>	68
4.3 Slump Test.....	69
4.4 Uji Kuat Tekan Beton.....	71
4.5 Uji Kuat Tarik Beton.....	73
4.6 Perbandingan Kuat Tarik Dan Kuat Tekan Beton.....	75
4.7 <i>Strength- Weight Ratio</i> Campuran Beton	76
4.8 Kondisi Kegagalan Benda Uji Pada Tes Kuat Tekan Dan Kuat Tarik	79
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	81
5.1 Kesimpulan	81
5.2 Saran.....	82

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Batas gradasi agregat halus	7
Tabel 2.2 Kriteria kualitas agregat halus berdasarkan ASTM C 33-86.....	7
Tabel 2.3 Syarat Mutu gradasi agregat kasar.....	8
Tabel 2.4 Keterkaitan antara usia dan kekuatan tekan beton	14
Tabel 2.5 Kandungan dalam dalam abu limbah kayu	18
Tabel 2.6 Peneliti terdahulu	21
Tabel 3.1 Benda Uji perhitungan kekuatan Tekan Beton	31
Tabel 3.2 Benda uji perhitungan Kekuatan Tarik Beton	31
Tabel 3.3 Koesfisien pengali untuk deviasi standar jika data pengujian tersedia kurang dari 30	36
Tabel 3.4 Perkiraan jumlah air bebas (Kg/m ³) yang diperlukan untuk beberapa tingkat kemudahan dalam proses pencampuran beton.....	38
Tabel 3.5 Persyaratan jumlah minimum semen dan rasio air-semen maksimum untuk berbagai jenis pengecoran di lingkungan khusus	39
Tabel 3.6 Data Sifat fisik agregat	40
Tabel 4.1 Hasil pengujian kadar lumpur dengan cara cucian.....	51
Tabel 4.2 Hasil analisis saringan agregat kasar	53
Tabel 4.3 Hasil perhitungan Analisa saringan agregat kasar.....	54
Tabel 4.4 Hasil pengujian kadar lumpur dengan cara endapan.....	56
Tabel 4.5 Hasil analisis saringan agregat halus.....	59
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Analisa saringan agregat halus.....	61
Tabel 4.7 Job Mix Design Trial.....	62
Tabel 4.8 Pengujian Nilai Slump Test	64
Tabel 4.9 Pengujian Trial Kuat tekan beton umur 7 hari.....	65
Tabel 4.10 Hasil perhitungan Mix design	66
Tabel 4.11 Kebutuhan Material Bahan persilinder abu limbah kayu	67
Tabel 4.12 Kebutuhan Material bahan persilinder abu sekam padi	68
Tabel 4.13 Hasil Slump Test.....	69
Tabel 4.14 Hasil Uji kuat tekan beton	69
Tabel 4.15 Hasil Uji kuat tarik beton	70
Tabel 4.16 Perbandingan Kuat Tarik dan Kuat Tekan.....	71
Tabel 4.17 Hasil <i>Strength-Weight Ratio</i> kuat tekan.....	73

Tabel 4.18 Hasil *Strength-Weight Ratio* kuat tarik 75
Tabel 4.19 Kondisi benda uji setelah tes kuat tekan..... 77
Tabel 4.20 Kondisi benda uji setelah tes kuat tarik..... 78



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bahan Tambah (SIKA)	11
Gambar 2.2 Slump Test	12
Gambar 2.3 Alat Uji Tekan Beton	15
Gambar 2.4 Alat Uji Tarik Beton	17
Gambar 2.5 Abu Limbah kayu	19
Gambar 2.6 Abu Sekam padi.....	20
Gambar 3.1 Keterkaitan antara kekuatan tekan dan rasio air semen pada benda uji berbentuk silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm	37
Gambar 3.2 Grafik Batas gradasi kerikil ukuran maksimum 10 mm.....	40
Gambar 3.3 Grafik 8 Batas gradasi kerikil ukuran maksimum 20 mm.....	41
Gambar 3.4 Grafik 9 batas gradasi kerikil ukuran maksimum 40 mm	41
Gambar 3.5 Grafik persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 10 mm.....	42
Gambar 3.6 Grafik persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 20 mm.....	42
Gambar 3.7 Grafik persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm.....	43
Gambar 3.8 Grafik 16 perkiraan berat isi beton basah yang telah selesai didapatkan ..	44
Gambar 4.1 Grafik analisa saringan agregat kasar	57
Gambar 4.2 Grafik analisa saringan agregat halus	65
Gambar 4.3 Grafik kuat tekan	67
Gambar 4.4 Grafik Slump test.....	70
Gambar 4.5 Grafik Kuat tekan	72
Gambar 4.6 Grafik Kuat tarik.....	74
Gambar 4.7 Grafik <i>strength-weight ratio</i> kuat tekan	77
Gambar 4.8 Grafik <i>strength-weight ratio</i> kuat tarik.....	78
Gambar 4.9 Kegagalan sampel beton kuat tekan	79
Gambar 4.10 Kegagalan sampel beton kuat tarik.....	80

DAFTAR PUSTAKA

- adar BakhshBaloch, Q. (2017). *Pengaruh penambahan serbuk kawi terhadap kuat tekan beton* (Vol. 11, Issue 1).
- Alwie, rahayu deny danar dan alvi furwanti, Prasetio, A. B., & Andespa, R. (2020). ANALISIS PERKUATAN LENTUR BALOK DENGAN PENAMBAHAN CARBON FIBER REINFORCED POLYMER (CFRP). *Jurnal Ekonomi Volume 18, Nomor 1 Maret201*, 2(1), 41–49.
- Darmiyanti, L., Pribadi, G., & Rodji, A. P. (2021). Penambahan Serbuk Kayu Kamper terhadap Kuat Tekan Beton. *Bentang : Jurnal Teoritis Dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil*, 9(2), 85–92. <https://doi.org/10.33558/bentang.v9i2.2861>
- Devi, D. S., Nurmeyliandari, R., & Pramadona, A. P. (2024). Pengaruh Penggunaan Abu Sekam Padi dan Limbah Granit Terhadap Kuat Tekan Beton. *Borneo Engineering : Jurnal Teknik Sipil*, 8(1), 74–82. <https://doi.org/10.35334/be.v8i1.4976>
- Heldita, D. (2019). Pengaruh Abu Sekam Padi Terhadap Kuat Tekan Beton (Agregat Kasar Ex Desa Sungai Kacil, Agregat Halus Ex Desa Karang Bintang, Abu Sekam Padi Ex Desa Berangas. ... (Teknologi Aplikasi Konstruksi): *Jurnal Program Studi ...*, 8(1), 46–52. <http://ojs.ummetro.ac.id/index.php/tapak/article/download/799/570>
- Hermawan, W., & Hadi Prayogo, W. (2024). *PENGARUH STYROFOAM SEBAGI PENGANTI AGREGAT KASAR DAN ABU SEKAM PADI SEBAGAI BAHAN TAMBAH PADA CAMPURAN BETON TERHADAP KUAT TEKAN BETON.*
- Hidayat, arifal. (2016). *pengaruh penambahan abu sekam padi sebagai bahan tambahan dalam campuran beton terhadap kekuatan tekan beton.* 1–4.
- Lumingkewas, R. H., & Husen, A. (2021). Kadar Limbah Serat Sekam Padi Terhadap Mutu Beton. *Technopex*, 243–247. <https://technopex.iti.ac.id/ocs/index.php/tpx21/SemNas/paper/view/592>
- Muhammad, & Dewi, P. (2021). *PENGARUH CAMPURAN SERBUK KAYU PADA CAMPURAN BETON DITINJAU DARI KUAT TEKAN.* *Teknik Sipil*, 1–6.
- Mukhlis, A. (2021). Pemanfaatan Limbah Kayu Kelas 1 sebagai Agregat Kasar pada Kuat Tekan Beton. *Semdi Unaya*, 129–135.
- Ngudiyono, N., & Sulistyowati, T. (2022). Pemanfaatan Abu Limbah Kayu Sebagai Bahan Tambah Pada Campuran Beton Normal. *Spektrum Sipil*, 9(2), 123–132. <https://doi.org/10.29303/spektrum.v9i2.251>
- Nugraha, D. S. D., & Prakoso, F. B. (2022). *Tugas Akhir Sifat – Sifat Teknis Beton Dengan Agregat Kasar.*
- Paranggai, L. E., Mara, J., & Febriani, L. (2022). *Paulus Civil Engineering Journal (PCEJ) Pemanfaatan Limbah Serbuk Kayu Sebagai Subtitusi Agregat Halus Pada Beton.* 4(2), 225–233.
- Pipit Mulyah, Dyah Aminatun, Sukma Septian Nasution, Tommy Hastomo, Setiana Sri Wahyuni Sitepu, T. (2020). Pemanfaatan Limbah Abu Kayu Lapis Sebagai Pengganti Sebagian Material Beton Implementasi. *Journal GEEJ*, 7(2).
- Polopadang, J., Sumajouw, M. D. J., & Dapas, S. O. (2023). Studi Eksperimental Kuat Tarik

Lentur Beton Menggunakan Serbuk Kayu Sebagai Substitusi Parsial Agregat Halus. *Jurnal Sipil Statik*, 11(1), 11–16.

Putra, A. R., & Agustapraja, H. R. (2024). Pengaruh Abu Serbuk Kayu Kulim dan Serbuk Tempurung Kelapa terhadap Kuat Tekan Beton. *Jurnal Talenta Sipil*, 7(1), 56. <https://doi.org/10.33087/talentasipil.v7i1.365>

Ritonga, Ahmad Munir Muslim, Khairul Silitonga, F. (2023). Pengaruh Penambahan Limbah Serbuk Kayu Dan zat aditif NANO3 terhadap kuat tekan dan tarik belah beton. *Ritonga, Ahmad Munir Muslim, Khairul Silitonga, Frangky*, 10(2), 117–125.

Simajuntak, P., Simanjuntak, risma masniari, Mulyani, agnes sri, Tambunan, E., Setiyadi, Hutabarat, lolom evalita, Purnomo, candra christianti, & Fau, M. nifotuh. (2023). *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil 2023 "Peran Teknik Sipil Dalam Mitigasi Resiko Bencana."* 2.

Sugianto, H., & Zulaicha, L. (2020). *Padi Dan Serbuk Gypsum Terhadap Kuat*. 01(01), 133–140.

Venny Riza, F., Sapriandi Lubis, D., Vidia Br Manurung, F., Rizky Rizaldi Nst, M., Kunci, K., Busa, B., Tekan, K., Lentur, K., Tarik, K., & Elastisitas, M. (2020). Analisis Mekanis Beton Busa Dengan Kombinasi Serat Sabut Kelapa Serta Bahan Tambahan Abu Sekam Padi Dan Serbuk Cangkang Telur. *Progress in Civil Engineering Journal*, 2(1), 53–67.

Wahyuningrum, W., & Hapsari Maharani, O. (2024). *Perbandingan Sifat-Sifat Mekanis Beton Scc (Self Compacting Concrete) Antara Pasir Muntilan , Pasir Cepu , Dan Pasir Padas Giling*.



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Peningkatan populasi diperkirakan akan terus meningkat disetiap tahunnya. Seiring bertambahnya populasi disuatu negara, peningkatan kualitas pelayanan publik menjadi suatu keharusan. Hal ini terlihat dari perkembangan industri yang mendukung pengadaan fasilitas serta sarana dan prasarana publik. Kemajuan industri global juga berdampak pada meningkatnya penggunaan beton, karena material ini menjadi komponen utama dalam pembangunan fisik, baik untuk keperluan industri maupun non industri (Simajuntak et al., 2023). Pesatnya pembangunan infrastruktur saat ini menjadi tantangan besar bagi para insinyur. Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi memberikan dukungan untuk terus berinovasi dalam bidang teknik sipil, khususnya dalam hal efisiensi biaya, waktu, dan mutu. Material yang mudah dibentuk, beton juga sering digunakan sebagai elemen struktur. Banyak penelitian yang terus dilakukan untuk meningkatkan kualitas beton, salah satunya caranya adalah dengan menambahkan zat aditif atau serat ke dalam campuran beton (Polopadang, Sumajouw, & Dapas, 2023).

Pengaruh beton memiliki peran penting dalam dunia konstruksi, sehingga peningkatan kualitasnya menjadi hal yang krusial untuk mencapai target mutu beton yang diinginkan serta memperoleh kekuatan tekan yang optimal. Sebagai salah satu material utama dalam konstruksi yang dirancang untuk menahan beban yang berat, beton harus memenuhi beberapa kriteria penting, termasuk kekuatan tekan, tarik dan lentur yang tinggi. Salah satu langkah untuk menghasilkan beton yang berkualitas tinggi dengan memperhatikan dan mengoptimalkan komponen penyusun (Simajuntak et al., 2023).

Semakin berkurangnya ketersediaan bahan bangunan, di Indonesia mulai diterapkan konsep pembangunan berbasis azas *ecoeficiency*. Konsep ini bertujuan untuk meminimalkan limbah yang dihasilkan per unit produk dengan cara mengoptimalkan penggunaan material dan energi. Dalam implementasinya,

prinsip 3R yaitu *recycle* (mencakup daur ulang), *reuse* (penggunaan ulang), dan *recovery* (pengembalian) mengurangi jumlah limbah yang dihasilkan per unit produk, dengan cara meminimalkan penggunaan bahan dan energi. Hal ini dilakukan sesuai dengan prinsip 3R, sering diterapkan untuk mendukung proses *ecoeficiency*. Salah satu penerapan prinsip 3R adalah memanfaatkan ulang material limbah yang memenuhi kriteria sebagai bahan bangunan untuk diaplikasikan dalam struktur beton (Ngudiyono & Sulistyowati, 2022).

Salah satu jenis limbah yang sering dijumpai di daerah perkotaan yaitu limbah kayu (*wood waste*), yang biasanya berupa serbuk kayu yang berasal dari sisa-sisa produksi mebel, khususnya di daerah Jepara. Hingga kini limbah kayu hanya menumpuk disekitar lokasi produksi mebel, saluran drainase dan sungai. Kondisi ini dapat menyebabkan lingkungan menjadi kumuh dan tidak nyaman, sekaligus memicu munculnya penyakit serta mencemari lingkungan sekitar .

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik, survei KSA tahun 2021 indonesia mencatat luas panen padi mencapai 10,41 juta hektar. Dengan luas panen sebesar itu, indonesia menjadi salah satu negara yang menghasilkan limbah sekam padi terbesar. Berbagai inovasi dalam pemanfaatan limbah sekam padi terus dikembangkan untuk mengurangi akumulasi limbah yang semakin meningkat seiring dengan musim panen. Dalam konteks ini, pemanfaatan limbah sekam padi diarahkan untuk mendukung kebutuhan konstruksi yang terus berkembang, mengingat melimpahnya jumlah limbah tersebut (Simajuntak et al., 2023).

Pembakaran limbah sekam padi menghasilkan abu yang mengandung SiO₂ lebih dari 70%, sehingga dapat diklasifikasikan sebagai pozzolan (Sandya & Musalamah, 2019). Kandungan ini memberikan Abu sekam padi potensi besar untuk dikembangkan dalam bidang teknik sipil, khususnya digunakan sebagai bahan tambahan semen atau bahan pengganti. Limbah sekam padi yang sangat reaktif dapat dihasilkan melalui proses pembakaran yang dilakukan dalam kondisi terkendali. Selain itu, abu ini memiliki potensi sebagai bahan campuran beton yang ekonomis, karena berasal dari limbah yang kaya akan silika dengan kandungan silika amorf mencapai 95% (Simajuntak et al., 2023).

1.2. Rumusan Masalah

Berikut adalah rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini:

1. Apa pengaruh dari penambahan abu limbah kayu dan abu sekam padi terhadap kuat tekan dan tarik beton ?
2. Bagaimana perbandingan antara abu limbah kayu dan abu sekam padi terhadap kuat tekan dan kuat tarik beton?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian yang dilakukan ini adalah :

1. Untuk mengetahui pengaruh penambahan abu limbah kayu dan abu sekam padi sebagai bahan tambahan dalam campuran beton terhadap kekuatan tekan dan tarik beton.
2. Untuk mengetahui bagaimana penambahan abu limbah kayu dan abu sekam padi sebagai bahan tambahan yang memengaruhi kekuatan tekan dan tarik pada beton. Mengetahui perbandingan antara abu limbah kayu dan abu sekam padi terhadap mutu beton.

1.4. Batasan Masalah

Penelitian ini memiliki batasan agar tetap fokus pada tujuan yang ingin dicapai. Beberapa batasan dalam penelitian ini meliputi ketentuan-ketentuan berikut :

1. Bahan abu limbah kayu dan abu sekam padi
2. Variasi penggunaan bahan tambahan abu limbah kayu sebagai campuran pada beton 3% dan 5%
3. Variasi penggunaan bahan tambahan abu sekam padi sebagai campuran pada beton 3% dan 5%
4. Pengujian menggunakan metode *Compression Testing Machine* (CTM)
5. Penelitian ini hanya dilakukan di laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi, Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang

1.5. Sistematika Penulisan

BAB I : PENDAHULUAN

Menjelaskan latar belakang, perumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, batasan masalah, serta susunan penulisan penelitian.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Menganalisis aspek legal dan teknis yang berhubungan langsung dengan analisis dalam penelitian ini. Uraian mengenai teori-teori yang diterapkan sebagai dasar penyelesaian masalah dalam penelitian.

BAB III : METODE PENELITIAN

Menjelaskan metode yang diterapkan dalam pelaksanaan penelitian, meliputi tahapan-tahapan penelitian, lokasi, materi yang diteliti, alat survei, waktu pelaksanaan, serta prosedur dan proses pengumpulan data di lapangan

BAB IV : HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Membahas hasil yang diperoleh dari penelitian serta memberikan pembahsan tentang temuan-temuan yang telah didapat

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Menjabarkan kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan dan memberikan saran-saran yang dapat berkontribusi pada penelitian selanjutnya

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Beton

Beton merupakan jenis material konstruksi yang terdiri dari campuran beberapa bahan seperti kerikil, batu pecah, pasir, dan material lainnya, yang direkatkan menggunakan campuran semen dan air, membentuk massa padat menyerupai batu. Selain itu, aditif sering ditambahkan untuk meningkatkan sifat tertentu pada beton, seperti mempermudah pengerjaan, meningkatkan daya tahan, atau mempercepat proses pengerasan (Mc.Cormac, 2004). Pada dasarnya, beton dibuat dari perpaduan bahan batuan dengan semen. Dua jenis dibuat dari perpaduan bahan batuan dengan semen. Dalam pembuatan beton, dua bahan utama yang digunakan adalah agregat halus seperti pasir dan agregat kasar seperti kerikil atau batu pecah, yang secara bersamaan membentuk struktur campuran yang kokoh.

Semen, air, dan agregat dengan ini atau tanpa ini digabungkan untuk membuat beton. Di Indonesia, standar untuk beton diatur dalam SNI (Standar Nasional Indonesia). Salah satu standar yang relevan adalah SNI 03-2847-2002, yang mengatur mutu beton berdasarkan karakteristik kekuatan tekan. Material yang digunakan untuk membentuk beton tersebut dibentuk secara cermat dengan menggunakan komposisi atau takaran yang ada, sehingga menghasilkan campuran plastis yang dapat ditempatkan dalam wadah untuk dibentuk sesuai kebutuhan. (Asroni, 2010).

Diantara banyak faktor yang mempengaruhi kekuatan dan keawetan beton adalah suhu, kondisi perawatan pengerasan, rasio campuran dan kualitas bahan, serta teknik pencampuran beton. Meskipun beton merupakan bahan yang mudah pecah, kuat tekannya relatif lebih besar daripada kuat tariknya, yaitu berkisar antara 9% hingga 15% dari kuat tekannya. Mutu beton K-100 yang diterjemahkan ke f_c adalah 8,3 MPa karena perhitungan mutu beton pada 150 kg/cm^2 adalah $(150 / 10 \times 0,83) = 100 \times 0,083 = 8,3 \text{ MPa}$. Berikut ini adalah perbedaan langsung antara mutu beton K (Kg/m^2) dan f_c MPa (N/mm^2) :

Hubungan Mutu Beton K dengan Mutu Beton f_c'

Mutu Beton dengan klasifikasi K-100 memiliki nilai f_c' sebesar 8,3 MPa.

Mutu Beton dengan klasifikasi K-150 memiliki nilai f_c' sebesar 12,35 MPa.

Mutu Beton dengan klasifikasi K-175 memiliki nilai f_c' sebesar 14,53 MPa.

