



**ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN SERAT BAJA SEBAGAI
CAMPURAN PERKERASAN BETON SEMEN (BETON FS 45)
PADA PROYEK PEKERJAAN JALAN**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Dalam Rangka Penyelesaian Studi
Untuk Mencapai Gelar Sarjana Teknik
Program Studi Teknik Sipil

Oleh :
HASANUDIN
NPM. 6521600004

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS PANCASAKTI TEGAL
2025**

LEMBAR PERSETUJUAN NASKAH SKRIPSI

Skripsi yang berjudul “ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN SERAT BAJA SEBAGAI CAMPURAN PERKERASAN BETON SEMEN (BETON FS 45) PADA PROYEK PEKERJAAN JALAN”

NAMA PENULIS : HASANUDIN
NPM : 6521600004

Telah disetujui oleh dosen pembimbing untuk dipertahankan dihadapan sidang dewan penguji skripsi Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal.

Pembimbing I



OKKY HENDRA H, ST, MT
NIPY. 24461531983

Pembimbing II



NADYA SHAFIRA S, ST MT
NIPY. 30161841998

HALAMAN PENGESAHAN

Telah dipertahankan dihadapan sidang Dewan Penguji Skripsi Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal.

Pada Hari :

Tanggal :

Ketua Penguji :

(Rusnoto, S.T., M.Eng)

NIPY. 14054121974

()

Penguji Utama :

(Dr. Muhamad Yusuf M.T.)


NIPY. 24762061967

()

Penguji 1

(Okky Hendra Hermawan S.T., M.T.)

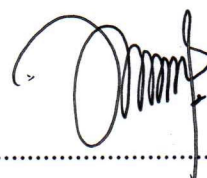
NIPY. 24461531983

()

Penguji 2

(Nadya Shafira Salsabilla S.T., M.T.)

NIPY. 30161841998

()

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik Dan Ilmu Komputer



() **(Dr. Agus Wibowo, ST., MT.)** h

NIPY. 126518101972

HALAMAN PERNYATAAN

Dalam penulisan skripsi ini saya tidak melakukan penjiplakan. Dengan ini, saya menyatakan bahwa skripsi yang berjudul **“ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN SERAT BAJA SEBAGAI CAMPURAN PERKERASAN BETON SEMEN (BETON FS 45) PADA PROYEK PEKERJAAN JALAN”** ini dan seluruh isinya adalah benar benar karya sendiri atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika yang berlaku dalam Masyarakat keilmuan sebagaimana mestinya.

Demikian pernyataan ini untuk dijadikan sebagai pedoman bagi yang berkepentingan dan saya siap menanggung segala resiko dan sanksi yang diberikan kepada saya apabila dikemudian hari ditemukan adanya pelanggaran atas etika keilmuan dalam karya tulis ini, atau adanya klaim atas karya tulis ini.

Tegal, Januari 2025



Hasanudin

NPM. 6521600004

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

1. Jangan malu dengan kegagalanmu, belajarliah dari siapapun dan mulai lagi.
2. Tidak ada hal yang sia-sia dalam belajar karena ilmu akan bermanfaat pada waktunya.
3. Ucapan yang telah disampaikan harus bisa dipertanggung jawabkan.
4. Tidak ada orang suci tanpa masa lalu, tidak ada orang berdosa tanpa masa depan.
5. Tidak perlu kata-kata yang penting bukti nyata.
6. Jika Anda takut gagal, Anda tidak pantas untuk sukses.
7. Semangat Belajar meskipun usia tua, karena ilmu dan pendidikan tidak mengenal Usia.
8. Cobaan dan Ujian terbesar bukan saat ini, tapi kemarin, dahulu dan masalalu, karena jika terjadi saat ini berarti itu adalah peningkatan Hidup.
9. Pengabdian terbesarku bekerja lebih dari Sepuluh Tahun dalam satu perusahaan
10. Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya.

QS Al Baqarah 286

11. Kesabaran adalah kunci kemenangan. **Ali bin Abi Thalib**
12. Orang yang hebat adalah orang yang memiliki kemampuan menyembunyikan kesusahan, sehingga orang lain mengira bahwa ia selalu senang. **Imam Syafi'i**

13. Tidak usah khawatir tentang nasib dan jalannya hidup, karena semua sudah digariskan serta ditakdirkan dan jalan hidup rumusnya sama akan tetapi berbeda cara.

PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan untuk :

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat, nikmat sehat serta barokah-Nya;
2. Bapak Sunoto dan Ibu Raeni, selaku orang tua saya yang telah memberikan dukungan moral serta do'a yang tiada henti untuk kesuksesan saya;
3. Istri saya Yuni Wahyuningsih, serta Anak Pertama saya Faranisa Aznii yang telah banyak memberikan motivasi dan kebahagiaan, anak kedua dan ketiga yang selalu mendoakan ayah dari Syurga;
4. Bapak dan Ibu Dosen serta staff karyawan Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal;
5. Direktur utama PT. Saka Pilar Utama Bapak Unggul Sakti Kurniawan, ST. beserta ibu yang telah memberikan support materil, moral dan do'a kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini;
6. Kawanku seperjuangan dan sepemikiran Progdi Teknik Sipil Angkatan 2021 atas kerjasamanya serta telah memberikan dukungan dan membantu penyusunan skripsi ini;
7. Rekan kerjaku di PT. Saka Pilar Utama dan Manajemen;
8. Semua pihak yang telah membantu penyusunan skripsi ini, semoga bantuan serta bimbingan yang telah diberikan mendapat balasan pahala oleh Allah SWT.

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puja dan puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan petunjuk, taufik dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN SERAT BAJA SEBAGAI CAMPURAN PERKERASAN BETON SEMEN (BETON FS 45) PADA PROYEK PEKERJAAN JALAN”. Penyusunan skripsi ini dimaksudkan untuk memenuhi salah satu syarat dalam rangka menyelesaikan studi strata Program Studi Teknik Sipil.

Dalam penyusunan dan penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan bimbingan berbagai pihak. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Agus Wibowo ST., MT. selaku Dekan Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal.
2. Bapak Okky Hendra Hermawan ST., MT. selaku dosen pembimbing I.
3. Ibu Nadya Shafira Salsabilla ST., MT. selaku dosen pembimbing II.
4. Segenap Dosen dan Staf Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal.
5. Orang tua dan keluarga kecil saya yang selalu memberikan dukungan dan do'a.
6. Teman-teman baik dikampus maupun di Kantor PT.Saka Pilar Utama yang telah memberikan dukungan moral dalam penyusunan skripsi ini.
7. Semua pihak yang telah membantu hingga skripsi ini selesai, semoga bantuan dan bimbingan yang telah diberikan mendapat balasan yang sesuai dari Allah SWT.

Penulis telah berusaha membuat skripsi ini semaksimal mungkin sesuai dengan kemampuan penulis, namun demikian mungkin terdapat kekurangan yang tidak disadari oleh penulis. Untuk itu, mohon diberikan masukan untuk kebaikan penulis kedepannya. Besar harapan penulis skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca. Amin

Tegal, Februari 2025
Penulis,



Hasanudin
NPM. 6521600004

ABSTRAK

Hasanudin, 2025 “ **ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN SERAT BAJA SEBAGAI CAMPURAN PERKERASAN BETON SEMEN (BETON FS 45) PADA PROYEK PEKERJAAN JALAN**”. Laporan skripsi Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal, 2025.

Beton adalah material yang memiliki sifat getas, sehingga cenderung lemah terhadap gaya tarik. Akibatnya, beton rentan mengalami keretakan ketika terkena beban tarik atau tekanan yang melebihi batas kemampuannya. Untuk mengatasi kelemahan ini, berbagai inovasi telah dikembangkan dalam dunia konstruksi. Untuk mengatasi masalah tersebut, muncul inovasi yaitu beton serat baja (*concrete fiber steel*) untuk memperkuat struktur beton dan mencegah retak sejak dini. Beton mutu FS bisa menjadi solusi, dapat menahan beban tekan 400 kg/cm².

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan serat baja sebagai campuran perkerasan beton semen (beton Fs 45) dan mengetahui perbandingan nilai kuat lentur dan nilai kuat tekan antara beton normal dan beton dengan penambahan serat baja.

Penelitian menggunakan metode eksperimen dengan tahapan pengujian fisik material agregat, pembuatan benda uji dan tahapan pengujian kuat lentur serta kuat tekan beton normal dan beton serat baja yang berumur 28 hari. Serat baja yang digunakan memakai tipe serat diameter 0,90 mm dan panjang 60 mm.

Hasil rata-rata dari pengujian kuat lentur beton normal usia 28 hari sebesar 4,65 Mpa. Sedangkan pada beton dengan penambahan serat baja usia 28 hari memperoleh rata-rata kuat lentur sebesar 5,29 MPa. Hasil rata-rata pengujian kuat tekan beton normal usia 28 hari sebesar 30,9 Mpa, sedangkan pada beton dengan penambahan serat baja usia 28 hari memperoleh rata-rata kuat tekan beton sebesar 33,4 Mpa.

Kata Kunci : Kuat Lentur Beton , Kuat Tekan Beton, Serat Baja

ABSTRACT

Hasanudin, 2025 "ANALYSIS OF THE EFFECT OF ADDING STEEL FIBER AS A CEMENT CONCRETE PAVEMENT MIXTURE (FS 45 CONCRETE) ON ROAD PAVEMENT PROJECTS". Civil Engineering thesis report, Faculty of Engineering and Computer Science, Pancasakti University, Tegal, 2025.

Concrete is a material that has brittle properties, so it tends to be weak against tensile forces. As a result, concrete is susceptible to cracking when exposed to tensile loads or pressure that exceeds its capacity. To overcome this weakness, various innovations have been developed in the construction world. To overcome this problem, an innovation emerged, namely steel fiber concrete (concrete fiber steel) to strengthen the concrete structure and prevent early cracking. FS quality concrete can be a solution, it can withstand a compressive load of 400 kg/cm².

The purpose of this study was to determine the effect of adding steel fiber as a mixture of cement concrete pavement (FS 45 concrete) and to determine the comparison of flexural strength and compressive strength values between normal concrete and concrete with the addition of steel fiber.

The study used an experimental method with stages of physical testing of aggregate materials, making test objects and stages of testing flexural strength and compressive strength of normal concrete and steel fiber concrete aged 28 days. The steel fiber used was a fiber type with a diameter of 0.90 mm and a length of 60 mm.

The average result of the flexural strength test of normal concrete aged 28 days was 4.65 Mpa. While in concrete with the addition of steel fiber aged 28 days obtained an average flexural strength of 5.29 MPa. The average result of the compressive strength test of normal concrete aged 28 days was 30.9 Mpa, while in concrete with the addition of steel fiber aged 28 days obtained an average concrete compressive strength of 33.4 Mpa.

Keywords: *Flexural Strength of Concrete, Concrete Compressive Strength, Steel Fiber*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	1
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vii
ABSTRAK	ix
<i>ABSTRACT</i>	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
LAMBANG DAN SINGKATAN	xx
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Batasan Masalah	3
C. Rumusan Masalah.....	4
D. Tujuan Penelitian	4
E. Manfaat Penelitian	5

F.	Sistematika Penulisan	5
BAB II LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA.....		7
A.	Landasan Teori.....	7
1.	Beton	8
2.	Komponen Beton	15
3.	Kelas Beton	25
4.	Jenis – Jenis Beton	28
5.	Serat Baja (<i>Steel Fiber</i>)	46
6.	Serat Baja Pada Beton	47
7.	Fungsi Serat Beton	47
8.	Kelebihan Serat Beton.....	49
9.	Kekurangan Serat Beton	50
B.	Tinjauan Pustaka.....	50
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		58
A.	Metode Penelitian	58
B.	Waktu dan Tempat Penelitian.....	60
C.	Instrumen Penelitian	61
1.	Alat Penelitian.....	61
2.	Bahan Penelitian.....	64
3.	Benda Uji Penelitian	66

D.	Tahapan Penelitian.....	66
1.	Pembuatan dan Perawatan Benda Uji (<i>Curing</i>)	66
2.	Tahap Pengujian Kuat Tekan Benda Uji.....	68
E.	Metode Pengumpulan Data.....	68
a.	Data Primer	69
b.	Data Sekunder	69
F.	Metode Analisa Data.....	69
G.	Diagram Alir Penelitian	77
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		78
A.	Hasil Penelitian	78
1.	Hasil Pengujian Mutu Material Agregat Halus.....	78
2.	Hasil Pengujian Mutu Material Agregat Kasar.....	82
3.	Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton	90
4.	Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton.....	93
B.	Pembahasan.....	96
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		100
A.	Kesimpulan	100
B.	Saran.....	101
DAFTAR PUSTAKA		103
LAMPIRAN.....		106

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Beton Biasa	29
Gambar 2. 2 Beton Non – Pasir	31
Gambar 2. 3 Beton Ringan.....	32
Gambar 2. 4 Beton Pracetak.....	33
Gambar 2. 5 Beton Prategang	35
Gambar 2. 6 Beton Hampa.....	37
Gambar 2. 7 Beton Bertulang.....	38
Gambar 2. 8 Beton Mortar	40
Gambar 2. 9 Beton Massa	41
Gambar 2. 10 Beton Siklop.....	42
Gambar 2. 11 Beton Serat	44
Gambar 2. 12 Beton Polimer.....	45
Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian	61
Gambar 3. 2 Diagram Alur Penelitian.....	77
Gambar 4. 1 Pengambilan Agregat Halus.....	82
Gambar 4. 2 Pengambilan Agregat Kasar.....	90
Gambar 4. 3 Pengujian Kuat Lentur Beton	93
Gambar 4. 4 Pengujian Kuat Tekan Beton.....	95
Gambar 4. 5 Grafik Batang Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton.....	97
Gambar 4. 6 Grafik Garis Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton	97
Gambar 4. 7 Grafik Batang Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton	98
Gambar 4. 8 Grafik Garis Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton	99

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Waktu Penelitian	60
Tabel 3. 2 Form Pengujian Agregat	70
Tabel 3. 3 Form Pemeriksaan Berat Jenis Agregat	71
Tabel 3. 4 Form Pemeriksaan Berat Isi Agregat	72
Tabel 3. 5 Form Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat	73
Tabel 3. 6 Form Pengujian Kuat Tekan Beton.....	75
Tabel 3. 7 Form Pengujian Kuat Lentur Beton	76
Tabel 4. 1 Data Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat Halus.....	78
Tabel 4. 2 Data Hasil Pengujian Berat Isi Agregat Halus.....	79
Tabel 4. 3 Data Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Halus	80
Tabel 4. 4 Data Hasil Pengujian Gradasi Saringan Agregat Halus.....	81
Tabel 4. 5 Data Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar 1-1	83
Tabel 4. 6 Data Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar 2-3	83
Tabel 4. 7 Data Hasil Pengujian Berat Isi Agregat Kasar 1-1	84
Tabel 4. 8 Data Hasil Pengujian Berat Isi Agregat Kasar 2-3	85
Tabel 4. 9 Data Hasil Pengujian Kadar Agregat Kasar 1-1	86
Tabel 4. 10 Data Hasil Pengujian Kadar Agregat Kasar 2-3	87
Tabel 4. 11 Data Hasil Pengujian Gradasi Saringan Agregat Kasar 1-1	88
Tabel 4. 12 Data Hasil Pengujian Gradasi Saringan Agregat Kasar 2-3	89
Tabel 4. 13 Data Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Normal	91
Tabel 4. 14 Data Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Dengan Penambahan Serat Baja	91

Tabel 4. 15 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Normal..... 93

Tabel 4. 16 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Penambahan Serat Baja 94

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Material Yang Digunakan Untuk Penelitian
- Lampiran 2. Pengujian Kuat Lentur dan Kuat Tekan Beton
- Lampiran 3. Spesifikasi Serat Baja
- Lampiran 4. Hasil Uji Kuat Tekan Beton Normal 28 hari
- Lampiran 5. Hasil Uji Kuat Tekan Beton Serat Baja 28 hari
- Lampiran 6. Hasil Uji Kuat Lentur Beton Normal 28 hari
- Lampiran 7. Hasil Uji Kuat Lentur Beton Serat Baja 28 hari
- Lampiran 8. Job Mix Formula Campuran Beton Normal f_c 45 MPa
- Lampiran 9. Rumusan Rencana Beton Normal
- Lampiran 10. Rumusan Campuran Rencana Beton Normal
- Lampiran 11. Hasil Uji Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus Untuk Campuran Beton Normal
- Lampiran 12. Hasil Uji Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar 1-1 Untuk Campuran Beton Normal
- Lampiran 13. Hasil Uji Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar 2-3 Untuk Campuran Beton Normal
- Lampiran 14. Hasil Uji Berat Isi dan kadar Air Agregat Halus Untuk Campuran Beton Normal
- Lampiran 15. Hasil Uji Berat Isi dan kadar Air Agregat Kasar 1-1 Untuk Campuran Beton Normal
- Lampiran 16. Hasil Uji Berat Isi dan kadar Air Agregat Kasar 2-3 Untuk Campuran Beton Normal

