

PENGARUH PENAMBAHAN SERAT *POLYPROPYLENE* TERHADAP KUAT TARIK BELAH BETON

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi syarat dalam
Ujian sidang sarjana teknik sipil strata satu
Universitas medan area

Disusun oleh:

BAYU ZAHRIAN P. SIRAIT
NPM: 178110156



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
2022**

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH PENAMBAHAN SERAT *POLYPROPYLENE* TERHADAP KUAT TARIK BELAH BETON

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Dalam
Ujian Sidang Sarjana Teknik Sipil Strata Satu
Universitas Medan Area

Disusun Oleh:

BAYU ZAHRIAN P. SIRAIT
NPM: 178110156

Disetujui:

Pembimbing I

Hermansyah, S.T., M.T
NIDN: 0106088004

Pembimbing II

Suranto, S.T., M.T
NIDN: 0129127605

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Rahmida Syah, S.Kom, M.Kom
NIDN: 01050588004

Ketua Prodi Teknik Sipil



Hermansyah, S.T., M.T
NIDN: 0106088004

**SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Yang bertanda tangan dibawah ini, saya mahasiswa Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Medan Area :

Nama : Bayu Zahrian Perdamaian Sirait
Npm : 178110156

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya memberikan kepada perpustakaan Universitas Medan Area Skripsi saya yang berjudul :


Pengaruh Penambahan serat *polypropylene* Terhadap Kuat Tarik Belah Beton

Berupa soft copy, dengan demikian saya memberikan kepada perpustakaan UMA hak untuk menyimpan, mengalihkan dalam bentuk media lain, mengelolanya, dalam bentuk pangkalan data, mendistribusikan secara terbatas dan mempublikasikannya di internet atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya maupun memberikan royalti kepada saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis

Demikian pernyataan ini saya buat agar dapat digunakan sebagai mana semestinya

Medan, 16 November 2022

Yang menyatakan


Bayu Zahrian P. Sirait
NPM: 178110156

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Bayu Zahrian P Sirait

NIM : 178110156

Judul : Pengaruh Penambahan Serat *Polypropylene* Terhadap

Kuat Tekan Beton

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Skripsi ini merupakan karya saya sendiri.

Apabila terdapat karya orang lain yang saya kutip, maka saya akan mencantumkan sumber secara jelas. Jika dikemudian hari ditemukan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi dengan aturan yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat tanpa ada paksaan dari pihak mana pun.

Medan, 30/09/2022

Yang membuat pernyataan



Bayu Zahrian P Sirait

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT, karena atas berkat karunia dan rahmat-Nya, Laporan skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik dan sesuai dengan waktu yang telah ditentukan.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui Analisa Penambahan Serat *Polypropylene* Terhadap Kuat Tarik Belah Beton Selama penyusunan skripsi ini, banyak rintangan yang penulis dapatkan, tetapi berkat bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak akhirnya dapat terselesaikan dengan baik. Melalui kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih atas kerja sama dan dukungan dari berbagai pihak selama proses penelitian hingga penyusunan skripsi ini kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc, Selaku Rektor Universitas Medan Area.
2. Bapak Dr.Rahmad Syah, S.Kom, M.Kom, Selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil Universitas Medan Area.
3. Bapak Hermansyah, ST, MT, Selaku Dosen Pembimbing I dan Ketua Prodi Teknik Sipil Universitas Medan Area.
4. Bapak Suranto, ST, MT sebagai Dosen Pembimbing II yang telah mengarahkan dan memberikan solusi dalam pembuatan skripsi.
5. Kedua Orangtua tercinta serta kepsada orang - orang terdekat saya yang telah membantu saya dalam bentuk apapun.

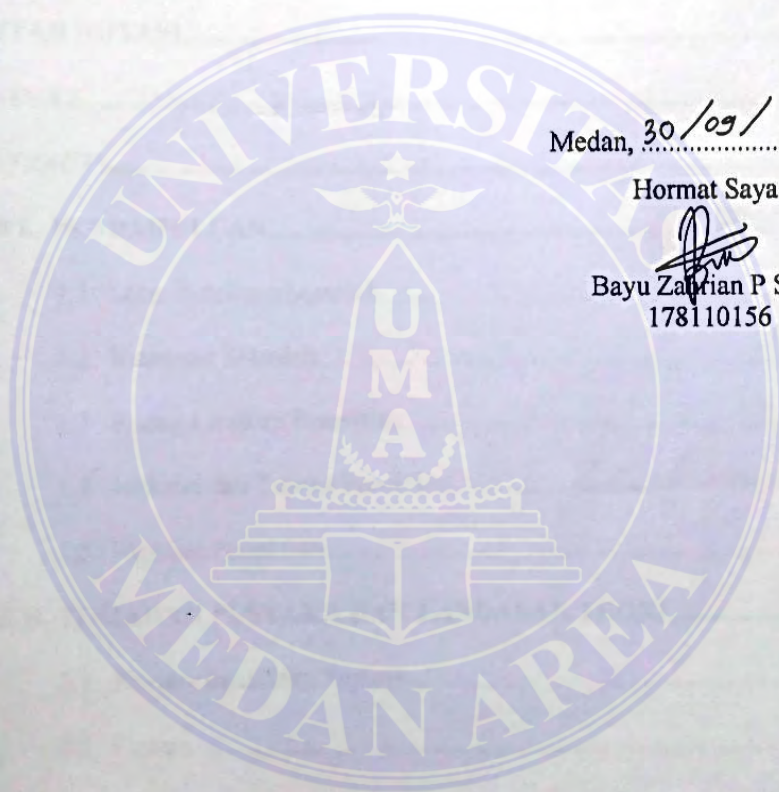
6. Seluruh teman-teman Program studi teknik sipil 2017 yang telah memberikan dukungannya.

Kemungkinan masih terdapat kekurangan dalam penyusunan skripsi ini oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dimasa mendatang.

Medan, 30/09/2022

Hormat Saya

Bayu Zahrian P Sirait
178110156



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN

HALAMAN PERNYATAAN

KATA PENGANTAR..... i

DAFTAR ISI..... iii

DAFTAR GAMBAR viii

DAFTAR TABEL x

DAFTAR NOTASI..... xii

ABSTRAK xiii

ABSTRACT xvii

BAB I. PENDAHULUAN..... 1

1.1 Latar Belakang Masalah..... 1

1.2 Rumusan Masalah 3

1.3 Ruang Lingkup Penelitian..... 4

1.4 Maksud dan Tujuan Penelitian..... 4

1.5 Manfaat Penelitian 5

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI..... 6

2.1 Review Penelitian Sejenis 6

2.2 Umum..... 9

2.2.1 Jenis – Jenis Beton..... 10

2.2.2 Jenis – Jenis Material Penyusun Beton..... 14

2.2.3 Jenis – Jenis Beton..... 18

2.2.4 Jenis – Jenis Material Penyusun Beton..... 19

2.2.5 Ketentuan Pembuatan Benda Uji..... 31

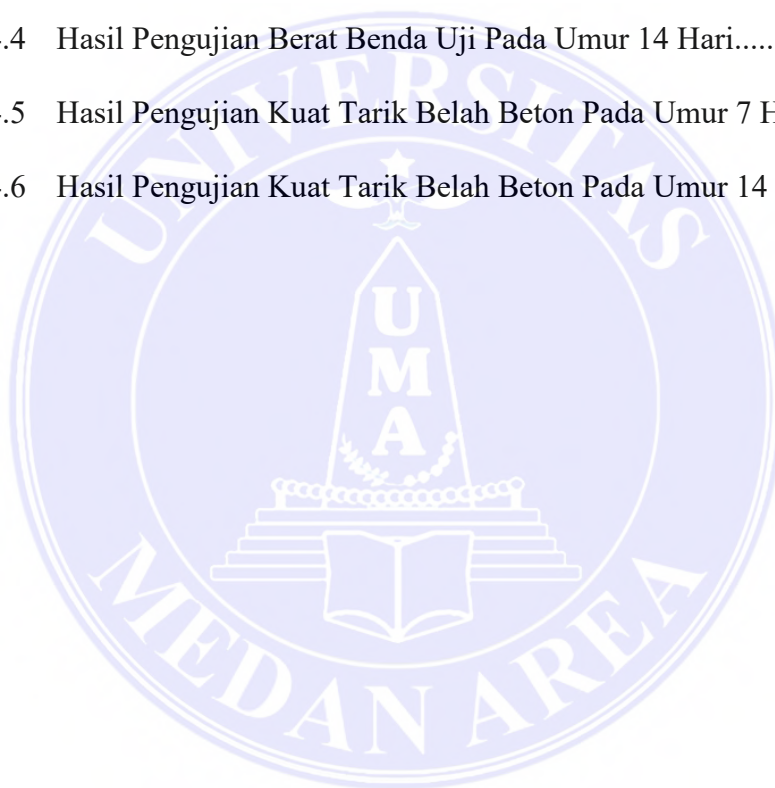
2.2.6 Perencanaan Campuran Beton	31
2.2.7 Slump.....	31
2.2.8 <i>Workability</i>	32
2.2.9 Kuat Tarik Belah Beton	33
2.2.10 Standart Deviasi.....	36
2.2.11 Modulus Elastisitas.....	36
BAB III. METODE PENELITIAN	38
3.1 Bahan atau Materi	38
3.2 Peralatan	38
3.3 Tempat dan Waktu Penelitian	39
3.4 Tahapan Penelitian	39
3.4.1 Persiapan	39
3.4.2 Pemeriksaan Bahan Susun Beton	39
3.4.3 Perencanaan Campuran.....	39
3.4.4 Pembuatan dan Perawatan Benda Uji	40
3.4.5 Pengujian Beton.	41
3.4.6 Analisis Data dan Pembahasan	41
3.4.7 Penarikan Kesimpulan	41
3.5 Analisis Data	43
3.5.1 Analisis Agregat Halus	43
3.5.2 Analisis Agregat Kasar	50
3.5.3 Pemeriksaan Waktu Ikat Semen.	55
3.5.4 Perencanaan Campuran Beton K175(<i>Mix Desain</i>)	66
3.5.5 Analisis Pengujian Slump.....	68

3.5.6 Pengujian Kuat Tarik Belah	69
BAB IV.HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	69
4.1 Hasil Pemeriksaan Bahan Penyusun Beton.....	69
4.1.1 Analisa Agregat Halus	71
4.1.2 Analisa Agregat Kasar	73
4.2 Hasil Perhitungan Campuran Untuk Beton Normal.....	75
4.3 Hasil Pengujian Slump	76
4.4 Hasil Perhitungan Berat Benda Uji	78
4.5 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Silinder Beton	80
4.6 Pembahasan.....	80
4.6.1 Kuat Tarik Belah.....	80
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	82
5.1 Kesimpulan	82
3.2 Saran.....	83
DAFTAR PUSTAKA	84
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Susunan Unsur – Unsur Semen.....	20
Tabel 2.2	Gradasi Pasir.....	23
Tabel 2.3	Gradasi Krikil.....	23
Tabel 2.4	Pengaruh Jenis Dan Jumlah Serat Atas Sifat Komposit Beton.....	31
Tabel 2.5	Angka Konversi Benda Uji Beton.....	32
Tabel 2.6	Tingkat Workability Berdasarkan Rasio Agregat – Semen.....	33
Tabel 2.7	Tingkat Workability Berdasarkan Nilai Slump.....	43
Tabel 3.1	Gradasi Pasir Zona 4.....	44
Tabel 3.2	Hasil Pemeriksaan Ayakan Agregat Halus.....	47
Tabel 3.3	Hasil Pemeriksaan Berat Jenis dan Absorsi Pasir.....	48
Tabel 3.4	Hasil Pemeriksaan Berat isi Agregat Halus.....	49
Tabel 3.5	Hasil Pemeriksaan Kadar Lumpur Pasir.....	50
Tabel 3.6	Hasil Pemeriksaan Agregat Halus.....	52
Tabel 3.7	Hasil Pemeriksaan Analisa Ayakan Agregat Kasar.....	53
Tabel 3.8	Hasil Pemeriksaan Berat isi Agregat Kasar.....	54
Tabel 3.9	Hasil Pemeriksaan Berat Jenis dan Absorsi Agregat Kasar.....	55
Tabel 3.10	Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar.....	57
Tabel 3.11	Hasil Pemeriksaan Waktu Ikat Semen.....	59
Tabel 3.12	Kuat Tekan Rata – Rata Perlu Jika Data Tidak Tersedia Untuk Menetapkan Deviasi Standart.....	61
Tabel 3.13	Persyaratan Jumlah Semen Minimum dan Fas Semen Maksimum.....	48

Tabel 3.14 Menentukan Nilai Slump.....	62
Tabel 3.15 Perkiraan Kadar Air Bebas (Kg/m ³).....	66
Tabel 3.16 Perhitungan Campuran Beton.....	67
Tabel 3.17 Data Hasil Pengujian Nilai Slump.....	74
Tabel 4.1 Hasil Jumlah Kadar yang dibutuhkan Per m ³ Beton.....	75
Tabel 4.2 Hasil Jumlah Kebutuhan Bahan untuk 1 Silinder Beton.....	76
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Berat Benda Uji Pada Umur 7 Hari.....	76
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Berat Benda Uji Pada Umur 14 Hari.....	76
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Pada Umur 7 Hari.....	78
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Pada Umur 14 Hari.....	79



DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 2.1 Interaksi Antara Serat dan Beton.....	27
Gambar 2.2 Interaksi Serat Pada Beton Saat Retak.....	28
Gambar 2.3 Kurva Tegangan – Regangan Beton Serat Volume Serat Rendah.....	28
Gambar 2.4 Kurva Tegangan – Regangan Beton Serat Volume Serat Sedang.....	29
Gambar 2.5 Kurva Tegangan – Regangan Beton Serat Volume Serat Tinggi.....	30
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	42
Gambar 3.2 Grafik Hasil Pemeriksaan Ayakan Agregat Halus.....	44
Gambar 3.3 Grafik Hasil Pemeriksaan Berat Jenis dan Absorsi Agregat Halus.....	47
Gambar 3.4 Grafik Hasil Pemeriksaan Berat Isi Agregat Halus.....	49
Gambar 3.5 Grafik Hasil Pemeriksaan Kadar Lumpur Pasir.....	50
Gambar 3.6 Grafik Hasil Pemeriksaan Ayakan Agregat Kasar.....	52
Gambar 3.7 Grafik Hasil Pemeriksaan Berat Isi Agregat Kasar.....	53
Gambar 3.8 Grafik Hasil Pemeriksaan Berat Jenis dan Absorsi Agregat Kasar.....	54
Gambar 3.9 Hasil Pengujian Slump.....	68
Gambar 3.10 Grafik Hasil Pengujian Slump.....	76
Gambar 4.1 Grafik Berat Benda Uji Umur 7 Hari.....	77
Gambar 4.2 Grafik Berat Benda Uji Umur 14 Hari.....	78

Gambar 4.3	Uji Kuat Tarik Belah Beton.....	79
Gambar 4.4	Grafik Uji Kuat Tarik Belah Beton umur 7 hari.....	79
Gambar 4.5	Grafik Uji Kuat Tarik Belah Beton umur 14 hari.....	80
Gambar 4.6	Grafik Uji Kuat Tarik Belah Beton umur 7 hari.....	80
Gambar 4.7	Grafik Uji Kuat Tarik Belah Beton umur 14 hari.....	81



DAFTAR NOTASI

S = Deviasi Standart

N = Banyaknya Nilai Kuat Tekan Beton

F_{cr} = Kuat Tekan Rata-rata (Mpa)

F_c = Kuat Tekan Masing-masing Silinder Beton

σ = Tegangan (sekitar $0,4 f'_c$) kuat tekan uji

ϵ = Regangan yang dihasilkan dari tegangan (σ)

E_c = Modulus Elastisitas

F_c' = Kuat Tekan yang Direncanakan (Mpa)

F_t = Kuat Tarik Belah (Mpa)

P = Beban Maksimal (N)

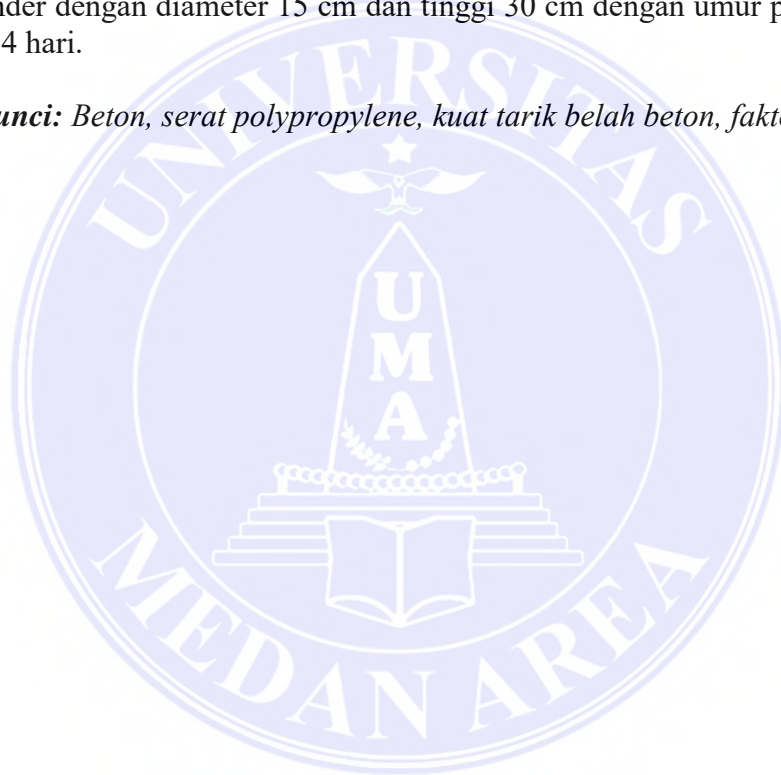
l = Panjang Silinder (mm)

d = Diameter Silinder (mm)

ABSTRAK

Nilai kuat tekan beton dengan kuat tariknya tidak berbanding lurus, setiap usaha perbaikan mutu beton kekuatan tekan hanya disertai oleh peningkatan kuat tarik berkisar antara 9 % - 15 % kuat tekannya. Nilai pastinya sulit diukur (Ir. Tri M. 2004). Dalam penelitian ini digunakan penambahan *polypropylene fiber* dengan panjang 50 mm dengan masing-masing variasi sebesar 0 %, 0,3 %, 0,45 % dan 0,6 %. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa untuk campuran beton mutu normal dan mutu tinggi mempunyai dosis penambahan *polypropylene* efektif pada variasi 0,9 %. Peningkatan kuat tarik belah yang terjadi pada beton normal sebesar 15,8 % untuk umur 7 hari, begitu juga dengan umur 14 hari mengalami peningkatan sebesar 27,7 % dibandingkan beton tanpa fiber. Faktor air semen yang digunakan adalah 0,48, sedangkan metode yang digunakan dalam pencampuran beton menggunakan metode SNI. Untuk pengujian kuat tarik belah ini digunakan benda uji silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm dengan umur pengujian pada 7 dan 14 hari.