Mutu Beton dengan klasifikasi K-200 memiliki nilai f_c' sebesar 16,60 MPa.

Mutu Beton dengan klasifikasi K-225 memiliki nilai f_c' sebesar 18,68 MPa.

Mutu Beton dengan klasifikasi K-250 memiliki nilai f_c' sebesar 20,75 MPa.

Mutu Beton dengan klasifikasi K-275 memiliki nilai f_c' sebesar 22,83 MPa.

Mutu Beton dengan klasifikasi K-300 memiliki nilai f_c' sebesar 24,90 MPa.

Mutu Beton dengan klasifikasi K-350 memiliki nilai f_c' sebesar 29,05 MPa.

Mutu Beton dengan klasifikasi K-400 memiliki nilai f_c' sebesar 33,20 MPa.

Mutu Beton dengan klasifikasi K-450 memiliki nilai f_c' sebesar 37,35 MPa.

Mutu Beton dengan klasifikasi K-500 memiliki nilai f_c' sebesar 41,50 MPa.

2.2 Bahan Pembuatan Beton

2.2.1 Semen

Semen merupakan salah satu komponen utama dalam beton, dengan semen Portland sebagai jenis yang paling umum digunakan. Semen ini berfungsi sebagai pengikat dalam campuran beton, sehingga mampu menghasilkan konstruksi yang kokoh. Karena semen portland tipe 1, juga dikenal sebagai semen portland biasa yaitu *Ordinary Portland Cement* (OPC), tidak memerlukan kualitas khusus seperti pengatur panas hidrasi, ketahanan sulfat, atau kekuatan awal tertentu. Semen biasanya terdiri antara 7% dan 15% dari volume campuran beton.

2.2.2 Agregat Halus

Pasir dengan ukuran partikel maksimum sekitar 4mm dianggap sebagai agregat halus. Agregat halus biasanya membentuk sekitar 35% dari komposisi beton. Untuk menjembatani ruang antara agregat kasar, agregat ini harus bebas dari komponen organik dan memiliki gradasi yang baik. Empat Tingkat kekerasan pasir dibedakan berdasarkan SNI 03-2832-2000, yang membahas prosedur pencampuran beton : pasir halus, agak halus, agak kasar, dan kasar.

Tabel 2.1 Batas gradasi agregat halus.

Rongga Ayakan (mm)	Persentase Bobot Butiran Yang Melewati Ayakan			
	1	2	3	4
	Kasar	Sedikit Kasar	Halus	Sedikit Halus
9,50	100	100	100	100
4,70	90-100	90-100	90-100	90-100
2,36	60-95	75-100	85-100	95-100
1,18	30-70	55-90	75-100	90-100
0,60	15-34	35-59	60-79	80-100

(Sumber : SNI 03-2834-2000)

ASTM C 33-86, "*Standard Specification for Concrete Aggregates*," menetapkan standar gradasi, untuk menjamin bahwa agregat halus yang digunakan dalam campuran beton dapat memberikan kekuatan dan keawetan terbaik bagi struktur. Standar ini mencakup kriteria tambahan untuk memastikan bahwa agregat halus yang digunakan dalam campuran beton mampu memberikan kekuatan dan daya tahan optimal pada struktur beton. Gradasi yang baik membantu mengisi ruang antar butiran secara efisien, sehingga meningkatkan kualitas keseluruhan beton. Persyaratan gradasi agregat halus menurut ASTM C 33-86 ada pada **Tabel 2.2**.

Tabel 2.2 Kriteria kualitas agregat halus berdasarkan ASTM C 33-86

No	Ukuran Rongga Ayakan (mm)	Persentase Kumulatif Yang Melewati
1	9,50	100
2	4,75	95-100
3	2,36	80-100
4	1,18	50-85
5	0,60	25-60
6	0,30	10-30
7	0,15	20-10

(Sumber : ASTM C 33-86)

2.2.3 Agregat Kasar

Agregat kasar terdiri dari batu pecah buatan atau kerikil alami. Agregat kasar memiliki ukuran lebih besar dari 4 mm (ASTM C33-03) dan biasanya menyumbang sekitar 40% dari total volume beton. Standar ini bertujuan untuk memastikan bahwa agregat kasar yang dipakai dalam adukan beton memiliki kualitas yang bagus dan dapat memberikan kemampuan serta daya tahan yang diperlukan untuk struktur beton. Berikut adalah syarat gradasi agregat kasar menurut ASTM C33-03 “*Standart Spesification For Concrete Anggregates*”

Tabel 2.3 Syarat mutu gradasi agregat kasar

No	Ukuran Rongga Ayakan (mm)	Persentase Kumulatif Yang Melewati 2/3 in – 1 in
1	25,00	90-100
2	19,00	40-85
3	12,50	10-40
4	9,50	0-15
5	4,70	0-5
6	2,38	-
7	1,19	-

(Sumber : ASTM C 33-03)

2.2.4 Air

Air berfungsi sebagai mengaktifkan proses hidrasi semen. Kualitas air yang digunakan harus jernih dan bebas dari kontaminan. Proporsi air dalam campuran beton umumnya sekitar 9%. Air juga dapat memengaruhi kekuatan tekan dan tarik beton, sebab jika terjadi kelebihan air dapat mengurangi kekuatan tekan dan tarik beton. Air berperan dalam mempengaruhi sifat kemudahan pengerjaan campuran beton serta nilai penyusutan beton, serta berperan penting dalam perawatan campuran beton untuk memastikan proses pengerasan yang optimal. Air yang digunakan harus bebas dari bahan organik dan tidak mengandung zat padat terlarut atau tersuspensi yang berlebihan (Mindess et al., 2003).

2.3 Karakteristik Beton Segar

Beton segar merujuk pada beton yang masih dalam kondisi lunak dan dapat dibentuk, sebelum proses pengerasan terjadi. Beton segar memiliki sejumlah sifat penting yang dapat mempengaruhi kinerjanya selama proses konstruksi. Berikut adalah beberapa karakteristik dari beton segar :

2.3.1 Kemudahan Dalam Pengerjaan (*Workability*)

Kemudahan beton baru untuk dicampur, dipindah, dituang dan dipadatkan dikenal sebagai kemudahan pengerjaan. Jumlah air dalam campuran, persentase semen, dan gradasi agregat semuanya memengaruhi kemudahan pengerjaannya. Semakin banyak air yang ditambahkan, semakin mudah beton untuk dikerjakan, namun kelebihan air dapat mengurangi kekuatan tekan beton. Secara umum, kemudahan pengerjaan (*workability*) dibagi menjadi tiga karakteristik independen yang sering digunakan, yaitu:

- 1 Konsistensi adalah komposisi dan proporsi bahan yang digunakan dalam penyusunan beton segar (mortir).
- 2 Ukuran dan jarak perkerasan beton berkorelasi dengan mobilitas, yang menggambarkan peralatan yang digunakan untuk mencampur, pemindahan, dan memadatkan beton.
- 3 Keterkompakan dipengaruhi oleh ukuran dan bentuk struktur yang menahan beban. Untuk mendapatkan hasil terbaik, diperlukan campuran semen yang banyak, material berkualitas tinggi, dan penggunaan agregat yang baik.

2.3.2 Berat Volume

Rasio antara berat bersih beton terhadap volume campuran beton dikenal sebagai berat satuan beton baru. Sifat ini penting untuk memperbaiki campuran apabila hasil perencanaan tidak sesuai dengan pelaksanaan. Selain itu, berat isi juga berfungsi untuk mengonversi satuan dari berat ke volume.

2.3.3 Waktu Pengerasan

Merupakan *durasi* yang diperlukan beton untuk mengetahui pada saat terjadinya mulai mengeras dari keadaan plastis menjadi kaku. Mengetahui waktu ikat termasuk hal penting untuk menentukan kapan cetakan beton tersebut dapat dibuka tanpa merusak dari bentuk beton.

2.3.4 Pemisahan Kerikil (*Segregation*)

Segregasi terjadi ketika komponen-komponen dalam campuran beton terpisah (Mulyono, 2004). Hal ini dapat menyebabkan hilangnya kohesi dan memengaruhi kualitas akhir beton. Beberapa faktor yang menyebabkan segregasi antara lain: kekurangan campuran semen, penggunaan air yang berlebihan, butiran agregat kasar memiliki permukaan yang sangat kasar, dan ukuran agregat maksimum lebih besar dari 40 mm.

2.3.5 Pengendapan Air

Ketika air dari campuran beton naik ke permukaan setelah proses pemadatan, hal ini dikenal sebagai pengendapan air. Hal ini menyebabkan lapisan atas menjadi terlalu basah, yang dapat menghasilkan beton berpori dengan kekuatan yang menurun. Selain itu, air yang terakumulasi di sekitar kerikil juga dapat menyebabkan terbentuknya rongga-rongga besar.

2.4 Aditif Pada Beton

Bahan yang disebut aditif, seperti sika dicampur ke dalam beton untuk mengubah karakteristiknya. Fungsi bahan ini adalah untuk meningkatkan kinerja beton, baik dalam keadaan segar maupun yang sudah mengeras. Tujuan dari sika, yang dapat berupa mineral maupun kimia, adalah untuk memberikan sifat-sifat tertentu pada beton (Spesifikasi bahan tambahan beton, SK SNI S-18-1990-03). *American Concrete Institute (ACI)* mendefinisikan bahan tambahan sebagai zat-zat yang ditambahkan ke dalam beton atau mortar baik sebelum maupun selama proses pencampuran yang bukan air, agregat atau semen hidrolis. Penambahan komponen-komponen ke dalam campuran beton harus mematuhi pedoman dalam buku

pegangan produk dagang dan memenuhi standar yang berlaku, seperti *American Concrete Institute (ACI)*, *ASTM (American Society For Testing And Components)*, atau *SNI (Standar Nasional Indonesia)*. Penambahan kimia (Chemical sika) dan bahan tambahan mineral (additive) adalah dua kategori besar yang menjadi dasar pemisahan bahan tambahan dalam beton



Gambar 2.1 Bahan tambah (SIKA)

2.5 Tes Slump

Uji slump merupakan salah satu metode yang berguna untuk mengetahui kekentalan atau pemadatan campuran beton segar, untuk mengukur Tingkat kemudahan pengerjaan beton. Pemadatan pada campuran beton menunjukkan seberapa banyak air yang digunakan. Tujuan dari uji slump adalah untuk mengetahui apakah campuran beton tersebut kekurangan, kelebihan, atau sudah cukup air.

Tes slump berfungsi untuk mengukur kekentalan adukan beton, yang mempengaruhi kemudahan pengecoran dan kualitas struktur beton akhir. Uji ini dilaksanakan untuk menjamin bahwa campuran beton sesuai dengan spesifikasi yang diperlukan, termasuk rasio air-semen yang tepat. Uji slump bisa dilakukan baik di lapangan maupun di laboratorium. Hasil pengujian biasanya dinyatakan dalam satuan internasional. Berdasarkan SNI 03-1972-1990, uji slump dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Wadah dan permukaan tempat dibasahi terlebih dahulu.
2. Wadah ditempatkan di atas permukaan.
3. Setelah itu, tiga lapisan beton yang baru dicampur dituangkan ke dalam cetakan .Masing-masing sekitar sepertiga dari kapasitas cetakan. Setiap lapisan dipadatkan dengan menggunakan tongkat sebanyak 25 tusukan searah jarum jam dan merata.
4. Apabila pemadatan sudah selesai, ratakan kepermukaan benda uji menggunakan tongkat.
5. Cetakan diangkat dengan hati-hati secara tegak lurus ke atas.



Gambar 2.2 *Slump test*

2.6 Kekuatan Tekan Beton

Kuat tekan beton adalah salah satu unsur utama bidang konstruksi karena menggambarkan kemampuan campuran beton untuk menahan beban. Pengujian pada objek uji merupakan salah satu metode dalam pengelolaan kualitas beton untuk memastikan beton dapat menahan kuat tekan dengan nilai paling sedikit 95%. Menurut ketentuan dalam Standar Perhitungan Nasional Indonesia (SNI) T-15-1991, benda uji berbentuk silinder dengan diameter 150 mm dan panjang 300 mm akan menunjukkan nilai f_c yang digunakan untuk mengukur kuat tekan beton. Sesuai dengan persyaratan mutu beton yang relevan, proses pengujian dilakukan setelah beton berumur 28 hari sesuai dengan SNI 03-1974-1990. Rumus berikut dapat digunakan untuk menentukan kuat tekan beton :

Rumus Luas Volume Silinder : $\frac{1}{4} \pi \times d^2 \times t$ (2.1)

Dimana :

$\pi = 3,14$

$d^2 =$ Diamter Silinder (m)

$t =$ Tinggi Silinder (m)

1. Beban Tekan Maksimum

a. Konversi kN ke N = 1Kn = 1000 N

b. $P =$ Tekanan Pengujian x 1000

2. Luas Penampang Benda Uji

$A = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2$ (2.2)

Dimana :

$D =$ Diameter (mm)

3. Kuat Tekan Beton

$f_c = \frac{P}{A}$ (2.3)

Dimana :

$P =$ Beban Tekan Maksimum (N)

$A =$ Luas Penampang Benda Uji (mm^2)

$f_c =$ Kuat Tekan Beton (MPa)

Berbagai elemen yang memengaruhi kekuatan tekan beton:

1. Teknik Pengecoran

Teknik pengecoran harus dilakukan dengan benar karena itu sangat penting untuk menghindari gelembung udara dalam campuran beton. Pengecoran yang dilakukan secara buruk dapat mengurangi kekuatan tekan secara signifikan.

2. Rasio Air Semen

Rasio air terhadap semen, atau rasio udara terhadap semen, merupakan komponen yang krusial. Kekuatan yang lebih besar sering kali dicapai dengan rasio yang lebih rendah, tetapi celah dan rongga pada beton dapat terjadi akibat rasio yang lebih

tinggi. Berat semen Portland dalam campuran dibagi dengan berat air sering kali digunakan untuk menentukan seberapa banyak udara yang ada dalam campuran beton. SNI 03-2847-2002 merupakan aturan pengganti, namun peraturan beton Indonesia (PBI-1971) menyebutnya sebagai factor air-semen, atau fas.

3. Umur Beton

Karena proses hidrasi yang terus menerus, kekuatan tekan beton akan terus meningkat seiring berjalannya waktu. Campuran beton merupakan material yang sangat tahan lama. Umur 28 hari akan digunakan untuk menghitung kekuatan tekannya. PBI-1971 menyatakan bahwa korelasi antara umur beton dan kekuatan tekannya dapat diamati pada tabel 2.4

Tabel 2.4 Keterkaitan antara usia dan kekuatan tekan beton

Usia (Hari)	Persentase Kekuatan Tekan Beton (%)
3	40
7	65
14	88
21	95
28	100
90	120
365	135

4. Kualitas Material

Kualitas material contohnya seperti semen, agregat, dan air sangat berpengaruh sangat signifikan terhadap kekuatan tekan beton. Penggunaan material berkualitas rendah dapat menghasilkan beton yang tidak memenuhi standar.

5. Perawatan (Curing)

Perawatan setelah pengecoran (curing) juga berperan sangat penting dalam mencapai kekuatan yang maksimal. Perawatan yang sangat baik untuk menjaga kelembapan dan mencegah kerusakan fisik pada beton. Kekurangan air akan mengganggu proses hidrasi, yang dapat menyebabkan berkurangnya kekuatan beton. terutama pada kuat tekannya. Persyaratann Standar Nasional Indonesia (SNI)

03-1974-1990 dapat disesuaikan pada prosedur pengujian kuat tekan beton di Indonesia. Banyak faktor yang memengaruhi hasil pengujian kuat tekan beton :

- a. Kondisi akhir sampel uji
- b. Dimensi sampel,
- c. Hubungan antara diameter benda uji dengan ukuran agregat terbesar
- d. Hubungan antara diameter dan panjang sampel uji
- e. Tingkat kelembaban pada sampel uji,



Gambar 2.3 Alat uji tekan beton

2.7 Kekuatan Tarik Beton

Kekuatan tarik beton adalah salah satu variable penting dalam menentukan kualitas dan daya tahan pada struktur beton. Berbeda dengan kuat tekan, yang lebih sering dibahas, kekuatan tarik beton umumnya berada dalam kisaran 8% hingga 15% dari kekuatan tekan beton. Kuat tarik campuran beton memiliki kemampuan beton untuk menahan gaya geser atau tegangan longitudinal tanpa rusak. Nilai ini penting karena menentukan stabilitas struktur beton terhadap beban eksternal yang bersifat geser. Standar Nasional Indonesia (SNI T-15-1991-03) menetapkan hubungan antara kekuatan tarik belah dan kekuatan tekan beton.

Mesin uji yang digunakan adalah *Semiatomatis Concrete Compression Testing* digunakan untuk mengukur kekuatan tarik belah beton dengan metode beban lateral. Beberapa faktor dapat mempengaruhi kekuatan tarik beton :

1. Teknik Pengecoran

Teknik pengecoran harus dilakukan dengan benar karena itu sangat penting untuk menghindari gelembung udara dalam campuran beton. Pengecoran yang dilakukan secara buruk dapat mengurangi kekuatan tarik secara signifikan. Ukuran dan bermacam agregat juga dapat mempengaruhi kekuatan tarik yang lebih besar dibandingkan agregat kasar. Selain itu juga luas permukaan agregat juga dapat mempengaruhi interaksi antara partikel semen dan agregat dalam campuran.

2. Rasio Air Semen

Rasio air terhadap semen, atau rasio udara terhadap semen, merupakan komponen yang krusial. Kekuatan yang lebih besar sering kali dicapai dengan rasio yang lebih rendah, tetapi celah dan rongga pada beton dapat terjadi akibat rasio yang lebih tinggi. Berat semen Portland dalam campuran dibagi dengan berat air sering kali digunakan untuk menentukan seberapa banyak udara yang ada dalam campuran beton. SNI 03-2847-2002 merupakan aturan pengganti, namun peraturan beton Indonesia (PBI-1971) menyebutnya sebagai factor air-semen, atau fas.

3. Usia Beton

Kekuatan beton akan terus meningkat seiring dengan meningkatnya usia terjadi proses hidrasi yang terus berlangsung. Beton adalah bahan yang sangat tahan lama, dengan standar kekuatan tekan yang ditentukan setelah beton berumur 28 hari.

4. Kualitas Material

Kualitas material contohnya seperti semen, agregat, dan air sangat berpengaruh sangat signifikan terhadap kekuatan tarik beton. Penggunaan material berkualitas rendah dapat menghasilkan beton yang tidak memenuhi standar. Rasio antara agregat kasar dan halus beserta perbandingan antara air dan semen sangat penting.

5. Perawatan (Curing)

Perawatan setelah pengecoran (curing) juga berperan sangat penting dalam mencapai kekuatan yang maksimal. Perawatan yang sangat baik untuk menjaga kelembapan dan mencegah kerusakan fisik pada beton. Jika curing tidak dilakukan

dengan baik, dapat menyebabkan retak dan mengurangi kekuatan tarik hingga 30%. Waktu pengeringan juga harus diperhatikan, pengeringan yang terlalu cepat atau lambat dapat mempengaruhi hasil akhir.



Gambar 2.4 Alat uji tarik beton

2.8 Abu Limbah Kayu

Abu limbah kayu (wood waste ash) produk sampingan dari industry pengolahan mebel kayu yang bisa dimanfaatkan untuk bahan tambahan untuk campuran beton. Di Indonesia, abu limbah kayu ini relatif murah dan mudah untuk didapatkan, menjadikannya kandidat yang baik untuk digunakan sebagai bahan aditif dalam campuran beton. Penambahan abu limbah kayu digunakan sebagai campuran utama pembuatan beton. Penggunaan abu limbah kayu ini tidak hanya membantu mengurangi limbah tetapi juga berpotensi meningkatkan kekuatan beton. Pengamatan ini menggunakan dua pengujian kekuatan tekan dan tarik, abu limbah kayu digunakan untuk pengganti kadar semen dengan abu limbah kayu sebesar 3% dan 5%. Abu limbah kayu mengandung sejumlah senyawa kimia penting, seperti silika (SiO_2), alumina (Al_2O_3), dan oksida lainnya.