Lampiran 17. Hasil Analisa Pembagian Butiran Agregat Halus Untuk Campuran Beton

Lampiran 18. Hasil Analisa Pembagian Butiran Agregat Kasar 1-1 Untuk Campuran Beton

Lampiran 19. Hasil Analisa Pembagian Butiran Agregat Kasar 2-3 Untuk Campuran Beton

Lampiran 20. Gradasi Gabungan Agregat Untuk Campuran Beton Normal

Lampiran 21. Hasil Uji Sand Equivalent Agregat Halus Untuk Campuran Beton Normal

Lampiran 22. Hasil Uji Lolos Saringan #200 Agregat Halus Untuk Campuran Beton Normal

Lampiran 23. Hasil Uji Abrasi Untuk Campuran Beton Normal

Lampiran 24. Hasil Uji Bahan Organik Agregat Halus Untuk Campuran Beton Normal

Lampiran 25. Grafik Hubungan Antara Kekuatan Tekan Dengan F.A.S Benda Uji Untuk Semen Tipe I, II Dan IV

Lampiran 26. Job Mix Formula Beton Serat Baja

Lampiran 27. Rumusan Rencana Beton Serat Baja

Lampiran 28. Rumusan Campuran Beton Serat Baja

Lampiran 29. Hasil Uji Berat Jenis Agregat Halus Untuk Campuran Beton Serat Baja

Lampiran 30. Hasil Uji Berat Jenis Agregat Kasar 1-1 Untuk Campuran Beton Serat Baja

Lampiran 31. Hasil Uji Berat Jenis Agregat Kasar 2-3 Untuk Campuran Beton Serat Baja

Lampiran 32. Hasil Uji Berat Isi dan Kadar Air Agregat Halus Untuk Campuran Beton Serat Baja

Lampiran 33. Hasil Uji Berat Isi dan Kadar Air Agregat Kasar 1-1 Untuk Campuran Beton Serat Baja

Lampiran 34. Hasil Uji Berat Isi dan Kadar Air Agregat Kasar 2-3 Untuk Campuran Beton Serat Baja

Lampiran 35. Hasil Analisa Pembagian Butiran Agregat Halus Untuk Campuran Serat Baja

Lampiran 36. Hasil Analisa Pembagian Butiran Agregat Kasar 1-1 Untuk Campuran Serat Baja

Lampiran 37. Hasil Analisa Pembagian Butiran Agregat Kasar 2-3 Untuk Campuran Serat Baja

Lampiran 38. Gradasi Gabungan Agregat Untuk Campuran Beton Serat Baja

Lampiran 39. Hasil Uji Sand Equivalent Untuk Campuran Beton Serat Baja

Lampiran 40. Hasil Uji Pemeriksaan Agregat Halus Lolos Saringan #200 Untuk Campuran Beton Serat Baja

Lampiran 41. Hasil Abrasi Agregat Untuk Campuran Beton Serat Baja

Lampiran 42. Hasil Uji Bahan Organik Dalam Agregat Halus Untuk Campuran Beton Serat Baja

Lampiran 43. Grafik Hubungan Antara Kekuatan Tekan Dengan F.A.S Benda Uji Untuk Semen Tipe I, II Dan IV

LAMBANG DAN SINGKATAN

F'_c : Mutu Beton

ASTM : *American Standard Tastin and Material*

SNI : Standar Nasional Indonesia

Kg : Kilogram

Gr : Gram

Cm : Centimeter

Cm³ : Centimeter Kubik

MPa : Mega Paskal

kN : Kilo Newton

N : Newton

K : Karakteristik kg/cm³

M : Meter

ml : Mililiter

mm : Milimeter

W : Watt

°C : Derajat *Celcius*

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Di Indonesia, perkembangan dalam bidang pembangunan terus menunjukkan peningkatan yang signifikan dari hari ke hari. Salah satu bentuk pembangunan yang menonjol adalah infrastruktur, seperti gedung, jalan, dan jembatan, yang sebagian besar memanfaatkan beton sebagai material utamanya. Beton menjadi pilihan utama dalam konstruksi karena memiliki berbagai keunggulan. Bahan-bahan pembentuk beton, seperti semen, pasir, kerikil, dan air, mudah diperoleh di hampir semua daerah di Indonesia, sehingga mempermudah proses produksi. Selain itu, beton juga dikenal mudah dibentuk sesuai kebutuhan desain, mampu menopang beban berat, dan memiliki daya tahan tinggi terhadap suhu ekstrem, menjadikannya pilihan yang andal untuk berbagai jenis struktur. Di sisi lain, biaya perawatannya yang relatif rendah menambah nilai ekonomis material ini. Oleh karena itu, penggunaan beton tidak hanya mendukung kemajuan pembangunan tetapi juga berkontribusi pada efisiensi dalam industri konstruksi (Hutahaean et al., 2024).

Biasanya, perkerasan kaku (*rigid pavement*) hanya mempertimbangkan aspek kuat tekan beton saja, dimana pembangunan infrastruktur jalan dilakukan berdasarkan perhitungan kapasitas beton dalam menahan beban tekan. Namun, dengan perkembangan teknologi transportasi yang semakin maju, muncul kendaraan-kendaraan berat dengan beban yang tidak hanya besar tetapi juga memberikan dampak dinamis terhadap infrastruktur jalan. Faktor

berat kendaraan bukan lagi satu-satunya penentu umur jalan. Jalan juga harus mampu menahan lendutan dan dampak dari momentum berulang akibat beban lalu lintas yang terus-menerus (Abduh, 2022). Kondisi ini mendorong perlunya penyedia mutu beton untuk tidak hanya memastikan kuat tekan, tetapi juga mengutamakan kuat lentur beton, yang menjadi aspek penting dalam menahan deformasi dan menjaga stabilitas struktur jalan dalam jangka panjang.

Material beton yang tadinya memakai mutu “K” wajib ditingkatkan dengan memasukkan tinjauan unsur lentur antara lain beton mutu FS. Beton mutu FS bisa menjadi solusi, dapat menahan beban tekan 400 kg/cm². Jenis beton ini yang acapkali kita kenal dengan nama beton mutu FS45.

Berbagai teknik telah dikembangkan untuk meningkatkan kualitas beton, salah satunya adalah dengan menambahkan serat baja (steel fiber) ke dalam campuran beton. Serat baja terbukti mampu memperbaiki berbagai sifat mekanis beton, seperti meningkatkan ketahanan terhadap retak, meningkatkan daktilitas, serta meningkatkan daya tahan terhadap kelelahan akibat beban lalu lintas yang tinggi. Selain itu, penggunaan serat baja juga bertujuan untuk meningkatkan kuat tarik beton, fleksibilitas, dan ketahanannya terhadap gaya luar yang dapat menyebabkan kerusakan struktural.

Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan serat baja pada beton dengan agregat daur ulang berkontribusi pada peningkatan kuat tarik belah serta modulus of rupture beton, yang berperan dalam memperbaiki performa beton dalam menahan beban tarik dan lentur (Kusumawati, 2010). Selain itu, penambahan limbah serat baja juga dapat meningkatkan kekuatan dan modulus

elastisitas beton secara signifikan. Hasil studi menunjukkan bahwa peningkatan tertinggi dalam kuat tarik lentur beton terjadi pada penambahan serat baja sebesar 2,5%. Dengan demikian, penggunaan serat baja dalam campuran beton tidak hanya meningkatkan ketahanan dan fleksibilitasnya, tetapi juga menjadikannya lebih ramah lingkungan dengan memanfaatkan limbah industri sebagai bahan tambahan. (Okky Sandra,2020).

Meskipun berbagai penelitian telah menunjukkan manfaat penambahan serat baja pada beton, masih diperlukan penelitian lebih lanjut untuk memahami pengaruhnya pada beton mutu tinggi seperti beton FS45 yang digunakan pada proyek perkerasan jalan dengan tujuan untuk menganalisis secara detail pengaruh penambahan serat baja terhadap sifat mekanis beton FS45. Maka dari itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh serat baja terhadap beton dengan judul **“ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN SERAT BAJA SEBAGAI CAMPURAN PERKERASAN BETON SEMEN (BETON FS 45) PADA PROYEK PEKERJAAN JALAN”**.

B. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini yaitu sebagai berikut :

1. Serat baja yang digunakan memakai tipe serat menggunakan diameter 0,90 mm dan panjang 60 mm.
2. *Water Reducier* memakai tipe Poly Heed merek Consol.
3. Semen yang dipergunakan ialah semen tipe 1 merek Gresik.
4. Batu pecah menggunakan maksimum size 40 mm berasal dari Desa Sumur Kidang.

5. Pasir berasal dari Desa Pegiringan.
6. Mutu beton yang disyaratkan di umur 28 hari ialah lebih dari FS 45 atau 35 MPa.
7. Spesifikasi teknis material mengacu SNI 03-2492-2022.
8. Serat baja 20 kg per 1 m³ beton.
9. Pengujian yang dilakukan berat jenis agregat, berat isi agregat, kadar air agregat, gradasi analisa saringan agregat.
10. Pengujian yang dilakukan kuat lentur beton dan kuat tekan beton.

C. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini meliputi :

1. Bagaimana pengaruh serat baja (*Steel Fiber*) terhadap kuat tekan dan kuat lentur beton mutu tinggi?
2. Berapakah nilai hasil kuat tekan dan kuat lentur beton normal dengan beton penambahan serat baja?
3. Bagaimana perbandingan kuat tekan dan kuat lentur beton normal dengan beton serat baja?

D. Tujuan Penelitian

Selaras dengan rumusan masalah diatas, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menganalisis bagaimana pengaruh serat baja (*Steel Fiber*) terhadap kuat tekan dan kuat lentur beton mutu tinggi.
2. Menganalisis bagaimana nilai hasil kuat tekan dan kuat lentur beton dengan penambahan serat baja.

3. Menganalisis bagaimana perbandingan kuat tekan dan kuat lentur beton normal dengan beton serat baja.

E. Manfaat Penelitian

1. Dapat memberikan manfaat bagi bidang konstruksi terkait pemanfaatan serat baja terhadap kuat tekan beton.
2. Mengimplementasikan penambahan serat baja untuk konstruksi beton.
3. Dapat dijadikan pertimbangan antara beton konvensional dengan beton penambahan serta baja.

F. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dari penelitian ini secara garis besar terdiri dari :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini membahas latar belakang, batasan masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini memberikan penjelasan mengenai landasan teori yang akan digunakan serta tinjauan pustaka yang mencakup penelitian-penelitian sebelumnya.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini membahas mengenai metode penelitian, waktu dan lokasi penelitian, variabel penelitian, instrumen yang digunakan untuk penelitian, teknik pengumpulan data, teknik analisis data, dan diagram alir penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi mengenai hasil perolehan data penelitian yang meliputi data hasil pengujian fisik material, data perolehan kuat lentur beton serta data perolehan kuat tekan benda uji beton.

BAB V PENUTUP

Bab ini akan menjawab point-point apa saja yang dijadikan rumusan masalah pada penelitian ini. Kesimpulan yang ada pada penelitian ini merupakan ringkasan secara keseluruhan dari hasil data penelitian yang sudah dijelaskan pada point bab sebelumnya. Selain itu, disajikan pula saran yang dapat diberikan setelah peneliti telah memperoleh data. Saran yang disajikan merupakan hasil dari evaluasi penulis setelah melaksanakan pengambilan data di lapangan secara langsung, saran yang disajikan pada penelitian ini ditujukan kepada pembaca yang akan melakukan penelitian serupa agar mendapatkan hasil yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II

LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

Infrastruktur jalan di Indonesia serta di Jawa Tengah pada khususnya menghabiskan banyak anggaran, baik untuk pemeliharaan jalan maupun peningkatan kualitas jalan (Pipit Mulyah, Dyah Aminatun, Sukma Septian Nasution, Tommy Hastomo, Setiana Sri Wahyuni Sitepu, 2020). Konstruksi jalan yang telah dibangun wajib dilakukan pemeliharaan secara berkala serta berkelanjutan supaya kondisi jalan tetap bagus. Oleh karena itu dibutuhkan anggaran yang besar untuk melaksanakan pemeliharaan tadi.

Jalan di Jawa Tengah terutama Jalan Provinsi masih banyak yang belum memenuhi standarisasi Jalan Provinsi. Sesuai data LHR Jalan Provinsi Jawa Tengah dari tahun 2020 – 2021 memberikan peningkatan volume lalu lintas pada beberapa ruas jalan Provinsi Jawa Tengah, yang menyebabkan turunnya taraf pelayanan terhadap penggunaan jalan. Hal tersebut bisa menjadi lebih jelek lagi dengan kondisi jalan yang mengalami kerusakan dikarenakan kurang optimalnya kualitas pemeliharaan serta peningkatan kualitas jalan, sebagai akibatnya dapat mengakibatkan kerusakan yang lebih awal dari umur rencana.

Beton merupakan salah satu material utama dalam konstruksi bangunan di Indonesia, digunakan secara luas karena berbagai keunggulannya. Selain memiliki kuat tekan yang tinggi, beton juga dapat dibentuk dengan mudah sesuai kebutuhan desain dan fungsi, sehingga menjadikannya material yang sangat fleksibel untuk berbagai jenis proyek konstruksi, mulai dari bangunan bertingkat

hingga infrastruktur jalan dan jembatan. Keandalannya dalam menahan beban tekan menjadikannya pilihan utama dalam pembangunan skala besar.

Namun, di balik berbagai kelebihan, beton memiliki sifat getas yang menjadi salah satu kelemahan utama. Karakteristik ini membuat beton kurang mampu menahan gaya tarik, sehingga lebih rentan mengalami retak atau kerusakan, terutama ketika menerima beban yang melebihi kapasitas tariknya. Kondisi ini dapat mengurangi daya tahan struktur dalam jangka panjang dan meningkatkan risiko kegagalan konstruksi. Oleh karena itu, berbagai inovasi terus dikembangkan untuk meningkatkan performa beton, seperti penambahan material penguat, penggunaan campuran aditif, dan teknologi beton bertulang, agar beton menjadi lebih kuat, fleksibel, serta tahan terhadap retak dan beban tarik yang tinggi.

1. Beton

Beton merupakan salah satu bahan utama dalam konstruksi bangunan yang dibuat dari campuran agregat kasar dan agregat halus, dengan air dan semen yang berperan sebagai pengikat serta pengisi di antara partikel-partikel agregat. Kombinasi ini menghasilkan material yang kuat, kokoh, dan tahan lama, menjadikannya pilihan utama dalam berbagai proyek konstruksi, mulai dari bangunan perumahan hingga infrastruktur skala besar seperti jembatan dan jalan raya.

Dalam praktiknya, beton sering dimodifikasi dengan menambahkan zat aditif (additive) atau bahan campuran (admixture) untuk meningkatkan performanya sesuai dengan kebutuhan spesifik (Aman Subakti dkk, 2012).

Zat-zat ini dapat digunakan untuk mempercepat atau memperlambat waktu pengikatan, meningkatkan kekuatan struktural, atau menambah sifat khusus seperti ketahanan terhadap suhu ekstrem, korosi, dan serangan kimia. Selain itu, beberapa inovasi dalam teknologi beton memungkinkan pengembangan material yang lebih ramah lingkungan, seperti beton dengan campuran limbah industri atau beton berpori untuk manajemen air permukaan. Dengan komposisi yang fleksibel dan kemampuan adaptasi yang tinggi, beton terus berkembang sebagai material konstruksi serbaguna yang dapat disesuaikan dengan berbagai kebutuhan teknik dan desain modern.