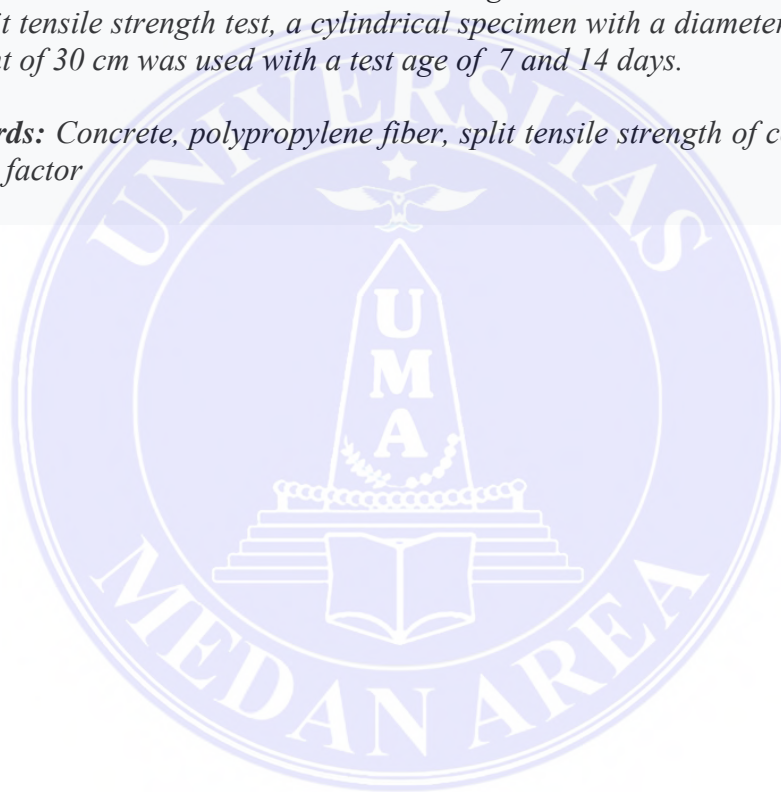
Kata kunci: Beton, serat polypropylene, kuat tarik belah beton, faktor air semen



ABSTRACT

The value of the compressive strength of concrete and its tensile strength is not directly proportional, every effort to improve the quality of the compressive strength of concrete is only accompanied by an increase in tensile strength ranging from 9% - 15% of its compressive strength. The exact value is difficult to measure (Ir. Tri M. 2004). In this study, the addition of polypropylene fiber with a length of 50 mm was used with variations of 0%, 0.3%, 0.45% and 0.6% respectively. From the results of the study, it was found that for a mixture of normal and high-strength concrete, the effective dose of polypropylene was added at a variation of 0.9%. The increase in split tensile strength that occurs in normal concrete is 15.8% for the age of 7 days, as well as the age of 14 days has an increase of 27.7% compared to concrete without fiber. The water-cement factor used is 0.48, while the method used in mixing concrete uses the SNI method. For the split tensile strength test, a cylindrical specimen with a diameter of 15 cm and a height of 30 cm was used with a test age of 7 and 14 days.

Keywords: Concrete, polypropylene fiber, split tensile strength of concrete, water cement factor



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Bangunan konstruksi yang terdapat di Indonesia pada umumnya menggunakan beton sebagai bahan struktur utama. Hal ini dikarenakan beton mempunyai beberapa sifat yang menguntungkan diantaranya adalah bahan baku beton yang mudah didapat, harga relatif murah, mudah dibentuk sesuai kebutuhan dan tidak memerlukan biaya yang terlalu mahal untuk perawatannya. Disamping mempunyai kelebihan, beton juga mempunyai kekurangan dalam penggunaannya yaitu beton memiliki sifat yang getas sehingga praktis tidak mampu menahan tegangan tarik. Dalam perancangan struktur beton, tegangan tarik yang timbul akibat pembebanan dipikul oleh baja tulangan. Masalah lain yang perlu diperhatikan adalah timbulnya retak – retak pada beton akibat tegangan tarik tersebut.

Penggunaan serat *polypropylene* telah terbukti dapat meningkatkan dan memperbaiki sifat – sifat struktural beton, (ACI Committee 544, 1982) serat *polypropylene* dapat memperbaiki sifat – sifat beton antara lain : daktilitas yang berhubungan dengan kemampuan bahan untuk menyerap energi, ketahanan terhadap beban kejut, ketahanan terhadap keausan, dan ketahanan terhadap pengaruh susutan (*shrinkage*). Permasalahan yang sering timbul pada saat pembuatan beton adalah munculnya gejala keretakan yang disebabkan oleh tegangan tarik dikarenakan sifat beton yang getas.

Serat *Polypropylene* merupakan bahan utama untuk pembuatan barang –

barang dari plastik. Sedangkan plastik ini benda yang sulit untuk diurai sehingga menimbulkan limbah yang menumpuk. Sejumlah membuktikan bahwa serat *polypropylene* dapat meningkatkan *durability* beton dan mampu mengurangi keretakan pada konstruksi beton (Wahyuni Kartini, 2007).

Dari hasil pengujian kuat tarik beton serat diketahui bahwa nilai kuat tarik belah yang dihasilkan lebih besar dari kuat tarik belah beton normalnya. Pada kuat tarik belah beton normal sebesar 4,71 MPa, beton serat dengan dosis 0,40 kg/m³ kuat tarik belahnya sebesar 5,17 MPa, meningkat sebesar 9,77%; dosis 0,60 kg/m³ menghasilkan kuat tarik belah 5,24 MPa, peningkatan sebesar 11,25% dan dosis 0,80 kg/m³ menghasilkan kuat lentur 5,15 MPa, naik 9,34% jika dibanding dengan kuat lentur beton normalnya. (Hajatni Hasanr, 2018)

Pengujian kuat tarik belah beton dalam penelitian ini dilakukan pada benda uji silinder yang telah berumur 28 hari dengan menggunakan mesin CTM. Pengujian ini dimaksudkan untuk mendapatkan gambaran tegangan tarik beton SCC dengan menggunakan bahan tambah serat *polypropylene* dan hasilnya akan dibandingkan dengan nilai kuat tarik belah beton SCC tanpa serat untuk FAS 0,38 dan FAS 0,5. Data yang diperoleh dari hasil pengujian berupa beban maksimum yang kemudian dihitung nilai kuat tarik belah beton dengan menggunakan persamaan untuk kemudian dianalisis signifikansi data yang dicurigai menggunakan metode *Uji Dixon Criteria*. Dari hasil perhitungan analisis statistika dengan uji dixon criteria didapatkan bahwa, semua data hasil pengujian sampel silinder beton SCC pada uji kuat tarik belah untuk seluruh variasi serat *polypropylene* pada FAS 0,38 dan 0,5 dapat digunakan. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan diketahui bahwa pada FAS 0,38 nilai kuat tarik belah

beton SCC mengalami peningkatan pada penambahan 0%, 0,05% dan 0,10%. Peningkatan nilai kuat tekan tersebut maksimum pada penambahan serat *polypropylene* sebesar 0,05%. Pada FAS 0,38 penambahan serat *polypropylene* cukup berpengaruh memberikan kenaikan kuat tarik belah beton namun tidak signifikan. Sedangkan pada FAS 0,5 serat *polypropylene* hanya menaikkan nilai kuat tekan beton pada penambahan serat *polypropylene* sebesar 0% dan 0,05%. Pada FAS 0,5 penambahan serat *polypropylene* tidak mempengaruhi nilai kuat tarik belah beton karena peningkatan kekuatan yang dihasilkan hanya sebesar 0,09 MPa. Sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai maksimum kuat tarik belah beton SCC berada pada grafik dengan penambahan serat *polypropylene* sebesar 0,05% pada kedua FAS (0,38 dan 0,5) dan penggunaan serat *polypropylene* pada beton SCC sebagai penambah kekuatan tarik belah baik digunakan untuk campuran beton pada nilai FAS yang kecil. (Melinda Gusti, 2021)

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, mengenai penambah serat *polypropylene* terhadap kuat tarik belah beton merupakan suatu hal yang menarik untuk diteliti karena ingin mengetahui apakah penambahan serat *polypropylene* mampu meningkatkan kuat tarik belah beton dan sekaligus apakah dapat memperbaiki retak-retak pada beton ketika mengalami tegangan tarik. Maka penulis tertarik melakukan penelitian dengan judul “Pengaruh Penambahan Serat *Polypropylene* Terhadap Kuat Tekan Beton”

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh penambahan serat *polypropylene* dengan persentase yang direncanakan terhadap kuat tarik belah yang direncanakan ?
2. Bagaimana perbandingan kuat tarik belah beton normal dengan

menggunakan campuran *fiber polypropylene* dengan beton yang tidak menggunakan campuran ?

1.3 Lingkup Penelitian

Agar penelitian ini dapat terfokus dan terarah pada tujuan utamanya, maka penulis mengambil kesimpulan bahwa objek penelitian dibatasi hanya pada pengaruh penambahan serat *Polypropylene* terhadap kuat tarik belah beton :

Dalam pengujian ini yang termaksud dalam ruang lingkupnya sebagai berikut :

1. Membuat job mix design dengan penambahan serat *polypropylene* pada konsentrasi serat lurus dengan panjang 3 cm dan dengan komposisi serat 0%, 0,3%, 0,45%, dan 0,6% untuk menghasilkan beton normal
2. Pengujian kuat tekan beton dilakukan saat umur 7 dan 14 hari dengan jumlah sample sebanyak 8 benda uji
3. Benda yang akan di uji dalam kuat tekan beton adalah bentuk silinder.

1.4 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan serat *polypropylene* terhadap kuat tekan beton dalam campuran beton.

Tujuan yang akan dicapai dari penelitian ini antara lain :

1. Untuk mengetahui nilai optimum kuat tekan pada beton pada komposisi serat campuran *fiber polypropylene*.
2. Menganalisis perbedaan hasil antara kuat tekan tarik belah beton normal tanpa menggunakan campuran serat *polypropylene* dan dengan menggunakan serat *polypropylene* dengan komposisi 0,3%, 0,45%, 0,6% selama 7 dan 14 hari

1.5 Manfaat Penelitian

1. Penambahan serat polypropylene dapat memperbaiki kualitas beton sehingga menghasilkan beton yang memenuhi syarat standar dengan biaya produksi yang lebih murah.
2. Dapat mengatasi permasalahan retak-retak bawaan pada beton dalam proses pengerasan.
3. Menambah wawasan serta pengetahuan dalam pengembangan ilmu teknik sipil khususnya dalam teknologi bahan konstruksi.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Review Penelitian Sejenis

Bambang Sujtmiko,dkk (2018), dengan judul penelitian “Penggunaan Serat *Polypropylene* Dari Bahan Strapping Band Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Beton”. Penelitian ini dilakukan di laboratorium teknologi bahan bangunan Fakultas Teknik Universitas Widyakartika. Tujuan dari penelitian ini untuk menjawab persoalan perkembangan pembangunan yang sangat pesat terutama dibidang konstruksi yang mendorong meningkatnya kebutuhan akan bahan bangunan termasuk beton. Untuk menjawab persoalan tersebut perlu dilakukan sebuah inovasi untuk mendapatkan bahan bangunan yang berkualitas. Dalam penelitian ini menambahkan limbah serat polyprophylene dari bahan strappingband ke dalam campuran beton ringan untuk memperbaiki kinerja beton terutama kuat tarik belahnya. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Terdapat dua variabel dalam penelitian ini antara lain variabel bebas yaitu persentase penambahan serat *polyprophylene* dari bahan strappingband FS- 0%, FS-3%, FS-6% FS-9% dan variabel tak bebas yaitu workability yang dinyatakan dalam nilai slump kuat tekan dan kuat tarik belah beton ringan. Adapun faktor lain seperti susunan gradasi, bentuk dan ukuran gradasi, proporsi campuran, bahan, perawatan selama proses pengerasan dan sebagainya dianggap sebagai variabel yang tidak berpengaruh. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Universitas Dr. Soetomo Surabaya. Hasil Beton ringan dengan penambahan fiber strapping band pada umur 28 hari terdapat pada (FS-9%), kuat tekan maksimum sebesar 8,58

N/mm² dan kuat tarik belah maksimum terdapat (FS-9%), sebesar 0,45 N/mm². Sedangkan berat volume sebesar 1140 kg/m³. Lebih ringan dari beton ringan yang mengandung agregat – agregat ringan dan mempunyai berat jenis 1900 kg/m³ Menurut SNI 03-2847-2002.

Wahyu Kartini, dkk (2007), dengan judul “Penggunaan Serat Polypropylene Untuk Meningkatkan Kuat Tarik Belah Beton”. Penelitian ini dilakukan di laboratorium teknologi bahan bangunan Fakultas Teknik UPN “Veteran” Jatim. Nilai kuat tekan beton dengan kuat tariknya tidak berbanding lurus, setiap usaha perbaikan mutu beton kekuatan tekan hanya disertai oleh peningkatan kuat tarik berkisar antara 9 % - 15 % kuat tekannya. Nilai pastinya sulit diukur (Ir. Tri M. 2004). Dalam penelitian ini digunakan penambahan polypropylene fiber dengan panjang 12 mm sebesar 0 ; 0,3 ; 0,6 dan 0,9 Kg/m³. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa untuk campuran beton mutu normal dan mutu tinggi mempunyai dosis penambahan polypropylene efektif pada 0,9 Kg/m³. Peningkatan kuat tarik belah yang terjadi pada beton normal sebesar 3,17 % dibandingkan beton tanpa fiber dan pada beton mutu tinggi mengalami peningkatan sebesar 5,76 % dibandingkan beton tanpa fiber. . Faktor air semen yang digunakan adalah 0,55 dan 0,35, sedangkan metode yang digunakan dalam pencampuran beton menggunakan metode ACI. Untuk pengujian kuat tarik belah ini digunakan benda uji silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm dengan umur pengujian pada 28, 56, dan 90 hari.

Purwanto, Edy (2011), dengan judul “Pengaruh Prosentase Penambahan Serat Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Beton Ringan”. Penelitian ini dilakukan di laboratorium teknologi bahan bangunan Fakultas Teknik Universitas

Lampung. Beton merupakan bahan konstruksi paling banyak digunakan pada saat ini, karena dipandang memiliki beberapa kelebihan dibandingkan bahan-bahan konstruksi lain. Kelebihan utama beton adalah kemampuan menahan gaya tekan yang tinggi. Namun beton juga memiliki kelemahan yakni berat meter kubiknya yang cukup besar dan kekuatan tarik yang rendah dan bersifat getas (*brittle*). Hal tersebut dapat diperbaiki dengan penggunaan beton ringan dan penambahan serat pada adukan beton. Beton ringan diperoleh dengan mengganti agregat kasar dengan agregat yang lebih ringan, dalam penelitian ini digunakan ALWA. Penelitian ini mengevaluasi seberapa besar kemampuan beton ringan berserat kawat galvanis terhadap pengujian mekanik berupa kuat tekan dan kuat tarik belah. Benda uji pada penelitian terdiri dari benda uji silinder diameter 100 mm tinggi 200 mm untuk pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah. Variasi serat yang digunakan yaitu 0% ; 0,3% ; 0,75% ; 1% dengan panjang serat 60 mm diameter 1 mm. Benda uji berjumlah 12 buah untuk pengujian kuat tekan dan 12 buah untuk pengujian kuat tarik belah dan masing-masing 3 buah untuk setiap variasi serat. Hasil pengujian kuat tekan, nilai untuk masing-masing variasi serat 0% ; 0,3% ; 0,75% dan 1% berturut-turut adalah 21,58 MPa ; 24,00 MPa ; 24,81 MPa dan 25,01 MPa. Dengan peningkatan kuat tekan optimum terjadi pada variasi serat 1% yaitu 15,89%. Hasil pengujian kuat tarik belah, nilai untuk masing-masing variasi serat 0% ; 0,3% ; 0,75% dan 1% berturut-turut adalah 2,23 MPa ; 2,76 MPa ; 3,50 MPa dan 3,61 MPa. Dengan peningkatan kuat tarik belah optimum terjadi pada variasi serat 1% yaitu 61,90%. Dapat disimpulkan bahwa dengan penambahan serat kawat galvanis ke dalam adukan beton ringan hanya sedikit meningkatkan kuat tekan beton ringan namun meningkatkan kuat tarik belah beton sesuai dengan

peningkatan jumlah volume fraksi serat dan mengubah beton dari bahan yang getas menjadi bahan yang lebih daktil.