Kandungan silika yang tinggi dalam abu kayu berperan sebagai bahan pozzolan, yang dapat berinteraksi dengan kalsium hidroksida ($\text{Ca}(\text{OH})^2$) dalam kondisi basah untuk membentuk senyawa-senyawa yang bersifat semen. Hal ini menjadikan abu

kayu memiliki potensi untuk meningkatkan kekuatan dan ketahanan beton. Abu kayu memiliki ukuran partikel yang halus, memungkinkan untuk mengisi rongga-rongga yang berada dalam adukan beton, sehingga dapat menambah densitas dan mengurangi porositas campuran beton. Dalam penelitian yang dilakukan, benda uji berbentuk silinder berukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm digunakan dalam mengukur kekuatan tekan dan tarik setelah umur 28 hari sesuai standar ASTM. Manfaat utama menggunakan abu limbah kayu dalam campuran beton adalah :

1. Tambahan abu limbah kayu bisa memberikan kuat tekan beton secara signifikan.
2. Menggunakan abu limbah kayu untuk tambahan campuran beton agar bisa menurunkan jumlah sisa sampah yang masuk ke lingkungan.
3. Senyawa-senyawa kimia dalam abu limbah kayu seperti silica dan alumina dapat mengikat material dengan baik, sehingga meningkatkan mutu fisik beton.

Tabel 2.5 Kandungan dalam abu limbah kayu

No	Unsur	Kandungan (%)
1	Silikat (SiO_2)	(4% - 60%)
2	Aluminat (Al_2O_3)	(5% - 20%)
3	Besi III (Fe_2O_3)	(10% - 90%)
4	Kapur Tohor (CaO)	(2% - 37%)
5	Magnesium Oksida (MgO)	(0,7% - 5%)
6	Titanium Oksida (TiO_2)	(0% - 1,5%)
7	Kalium Oksida (K_2O)	(0,4% - 14%)
8	Sulfur Trioksida (SO_3)	(0,15% - 15%)
9	Loss On Ignition (LOI)	(0,1% - 33%)

(Sumber : <https://spektrum.unram.ac.id>)



Gambar 2.5 Abu limbah kayu

2.9 Abu Sekam Padi

Abu dari kulit padi (ASP) merupakan produk sampingan pada proses pengolahan padi yang sering kali dibuang atau dibakar. Abu dari kulit padi mengandung silika (SiO_2) yang tinggi, berkisar antara 70% sampai 90%. Kandungan silika ini memungkinkan abu kulit padi untuk situasi dengan kalsium hidroksida (Ca(OH)_2) yang dihasilkan dari hidrolisis semen Portland, membentuk senyawa-senyawa yang stabil dan kuat. Abu dari kulit padi mempunyai reaktivitas pozzolan besar, dalam artian bisa merangsang reaksi hidratisasi dengan kalsium hidroksida, sehingga meningkatkan kekuatan dan ketahanan beton.

Abu dari kulit padi dapat bereaksi dengan kalsium hidroksida dalam pasta semen, menghasilkan kalsium silikat hidrat yang meningkatkan densitas dan kepadatan beton, sehingga meningkatkan kuat tekan. Abu sekam padi juga memiliki penyerapan air yang sangat besar, sehingga dapat menurunkan permeabilitas beton dan menambah kedap air pada beton. Presentase optimal yang digunakan dalam penambahan abu dari kulit padi untuk tambahan beton adalah sekitar 6 – 10%, lebih dari 10% dapat menyebabkan penurunan kekuatan tekan. Berikut adalah beberapa manfaat utama dari penggunaan abu dari kulit padi:

1. Abu dari kulit padi memiliki sifat *pozzolanic* tinggi, yang bisa meningkatkan kekuatan tekan beton.
2. Menggantikan Sebagian semen dengan sebu sekam padi merupakan Langkah untuk menjadikan beton lebih ramah lingkungan.
3. Abu sekam padi dapat mengurangi permeabilitas beton, menjadikannya lebih kedap air.
4. Dengan memanfaatkan abu dari kulit padi untuk penambahan untuk campuran beton, dapat mengurangi limbah pertanian yang biasanya dibakar dan mencemari lingkungan.



Gambar 2.6 Abu sekam padi

Tabel 2.6 Penelitian Terdahulu

PENELITI	JUDUL	METODE	VARIABEL	HASIL
(Ngudiyono & Sulistyowati, 2022)	Pemanfaatan Abu Limbah Kayu Sebagai Bahan Tambah Pada Campuran Beton Normal	Mesin Uji Tekan (<i>Compression Testing Machine</i>) dengan <i>Extensometer</i> untuk menguji kuat tekan dan modulus elastisitas.	Abu Limbah Kayu	Beberapa Kesimpulan dapat diambil dari hasil uji modulus elastisitas dan kuat tekan beton yang mengandung tambahan material abu kayu dengan persentase 0% ,5%, 10%, 15%, dan 20% dari berat semen. Antara lain sebagai berikut : Penambahan bahan abu kayu pada campuran beton dapat meningkatkan kuat tekan. Pada persentase ideal abu kayu 5%, kuat tekan maksimum tercapai pada umur 90 hari, yaitu sebesar 31.843 MPa atau 36.683 % lebih besar dari beton biasa
(Muhammad & Dewi, 2021)	Pengaruh Campuran Serbuk Kayu Pada Campuran Beton	Metode penelitian ini : Persiapan alat dan material, Pengujian material, Rencana <i>mix design</i> dari	Serbuk Kayu	Berbeda dengan target kuat tekan beton normal yang diharapkan sebesar 25 MPa, hasil pengujian

	Ditinjau Dari Kuat Tekan	komposit bahan penyusun, pembuatan benda uji campuran, uji slump, perawatan benda uji, analisa porositas, pengujian kuat tekan		beton keras dengan penambahan serbuk gergaji sebesar 0,5% menunjukkan bahwa pada umur 14 hari dan 28 hari, nilai kuat tekan beton masing-masing adalah 21,94 MPa dan 22,86 MPa, yang lebih rendah dibandingkan dengan kuat tekan beton standar yang diharapkan sebesar 25 MPa
(Darmiyanti, Pribadi, & Rodji, 2021)	Penambahan Serbuk Kayu Kamper Terhadap Kuat Tekan Beton	Metode yang digunakan pada penelitian yaitu pemeriksaan bahan, perancangan mix design benda uji, penentuan benda uji, Pembuatan benda uji, perawatan benda uji, pengujian kuat tekan menggunakan alat tekan mekanis (ATM)	Serbuk Kayu	Kekuatan tekan beton yang menggunakan campuran serbuk kayu dengan persentase 0,25%,0,5%dan 0,75% mengalami peningkatan pada usia 7 hari dibandingkan dengan beton normal. Namun, peningkatan kekuatan tekan tersebut tergolong kecil, sehingga pada umur desain beton berikutnya, kekuatan tekan beton campuran serbuk kayu tetap berada

				dibawah beton normal. Beton dengan penambahan serbuk kayu sebesar 1% menunjukkan peningkatan kekuatan tekan pada umur 7 hari, yang terus meningkat hingga pada umur 28 hari kekuatan tekan beton tersebut 0,98% lebih tinggi daripada beton normal.
(Ritonga, Ahmad Munir Muslim, Khairul Silitonga, 2023)	Pengaruh Penambahan Limbah Serbuk Kayu dan Zat Aditif NANO3 Terhadap Kuat Tekan dan Tarik Belah Beton	Alat yang digunakan untuk menguji kuat tekan dan tarik belah beton adalah mesin uji tekan (<i>Compression machine</i>). Benda uji beton yang digunakan berbentuk silinder dengan ukuran 150 x 300 mm dan kubus dengan ukuran 150 x 150 mm, dengan penambahan 1% zat aditif NaNO3 dan serbuk gergaji dengan variasi campuran :0%,3%,dan 5%	Serbuk Kayu	Kekuatan tekan rata-rata beton umur tiga hari dengan kadar serbuk gergaji 0%, 3%, dan 5% adalah 9,71 MPa, 3,68 MPa, dan 1,60 MPa, berdasarkan hasil pengujian. Beton unmur 7 hari dengan kadar serbuk gergaji 0%, 3%, dan 5% mempunyai kuat tekan rata-rata masing-masing 12,92 MPa, 6,12 MPa, dan 3,67 MPa, sedangkan beton berumur 28 hari mempunyai kuat tekan rata-rata 24,90 MPa,

				<p>15,37 MPa, dan 9,52 MPa. Untuk kubus beton umur 28 hari dengan kadar serbuk gergaji 0%, 3%, dan 5%, nilai uji tarik belah rata-ratanya adalah 2,79 MPa . Dengan demikian, dapat disimpulkan dari statistik tersebut bahwa beton dengan kandungan serbuk gergaji 3% dapat dimanfaatkan sebagai beton non-struktural karena memiliki $f_c > 15$ MPa dan dapat dipecah menjadi beton ringan memiliki berat jenis kurang dari atau sama dengan 2200 kg/cm³.</p>
(Heldita, 2019)	<p>Pengaruh Abu Sekam Padi Terhadap Kuat Tekan Beton (Agregat Kasar Ex Desa Sungai Kacil, Agregat Halus Ex Desa Karang Bintang,</p>	<p>Langkah – langkah peneliti untuk mengetahui kuat tekan beton: Penimbangan Agregat , Pembersihan Cetakan Beton, Pencampuran Agregat dan penambahan Abu Sekam Padi,</p>	Abu Sekam Padi	<p>Berdasarkan hasil pengujian, masing-masing benda uji pada umur 14 hari menunjukkan hasil sebagai berikut: penambahan abu sekam padi sebanyak 2,5% dengan tekanan 19,09 MPa, penambahan</p>

	<p>Abu Sekam Padi Ex Desa Berangas</p>	<p>Penguujian slump, Penuangan Beton Pada Cetakan, Perawatan benda Uji. Pengujian</p>	<p>abu sekam padi sebanyak 5% dengan tekanan 19,24 MPa, penambahan abu sekam padi sebanyak 7,5% dengan tekanan 18,23 MPa, dan penambahan abu sekam padi sebanyak 10% dengan tekanan 19,05 MPa. Tidak ada satu pun hasil pengujian pada umur 14 hari yang memenuhi target. Selain itu, untuk pengujian pada umur 28 hari, hasil pengujian menunjukkan bahwa pengujian dapat memenuhi target pada setiap persentase penambahan abu sekam padi, yaitu penambahan abu sekam padi sebanyak 2,5% dengan tekanan 20,70 MPa, penambahan abu sekam padi sebanyak 5% dengan tekanan 21,17 MPa, penambahan abu sekam padi sebanyak 7,5% dengan</p>
--	--	---	---



				tekanan 21,25 MPa, dan penambahan abu sekam padi sebanyak 10% dengan tekanan 21,36 MPa. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa mencampur abu sekam padi ternyata mampu meningkatkan kuat tekan beton yang ada.
(Devi, Nurmeyliandar i, & Pramadona, 2024)	Pengaruh Penggunaan Abu Sekam Padi dan Limbah Granit Terhadap Kuat Tekan Beton	Peneliti ini menggunakan metode eksperimen. Tahap Pertama , melibatkan persiapan alat dan bahan yang diperlukan. Kemudian, pengujian karakteristik material penyusun beton dilakukan, meliputi uji agregat halus, agregat kasar berupa batu pecah dan limbah granit. Tahap berikutnya mencakup pembuatan benda uji, pengujian beton segar seperti uji slump dan waktu pengikatan	Abu Sekam Padi	Berdasarkan hasil pengujian, penambahan abu sekam padi dalam jumlah yang lebih besar ke dalam beton segar dapat mengurangi kemampuan kerja, meningkatkan kepadatan, dan memperpendek waktu pengerasan beton. 10% abu sekam padi dan 7,5% limbah granit merupakan persentase yang ideal untuk

		<p>(<i>setting time</i>), serta pencetakan benda uji menggunakan cetakan silinder dengan ukuran 10 cm x 20 cm. Setelah itu, benda uji dirawat (<i>curing</i>) sebelum dilakukan pengujian pada beton yang telah mengeras termasuk uji berat jenis dan uji kekuatan tekan beton.</p>		<p>digunakan, dan kuat tekan terbesar 28,07 Mpa diperoleh dari sejumlah varian lainnya.</p>
<p>(Lumingkewas & Husen, 2021)</p>	<p>Kadar Limbah Serat Sekam Padi Terhadap Mutu Beton</p>	<p>Langkah pertama dalam penelitian ini adalah melakukan survei lapangan. Langkah kedua melibatkan persiapan bahan, diikuti dengan langkah ketiga yaitu perancangan alat. Pada tahap keempat, dilakukan pembuatan sampel, kemudian diikuti dengan tahap kelima, yaitu pengujian. Langkah terakhir adalah analisis hasil pengujian. Bahan-bahan yang digunakan untuk membuat sampel</p>	<p>Sekam Padi</p>	<p>15% dari berat semen terbuat dari serat sekam padi. Temuan penelitian menunjukkan bahwa 15% limbah sekam padi dapat ditambahkan ke beton untuk menciptakan kombinasi yang ringan dan kuat untuk proyek infrastruktur. Ketika 15% sekam padi ditambahkan ke beton, kekuatan beton berkurang hingga 65%. Konstruksi dengan kekuatan 150 kg/m² dapat memperoleh</p>

		<p>beton, seperti semen, agregat, pasir, dan limbah serat sekam padi, diperoleh dari daerah sekitar Tangerang, Banten. Penelitian dimulai dengan pengujian bahan baku pembentuk beton, yaitu pasir dan kerikil.</p>	<p>manfaat dari penggunaan sekam padi yang diolah. Kekuatan dan berat jenis beton harus diperiksa ketika proporsi kandungan serat sekam padi melebihi 15%.</p>
--	--	---	--



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Studi ini memanfaatkan eksperimen laboratorium sebagai pendekatan yang digunakan dengan tujuan membandingkan kuat tekan dan kuat tarik beton dengan penambahan abu limbah kayu dan abu sekam padi dalam kombinasi beton. Beton yang diaplikasikan dalam kajian ini direncanakan ialah $F_c' 25$.

Dalam penelitian ini, disiapkan 20 item pemeriksaan yang memiliki bentuk silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm, menggunakan 4 sampel pengujian pada setiap variasi. Beton diuji kekuatan beban tekan dan tarik pada usia 7 dan 28 hari, dan hasilnya dibandingkan pada kedua umur tersebut. Tempat dilaksanakannya penelitian ini berada di Laboratorium yang bergerak di bidang Teknologi Bahan Konstruksi pada Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

3.2 Keperluan Data

Metodologi adalah prosedur yang diterapkan untuk mengumpulkan, mempelajari, mencatat serta mengevaluasi data untuk memperoleh informasi dan sumber data untuk mencari solusi dari suatu masalah. Untuk menyelesaikan tugas akhir ini, beberapa informasi yang dimanfaatkan pada studi ini merupakan data primer.

Data primer merupakan informasi yang dikumpulkan secara langsung dari temuan pada pelaksanaan laboratorium. Data yang dikumpulkan dari laboratorium berupa:

1. Analisa saringan agregat;
2. Kadar lumpur agregat;
3. Kadar air agregat;
4. Perbandingan dalam campuran beton;
5. Nilai Slump;
6. Uji kekuatan tekan beton;
7. Uji kekuatan tarik beton.

3.3 Persiapan

Dalam penelitian ini, skala laboratorium dipakai melalui pendekatan eksperimental menggunakan pembuatan sampel pengujian berupa beton berbentuk silinder dengan dimensi 150 mm x 300 mm. Studi ini dilakukan di Laboratorium yang bergerak di bidang Teknologi Bahan Konstruksi pada Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung Semarang. Berikut adalah tahapan-tahapan persiapan yang diperlukan sebelum menjalankan penelitian lapangan dilaksanakan :

1. Menyediakan perlengkapan menulis, diagram alur kerja, serta buku catatan untuk mencatat secara berkala terhadap informasi yang dikumpulkan selama penelitian.
2. Memastikan seluruh peralatan dalam kondisi terbebas dari noda atau kotoran sebelum dipakai.
3. Menyiapkan material yang akan digunakan dan mengukurnya sesuai dengan keperluan.
4. Menjamin ketersediaan ruang cetakan sudah bebas dari kotoran dari kotoran sebelum diisi.
5. Mengecek timbangan digital yang akan dipakai memiliki akurasi hingga 1 g.
6. Memeriksa kecocokan semua peralatan dengan standar yang berlaku dan memastikan peralatan dapat digunakan dengan baik.

3.4 Bahan Baku

Material yang diterapkan, di antaranya:

1. Bahan perekat semen
Semen yang diterapkan dalam studi ini ialah Semen Portland Tipe I.
2. Agregat Halus (Pasir)
Pasir berperan sebagai agregat halus.
3. Agregat Kasar
Memanfaatkan pecahan batu dengan ukuran 20 sampai 30 mm agregat kasar.
4. Air
Air yang dipakai dari Laboratorium Fakultas Teknik Unissula.
5. Bahan tambah (Admixture)
Abu limbah kayu dan abu sekam padi dengan proporsi sebanyak 3% dan 5%.

3.5 Peralatan

Peralatan yang dipakai pada penelitian ini meliputi:

1. Pengukur Berat
Befungsi untuk menimbang berat agregat dan beton.
2. Pilahan
Ayakan agregat memiliki beragam ukuran lubang pada ayakn mulai dari 12,5 mm hingga 0,015 mm. Setiap saringan yang dilengkapi dengan penutup dan digetarkan dengan memanfaatkan mesin untuk menggoyang saringan.
3. Gelas Takar
Dipakai untuk melakukan pengukuran kapasitas udara yang dibutuhkan pada proses pembuatan adonan beton berbentuk silinder.
4. Alat Ukur Kepadatan
Befungsi sebagai mengukur prosentase kandungan material lumpur dalam agregat.
5. Mesin Pengering
Digunakan untuk menghilangkan kelembapan agregat agar sesuai dengan ketentuan yang dibutuhkan.
6. Mold Beton Berbentuk Silinder
Befungsi sebagai wadah setelah adonan beton mengeras menjadi beton berbentuk silinder.
7. Alat Penguji Kekuatan Tekan
Befungsi sebagai mengukur nilai ketekanan pada beton yang tengah dalam pengujian.
8. Alat Uji Tarik
Befungsi untuk menentukan kualitas dan daya tahan pada struktur beton.
9. Peralatan Tambahan
Terdapat berbagai perlatan pendukung seperti ember, sekop, selang air, serta perlengkapan lainnya.

3.6 Proses Pelaksanaan

Sebelum proses pembuatan sampel uji, perlu dilakukan pengujian pada bahan-bahan yang bakal dipakai. Langkah ini bertujuan sebagai memastikan bahwa beton yang diproduksi sesuai dengan standar kualitas yang bagus.

Tabel 3.1 Sampel uji perhitungan kekuatan tekan beton.

No	Kode	Abu Sekam Padi (%)	Jumlah Benda Uji
1	B1	0	2
2	B2	3	4
3	B3	5	4
Total Benda Uji			10

Tabel 3.2 Sampel uji perhitungan kekuatan tarik beton.

No	Kode	Abu Limbah Kayu (%)	Jumlah Benda Uji
1	B4	0	2
2	B5	3	4
3	B6	5	4
Total Benda Uji			10

3.6.1 Memeriksa Bahan

1. Agregat Halus

Pemeriksaan terhadap agregat halus dilaksanakan melalui tiga pendekatan yang berbeda, yaitu:

a. Kadar air

Persamaan yang digunakan untuk menghitung kandungan air adalah:

$$Kadar\ Air = \frac{(b-a)-(c-a)}{b-a} \times 100\% \dots\dots\dots(3.1)$$

Dimana :

a : Massa wadah (g)

b : Massa wadah + agregat sebelum dilakukan oven (g)

c : Massa wadah + agregat setelah dilakukan oven (g)

Langkah-langkah dalam tata cara pengujian kandungan air pada agregat adalah sebagai berikut:

- Menimbang sampel uji hingga mencapai 0,1 % berat terdekat (W1) : untuk menghitung berat sampel uji, berat wadah dikurangi dari total berat wadah dan benda uji.
- Pengeringan benda uji dilakukan langsung di dalam wadah, dengan pengering pada suhu yang tepat, pastikan setiap partikel tetap terjaga selama proses tersebut
- Sampel uji yang telah sejuk kemudian ditimbang sebagai menghindari kehancuran pada alat ukur, sehingga massa kering dicapai 0,1% dari berat terdekat (W2). Pemanasan berikutnya tidak lagi mengurangi massa lebih dari 0,1%, yang menandakan benda uji telah benar-benar kering.

b. Kadar Lumpur

Pengujian kandungan lumpur dalam agregat halus dilakukan melalui metode endapan:

$$Kadar\ Lumpur = \frac{v_2}{v_1+v_2} \times 100\% \dots\dots\dots(3.2)$$

Dimana : V_1 : Volume pasir

V_2 : Volume lumpur (mm³)

c. Pengujian Saringan

$$Berat\ Kehilangan = \frac{b_1-b_2}{b_1} \times 100\% \dots\dots\dots(3.3)$$

Dimana : b_1 : Massa agregat awal (g)

b_2 : Massa agregat setelah diayak (g)

$$HB = \frac{Jumlah\ Berat\ Tertahan\ Kumulatif}{Jumlah\ Berat\ Tertahan} \dots\dots\dots(3.4)$$

Dimana : MHB : Modulus Halus Butir (%)

Uji analisis saringan agregat dilakukan dengan mengikuti langkah-langkah berikut:

- Sampel dikeringkan dalam oven pada suhu $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$ hingga massanya stabil.
- Proses pengayakan sampel uji dilakukan dengan alat pengayak yang dilengkapi ayakan ukuran terbesar, sambil dikocok menggunakan tangan bisa disebut shaker dalam 15 menit.