Beton adalah salah satu material konstruksi yang paling umum digunakan dalam berbagai proyek pembangunan. Material ini dihasilkan melalui proses pencampuran semen Portland, air, serta agregat yang terdiri dari agregat kasar dan agregat halus (Hamdi et al., 2022). Kombinasi bahan-bahan ini menghasilkan beton yang kuat dan tahan lama, menjadikannya pilihan utama untuk berbagai jenis konstruksi, mulai dari perumahan hingga infrastruktur berskala besar seperti jalan, jembatan, dan gedung bertingkat. Campuran ini dibuat dengan perbandingan tertentu untuk memastikan kekuatan dan daya tahan yang optimal. Setelah dituangkan ke dalam cetakan, campuran beton dibiarkan mengeras, dan seiring waktu, material tersebut akan berubah menjadi padatan yang kuat menyerupai batuan. Proses pengerasan ini, yang dikenal sebagai hidrasi semen, membuat beton sangat ideal untuk berbagai aplikasi konstruksi, mulai dari pondasi hingga elemen struktural lainnya. Untuk meningkatkan kualitas dan karakteristik beton

sesuai dengan kebutuhan spesifik proyek, sering kali ditambahkan bahan tambahan yang dapat berupa zat kimia, serat, atau bahkan material buangan non-kimia. Penambahan bahan ini bertujuan untuk memperbaiki sifat beton, seperti meningkatkan ketahanan terhadap retak, mempercepat atau memperlambat waktu pengerasan, meningkatkan daya tahan terhadap lingkungan ekstrem, atau bahkan mengurangi dampak lingkungan dengan memanfaatkan limbah industri sebagai bahan campuran. Dengan adanya inovasi dalam teknologi beton, material ini terus berkembang menjadi lebih efisien, ramah lingkungan, dan sesuai dengan tuntutan konstruksi modern.

Beton cenderung mudah mengalami retak karena sifatnya yang getas, sehingga kelemahan ini sering menjadi tantangan dalam penggunaannya sebagai material konstruksi. Untuk mengatasi masalah tersebut, berbagai inovasi telah dikembangkan. Salah satunya adalah beton bertulang (*reinforced concrete*), dimana baja tulangan ditambahkan ke dalam beton untuk meningkatkan kekuatannya. Selain itu, ada beton pratekan (*prestressed concrete*), yang dirancang dengan memberikan tegangan awal pada tulangan sebelum beton menerima beban, sehingga lebih tahan terhadap tekanan dan deformasi. Inovasi lainnya adalah beton serat (*fiber reinforced concrete*), yang menggunakan berbagai jenis serat, seperti baja, kaca, atau polimer, untuk memperkuat struktur beton dan mencegah retak sejak dini. Dengan teknologi ini, kelemahan beton dapat diminimalkan, menjadikannya lebih andal untuk berbagai aplikasi konstruksi modern.

Serat (*fiber*) telah menjadi salah satu bahan tambahan yang penting dalam beton, karena penambahannya mengubah beton menjadi bahan komposit, yaitu kombinasi antara beton dan serat. Penambahan serat ini bertujuan untuk meningkatkan kekuatan dan ketahanan beton terhadap berbagai jenis beban dan kondisi ekstrem. Serat yang digunakan dalam beton bisa bervariasi, termasuk asbestos, gelas/kaca, plastik, baja, atau bahkan serat alami seperti rami dan ijuk. Setiap jenis serat memiliki karakteristik yang berbeda, dan pilihan serat tergantung pada kebutuhan spesifik dari aplikasi beton tersebut. Misalnya, serat baja meningkatkan ketahanan terhadap retak, sementara serat kaca atau plastik dapat memberikan ketahanan terhadap korosi. Dengan demikian, penggunaan serat dalam beton sangat efektif untuk meningkatkan performa dan umur panjang struktur beton.

Penggunaan serat (*fiber*) dalam campuran beton merupakan solusi efektif untuk mengatasi kelemahan beton yang memiliki kekuatan tarik dan lentur yang rendah. Dengan menambahkan serat, beton dapat menjadi lebih tahan terhadap beban tarik, karena serat bertindak sebagai penguat yang menyebar secara merata di seluruh adonan beton. Penambahan serat ini juga membantu mengurangi risiko terjadinya retakan pada wilayah tarik yang biasanya rentan mengalami kerusakan akibat pengaruh beban yang terlalu berat. Selain itu, serat dapat mendistribusikan tegangan secara lebih merata, sehingga meningkatkan ketahanan beton terhadap keretakan dan memperpanjang umur struktur. Dengan demikian, beton berserat menjadi pilihan yang lebih unggul dalam proyek konstruksi yang membutuhkan daya tahan ekstra.

Secara umum, *fiber reinforced concrete* (FRC) adalah jenis beton yang dirancang dengan mencampurkan semen, agregat halus, agregat kasar, air, dan sejumlah serat (*fiber*) yang disebar secara acak dalam adukan beton. Penambahan serat ini bertujuan untuk meningkatkan sifat mekanik beton, khususnya dalam hal kekuatan tarik dan ketahanan terhadap retak. Serat yang digunakan bisa terbuat dari berbagai bahan, seperti baja, kaca, plastik, atau serat alami, tergantung pada kebutuhan spesifik proyek. Dengan serat yang tersebar merata di dalam campuran, beton ini lebih tahan terhadap keretakan, lebih fleksibel, dan mampu menahan beban dinamis atau beban berulang dengan lebih baik dibandingkan beton biasa. FRC banyak digunakan dalam aplikasi yang memerlukan ketahanan ekstra, seperti pada jalan raya, jembatan, dan struktur lainnya yang terpapar beban berat.

Penambahan bahan tambahan berupa serat pada beton dapat secara signifikan meningkatkan kekuatan tarik beton. Beton yang memiliki kekuatan tarik rendah cenderung mudah mengalami retak, yang akan mengurangi keawetan dan umur panjang struktur tersebut. Dengan menambahkan serat pada campuran beton, beton menjadi lebih tahan terhadap retakan, karena serat bertindak sebagai penguat yang mengurangi penyebaran retakan dan meningkatkan ketahanan terhadap beban tarik. Namun, penting untuk diperhatikan bahwa meskipun serat dapat meningkatkan ketahanan terhadap retak, penambahan serat tidak secara signifikan menambah kekuatan tekan beton. Fungsi utama serat dalam beton adalah untuk meningkatkan daktilitas, yaitu kemampuan beton untuk mengalami deformasi sebelum akhirnya patah.

Dengan demikian, beton berserat lebih fleksibel dan tahan terhadap kerusakan akibat beban dinamis atau pergeseran yang terjadi dalam struktur.

Penambahan serat baja pada beton biasanya dilakukan dengan menggunakan potongan kawat baja yang dapat dibuat khusus, dengan permukaan halus atau rata, serta berbentuk lurus atau bengkok. Tujuan dari pembuatan serat baja dengan bentuk-bentuk tersebut adalah untuk memperbesar lekatan serat dengan beton, sehingga serat dapat lebih efektif meningkatkan kekuatan tarik dan ketahanan terhadap retakan. Meskipun serat baja dapat berkarat jika terpapar di bagian atas permukaan beton yang terekspos udara, namun serat baja akan sangat awet dan tahan lama jika tertutup dalam beton. Dalam kondisi tersebut, keberadaan serat baja justru akan memberikan kontribusi positif terhadap kekuatan dan daya tahan beton, karena karat yang terjadi tidak akan mengganggu fungsinya sebagai penguat. Oleh karena itu, penting untuk memastikan bahwa serat baja terendam dengan baik dalam beton untuk memaksimalkan ketahanannya terhadap korosi dan meningkatkan performa struktural beton secara keseluruhan.

Menurut (Bayasi, 1991) ada beberapa jenis fiber baja yang biasa digunakan:

a. Bentuk Fiber Baja (*Steel Fiber Shapes*)

- 1) Lurus (*Straight*) – Fiber dengan bentuk lurus tanpa lekukan, biasanya digunakan untuk distribusi beban yang merata.
- 2) Berkait (*Hooked*) – Fiber dengan ujung berkait untuk meningkatkan daya cengkeram dalam campuran beton.

- 3) Bergelombang (*Crimped*) – Fiber dengan pola bergelombang untuk memperbaiki ikatan dengan matriks beton.
 - 4) *Double Duo Form* – Fiber dengan dua bagian yang membentuk struktur khusus untuk penguatan.
 - 5) *Ordinary Duo Form* – Fiber dengan desain serupa tetapi lebih sederhana dibandingkan *Double Duo Form*.
 - 6) Bundel (*Paddled*) – Fiber yang dikelompokkan dalam bentuk bundel untuk kemudahan penanganan sebelum dicampur.
 - 7) Kedua Ujung Ditekuk (*Enlarged Ends*) – Fiber dengan ujung yang melebar untuk memperbaiki daya ikat di beton.
 - 8) Tidak Teratur (*Irregular*) – Fiber dengan bentuk acak yang memberikan distribusi gaya secara seragam.
 - 9) Bergerigi (*Indented*) – Fiber dengan permukaan bergerigi untuk meningkatkan ikatan mekanis.
- b. Penampang *Fiber Baja (Steel Fiber Cross Section)*
- 1) Lingkaran/Kawat (*Round/Wire*) – Penampang berbentuk lingkaran atau menyerupai kawat.
 - 2) Persegi/Lembaran (*Rectangular/Sheet*) – Penampang berbentuk persegi atau berupa lembaran tipis.
 - 3) Tidak Teratur/Bentuk Dilelehkan (*Irregular/Melt Extract*) – Penampang yang dihasilkan dari proses peleburan sehingga bentuknya tidak teratur.

4) *Fiber yang Dilekatkan dalam Satu Ikatan (Fibers Glued Together into a Bundle)* Fiber ini disusun dalam satu ikatan atau bundel untuk mempermudah distribusi saat pencampuran. Setelah tercampur, fiber akan terpisah secara merata dalam beton.

Klasifikasi ini menunjukkan beragamnya jenis dan bentuk fiber baja yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan spesifik dalam penguatan beton. Pemilihan jenis fiber yang tepat sangat penting untuk mencapai performa yang optimal sesuai desain struktur.

2. Komponen Beton

Material yang digunakan dalam pembuatan adonan beton terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu semen, agregat halus, agregat kasar, air, serta bahan tambahan jika diperlukan. Setiap komponen memiliki peran penting dalam menentukan karakteristik beton yang dihasilkan. Semen berfungsi sebagai perekat yang mengikat seluruh material, sedangkan agregat halus dan agregat kasar bertindak sebagai pengisi untuk memberikan kekuatan struktural. Air diperlukan untuk memicu reaksi hidrasi semen, yang memungkinkan beton mengeras dan mencapai kekuatan yang diinginkan.

Agar beton yang dihasilkan memiliki kuat tekan yang tinggi dan daya tahan yang optimal, setiap material yang digunakan harus memiliki kualitas yang baik dan memenuhi standar tertentu. Agregat harus bersih dan memiliki distribusi ukuran partikel yang sesuai, sementara air yang digunakan harus bebas dari zat-zat yang dapat mengganggu reaksi hidrasi. Selain itu, bahan tambahan seperti zat aditif atau serat sering ditambahkan untuk meningkatkan

performa beton, seperti meningkatkan ketahanan terhadap retak, mempercepat proses pengerasan, atau meningkatkan daya tahan terhadap lingkungan yang ekstrem. Dengan pemilihan material yang tepat dan komposisi yang seimbang, beton dapat mencapai kualitas yang optimal sesuai dengan kebutuhan konstruksi. Berikut adalah beberapa material yang umum digunakan dalam pembuatan adonan beton:

a. Semen

Semen adalah komponen utama dalam beton yang berfungsi sebagai pengikat antara agregat halus dan kasar. Ketika dicampur dengan air, semen akan membentuk pasta yang kemudian melalui proses hidrasi—reaksi kimia antara semen dan air—akan mengeras dan membentuk kekuatan. Proses ini menghasilkan perkerasan yang membuat semen mampu mengikat agregat dan membentuk beton yang kokoh. Seiring berjalannya waktu dan pengaruh panas, reaksi kimia ini berlangsung hingga beton mencapai kekuatan maksimumnya.

Semen Portland, jenis semen yang paling umum digunakan dalam industri konstruksi, ditemukan oleh Joseph Aspdin, seorang tukang batu asal Inggris, pada tahun 1824. Aspdin menciptakan semen ini dengan proses pembakaran batu kapur yang dicampur dengan tanah liat. Semen yang dihasilkan memiliki warna yang serupa dengan batuan di Pulau Portland, tempat tinggalnya, sehingga semen tersebut dinamakan Semen Portland. Penemuan ini menjadi tonggak penting dalam sejarah konstruksi,

karena semen Portland adalah bahan dasar yang digunakan dalam hampir semua aplikasi beton modern.

Semen dapat dibedakan dalam beberapa tipe antara lain:

1) Semen Tipe I

Semen Tipe I atau semen biasa (normal cement) adalah jenis semen yang umum digunakan untuk pembuatan beton pada konstruksi yang tidak terpengaruh oleh lingkungan yang mengandung bahan sulfat atau perubahan suhu ekstrem. Semen Tipe I cocok untuk digunakan pada proyek konstruksi beton yang tidak memerlukan perlindungan khusus terhadap kondisi lingkungan yang keras, seperti bahan kimia korosif atau fluktuasi temperatur yang signifikan.

Semen Tipe I biasanya digunakan pada berbagai jenis konstruksi, seperti jalan, jembatan, bangunan beton bertulang, tangki, waduk, pipa-pipa, dan batako. Jenis semen ini memberikan kekuatan tekan yang baik untuk aplikasi-aplikasi tersebut, dimana pengaruh lingkungan yang keras tidak menjadi faktor utama yang perlu diperhatikan. Dengan karakteristik yang stabil, semen Tipe I menjadi pilihan utama dalam banyak proyek konstruksi umum.

2) Semen Tipe II

Semen Tipe II digunakan untuk mengatasi masalah serangan sulfat yang dapat merusak beton akibat paparan lingkungan yang mengandung konsentrasi sulfat tinggi. Semen ini dirancang khusus untuk mengurangi dampak dari reaksi kimia yang terjadi ketika sulfat

dalam air tanah atau lingkungan lainnya berinteraksi dengan komponen dalam beton, yang dapat menyebabkan kerusakan seperti pembengkakan dan retak.

Semen Tipe II sering digunakan dalam konstruksi beton yang terpapar lingkungan dengan tingkat sulfat tinggi, seperti pada struktur bangunan air (misalnya bendungan atau tangki air) dan drainase, serta saluran air tanah yang mengandung kadar sulfat tinggi. Dengan menggunakan Semen Tipe II, beton dapat lebih tahan terhadap kerusakan akibat serangan sulfat, memperpanjang umur struktur, dan menjaga keandalannya dalam kondisi yang lebih ekstrem.

3) Semen Tipe III

Semen Tipe III atau *high early strength portland cement* adalah jenis semen yang memiliki waktu pengerasan yang lebih cepat dibandingkan dengan semen biasa. Waktu perkerasannya biasanya kurang dari seminggu, yang memungkinkan beton mencapai kekuatan yang signifikan dalam waktu yang lebih singkat. Semen ini dirancang untuk mempercepat proses pengerasan beton, sehingga sangat berguna dalam proyek yang membutuhkan waktu cepat untuk pembongkaran bekisting dan melanjutkan tahapan berikutnya.

Semen Tipe III sering digunakan pada struktur bangunan yang bekistingnya akan segera dipakai kembali, seperti pada proyek precast, struktur beton bertulang, dan aplikasi lain yang memerlukan waktu pengerasan cepat untuk efisiensi dan kelancaran pekerjaan. Dengan

karakteristik ini, Semen Tipe III memungkinkan penghematan waktu yang signifikan dalam proses konstruksi, terutama untuk proyek-proyek yang memiliki batasan waktu yang ketat.

4) Semen Tipe IV

Semen Tipe IV adalah jenis semen yang dirancang dengan hidrasi panas rendah, yang artinya menghasilkan panas lebih sedikit selama proses pengerasan. Semen ini digunakan untuk konstruksi bangunan besar atau masif, seperti dam, bendungan, dan struktur beton lainnya yang memiliki volume besar, dimana akumulasi panas akibat hidrasi semen dapat mempengaruhi kekuatan dan kestabilan beton.

Pada konstruksi masif, panas yang dihasilkan selama hidrasi semen bisa menyebabkan perbedaan suhu yang signifikan antara bagian luar dan dalam beton, yang dapat menyebabkan retak termal atau keruntuhan beton. Semen Tipe IV digunakan untuk mengurangi panas yang dihasilkan, sehingga meminimalkan risiko kerusakan tersebut. Penggunaan Semen Tipe IV sangat penting pada proyek-proyek besar dimana pengendalian suhu dalam beton menjadi faktor kritis untuk memastikan struktur tetap kuat dan stabil sepanjang waktu.