2.2 Umum

Beton sangat banyak dipakai secara luas sebagai bahan bangunan. Bahan tersebut diperoleh dengan cara mencampurkan semen Portland, air, dan agregat (serta kadang-kadang bahan tambah, yang bervariasi mulai dari bahan kimia tambahan, serat, sampai bahan buangan non-kimia) pada perbandingan tertentu. Campuran tersebut bilamana dituangkan dalam cetakan kemudian dibiarkan maka akan mengeras seperti batuan. Pengekasan ini terjadi oleh peristiwa reaksi kimia antara air dengan semen, dan hal ini berjalan selama waktu yang panjang, dan akibatnya campuran itu selalu bertambah keras setara dengan umumnya (Tjokrodimulyo, 1992).

Beton dapat mencapai kuat-hancur sampai sekitar 80 N / mm² (12.000 lb / in²), atau lebih, tergantung pada perbandingan air-semen serta tingkat pematatannya. Kuat-hancur antara 20 dan 50 N/mm² pada umur 28 hari biasanya diperoleh dari campuran semen : pasir : agregat kasar dengan perbandingan 1 : 2 : 4 jika pengawasan pekerjaan di lapangan baik (Murdock dan Brook, 1991).

Sejalan dengan perkembangan teknologi dan kebutuhan masyarakat, diupayakan oleh para ahli untuk meningkatkan sifat-sifat beton antara lain *workability*, *strength*, *durability*, *permeability* dan sifat-sifat yang lain. Cara yang ditempuh untuk mendapatkan beton mutu tinggi adalah dengan memperbaiki mutu material pembentuk beton yaitu agregat halus, agregat kasar, air dan semen. Selain itu juga perlu diperhatikan perbandingan antara bahan-bahan penyusun beton, sehingga diperlukan ketelitian untuk menentukan komposisi bahan

penyusun beton. Di samping itu produksi beton mutu tinggi biasanya menggunakan bahan tambah untuk mendapatkan beton dengan mutu dan kualitas yang lebih baik dilihat dari segi kekuatannya. *Serat Polypropylene* atau serat tali tampar plastik merupakan salah satu jenis serat yang dapat digunakan sebagai bahan tambah yang berfungsi mengurangi retak-retak halus pada beton akibat beban tarik.

2.2.1 Jenis – Jenis Beton

A. Beton Ringan

Menurut Berat jenisnya $<1900 \text{ kg/m}^3$, dipakai untuk elemen non-struktural. Dibuat dengan cara-cara berikut : membuat gelembung udara dalam adukan semen, menggunakan agregat ringan (tanah liat bakar/batu apung) atau pembuatan beton non-pasir.

Menurut Rio Herdianto Raamudin (2016), beton ringan berdasarkan berat jenisnya menjadi 3 kelompok :

1. Beton ringan dengan berat jenis antara 300 kg/m^3 dan 800 kg/m^3 yang biasanya dipakai sebagai bahan isolasi.
2. Beton ringan dengan berat jenis antara 800 kg/m^3 dan 1350 kg/m^3 yang biasanya di pakai untuk struktur ringan.
3. Beton ringan dengan berat jenis antara 1350 kg/m^3 dan 2000 kg/m^3 yang biasanya dipakai untuk struktur sedang.

B. Beton Normal

Beton normal adalah beton yang mempunyai berat isi (2200 – 2500) kg/m^3 menggunakan agregat alam yang dipecah. perencanaan campuran beton normal harus didasarkan pada data sifat-sifat bahan yang akan

dipergunakan dalam produksi beton. Susunan campuran beton yang diperoleh dari perencanaan harus dibuktikan melalui uji coba yang menunjukkan bahwa proporsi tersebut dapat memenuhi kekuatan beton yang disyaratkan.

Menurut Geertruida Eveline Untu (2015), Beton normal adalah beton yang menggunakan agregat alam yang dipecah atau tanpa pecah yang menggunakan dan yang tidak menggunakan bahan tambah. Kuat tekan beton normal bekisar antara 20-60 MPa pada umur beton 28 hari.

Menurut Rosie Arizki Intan Sari (2015), fungsi penggunaan beton normal banyak dipakai untuk konstruksi yang sederhana seperti perumahan dna bangunan yang relative tidak terlalu tinggi dimana kebutuhan karkteristiknya tidak terlalu besar.

C. Beton berat

Beton berat adalah beton yang dihasilkan dari agregat yang mempunyai berat isi lebih besar dari pada beton normal atau lebih dari 2400 kg/m^3 . Beton jenis ini biasanya digunakan untuk kepentingan tertentu seperti menahan radiasi, menahan benturan dan lainnya.

D. Beton massa (*mass concrete*)

Beton yang dituang dalam volume besar, biasanya untuk pilar, bendungan dan pondasi turbin pada pembangkit listrik. Pada saat pengecoran beton jenis ini, pengendalian diutamakan pada pengelolaan panas hidrasi yang timbul, karena semakin besar massa beton maka suhu didalam beton semakin tinggi. Bila perbedaan suhu didalam beton

dan suhu di permukaan beton >20 oC dapat menimbulkan terjadinya tegangan tarik yang disertai retak-retak Retak beton juga dapat timbul akibat penyusutan beton (*shrinkage*) yang dipengaruhi oleh kelembaban beton saat pengerasan berlangsung. Selain itu, besarnya volume beton saat pengecoran mass *concrete* akan beresiko timbulnya cold-joint pada permukaan beton baru dengan beton lama mengingat waktu setting beton yang singkat (± 2 jam), sehingga perlu direncanakan metode pengecoran yang sesuai dengan perilaku beton tersebut. Berdasarkan hal-hal diatas, maka langkah preventif untuk menghindari terjadinya retak beton dapat dikategorikan atas pemilihan komposisi beton (nilai slump, pemberian admixture, FAS) dan praktek pelaksanaan di lapangan (suhu udara saat pengecoran, curing, menggunakan bekisting dengan kemampuan isolasi yang bagus dan menyiapkan *construction joint*). Pemberian tulangan ekstra untuk menahan gaya tarik akibat panas hidrasi dapat juga dilakukan sebagai salah satu pertimbangan struktural.

E. *Ferosemen (ferrocement)*

Mortar semen yang diberi anyaman kawat baja. Beton ini mempunyai ketahanan terhadap retakan, ketahanan terhadap patah lelah, daktilitas, fleksibilitas dan sifat kedap air yang lebih baik dari beton biasa.

F. Beton serat (*fibre concrete*)

Komposit dari beton biasa dan bahan lain yang berupa serat, dapat berupa serat plastik/baja. Beton serat lebih daktil daripada beton biasa, dipakai pada bangunan hidrolik, landasan pesawat, jalan raya dan lantai

jembatan.

Menurut Ris widodo, Muhammad Abdil Basith, (2017) Beton serat merupakan campuran beton ditambah serat, umumnya berupa batang-batang dengan ukuran 5 – 500m, dengan panjang sekitar 25mm. bahan serat dapat berupa serat asbestos, serat plastic, atau potongan kawat baja. Kelemahannya sulit dikerjakan , namun lebih banyak kelebihanannya antara lain kemungkinannya terjadi segregasi kecil, daktail, dan tahan benturan.

Menurut Mudji Suhardiman, Beton serat merupakan modifikasi beton konvensional dengan menambahkan serat pada adukannya. Serat yang digunakan dapat dibuat dari berbagai jenis bahan antara lain kawat, plastic, limbah kain, dan bambu.

G. Beton siklop

Beton biasa dengan ukuran agregat yang relatif besar-besar. Agregat kasar dapat sebesar 20 cm. Beton ini digunakan pada pembuatan bendungan dan pangkal jembatan.

H. Beton hampa

Seperti beton biasa, namun setelah beton tercetak padat, air sisa reaksi hidrasi disedot dengan cara vakum (*vacuum method*)

I. Beton ekspose

Beton ekspose adalah beton yang tidak memerlukan proses *finishing*, beton ini dihasilkan dengan menggunakan bahan bekisting yang dapat menghasilkan permukaan beton halus (misal baja dan multiplek film).

Beton ini dijumpai pada gelagar jembatan, kolom dan balok bangunan

2.2.2 Sifat – Sifat Beton

A. Beton segar

Menurut SNI 03-4810-1998, beton segar adalah campuran beton setelah selesai diaduk hingga beberapa saat karakteristik belum berubah. Kemudahan pengerjaan (*Workability*), umumnya dinyatakan dalam besaran nilai slump (cm) dan dipengaruhi oleh :

1. Kemudahan pengerjaan (*Workability*)

Kemudahan pengerjaan dapat dilihat dari slump yang identik dengan tingkat keplastisan beton. Semakin plastis beton, semakin mudah pengerjaannya. Unsur yang mempengaruhinya antara lain :

- a) Jumlah air pencampur semakin banyak air, semakin mudah dikerjakan
- b) Kandungan semen Jika FAS tetap, semakin banyak semen berarti semakin banyak kebutuhan air sehingga keplastisannya semakin tinggi.
- c) Gradasi campuran pasir – kerikil
- d) Pemakaian butir maksimum kerikil yang di pakai
- e) Pemakaian butir – butir batuan yang bulat

2. Pemisahan kerikil (*Segregation*)

Kecenderungan butir – butir kasar untuk lepas dari campuran beton dinamakan segregasi. Hal ini akan menyebabkan sarang kerikil yang pada akhirnya akan menyebabkan keropos pada beton. Segregasi ini disebabkan oleh beberapa hal. Pertama,

campuran kurus atau kurang semen. Kedua, terlalu banyak air. Ketiga, besar ukuran agregat maksimum lebih dari 40 mm. Keempat, semakin besar permukaan butir agregat, semakin mudah terjadi segregasi. Kecenderungan terjadinya segregasi ini dapat dicegah jika :

- a) Tinggi jatuh diperpendek
- b) Penggunaan air sesuai dengan syarat
- c) Cukup ruangan antara batang tulangan dengan acuan
- d) Ukuran agregat sesuai dengan syarat
- e) Pemadatan baik

3. Pemisahan air (*Bleeding*)

Kecenderungan air untuk naik kepermukaan pada beton yang baru dipadatkan dinamakan *bleeding*. Air yang naik ini membawa semen dan butir – butir halus pasir, yang pada saat beton mengeras nantinya akan membentuk selaput (*laitance*).

Bleeding ini dipengaruhi oleh :

- a) Susunan butir agregat
Jika komposisinya sesuai, kemungkinan untuk terjadinya *bleeding* kecil.
- b) Banyaknya air
Semakin banyak air berarti semakin besar pula kemungkinan terjadinya *bleeding*
- c) Kecepatan hidrasi
Semakin cepat beton mengeras, semakin kecil kemungkinan terjadinya *bleeding*
- d) Proses pemadatan
Pemadatan yang berlebihan akan

menyebabkan terjadinya bleeding Bleeding ini dapat dikurangi dengan cara :

- Memberi lebih banyak semen
- Menggunakan air sesedikit mungkin
- Memasukan sedikit udara dalam adukan untuk beton khusus

B. Beton keras

Menurut SNI 03-4810-1998, beton keras adalah adukan beton yang terdiri dari campuran semen Portland atau sejenisnya, agregat halus, agregat kasar dan air dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya yang telah mengeras.

1. Sifat jangka pendek

a) Kuat tekan, dipengaruhi oleh :

- Perbandingan air semen dan tingkat pemadatan
- Jenis semen dan kualitasnya
- Jenis dan kekasaran permukaan agregat
- Pada keadaan normal, kekuatan bertambah sesuai dengan umur
- Perawatan

b) Kuat tarik

Kuat tarik beton berkisar $1/18$ kuat tekan beton saat umurnya masih muda dan menjadi $1/20$ sesudahnya.

Kuat tarik berperan penting dalam menahan retak-retak akibat perubahan kadar air dan suhu

c) Kuat geser

Menurut Hekmatyar Aslamthu Haq,2017, kuat geser adalah kekuatan suatu komponen struktur atas penampang yang berfungsi untuk menahan gaya luar salah satunya gaya transversal. Didalam prakteknya, kuat tekan dan tarik selalu diikuti oleh kuat geser.

2. Sifat jangka panjang

a) Rangkak adalah peningkatan deformasi (regangan) secara bertahap terhadap waktu akibat beban yang bekerja secara konstan, dipengaruhi oleh :

- Kekuatan rangkak berkurang bila kuat tekan makin besar
- Perbandingan campuran. Bila FAS berkurang maka rangkak berkurang
- Agregat. Rangkak bertambah bila agregat halus dan semen bertambah banyak
- Umur. Kecepatan rangkak berkurang sejalan dengan umur beton.

b) Susut adalah berkurangnya volume beton, jika terjadi kehilangan kandungan uap air akibat penguapan , dipengaruhi oleh :

- Agregat . berperan sebagai penahan susut pasta semen
- Faktor air semen. Efek susut makin besar jika

FAS makin besar

- Ukuran elemen beton. Laju dan besarnya penyusutan berkurang jika volume elemen beton makin besar.

Sifat – sifat beton dalam penggunaannya mempunyai keuntungan dan kerugian, adapun keuntungan-keuntungan dari penggunaan beton (A.Junaidi, 2015) :

- A. beton mempunyai sifat tekan yang tinggi serta tahan terhadap perkaratan atau pembusukan oleh kondisi lingkungan.
- B. Beton segar dengan mudah untuk diangkut dan dicetak dalam bentuk dan ukuran berapapun.
- C. Beton segar dapat di semprotkan dipermukaan beton lama yang retak maupun disisihkan dalam proses perbaikan.
- D. Beton segar dapat dipompa sehingga memungkinkan untuk dituangkan pada tempat-tempat yang sulit.
- E. Beton tahan terhadap panas api sehingga biaya perawatan termasuk murah.

2.2.3. Kelebihan dan Kekurangan

Beton Disamping beton memiliki pengelompokkan, beton pun memiliki kelebihan dan kekurangan. Berikut ini kelebihan dan kekurangan dari beton, yaitu (Tri Mulyono,2003) :

A. Kelebihan :

1. Dapat dengan mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi

2. Mampu memikul beban yang berat
3. Tahan terhadap temperature yang tinggi
4. Biaya pemeliharaan yang kecil

B. Kekurangan :

1. Bentuk yang telah dibuat sulit di ubah
2. Pelaksanaan pekerjaan membutuhkan ketelitian yang tinggi
3. Berat
4. Daya pantul suara yang besar

2.2.4. Jenis – Jenis Material Penyusun Beton

A. Semen

Semen adalah suatu jenis bahan yang memiliki sifat *adhesif* dan *kohesif* yang memungkinkan melekatnya fragmen-fragmen mineral menjadi suatu massa yang padat (Salmon, 1994). Semen diperoleh dengan cara membakar secara bersamaan, suatu campuran dari *calcareous* (yang mengandung kalsium karbonat atau batu gamping) dan *argillaceous* (yang mengandung alumina) dengan perbandingan tertentu. Secara mudahnya, kandungan semen Portland adalah kapur, *silika*, dan *alumina*. Dari ketiga bahan dasar tadi dicampur dan dibakar dengan suhu 1550 derajat celsius sehingga menjadi *klinker*. Kemudian dikeluarkan, didinginkan dan dihaluskan sampai seperti bubuk. Biasanya ditambahkan gips atau kalsium sulfat sebagai bahan pengontrol waktu pengikatan (Tjokrodimulyo, 1992).

Dalam penelitian ini dipakai Semen Portland tipe I merk Gresik. Semen tipe ini dapat dikatakan yang paling banyak dimanfaatkan untuk

bangunan, dan tidak membutuhkan persyaratan khusus. Suatu semen jika tidak diaduk dengan air akan membentuk adukan pasta semen, sedangkan jika diaduk dengan air kemudian ditambah pasir menjadi mortar semen, dan jika ditambah lagi dengan kerikil atau batu pecah disebut beton. Fungsi semen adalah untuk merekatkan butir-butir agregat agar menjadi suatu massa yang kompak atau padat dan untuk mengisi rongga-rongga di antara butiran agregat. Adapun komposisi kimia semen tercantum pada tabel 2.1 (Astanto, 2001).

Tabel 2.1 : Susunan Unsur – Unsur Semen

Oksida	Semen
Kapur, CaO	60 – 65
Silika, SiO_2	17 -25
Alumina, Al_2O_3	3.0 - 8.0
Besi, Fe_2O_3	0.5 – 6
Magnesia, MgO	0.5 – 4
Sulfur, SO_3	1.0 - 2.0
Soda / Potash $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$	0.5 – 6

Sumber : Rulli Ranastra Irawan “ Semen Portland di Indonesia untuk Aplikasi Beton Kinerja Tinggi”, 2013

Ada empat macam senyawa kimia penting yang mempengaruhi sifat semen yaitu ikatan dan sifat pengerasan semen adalah (Astanto, 2001) :

1. Trikalsium silikat (C_3S) atau $3\text{CaO}.\text{SiO}_2$
2. Dikalsium silikat (C_2S) atau $2\text{CaO}.\text{SiO}_2$
3. Trikalsium aluminat (C_3A) atau $3\text{CaO}.\text{Al}_2\text{O}_3$
4. Tetrakalsium Aluminoforit (C_4AF) atau $4\text{CaO}.\text{Al}_2\text{O}_3.\text{Fe}_2\text{O}_3$

Semen Portland di Indonesia menurut SII 0013 - 81 dibagi menjadi lima jenis antara lain :

1. Jenis I : Semen Portland untuk penggunaan umum yang tidak

memerlukan persyaratan - persyaratan khusus.

2. Jenis II : Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan sulfat dan panas hidrasi sedang.
3. Jenis III : Semen Portland yang penggunaannya menuntut persyaratan kekuatan awal tinggi
4. Jenis IV : Semen Portland yang penggunaannya menuntut persyaratan panas hidrasi yang rendah.
5. Jenis V : Semen Portland yang penggunaannya menuntut persyaratan sangat tahan terhadap sulfat.

Sedangkan faktor-faktor yang mempengaruhi kecepatan pengikatan semen adalah (Tjokrodimulyo, 1992) :

1. kehalusan semen, semakin halus butiran semen akan makin cepat waktu pengikatannya.
2. jumlah air, pengikatan semen akan makin cepat bila jumlah air berkurang.
3. temperatur, waktu pengikatan akan makin cepat bila suhu udara di sekelilingnya semakin kecil.
4. penambahan zat kimia tertentu.