2. Agregat Kasar

a. Kadar Air

Persamaan yang digunakan untuk menghitung kandungan air adalah:

$$\text{Kadar Air} = \frac{(b-a)-(c-a)}{b-a} \times 100\% \dots\dots\dots (3.5)$$

Dimana :

a : Massa wadah (g)

b : Massa wadah + agregat sebelum dilakukan oven (g)

c : Massa wadah + agregat setelah dilakukan oven (g)

b. Kadar Lumpur

Pengujian kandungan lumpur dalam agregat kasar dilakukan melalui metode cucian:

$$\text{Kadar Lumpur} = \frac{(b-a)-(c-a)}{b-a} \times 100\% \dots\dots\dots (3.6)$$

Dimana :

a : Massa wadah (g)

b₂: Massa wadah + agregat sebelum dilakukan oven (g)

c : Massa wadah + agregat sebelum dilakukan oven (g)

d. Pengujian Saringan

$$\text{Berat kehilangan} = \frac{b_1-b_2}{b_1} \times 100\% \dots\dots\dots (3.7)$$

Dimana :

b₁ : Massa agregat awal (g)

b₂ : Massa agregat setelah diayak (g)

$$MHB = \frac{\text{Jumlah Berat Tertahan Kumulatif}}{\text{Jumlah Berat Tertahan}} \dots\dots\dots (3.8)$$

Dimana : MHB : Modulus Halus Butir (%)

3.6.2 Penyusunan Kombinasi Beton (*Job Mix Design*) SNI 03-2834-2000

1. Menetapkan hasil sasaran kekuatan tekan f_c' diperlukan pada usia beton yang spesifik. Penelitian ini berfokus pada beton dengan kekuatan f_c' lebih dari 25 MPa dan umur beton pada 7 hari dan 28 hari.
2. Perhitungan simpangan baku dilakukan berdasarkan pedoman yang tercantum pada pasal 4.2.3.1 SNI 03-2834-2000 .

Standar deviasi dapat dihitung menggunakan rumus yang tercantum dibawah ini:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_1 - x)^2}{n-1}} \dots\dots\dots (3.9)$$

- Dimana :
- S : Deviasi standar.
 - x_1 : Kekuatan tekan beton menghasilkan oleh per sampel.
 - x : Median dari kuat tekan beton yang dihitung.

Untuk menghitung deviasi standar, kedua hasil pengujian yang diperoleh harus memenuhi ketentuan yang ditetapkan berikut:

- a. Memberikan data terkait bahan, prosedur pengawasan mutu, serta situasi produksi yang relevan pada tugas yang diberikan.
- b. Menandakan kekuatan tekan beton yang di butuhkan (F_c') pada hasil yang berada dalam jangka waktu MPa dari nilai f_{cr} yang sudah ditentukan.
- c. Meliputi minimum 30 nilai sampel berturut-turut atau dua set nilai pengujian yang didapatkan selama tahapan produksi dalam jangka tempo minimal 45 hari.
- d. Apabila suatu produksi beton tidak menghasilkan dua hasil pengujian yang memenuhi kriteria pada poin 1), melainkan hanya terdapat hasil pengujian antara 15 dan 29 yang berurutan, dengan demikian, deviasi standar dihitung dengan mengalikan deviasi standar dari nilai pengujian tersebut menggunakan faktor pengali yang sesuai tabel.

Tabel 3.3 Koefisien pengali untuk standar deviasi jika jumlah data pengujian kurang dari 30.

Jumlah Pengujian	Faktor Pengali Deviasi Standar
Kurang dari 15	Lihat butir 4.2.3.1 1) (5)
15	1.16
20	1.08
25	1.03
30 atau lebih	1.00

1. Menetapkan nilai tambah berdasarkan ketentuan yang tercantum dalam SNI SNI 03-2834-2000 ada di bagian 4.2.3.1.2.

Hasil tambahan dianalisis berdasarkan metode berikut:

$$M = 1,64 \times S_r \dots\dots\dots (3.10)$$

Dimana : M : Hasil tambahan.

1,64 : Konstanta statistik dengan nilai tergantung pada persentase hasil kegagalan pengujian yang kurang lebih dari 5%.

Sr : Deviasi standar rencana.

2. Menentukan hasil target median kekuatan tekan beton f_{cr} sesuai pedoman pada butir 4.2.3.1.3 dari SNI 03-2834-2000.

Analisis kekuatan tekan median yang diinginkan sebesar dengan menggunakan rumus berikut:

$$M_{fcr} = f'_c + M$$

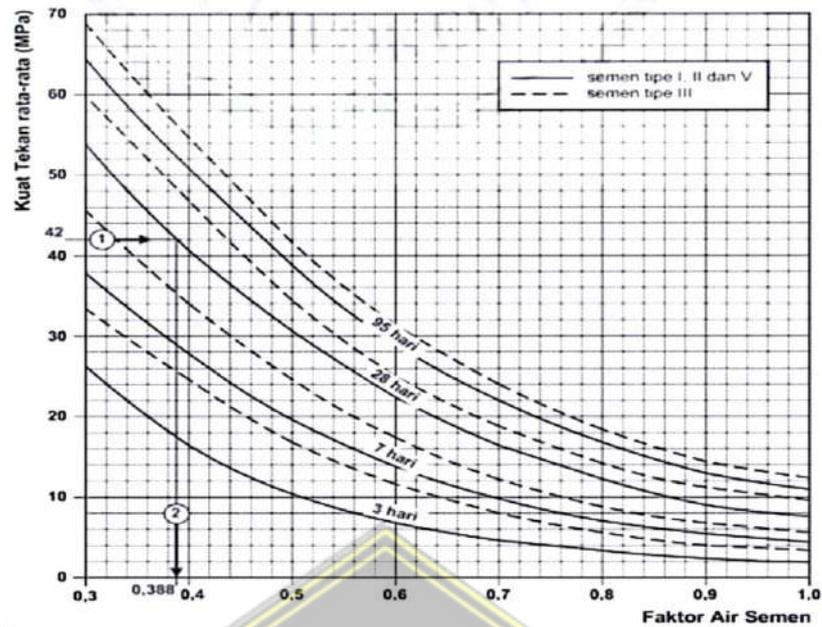
$$f_{cr} = f'_c + 1,64 S_r \dots\dots\dots (3.11)$$

1. Memilih tipe semen.

Semen yang digunakan ialah semen tipe I..

2. Menentukan tipe agregat kasar dan halus, yang terdiri dari bahan tak terhancurkan seperti pasir atau kerikil, bisa juga material yang sudah dihancurkan.

3. Menetapkan rasio air semen sesuai pada poin 4.2.3.2, dan apabila perlu, dapat memakai Grafik 1 atau 2.



Gambar 3.1 Hubungan antara kekuatan tekan dan rasio air-semen pada sampel uji yang memiliki bentuk silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm.

4. Memastikan hasil rasio air-semen maksimal sesuai pada pedoman yang tercantum pada sub bagian 4.2.3.2, apakah telah ditetapkan sebelumnya atau tidak. Jika nilai rasio air-semen yang dihasilkan dari langkah 7 di atas lebih rendah daripada yang diinginkan, maka menggunakan nilai terendah.
5. Menentukan hasil slump dari beton;
6. Menentukan ukuran maksimal agregat apabila belum ditentukan, merujuk untuk bagian 4.2.3.4.
7. Menentukan hasil kadar air bebas berdasarkan pedoman yang tercantum pada butir 4.2.3.5 dalam tabel 3.

Tabel 3.4 Estimasi jumlah air bebas (Kg/m³) yang diperlukan untuk mencapai berbagai tingkat kelancaran dalam proses pencampuran beton.

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

Catatan : Penyesuaian suhu udara: jika suhu melebihi 25C, setiap bertambah 5C dilakukan penambahan air 5 liter per m² larutan beton.

8. Hitung kuantitas semen dengan cara mengukur kadar semen, yang diperoleh dengan membagi kandungan air bebas dengan rasio air-semen..
9. Jika tidak ada penetapan, jumlah semen maksimum dapat mengabaikan.
10. Menentukan jumlah semen sekecil mungkin, jika tidak ada informasi lebih lanjut, yang dapat ditemukan pada table 4.5.6 guna memperoleh estimasi kuantitas semen, dan lakukan penyesuaian jika diperlukan.

Tabel 3.5 Peraturan mengenai jumlah semen minimal dan rasio air-semen maksimum untuk berbagai jenis pengecoran dalam kondisi tertentu.

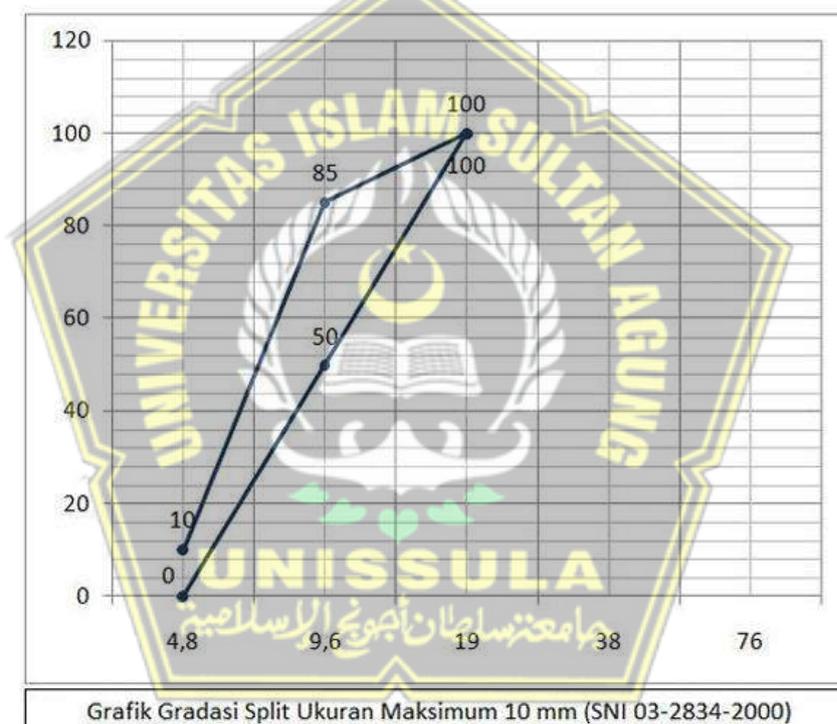
LOKASI ---	Jumlah Semen minimum Per m ³ beton (kg)	Nilai Faktor Air- Semen Maksimum
Beton didalam ruang bangunan :	275	0,60
a. Keadaan keliling non-korosif		
b. Keadaan keliling korosif	325	0,52
disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif		
Beton diluar ruangan bangunan :	325	0,60
a. tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung		
b. terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275	0,60
Beton masuk ke dalam tanah :	325	0,55
a. mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti		
b. mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah		Lihat tabel 5
Beton yang kontinu berhubungan		
a. air tawar		Lihat tabel 6
b. air laut		

11. Sesuaikan factor air-semen saat jumlah semen bervariasi, baik kurang dari jumlah minimum yang ditentukan atau melebihi jumlah maksimum yang diperlukan.
12. Tentukan distribusi ukuran butiran pasir. Jika hasil analisis butiran pasir sesuai dengan spesifikasi, kurva distribusinya dapat dibandingkan dengan grafik 3-6. Sebagai alternatif, pencampuran pasir dapat mengikuti aturan yang tercantum di tabel 8.

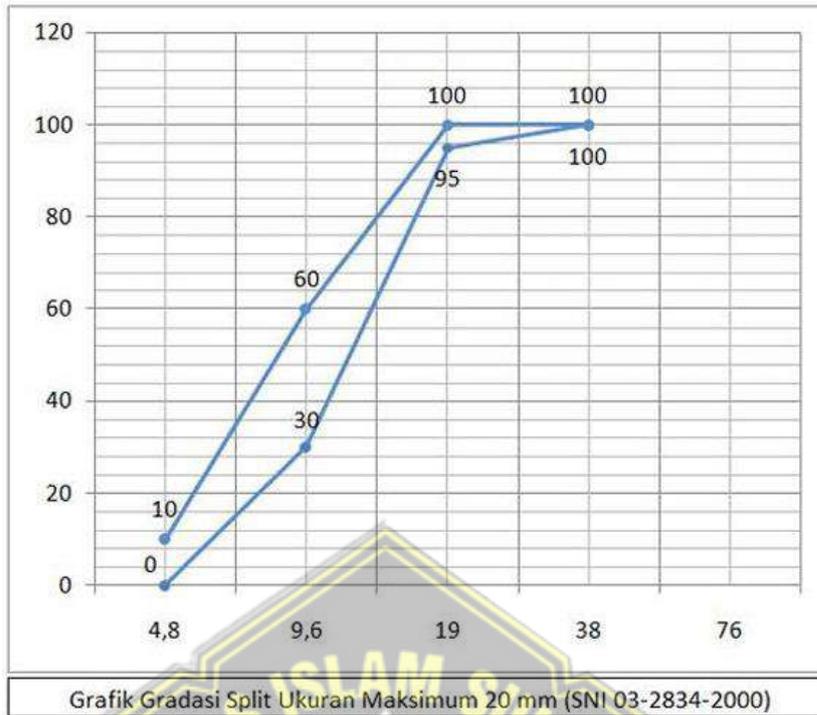
Tabel 3.6 Informasi tentang sifat fisik agregat.

Agregat Sifat	Pasir (Halus tak di pecah) IV	Pasir (Kasar tak di pecah) V	Kerikil (Batu Pecah) VII
Berat Jenis (kering permukaan)	2,50	2,44	2,66
Penyerapan air %	3,10	4,20	1,63
Kedap air %	6,50	8,80	1,06

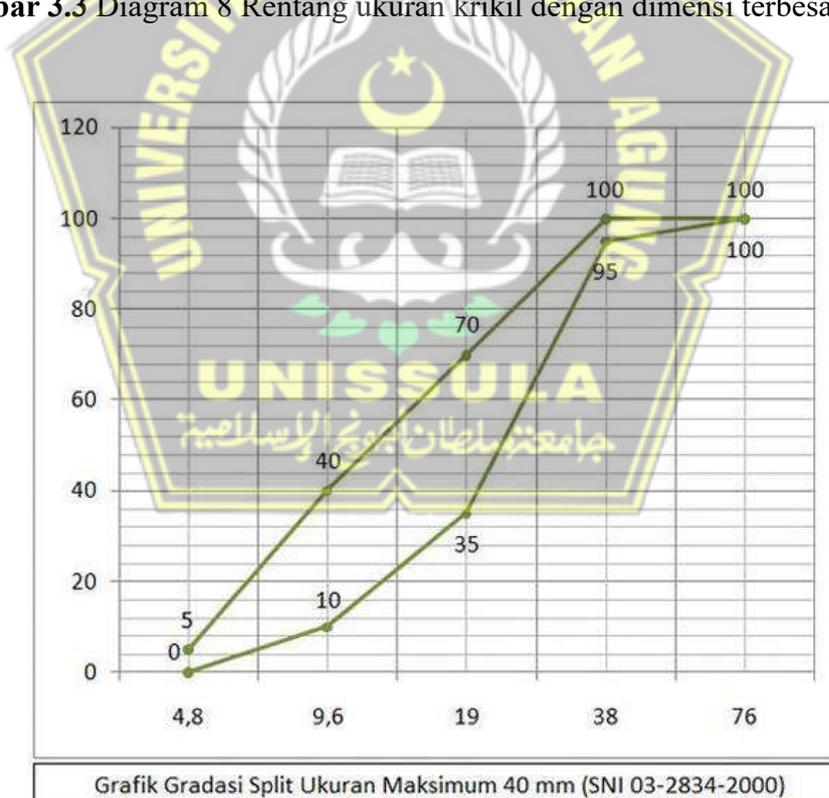
13. Identifikasi gradasi agregat kasar menggunakan grafik 7, 8, atau 9. Apabila ada beberapa tipe agregat kasar, campurkan sesuai instruksi pada tabel 9.



Gambar 3.2 Diagram 7 Rentang ukuran krikil dengan dimensi terbesar 10 mm.

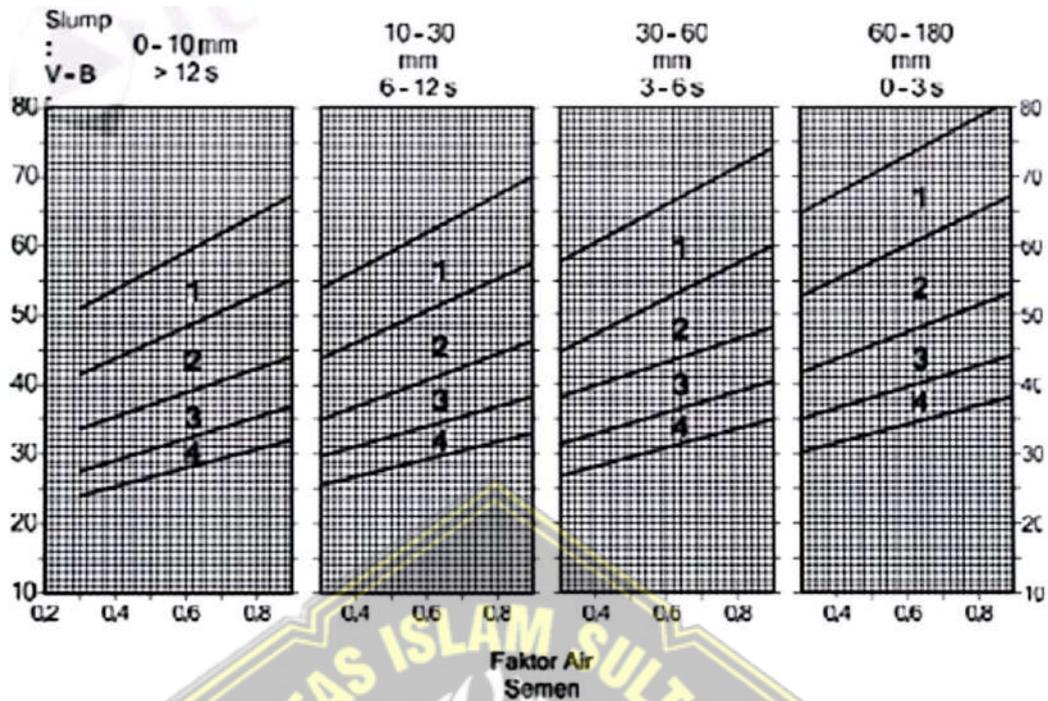


Gambar 3.3 Diagram 8 Rentang ukuran krikil dengan dimensi terbesar 20 mm.