5) Semen Tipe V

Semen Tipe V adalah jenis semen yang dirancang khusus untuk menangkal serangan sulfat, sehingga sangat cocok digunakan pada beton yang terpapar lingkungan dengan konsentrasi sulfat tinggi. Serangan sulfat dapat menyebabkan kerusakan pada beton, seperti

pembengkakan dan retakan, yang terjadi akibat reaksi kimia antara sulfat dalam tanah atau air tanah dengan komponen dalam beton.

Semen Tipe V digunakan pada proyek-proyek konstruksi yang berada di lingkungan dengan kadar sulfat tinggi, seperti pada tanah atau air tanah yang mengandung sulfat. Aplikasi umumnya meliputi fondasi, saluran air, dan struktur bawah tanah lainnya yang terpapar kondisi tersebut. Dengan menggunakan Semen Tipe V, beton dapat lebih tahan terhadap kerusakan yang disebabkan oleh serangan sulfat, memperpanjang umur dan keandalan struktur di lingkungan yang agresif.

b. Air

Air merupakan salah satu komponen utama dalam pembuatan beton, memainkan peran krusial dalam menentukan kualitas akhir dari material tersebut. Air memiliki dua fungsi utama dalam campuran beton yang sangat berpengaruh terhadap kekuatan dan daya tahannya.

Fungsi pertama adalah memicu reaksi kimia hidrasi antara semen dan air, yang menyebabkan proses pengerasan beton. Reaksi hidrasi ini sangat penting dalam pembentukan struktur beton yang solid, karena menghasilkan ikatan antar partikel semen yang memberikan kekuatan dan kestabilan pada beton. Tanpa air, proses hidrasi tidak dapat berlangsung, sehingga beton tidak akan mengeras atau mencapai tingkat kekuatan yang dibutuhkan untuk menopang beban konstruksi.

Fungsi kedua dari air adalah sebagai pelumas dalam campuran beton, yang membantu mencampurkan pasir, semen, dan agregat lainnya dengan lebih mudah. Air memungkinkan partikel-partikel dalam campuran bergerak lebih bebas, sehingga beton lebih mudah untuk dikerjakan, dipadatkan, dan dituangkan ke dalam cetakan (Murdock L.J., 1999). Penggunaan air yang tepat sangat penting, karena terlalu banyak atau terlalu sedikit air dapat mempengaruhi kualitas dan kekuatan beton. Oleh karena itu, pengendalian jumlah air dalam campuran beton harus dilakukan dengan hati-hati untuk mencapai beton yang kuat dan tahan lama.

c. Agregat

Agregat dalam beton terbagi menjadi dua jenis utama, yaitu agregat halus dan agregat kasar, yang keduanya berperan penting dalam menentukan karakteristik dan performa beton. Agregat halus umumnya terdiri dari pasir atau partikel kecil yang dapat melewati saringan dengan ukuran 4 hingga 5 mm. Sementara itu, agregat kasar terdiri dari bahan yang tidak lolos dari saringan tersebut, seperti kerikil alami atau batu pecah yang berukuran lebih besar.

Kualitas agregat sangat berpengaruh terhadap kekuatan, daya tahan, serta sifat kerja beton. Agregat yang baik harus memiliki ukuran yang seragam, bersih dari kotoran atau zat-zat organik yang dapat mengganggu reaksi hidrasi, serta memiliki daya rekat yang baik dengan pasta semen. Selain itu, komposisi dan distribusi ukuran agregat dalam campuran beton

harus diperhatikan agar beton memiliki kepadatan optimal dan mengurangi rongga udara yang dapat melemahkan struktur.

Untuk memastikan beton yang dihasilkan memiliki performa terbaik, material agregat yang digunakan harus memenuhi standar dan persyaratan teknis yang telah ditetapkan dalam regulasi konstruksi. Pemilihan agregat yang sesuai tidak hanya meningkatkan kekuatan tekan beton, tetapi juga membantu mengurangi retak, meningkatkan ketahanan terhadap abrasi, dan memperpanjang umur layanan beton dalam berbagai kondisi lingkungan.

Agregat yang digunakan dalam pembuatan beton harus memenuhi ketentuan yang tercantum dalam SII 0052-80 (Standar Indonesia untuk bahan agregat), dan jika ada hal-hal yang tidak tercakup dalam standar tersebut, harus mengacu pada (ASTM C33, 2023), yaitu spesifikasi internasional untuk agregat beton. Selain itu, persyaratan tambahan mengenai bahan agregat ini juga diatur dalam Pedoman Beton 1989, khususnya pada pasal 3.3, yang mengatur kualitas dan karakteristik agregat yang harus dipenuhi untuk memastikan beton yang dihasilkan memiliki kekuatan dan ketahanan yang optimal.

Agregat merupakan komponen utama dalam campuran beton, dengan proporsi yang mencapai sekitar 70% - 75% dari total massa padat beton. Oleh karena itu, kualitas agregat memiliki peran yang sangat krusial dalam menentukan kekuatan, daya tahan, serta sifat mekanis beton. Agregat yang digunakan harus memenuhi standar tertentu agar beton yang dihasilkan

memiliki performa yang optimal dan mampu bertahan dalam berbagai kondisi lingkungan serta beban struktural.

Untuk mencapai kekuatan beton yang sesuai dengan persyaratan teknis, terdapat dua faktor utama yang harus diperhatikan dalam pemilihan agregat, yaitu kepadatan dan kekerasan. Kepadatan agregat berpengaruh terhadap tingkat porositas dalam beton; semakin padat agregat yang digunakan, semakin kecil rongga udara yang terbentuk, sehingga beton menjadi lebih solid dan kuat. Sementara itu, kekerasan agregat menentukan daya tahan beton terhadap beban mekanis, gesekan, serta tekanan eksternal. Agregat dengan tingkat kekerasan tinggi mampu mengurangi risiko aus, retak, dan deformasi pada beton dalam jangka panjang.

Selain kepadatan dan kekerasan, distribusi ukuran agregat juga perlu diperhatikan agar tercipta campuran yang homogen dan efisien dalam mengisi rongga-rongga antar partikel. Dengan pemilihan agregat yang tepat, beton tidak hanya memiliki kekuatan tekan yang tinggi, tetapi juga ketahanan yang baik terhadap faktor-faktor lingkungan seperti perubahan suhu, kelembaban, serta paparan zat kimia yang dapat menyebabkan degradasi material.

Untuk membentuk beton dengan massa yang padat dan berkualitas tinggi, diperlukan susunan gradasi butiran agregat yang baik, yaitu perbandingan antara agregat halus dan kasar yang optimal. Selain itu, bahan agregat juga harus memenuhi beberapa kriteria penting, yaitu:

memiliki kekerasan yang cukup, bersifat kekal (tidak mudah rusak atau terdegradasi), tidak reaktif terhadap alkali (untuk menghindari reaksi alkali-silikat yang dapat merusak beton), dan bebas dari bagian-bagian kecil (<70 mikron) atau lumpur yang dapat mengurangi kekuatan dan keawetan beton.

Pada dasarnya, kekuatan beton yang dicapai sangat dipengaruhi oleh mutu bahan agregat yang digunakan. Oleh karena itu, pemilihan dan pengolahan agregat yang sesuai sangat penting untuk memastikan beton memiliki kekuatan dan ketahanan yang optimal, serta umur pakai yang panjang.

d. Bahan Tambahan atau Zat Lain

Dalam pembentukan beton, beberapa zat tambahan dapat ditambahkan untuk memenuhi kebutuhan spesifik dalam proses pembuatan atau untuk memperoleh sifat beton tertentu. Berikut adalah dua contoh zat kimia yang sering digunakan dalam campuran beton:

1) *Retarder*

Retarder adalah zat kimia yang digunakan untuk memperlambat proses pengikatan campuran beton. Hal ini berguna ketika beton perlu ditransportasikan ke lokasi proyek atau dicetak dalam jangka waktu yang lebih lama dari biasanya. Proses pengikatan beton secara alami biasanya memerlukan waktu sekitar satu jam. Namun, jika waktu antara pencampuran dan pengecoran beton lebih dari satu jam, *retarder* diperlukan untuk mencegah beton mengeras terlalu cepat. Zat kimia

yang sering digunakan sebagai retarder meliputi gula, sukrosa, sodium gluconate, glukosa, citric acid, dan tartaric acid. Dengan menggunakan retarder, beton dapat lebih fleksibel untuk diproses dalam jangka waktu yang lebih lama tanpa kehilangan kekuatan yang diinginkan.

2) *Accelerator*

Accelerator adalah zat kimia yang digunakan untuk mempercepat proses pengikatan dan pengerasan adonan beton. Zat ini bermanfaat dalam situasi dimana beton harus mengeras lebih cepat, seperti pada kondisi cuaca dingin atau pada konstruksi yang membutuhkan pengeringan lebih cepat. *Accelerator* membantu beton mencapai kekuatan awal lebih cepat, sehingga proses konstruksi dapat dilanjutkan lebih cepat. Bahan kimia yang umumnya digunakan sebagai *accelerator* adalah CaCl_2 (kalsium klorida), $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (kalsium nitrat), dan NaNO_3 (natrium nitrat). Penggunaan *accelerator* membantu mengurangi waktu pengerjaan dan mempercepat siklus produksi beton, terutama pada proyek yang memiliki batas waktu ketat.

3. Kelas Beton

Berikut adalah kategorisasi beton sesuai mutunya berdasarkan informasi yang dilansir dari laman resmi Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Kulon Progo:

a. Beton Kelas I

Beton kelas I umumnya digunakan untuk proyek non-struktural yang tidak memerlukan kekuatan beton yang tinggi. Pembuatan beton kelas ini

tidak memerlukan keahlian khusus dan pengawasan mutu hanya dilakukan pada kualitas bahan yang digunakan. Beton kelas I cocok untuk aplikasi yang tidak menuntut kekuatan tekan yang tinggi atau beban yang besar.

b. Beton Kelas II

Beton kelas II merupakan jenis beton yang digunakan dalam pekerjaan struktural umum yang membutuhkan kekuatan lebih tinggi dibandingkan beton kelas I. Karena memiliki peran penting dalam konstruksi, pembuatan beton kelas II memerlukan keahlian yang lebih tinggi dan harus diawasi oleh tenaga ahli yang berpengalaman. Pengawasan ini bertujuan untuk memastikan bahwa beton yang digunakan memenuhi standar kualitas dan mampu memberikan performa yang optimal dalam jangka panjang.

Beton kelas II terdiri dari beberapa mutu standar, yaitu B1, K125, K175, dan K225. Pada mutu B1, pengawasan difokuskan pada kualitas bahan yang digunakan, sementara pemeriksaan kekuatan tekan beton tidak diwajibkan. Sebaliknya, pada mutu K125, K175, dan K225, pengawasan kualitas beton dilakukan dengan lebih ketat, mencakup pemeriksaan kekuatan tekan secara berkelanjutan. Pemeriksaan ini bertujuan untuk memastikan bahwa beton yang dihasilkan memiliki daya tahan yang sesuai dengan spesifikasi teknis dan mampu menahan beban sesuai dengan desain strukturalnya.

Dengan adanya sistem klasifikasi dan pengawasan yang ketat, beton kelas II menjadi pilihan yang tepat untuk berbagai proyek konstruksi yang

membutuhkan keseimbangan antara kekuatan, daya tahan, dan efisiensi dalam pelaksanaannya. Hal ini menjadikannya banyak digunakan dalam pembangunan gedung bertingkat, jembatan, serta infrastruktur lainnya yang memerlukan beton dengan kualitas yang lebih terjamin.

c. Beton Kelas III

Beton kelas III merupakan jenis beton dengan kekuatan tertinggi yang umumnya digunakan untuk pekerjaan struktural khusus yang memerlukan daya tahan ekstra terhadap beban dan tekanan tinggi. Beton ini dirancang untuk mencapai kekuatan tekan lebih dari 225 kg/cm², sehingga sangat cocok untuk proyek-proyek konstruksi skala besar yang membutuhkan material dengan performa optimal, seperti jembatan, gedung bertingkat tinggi, bendungan, dan struktur yang terpapar beban dinamis yang signifikan.

Karena spesifikasinya yang lebih kompleks, pembuatan beton kelas III memerlukan keahlian khusus dan harus dilakukan di bawah pengawasan tenaga ahli yang berpengalaman. Proses pembuatannya harus memenuhi standar yang ketat, mulai dari pemilihan bahan baku berkualitas tinggi, pencampuran yang presisi, hingga teknik pengecoran yang sesuai dengan prosedur teknis yang berlaku. Selain itu, beton kelas III wajib melalui serangkaian uji laboratorium dengan peralatan yang lengkap untuk memastikan bahwa kualitasnya sesuai dengan persyaratan teknis yang ditetapkan. Pengawasan mutu juga dilakukan secara berkelanjutan untuk

menjamin konsistensi kekuatan dan daya tahan beton dalam setiap tahap produksinya.

Mutu beton kelas III dinyatakan dengan huruf K yang diikuti oleh angka, yang menunjukkan kekuatan tekan beton dalam kg/cm^2 . Misalnya, beton dengan mutu K300 memiliki kekuatan tekan 300 kg/cm^2 , sedangkan K400 memiliki kekuatan tekan 400 kg/cm^2 . Semakin tinggi angka yang tertera, semakin besar pula kapasitas beton dalam menahan tekanan, menjadikannya pilihan ideal untuk konstruksi dengan tuntutan teknis yang tinggi dan tingkat keamanan yang ketat.

Dengan demikian, Beton Kelas I lebih cocok untuk aplikasi non-struktural, Beton Kelas II untuk pekerjaan struktural umum dengan pengawasan lebih ketat, dan Beton Kelas III digunakan pada konstruksi yang memerlukan kekuatan dan ketahanan lebih tinggi, dengan pengawasan yang sangat mendalam.

4. Jenis – Jenis Beton

Berikut merupakan jenis-jenis beton yang digunakan pada proyek konstruksi bangunan yaitu antara lain:

a. Beton Biasa

Beton biasa atau beton polos adalah jenis beton yang tidak mengandung tulangan di dalamnya. Beton ini dibuat dengan mencampurkan semen, agregat kasar (seperti pasir atau kerikil), dan air dalam perbandingan 1:2:4. Perbandingan ini menggambarkan satu bagian semen, dua bagian agregat halus, dan empat bagian agregat kasar.

Berat jenis beton polos ini dapat bervariasi, tergantung pada celah yang ada antara kerikil dalam campuran, sehingga berat total beton ini berada dalam kisaran 2200 hingga 2500 kg per meter kubus. Kekuatan tekan beton polos biasanya berkisar antara 200 hingga 500 kg per cm².

Beton jenis ini umumnya digunakan untuk konstruksi pavemen atau jalan, serta untuk bangunan non-struktural seperti rumah tinggal, gedung, dan perumahan. Beton polos ini cocok untuk aplikasi yang tidak membutuhkan tulangan, karena meskipun memiliki kekuatan tekan yang cukup baik, sifatnya yang getas membuatnya tidak cocok untuk struktur yang menerima beban tarik atau geser yang besar.



Gambar 2. 1 Beton Biasa

(Sumber : Buku Ajar Teknologi Beton, Politeknik Negri Manado)

b. Beton Non-Pasir

Beton non-pasir adalah jenis beton yang tidak melibatkan pasir sebagai bagian dari campuran agregatnya. Komposisinya secara umum mirip dengan beton konvensional, yaitu terdiri dari kerikil, semen, dan air, tetapi tanpa kehadiran agregat halus (pasir). Dalam beton ini, kerikil sepenuhnya menggantikan fungsi pasir, sehingga menghasilkan struktur campuran yang unik.

Ciri utama beton non-pasir adalah teksturnya yang berongga. Rongga ini disebabkan oleh udara yang terjebak di antara celah-celah kerikil akibat ketiadaan pasir untuk mengisi ruang kosong. Akibatnya, beton non-pasir memiliki berat yang lebih ringan dibandingkan beton biasa. Sifat ini menjadikannya pilihan ideal untuk aplikasi pada struktur ringan yang tidak memerlukan kekuatan tekan tinggi.

Keunggulan Beton Non-Pasir:

- 1) Berat yang Lebih Ringan – Karena tidak menggunakan pasir, bobot keseluruhan beton non-pasir berkurang secara signifikan, sehingga mengurangi beban pada struktur utama bangunan.
- 2) Kemudahan Transportasi dan Pengecoran – Berat yang lebih ringan membuat beton ini lebih mudah diangkut dan dicor, terutama di lokasi dengan akses yang terbatas.
- 3) Isolasi Udara yang Lebih Baik – Struktur berongga memberikan kemampuan insulasi termal dan akustik yang cukup baik untuk aplikasi tertentu.