B. Agregat

Agregat merupakan salah satu bahan pengisi pada beton, namun peranan agregat pada beton sangat penting. Ini karena agregat menempati kira-kira sebanyak 70 % volume mortar atau beton. Agregat sangatlah berpengaruh terhadap sifat-sifat beton, sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian penting dalam pembuatan beton.

Agregat dibedakan menjadi dua macam yaitu agregat halus dan agregat kasar yang didapat secara alami atau buatan. Dalam pelaksanaan pekerjaan beton, besar butiran agregat selalu dibatasi ketentuan maksimal persyaratan agregat, ketentuan itu antara lain (Astanto, 2001):

1. Ukuran maksimal butiran agregat tidak boleh lebih dari $\frac{3}{4}$ kali jarak bersih antar baja tulangan atau antara tulangan dan cetakan.
2. Ukuran maksimal butiran agregat tidak boleh lebih besar dari $\frac{1}{3}$ kali tebal pelat.
3. Ukuran maksimal butiran agregat tidak boleh lebih besar dari 115 kali jarak terkecil antara bidang samping cetakan.

Untuk menghasilkan beton dengan kekompakan yang baik, diperlukan gradasi agregat yang baik. Gradasi agregat adalah distribusi ukuran kekasaran butiran agregat. Gradasi diambil dari hasil pengayakan dengan lubang ayukan 10 mm, 20 mm, 30 mm, 40 mm untuk kerikil. Untuk pasir lubang ayakan 4,8 mm ; 2,4 mm ; 1,2 mm ; 0,6 mm ; 0,3 mm ; dan 0,15 Menurut peraturan SK-SNI-T-15-1991-03 (1991), Kekasaran pasir dibagi menjadi empat kelompok menurut gradasinya, yaitu pasir halus, agak halus, agak kasar dan kasar. Batas-batas jenis pasir tercantum dalam Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Gradasi Pasir

Lubang Ayakan (mm)	Persen Bahan Butiran Yang Lewat Ayakan			
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
10	100	100	100	100
4.8	90 – 100	90 - 100	90 - 100	95 - 100
2.4	60 – 95	85 - 100	85 - 100	95 - 100
1.2	30 – 70	75 - 100	75 - 100	90 - 100
0.6	15 – 34	60 - 79	60 - 79	80 - 100
0.3	5.0 – 20	12 - 40	12 - 40	15 - 50
1.15	0 – 10	0 - 10	0 - 10	0 - 15

Sumber: SNI 03-2834-2000

Keterangan :

1. Daerah I : Pasir kasar
2. Daerah II : Pasir agak kasar
3. Daerah III : Pasir agak halus
4. Daerah IV : Pasir halus

Adapun gradasi kerikil seperti yang tercantum dalam Tabel 2.3

Tabel 2.3 Gradasi Kerikil

Lubang Ayakan (mm)	Persen Berat Butir Lewat Ayakan	
	Berat Butir Maksimum	
	40 mm	20 mm
40	95 - 100	100
20	30 - 70	95 - 100
10	10 - 35	25 - 55
4.8	0 - 5	0 - 10

Sumber: SNI 03-2834-2000

Dalam peraturan ini juga ditetapkan gradasi campuran agregatnya, yaitu campuran pasir dan kerikil dengan diameter maksimum 40 mm, 30 mm, 20 mm, 10 mm. Indeks yang dipakai untuk ukuran kehalusan dan kekasaran butir agregat ditetapkan dengan modulus halus butir. Pada umumnya pasir yang mempunyai modulus halus butir 1,5 sampai 3,8

dan kerikil antara 5 sampai 8. Modulus halus butir campuran dihitung dengan rumus :

$$W = \frac{K-C}{C-P} \times 100 \% \dots\dots\dots(2.1)$$

Dengan :

W : Persentase berat pasir terhadap berat kerikil

K : Modulus halus butir kerikil

P : Modulus halus butir pasir

C : Modulus halus butir campuran

C. Air

Di dalam campuran beton, air mempunyai dua buah fungsi, yang pertama untuk memungkinkan reaksi kimiawi yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya pengerasan, yang kedua sebagai bahan pelumas antara butir-butir agregat agar dapat mudah dikeljakan dan dipadatkan. Air yang diperlukan hanya sekitar 30 % berat semen saja, kandungan air tidak boleh terlalu banyak karena kekuatan beton akan rendah serta betonnya porous. Selain itu, kelebihan air akan bersama-sama dengan semen bergcrak ke pennukaan adukan beton segar yang baru saja dituang (*bleeding*). Selaput tipis akibat dari *bleeding* ini akan mengurangi lekatan antara lapis-lapis beton dan merupakan bidang sambung yang lemah (Tjokrodimulyo, 1992).

Air untuk pernbuatan dan perawatan beton tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, garam-garaman, bahan-bahan organis atau bahan-bahan lain yang merusakkan beton dan baja tulangan. Dalam hal ini sebaiknya dipakai air bersih yang dapat diminum (PBI-1917).

Dalam pemakaian air untuk beton itu sebaiknya air memenuhi syarat sebagai berikut (Tjokrodimulyo, 1992) :

1. Tidak mengandung Lumpur (benda melayang lainnya) lebih dari 2 gram/liter
2. Tidak mengandung garam-garam yang dapat merusak beton (asam, zat organik, dan sebagainya) lebih dari 15 gram/liter.
3. Tidak mengandung *khlorida* (Cl) lebih dari 0,5 gram/liter.
4. Tidak mengandung senyawa *sulfat* lebih dari 1 gram/liter.

D. Bahan tambah serat *polypropylene*

Bahan tambah adalah bahan selain bahan pokok (air, semen, dan agregat) yang ditambahkan pada adukan beton, sebelum, segera, atau selama proses pengadukan beton. Tujuannya ialah untuk mengubah satu atau lebih sifat-sifat beton sewaktu masih dalam keadaan segar atau setelah mengeras (Tjokrodimulyo, 1992). Serat *polypropylene* atau serat tali tampar plastik merupakan salah satu jenis serat buatan (sintetis). Serat ini kita pilih karena disamping harganya murah juga banyak kita jumpai di pasaran dengan karakteristik adalah sebagai berikut (Tata dan Saito, 1992) :

1. termasuk kelompok yang paling ringan diantara bahan *polimer*,
2. mempunyai massa jenis (0,9-0,92)
3. massa jenis tinggi titik lunaknya (176 derajat celcius, T_m)
4. terbakar kalau dinyalakan dan menjadi cair, menjadi rata jika dijatuhkan di atas air,
5. sifat - sifat kimianya cukup stabil tahan berbagai bahan kimia

kecuali oksida kuat,

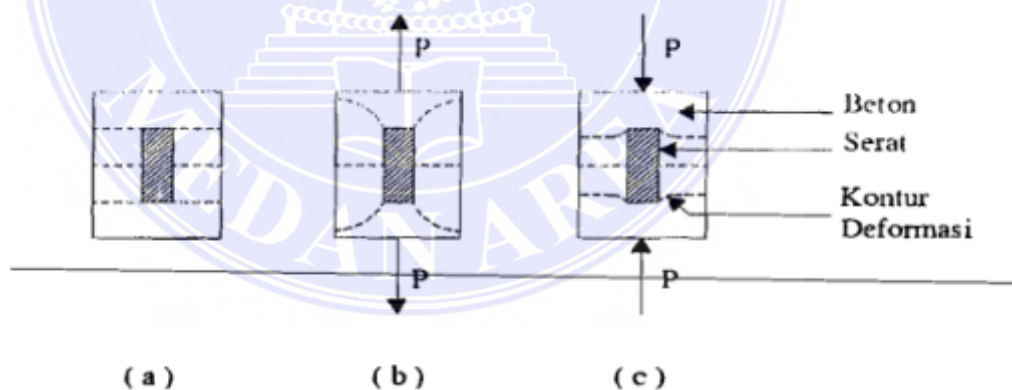
6. kekuatan tarik, lentur dan kekakuannya lebih tinggi dibanding serat *polimer* yang lain,
7. penyusutan pada pencetakan kecil, penampilan dan ketelitian dimensinya lebih baik.

E. Beton serat

Beton serat adalah campuran beton dan penambahan serat dalam konsentrasi tertentu. Serat yang biasa digunakan biasanya berupa serat alami seperti bambu, ijuk, serat tebu, dan sebagainya. Untuk serat buatan biasanya yang digunakan adalah bendrat, plastik, dan bahan-bahan lainnya. Serat yang diampurkan dengan maksud untuk membantu beton dalam menahan gaya tarik (Bayu dan Jati, 2000).

Interaksi antara serat dengan beton merupakan sifat hal yang pokok, dapat mempengaruhi kinerja dari material komposit beton serat. Pemahaman interaksi ini sangat dibutuhkan untuk mengestimasi kontribusi dari beton serat dan untuk memperkirakan perilaku dari beton serat. Interaksi serat dengan beton yang tidak mengalami retak terjadi hampir pada semua komposit selama awal langkah pembebanan. Dalam kasus tertentu beton akan retak dalam masa pelayanan, walaupun terjadi dalam komposit. Kebanyakan kasus, beton mengalami retak selama masa pelayanan. Oleh karena itu membatasi Interaksi *fiber* dengan tidak mengalami retak pada beton sangat penting dalam praktek pengaplikasian. Bagian yang tidak terjadi retak adalah bagian yang mempengaruhi sistem struktur.

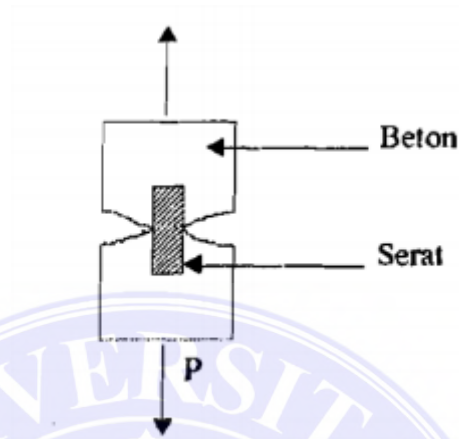
Sistem sederhana serat beton terdiri dari serat tunggal yang ditunjukkan dalam Gambar 2.1. Dalam tahap tanpa beban tegangan dianggap nol (Gambar 2.1-a). Ketika terjadi pembebanan sebagian besar beban dipindahkan sepanjang permukaan serat. Disebabkan perbedaan kekakuan antara serat dan beton, tegangan geser terjadi sepanjang permukaan serat. Jika serat lebih kaku dibandingkan dengan matrik maka deformasi yang terjadi di sekeliling serat akan lebih kecil. Apabila modulus elastis serat lebih kecil dibandingkan dengan modulus elastis beton maka deformasi disekitar serat akan semakin besar, kondisi seperti ini terjadi pada beton dengan penambahan serat *polyethelene* dan serat alam, yang ditunjukkan dalam (Gambar 2.1-b dan 2.1-c).



Gambar 2.1. Interaksi Antara Serat dan Beton Tidak Retak :
Sumber : Belaguru dan Shah "*Fiber Reinforced Cemen Composite*", 1992

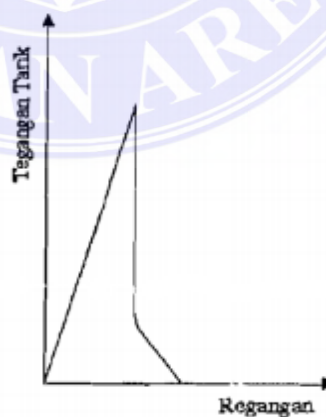
Apabila komposit mengalami pembebanan tarik, maka pada tahap tertentu beton komposit akan mengalami retak yang ditunjukkan dalam (Gambar.2.2). Bila beton retak, maka serat yang menerima beban melewati retakan akan meneruskan beban dari sisi beton ke sisi beton

yang lain. Jika serat masih sanggup menyalurkan beban yang melewati retakan, maka retakan yang lebih besar akan terbentuk. Dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Interaksi Antara Serat dan Beton Pada Saat Retak
Sumber : Belaguru dan Shah "*Fiber Reinforced Cemen Composite*",1992

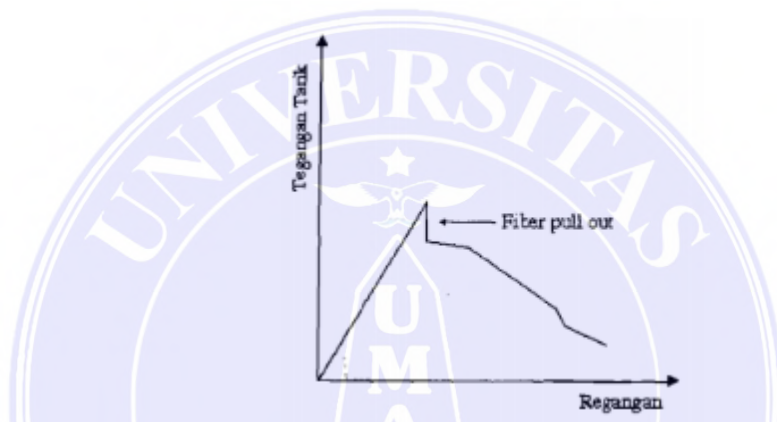
Pengaruh penambahan serat menentukan terjadinya keruntuhan dan retakan yang terjadi pada komposit. Pada komposit dengan kadar serat rendah, maka komposit akan segera runtuh setelah terjadi retakan pada beton. Ilustrasi dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3. Tegangan-Regangan Beton Serat : Volume Serat Rendah
Sumber : Belaguru dan Shah "*Fiber Reinforced Cemen Composite*",1992

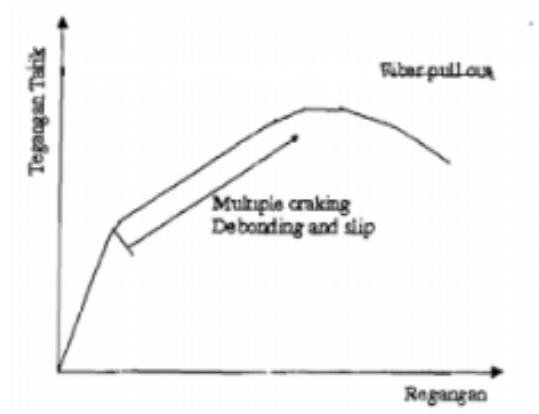
Pada komposit dengan kadar serat yang sedang, maka setelah terjadi keretakan beton, kapasitas komposit menerima pembebanan akan turun

tetapi komposit masih dapat menahan beban selama masih dibawah beban puncak. Ketika beton retak, beban diteruskan dari komposit ke serat sepanjang retakan. Saat deformasi meningkat , maka serat tertarik keluar dari beton dan akibatnya kemampuan komposit menerima pembebanan semakin menurun. Keadaan seperti ini tidak meningkatkan kekuatan akan tetapi menghasilkan perilaku yang daktail. Ilustrasi dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4. Tegangan-Regangan Beton Serat : Volume Serat Sedang
Sumber : Belaguru dan Shah "*Fiber Reinforced Cemen Composite*",1992

Untuk komposit dengan kadar serat tinggi setelah mengalami keretakan pada beton, serat akan menahan peningkatan pembebanan maka komposit dapat menerima penambahan beban yang lebih tinggi dari beban retak. Ilustrasi dapat dilihat pada Gambar 2.5 (BalaGuru dan Shah, 1992).



Gambar 2.5. Tegangan-Regangan Belon Serat : Volume Serat Tinggi.

Sumber : Belaguru dan Shah “*Fiber Reinforced Cemen Composite*”,1992

Pada beton serat, penambahan serat organik-sintetik seperti nilon dan PP (*polipropilena*) pada semen atau beton akan memperbaiki ketahanan terhadap benturan, namun tidak terlalu berpengaruh terhadap kuat *tensile* dan tekuknya. Kekuatan beton akan meningkat menyeluruh jika serat organik-sintetik digabung dengan serat anorganik. Berbagai pengaruh jenis dan jumlah serat atas sifat komposit beton dapat kita lihat pada tabel 2.4 (Feldman dan Hartomo, 1995).

Tabel 2.4 Pengaruh Jenis Dan Jumlah Serat Atas Sifat Komposit Beton

Produk	% Berat Serat	Dampak (Charpy) Kering (kJ/m2)	Modulus Patahan / Jebol (Mpa)			
			Kering	Basah	Penuang an Basah 20°C	Penuang an Basah 50°C
Asbes/Semen	10	2.0 - 4.0	30	25	-17.5	0
Monofilamen PP	0.5 – 2	6	16 - 17.5	16 - 17.5	0	0
Serat Karbon	1.0 - 2.0	2.5 - 4.5	18 - 22	17 – 19	17.5	16
Selulosa	3.5	1.5 - 2.5	15 - 18	13 – 15	12.0 - 14.0	11

Sumber : Feldman dan Hartomo “*Bahan Polimer Konstruksi Bangunan*”, 1995

2.2.5. Ketentuan Pembuatan Benda Uji

Ketentuan menurut SK SNI M-14-1989-F merupakan penyempumaan dari ketentuan pada PBI-1971. Ketentuan menurut SK SNI M-14-1989-F yang digunakan sebagaimana acuan dalam penelitian ini antara lain:

A. Benda uji standar berupa silinder diameter 150 mm dan tinggi 300 mm

Benda uji selain silinder sebagai alternatif yang memberikan kuat tekan yang berbeda, dibutuhkan faktor konversi seperti pada Tabel 2.5 berikut:

Tabel 2.5 Angka Konversi Benda Uji Beton

Benda Uji	Faktor Konversi
Silinder 150mm x 300mm	1,00
Kubus 150mm x 150mm	0,80
Kubus 300mm x 300 mm	0,83

Sumber : SK SNI M-14-1989-F

B. Hasil pemeriksaan diambil nilai rata-rata dari minimal 2 buah benda uji.

2.2.6. Perencanaan Campuran Beton

Pada penelitian yang kami lakukan ini kami menggunakan metode “ *The British Mix Design Method* ” atau di Indonesia dikenal dengan nama *DOE (Department of Environment)*

2.2.7. Slump

Slump merupakan parameter yang digunakan untuk mengetahui tingkat kekecekan suatu adukan beton. Hal ini berkaitan dengan tingkat kemudahan pengerjaan (*workability*). Makin tinggi nilai slump berarti semakin cair adukan beton tersebut, sehingga adukan beton semakin mudah dikerjakan. Nilai slump lebih ditentukan oleh jumlah air dalam adukan, sehingga variasi hanya terjadi pada jumlah semen dan agregat saja, bila nilai slump sarna akan tetapi nilai fasnya

berubah maka beton akan mempunyai kekuatan lebih tinggi (Tjokrodimulyo, 1992).