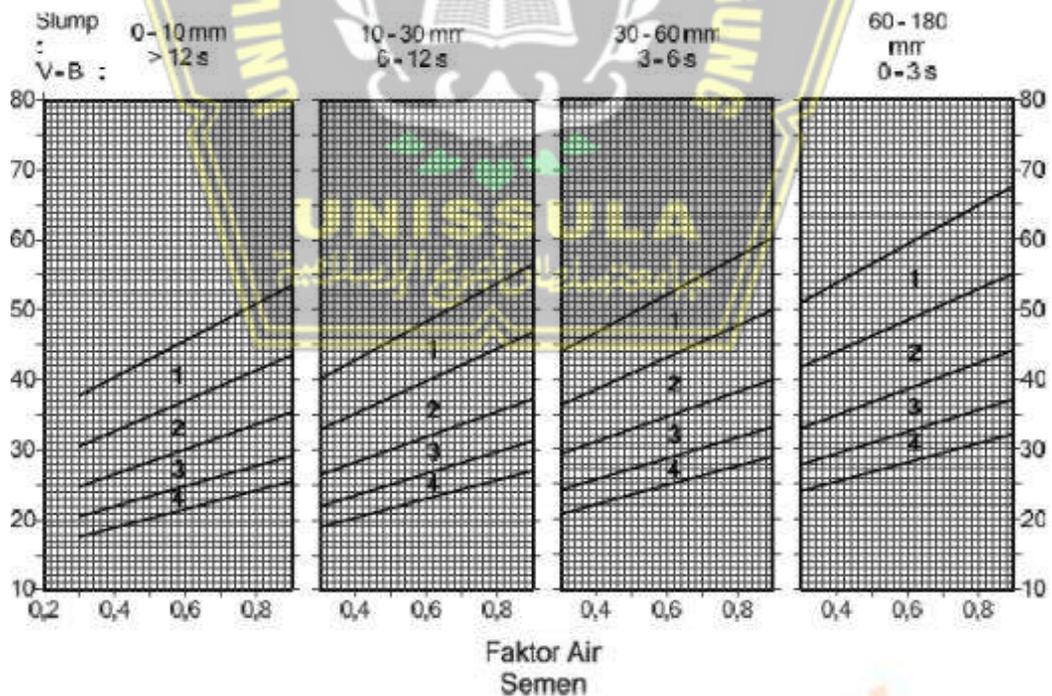


Gambar 3.4 Diagram 9 Rentang ukuran krikil dengan dimensi terbesar 40 mm.

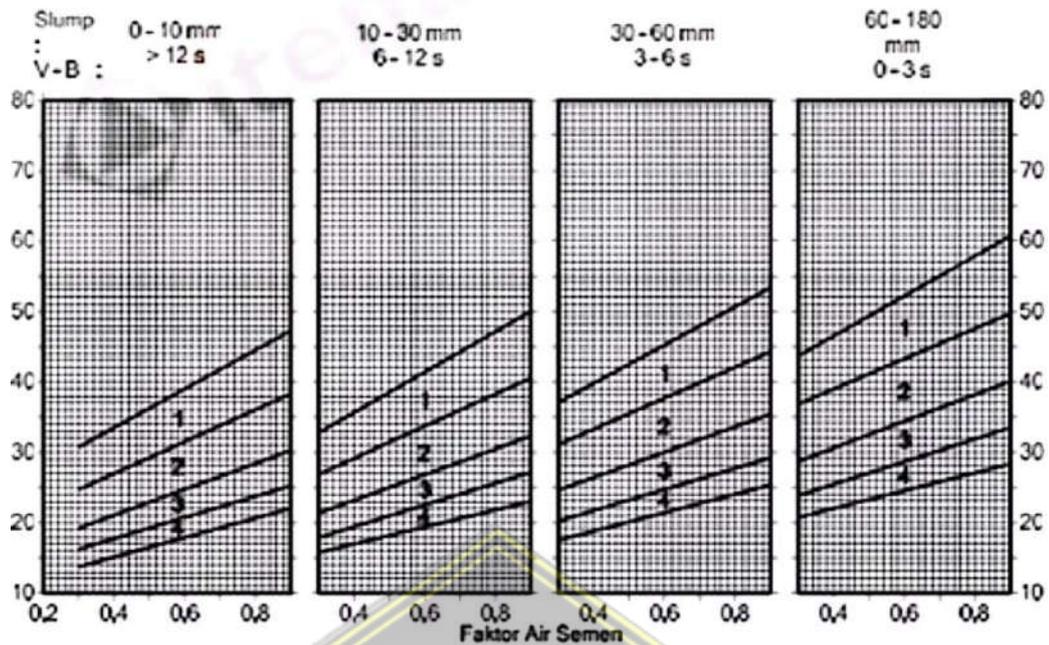
14. Hitung persentase pasir dengan menggunakan metode perhitungan.



Gambar 3.5 Diagram persentase pasir terhadap total kadar agregat yang direkomendasikan untuk ukuran butir maksimum 10 mm.

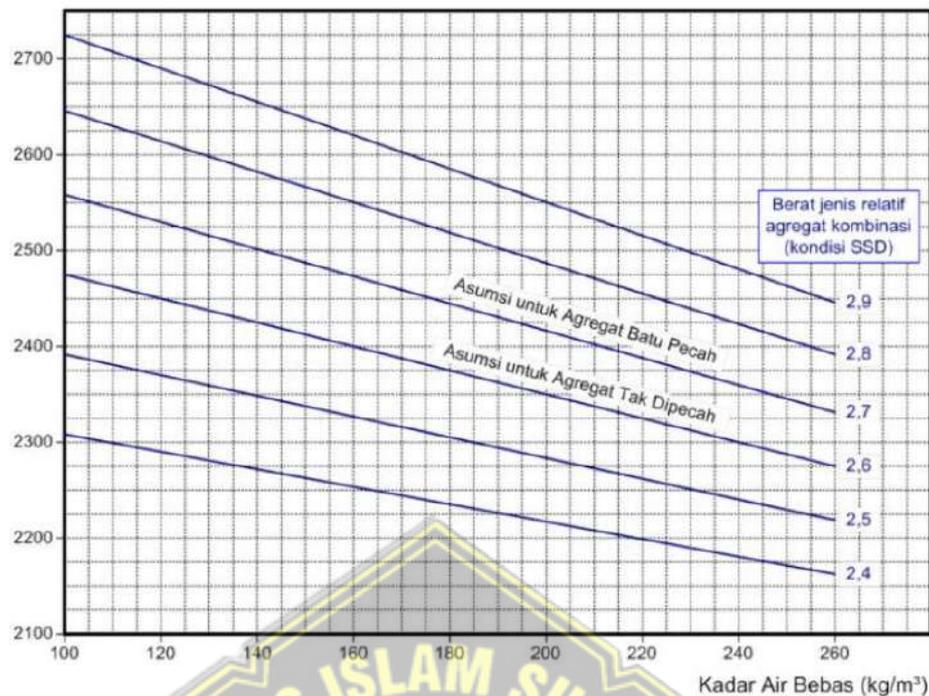


Gambar 3.6 Diagram persentase pasir terhadap total kadar agregat yang direkomendasikan untuk ukuran butir maksimum 20 mm.



Gambar 3.7 Diagram persentase pasir terhadap total kadar agregat yang direkomendasikan untuk ukuran butir maksimum 40 mm

15. Melakukan perhitungan terhadap berat jenis relatif agregat berdasarkan sebagaimana diatur dalam peraturan yang terdapat dalam bagian 4.2.3.6. Penetapan nilai kepadatan relatif dapat dihitung dengan cara berikut:
 - a. Didapatkan data hasil tes yang ada, apabila data nilai tersebut tidak tersedia, anda bisa menggunakan nilai berikut:
 - agregat tak terputus : 2.5
 - agregat pecah: 2.6 atau 2.7
 - b. Berat jenis campuran agregat dihitung dengan rumus berikut: Berat jenis campuran = (Persentase agregat halus × Berat jenis agregat halus) + (Persentase agregat kasar × Berat jenis agregat kasar).
16. Untuk menentukan densitas beton berdasarkan diagram 16, sementara kandungan air bebas dihitung menggunakan Tabel 3 dan densitas agregat terikat sebagaimana diuraikan pada poin 18.



Gambar 3.8 Diagram estimasi berat isi beton basah yang telah didapatkan.

17. Persentase agregat gabungan dihitung dengan cara mengurangi densitas beton berdasarkan total persentase kandungan semen dan kandungan air bebas.
18. Untuk menentukan presentase kandungan agregat halus, kalikan persentase pasir yang ditetapkan pada butir 18 dengan persentase agregat campuran yang diperoleh pada butir 18.
19. Untuk menghitung persentase agregat kasar, kurangi presentase kandungan agregat halus pada poin 22 dari persentase agregat gabungan di poin 21. Langkah-langkah dari poin 1 hingga 23 dapat digunakan untuk menentukan komposisi bahan campuran dalam 1 meter kubik beton.
20. Perbandingan kombinasi harus dijaga supaya agregat berada dalam keadaan permukaan yang benar-benar kering. Perhitungan proporsi bahan campuran beton, seperti semen, air, agregat halus, dan agregat kasar, perlu dilakukan dalam satuan kilogram per meter kubik campuran.
21. Perubahan rasio kombinasi harus dilakukan untuk memperhatikan perhitungan yang dijelaskan pada bagian 4.2.3.8. Jika agregat tidak berada dalam keadaan permukaan yang sepenuhnya kering, maka perbandingan campuran agregat halus perlu disesuaikan dengan tingkat kelembaban agregat.

Perubahan perbandingan campuran harus dilakukan minimal sekali dalam sehari berdasarkan kadar air pada agregat, dan dihitung dengan rumus berikut:

$$1) \text{ Air} = B - (C_k - C_a) \times \frac{C}{100} - (D_k - D_a) \times \frac{D}{100} \dots\dots\dots (3.12)$$

$$2) \text{ Agregat halus} = C + (C_k - C_a) \times \frac{C}{100} \dots\dots\dots (3.13)$$

$$3) \text{ Agregat kasar} = D + (D_k - D_a) \times \frac{D}{100} \dots\dots\dots (3.14)$$

- Dengan :
- B : Kandungan air
 - C : Massa agregat halus
 - D : Massa agregat kasar
 - Ca : Kemampuan menyerap air pada agregat halus (%)
 - Da : Kemampuan menyerap agregat kasar (%)
 - Ck : Kandungan air di agregat halus (%)
 - Dk : Kandungan air di agregat kasar (%)

3.7 Persiapkan kombinasi sampel uji, ukur, dan mencatat penurunan dan kekuatan tekan yang sebenarnya untuk memperhitungkan:

- a. Jika nilai yang diperoleh tepat sesuai kita inginkan, rasio kombinasi beton dapat diakui tepat. Tapi, apabila hasilnya tidak sesuai, diperlukan penyesuaian pada campuran tersebut.
- b. Jika tingkat deformasi subsidensi terlalu besar atau terlalu kecil, penting untuk menyesuaikan kadar air dengan cara menguranginya atau menambahnya. Hal yang sama juga berlaku untuk kadar semen. Stabilitas rasio air-semen harus tetap terjaga agar hasilnya optimal.
- c. Apabila kekuatan beton tergantung pada komposisi; jika terlalu tinggi atau rendah, rasio air-semen mungkin perlu disesuaikan dengan grafik 1 atau 2.

3.7.1 Pembuatan Beton Normal

- a. Pengukuran Jumlah

Penimbangan berat dilakukan sebagai menentukan ukuran komposisi campuran beton normal.

b. Penggabungan

Material dengan proporsi yang sudah diukur setelah dimasukkan ke dalam mixer beton, dan air ditambahkan sedikit demi sedikit saat mesin berputar atau berjalan.

c. Pengujian *Slump Test*

Pengujian *Slump Test* dilakukan sesudah beton tercampur secara merata memanfaatkan kerucut Abrams dan alat pemadat digunakan untuk mengukur nilai slump ketika dasar beton turun setelah kerucut Abrams diangkat. Penurunan permukaan ini disebut sebagai hasil slump. Berikut adalah langkah-langkah dalam pengujian slump test:

1. Kerucut terpotong dengan diameter atas 10 cm, diameter bawah 20 cm, dan tinggi 30 cm (dikenal sebagai kerucut Abrams) ditempatkan di atas permukaan datar yang tidak menyerap air.
2. Kerucut diisi dengan adonan beton normal ditekan ke bawah pada penyangga yang tersedia.
3. Beton segar dimasukkan dalam tiga lapisan dengan ketebalan hampir seragam di setiap lapisannya, di mana setiap lapisan dipadatkan dengan sepuluh tusukan menggunakan tongkat baja berdiameter 16 mm dan panjang 60 cm yang memiliki ujung melengkung.
4. Selepas permukaan beton diratakan, campuran beton dibiarkan selama 30 detik. Selama waktu ini, material beton yang tumpah di sekitar kerucut dibersihkan, lalu kerucut diangkat perlahan-lahan dengan hati-hati secara vertikal.
5. Diameter kombinasi beton normal diukur setelahnya.
6. Pengukuran ini dikenal sebagai indikator kekentalan campuran beton tersebut.

d. Pemadatan dan pengecoran

Selama proses pengecoran, adonan beton dimasukkan ke dalam cetakan silinder dengan ukuran 150 x 300 mm dalam tiga bagian. Per lapisan dipadatkan dengan 25 tusukan secara seragam. Setelah proses pengecoran selesai, cetakan yang berisi beton segar di diamkan selama 24 jam. Penelitian ini menggunakan metode pemadatan yang melibatkan penumbukan beton selama tahap pengecoran.

3.7.2 Proses Pemeliharaan (Curing).

Perawatan beton dirawat dengan cara merendamnya selama dua hari setelah pembukaan cetak. Lalu, dirawat melaksanakan secara progresif pada hari ketujuh, hari keempat belas, dan seterusnya.

3.7.3 Pengukuran Massa Volume.

Pengukuran berat volume dilaksanakn dengan memanfaatkan rumus:

$$y = \frac{w}{V} \dots \dots \dots (3.15)$$

3.7.4 Pengujian Kekuatan Tekan dan Tarik Beton.

Pengujian dilakukan dengan memakai mesin cetak beton (Concrete Preassure Machine) pada beton yang sudah berusia 28 hari. Prosedur pengujian pekerjaan beton dilaksanakan dengan langkah-langkah berikut:

- a. Memeriksa tekan pada sampel harus segera dilaksanakan setelah sampel dicuring.
- b. Letakkan dasar tekan secara rata dengan sisi keras yang menghadap ke permukaan meja atau tempat lainnya rata dari mesin penguji, dan sejalan dengan blok berbentuk setengah bola.
- c. Berikan menambah beban secara perlahan tanpa didampingi getaran.
- d. Teruskan penambahan beban sampai benda uji rusak, kemudian catat hasil beban maksimum yang diterima selama tahap pembebanan. Selain itu, dokumentasikan tipe kerusakan dan kondisi tampak dari benda uji beton.

3.8 Bagan Alir

Bagan alir pada penelitian sebagai berikut :



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pemeriksaan Agregat

Uji agregat merupakan langkah utama untuk memperoleh kualitas beton yang akan dibuat. Agregat, baik lembut maupun kasar, memiliki karakteristik yang mempengaruhi kekuatan dan daya tahan beton. Dengan melakukan serangkaian pengujian di atas, kualitas agregat dapat ditentukan secara akurat. Setelah melalui berbagai proses pengujian bahan, dilakukan pemeriksaan yang menghasilkan data terkait sifat dan kualitas agregat halus serta agregat kasar. Pengamatan agregat meliputi analisis saringan, penetapan kadar lumpur, dan kadar air. Data perhitungan serta uji dapat ditemukan pada Lampiran Data Praktikum.

4.1.1 Agregat Kasar

a. Pemeriksaan kadar lumpur dengan cara cucian percobaan 1

Untuk menentukan kadar lumpur pada agregat kasar, digunakan rumus berikut:

$$\text{Kadar Lumpur} = \frac{(b - a) - (c - a)}{b - a} \times 100\%$$

$$\text{Beban batu pecah} = 500 \text{ gram}$$

$$\text{Berat wadah (a)} = 44 \text{ gram}$$

$$\text{Berat wadah + agregat kasar (b)} = 555 \text{ gram}$$

$$\text{Berat batu kering oven (c)} = 535 \text{ gram}$$

$$\begin{aligned} \text{Kandungan lumpur} &= \frac{(b - a) - (c - a)}{b - a} \times 100\% \\ &= \frac{(555 - 44) - (535 - 44)}{555 - 44} \times 100\% \\ &= 0,04\% \end{aligned}$$

Dari pengujian kadar lumpur menggunakan metode cucian menunjukkan bahwa agregat kasar dari sampel percobaan 1 dengan hasil kadar lumpur sebesar 4%.

b. Pemeriksaan kadar lumpur dengan cara cucian percobaan 2

Untuk menghitung kadar lumpur dalam agregat kasar digunakan persamaan rumus berikut :

$$\text{Kadar Lumpur} = \frac{(b - a) - (c - a)}{b - a} \times 100\%$$

Berat batu pecah = 500 gram

Berat wadah (a) = 73 gram

Berat wadah + agregat kasar (b) = 573 gram

Berat batu kering oven (c) = 565 gram

Kandungan lumpur = $\frac{(b - a) - (c - a)}{b - a} \times 100\%$
= $\frac{(573 - 73) - (565 - 73)}{573 - 73} \times 100\%$
= 0,02%

Dari pengujian kadar lumpur menggunakan metode cucian menunjukkan bahwa agregat kasar dari sampel percobaan 2 dengan hasil kadar lumpur sebesar 2%.

c. Kadar Lumpur Median

Metode untuk mencari persamaan nilai tengah kadar lumpur sebagai berikut:

$$\text{Kadar Lumpur Rata - Rata} = \frac{\text{kadar lumpur 1} + \text{kadar lumpur II}}{2}$$

Kadar Lumpur 1 = 0,02%

Kadar Lumpur II = 0,02%

Kadar lumpur rata-rata = $\frac{\text{kadar lumpur 1} + \text{kadar lumpur II}}{2}$
= $\frac{0,04\% + 0,02\%}{2}$
= 0,03%

Hasil rata – rata kadar lumpur dapat dilihat pada pemeriksaan tersebut menunjukkan hasil dari nilai kadar lumpur agregat kasar yang dimanfaatkan sebagai komponen campuran beton dalam penelitian ini sebesar 3%.

Hasil pemeriksaan terhadap persentase lumpur pada agregat kasar disampaikan dalam **Tabel 4.1** berikut.

Tabel 4.1 Hasil pemeriksaan kadar lumpur dengan cara cucian.

No	Massa Wadah	Massa Wadah + Agregat Sebelum Dilakukan Pencucian	Massa Wadah + Agregat Setelah Dilakukan Pencucian	Massa Wadah + Agregat Setelah Dilakukan Oven	Kadar Lumpur (%)	RATA RATA KADAR LUMPUR (%)
1	44	544	555	555	0,04	0,03
2	73	573	590	565	0,02	

Data yang didapatkan setelah melakukan percobaan pertama dan kedua, hasil kadar lumpur median yang di dapatkan senilai 3%. Dengan hasil ini menunjukkan bahwa nilai agregat kasar tersebut perlu dibersihkan terlebih dahulu karena tingkat kandungan lumpur masih diatas 1% (dihitung berdasarkan berat kering) agregat kasar tidak bisa langsung dipakai untuk kombinasi beton (SK SNI S-04-1989-F).

1. Kadar Air

Berdasarkan hasil pemeriksaan, diperoleh data yang menunjukkan kadar air pada agregat kasar yang telah dianalisis pengujian dilakukan dengan 2 sampel dengan berat 500 gram.

a. Percobaan I

Untuk menghitung kadar air dalam agregat kasar digunakan persamaan metode dibawah ini:

$$Kadar\ Air = \frac{(b - a) - (c - a)}{b - a} \times 100\%$$

Massa wadah (a) = 64

Massa wadah + Agregat sebelum dilakukan oven (b) = 564

Massa wadah + Agregat setelah dilakukan oven (c) = 530

$$\begin{aligned}
 \text{Kadar air I} &= \frac{(b-a)-(c-a)}{b-a} \times 100\% \\
 &= \frac{(564-64)-(530-64)}{500} \times 100\% \\
 &= 7\%
 \end{aligned}$$

b. Percobaan II

Untuk menghitung kadar air dalam agregat kasar digunakan persamaan metode dibawah ini:

$$\text{Kadar Air} = \frac{(b-a)-(c-a)}{b-a} \times 100\%$$

$$\text{Massa wadah (a)} = 44$$

$$\text{Massa wadah + Agregat sebelum dilakukan oven (b)} = 544$$

$$\text{Massa wadah + Agregat setelah dilakukan oven (c)} = 537$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kadar air I} &= \frac{(b-a)-(c-a)}{b-a} \times 100\% \\
 &= \frac{(544-44)-(537-44)}{500} \times 100\% \\
 &= 1\%
 \end{aligned}$$

c. Kadar Air Median

Metode untuk mencari persamaan median kadar lumpur sebagai berikut:

$$\text{Kadar Air Rata - Rata} = \frac{\text{kadar air I} + \text{kadar air II}}{2}$$

$$\text{Kadar air I} = 7\%$$

$$\text{Kadar air II} = 1\%$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kadar air rata rata} &= \frac{\text{kadar air I} + \text{kadar air II}}{2} \\
 &= \frac{7+1}{2} \\
 &= 4\%
 \end{aligned}$$

Rata-rata hasil kadar air dapat ditemukan pada pemeriksaan tersebut menunjukkan hasil dari nilai kadar air agregat kasar yang dimanfaatkan sebagai komponen campuran beton dalam penelitian ini sebesar 4%.