Beton non-pasir sering diaplikasikan pada struktur sederhana yang tidak memerlukan kekuatan struktural besar, seperti:

- 1) Kolom atau dinding ringan.
- 2) Komponen arsitektural non-struktural.
- 3) Elemen dekoratif atau pengisi ruang.
- 4) Infrastruktur kecil seperti pagar atau panel ringan.

Meskipun memiliki beberapa keunggulan, beton non-pasir juga memiliki keterbatasan, terutama dalam hal kekuatan tekan yang lebih rendah dibandingkan beton biasa. Oleh karena itu, penggunaannya harus disesuaikan dengan kebutuhan desain dan fungsi struktur yang direncanakan.



Gambar 2. 2 Beton Non – Pasir

(Sumber : Buku Ajar Teknologi Beton, Politeknik Negri Manado)

c. Beton Ringan

Beton yang memiliki berat kurang dari 1920 kg per m³ dikategorikan sebagai beton ringan. Penggunaan agregat ringan dalam campuran beton, seperti batu apung, perlit, dan skoria, memberikan bobot yang lebih ringan pada beton yang dihasilkan. Agregat-agregat ini memiliki kepadatan yang lebih rendah dibandingkan dengan agregat biasa seperti kerikil dan pasir, sehingga menghasilkan beton dengan berat yang lebih ringan tanpa mengurangi kekuatan yang dibutuhkan.

Beton ringan umumnya digunakan dalam berbagai aplikasi, antara lain untuk melindungi struktur baja, dimana lapisan beton ringan memberikan perlindungan terhadap api dan korosi. Selain itu, beton ringan juga digunakan untuk konstruksi dek jembatan bentang panjang, dimana

bobot yang lebih ringan membantu mengurangi beban total pada struktur jembatan. Beton ringan juga diterapkan dalam pembuatan blok bangunan, yang memudahkan pengangkutan dan pemasangan. Keuntungan utama dari beton ringan adalah kemampuannya untuk mengurangi beban pada struktur sambil tetap menjaga kekuatan dan ketahanan yang dibutuhkan untuk berbagai aplikasi konstruksi.



Gambar 2. 3 Beton Ringan

(Sumber : Buku Ajar Teknologi Beton, Politeknik Negri Manado)

d. Beton Pracetak

Beton pracetak adalah jenis beton yang dirancang dan dicor di luar area pembangunan, biasanya di pabrik atau fasilitas pembuatannya, sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan atau sesuai dengan kebutuhan proyek. Setelah dicetak, beton pracetak akan menjalani perawatan (curing) dalam lingkungan yang terkontrol untuk memastikan kualitas dan kekuatan beton, sebelum akhirnya dikirimkan ke lokasi konstruksi untuk dipasang.

Beberapa contoh model beton pracetak meliputi balok beton, unit tangga, dinding, tiang pracetak, dan ambang beton. Beton pracetak ini memiliki banyak keuntungan dalam proses konstruksi, antara lain:

- 1) Proses konstruksi yang lebih cepat, karena elemen-elemen beton sudah tersedia dan dapat langsung dipasang di lokasi.
- 2) Kualitas terjamin, karena beton pracetak dibuat oleh tenaga ahli di fasilitas pabrik yang sudah memiliki peralatan dan kontrol kualitas yang baik.
- 3) Pengurangan waktu pengerjaan, karena beton sudah siap pakai dan tidak memerlukan pencetakan di lokasi.

Namun, kekurangan utama dari beton pracetak adalah proses pengiriman. Beton pracetak harus dikirim dengan hati-hati untuk menghindari kerusakan selama perjalanan, karena elemen-elemen beton yang besar dan berat rentan terhadap benturan atau kerusakan jika tidak ditangani dengan benar. Meski begitu, manfaat yang diberikan oleh beton pracetak dalam hal kecepatan dan kualitas membuatnya menjadi pilihan yang populer dalam berbagai proyek konstruksi modern.



Gambar 2. 4 Beton Pracetak

(Sumber : Buku Ajar Teknologi Beton, Politeknik Negri Manado)

e. Beton Prategang

Beton prategang adalah jenis beton yang dirancang dengan tulangan yang diberi tegangan terlebih dahulu sebelum beton dicor. Proses ini melibatkan pemberian tegangan atau tekanan pada tulangan yang digunakan dalam struktur beton, yang kemudian dikencangkan dan ditahan pada setiap ujung unit struktural. Setelah itu, beton dicor dan dibiarkan mengeras. Selama proses pengerasan, beton akan menahan tegangan yang diberikan pada tulangan, sehingga struktur beton menjadi lebih kuat dan stabil.

Fenomena beton prategang ini memungkinkan bagian bawah dari komponen struktur beton menjadi lebih kuat terhadap gaya tarik. Hal ini karena tegangan yang diberikan pada tulangan sebelum pengecoran membantu menyeimbangkan gaya tarik yang timbul akibat beban eksternal, sehingga mengurangi kemungkinan terjadinya retak atau kerusakan pada beton.

Beton prategang sering digunakan dalam proyek besar dengan struktur yang memerlukan bentang lebar dan kekuatan ekstra, seperti pada jembatan, struktur dengan beban berat, dan atap dengan bentang panjang. Keuntungan utama dari beton prategang adalah kemampuannya untuk menciptakan struktur yang lebih ringan namun tetap kuat dan tahan lama, memungkinkan penggunaan material yang lebih efisien dalam proyek konstruksi besar dan kompleks.



Gambar 2. 5 Beton Prategang

(Sumber : Buku Ajar Teknologi Beton, Politeknik Negri Manado)

f. Beton Hampa

Beton hampa adalah jenis beton yang diproduksi dengan menggunakan teknik vakum, dimana air berlebih dalam campuran beton disedot menggunakan peralatan vakum khusus. Proses ini bertujuan untuk mengurangi kandungan udara dan kelembapan berlebih dalam adonan beton, sehingga menghasilkan campuran yang lebih padat dan homogen.

Proses Pembuatan Beton Hampa:

- 1) Setelah beton segar dicor, permukaan beton ditutup dengan membran khusus untuk menahan proses penghisapan.
- 2) Vakum digunakan untuk menyedot air yang tersisa di dalam campuran beton, sehingga kandungan air berlebih dan udara di dalam pori-pori beton diminimalkan.
- 3) Setelah proses vakum selesai, beton dibiarkan mengeras dengan struktur yang lebih rapat dan kuat.

Karakteristik Beton Hampa:

- 1) **Kepadatan Tinggi:** Berkat penghilangan udara dan air berlebih, beton ini memiliki kepadatan yang lebih tinggi dibandingkan beton biasa.

- 2) Kekuatan Tekan Tinggi: Dengan struktur yang lebih padat, beton hampa mampu menahan beban dan tekanan lebih besar, menjadikannya salah satu jenis beton dengan kekuatan tertinggi.
- 3) Daya Tahan Tinggi: Beton hampa lebih tahan terhadap retak, tekanan eksternal, dan kondisi lingkungan yang ekstrem, seperti paparan bahan kimia atau cuaca buruk.

Keunggulan Beton Hampa:

- 1) Kekuatan Struktural yang Tinggi: Ideal untuk aplikasi yang membutuhkan kekuatan tekan maksimum, seperti gedung bertingkat tinggi, jembatan, atau struktur berat lainnya.
- 2) Ketahanan yang Lebih Baik: Memiliki daya tahan lebih lama terhadap keausan, tekanan, dan lingkungan yang agresif dibandingkan beton konvensional.
- 3) Kualitas Permukaan yang Halus: Proses vakum menghasilkan permukaan beton yang lebih halus, sehingga cocok untuk elemen arsitektural dengan kebutuhan estetika tinggi.

Beton hampa banyak digunakan untuk konstruksi yang memerlukan kekuatan dan daya tahan tinggi, seperti:

- 1) Struktur bangunan bertingkat tinggi.
- 2) Komponen infrastruktur berat, seperti jembatan atau pelabuhan.
- 3) Bangunan industri yang terpapar bahan kimia atau beban berat.

Beton hampa menawarkan solusi inovatif untuk meningkatkan kekuatan dan daya tahan beton, meskipun membutuhkan peralatan dan proses yang lebih kompleks dibandingkan beton konvensional.

Beton hampa sering digunakan dalam konstruksi bangunan besar dan tinggi, seperti pencakar langit atau gedung bertingkat tinggi, dimana kekuatan dan ketahanan beton terhadap berbagai kondisi eksternal, seperti beban struktural yang berat, sangat diperlukan. Beton ini juga bermanfaat dalam aplikasi yang membutuhkan beton dengan performa struktural superior.



Gambar 2. 6 Beton Hampa

(Sumber : Buku Ajar Teknologi Beton, Politeknik Negeri Manado)

g. Beton Bertulang

Beton tulangan baja adalah jenis beton yang diberi tulangan baja untuk meningkatkan kemampuannya dalam menahan gaya tarik. Beton biasa memiliki kelemahan dalam menahan gaya tarik, yang dapat menyebabkan retakan atau kerusakan pada struktur. Oleh karena itu, pemberian tulangan baja pada beton bertujuan untuk memperkuat beton dalam menahan tarikan dan tekanan, sehingga meningkatkan kekuatan dan ketahanannya.

Tulangan yang digunakan dapat berupa batangan rod, batangan bar, atau bahkan dalam bentuk besi jaring (mesh). Selain itu, saat ini ada juga penggunaan tulangan fiber yang terbuat dari bahan seperti serat kaca atau serat karbon, yang menawarkan kekuatan dan fleksibilitas tambahan. Apa pun jenis tulangan yang digunakan, hal yang paling penting adalah memastikan adanya ikatan yang tepat antara beton dan tulangan.

Ikatan yang kuat antara beton dan tulangan sangat penting karena dapat mengontrol faktor-faktor seperti kekuatan struktural dan durabilitas beton. Jika ikatan ini tidak cukup baik, beton dan tulangan dapat terpisah atau bekerja secara terpisah, mengurangi efektivitas tulangan dalam mengalirkan beban dan memperburuk ketahanan beton terhadap beban atau kondisi ekstrem. Dengan demikian, beton tulangan baja memiliki kemampuan yang jauh lebih baik dalam mengatasi berbagai jenis beban dan lebih tahan lama dibandingkan beton biasa.



Gambar 2. 7 Beton Bertulang

(Sumber : Buku Ajar Teknologi Beton, Politeknik Negri Manado)

h. Beton Mortar

Beton mortar adalah jenis beton yang diperoleh dari campuran semen, pasir, dan air dalam proporsi tertentu. Beton mortar, yang juga dikenal

dengan sebutan beton semen, merupakan bahan bangunan yang digunakan untuk berbagai aplikasi konstruksi ringan. Beton mortar biasanya memiliki tekstur yang lebih halus dibandingkan dengan beton biasa, karena kandungan agregat halus seperti pasir yang digunakan dalam pembuatannya.

Ada beberapa bentuk mortar yang sering digunakan dalam konstruksi, di antaranya:

- 1) Semen: Merupakan bentuk mortar yang paling umum, digunakan untuk pembuatan adukan beton maupun perekat berbagai material.
- 2) Kapur: Digunakan terutama untuk aplikasi yang membutuhkan fleksibilitas lebih, seperti pada pekerjaan pemugaran bangunan kuno.
- 3) Lumpur: Biasanya digunakan dalam beberapa teknik tradisional atau aplikasi khusus seperti pembuatan plesteran.

Salah satu jenis mortar yang lebih khusus adalah semen ferro, yang mencakup penggunaan jaring penguat baja. Beton semen ferro ini sangat ulet dan memiliki kekuatan tarik yang lebih tinggi, menjadikannya pilihan ideal untuk aplikasi yang memerlukan kekuatan tambahan, seperti pada struktur yang menghadapi beban berat atau stress mekanis.

Secara keseluruhan, beton mortar lebih sering digunakan dalam aplikasi yang membutuhkan bahan dengan daya rekat yang kuat, seperti pada plesteran, dinding, atau lapisan pelindung dalam konstruksi.



Gambar 2. 8 Beton Mortar

(Sumber : Buku Ajar Teknologi Beton, Politeknik Negri Manado)

i. Beton Massa

Beton massa adalah jenis beton yang didesain dan diproduksi dalam jumlah besar dengan tujuan untuk memenuhi kebutuhan struktur yang memerlukan volume beton yang sangat besar. Penuangan beton massa biasanya lebih banyak dibandingkan dengan beton biasa, karena volume yang diperlukan jauh lebih besar dibandingkan dengan luas permukaan yang ada. Hal ini membuat beton massa memiliki karakteristik yang berbeda, dengan dimensi yang cukup besar, sering kali lebih dari 60 cm.

Karakteristik utama beton massa adalah kemampuannya untuk menahan hidrasi panas yang tinggi, yang bisa terjadi saat volume beton yang besar mengeras, sehingga memerlukan pengaturan perawatan yang cermat untuk mencegah kerusakan pada struktur akibat panas berlebih. Beton massa sering digunakan dalam konstruksi yang membutuhkan struktur besar dan kuat, seperti fondasi besar, tiang bangunan, bendungan, dan bendung.

Beton massa juga digunakan pada proyek-proyek yang memerlukan stabilitas dan ketahanan terhadap beban berat atau tekanan yang sangat tinggi, sehingga struktur yang dibangun dengan beton massa dapat bertahan dalam jangka waktu yang lama dan memberikan daya dukung yang sangat tinggi.



Gambar 2. 9 Beton Massa

(Sumber : Buku Ajar Teknologi Beton, Politeknik Negri Manado)

j. Beton Siklop

Beton siklop adalah jenis beton yang menggunakan bahan pengisi tambahan dengan ukuran agregat yang relatif besar, biasanya memiliki dimensi penampang antara 15 hingga 20 cm. Beton ini dibuat dengan mencampurkan agregat besar ke dalam adonan beton biasa, seperti semen, pasir, dan air, yang bertujuan untuk memperkuat struktur beton tersebut.

Beton siklop sering digunakan dalam konstruksi bendungan, jembatan, dan infrastruktur air lainnya, karena agregat besar yang digunakan dapat memberikan kekuatan tambahan dan daya tahan yang lebih baik terhadap beban berat dan tekanan. Salah satu keuntungan utama dari penggunaan beton siklop adalah kemampuannya untuk mengurangi

biaya konstruksi secara signifikan, terutama untuk proyek-proyek besar, tanpa mengorbankan kualitas dan kekuatan struktur beton.

Penggunaan agregat besar juga mengurangi kebutuhan akan volume bahan lainnya, sehingga bisa mengurangi biaya material dan pengerjaan. Namun, beton siklop memerlukan perhatian khusus dalam pengaturan proporsi agregat agar adonan tetap dapat dicampur dengan baik dan menghasilkan beton yang kuat dan tahan lama.



Gambar 2. 10 Beton Siklop

(Sumber : Buku Ajar Teknologi Beton, Politeknik Negeri Manado)

k. Beton Serat

Beton serat adalah jenis beton yang dibuat dengan menambahkan serat-serat tertentu ke dalam campurannya untuk meningkatkan kualitas, kekuatan, dan ketahanannya terhadap berbagai tekanan dan kondisi lingkungan. Penambahan serat bertujuan untuk meningkatkan durabilitas, kekuatan tarik, serta ketahanan beton terhadap retakan, sehingga beton menjadi lebih tahan lama dan lebih mampu menahan gaya tarik serta beban dinamis yang berulang.

Beberapa jenis serat yang umum digunakan dalam pembuatan beton serat antara lain serat asbestos, plastik, kawat baja, serta serat alami yang

berasal dari tumbuhan seperti serat kelapa atau bambu. Masing-masing jenis serat memiliki karakteristik yang berbeda dalam meningkatkan performa beton. Misalnya, serat baja dapat meningkatkan ketahanan beton terhadap beban berat dan benturan, sementara serat plastik lebih efektif dalam mengurangi retak akibat penyusutan.

Dengan adanya serat dalam campuran, beton menjadi lebih tahan terhadap retakan mikro yang dapat berkembang menjadi retakan besar seiring waktu. Selain itu, beton serat juga lebih mampu mempertahankan kualitasnya dalam kondisi lingkungan yang ekstrem, seperti perubahan suhu, kelembapan tinggi, serta eksposur terhadap bahan kimia atau beban lalu lintas yang berulang. Oleh karena itu, beton serat banyak digunakan dalam berbagai aplikasi konstruksi, termasuk lantai industri, jalan raya, jembatan, dan elemen struktural yang membutuhkan daya tahan tinggi terhadap tekanan dan perubahan lingkungan.