2.2.8. *Workability*

Istilah *workability* sulit untuk didefinisikan dengan tepat, dan Newman mengusulkan agar didefinisikan pada sekurang-kurangnya tiga buah sifat yang terpisah (Murdock dan Brook, 1991) :

- A. Kompaktibilitas, atau kemudahan dimana beton dapat dipadatkan dan rongga-rongga udara diambil.
- B. Mobilitas, atau kemudahan dimana beton dapat mengalir ke dalam cetakan di sekitar baja dituang kembali.
- C. Stabilitas, atau kemampuan beton untuk tetap sebagai massa yang homogen, koheren dan stabil selama dikerjakan dan digetarkan tanpa terjadi agregasi/pemisahan butiran dan bahan lainnya.

Menurut Jackson (1983), *workability* didasarkan atas rasio agregat dan semen (A/C) dan terbagi atas beberapa tingkatan yaitu : *Low Workability*, *Medium Workability*, *Hard Workability*. Tingkat *workability* dapat dilihat pada tabel 2.6.

Tabel 2.6 Tingkat *Workability* Berdasarkan Rasio Agregat - Semen

D maks (mm)	Rasio Agregat – Semen					
	Low Workability		Medium Workability		Hard Workability	
	Batu Alam	Batu Pecah	Batu Alam	Batu Pecah	Batu Alam	Batu Pecah
9.5	5.3	4.8	4.7	4.2	4.4	3.7
19	6.2	5.5	5.4	4.7	4.9	4.4
37.5	7.6	6.4	6.5	5.5	5.9	5.2

Sumber : Jackson “*Civil Engineering Materials*”, 1983

Untuk tingkat *workability* yang didasarkan atas nilai slump terbagi atas *Medium Workability*, *Low Workability*, dan *Very Low Workability*. Tingkat

workability dapat dilihat pada tabel 2.7.

Tabel 2.7 Tingkat *Workability* Berdasarkan Nilai Slump

No	Slump (mm)	Workability
1	25 – 100	Medium
2	10 – 50	Low
3	0	Very Low

Sumber : Jackson “*Civil Engineering Materials*”, 1983

2.2.9. Kuat Tarik Belah Beton

Kuat tarik belah beton adalah salah satu parameter penting kekuatan beton. Nilai kuat tarik belah diperoleh melalui pengujian tekan di laboratorium dengan membebani setiap benda uji silinder secara lateral sampai pada kekuatan maksimumnya. Pengujian dapat dilakukan pada skala tertentudengan berbagai kondisi, jenis, beban maupun ukuran benda uji. Menurut SNI 2491:2014, Kekuatan tarik belah pada umumnya lebih besar dari kekuatan tarik langsung dan lebih rendah dari kekuatan lentur. Kekuatan tarik belah digunakan dalam mendesain elemen struktur beton untuk mengevaluasi ketahanan geser beton dan menentukan panjang penyaluran dari tulangan. Karena kecilnya nilai kuat tarik beton maka digunakan baja tulangan untuk memperbaiki nilai kuat tarik beton. Tapi masih saja ada terjadi keruntuhan bangunan akibat tidak mampu menahan beban. Kegagalan perencanaan kekuatan beton ini sering terjadi karena tidak baiknya quality control pada pekerjaan beton saat pelaksanaan. Uji kuat tarik dilakukan dengan memberikan tegangan tarik pada beton secara tidak langsung. Spesimen silinder direbahkan dan ditekan sehingga terjadi

Tegangan tarik pada beton. Uji ini disebut juga Splitting test atau Brazillian test karena metode ini diciptakan di Brazil. Secara umum perencanaan yang baik mempertimbangkan semua aspek yang mungkin dapat terjadi pada

bangunan. Salah satu aspek yang berperan penting dalam perencanaan adalah menentukan karakteristik dan kemampuan material yang akan dipakai pada struktur. Hal ini membutuhkan pengujian secara mendalam terhadap sifat dari material seperti kekuatan, durabilitas, dan sifat mekanis beton lainnya. Data kekuatan beton yang diukur di laboratorium adalah kekuatan yang diuji pada skala kecil dan diuji hanya pada beberapa sampel dan satu jenis benda uji saja dan hasil kekuatan beton bukanlah suatu karakteristik mutlak.

Kuat tarik belah dari benda uji dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$f_t = \frac{2P}{\pi ld} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dengan :

f_t = kekuatan tarik belah (N/mm²)

P = Beban maksimal (N)

l = Panjang silinder (mm)

d = diameter (mm)

Faktor – faktor yang mempengaruhi kekuatan beton yaitu :

A. Umur Beton

Kekuatan beton akan semakin bertambah tinggi dengan bertambahnya umur. Yang dimaksudkan disini adalah sejak beton dicetak. Laju kenaikan kuat tekan beton mula – mula cepat, lama – kelamaan laju kenaikan tersebut semakin lambat. Sehingga sebagai standar kuat tekan beton ialah kuat tekan beton pada umur 28 hari.

B. Faktor Air Semen

Menurut Rosie Arizki Intan Sari (2015) Faktor air semen ialah perbandingan berat antara air dan semen Portland didalam campuran

adukan beton. Faktor air semen atau Water Cement Ratio (WCR) adalah indikator yang penting dalam perancangan campuran beton karena FAS merupakan perbandingan jumlah air terhadap jumlah semen dalam suatu campuran beton. Jadi dapat dikatakan,

$$FAS \left(\frac{Kg}{l} \right) = \frac{Berat Air \left(\frac{Kg}{m^3} \right)}{Jumlah Semen \left(\frac{l}{m^3} \right)} \dots\dots\dots (2.3)$$

Fungsi FAS,yaitu :

1. Untuk memungkinkan reaksi kimia yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya pengerasan
2. Memberi kemudahan dalam pengerjaan beton.

Diketahui bahwa semakin tinggi nilai FAS, semakin rendah mutu kekuatan beton. Namun demikian, nilai FAS yang semakin rendah tidak selalu berarti bahwa kekuatan beton semakin tinggi. Ada batas-batas dalam hal ini. Nilai FAS yang rendah akan menyebabkan kesulitan dalam pengerjaan, yaitu kesulitan dalam pelaksanaan pemadatan yang pada akhirnya akan menyebabkan mutu beton menurun. Umumnya nilai FAS minimum yang diberikan sekitar 0,4 dan maksimum 0,6. Rata-rata ketebalan lapisan yang memisahkan antar artikel dala, beton sangat bergantung pada faktor air semen yang digunakan dan kehalusan butir semennya.

C. Kepadatan

Kekuatan beton berkurang jika kepadatan beton berkurang.

D. Jumlah Pasta Semen

Pasta semen dalam beton berfungsi untuk merekatkan butir agregat. Sehingga jika pasta semen terlalu sedikit maka rekatan antar butir kurang kuat yang menyebabkan kuat tekan beton berkurang.

E. Jenis Semen

Jenis semen sangat mempengaruhi kuat tekan beton. Seperti pada pembahasan sebelumnya, bahwa semen Portland memiliki sifat tertentu. Misalnya cepat mengeras dan sebagainya yang sangat mempengaruhi kuat tekan beton.

2.2.10. Standart Deviasi

Standar deviasi adalah alat ukur tingkat mutu pelaksanaan pembuatan pembetonan. Nilai S ini digunakan sebagai salah satu data masukan pada perencanaan campuran beton.

$$S = \sqrt{\frac{\sum(f_c - f_{cr})^2}{N - 1}} \dots\dots\dots (2.4)$$

Dengan :

S = Deviasi standar

F_c = Kuat tekan masing-masing silinder beton

F_{cr} = Kuat tekan rata-rata

N = Banyaknya nilai kuat tekan beton

2.2.11. Modulus Elastisitas

Menurut Murdock dan Brook (1999), tolak ukur yang umum dari sifat suatu bahan adalah modulus elastisitas, yang merupakan perbandingan dari tekanan yang diberikan dengan perubahan bentuk persatuan panjang, sebagai akibat dari tekanan yang diberikan tersebut. Beton adalah bahan yang bukan

benar-benar elastis. Nawy (1998) mengemukakan kemiringan suatu garis lurus yang menghubungkan titik pusat dengan suatu harga tegangan (sekitar 0,4 f_c) disebut modulus elastisitas; modulus ini memenuhi asumsi praktis bahwa regangan yang terjadi selama pembebanan pada dasarnya dapat dianggap elastis (pada keadaan beban dihilangkan bersifat *reversibel* penuh). Adapun untuk perhitungan modulus elastisitas dapat dilihat pada persamaan 2.4.

$$\text{Modulus Elastisitas } E_c = \frac{\sigma}{\epsilon} \dots\dots\dots (2.5)$$

Dengan:

σ = Tegangan (sekitar 0,4 f_c) kuat tekan uji

ϵ = Regangan yang dihasilkan dari tegangan (σ)

Peraturan ACI memberikan persamaan untuk menghitung modulus elastisitas sekan beton E_c untuk beton berbobot normal sebagai berikut:

$$\text{Modulus Elastisitas } E_c = 4730 \sqrt{f'_c} \dots\dots\dots (2.6)$$

Untuk peraturan SK-SNI-T-15-1991-03 (1991) nilai modulus elastisitas dinyatakan dengan :

$$\text{Modulus Elastisitas } E_c = 4700 \sqrt{f'_c} \dots\dots\dots (2.7)$$

Dengan:

f'_c = Kuat tekan silinder (N/mm² = Mpa)

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Bahan atau Materi

Bahan yang digunakan dalam proses pencampuran adalah :

1. Semen *Portland* merek Semen Padang.
2. Agregat halus (pasir) diambil dari *Quarry* Jalan Megawati, Binjai
3. Agregat kasar (kerikil) diambil *Quarry* Jalan Megawati, Binjai
4. Air dari laboratorium Teknologi Bahan Fakultas Teknik
5. Politeknik Negeri Medan
6. Bahan tambah serat *Polypropylene*.

3.2. Peralatan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Mesin Aduk Beton (Molen).
2. Mesin Desak.
3. Sekop Besar.
4. Kaliper.
5. Penggaris.
6. Tongkat Penumbuk.
7. Gelas Ukur.
8. Ember.
9. Kerucut Abrahams.
10. Timbangan.
11. Ayakan.

12. Sendok Semen (Cetok).
13. Palu Karet.
14. Palu Martil.
15. Cetakan Silinder.
16. Seperangkat Peralatan Kunci.

3.3. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi Fakultas Teknik Prodi Teknik Sipil Politeknik Negeri Medan di Jalan Almamater No.1, Padang Bulan, Kec. Medan Baru, Kota Medan, Sumatera Utara

3.4. Tahapan Penelitian

3.4.1. Persiapan

Persiapan yang dilakukan meliputi persiapan studi pustaka, persiapan literatur, pengadaan alat dan bahan termasuk pembakaran batok kelapa untuk mendapatkan abunya, serta persiapan laboratorium.

3.4.2. Pemeriksaan Bahan Susun Beton

Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui sifat serta karakteristik bahan susun beton apakah telah memenuhi persyaratan yang sudah ditentukan atau belum apabila digunakan dalam pencampuran beton (*mix design*).

3.4.3. Perencanaan Campuran

Perencanaan campuran (*mix design*) dilakukan mengacu pada SNI 03-2834-2000. Perencanaan yang dilakukan berdasarkan hasil pemeriksaan dari masing-masing bahan sebelumnya untuk merencanakan pencampuran beton, mulai dari semen, agregat halus, agregat kasar dan air. Hasil dari *mix design* ini berupa perbandingan antara bahan-bahan penyusun beton yang selanjutnya akan

digunakan sebagai dasar dalam pembuatan benda uji.

3.4.4. Pembuatan dan Perawatan Benda Uji

Pembuatan benda uji untuk tes beton cukup sederhana namun tetap perlu memperhatikan beberapa hal agar tes beton yang akan kita lakukan dapat berjalan dengan baik sesuai dengan apa yang diharapkan. Secara umum terdapat dua macam jenis benda uji beton yaitu :

1. Kubus beton dengan ukuran panjang 15 cm, lebar 15 cm dan tinggi 15 cm
2. Silinder beton dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm

Pada pembuatan benda uji kali ini memakai cetakan jenis silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Silinder beton yang dibuat adalah replikasi dari beton yang digunakan untuk bahan bangunan. Silinder beton ini dibuat dari adukan beton yang akan digunakan, yang merupakan sampel yang akan diuji di laboratorium. Jumlah silinder beton yang akan dibuat sebanyak 40 (empat puluh) buah sesuai dengan acuan yang tertera pada SNI 2493:2011.

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pembuatan dan perawatan benda uji adalah sebagai berikut ;

1. Mempersiapkan bahan dan alat-alat yang akan digunakan untuk pembuatan benda uji.
2. Menimbang bahan yang dibutuhkan.
3. Mencampur bahan-bahan yang sudah ditimbang ke dalam molen, kemudian diaduk hingga warna adukan tampak rata dan kepekatan yang cukup (tidak terlalu cair dan tidak terlalu padat).
4. Diukur nilai *Shump* dari adukan tersebut sebelum dan sesudah diberi penambahan serat.

5. Setelah Slump yang didapat sesuai dengan rencana, kemudian adukan beton dimasukkan kedalam cetakan silinder. Pengisian adukan dilakukan tiga tahap, masing-masing $\frac{1}{3}$ dari tinggi cetakan. Setiap tahap ditusuk-tusuk dengan tongkat baja (dengan ukuran diameter 16 mm dan panjang 60 cm yang ujungnya dibulatkan) sebanyak 25 kali sebagai pemadatan adukan.
6. Setelah pemadatan selesai, kemudian permukaannya diratakan.
7. Cetakan diletakan di tempat yang rata dan bebas dari getaran dan gangguan lain dan dibiarkan selama 24 jam.
8. Setelah 24 jam benda uji dikeluarkan dari cetakan, kemudian dirawat sesuai dengan variasi *Polypropylene* kemudian diuji pada hari ke 7 dan 14 hari.

3.4.5. Pengujian Beton

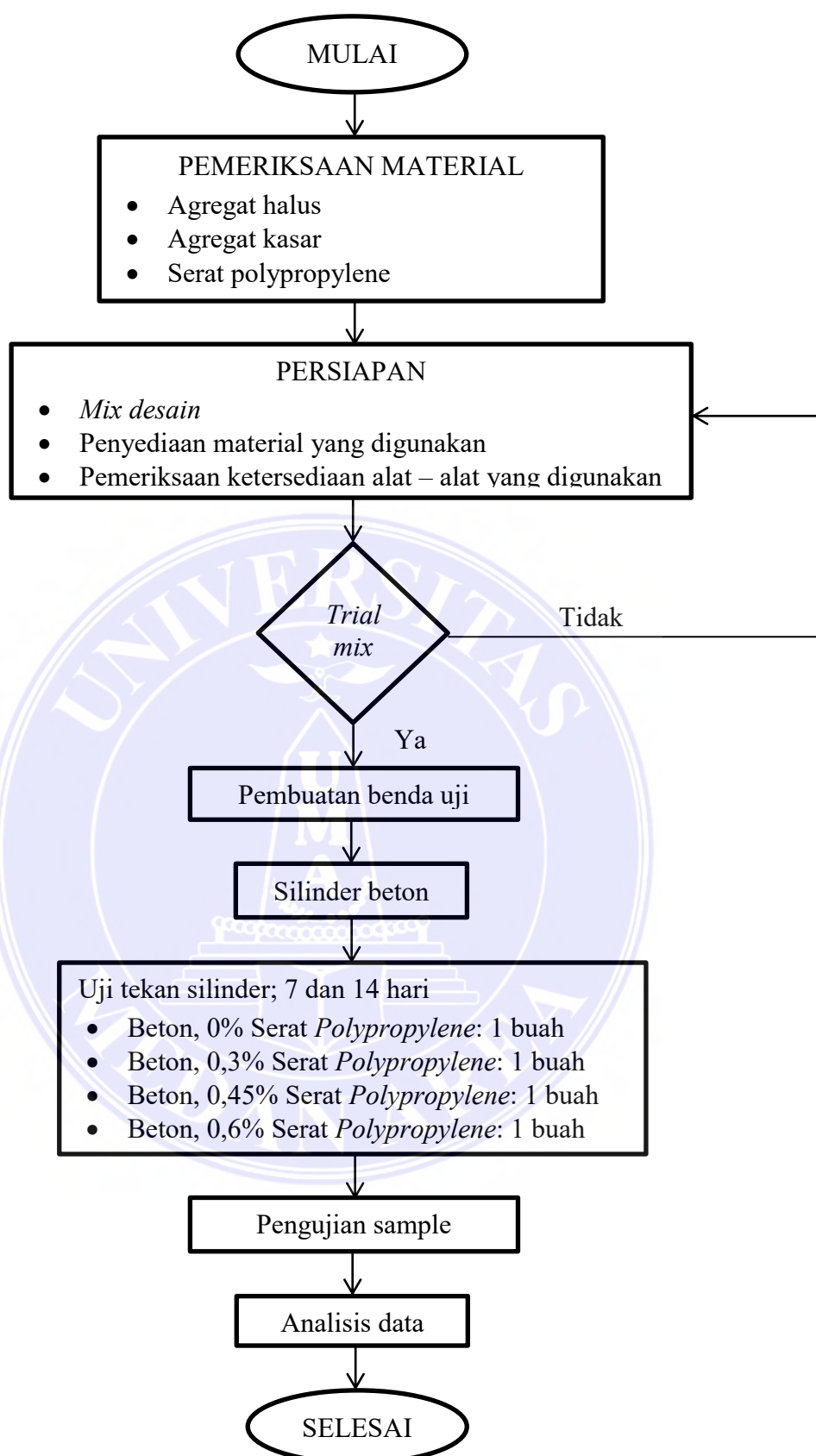
Pada tahapan ini dilakukan pengujian beton yang mengacu pada SNI 03-2491–2002.