Temuan dari pemeriksaan kadar air pada agregat kasar ditampilkan dalam **Tabel 4.2** berikut.

Tabel 4.2 Informasi hasil uji kadar air agregat kasar dengan cara dioven.

No	Massa Wadah	Massa Wadah + Agregat Sebelum Dilakukan Oven	Massa Wadah + Agregat Setelah Dilakukan Oven	Kadar Air (%)	RATA RATA KADAR AIR (%)
1	64	564	530	0,07	0,04
2	44	544	537	0,01	

Data yang didapatkan setelah melakukan percobaan pertama dan kedua, nilai kadar air rata-rata yang didapatkan sebesar 4%. Dengan hasil ini menunjukkan bahwa nilai agregat kasar tidak wajib dikeringkan karena nilai kadar air masih dibawah 5% (diukur berdasarkan berat kering) agregat kasar bisa langsung dipakai sebagai kombinasi beton (SK SNI S-04-1989-F).

2. Analisis Pemisahan Saringan

Analisis pemisahan saringan agregat dilakukan guna mengelompokkan butiran agregat berdasarkan ukuran dengan menggunakan seperangkat saringan yang memiliki ukuran lubang berbeda. Proses ini menghasilkan informasi tentang distribusi ukuran partikel yang diperlukan untuk proses perencanaan adukan beton. Hasil pemeriksaan ini dapat digunakan sebagai kualitas dan kesesuaian agregat untuk konstruksi dan menghindari rongga dalam beton yang dapat mengurangi kekuatan. Disini kami menggunakan ASTM C33 juga menetapkan batasan gradasi untuk agregat, yang mencakup presentase butir yang lolos dari saringan tertentu. Setelah dilakukan penyaringan pada agregat kasar (kerikil), diperoleh data yang tercantum dalam **Tabel 4.3** berikut, yang menunjukkan hasil penyaringan agregat kasar:

Tabel 4.3 Hasil pemeriksaan pemisahan saringan agregat kasar.

No	ØUkuran Ayakan (mm)	Massa Cawan (g) (a)	Massa Cawan + Agregat (g) (b)	Massa Agregat (g) (c)
1	25,00	82,8	82,8	0
2	19,00	82,8	94,4	11,6
3	12,50	82,8	261,4	178,6
4	9,50	82,8	334	251,2
5	4,70	82,8	133,4	50,6
6	2,38	82,8	83,4	0,6
7	1,19	82,8	83,6	0,8
8	PAN	82,8	79,2	2,4
JUMLAH				495,8

Berat Kehilangan

Berat kehilangan dalam pemeriksaan analisa saringan adalah ukuran yang menunjukkan seberapa banyak berat sampel yang hilang selama proses penyaringan.

Persamaan rumus :

$$\frac{a - b}{a} \times 100\%$$

Berat agregat semula sebelum disaring (a) = 500 gram

Berat agregat semula setelah disaring (b) = 496 gram

$$\begin{aligned} \text{Berat kehilangan} &= \frac{a - b}{a} \times 100\% \\ &= \frac{500 - 496}{500} \times 100\% \end{aligned}$$

Presentase Agregat Tertinggal = 1%

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

- | | | | | | |
|----|--------------------------------|---|-------------------------------------|---|------|
| 1. | Tertahan komulatif ϕ 25 | = | $\frac{0}{496} \times 100\%$ | = | 0% |
| 2. | Tertahan komulatif ϕ 19 | = | $\frac{11,6}{496} \times 100\%$ | = | 2% |
| 3. | Tertahan komulatif ϕ 12,5 | = | $\frac{178,6}{496} \times 100\%$ | = | 36% |
| 4. | Tertahan komulatif ϕ 9,5 | = | $\frac{251,2}{496} \times 100\%$ | = | 51% |
| 5. | Tertahan komulatif ϕ 4,75 | = | $\frac{50,6}{496} \times 100\%$ | = | 10% |
| 6. | Tertahan komulatif ϕ 2,36 | = | $\frac{0,6}{496} \times 100\%$ | = | 0% |
| 7. | Tertahan komulatif ϕ 1,6 | = | $\frac{0,8}{496} \times 100\%$ | = | 0% |
| 8. | Tertahan komulatif ϕ PAN | = | $\frac{2,4}{496} \times 100\%$ | = | 0% |
| • | Kumulatif Agregat Tertinggal | = | (0+0)% | | |
| 1. | Lolos Saringan ϕ 25 | = | (0 + 0)% | = | 0% |
| 2. | Lolos Saringan ϕ 19 | = | (0 + 2)% | = | 2% |
| 3. | Lolos Saringan ϕ 12,5 | = | (2 + 36)% | = | 38% |
| 4. | Lolos Saringan ϕ 9,5 | = | (38 + 51)% | = | 89% |
| 5. | Lolos Saringan ϕ 4,75 | = | (89 + 10)% | = | 99% |
| 6. | Lolos Saringan ϕ 2,36 | = | (99 + 0)% | = | 99% |
| 7. | Lolos Saringan ϕ 1,6 | = | (99 + 0)% | = | 99% |
| 8. | Lolos Saringan ϕ PAN | = | (99 + 0)% | = | 99% |
| • | Present Finer (f) | = | 100% - Kumulatif Agregat Tertinggal | | |
| 1. | Lolos Saringan ϕ 25 | = | 100% - 0% | = | 100% |
| 2. | Lolos Saringan ϕ 19 | = | 100% - 2% | = | 98% |
| 3. | Lolos Saringan ϕ 12,5 | = | 100% - 38% | = | 62% |
| 4. | Lolos Saringan ϕ 9,5 | = | 100% - 89% | = | 11% |
| 5. | Lolos Saringan ϕ 4,75 | = | 100% - 99% | = | 1% |
| 6. | Lolos Saringan ϕ 2,36 | = | 100% - 99% | = | 1% |
| 7. | Lolos Saringan ϕ 1,6 | = | 100% - 99% | = | 1% |
| 8. | Lolos Saringan ϕ PAN | = | 100% - 99% | = | 1% |

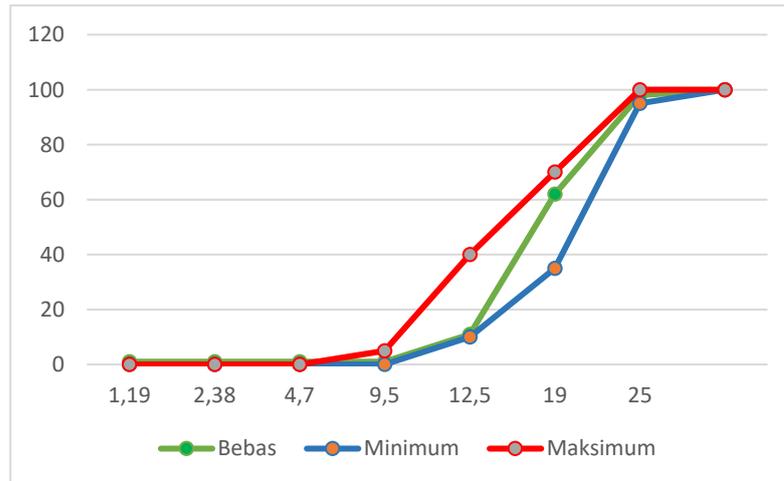
Hasil kalkulasi dari analisis saringan pada agregat kasar dalam **Tabel 4.4**.

Tabel 4.4 Hasil perhitungan dari pengujian ayakan pada agregat kasar

No	ØUkuran Aayakan (mm)	Massa Agregat (gram)	<i>Persentase</i> Agregat Yang Tertahan. (%)	Akumulasi Agregat Yang Tertahan (%)	<i>Persentase</i> Lolos Aayakan (%)	ASTM C33	
						MIN (%)	MAX (%)
1	25	0	0	0	100	100	100
2	19	11,6	2	2	98	95	100
3	12,5	178,6	36	38	62	35	70
4	9,5	251,2	51	89	11	10	40
5	4,7	50,6	10	99	1	0	5
6	2,38	0,6	0	99	1	-	0
7	1,19	0,8	0	99	1	-	-
8	PAN	2,4	0	99	1	-	-
JUMLAH		495,8	97	525	275	-	-

$$\begin{aligned}
 \text{MHB} &= \frac{\sum \% \text{Komulatif Agregat Tertinggal}}{100} \\
 &= \frac{525}{100} \\
 &= 5,25
 \end{aligned}$$

Hasil dan Hitungan Saringan Agregat Kasar pada persamaan diatas didapatkan Nilai Modulus Halus Butir Sebesar 5,3. Yang menunjukkan hasil agregat tersebut memiliki partikel dengan ukuran yang relatif besar dan memenuhi kriteria SNI (5-8) untuk agregat kasar. Berdasarkan ketentuan dan persyaratan SNI 03-2834-2000.



Gambar 4.1 Diagram hasil pengujian ayakan agregat kasar.

4.1.2 Agregat Halus

a. Pemeriksaan kadar lumpur dengan cara endapan percobaan 1

Untuk menentukan kadar lumpur pada agregat halus, digunakan rumus berikut:

$$\text{Kadar Lumpur} = \frac{v_2}{v_1 + v_2} \times 100\%$$

$$\text{Volume Pasir (V1)} = 500$$

$$\text{Volume Lumpur (V2)} = 20$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar Lumpur} &= \frac{v_2}{v_1 + v_2} \times 100\% \\ &= \frac{20}{500 + 20} \times 100\% \end{aligned}$$

$$= 3,9\%$$

Hasil pengujian kandungan lumpur menggunakan metode pengendapan menunjukkan bahwa agregat halus dari sampel percobaan 1 dengan hasil kadar lumpur sebesar 3,9%.

b. Pemeriksaan kadar lumpur dengan cara endapan percobaan 2

Untuk menentukan kadar lumpur pada agregat halus, digunakan rumus berikut:

$$Kadar\ Lumpur = \frac{v_2}{v_1 + v_2} \times 100\%$$

$$\text{Jumlah Pasir (V1)} = 500$$

$$\text{Jumlah Lumpur (V2)} = 30$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar Lumpur} &= \frac{v_2}{v_1+v_2} \times 100\% \\ &= \frac{30}{500+30} \times 100\% \\ &= 5,7\% \end{aligned}$$

Hasil pengujian kandungan lumpur menggunakan metode pengendapan menunjukkan bahwa agregat halus dari sampel percobaan 2 dengan hasil kadar lumpur sebesar 5,7%.

c. Kadar Lumpur Median

$$Kadar\ Lumpur\ Rata - Rata = \frac{kadar\ lumpur\ I + kadar\ lumpur\ II}{2}$$

$$\text{Kadar Lumpur I} = 5,66\%$$

$$\text{Kadar Lumpur II} = 7,4\%$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar Lumpur Rata - Rata} &= \frac{kadar\ lumpur\ I + kadar\ lumpur\ II}{2} \\ &= \frac{3,9\% + 5,7\%}{2} \\ &= 4,8\% \end{aligned}$$

Hasil rata – rata kadar lumpur dapat dilihat pada pemeriksaan tersebut menunjukkan hasil dari nilai kadar lumpur agregat halus yang dimanfaatkan untuk komponen kombinasi beton dalam penelitian ini sebesar 4,8%.

Hasil uji kandungan lumpur pada agregat halus, informasi tersebut dapat ditemukan di **Tabel 4.5** berikut.

Tabel 4.5 Menampilkan nilai pemeriksaan kandungan lumpur menggunakan metode pengendapan.

No	Volume Agregat Halus (V1)	Jumlah Lumpur (V2)	Kadar Lumpur (%)	Rata – Rata
1	500 ml	20 ml	3,9	4,8
2	500 ml	20 ml	5,7	

Data yang didapatkan setelah melakukan percobaan pertama dan kedua, hasil kadar lumpur median yang di dapatkan senilai 4,8%. Dengan hasil ini menunjukkan bahwa nilai agregat halus tersebut tidak perlu dibersihkan terlebih dahulu karena tingkat kandungan lumpur masih dibawah 5% agregat halus bisa langsung dipakai untuk kombinasi beton (SK SNI S-04-1989-F).

1. Kadar Air

Berdasarkan hasil pemeriksaan, diperoleh data yang menunjukkan kadar air pada agregat halus yang telah dianalisis pengujian dilakukan dengan 2 sampel dengan berat 500 gram.

a. Percobaan I

Berikut analisis kadar air dalam agregat halus digunakan persamaan metode berikut :

$$Kadar Air = \frac{(b - a) - (c - a)}{b - a} \times 100\%$$

Massa wadah (a) = 78

Massa wadah + Agregat sebelum dilakukan oven (b) = 578

Massa wadah + Agregat setelah dilakukan oven (c) = 548

$$\begin{aligned}
 \text{Kadar air I} &= \frac{(b-a)-(c-a)}{b-a} \times 100\% \\
 &= \frac{(578-78)-(548-78)}{500} \times 100\% \\
 &= 6\%
 \end{aligned}$$

b. Percobaan II

Berikut analisis kadar air dalam agregat halus digunakan persamaan metode berikut :

$$\text{Kadar Air} = \frac{(b-a)-(c-a)}{b-a} \times 100\%$$

$$\text{Massa wadah (a)} = 46$$

$$\text{Massa wadah + Agregat sebelum dilakukan oven (b)} = 546$$

$$\text{Massa wadah + Agregat setelah dilakukan oven (c)} = 520$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kadar air I} &= \frac{(b-a)-(c-a)}{b-a} \times 100\% \\
 &= \frac{(546-46)-(520-46)}{500} \times 100\% \\
 &= 5,2\%
 \end{aligned}$$

c. Kadar Air Median

$$\text{Kadar Air Rata - Rata} = \frac{\text{kadar air I} + \text{kadar air II}}{2}$$

$$\text{Kadar air I} = 7\%$$

$$\text{Kadar air II} = 1\%$$

$$\text{Kadar air rata rata} = \frac{\text{kadar air I} + \text{kadar air II}}{2}$$

$$= \frac{6+5,2}{2}$$

$$= 5,5\%$$

Data median kadar air bisa diamati pada pemeriksaan tersebut menunjukkan hasil dari nilai kadar air agregat halus yang dimanfaatkan sebagai komponen campuran beton dalam penelitian ini sebesar 5,5%.

Hasil pengujian kadar air pada agregat halus, informasi tersebut dapat ditemukan di **Tabel 4.6** berikut.

Tabel 4.6 Hasil pengujian kadar air agregat halus dengan cara dioven.

No	Massa Wadah	Massa Wadah + Agregat Sebelum Oven	Massa Wadah + Agregat Setelah Oven	Kadar Air (%)	RATA RATA KADAR AIR (%)
1	78	578	548	0,06	5,5
2	46	546	520	0,05	

Dari data yang didapatkan setelah melakukan percobaan pertama dan kedua, nilai kadar air rata-rata yang di dapatkan sebesar 5,5%. Dengan hasil ini menunjukkan bahwa nilai agregat halus harus dikeringkan terlebih dahulu karena nilai kadar air masih diatas 5% (dihitung berdasarkan berat kering) agregat halus tidak dapat langsung dipakai dalam kombinasi beton (SK SNI S-04-1989-F).

2. Analisis Pemisahan Saringan

Analisis pemisahan saringan agregat dilakukan guna mengelompokkan butiran agregat berdasarkan ukuran dengan menggunakan seperangkat saringan yang memiliki ukuran lubang berbeda. Proses ini menghasilkan informasi tentang distribusi ukuran partikel yang diperlukan untuk proses perencanaan adukan beton. Hasil pemeriksaan ini dapat digunakan sebagai kualitas dan kesesuaian agregat untuk konstruksi dan menghindari rongga dalam beton yang dapat mengurangi kekuatan. Disini kami menggunakan ASTM C33 juga menetapkan batasan gradasi untuk agregat, yang mencakup presentase butir yang lolos dari saringan tertentu. Setelah dilakukan penyaringan pada agregat halus (pasir), didapatkan informasi yang tercantum dalam **Tabel 4.7** berikut, yang menunjukkan hasil penyaringan agregat halus:

Tabel 4.7 Temuan dari uji pemisahan ayakan agregat halus.

No	ØUkuran Ayakan (mm)	Massa Wadah (g) (a)	Massa Wadah + Agregat (g) (b)	Massa Agregat (g) (c)
1	9,50	88,4	0	0
2	4,70	88,4	93	4,6
3	2,78	88,4	167	78,6
4	1,19	88,4	200	111,6
5	0,59	88,4	204	115,6
6	0,27	88,4	235	146,6
7	0,15	88,4	105	16,6
8	PAN	88,4	108	19,6
JUMLAH				492,2

Berat Kehilangan :

$$\frac{a - b}{a} \times 100\%$$

Berat agregat semula = 500 gram

Berat agregat semula = 492,2 gram

Berat kehilangan = $\frac{a - b}{a} \times 100\%$
 $= \frac{500 - 492,2}{500} \times 100\%$

Presentase Agregat Tertinggal = 2%

- Presentase Agregat Tertahan = $\frac{c}{\sum c} \times 100\%$
 1. Akumulasi Agregat Yang Tertahan ϕ 9,5 = $\frac{0}{492,2} \times 100\% = 0\%$
 2. Akumulasi Agregat Yang Tertahan ϕ 4,7 = $\frac{4,6}{492,2} \times 100\% = 1\%$
 3. Akumulasi Agregat Yang Tertahan ϕ 2,38 = $\frac{78,6}{492,2} \times 100\% = 16\%$
 4. Akumulasi Agregat Yang Tertahan ϕ 1,19 = $\frac{111,6}{492,2} \times 100\% = 23\%$

5. Akumulasi Agregat Yang Tertahan ϕ 0,59 = $\frac{115,6}{492,2} \times 100\% = 23\%$
6. Akumulasi Agregat Yang Tertahan ϕ 0,27 = $\frac{146,6}{492,2} \times 100\% = 30\%$
7. Akumulasi Agregat Yang Tertahan ϕ 0,15 = $\frac{16,6}{492,2} \times 100\% = 3\%$
8. Akumulasi Agregat Yang Tertahan PAN = $\frac{19,6}{492,2} \times 100\% = 4\%$

- Komulatif Agregat Tertinggal

1. Lolos Saringan ϕ 9,5	= (0+0)%	= 0 %
2. Lolos Saringan ϕ 4,7	= (0+1)%	= 1 %
3. Lolos Saringan ϕ 2,78	= (+16)%	= 17 %
4. Lolos Saringan ϕ 1,19	= (17+23)%	= 40 %
5. Lolos Saringan ϕ 0,59	= (40+23)%	= 63 %
6. Lolos Saringan ϕ 0,27	= (63+30)%	= 93 %
7. Lolos Saringan ϕ 0,15	= (93+3)%	= 96 %
8. Lolos Saringan PAN	= (96 +4)%	= 100 %

- *Present Finer (f)* = 100%-Komulatif Agregat Tertinggal

1. Lolos Saringan ϕ 9,5	= 100% - 0%	= 100%
2. Lolos Saringan ϕ 4,7	= 100% - 1%	= 99%
3. Lolos Saringan ϕ 2,78	= 100% - 17%	= 83%
4. Lolos Saringan ϕ 1,19	= 100% - 40%	= 60%
5. Lolos Saringan ϕ 0,59	= 100% - 63%	= 37%
6. Lolos Saringan ϕ 0,27	= 100% - 93%	= 7%
7. Lolos Saringan ϕ 0,15	= 100% - 96%	= 4%
8. Lolos Saringan ϕ PAN	= 100% - 100%	= 0%

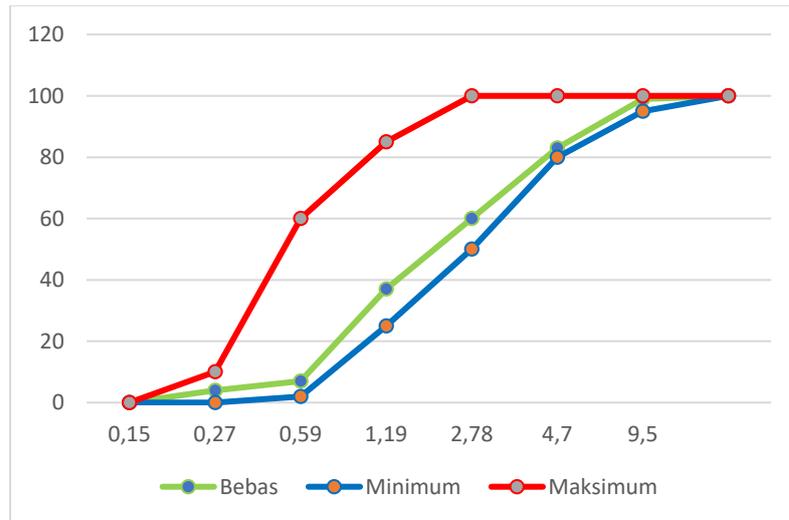
Hasil uji analisis saringan agregat halus sebagaimana terlihat pada **Tabel 4.8**.