Beton serat sering digunakan dalam aplikasi konstruksi yang membutuhkan durabilitas tinggi, seperti lantai industri, dinding, jalan, dan jembatan, karena serat ini meningkatkan ketahanan beton terhadap keausan, gesekan, serta beban berat tanpa mengurangi kekuatan tekan beton itu sendiri.



Gambar 2. 11 Beton Serat

(Sumber : Buku Ajar Teknologi Beton, Politeknik Negri Manado)

1. Beton Polimer

Beton polimer adalah jenis beton yang dibuat dengan mencampurkan agregat halus dengan bahan perekat polimer, seperti resin sintesis. Dibandingkan dengan semen portland yang digunakan sebagai pengikat pada beton konvensional, beton polimer memiliki beberapa keunggulan yang lebih baik dalam hal kuat tekan, stabilitas volume, dan durabilitas.

Beton polimer memiliki sifat yang kedap air, yang membuatnya lebih tahan terhadap suhu ekstrem, sinar ultraviolet, serta larutan agresif. Hal ini menjadikannya sangat cocok untuk digunakan dalam konstruksi bangunan bawah air, seperti pelabuhan, tangki air, atau saluran pipa, dimana beton harus menahan kondisi lingkungan yang keras dan berhubungan langsung dengan air.

Keunggulan lainnya dari beton polimer adalah kemampuan untuk menahan beban yang lebih tinggi dengan lebih sedikit perubahan bentuk dibandingkan beton konvensional. Dengan demikian, beton ini sering digunakan di area yang membutuhkan struktur yang sangat kuat dan tahan

lama, seperti pada proyek-proyek di lingkungan maritim atau di area yang membutuhkan proteksi tinggi terhadap korosi.



Gambar 2. 12 Beton Polimer
(Sumber : Buku Ajar Teknologi Beton, Politeknik Negeri Manado)

5. Serat Baja (*Steel Fiber*)

Serat baja ialah sebuah penemuan pada dunia konstruksi menggunakan tambahan serat pada adonan beton agar meningkatkan kekuatan beton dan performa material tadi. Beton serat ialah suatu jenis beton yang diperkuat menggunakan penambahan serat – serat menjadi bahan tambahn. Serat ini bisa berasal dari material, termasuk baja, polipropilena, polietilen, atau serat alam seperti serat rami atau serat kelapa. Tujuan utama dari penambahan serat adalah untuk meningkatkan ketahanan beton terhadap retak, kuatan geser, dan daya tahan terhadap beban dinamis. Beton serat dibedakan berdasarkan jenis serat yang digunakan, berikut jenis beton yang familiar antara lain :

a. Beton Serat Baja

Beton serat baja ialah beton serat yang memakai serat baja sebagai bahan penguat. Serat baja dipergunakan untuk menaikkan kuat tarik beton serat meredam retakan yang mungkin mampu terjadi. Jenis beton serat ini umumnya dipergunakan di proyek – proyek konstruksi yang membutuhkan kekuatan tambahan, seperti jembatan serta lantai industri.

b. Beton Serat Polipropilena

Beton serat polipropilena memakai serat – serat polipropilena sebagai bahan penguat. Serat ini lebih ringan serta lebih tahan terhadap korosi dibandingkan dengan serat baja. Beton serat polipropilena acapkali dipergunakan pada proyek konstruksi bangunan tingi serta dinding resistor tanah.

c. Beton Serat Polietilena

Beton serat polietilena memakai serat – serat polietilena sebagai bahan penguat. Serat ini mempunyai kelebihan dalam menyerap energi deformasi, sehingga cocok untuk proyek – proyek konstruksi yang membutuhkan tahanan terhadap gempa.

d. Beton Serat Alam

Beton serat alam memakai serat – serat alam seperti serat rami atau serat kelapa sebagai bahan campurannya. Jenis beton serat ini mempunyai sifat ramah lingkungan serta acapkali digunakan dalam proyek – proyek yang menekankan keberlanjutan serta penggunaan bahan alami.

6. Serat Baja Pada Beton

Penambahan serat ke dalam beton telah lama diterapkan untuk meningkatkan kekuatan Tarik dan ketahanan terhadap retakan. Serat baja merupakan salah satu jenis serat yang paling efektif untuk meningkatkan ketahanan beton terhadap beban Tarik dan mengurangi perkembangan retakan. Menurut Yazici et al. (2007), penambahan serat baja dalam beton meningkatkan ketahanan beton terhadap kejut dan pengaruh beban dinamis, serta meningkatkan ketahanan terhadap pergerakan retakan karena adanya penguatan yang lebih merata di seluruh volume beton. Serat baja juga membantu mendistribusikan beban secara lebih uniform didalam matriks beton (Jabbar et al.,2014)

7. Fungsi Serat Beton

Penggunaan serat pada beton memiliki tujuan utama untuk meningkatkan kekuatan dan ketahanan beton, sekaligus mengurangi risiko retak yang sering

terjadi pada struktur beton. Serat yang ditambahkan ke dalam beton berperan sebagai penguat tambahan yang membantu menyebarkan tegangan secara merata. Adapun fungsi utama serat beton mencakup:

a. Meningkatkan Kuat Tarik

Salah satu fungsi dari serat beton adalah menaikkan kekuatan tarik beton. Serat – serat yang didistribusikan merata didalam beton membantu meredam serta menahan retakan yang mungkin terjadi pada struktur.

b. Mengurangi Retakan

Serat beton sangat efektif dalam mengurangi retakan yang ditimbulkan oleh perubahan suhu, gaya tarik, serta beban dinamis. Serat – serat berperan sebagai penghambat retakan, sehingga struktur menjadi tahan lama serta stabil.

c. Meningkatkan Daya Tahan Terhadap Gempa

Pada proyek – proyek konstruksi pada daerah rawan gempa, penggunaan serat beton bisa menaikkan daya tahan terhadap gempa. Serat – serat bekerja sebagai pemecah gelombang serta menyerap energi gempa, mengurangi struktural.

d. Memperpanjang Umur Struktur

Dengan mengurangi retakan dan menaikkan ketahanan terhadap beban, serat beton bisa membantu memperpanjang umur struktur bangunan. Hal ini mengurangi kebutuhan perawatan serta pemugaran dalam jangka panjang.

8. Kelebihan Serat Beton

Serat beton mempunyai beberapa kelebihan dibandingkan beton konvensional, beberapa kelebihan serat beton yaitu :

a. Ketahanan Terhadap Retakan

Kelebihan utama serat beton yaitu kemampuannya dalam menunda retakan. Serat – serat bekerja sebagai penghalang untuk penyebaran retakan, mengakibatkan beton lebih tahan terhadap perubahan suhu serta beban eksternal.

b. Peningkatan Kekuatan

Beton serat bisa menaikkan kekuatan beton, terutama dalam hal kuat tarik. Ini membuatnya ideal untuk proyek – proyek yang membutuhkan daya tahan tambahan, seperti lantai industri serta konstruksi jembatan.

c. Daya Tahan Terhadap Gempa

Pada daerah yang rentan terhadap gempa, penggunaan serat beton bisa mengurangi kerusakan struktural dampak getaran gempa. Serat – serat bertindak menjadi amortisator, meredam tenaga yang dihasilkan oleh gempa.

d. Pengurangan Berat

Beton serat acapkali lebih ringan dibandingkan beton konvensional, terutama ketika memakai serat – serat ringan seperti polipropilena atau polietilena. Ini bisa mengurangi beban struktural di bangunan dan mempermudah proses konstruksi.

9. Kekurangan Serat Beton

Meskipun memiliki aneka macam kelebihan, tetapi beton serat juga memiliki beberapa kekurangan yang perlu dipertimbangkan yaitu sebagai berikut :

a. Biaya Produksi Lebih Tinggi

Pada umumnya biaya produksi beton serat lebih tinggi dibandingkan dengan beton konvensional, sebab proses produksi serta penggunaan serat sebagai bahan tambahan mengakibatkan peningkatan biaya, meskipun ini bisa diimbangi dengan laba jangka panjang.

b. Tidak Cocok untuk Semua Proyek

Meskipun serat beton mempunyai keunggulan tertentu, tetapi tidak seluruh proyek memerlukan ciri khusus yang ditawarkannya. Pada proyek – proyek kecil atau dengan kebutuhan kekuatan yang terbatas, penggunaan beton serat mungkin tidak efisien secara ekonomis.

c. Perlu Pengawasan Khusus dalam Penerapannya

Proses pengecoran serta penerapan beton memerlukan pengawasan khusus. Distribusi serat wajib merata untuk mencapai performa maksimal, serta hal ini memerlukan keahlian khusus dari pekerja konstruksi.

B. Tinjauan Pustaka

Penulisan penelitian ini akan mengaitkan temuan-temuan yang ada dengan beberapa karya ilmiah terdahulu untuk memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif mengenai topik yang dibahas. Karya ilmiah yang akan digunakan sebagai referensi akan dijelaskan dibawah ini, dengan tujuan untuk membangun

dasar teori yang relevan dan memberikan konteks yang lebih kuat dalam penelitian ini. Adapun karya ilmiah yang dimaksud antara lain:

1. (Nugraheni, 2011) dengan judul Tinjauan Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi Berserat Baja dengan Menggunakan *Filler Nanomaterial*. Penelitian ini meneliti pengaruh penggunaan filler berbasis nanomaterial dalam meningkatkan mutu beton, khususnya dalam hal kuat tekan. Filler yang digunakan adalah pasir kuarsa, yang ditambahkan sebanyak 10% dari kadar semen dalam campuran beton. Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan kuat tekan yang signifikan pada berbagai umur beton, membuktikan efektivitas penggunaan filler dalam memperbaiki performa material ini. Pada umur 7 hari, penambahan pasir kuarsa sebagai filler meningkatkan kuat tekan beton sebesar 43,26% dibandingkan dengan beton normal. Tren peningkatan ini terus berlanjut pada umur 14 hari, di mana beton mengalami peningkatan kuat tekan sebesar 46,67%. Hasil ini menunjukkan bahwa pengaruh filler semakin optimal seiring bertambahnya umur beton. Pada umur 28 hari, peningkatan kuat tekan mencapai 33% dibandingkan dengan beton tanpa filler, membuktikan bahwa penggunaan pasir kuarsa dapat memperkuat struktur beton dalam jangka panjang. Berdasarkan temuan ini, dapat disimpulkan bahwa penggunaan filler berbasis nanomaterial, khususnya pasir kuarsa, berkontribusi secara signifikan dalam meningkatkan mutu beton, terutama dalam hal kuat tekan. Selain itu, penelitian ini juga menunjukkan bahwa dengan penambahan filler, beton dapat mencapai performa optimal dalam waktu yang lebih singkat, terutama pada umur 7 dan

14 hari, sehingga dapat menjadi solusi efektif dalam konstruksi yang membutuhkan percepatan pengerasan tanpa mengorbankan kualitas.

2. (Zainuddin & Wahyudi, 2012) dengan judul Pengaruh Penambahan Serat Sabut Kelapa pada Beton Normal dengan Uji Kuat Tekan dan Kuat Lentur. Penelitian ini membahas pengaruh penambahan serat sabut kelapa dalam campuran beton terhadap nilai kuat tekan dan kuat lentur. Berdasarkan hasil penelitian, penambahan serat sabut kelapa tidak memberikan peningkatan signifikan pada kuat lentur beton. Meskipun berbagai variasi komposisi serat telah diuji, tidak ditemukan perbedaan yang berarti dalam peningkatan daya lentur beton dibandingkan dengan beton tanpa serat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beton dengan tanpa penambahan serat sabut kelapa (0%) memiliki nilai kuat tekan tertinggi, yaitu sebesar 19,73 MPa. Nilai ini dianggap sebagai kondisi optimal dibandingkan dengan beton yang mengandung serat sabut kelapa, yang cenderung mengalami penurunan kekuatan tekan. Dengan demikian, beton tanpa serat sabut kelapa terbukti memiliki performa yang lebih baik dalam aspek kuat tekan dibandingkan dengan campuran yang mengandung serat. Secara keseluruhan, penelitian ini mengindikasikan bahwa penambahan serat sabut kelapa tidak memberikan kontribusi positif terhadap peningkatan kuat lentur maupun kuat tekan beton. Oleh karena itu, dalam kondisi penelitian ini, penggunaan beton tanpa serat sabut kelapa lebih disarankan untuk memperoleh kekuatan tekan yang optimal.

3. (Wibisono et al., 2018) dengan judul Pengaruh Penambahan Serat Baja Terhadap Peningkatan Kuat Kokoh Tekan, Kuat Tarik Belah dan Kuat Lentur Murni pada Beberapa Mutu *Steel Fiber Reinforced Concrete*. Penelitian ini menganalisis pengaruh penambahan serat baja terhadap berbagai sifat mekanik beton, termasuk kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat lentur murni, pada beberapa mutu *Steel Fiber Reinforced Concrete* (SFRC). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan serat baja berkontribusi positif terhadap peningkatan kekuatan beton dalam berbagai aspek mekanis. Pada pengujian kuat tekan, beton SFRC dengan kadar serat baja 1% menunjukkan peningkatan tertinggi, yaitu sebesar 20,33% dibandingkan dengan beton tanpa serat baja. Sementara itu, pada pengujian kuat tarik belah, kadar serat baja 1,5% memberikan peningkatan yang paling signifikan, mencapai 161,45%, menunjukkan bahwa serat baja berperan besar dalam meningkatkan ketahanan beton terhadap gaya tarik. Selain itu, pada pengujian kuat lentur murni, beton dengan kadar serat baja 1,5% juga menunjukkan peningkatan signifikan sebesar 47,49%, menegaskan bahwa serat baja berkontribusi dalam meningkatkan fleksibilitas dan ketahanan beton terhadap gaya lentur. Secara keseluruhan, penelitian ini membuktikan bahwa penambahan serat baja dalam beton SFRC dapat secara signifikan meningkatkan performa mekanik beton. Kadar serat baja 1,5% memberikan hasil terbaik dalam meningkatkan kuat tarik belah dan kuat lentur murni, sementara kadar 1% lebih optimal dalam meningkatkan kuat tekan beton. Hasil ini menunjukkan bahwa

pemilihan kadar serat baja dalam beton perlu disesuaikan dengan kebutuhan struktural yang diinginkan untuk mencapai performa terbaik.

4. (Okky Hendra Hermawan et al., 2021) dengan judul Analisa Kuat Tekan Beton Akibat Pengaruh Penggunaan Limbah Batu Bata. Penelitian ini menganalisis pengaruh penambahan serbuk batu bata sebagai bahan pengganti agregat halus terhadap kuat tekan beton. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dalam pendekatan kuantitatif, di mana serbuk batu bata ditambahkan dalam proporsi 10%, 15%, dan 20% dari total agregat halus. Tujuan utama penelitian ini adalah mengevaluasi performa beton yang mengandung limbah batu bata serta memberikan kontribusi terhadap pengelolaan limbah konstruksi dengan menjadikannya alternatif bahan bangunan yang lebih ramah lingkungan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kuat tekan beton yang dihasilkan bervariasi bergantung pada persentase serbuk batu bata yang digunakan serta usia beton saat pengujian. Pada umur 7 hari, beton dengan 10% serbuk batu bata memiliki kuat tekan rata-rata 13,18 MPa, sedangkan campuran dengan 15% dan 20% serbuk batu bata masing-masing menghasilkan kuat tekan rata-rata 14,33 MPa dan 13,73 MPa. Namun, semua nilai ini masih lebih rendah dibandingkan beton normal tanpa serbuk batu bata, yang memiliki kuat tekan rata-rata 14,39 MPa. Pada umur 28 hari, terjadi penurunan kuat tekan lebih lanjut. Beton dengan 10% serbuk batu bata memiliki kuat tekan rata-rata 18,85 MPa, sementara beton dengan 15% dan 20% serbuk batu bata masing-masing mencapai 18,20 MPa dan 18,15 MPa. Semua nilai ini tetap lebih rendah dibandingkan beton normal

yang memiliki kuat tekan rata-rata 23,75 MPa. Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa penambahan serbuk batu bata dalam campuran beton cenderung menurunkan kuat tekan beton. Semakin tinggi persentase serbuk batu bata yang digunakan, semakin besar pula penurunan kekuatan tekan yang terjadi. Meskipun pemanfaatan limbah batu bata sebagai pengganti agregat halus memiliki potensi dalam pengelolaan limbah konstruksi, dampaknya terhadap sifat mekanik beton perlu diperhatikan, terutama dalam aplikasi yang membutuhkan beton dengan kekuatan tinggi. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengoptimalkan penggunaan serbuk batu bata dalam campuran beton agar tetap memenuhi standar kekuatan yang dibutuhkan.