3.4.6. Analisis Data dan Pembahasan

Pada tahap ini dilakukan pengolahan data dari pengujian yang telah dilakukan dengan bantuan program Microsoft Excel, kemudian dilakukan pembahasan terkait hasil pengujian yang diperoleh.

3.4.7. Penarikan Kesimpulan

Tahapan ini merupakan tahapan terakhir dari penelitian ini. Dalam tahapan ini data yang sudah dianalisis dibuat kesimpulan penelitian yang berhubungan tujuan penelitian, selain itu dibuat juga saran untuk penelitian selanjutnya.



Gambar 3.1 Diagram alir Penelitian

3.5. Analisis Data

3.5.1. Analisis Agregat Halus

A. Pemeriksaan analisa ayakan agreat halus

Analisa saringan bertujuan untuk mengetahui distribusi butir atau gradasi (halus) dengan menggunakan saringan yang tersedia. Gradasi dan modulus kehalusan dipergunakan untuk menentukan komposisi material pembentuk beton.

Tabel 3.1 Gradasi Zona 4

susunan ayakan(mm)	persentase lolos (%)
9,5	100
4,75	95 - 100
2,36	95 - 100
1,18	90 - 100
0,6	80 - 100
0,3	15 - 50
0,15	0 - 15

Sumber : ASTM C-33-95 (Gradasi no. 4)

Derajat kehalusan atau kekerasan suatu agregat ditentukan oleh modulus kehalusan atau *finelless modulus*.

1. Pasir Halus = $2,20 < FM \leq 2,60$
2. Pasir Sedang = $2,20 < FM \leq 2,60$
3. Pasir Kasar = $2,20 < FM \leq 2,60$

Nilai FM dapat dicari dengan rumus :

$$FM = \frac{\sum \% \text{ tertahan komulatif}}{100}$$

Pengujian agregat halus :

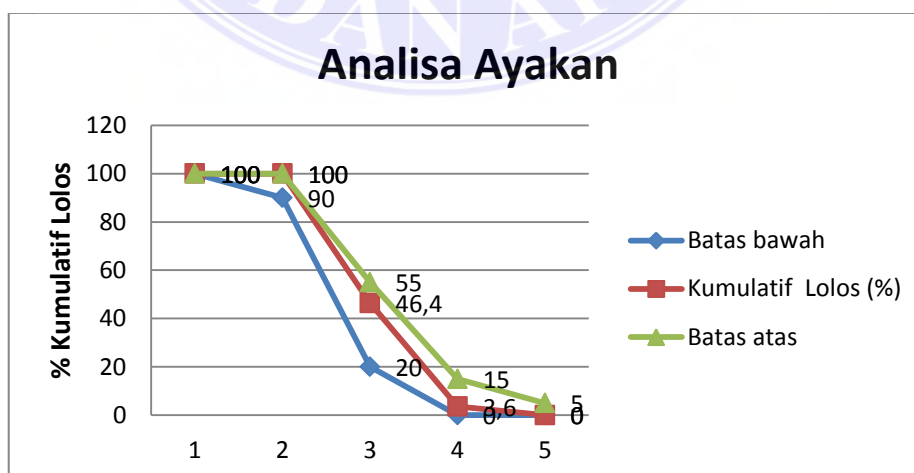
1. Ambil pasir yang kering dengan berat sampel 1000 gram.

2. Sediakan ayakan dan susun berturu-turut dari atas kebawah sesuai ukurannya, 4.75, 2.36, 1.18, 0.6, 0.3, 0.15 dan pan.
3. Masukkan pasir kedalam ayakan lalu ditutup.
4. Letakkan ayakan diatas mesin penggetar (*shieve sheker machine*).
5. Hidupkan mesin selama 5 (lima) menit.
6. Timbang sampel yang tertahan pada masing-masing ayakan.

Tabel 3.2 Hasil pemeriksaan ayakan agregat halus

Diameter ayakan (mm)	Berat Sampel (gr)	Berat Tertahan (%)	Kumulatif Tertahan (%)	Kumulatif Lolos (%)
4,75	0	0	0	100
2,36	0	0	0	100
1,18	34,3	6,86	6,86	93,14
0,6	60,6	12,12	18,98	81,02
0,3	187,3	37,46	56,44	43,56
0,15	166,5	33,30	89,74	10,26
Pan	51,3	10,26	100	0
Jumlah	500	100		

Sumber : Hasil penelitian, 2022



Gambar 3.2 Hasil pemeriksaan ayakan agregat halus
Sumber : Hasil penelitian, 2022

$$FM = \frac{272,02}{100} = 2,72$$

Dari hasil percobaan diperoleh *Fineness Modulus* (FM) sebesar 2,72, dapat disimpulkan bahwa pasir yang dipakai termasuk pasir sedang karena berada dalam standart pasir sedang, yakni $2,6 < FM < 2,9$.

B. Pemeriksaan berat jenis dan absorsi pasir

1. Tujuan Penelitian :

- a) Untuk menentukan berat jenis agregat halus dalam keadaan kering oven,
- b) Menentukan berat jenis agregat halis kering permukaan,
- c) Menentukan ladar air agregat halus kering permukaan henuh air (SSD) dan penyerapan (absorsi) pasir.

2. Pedoman Penelitian : Berat jenis kering < Berat jenis SSD < Berat jenis semu

3. Prosedur Penelitian :

- a) Sediakan pasir secukupnya.
- b) Rendam pasir tersebut dalam wadah dengan air selama 24 jam.
- c) Pasir tersebut dianginkan hingga tercapai kondisi kering permukaan.
- d) Untuk menentukan pasir dalam kondisi SSD yaitu, masukkan pasir dalam mould 1/3 tinggi, lalu rojok 25 kali, kemudian isi pasir hingga ketinggian 2/3 tinggi, dirojok 25 kali. Demikian seterusnya diisi hingga penuh

dan dirojok 25 kali. Setelah itu mould diangkat perlahan, dan apabila pasir runtuh pada bagian tepi atasnya (tidak keseluruhan) berarti pasir dalam keadaan SSD.

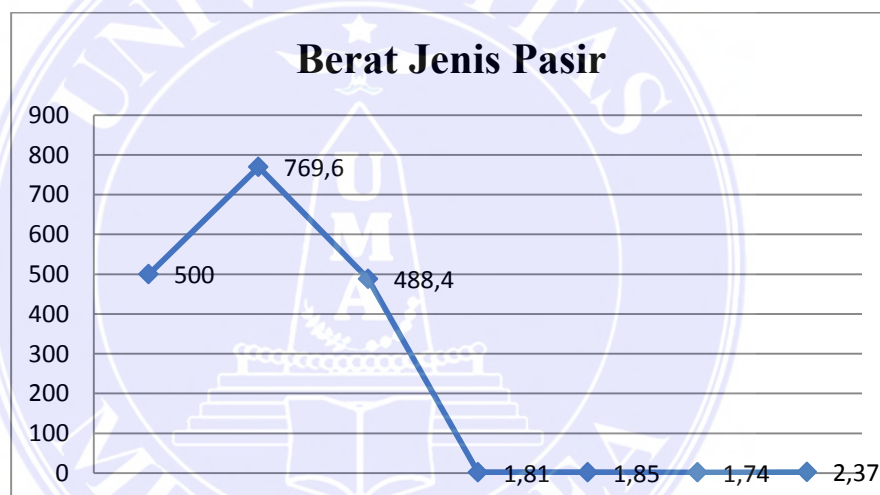
- e) Sediakan pasir yang telah mencapai keadaan SSD dalam dua bagian masing-masing seberat 500 gram. Bagian yang pertama dimasukkan ke dalam oven dan dikeringkan selama 24 jam. Bagian yang lain dimasukkan ke dalam piknometer kemudian diisi dengan air dan diguncang berulang-ulang dengan tujuan agar udara yang ada dalam pasir keluar, yang ditandai dengan adanya buih dalam air. Buih yang keluar dibuang dengan cara mengisi piknometer dengan air sampai melimpah sampai leher piknometer tersebut.
- f) Pengisian air dilakukan secara perlahan-lahan. Setelah udara tidak ada lagi, atur agar air sampai batas air.
- g) Timbang berat piknometer + air + pasir.
- h) Buang isi piknometer lalu isi dengan air bersih hingga batas maksimum air.
- i) Timbang berat piknometer yang berisi air, dan catat hasilnya.
- j) Untuk pasir yang sudah di ovenkan dan sudah dalam keadaan kering, lakukan penimbangan.

Dari hasil penelitian didapat :

Tabel 3.3 Hasil pemeriksaan berat jenis pasir

uraian		hasil sample (gr)
Berat agregat dalam keadaan SSD	(B)	500
Berat dalam air	(C)	769,6
Berat kering oven	(A)	488,4
Berat jenis kering	$= A / (B - C)$	1,81
Berat jenis SSD	$= B / (B - C)$	1,85
Berat jenis semu	$= A / (A - C)$	1,74
Absorsi %	$= (B-A) \times 100 / A$	2,37

Sumber : Hasil penelitian, 2022



Gambar 3.3 Grafik hasil pemeriksaan berat jenis dan absorsi pasir
Sumber : Data hasil penelitian 2022

Persyaratan untuk berat SSD harus berada diantara berat jenis kering dan berat jenis semu, sedangkan untuk spesifikasi absorbs harus $< 5\%$ dari haril pemeriksaan yang didapat, maka material tersebut memenuhi persyaratan.

C. Pemeriksaan berat isi pasir

Berat isi agregat sangat dipengaruhi oleh beberapa factor seperti jenis, gardasi agregat, diameter maksimum agregat. Dalam SII No.52-1989,

berat isi agregat beton disyaratkan harus lebih dari 1,2 kg/liter.

Prosedur pelaksana :

1. Dengan cara gembur

- a) Timbang berat bejana dan catat
- b) Masukkan pasir kedalam bejana dan ratakan permukaan bejana
- c) Timbang bejana yang sudah berisi pasir lalu catat
- d) Kemudian timbang bejana yang berisi air lalu catat

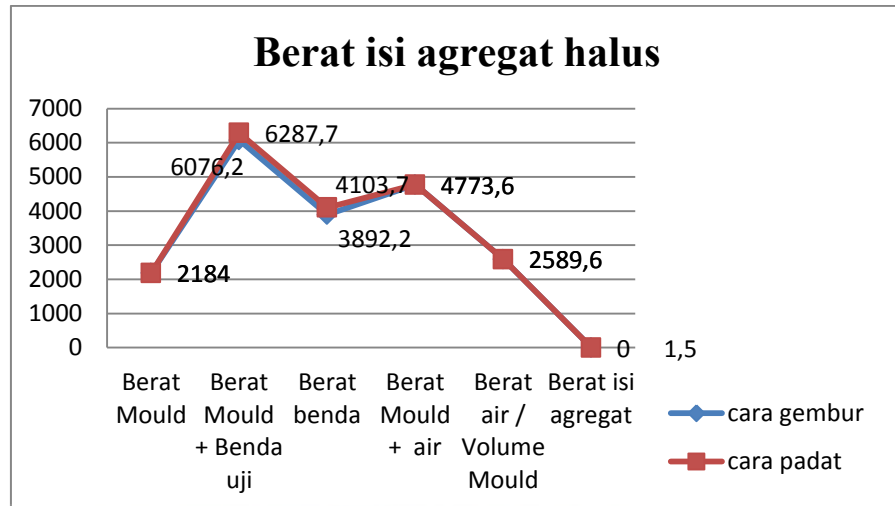
2. Dengan cara padat/merojok

- a) Timbang berat bejana lalu catat
- b) Masukkan pasir 1/3 bagian bejana lalu dirojek sebanyak 25 kali, tambahkan pasir 2/3 bagian bejana dan dirojek sebanyak 25 kali, kemudian masukkan pasir pada bejana sampai penuh lalu dirojek sebanyak 25 kali, dan ratakan permukaan bejana
- c) Timbang bejana yang sudah berisi pasir lalu catat
- d) Kemudian timbang bejana yang sudah berisi air lalu catat.

Tabel 3.4 : Hasil Pemeriksaan berat isi agregat halus

		agregat halus	
		cara gembur	cara padat
Berat <i>Mould</i>	W1	2184	2184
Berat <i>Mould</i> + Benda uji	W2	6076,2	6287,7
Berat benda	$W3 = W2 - W1$	3892,2	4103,7
Berat <i>Mould</i> + air	W4	4773,6	4773,6
Berat air / Volume <i>Mould</i>	$V = W4 - W1$	2589,6	2589,6
Berat isi agregat	$W3/V$ (Kg/Lt)	1,5	1.58

Sumber : Hasil penelitian, 2022



Gambar 3.4 Grafik hasil pemeriksaan berat isi agregat halus
Sumber : Hasil penelitian, 2022

D. Kadar lumpur agregat halus

1. Tujuan penelitian

Menerangkan prosedur pemeriksaan kadar air pada agregat dan menghitung persentase kadar air pada agregat.

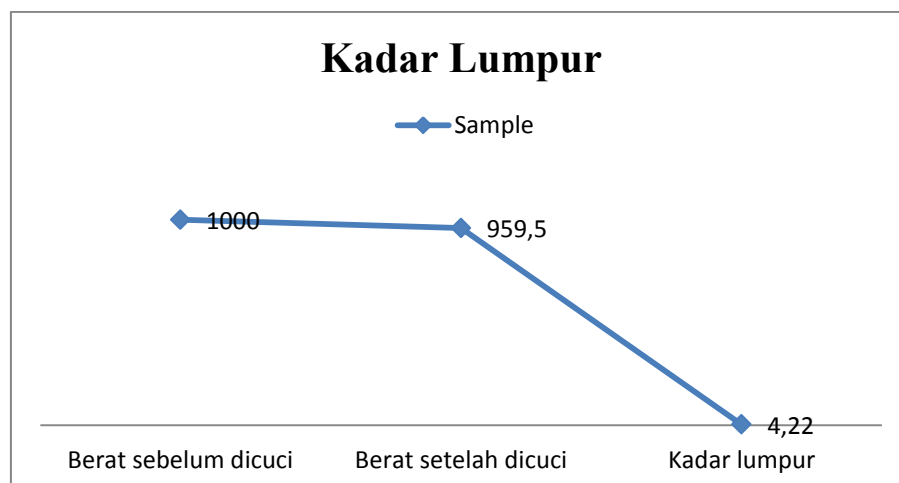
2. Pedoman Penelitian

Kandungan lumpur tidak dibenarkan melebihi 5% apabila melebihi maka pasir harus dicuci

Tabel 3.5 Hasil pemeriksaan kadar lumpur pasir

		Sample
Berat benda uji mula - mula (sebelum dicuci) (gr)	(A)	1000
Berat benda uji tertahan saringan no.200 (setelah dicuci) (gr)	(B)	959,5
Kadar lumpur (%)	$(A-B/A) \times 100\%$	4,22

Sumber : Hasil penelitian, 2022



Gambar 3.5 Grafik hasil pemeriksaan kadar lumpur pasir
Sumber : Hasil penelitian, 2022

Persentase kadar lumpur pasir yang didapat adalah sebesar 2,6%. Pasir ini layak digunakan sebagai bahan penyusun *mix design*, karena memenuhi persyaratan yaitu harus $< 5\%$.

E. Kesimpulan pemeriksaan agregat halus

Tabel 3.6 Hasil pemeriksaan agregat halus

Pemeriksaan	Hasil
Kadar Lumpur	4,22%
Analisa Ayakan	2,84
Berat Jenis (SSD)	1,85 gr/cm ³
Absorpsi	2,37%

Sumber : Hasil penelitian, 2022

3.5.2. Analisis Agregat Kasar

A. Analisis ayakan agregat kasar

1. Tujuan Penelitian

untuk memeriksa penyebaran gradasi dan menentukan modulus kehalusan (FM).

2. Pedoman Penelitian :

$$FM = \frac{\sum \% \text{ komulatif tertahan ayakan}}{100}$$

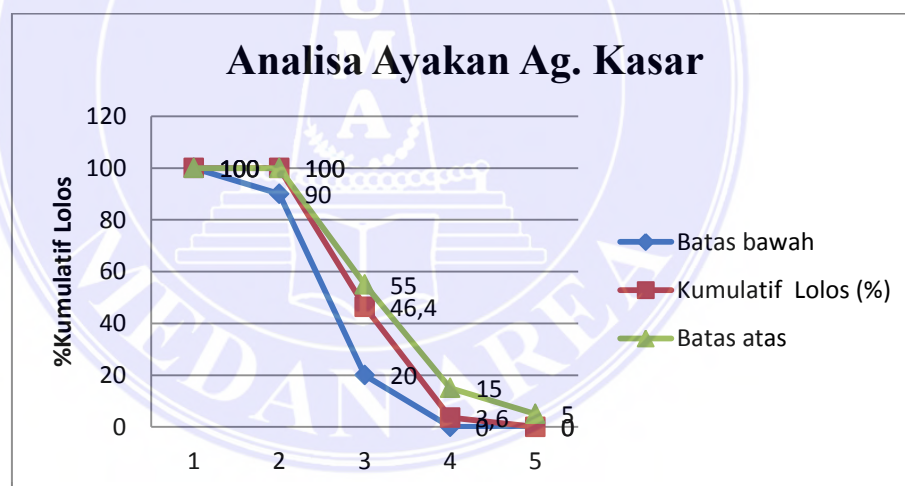
3. Prosedur Penelitian :

- a) Kerikil diayak dengan ayakan 19,1 mm dan 4,76 mm.
Diambil kerikil yang lolos ayakan 19,1 mm dan yang tertahan di ayakan 4,76 mm \pm 3 . Rendam kerikil tersebut dalam suatu ember dengan air selama 24 jam.
- b) Kerikil hasil rendaman tersebut dikeringkan hingga didapat kondisi kering permukaan (SSD) dengan kain lap.
- c) Siapkan kerikil sebanyak 1250 gram untuk 2 sampel.
- d) Atur keseimbangan air dan keranjang pada sampai timbangan digital menunjukkan angka 0 (nol) pada saat air dalam kondisi tenang.
- e) Masukkan kerikil yang telah mencapai kondisi SSD ke dalam keranjang yang berisi air.
- f) Timbang berat air + keranjang + kerikil.
- g) Keluarkan kerikil lalu dikeringkan dengan oven selama 24 jam.
- h) Timbang berat kerikil yang telah diovenkan.
- i) Ulangi untuk sampel kedua.