Tabel 4.8 Perhitungan analisis saringan agregat halus.

No	ØUkuran Ayakan (mm)	Massa Agregat (g)	Persentase Agregat Yang Tertahan. (%)	Akumulasi Agregat Yang Tertahan (%)	Persentase Lolos Ayakan (%)	ASTM C33	
						MIN (%)	MAX (%)
1	9,5	0	0	0	100	100	100
2	4,7	4,6	1	1	99	95	100
3	2,78	78,6	16	17	83	80	100
4	1,19	111,6	23	40	60	50	100
5	0,59	115,6	23	63	37	25	85
6	0,27	146,6	30	93	7	2	60
7	0,15	16,6	3	96	4	0	10
8	PAN	19,6	4	100	0	-	-
JUMLAH		493,2	100	410	390	-	-

$$\begin{aligned}
 \text{MHB} &= \frac{\sum \% \text{Komulatif Agregat Tertinggal}}{100} \\
 &= \frac{410}{100} \\
 &= 4,1
 \end{aligned}$$

Hasil dan Hitungan Saringan Agregat Halus pada persamaan diatas didapatkan Nilai Modulus Halus Butir Sebesar 4,1. Yang menunjukkan bahwa agregat tersebut memiliki butir yang besar dan tidak memenuhi kriteria SNI, bahwa untuk batasan ukuran agregat halus berjumlah sebesar (1,5 - 3,8). Berdasarkan ketentuan dan persyaratan SNI 03-2834-2000.



Gambar 4.2 Diagram hasil pengujian ayakan agregat halus

4.1.3 Job Mix Design Trial

Kualitas beton standar dengan mutu K-300 atau $F_c' 25$ Mpa menjadi acuan dalam perancangan campuran beton pada trial ini. Bahan untuk penyusun beton mengacu pada SNI,-2834-2000. Beton pengujian dilakukan memakai silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Berikut tabel dari Job Mix Design Trial.

Tabel 4.9 Job mix design trial.

Beton Normal $F_c'25$				
No	Material	m^3	SF (15%)	Silinder m^3 0,005299 (KG)
1	Air	205	236	1,25
2	Semen	436	502	2,66
3	Split	997	1146	6,07
4	Pasir	737	847	4,49

Dalam pembuatan Trial ini dengan menambahkan campuran Abu Sekam Padi 5%, Abu Limbah Kayu 5%, serta bahan tambahan obat seperti SIKA. Berikut adalah rumus yang digunakan dalam penambahan campuran.

Penambahan Abu Sekam Padi 5%

$$5\% = SF \text{ (Semen)} \times \text{Volume Silinder} \times \text{Presentase}$$

$$= 502,596 \times 0,00529 \times 5\%$$

$$= 132 \text{ gram}$$

Penambahan Abu Limbah Kayu 5%

$$5\% = SF \text{ (Semen)} \times \text{Volume Silinder} \times \text{Presentase}$$

$$= 502,596 \times 0,00529 \times 5\%$$

$$= 132 \text{ gram}$$

1. *Slump Test*

Pengujian *Slump* digunakan untuk penurunan ketinggian pada titik tengah permukaan atas beton yang diukur segera setelah cetakan uji *slump* diangkat. (SNI 03-1972-2008). Hasil uji *slump* dapat dilihat pada **Tabel 4.10**.

Tabel 4.10 Pengujian nilai *slump test*.

No	Kode	Abu Sekam Padi (%)	Abu Limbah Kayu (%)	Nilai (cm)
1	B1			
2	B2	5	-	5
3	B3			
4	B4			
5	B5	-	5	5
6	B6			

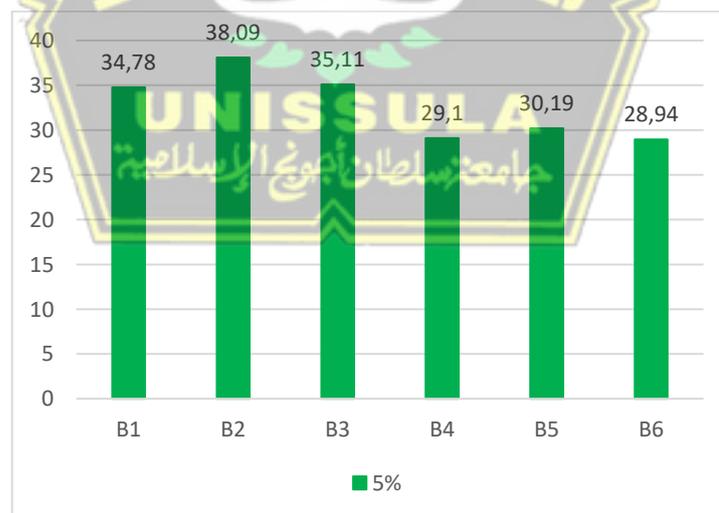
Hasil *Slump test* dalam pembuatan beton trial umur 7 hari dengan penerapan bahan kombinasi abu sekam padi sebesar 5 cm dan juga campuran abu limbah kayu sebesar 5 cm.

2. Uji Tekan Trial Beton

Uji Kekuatan Tekan Beton menggunakan Alat Concrete Compressive Strength Tipe CO-320. Hasil pengujian trial menggunakan alat tersebut kemudian mendapatkan hasil pada **Tabel 4.11**.

Tabel 4.11 Pengujian trial kuat tekan beton umur 7 hari.

No	Kode	Abu Sekam Padi (%)	Abu Limbah Kayu (%)	Umur (Hari)	Massa (Kg)	Kuat Tekan 7 hari (MPa)	Fc Konversi 28 hari (MPa) Perkiraan
1	B1	5	-	7	12,47	24,344	34,777
2	B2			7	12,44	26,666	38,094
3	B3			7	12,82	24,580	35,114
4	B4	-	5	7	12,23	20,369	29,098
5	B5			7	12,34	21,135	30,192
6	B6			7	12,47	20,259	28,941



Gambar 4.3 Grafik kuat tekan trial

Hasil grafik tersebut menunjukkan bahwa kekuatan yang paling besar pada penambahan dengan menggunakan Abu Sekam Padi yang menghasilkan kekuatan sebesar 38,094 Mpa.

4.2 Job Mix Design

Mutu beton normal dengan mutu K-300 atau $f_c'25$ Mpa menjadi acuan dalam perancangan campuran beton pada penelitian ini. Bahan penyusun beton mengacu SNI 03-2834-2000. Beton uji ini menggunakan alat cetak yang berbentuk silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm . Untuk detail perhitungan *Job Mix Design*.

Tabel 4.12 Hasil perhitungan *job mix design*.

No	Keterangan	Nilai	Satuan
1	Kuat Tekan Pada Umur 28 Hari	24,9	Mpa
2	Deviasi Standar	1	
3	Nilai Tambah (M)	7	Mpa
4	Kuat Tekan Rata Rata Rencana	30,0	Mpa
5	Jenis Semen	Tipe 1	
6	Jenis Agregat Halus	Alami	
7	Jenis Agregat Kasar	Batu Pecah	
8	Faktor Air Semen	0,47	
9	Fas Maksimum	0,6	
10	Dipakai Fas Terkecil Antara Point 8 & 9	0,47	
11	Nilai Slump	15-7,5	mm
12	Ukuran Maks Agregat Kasar	20	mm
13	Kebutuhan Air Per 1 m ³	236	Liter
14	Kebutuhan Semen Per 1 m ³	502	Kg
15	Kebutuhan Semen Minimum Per 1 m ³	275	Kg
16	Dipakai Kebutuhan Semen (Terbesar Point 14 dan 15) Per 1 m ³	502	Kg
17	Kebutuhan Agregat Halus Per 1 m ³	847	Kg
18	Daerah Gradasi Agregat Halus	Daerah II	
19	Perbandingan Agregat Halus Dan Kasar	44	%
20	Berat Beton	-	Kg
21	Kebutuhan Agregat Kasar Per 1 m ³	1146	Kg

Berikut adalah kebutuhan bahan material untuk 1 silinder disajikan pada **Tabel 4.13** dan **Tabel 4.14**. Perhitungan detail kebutuhan abu limbah kayu dan abu sekam padi terlampir.

Tabel 4.13 Kebutuhan material bahan per silinder abu limbah kayu

No	Kode Beton	Air (liter)	Agregat Kasar (kg)	Agregat Halus (kg)	Abu limbah kayu 3% (gr)	Abu limbah kayu 5% (gr)	Semen (kg)
1	SK I	1,25	6,07	4,49	79	-	2,66
2	SK II	1,25	6,07	4,49	79	-	2,66
3	SK III	1,25	6,07	4,49	-	132	2,66
4	SK IV	1,25	6,07	4,49	-	132	2,66

Tabel 4.14 Kebutuhan material bahan per silinder abu sekam padi.

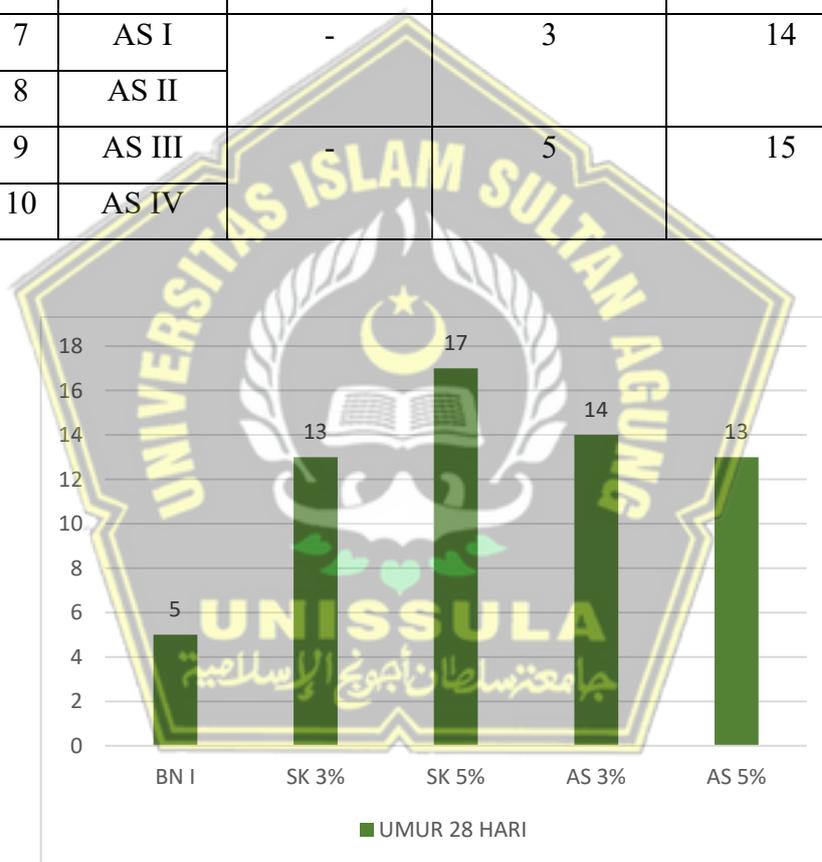
No	Kode Beton	Air (liter)	Agregat Kasar (kg)	Agregat Halus (kg)	Abu Sekam Padi 3% (gr)	Abu Sekam Padi 5% (gr)	Semen (kg)
1	AS I	1,25	6,07	4,49	79	-	2,66
2	AS II	1,25	6,07	4,49	79	-	2,66
3	AS III	1,25	6,07	4,49	-	132	2,66
4	AS IV	1,25	6,07	4,49	-	132	2,66

4.3 Slump Test

Pengujian Slump digunakan untuk menentukan tingkat kemudahan pengerjaan beton, yang dinyatakan dalam nilai tertentu (SNI 03-1972-2008). Hasil Slump disajikan pada **Tabel 4.15**.

Tabel 4.15 Hasil *slump test*.

No	Kode Benda Uji	Abu Sekam Padi (%)	Abu Limbah Kayu (%)	Hasil Slump (cm)
1	BN I	-	-	5
2	BN II			
3	SK I	3	-	13
4	SK II			
5	SK III	5	-	17
6	SK IV			
7	AS I	-	3	14
8	AS II			
9	AS III	-	5	15
10	AS IV			



Gambar 4.4 Grafik *slump test*.

Hasil grafik *slump test* tersebut nilai dari beton normal mendapatkan nilai *slump* 5 cm, Abu limbah kayu dengan *presentase* 3% mendapatkan nilai *slump* 13 cm, Abu limbah kayu dengan *presentase* 5% mendapatkan nilai *slump* 17 cm, Abu sekam padi *presemntase* 3% mendapatkan nilai *slump* 14 cm dan Abu sekam padi dengan *presentase* 5% mendapatkan nilai *slump* 13 cm. Dari hasil grafik slump test tersebut

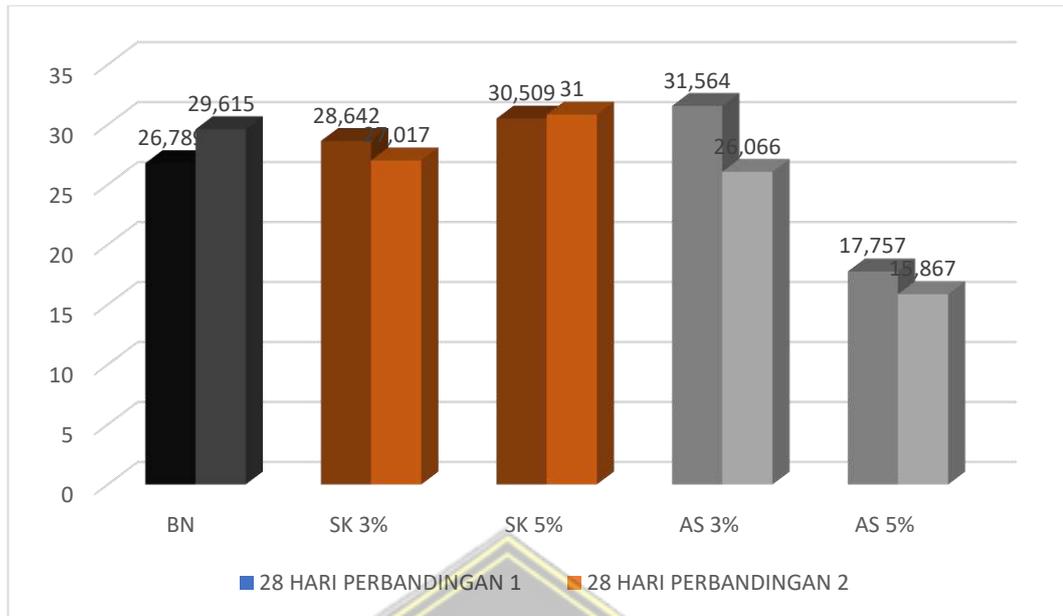
pada beton normal mendapatkan nilai sebesar 5 cm dikarenakan pada saat proses pembuatan cuaca yang sangat cerah sehingga pada saat uji slump test beton terlalu kaku, untuk hasil beton bahan tambahan Abu limbah kayu dengan *presentase* 5% mendapatkan nilai slump sebesar 17 cm, dikarenakan pada saat proses pembuatan cuacanya sedang hujan sehingga air masuk berlebihan saat pembuatan adonan beton sehingga pada saat uji *slump test* terlalu encer dan abu limbah kayu juga mengandung kadar air yang banyak. Untuk hasil *slump test* Abu limbah kayu 3%, Abu sekam padi 3%, dan Abu sekam padi 5% sesuai dengan yang kami harapkan sesuai SNI PBI 1971 N.I-2 dengan target nilai *slump* 7,5 cm-15 cm.

4.4 Uji Kuat Tekan Beton

Uji Kekuatan Tekan Beton menggunakan Alat *Concrete Compressive Strength* Tipe CO-329. Pengujian yang dilakukan menggunakan alat tersebut menunjukkan Beban Maksimum (P). Hasil pengujian menggunakan alat tersebut kemudian diolah pada **Tabel 4.16**.

Tabel 4.16 Hasil uji kuat tekan beton.

No	Kode	Abu Sekam Padi (%)	Abu Limbah Kayu (%)	Umur (Hari)	Massa (Kg)	Gaya (KN)	Kuat Tekan 28 Hari (MPa)	Rata - Rata
1	BN I	-	-	28	12,28	473,404	26,789	28,20
2	BN II	-	-	28	12,73	523,333	29,615	
3	SK I	-	3	28	12,94	506,154	28,642	27,83
4	SK II	-	3	28	13,23	477,427	27,017	
5	SK III	-	5	28	12,35	539,140	30,509	30,67
6	SK IV	-	5	28	12,44	544,819	30,830	
7	AS I	3	-	28	12,83	557,787	31,564	28,81
8	AS II	3	-	28	13,16	460,626	26,066	
9	AS III	5	-	28	12,44	313,791	17,757	16,81
10	AS IV	5	-	28	12,81	280,389	15,867	



Gambar 4.5 Grafik kuat tekan.

Grafik tersebut menunjukkan bahwa Abu Sekam Padi dengan *presentase* 3% memiliki kuat tekan paling tinggi dengan nilai sebesar 31,564 MPa pada umur 28 hari. Abu Sekam Padi dengan *presentase* 5% menunjukkan kuat tekan sebesar 17,57 MPa pada umur 28 hari. Abu Limbah Kayu dengan *presentase* 5% mendapatkan hasil kuat tekan sebesar 30,830 MPa pada umur 28 hari. Abu Limbah Kayu dengan *presentase* 3% mendapatkan hasil kuat tekan sebesar 28,642 MPa pada umur 28 hari. Sementara itu beton normal mendapatkan nilai kuat tekan sebesar 29,615 MPa pada umur 28 hari. Maka dari itu, benda uji yang menggunakan Abu Sekam Padi dengan *presentase* 3% sebesar 31,564 MPa memperoleh kuat tekan tertinggi pada umur 28 hari. Benda uji ini mengalami peningkatan yang signifikan dibandingkan dengan beton normal dan beton Abu Limbah Kayu. Abu Sekam Padi lebih unggul karena kandungan silika yang tinggi, sehingga berfungsi sebagai bahan pozzolan untuk meningkatkan kekuatan dan kepadatan beton.

Untuk hasil rata-rata pengujian kekuatan tekan untuk Beton Normal sebesar 28,20 MPa, Abu Limbah Kayu dengan *presentase* 3% mendapatkan hasil rata rata 27,83 MPa, Abu Limbah Kayu dengan *presentase* 5% mendapatkan hasil rata-rata sebesar 30,67 MPa, Abu Sekam Padi dengan *presentase* 3% mendapatkan hasil rata-rata sebesar 28,81 MPa, Abu Sekam Padi dengan *presentase* 5% mendapatkan hasil rata-rata sebesar 16,81 MPa. Hasil analisis menunjukkan bahwa rata-rata kekuatan

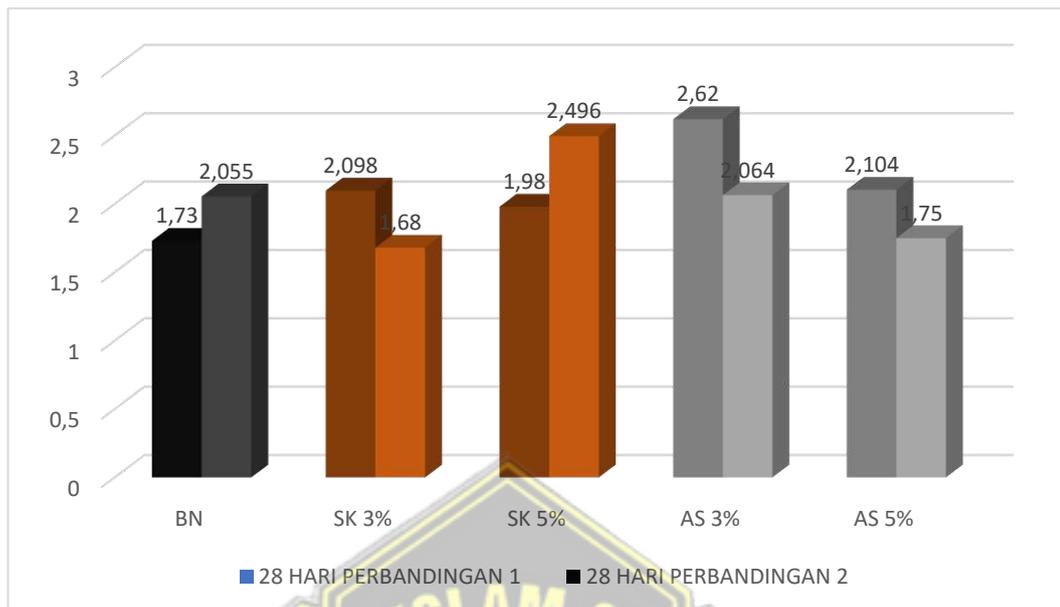
beton bahan tambahan Abu Limbah Kayu dan Abu Sekam Padi hanya mengalami peningkatan sebesar 2% dibandingkan dengan Beton Normal. Peningkatan yang relatif kecil ini menunjukkan bahwa bahan tambahan yang digunakan tidak memberikan dampak yang signifikan terhadap kekuatan beton.