5. (Musrfin et al., 2021) dengan judul Analisa Pengaruh Penggunaan Serat Sabut Kelapa Terhadap Kuat Tahan Beton. Penelitian ini mengkaji karakteristik material agregat kasar dan agregat halus yang berasal dari kawasan Batauga, Buton Selatan, serta pengaruh penambahan serat sabut kelapa dari Kelurahan Bonegunu, Kecamatan Bonegunu, Kabupaten Buton Utara terhadap kuat tekan beton. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi perkembangan kuat tekan beton yang direndam dalam perawatan laboratorium pada umur 3, 7, dan 28 hari, menggunakan benda uji berbentuk silinder berukuran 15 cm × 30 cm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beton normal (tanpa serat sabut kelapa) memiliki kuat tekan yang lebih tinggi dibandingkan dengan beton yang mengandung serat sabut kelapa pada semua usia pengujian. Beton normal mencatat rata-rata kuat tekan sebesar 183,4 kg/cm² pada umur 3 hari,

meningkat menjadi 246,1 kg/cm² pada umur 7 hari, dan mencapai 279,9 kg/cm² pada umur 28 hari. Sementara itu, beton dengan serat sabut kelapa menunjukkan hasil yang lebih rendah, dengan rata-rata kuat tekan sebesar 117,8 kg/cm² pada umur 3 hari, 145,0 kg/cm² pada umur 7 hari, dan mengalami sedikit penurunan menjadi 122,5 kg/cm² pada umur 28 hari. Secara umum, kuat tekan beton meningkat seiring bertambahnya umur perawatan, baik pada beton normal maupun beton dengan serat sabut kelapa. Namun, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa beton normal memberikan performa yang lebih baik dalam hal kuat tekan dibandingkan dengan beton yang mengandung serat sabut kelapa. Meskipun serat sabut kelapa memiliki potensi dalam meningkatkan sifat mekanik beton lainnya, dalam aspek kuat tekan, penggunaannya cenderung menurunkan nilai kekuatan beton pada material agregat yang diuji. Oleh karena itu, diperlukan kajian lebih lanjut untuk mengoptimalkan pemanfaatan serat sabut kelapa dalam campuran beton agar tetap memenuhi standar kekuatan yang dibutuhkan dalam aplikasi konstruksi.

6. (Kristyanto et al., 2023) dengan judul Rivew Mutu Lapisan Beton Fs 45 pada Ruas Jalan Kokap Kulonprogo. Penelitian ini mengevaluasi properti agregat yang digunakan dalam campuran beton berdasarkan standar SNI, untuk memastikan kualitas dan kesesuaiannya dalam aplikasi konstruksi. Beberapa parameter utama yang diuji meliputi abrasi agregat, kesetaraan pasir, kekekalan agregat, serta kuat tekan dan kuat lentur beton. Hasil uji abrasi agregat berdasarkan SNI 03-2417-2008 menunjukkan nilai abrasi sebesar

37,516% setelah 500 putaran, yang masih berada dalam batas maksimal 40% yang diizinkan. Uji kesetaraan pasir mengacu pada SNI 03-4428-1997 mencatat nilai 75,85%, jauh di atas nilai minimum 50% yang dipersyaratkan, menunjukkan bahwa pasir yang digunakan memiliki tingkat kebersihan yang baik. Pengujian kekekalan agregat halus (soundness) menghasilkan nilai 5,15%, sedangkan agregat kasar mencatat nilai 9,51%, keduanya masih dalam batas maksimal 18% yang ditetapkan oleh standar. Hasil uji kuat tekan beton rigid fs 45 menunjukkan rata-rata 42,81 MPa, lebih tinggi dari persyaratan minimum 39,7 MPa, sehingga beton dianggap memenuhi standar kekuatan tekan. Untuk uji kuat lentur, beton fs 45 dalam bentuk balok menghasilkan nilai rata-rata 5,5 MPa, melampaui batas minimum yang disyaratkan, yaitu 4,4 MPa. Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa agregat yang digunakan dalam campuran beton memenuhi standar kualitas yang ditetapkan oleh SNI. Beton yang dihasilkan memiliki sifat mekanik yang sesuai dengan persyaratan teknis, menjadikannya material yang layak digunakan dalam berbagai aplikasi konstruksi.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Metode Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam studi ini adalah penelitian eksperimen, yang bertujuan untuk mencari pengaruh dari perlakuan tertentu terhadap variabel yang lainnya dalam kondisi yang terkendalikan. Berdasarkan pendapat beberapa ahli, seperti:

Menurut (Sugiyono, 2020) penelitian eksperimen merupakan metode penelitian yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh perlakuan tertentu terhadap variabel lain dibawah kondisi yang terkendali. Dalam penelitian ini, peneliti memberikan perlakuan (treatment) pada subjek atau objek penelitian, lalu mengamati dan menganalisis dampaknya terhadap variabel yang diteliti.

Ciri utama penelitian eksperimen adalah adanya kontrol terhadap variabel-variabel yang dapat memengaruhi hasil penelitian, sehingga hubungan sebab-akibat antara variabel bebas (perlakuan) dan variabel terikat (hasil) dapat diketahui secara lebih valid. Penelitian eksperimen biasanya dilakukan di laboratorium, ruang kelas, atau lapangan, tergantung pada kebutuhan dan tujuan penelitian.

Menurut Arikunto (2006), penelitian eksperimen adalah metode penelitian yang digunakan untuk mencari hubungan sebab-akibat (kausal) antara dua faktor. Hubungan ini diteliti dengan memberikan perlakuan tertentu pada satu faktor yang sengaja dimunculkan oleh peneliti, sambil mengeliminasi atau menyisihkan faktor-faktor lain yang dapat memengaruhi hasil penelitian.

Proses ini dilakukan untuk memastikan bahwa perubahan pada variabel terikat benar-benar disebabkan oleh perlakuan yang diberikan pada variabel bebas, bukan oleh faktor lain di luar kendali peneliti. Dengan demikian, penelitian eksperimen dirancang secara cermat untuk mengisolasi variabel yang diteliti guna memperoleh hasil yang valid dan reliabel.

Menurut Solso & MacLin (2002), penelitian eksperimen adalah jenis penelitian yang melibatkan setidaknya satu variabel yang dimanipulasi untuk mempelajari hubungan sebab-akibat. Manipulasi ini dilakukan untuk mengamati bagaimana perubahan pada variabel tersebut memengaruhi variabel lain dalam situasi yang terkendali.

Penelitian eksperimen bertujuan untuk mengidentifikasi hubungan kausal dengan memastikan bahwa efek yang diamati pada variabel terikat sepenuhnya disebabkan oleh manipulasi pada variabel bebas, sehingga hasilnya dapat mendukung kesimpulan yang valid mengenai hubungan tersebut.

Penelitian eksperimen ini berkaitan erat dengan kegiatan untuk menguji hipotesis yang bertujuan untuk mencari pengaruh, hubungan, atau perbedaan perubahan terhadap kelompok atau variabel yang tengah diteliti. Oleh karena itu, penelitian eksperimen penting untuk menggali dan menganalisis pengaruh dari faktor-faktor yang diuji dalam penelitian ini.

B. Waktu dan Tempat Penelitian

1. Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada Agustus 2024 – Februari 2025. Sehingga, rincian kegiatan yang dilalui oleh penulis dari penyusunan skripsi ini adalah sebagai berikut:

Tabel 3. 1 Waktu Penelitian

No	Jenis Kegiatan	Tahun 2024 - 2025																													
		Agustus				September				Oktober				November				Desember				Januari				Februari					
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
1	Penyusunan Proposal	■	■	■	■																										
2	Bimbingan Proposal							■																							
3	Ujian Proposal								■																						
4	Uji Lab											■	■																		
5	Analisis Data															■	■	■	■												
6	Penyusunan Hasil Penelitian																			■	■	■	■	■	■						
7	Ujian Skripsi																											■	■	■	■

(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

2. Tempat Penelitian

Pengujian di Laboratorium PT. SAKA PILAR UTAMA, Jl. Provinsi Kesesi-Bantarbolang Ds.Karanganyar Kec. Bantarbolang Kab.Pemalang dan Kantor Pusat Jl. A. Yani Selatan No. 71/76 Pemalang.



Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian

(Sumber : *Screen Shoot* Komputer, Dokumentasi Pribadi)

C. Instrumen Penelitian

Berikut merupakan alat dan bahan yang diperlukan pada proses penelitian yaitu sebagai berikut :

1. Alat Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian yaitu antara lain :

- a. Timbangan dengan kapasitas 2 kg dan 50 kg, yang berfungsi untuk mengukur berat bahan campuran beton, seperti semen, agregat halus, agregat kasar, dan air, guna memastikan proporsi campuran sesuai desain yang direncanakan.
- b. Ayakan dengan berbagai ukuran diameter saringan, yaitu 25 mm, 19 mm, 12,5 mm, 9,5 mm, 4,75 mm, 2,36 mm, 1,18 mm, 0,6 mm, 0,3 mm, dan 0,15 mm, serta dilengkapi mesin penggetar ayakan (*vibrator*). Alat ini digunakan untuk menguji gradasi agregat, yang merupakan salah satu parameter penting dalam menentukan kualitas campuran beton.

- c. Oven dengan kapasitas temperatur hingga 220°C dan daya listrik sebesar 1500 W, yang berfungsi untuk mengeringkan agregat agar mencapai kondisi kering mutlak (*oven dry*). Hal ini penting untuk memastikan akurasi perhitungan kadar air dalam agregat.
- d. *Conical mould* dengan ukuran diameter atas 3,8 cm, diameter bawah 8,9 cm, dan tinggi 7,6 cm, yang dilengkapi dengan alat penumbuk. Alat ini digunakan untuk mengukur keadaan SSD (*Saturated Surface Dry*) agregat halus, yang merupakan kondisi agregat dengan kelembapan permukaan tepat jatuh tanpa kelebihan air.
- e. Kerucut Abrams, terbuat dari baja, dengan ukuran diameter atas 10 cm, diameter bawah 20 cm, dan tinggi 30 cm. Alat ini dilengkapi tongkat baja penusuk berujung tumpul dengan panjang 60 cm dan diameter 16 mm. Alat ini digunakan untuk menguji nilai *slump* adukan beton, yang mencerminkan konsistensi dan kemampuan pengerjaan (*workability*) campuran beton.
- f. Cetakan benda uji berupa silinder beton berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm, serta benda uji balok dengan ukuran panjang 60 cm, lebar 15 cm, dan tinggi 15 cm. Cetakan ini digunakan untuk membuat sampel uji yang akan diuji kekuatan tekan dan lenturnya.
- g. Mesin Uji Tekan (*Compression Testing Machine*) dengan kapasitas 2000 kN, yang digunakan untuk menguji kekuatan tekan beton. Alat ini sangat penting untuk menentukan kemampuan beton dalam menahan beban tekan sesuai standar yang ditetapkan.

h. Alat-alat pendukung lain yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

- 1) Gelas ukur berkapasitas 250 ml, digunakan untuk pengujian kadar lumpur dan kandungan zat organik dalam pasir. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan kualitas pasir sebagai agregat halus sesuai dengan standar yang berlaku.
- 2) Gelas ukur berkapasitas 2000 ml, digunakan untuk menakar air yang akan dicampurkan ke dalam adukan beton. Akurasi dalam pengukuran air sangat penting untuk mencapai rasio air-semen yang optimal.
- 3) Cetok semen, digunakan untuk mencampur bahan-bahan beton dalam skala kecil atau untuk perbaikan kecil pada permukaan cetakan beton.
- 4) Ember, berfungsi sebagai wadah untuk membawa atau mencampur bahan seperti air, pasir, atau campuran beton dalam jumlah terbatas.
- 5) Alat tulis, digunakan untuk mencatat data hasil pengujian dan observasi selama proses penelitian berlangsung.
- 6) Penggaris, digunakan untuk mengukur dimensi sampel atau untuk memastikan kesesuaian ukuran cetakan dan hasil uji dengan spesifikasi yang ditentukan.
- 7) Kamera digital, digunakan untuk mendokumentasikan setiap tahap penelitian, mulai dari persiapan, proses uji, hingga hasil akhir, sehingga memudahkan penyusunan laporan penelitian.
- 8) Stopwatch, digunakan untuk mencatat waktu pada proses yang membutuhkan pengukuran waktu, seperti waktu pengadukan beton, waktu pengerasan awal, atau pengujian tertentu.

9) Gunting, digunakan untuk memotong material pendukung, seperti plastik pembungkus cetakan atau bahan lain yang digunakan selama penelitian.

2. Bahan Penelitian

Berikut bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini meliputi :

a. Semen Portland

Penelitian ini menggunakan semen Portland tipe I, yang umum digunakan untuk konstruksi umum tanpa persyaratan khusus. Semen tipe ini dipilih karena kemampuannya memberikan kekuatan yang optimal untuk beton normal maupun beton serat.

b. Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan adalah pasir. Sebelum digunakan, pasir tersebut diuji untuk memastikan memenuhi spesifikasi yang ditetapkan dalam SNI. Parameter yang diuji meliputi berat jenis, daya serap, gradasi, kadar air, kadar lumpur, kandungan zat organik, serta berat volumenya. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa pasir yang digunakan memiliki kualitas yang baik dan konsisten.

c. Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan berupa batu pecah dengan ukuran maksimum (*maximum size*) 40 mm. Sebelum digunakan, agregat ini juga harus diuji untuk memastikan kesesuaiannya dengan standar SNI. Pengujian meliputi berat jenis, daya serap, gradasi, kadar air, kadar

lumpur, kandungan zat organik, dan berat volume. Kualitas agregat kasar ini sangat memengaruhi kekuatan dan kepadatan beton yang dihasilkan.

d. Air

Air yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari tipe *Poly Heed (SG)*, yang berfungsi sebagai *water reducer*. Air tersebut harus bersih dan bebas dari zat-zat yang dapat merusak beton, seperti minyak, lumpur, garam, atau senyawa kimia lain yang berpotensi menurunkan kualitas beton. Kualitas air sangat penting untuk memastikan reaksi hidrasi semen berjalan dengan optimal.

e. Serat Baja

Serat baja menurut standart ASTM A820, Spesifikasi ini mencakup persyaratan minimum untuk serat baja yang dimaksudkan untuk digunakan dalam beton bertulang serat. Empat jenis serat baja untuk tujuan ini didefinisikan sebagai potongan kawat yang ditarik dingin halus atau cacat; lembaran potongan halus atau cacat; serat yang diekstraksi dengan lelehan; atau serat baja lain yang cukup kecil untuk disebarkan secara acak dalam campuran beton. Serat baja yang digunakan memiliki diameter 0,90 mm dan panjang 60 mm. Serat-serat ini dipotong sesuai dengan ketentuan yang telah ditetapkan agar distribusinya dalam campuran beton merata. Penambahan serat baja bertujuan untuk meningkatkan sifat mekanis beton, terutama dalam menahan gaya tarik dan lentur.

3. Benda Uji Penelitian

Benda uji pada penelitian ini berupa silinder beton untuk uji kuat tekan dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, untuk uji kuat lentur berupa balok dengan ukuran panjang 60 cm lebar 15 cm, dan tinggi 15 cm.

D. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian ini mencakup dua tahapan yaitu yang pertama tahap pembuatan dan perawatan benda uji, selanjutnya dilakukan tahap pengujian kuat tekan benda uji.

1. Pembuatan dan Perawatan Benda Uji (*Curing*)

Pembuatan benda uji dilakukan berdasarkan perhitungan proporsi bahan yang telah ditetapkan pada tahap *Job Mix Design*. Tahapan awal melibatkan persiapan bahan, yang ditimbang sesuai dengan komposisi masing-masing variasi mutu beton yang direncanakan. Setiap campuran ditargetkan untuk mencapai nilai kuat lentur sebesar FS 45 pada saat pengujian di usia 28 hari.

Proses pencampuran bahan dimulai dengan memasukkan bahan-bahan secara bertahap ke dalam bak pencampur (*concrete mixer*). Mixer dibiarkan berputar hingga seluruh bahan tercampur merata menjadi adukan beton homogen. Setelah pencampuran selesai, adukan dituangkan ke dalam ember, kemudian dipindahkan ke cetakan yang telah disiapkan sebelumnya. Sebelum proses penuangan, cetakan diberi tambahan serat baja sesuai desain.