Tabel 3.7 Hasil pemeriksaan analisa ayakan agragat kasar

Ukuran lubang ayakan (mm)	Berat fraksi tertahan		Komulatif	
	Sampel (gr)	%	Tertahan %	Lolos %
31,5	0	0	0	100
16	1608	53,6	53,6	46,4
8	1284	42,8	96,4	3,6
5	108	3,6	100	0
2,36	0	0	100	0
1,18	0	0	100	0
0,6	0	0	100	0
0,3	0	0	100	0
0,15	0	0	100	0
Pan	0	0	100	0
Total	3000	100		

Sumber : Hasil penelitian, 2022



Gambar 3.6 Grafik hasil pemeriksaan ayakan agregat kasar

Sumber : Hasil penelitian, 2022

Agregat kasar yang dapat dipakai dalam campuran beton harus mempunyai modulus kehalusan (FM) antara 5,5-7,5. Dari hasil pemeriksaan diperoleh FM sebesar 7,04 sehingga dapat digunakan dalam percobaan.

B. Pemeriksaan berat isi agregat kasar

1. Tujuan Penelitian

Untuk menentukan berat isi batu pecah dengan cara padat dan cara longgar.

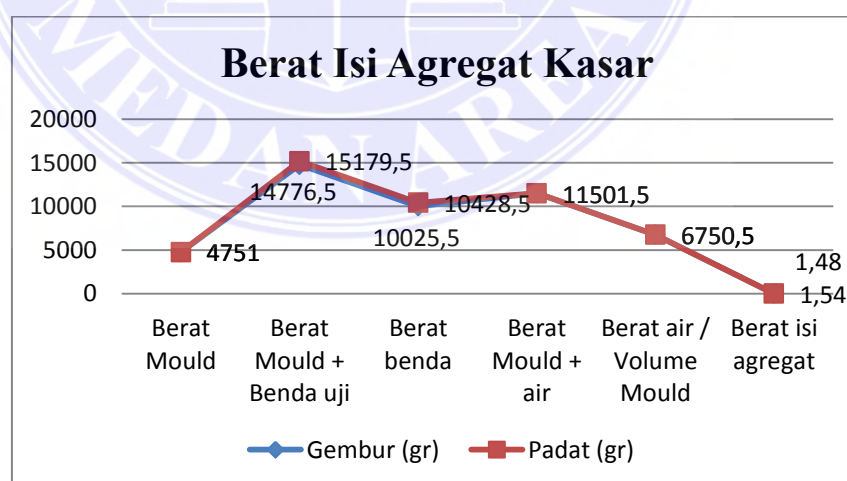
2. Pedoman Penelitian

Dari hasil penelitian berat isi dengan cara merojok lebih besar dari pada berat isi yang tidak dirojok.

Tabel 3.8 Hasil pemeriksaan berat isi agregat kasar

		Agregat Kasar	
		Gembur (gr)	Padat (gr)
Berat <i>Mould</i>	W1	4751	4751
Berat <i>Mould</i> + Benda uji	W2	14776,5	15179,5
Berat benda	$W3 = W2 - W1$	10025,5	10428,5
Berat <i>Mould</i> + air	W4	11501,5	11501,5
Berat air / Volume <i>Mould</i>	$V = W4 - W1$	6750,5	6750,5
Berat isi agregat	$W3/V$ (Kg/Lt)	1,48	1,54

Sumber : Hasil penelitian, 2022



Gambar 3.7 Grafik hasil pemeriksaan berat isi agregat kasar

Sumber : Hasil penelitian, 2022

Dari perhitungan hasil data pengujian berat isi pada pada agregat kasar, didapat hasil dari berat isi lepas yaitu 1,48 kg/liter dan berat isi padat

yaitu sebesar 1,54 kg/liter. Bila dibandingkan dengan persyaratan menurut SII 0052 – 80, bahwa berat isi harus lebih besar dari 1,2 kg/liter, maka kedua cara pemadatan diatas telah memenuhi syarat.

C. Pemeriksaan berat jenis dan absorpsi agregat kasar

1. Tujuan penelitian

Untuk menentukan berat dan penyerapan (absorpsi) air batu pecah

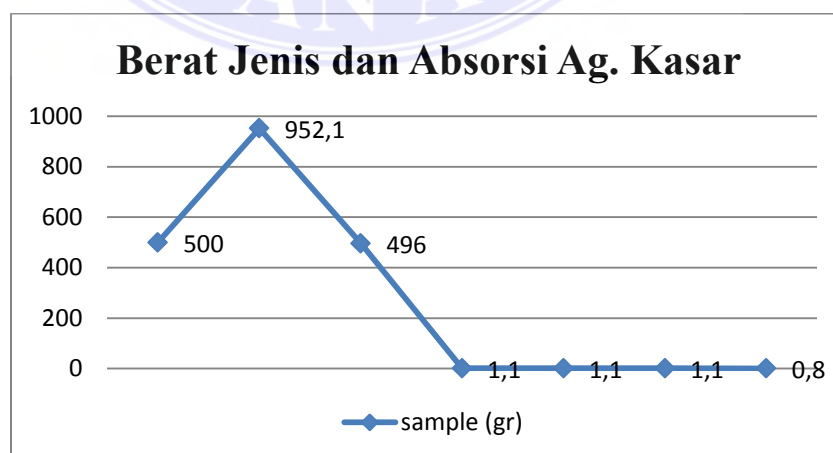
2. Pedoman Penelitian

Berat jenis kering < berat jenis SSD , berat jenis semu

Tabel 3.9 Hasil pemeriksaan berat jenis dan absorpsi agregat kasar

uraian	hasil sample (gr)
Berat agregat dalam keadaan SSD (B)	500
Berat dalam air (C)	952,1
Berat kering oven (A)	496
Berat jenis kering = $A / (B - C)$	1,10
Berat jenis SSD = $B / (B - C)$	1,10
Berat jenis semu = $A / (A - C)$	1,10
Absorpsi = $(B-A) \times 100 / A$	0,8

Sumber : Hasil penelitian, 2022



Gambar 3.8 Grafik hasil pemeriksaan berat jenis dan absorpsi agregat kasar

Sumber : Hasil penelitian, 2022

Dari hasil penelitian diperoleh :

1. Berat jenis kering = $1,10 \text{ gr/ cm}^3$
2. Berat jenis SSD = $1,10 \text{ gr/ cm}^3$
3. Berat semu = $1,10 \text{ gr/ cm}^3$
4. Absorpsi = $0,8 \text{ %/ cm}^3$

D. Kesimpulan Pemeriksaan Agregat Kasar

Tabel 3.10 Kesimpulan hasil pemeriksaan agregat kasar

Pemeriksaan	Hasil
Kadar Lumpur	0,5 %
Analisa Ayakan	7,04
Berat Jenis (SSD)	$1,10 \text{ gr/cm}^3$
Absorpsi	0,8 %

Sumber : Hasil penelitian, 2022

3.5.3. Pemeriksaan Waktu Ikut Semen

Waktu ikat adalah waktu yang diperlukan semen untuk mengeras, dihitung mulai dan bereaksi dengan air dan menjadi pasta semen sehingga pasta semen cukup kaku untuk menahan tekan. Semen sebagai bahan dasar bila kena air akan membentuk suatu bahan yang lengket seperti lem yang akhirnya mengeras. Selain kadar air waktu semen juga diperlukan dan tidak dapat diabaikan. Untuk mengetahui waktu ikat semen dilakukan suatu percobaan dengan menggunakan jarum *vicat apparantus*.

Pengikatan semen adalah penguatan semen segera setelah bereaksi dengan air dan terdiri dari 2 keadaan yaitu :

1. Waktu ikat awal adalah waktu ikat yang diperlukan pasta semen untuk mulai pengikatan ditandai dengan penetrasi sedalam 35 mm dimana T awal

> 45 menit

2. Waktu ikat akhir adalah waktu ikat yang diperlukan semen untuk mengikat sempurna yang ditandai dengan penetrasi jarum *vicat apparatus* sedalam 0 mm.

Pada semen Portland biasa, waktu ikatan awal tidak boleh kurang dari 60 menit, dan waktu ikatan akhir tidak boleh lebih dari 480 menit (8jam). Pengertian waktu ikatan awal diperlukan untuk memberi peluang pembuat beton mengerjakan proses pembuatan beton yaitu waktu untuk : pengadukan, transportasi, penuangan, pemadatan, dan perataan permukaan. Proses ikatan ini disertai perubahan *temperature*. Temperature naik dengan cepat dari ikatan awal dan mencapai puncaknya pada waktu berakhirnya ikatan akhir. Waktu ikatan yang pendek kenaikan temperature dapat sampai 30°C. Prosedur pelaksana adalah sebagai berikut ;

1. Timbang semen sebanyak 350 gram dan air sebanyak persentase air yang tepat pada percobaan konsisten semen. Semen yang diambil terlebih dahulu diayak dengan ayakan no. 100 untuk membuang semen yang lebih menggumpal.
2. Mangkuk mixer dibasahi dengan air secukupnya sehingga permukaan basah, tetapi tidak ada air yang menggenang.
3. Masukkan semen tambah air kedalam mangkuk mixer dan diamkan selama 15 detik.
4. Hidupkan mixer dengan kecepatan lambat selama 30 detik dan kemudian matikan selama 15 detik.
5. Hidupkan kembali mixer dengan putaran cepat selama 60 detik.

6. Hentikan pengadukan lalu gumpalkan pasta semen hingga berbentuk bola dan kemudian lemparkan dari tangan kiri ke tangan kanan sebanyak 6 kali dengan jarak kurang lebih 15 cm.
7. Masukkan kedalam mould yang telah dialasi dengan plat kaca dengan menekan gumpalan semen.
8. Dengan mould pada bagian lubang yang terbesar plat kaca dan mould terlebih dahulu diolesi dengan vaselin agar tidak lengket.
9. Bagian pasta semen yang keluar melalui lubang yang kecil diratakan dengan scrap tanpa mengganggu pasta semen tersebut dan diamkan selama 30 menit.
10. Selama 30 menit atur jarum vicat tepat berada diatas permukaan pasta semen dan atur jarum penunjuk angka penetrasi tepat pada angka nol.

Tabel 3.11 Hasil pemeriksaan waktu ikat semen

No. test	Waktu penurunan Air (menit)	Penurunan (mm)	Keterangan waktu pencatatan
1	15	2	10.20
2	30	9	10.35
3	45	7	10.50
4	60	5	11.05
5	75	1	11.20
6	90	0,5	11.35
7	105	0,1	11.50
8	120	0	12.05

Sumber : Hasil penelitian, 2022

3.5.4. Perencanaan Campuran Beton K175 (*Mix Desain*)

Beton merupakan campuran antara semen portland atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar, dan air dengan atau tanpa bahan tambah membentuk massa padat. Dalam pembuatan beton normal, harus direncanakan

kekuatannya terlebih dahulu dan dihitung proporsi dari masing-masing bahan campurannya secara tepat agar diperoleh hasil berupa beton yang kekuatannya sesuai dengan yang telah direncanakan. Persyaratan umum yang harus dipenuhi sebagai berikut:

1. Proposi campuran beton harus menghasilkan beton yang memenuhi persyaratan berikut:
 - a) Kekentalan yang memungkinkan pengerjaan beton (penuangan, pemadatan, dan perataan) dengan mudah dapat mengisi acuan dan menutup permukaan secara serba sama (homogen);
 - b) Keawetan;
 - c) Kuat tekan;
 - d) Ekonomis;
2. Beton yang dibuat harus menggunakan bahan agregat normal tanpa bahan tambah
3. Bahan-bahan yang digunakan dalam perencanaan harus mengikuti persyaratan berikut:
 - a) Bila pada bagian pekerjaan konstruksi yang berbeda akan digunakan bahan yang berbeda, maka setiap proporsi campuran yang akan digunakan harus direncanakan secara terpisah;
 - b) Bahan untuk campuran coba harus mewakili bahan yang akan digunakan dalam pekerjaan yang diusulkan.
4. Dalam perencanaan campuran beton harus dipenuhi persyaratan sebagai berikut:
 - a) Perhitungan perencanaan campuran beton harus didasarkan pada

data sifat-sifat bahan yang akan dipergunakan dalam produksi beton;

- b) Susunan campuran beton yang diperoleh dari perencanaan ini harus dibuktikan melalui campuran coba yang menunjukkan bahwa proporsi tersebut dapat memenuhi kekuatan beton yang disyaratkan.

Langkah – langkah perencanaan campuran beton adalah sebagai berikut :

- A. Merencanakan kuat tekan beton (f_c') pada umur tertentu

Mutu K175, dengan $F_c' = 14,2 \text{ Mpa}$

- B. Menghitung nilai margin

Perhitungan nilai margin (m) dihitung dengan cara berikut.

1. Jika pelaksanaan mempunyai pengalaman lapangan, maka nilai tambah dihitung berdasarkan nilai deviasi standar S dengan 2 rumus berikut (diambil yang terbesar) :

$$M = 1,34 S \text{ atau } M = 2,33 S - 3,5$$

2. Jika pelaksana tidak mempunyai pengalaman lapangan dapat dilihat tabel berikut

Tabel 3.12 Kuat tekan rata-rata perlu jika data tidak tersedia

Kuat tekan yang disyaratkan f_c' (Mpa)	Nilai tambah (Mpa)
< 21	7,0
21– 35	8,5
> 35	10,0

Sumber: SNI 03-2834-2000

Di dapat nilai berdasarkan tabel 4.1, $M = 7,0$

C. Menghitung kuat tekan beton rata-rata

$$\begin{aligned}F_{cr} &= f_c' + m \\&= 14,2 + 7,0 = 21,2 \text{ Mpa} \\&= 216,18 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

Dengan :

F_{cr} = kuat desak rata-rata, mpa

f_c' = kuat desak yang direncanakan, mpa

m = nilai tambah, mpa

D. Menentukan jenis semen

Pada penelitian semen yang digunakan untuk campuran beton adalah jenis semen tipe I

E. Menentukan jenis agregat halus dan kasar

1. Agregat kasar : batu pecah (buatan)
2. Agregat halus : alami

F. Menentukan fas untuk benda uji silinder 150 x 300 mm

Berdasarkan lampiran 1 yang berkaitan dengan grafik hubungan antara kuat tekan rata-rata dengan faktor air semen untuk benda uji silinder maka nilai fas yang didapat yaitu $fas = 0,48$

G. Menentukan fas maksimum

Di dapat nilai fas maksimum berdasarkan tabel 4.2 sebesar $fas = 0,60$

Tabel 3.13 Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum

Lokasi	Jumlah Semen minimum per m ³ beton	Nilai faktor air semen maksimum
Beton di dalam ruang bangunan:		
a. keadaan keliling non-korosif	275	0,60
b. keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	325	0,52
Beton di luar ruangan bangunan:		
a. tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325	0,60
b. terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275	0,60
Beton masuk ke dalam tanah:		
a. mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325	0,55
b. mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah		lihat tabel 5
Beton yang kontinu berhubungan:		lihat tabel 6
a. air tawar		
b. air laut		

Sumber: SNI 03-2834-2000

H. Menentukan nilai slump

Berdasarkan Tabel 4.3 mengenai penentuan nilai Slump berdasarkan struktur yang di buat, maka nilai Slump yang didapat adalah 15,0 – 7,5

Tabel 3.14 Menentukan nilai slump

Pemakaian beton (berdasarkan jenis struktur yang dibuat)	Maks (cm)	Min (cm)
Dinding, plat fondasi dan fondasi telapak bertulang	12,5	5,0
Fondasi telapak tidak bertulang, kaison, dan struktur di bawah tanah	9,0	2,5
Pelat, balok, kolom, dinding	15,0	7,5
Pengerasan jalan	7,5	5,0
Pembetonan masal (beton massa)	7,5	2,5

Sumber: SNI 03-2834-2000

I. Menentukan ukuran agregat maksimum

Ukuran agregat maksimum yang dipakai di lokasi penelitian adalah 20 mm

J. Menentukan kadar air bebas

Menentukan kadar air bebas, jika jenis agregat sudah ditentukan (dipecah atau tidak pecah) digunakan rumus :

$$\begin{aligned} W_{\text{air}} &= 0,67 (A_h) + 0,33 (A_k) \\ &= 0,67 (195) + 0,33 (225) \\ &= 204,9 \text{ l / m}^3 \end{aligned}$$

Dengan :

A_h = Prakiraan kadar air untuk agregat halus (dilihat tabel 4.4)

A_k = Prakiraan kadar air untuk agregat kasar (dilihat tabel 4.4)

Tabel 3.15 Perkiraan kadar air bebas (kg/m³)

Ukuran besar butir agregat maksimum	Jenis agregat	Slump (mm)			
		0-10	10.0 - 30	30-60	60-180
10 mm	Batu tak dipecah	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20 mm	Batu tak dipecah	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40 mm	Batu tak dipecah	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