4.5 Uji Kuat Tarik Beton

Pengujian kekuatan tarik sangatlah penting untuk memahami perilaku beton di bawah beban tarik, meskipun kekuatan tariknya lebih jauh rendah dibandingkan dengan kekuatan tekan. Secara umum, kuat tarik beton berkisar antara 8% -15% dari kuat tekan beton. Kekuatan tarik yang digunakan adalah belah nilai kuat tarik yang tidak langsung diukur dengan menggunakan silinder beton. Uji Kuat Tarik Beton dengan menggunakan Alat *Concrete Compressive Strength* Tipe CO-329. Pengujian yang dilakukan menggunakan alat tersebut menunjukkan Beban Maksimum (P). Hasil pengujian menggunakan alat tersebut kemudian diolah pada **Tabel 4.17**.

Tabel 4.17 Hasil uji kuat tarik beton.

No	Kode	Abu Sekam Padi (%)	Abu Limbah Kayu (%)	Umur (Hari)	Massa (Kg)	Gaya (KN)	Kuat Tarik 28 Hari (MPa)	Rata- Rata
1	BN I	-	-	28	12,52	1,730	1,730	1,89
2	BN II	-	-	28	12,59	2,055	2,055	
3	SK I	-	3	28	12,76	2,098	2,098	1,88
4	SK II	-	3	28	12,56	1,680	1,680	
5	SK III	-	5	28	12,40	1,980	1,980	2,23
6	SK IV	-	5	28	12,43	2,496	2,496	
7	AS I	3	-	28	12,83	2,620	2,620	2,34
8	AS II	3	-	28	12,50	2,064	2,064	
9	AS III	5	-	28	12,39	2,104	2,104	1,92
10	AS IV	5	-	28	12,41	1,750	1,750	



Gambar 4.6 Grafik kuat tarik.

Grafik tersebut menunjukkan bahwa Abu Sekam Padi dengan *presentase* 3% memiliki kuat tarik paling tinggi dengan nilai sebesar 2,62 MPa pada umur 28 hari. Abu Sekam Padi dengan *presentase* 5% menunjukkan kuat tarik sebesar 2,10 Mpa pada umur 28 hari. Abu Limbah Kayu dengan *presentase* 5% mendapatkan hasil kuat tarik sebesar 2,496 MPa pada umur 28 hari. Abu Limbah Kayu dengan *presentase* 3% mendapatkan hasil kuat tarik sebesar 2,098 MPa pada umur 28 hari. Sementara itu beton normal mendapatkan nilai kuat tarik sebesar 2,055 MPa pada umur 28 hari. Oleh karena itu, benda uji yang menggunakan Abu Sekam Padi dengan *presentase* 3% dengan nilai sebesar 2,62 Mpa memperoleh kuat tarik tertinggi dibandingkan dengan benda uji lainnya. Benda uji Abu Sekam Padi lebih unggul karena membantu mengurangi porositas beton, sehingga mengurangi kemungkinan terjadinya retak.

Untuk rata-rata pengujian kuat tarik beton normal mendapatkan hasil rata-rata sebesar 1,89 MPa, Abu Limbah Kayu dengan *presentase* 3% mendapat hasil rata-rata 1,88 MPa, Abu Limbah Kayu dengan *presentase* 5% mendapatkan hasil rata-rata sebesar 2,24 MPa, Abu Sekam Padi dengan *presentase* 3% mendapatkan hasil rata-rata sebesar 2,34 MPa, dan yang terakhir Abu Sekam Padi dengan *presentase* 5% mendapatkan rata-rata sebesar 1,92 MPa. Berdasarkan hasil uji kuat tarik, rata-

rata kekuatan beton dengan bahan tambahan Abu Limbah Kayu dan Abu Sekam Padi hanya mengalami peningkatan yang kecil dibandingkan dengan Beton Normal. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan bahan tambahan tidak memberikan peningkatan signifikan terhadap kuat tarik beton.

4.6 Perbandingan Kuat Tarik Dan Kuat Tekan Beton

Kekuatan tekan beton dan kekuatan tarik beton adalah dua parameter penting dalam menentukan performa beton dalam konstruksi. Keduanya memiliki karakteristik dan nilai yang berbeda, dan hubungan antara keduanya sangat signifikan dalam desain struktur. Kekuatan tekan beton adalah ukuran kekuatan beton saat menerima beban tekan. Nilai kuat tekan umumnya jauh lebih tinggi dibandingkan kuat tarik. Kuat tarik beton, disisi lain, mengukur kemampuan beton untuk menahan gaya tarik. Nilai ini biasanya jauh lebih rendah, berkisar antara 8% sampai 15% dari kuat tekan. Hasil perbandingan kuat tekan dan kuat tarik beton dapat dilihat pada **Tabel 4.18**.

Tabel 4.18 Perbandingan kuat tarik dan kuat tekan.

No	Kode Beton	Kuat Tarik (Mpa)		Kuat Tekan (Mpa)		Ft/Fc' (%)	Rata - Rata
		Ft	Rata-rata	Fc'	Rata-rata		
1	BN I	1,730	2,06	26,789	26,47	6,46	6,7
2	BN II	2,055		29,615		6,94	
3	SK I	2,098		28,642		7,32	6,77
4	SK II	1,680		27,017		6,22	
5	SK III	1,980		30,509		6,49	7,29
6	SK IV	2,496		30,830		8,09	
7	AS I	2,620		31,564		8,30	8,11
8	AS II	2,064		26,066		7,92	
9	AS III	2,104		17,757		11,85	11,44
10	AS IV	1,750		15,867		11,03	

Kesimpulannya kekuatan tekan beton jauh lebih besar dibandingkan dengan kuat tarik, hubungan antara keduanya menunjukkan bahwa peningkatan kuat tekan akan diikuti oleh peningkatan kuat tarik, meskipun proporsinya tetap kecil. Berdasarkan hasil pengujian, terdapat perbedaan signifikan antara kekuatan tekan dan kekuatan tarik beton. Kuat tarik beton jauh lebih rendah dibandingkan kuat tekan, hal ini disebabkan sifat alami beton yang cenderung lebih kuat dalam menahan beban tekan daripada beban tarik. Perbandingan ini menunjukkan bahwa beton lebih rentan terhadap retak akibat tegangan tarik, sehingga memerlukan tambahan material seperti tulangan baja atau serat untuk meningkatkan ketahanan tariknya. Oleh karena itu, semakin kecil F_t/F_c semakin besar beton mengalami retak jika terkena beban.

Tabel tersebut menunjukkan bahwa Beton Normal I mendapatkan hasil 6,46 MPa, Beton Normal II mendapatkan hasil 6,94 MPa, Abu Limbah Kayu I mendapatkan hasil 7,32 MPa, Abu Limbah Kayu II mendapatkan hasil 6,22 MPa, Abu Limbah Kayu III mendapatkan hasil 6,49 MPa, Abu Limbah Kayu IV mendapatkan hasil 8,09 MPa, Abu Sekam Padi I mendapatkan hasil 8,30 MPa, Abu Sekam Padi II mendapatkan hasil 7,92 MPa, Abu Sekam Padi III mendapatkan hasil 11,85 MPa, Abu Sekam Padi IV mendapatkan hasil 11,03 MPa. Dari hasil analisis ini bahwa penggunaan bahan tambahan Abu Limbah Kayu dan Abu Sekam Padi memberikan sedikit peningkatan. Peningkatan ini menunjukkan bahwa beton dengan bahan tambahan memiliki kapasitas tarik yang lebih baik dibandingkan beton normal, meskipun perbedaannya tidak terlalu besar. Hasil ini menunjukkan manfaat menggunakan dari bahan tambahan abu limbah kayu dan abu sekam padi. Keretakan yang paling besar ada di Beton Normal sebesar 2,64 MPa, dan untuk keretakan yang paling minim ada di Abu Sekam Padi sebesar 11,85 MPa.

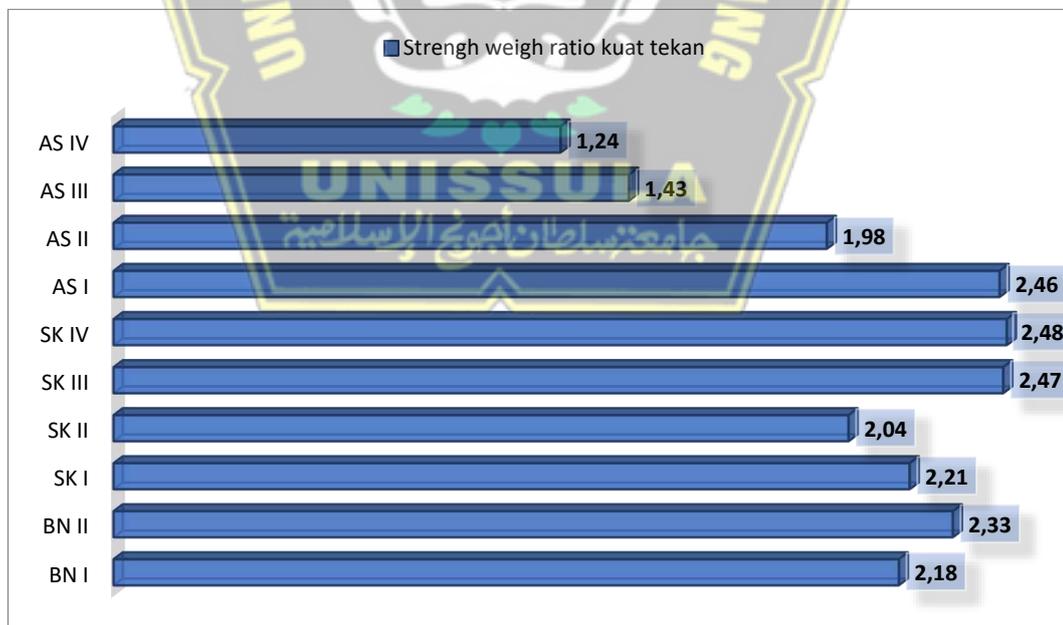
4.7 Strength- Weight Ratio Campuran Beton

Efisiensi kinerja beton dapat diketahui salah satunya dari *strength-weight* ratio yaitu dengan cara membagi nilai kekuatan tekan dan kekuatan tarik dengan berat satuan beton. Berat satuan beton merupakan beban yang ditanggung oleh sebuah struktur beton bertulang. Semakin tinggi nilai dari *strength-weight ratio* semakin efisien

kinerja beton, hasil perhitungan *strength-weight ratio* dapat dilihat pada **Tabel 4.19** dan **Tabel 4.20**.

Tabel 4.19 Hasil *strength-weight ratio* kuat tekan.

No	Kode Beton	Nilai Kuat Tekan (Mpa)	Berat Benda Uji (Kg)	<i>Strength – Weight Ratio</i>	Rata- Rata
1	BN I	26,789	12,28	2,18	2,35
2	BN II	29,615	12,73	2,33	
3	SK I	28,642	12,94	2,21	2,12
4	SK II	27,017	13,23	2,04	
5	SK III	30,509	12,35	2,47	2,48
6	SK IV	30,830	12,44	2,48	
7	AS I	31,564	12,83	2,46	2,22
8	AS II	26,066	13,16	1,98	
9	AS III	17,757	12,44	1,43	1,34
10	AS IV	15,867	12,81	1,24	

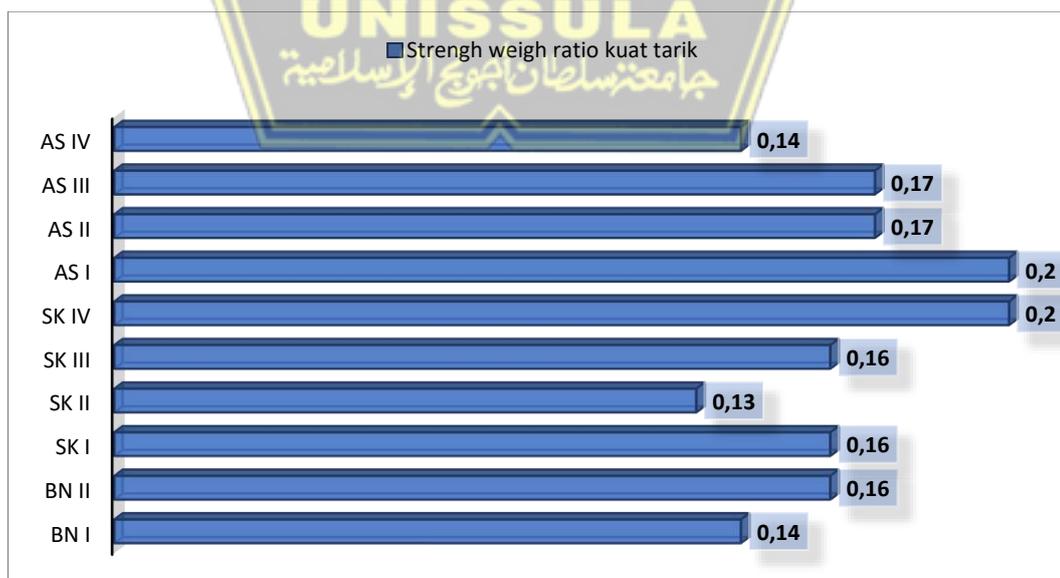


Gambar 4.7 Grafik *strength-weight ratio* kuat tekan.

Dari hasil grafik tersebut *Strength-Weight Ratio* Kuat Tekan yang paling tinggi dapat dilihat pada campuran Abu Limbah Kayu kode (SK IV) dengan Presentase 5% yang menghasilkan nilai sebesar 2,48 Mpa/Kg dibanding dengan benda uji lainnya. Semakin tinggi *Strength Weight Ratio*, semakin efisien material dalam menahan beban tanpa menambah berat yang signifikan.

Tabel 4.20 Hasil *strength-weight ratio* kuat tarik.

No	Kode Beton	Nilai Kuat Tarik (Mpa)	Berat Benda Uji (Kg)	<i>Strength – Weight Ratio</i>	<i>Rata - Rata</i>
1	BN I	1,730	12,52	0,14	0,15
2	BN II	2,055	12,59	0,16	
3	SK I	2,098	12,76	0,16	0,14
4	SK II	1,680	12,56	0,13	
5	SK III	1,980	12,40	0,16	0,18
6	SK IV	2,496	12,43	0,20	
7	AS I	2,620	12,83	0,20	0,18
8	AS II	2,064	12,50	0,17	
9	AS III	2,104	12,39	0,17	0,15
10	AS IV	1,750	12,41	0,14	



Gambar 4.8 Grafik *strength-weight ratio* kuat tarik.

Dari hasil grafik tersebut *Strength-Weight Ratio* Kuat Tarik yang paling tinggi dapat dilihat pada campuran Abu Sekam Padi kode (AS II) dengan Presentase 3% dan Abu Sekam Padi Kode (AS III) dengan Presentase 5% yang menghasilkan nilai sebesar 0,17 Mpa/Kg dibanding dengan benda uji lainnya. Semakin tinggi *Strength Weight Ratio*, semakin efisien material dalam menahan beban tanpa menambah berat yang signifikan.

4.8 Kondisi Kegagalan Benda Uji Pada Tes Kuat Tekan Dan Kuat Tarik

Pada saat Tes Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton, benda uji akan mengalami kegagalan seperti retakan bahkan bisa membuat benda uji pecah. Pada variasi campuran beton yang menggunakan abu sekam padi dan abu limbah kayu, terlihat adanya retakan pada bagian atas, tengah, dan bawah. Dalam penelitian ini, kami mengacu pada kegagalan berdasarkan dari ASTM C39. Pada penelitian ini akan disampaikan kondisi benda uji setelah di Tes Kuat Tekan dan Kuat Tarik yang dapat dilihat pada **Tabel 4.16** dan **Tabel 4.17**.



Gambar 4.9 Kegagalan Sampel beton Kuat Tekan, a. Beton Normal, b. Abu Limbah Kayu, dan c. Abu Sekam padi.

Berdasarkan pengamatan kegagalan sampel beton uji kuat tekan, untuk sampel beton normal mengalami *well formed cone on cone* dan untuk beton Abu limbah kayu dan Abu sekam padi mengalami *Columnar vertical cracking through both ends*.



Gambar 4.10 Kegagalan Sampel beton Kuat Tarik, a. Beton Normal, b. Abu Limbah Kayu, dan c. Abu Sekam padi.

Berdasarkan pengamatan kegagalan sampel beton uji kuat tarik, untuk sampel Beton Normal, Abu limbah kayu dan Abu sekam padi mengalami *Columnar vertical cracking through both ends*.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Temuan dari penelitian yang dilakukan di Laboratorium Teknologi Bahan dan Konstruksi Universitas Islam Sultan Agung di Semarang menunjukkan kesimpulan sebagai berikut:

- Kekuatan Tekan Beton

Hasil penelitian setelah kami lakukan pembuatan beton dengan bahan tambahan abu limbah kayu dan abu sekam padi mengalami peningkatan yang relatif kecil hal ini menunjukkan bahan tambahan yang digunakan tidak memberikan dampak yang signifikan terhadap kekuatan beton. Untuk perbandingan dari kedua campuran tersebut abu limbah kayu lebih unggul dengan presentase 5% usia 28 hari mendapatkan nilai secara rata-rata berjumlah 30,67 MPa nilai itu melebihi rata-rata kuat tekan beton normal pada umur 28 hari yang mencapai senilai 28,20 MPa. Abu sekam padi sendiri dengan presentase 3% umur 28 hari mendapatkan nilai secara rata-rata berjumlah 28,81 MPa yang dimana nilai itu tidak terlalu signifikan terhadap beton biasa usia 28 hari dengan rata-rata 28,20 MPa.

- Kekuatan Tarik Beton

Dari hasil pengujian yang kami lakukan, beton dengan bahan tambahan abu sekam padi dengan presentase 3% saat usia 28 hari mencapai nilai tarik secara rata-rata berjumlah 2,34 MPa hasil itu melebihi kekuatan tarik secara rata-rata beton normal umur 28 hari yang mencapai nilai 1,89 MPa. Untuk beton menggunakan penambahan abu limbah kayu presentase 5% usia 28 hari mendapatkan secara rata-rata berjumlah 2,23 MPa dan nilai itu juga melebihi kekuatan tarik beton normal umur 28 hari yang mencapai secara rata-rata berjumlah 1,89 MPa. Benda uji Abu Sekam Padi lebih unggul karena membantu mengurangi porositas beton, sehingga mengurangi kemungkinan terjadinya retak.

5.2 Saran

Untuk kemajuan penelitian di masa mendatang, terdapat beberapa rekomendasi yang dapat dipertimbangkan dalam penelitian ini:

1. Memastikan semua bahan yang dipakai dalam campuran beton memiliki mutu yang sudah teruji. Hal ini termasuk pemilihan agregat dan bahan tambahan lainnya yang sesuai untuk mencapai mutu beton yang diinginkan.
2. Melakukan penelitian selanjutnya dengan variasi presentase bahan tambahan dan limbah yang bermacam-macam untuk menemukan proporsi optimal yang dapat meningkatkan kuat tekan dan tarik tanpa mengurangi kualitas.
3. Karena keterbatasan alat pada Laboratorium Universitas Islam Sultan Agung Semarang, maka penelitian hanya berkonsentrasi untuk hasil kuat tekan dan kuat tarik saja. Untuk penelitian selanjutnya dapat ditingkatkan seperti mencari nilai Kuat Lentur dan Modulus Elastisitas.