Selanjutnya, kelecakan adukan diperiksa menggunakan alat *kerucut Abrams* untuk memastikan campuran memenuhi standar konsistensi. Adukan

beton kemudian dituangkan ke cetakan hingga penuh, memastikan semua bagian cetakan terisi sempurna selama proses pemadatan.

Ketentuan dalam Pembuatan Benda Uji:

- a. Pengambilan adukan beton harus menggunakan alat seperti sendok aduk atau sekop, untuk mencegah terjadinya segregasi agregat.
- b. Penuangan adukan ke cetakan dilakukan secara hati-hati dan berlapis, disertai pemadatan untuk menghindari rongga dalam beton.
- c. Proses pembuatan benda uji harus sesuai dengan standar SNI 4431-2011, yang mengatur metode pembuatan dan perawatan benda uji beton di laboratorium.

Perawatan Benda Uji:

Setelah didiamkan selama 24 jam, benda uji dilepaskan dari cetakan dan diberi tanda untuk identifikasi. Benda uji kemudian direndam dalam kolam perendaman selama 28 hari. Proses perendaman ini bertujuan menjaga kestabilan kadar air dan suhu pada benda uji, sehingga hidrasi semen berlangsung optimal.

Setelah 28 hari, benda uji diangkat dari kolam perendaman dan dibiarkan di ruangan terbuka hingga kondisinya stabil. Langkah terakhir adalah melaksanakan pengujian terhadap benda uji sesuai tujuan penelitian. Perawatan yang konsisten dan sesuai prosedur ini sangat penting untuk memastikan hasil pengujian merepresentasikan kualitas beton yang sebenarnya.

2. Tahap Pengujian Kuat Tekan Benda Uji

Pengujian dilakukan ketika beton mencapai umur 28 hari, sesuai dengan standar yang berlaku untuk menentukan kekuatan tekan beton secara optimal. Sehari sebelum pengujian, benda uji dikeluarkan dari kolam perendaman untuk memastikan kondisinya siap diuji.

Sebelum dilakukan pengujian kuat tekan, setiap benda uji ditimbang untuk mencatat beratnya. Penimbangan ini penting untuk mengetahui kepadatan beton yang mungkin memengaruhi hasil pengujian. Pada penelitian ini, benda uji terdiri dari dua jenis: beton normal dan beton dengan tambahan serat baja. Serat baja yang digunakan memiliki diameter 0,90 mm dan panjang 60 mm, sesuai dengan desain campuran yang telah direncanakan.

Pengujian dilakukan dengan target kuat tekan rencana (f_c') sebesar 35 MPa. Hasil uji tekan diharapkan mampu menunjukkan perbedaan performa antara beton normal dan beton serat baja, khususnya dalam hal daya dukung tekan material tersebut. Pengukuran yang teliti dan prosedur yang sesuai standar akan memastikan hasil pengujian akurat dan dapat diandalkan.

E. Metode Pengumpulan Data

Sebelum melaksanakan penelitian ini dilakukan pengumpulan data untuk menunjang pelaksanaan penelitian sehingga pelaksanaan penelitian dapat lebih matang dan tidak terjadi hambatan. Data tersebut berupa data primer dan data sekunder yaitu :

a. Data Primer

Data primer pada penelitian ini yaitu hasil pengujian di Laboratorium PT SAKA PILAR UTAMA yaitu uji kuat tekan dan uji lentur beton dengan penambahan serat baja pada campuran perkerasan beton semen (beton fs 45).

b. Data Sekunder

Data sekunder yang dapat digunakan dalam penelitian ini yaitu berupa jurnal-jurnal terkait dengan penelitian beton sebagai referensi dari penelitian ini, peraturan SNI 1998 – 2008, SNI 03 - 4804 – 1998, SNI ASTM C136:2012 yang dapat digunakan dalam menentukan hasil uji kuat tekan beton, dan buku-buku referensi mengenai teknologi beton.

F. Metode Analisa Data

Metode analisa data pada penelitian ini merupakan penjabaran rumus atau panduan tata cara pengujian dan rincian data yang nantinya akan di peroleh. Adapun proses analisa data disetiap pengujian sebagai berikut :

1. Pengujian Kadar Air Agregat

Uji kadar air untuk agregat halus dan kasar dilakukan untuk mengukur kadar air dalam agregat yang digunakan sebagai komponen beton. Langkah-langkah untuk menguji kadar air agregat adalah sebagai berikut:

- a. Siapkan agregat kasar dan agregat halus yang akan digunakan dan diuji.
- b. Timbang berat awal agregat.
- c. Keringkan agregat tersebut dengan cara dipanaskan menggunakan oven atau kompor.

- d. Setelah agregat dalam keadaan benar benar kering, timbang Kembali agregat dan catat hasil perolehan berat agregat yang ditimbang.
- e. Selesai.

Tabel 3. 2 Form Pengujian Agregat

No	Uraian	Pengujian	
		I	II
1	Berat Contoh (gr)		
2	Berat Contoh (gr)		
3	Berat Kehilangan (gr)		
4	Kadar Air (%)		
	Rata-Rata		

(Sumber : Form Pengujian Agregat Lab. PT. Saka Pilar Utama)

2. Pemeriksaan Berat Jenis Agregat

Tes ini bertujuan untuk mengukur berat jenis (Bulk), berat jenis sedimentasi (SSD), berat jenis semu (Apparent), dan penyerapan air dari bahan curah.

Prosedur pengujian adalah sebagai berikut:

- a. Siapkan agregat halus dalam kondisi SSD.
- b. Selanjutnya, agregat ditempatkan ke dalam piknometer
- c. Tambahkan hingga 90% air dan putar alat sampai tidak ada gelembung udara yang terlihat secara agregat.
- d. Tambahkan air untuk mencapai batas yang ditandai dan timbang hidrometer yang diisi dengan air dan sampel uji.
- e. Keluarkan agregat dan keringkan sampel dalam oven.
- f. Selesai

Tabel 3.3 Form Pemeriksaan Berat Jenis Agregat

No.	URAIAN	Pengujian		Rata-Rata
		I	II	
1	Berat Contoh Permukaan Jenuh (SSD) (gr)			
2	Berat Contoh Kering Oven (BK) (gr)			
3	Berat Picno + Air (Kalibrasi) (B) (gr)			
4	Berat Picno + Air + Contoh (Bt) (gr)			
	Berat Jenis (Bulk) $\frac{BK}{(B+500-Bt)}$			
	Berat Kering Permukaan Jenuh (SSD) $\frac{500}{(B+500-Bt)}$			
	Berat Jenis Semu (Apparent) $\frac{BK}{(B+BK-Bt)}$			
	Penyerapan (Absortion) $\frac{(500-BK) \times 100 \%}{BK}$			

(Sumber : Form Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Lab. PT. Saka Pilar Utama)

3. Pemeriksaan Berat Isi Agregat

Langkah-langkah untuk pengujian berat isi agregat adalah sebagai berikut :

- a. Sediakan alat seperti silinder pengukur (contoh: silinder volume 1 liter), timbangan, dan air.
- b. Siapkan agregat yang akan diuji.
- c. Timbang agregat kering yang akan diuji.
- d. Isi silinder pengukur dengan agregat secara hati-hati, tanpa pengetatan atau pemadatan berlebih.
- e. Pastikan agregat terisi penuh.
- f. Timbang silinder yang telah diisi agregat dan catat beratnya.

- g. Isi silinder yang berisi agregat dengan air sampai penuh, pastikan tidak ada udara terjebak.
- h. Timbang kembali silinder yang berisi agregat dan air, catat beratnya.
- i. Catat hasil pemeriksaan dan evaluasi apakah agregat memenuhi spesifikasi yang ditetapkan.

Tabel 3. 4 Form Pemeriksaan Berat Isi Agregat

No	Uraian	Pengujian	
		I	II
1	Volume Mold A (cm ³)		
2	Berat Mold + Contoh B (gr)		
3	Berat Mold C (gr)		
4	Berat Contoh D = (B-C) (gr)		
5	Berat Isi E = (D/A) (gr/ cm ³)		
	Rata-Rata (gr/ cm ³)		

(Sumber : Form Pemeriksaan Berat Isi Agregat Lab. PT. Saka Pilar Utama)

4. Pengujian Analisa Saringan Agregat

Analisa saringan uji dilakukan pada agregat halus dan kasar (split) dengan ukuran 1-2 cm dan ukuran 2-3 cm. Tes ini dilakukan untuk menentukan rentang distribusi masing-masing agregat. langkah pengujian Analisa saringan agregat yaitu :

- a. Siapkan agregat halus atau agregat kasar yang akan diuji, lalu keringkan dengan oven.
- b. Masukkan agregat dengan keadaan kering kedalam saringan ukuran terkecil hingga ukuran saringan yang paling besar.
- c. Letakan susunan saringan agregat pada mesin *Shieve Shaker* selama 15 menit.

Selanjutnya ambil dan timbang masing-masing agregat yang berada di setiap ukuran saringan, serta catat hasil dari pengujian tersebut kedalam tabel dibawah ini.

Tabel 3. 5 Form Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat

Material		Pasir					
		Sampel 1			Sampel 2		
Ukuran Saringan		Tertahan		Lolos	Tertahan		Lolos
Inch	mm	gr	%	%	gr	%	%
1 1/2	37,5						
1"	20,0						
3/4 "	19,0						
1/2"	12,5						
3/8"	9,5						
#4	4,75						
#8	2,36						
#16	1,15						
#30	0,60						

Material		Pasir					
		Sampel 1			Sampel 2		
Ukuran Saringan		Tertahan		Lolos	Tertahan		Lolos
#50	0,30						
#100	0,15						
#200	0,075						
Berat Contoh							

(Sumber : Form Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Lab. PT. Saka Pilar Utama)

5. Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari.

Hal ini dilakukan dengan tujuan mengetahui beban maksimum yang dihasilkan oleh pembebanan tekan dengan mengacu pada aturan SNI 14 - 1989. Dengan Langkah-langkah sebagai berikut :

- a. Sterilkan benda uji dari kotoran yang menempel pada permukaan.
- b. Ukur dimensi benda uji menggunakan jangka sorong atau penggaris yang tersedia di Laboratorium dengan ketelitian 0,1mm
- c. Letakan benda uji tepat ditengah alat pengujian
- d. Nyalakan mesin dengan pemberian pembebanan pada benda uji yang terus ditingkatkan
- e. Pembebanan dilakukan hingga bacaan pada alat stabil. Sembari pembebanan dilaksanakan, catatlah beban maksimum pada bacaan alat setelah pembebanan yang terjadi.

Rumus Perhitungan yang digunakan untuk memperoleh hasil nilai kuat tekan benda uji adalah sebagai berikut :

$$\text{Kekuatan Tekan (MPa)} = \frac{P}{A} = \frac{\text{Tekanan}}{\text{Luas Permukaan}} = \frac{N}{\text{mm}^2} = \text{N/mm}^2$$

Keterangan : P = Tekanan (KN atau N) N/mm = MPa

A = Luas Permukaan (mm²) 1KN = 1000N

Tabel 3. 6 Form Pengujian Kuat Tekan Beton

No	Identifikasi Benda Uji			Hasil Pengujian		Ket.	
	Umur	Dimensi		Berat Benda Uji	Gaya Tekan		Nilai Kuat Tekan
		Diameter	Tinggi				
	(hari)	(cm)	(cm)	(kg)	(kN)		(Mpa)
1							
2							
3							
4							
5							
6							
Rata-Rata Nilai Kuat Tekan Beton Normal :							

(Sumber : Form Pengujian Kuat Tekan Beton Lab. PT. Saka Pilar Utama)

6. Pengujian Kuat Lentur Beton

Pengujian kuat lentur beton dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari.

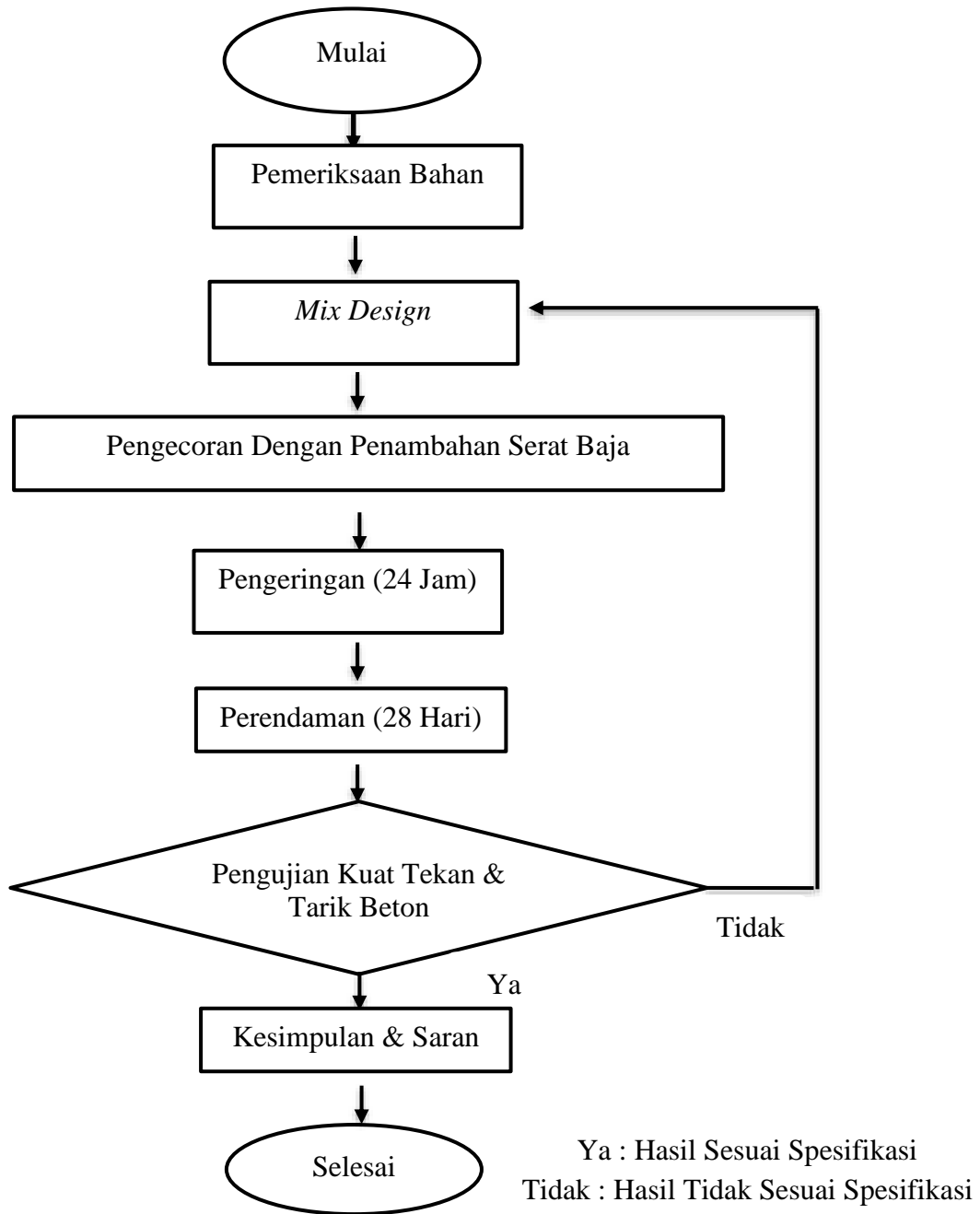
Dengan Langkah-langkah sebagai berikut :

- a. Pasang balok pada mesin uji dengan dua tumpuan di ujung-ujungnya.
- b. Tambahkan beban secara bertahap di tengah balok hingga terjadi kerusakan.
- c. Catat beban, retakan, defleksi, dan perubahan bentuk selama uji.
- d. Tentukan kuat lentur pada beban maksimum yang diterima sebelum balok gagal.

Tabel 3. 7 Form Pengujian Kuat Lentur Beton

Nomor	Identifikasi Contoh Uji			Hasil Pengujian					Kuat Lentur	Keterangan
	Berat	Umur	Mutu	Gaya	Jarak	Ukuran				
				Tekan	Tumpuan	Panjang	Lebar	Tinggi		
	P	L	p	l	t	σ_l				
(kg)	(hari)	(Mpa)	(kN)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(Mpa)		
1										
2										
3										
4										
5										
6										
Rata-Rata Hasil Kuat Lentur Beton Normal :										

(Sumber : Form Pengujian Kuat Lentur Beton Lab. PT. Saka Pilar Utama)

G. Diagram Alir Penelitian

Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian
(Sumber : Pribadi)