Sumber: SNI 03-2834-2000

K. Menentukan kadar semen yang dibutuhkan

$$\begin{aligned} W_{\text{semen}} &= W_{\text{air}} / F_{\text{as}} \\ &= 204,9 / 0,48 \\ &= 426,875 \text{ Kg/m}^3 \end{aligned}$$

L. Menentukan kadar semen minimum

Berdasarkan tabel 4.2 mengenai penentuan kadar semen minimum berdasarkan letak situasi beton dikerjakan, maka kadar semen minimum yang di dapat adalah 325 Kg/m³

M. Menentukan persentase pasir

$$\% \text{ Agregat Halus} = 30 \% \quad (\text{Lampiran 2})$$

$$\% \text{ Agregat Kasar} = 100 \% - 30 \% = 70 \%$$

N. Menentukan berat jenis relatif

1. Berat Jenis Agregat

$$\text{a) Berat Jenis Agregat Halus (SSD)} = 2,67$$

$$\text{b) Berat Jenis Agregat Kasar (SSD)} = 2,60$$

2. Berat Jenis Agregat Campuran

$$\begin{aligned} B_j \text{ Camp} &= [(P/100) \times (B_j \text{ Ah })] + [(k/100) \times (B_j \text{ Ak })] \\ &= [(30/100) \times (2,67)] + [(70/100) \times (2,60)] \\ &= 2,621 \end{aligned}$$

O. Menentukan berat jenis beton basah

$$B_j \text{ Beton Basah} = 2355 \text{ Kg/m}^3 \quad (\text{Lampiran 3})$$

P. Menentukan kadar agregat campuran

$$\begin{aligned} \text{Ag. Campuran} &= B_j \text{ Beton} - W \text{ semen} - W \text{ air} \\ &= 2355 - 426,875 - 204,9 \\ &= 1723,225 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Q. Menentukan kadar agregat halus

$$\begin{aligned} \text{Ag. Halus} &= (30/100) \times 1723,225 \\ &= 516,9675 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

R. Menentukan kadar agregat kasar

$$\begin{aligned}\text{Ag. Kasar} &= (70/100) \times 1723,225 \\ &= 1206,2575 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

S. Menghitung volume silinder

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= \frac{1}{4} \times \pi \times 0,15^2 \times 0,3 \\ &= 0,0053 \text{ m}^3 + 10\% + V \text{ (Safety Faktor)} \\ &= 0,0053 + 10\% \times 0,0053 \\ &= 0,00583 \text{ m}^3\end{aligned}$$

T. Menentukan proporsi material pembentuk beton untuk 1 silinder

$$\begin{aligned}\text{Air} &= W_{\text{air}} \times \text{Volume} \\ &= 204,9 \times 0,00583 \\ &= 1,1885 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Semen} &= W_{\text{semen}} \times \text{Volume} \\ &= 426,875 \times 0,00583 \\ &= 2,4887 \text{ Kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Ag. Halus} &= \text{Kadar Ah} \times \text{Volume} \\ &= 516,9675 \times 0,00583 \\ &= 3,014 \text{ Kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Ag. Kasar} &= \text{Kadar Ak} \times \text{Volume} \\ &= 1206,2575 \times 0,00583 \\ &= 7,0325 \text{ Kg}\end{aligned}$$

U. Menentukan komposisi bahan tambah serat *polypropylene*

$$\begin{aligned}\text{Diketahui volume silinder} &= \frac{1}{4} \times \pi \times 0,15^2 \times 0,3 \\ &= 0,0053 \text{ m}^3 + 10\% + V \text{ (Safety Faktor)}\end{aligned}$$

$$= 0,0053 + 10\% \times 0,0053 = 0,00583 \text{ m}^3$$

Kebutuhan bahan untuk 1 silinder ;

$$\text{Air} = 1,1885 \text{ kg}$$

$$\text{Semen} = 2,4887 \text{ Kg}$$

$$\text{Ag. Halus} = 3,014 \text{ Kg}$$

$$\text{Ag. Kasar} = 7,0325 \text{ Kg} \quad +$$

$$\text{Total Berat} = 13,7237 \text{ Kg}$$

Jadi serat bambu untuk masing – masing variasi sebagai berikut ;

$$\text{Variasi } 0,3 \% = 13,7237 \times 0,3 \%$$

$$= 0,041 \text{ Kg}$$

$$\text{Variasi } 0,45 \% = 13,7237 \times 0,45 \%$$

$$= 0,062 \text{ Kg}$$

$$\text{Variasi } 0,6 \% = 13,7237 \times 0,6 \%$$

$$= 0,082 \text{ Kg}$$

Tabel 3.16 Perhitungan campuran beton

No.	Uraian	Tabel/grafik	Nilai
1	Kuat tekan yang di rencanakan	Ditetapkan	K175
2	Nilai tambah margin	Tabel 4.1	7,0 Mpa
3	Kuat tekan rata - rata		216,18 Kg/cm ²
4	Jenis semen		Semen type I
5	Jenis agregat kasar		Batu Pecah
6	Jenis agregat halus		Alami
7	Faktor air semen	Grafik lampiran 1	0,48
8	Faktor air semen maksimum	Tabel 4.2	0,60
9	Slump	Tabel 4.3	15 - 7,5 cm
10	Ukuran agregat maksimum	Ditetapkan	20 mm
11	Kadar air bebas		204,9 l/m ³
12	Kadar semen		426,875 Kg/m ³
13	Kadar semen minimum	Tabel 4.2	325 Kg/m ³
14	Susunan butir agregat halus	Grafik lampiran 2	Gradasi zona 4
15	Persen agregat halus		30%
16	Berat jenis relative		2,621
17	Berat jenis beton basah	Grafik lampiran 3	2355 Kg/m ³
18	Kadar agregat gabungan		1723,225 Kg/m ³
19	Kadar agregat halus		516,9675 kg/m ³
20	kadar agregat kasar		1206,2575 kg/m ³

Sumber: Data hasil penelitian 2022

3.5.5. Analisis Pengujian Slump

Slump pada dasarnya merupakan salah satu pengetesan untuk mengetahui *workability* beton segar sebelum diterima dan diaplikasikan dalam pekerjaan pengecoran. *Workability* beton segar umumnya diasosiasikan dengan :

1. Homogenitas atau kerataan campuran adukan beton segar (*homogeneity*)
2. Kelekatan adukan pasta semen (*cohesiveness*)
3. Kemampuan alir beton segar (*flowability*)
4. Kemampuan beton segar mempertahankan kerataan dan kelekatan jika dipindah dengan alat angkut (*mobility*)
5. Mengindikasikan apakah beton segar masih dalam kondisi plastis

(*plasticity*)

Namun selain nilai slump, yang diperhatikan untuk menjaga kelayakan pengerjaan beton segar adalah tampilan visual beton, jenis dan sifat keruntuhan pada saat pengujian slump. Slump beton segar harus dilakukan sebelum beton dituangkan dan jika terlihat indikasi plastisitas beton segar telah menurun banyak, untuk melihat beton segar masih layak dipakai atau tidak. Pengukuran slump dilakukan dengan mengacu pada aturan yang ditetapkan dalam SNI 1972-2008.



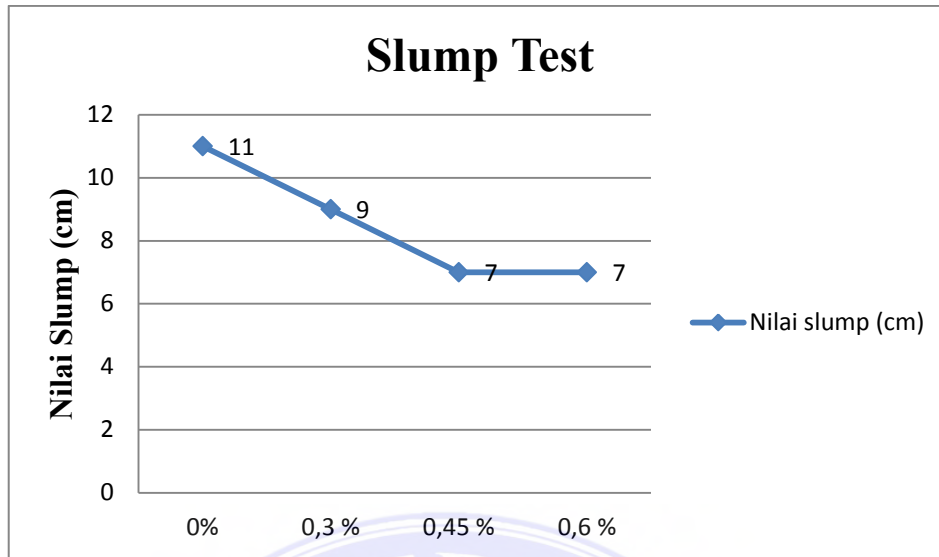
Gambar 3.9 Pengujian slump
Sumber ; Dokumentasi penelitian 2022

Hasil pengujian nilai slump dapat dilihat pada table dibawah ini :

Tabel 3.17 Data hasil pengujian nilai slump

Variasi	Nilai slump (cm)
0%	11
0,3 %	9
0,45 %	7
0,6 %	7

Sumber: Data hasil penelitian 2022



Gambar 3.10 Grafik pengujian slump
Sumber : Data hasil penelitian 2022

3.5.6. Pengujian Kuat Tarik Belah

Pengujian dilakukan pada umur 7 dan 14 hari untuk tiap variasi beton sebanyak 1 buah. Pengujian kuat tarik belah dilakukan dengan menggunakan Tensile Splitting Test (TST) yaitu suatu pembelahan silinder oleh suatu desakan kearah diameternya untuk mendapatkan kuat tarik belah. Pada mesin penguji ditambahkan suatu batangan agar dapat membagi beban merata pada panjang silinder. Dari beban maksimal yang diberikan kekuatan tarik belah dihitung sebagai berikut :

$$f_t = \frac{2P}{\pi ld}$$

Dengan :

f_t = kekuatan tarik belah (N/mm²)

P = Beban maksimal (N)

l = Panjang silinder (mm)

d = diameter (mm)

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan data hasil uji dan grafik yang dihasilkan pada penelitian penggunaan serat *polypropylene* untuk meningkat kuat tarik belah beton dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Hasil tes tarik belah benda uji silinder, beton dengan *fiber polypropylene* mengalami peningkatan kuat tarik belah dibandingkan dengan beton tanpa fiber.
2. Peningkatan kuat tarik belah untuk beton dengan umur 7 hari yang paling optimum untuk variasi 0,6 % yaitu 1,58 Mpa, yang mengalami kenaikan sebesar 18,80 % jika dibandingkan dengan variasi 0 % atau beton tanpa fiber yang menghasilkan kuat tarik belah sebesar 1,33 Mpa, begitu juga dengan beton dengan umur 14 hari nilai kuat tarik belah optimum terdapat pada variasi 0,6 % yaitu 1,84 Mpa dan mengalami peningkatan kuat tarik belah sebesar 38,34 % jika dibandingkan dengan variasi 0 % yang menghasilkan nilai kuat tarik sebesar 1,33 Mpa
3. Beton yang menggunakan *polypropylene fiber* sebagai bahan tambah dalam campuran beton dapat digunakan karena memberikan hasil peningkatan kuat tarik belah yang jauh lebih baik dibandingkan dengan beton yang tidak menggunakan *polypropylene fiber*. dibandingkan beton tanpa fiber.

5.2. Saran

Saran yang dapat penulis berikan berdasarkan pengalaman dan hasil penelitian adalah sebagai berikut :

1. Untuk memperjelas penggunaan serat *polypropylene* terhadap kuat tarik belah maka sebaiknya spektrum variabel dosis penambahan polypropylene fiber dan variabel faktor air semen perlu ditambah.
2. Pada pelaksanaan pembuatan beton harus dilakukan secara hati-hati baik dalam pencampuran material maupun penambahan bahan tambahan (*polypropylene fiber*) dalam molen dan pada saat pengrojokan dengan tujuan hasil yang diperoleh mencapai nilai optimum.
3. Menambahkan zat aditif untuk campuran serat *polypropylene* yang dapat memperkuat beton atau menambah kekuatan beton dapat dibuat dalam penelitian lanjutan dari penelitian ini.
4. Untuk peneliti selanjutnya perlu diteliti nilai kuat tarik belah beton dengan serat *polypropylene* sebagai bahan tambah pada campuran beton.
5. Untuk peneliti selanjutnya dapat membuat hubungan atau membandingkan kuat tekan dan kuat tarik belah beton.
6. Pada penelitian selanjutnya dapat membuat beton ringan dengan menggunakan serat *polypropylene* sebagai bahan tambah.

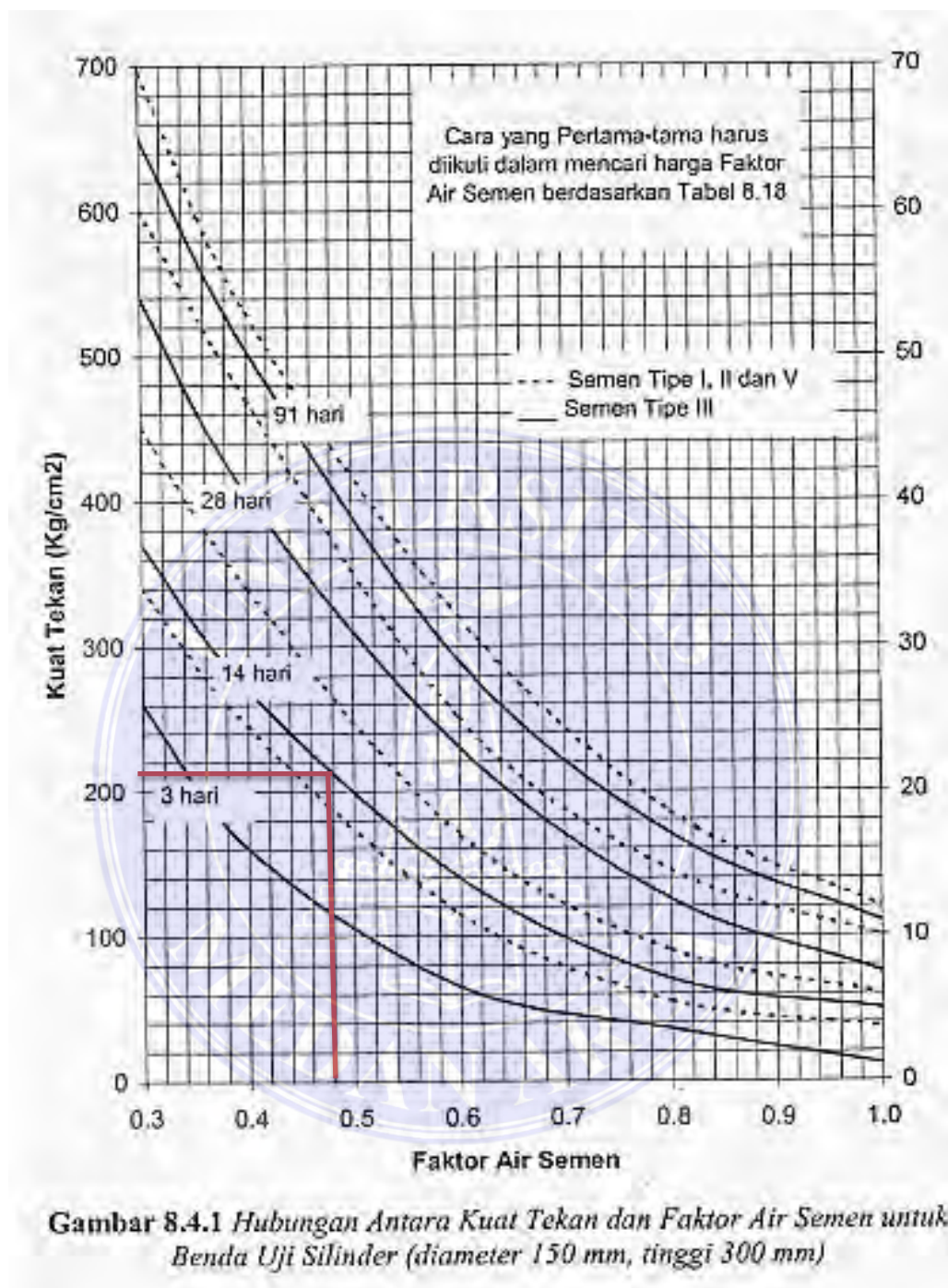
DAFTAR PUSTAKA

- Astanto, B.T. (2001). *Konstruksi Beton Bertulang*. Jogjakarta : Kanisius
- Bayu dan Jati (2000). *Karakteristik Beton Pasir dan Penambahan Serat Plastik Nylon*. JTS. Jogjakarta: FT.UIL.
- Departemen Pekerjaan Umum. (1971). *Peraturan Beton Bertulang Indonesia*. Jakarta: DPU Jakarta.
- Dipohusodo, I, (1994). *Struktur Beton Bertulang*. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Feldmen, D. dan Hartomo, A. J. (1995). *Bahan Polimer Konstruksi Bangunan*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama
- Jackson, N. (1983). *Civil Engineering Materials*. Hongkong : Macmillan Publishers Ltd.
- LJ. dan Brook K.M. (1992). *Bahan dan Praktek Beton*. Jakarta: Erlangga
- Nawy, E.G. (1990). *Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar*. Penerbit : Eresco Bandung.
- Salmon, G (1994). *Desain Beton Bertulang*. Penerbit. : Erlangga, Jakarta
- SNI 03-2834-2000."Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal". Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 03-2834-2000."Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal". Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 2491:2014."Metode Uji Kekuatan Tarik Belah Specimen Beton Silinder". Badan Standardisasi Nasional
- Tjokrodimulyo, K. (1992). *Teknologi Beton*. Buku Ajar JTS. Jogjakarta: FT.UGM.
- Nita, dkk. 2016. *Pemanfaatan poliethylene strapping band sebagai tulangan pada balok sebagai beton bertulang*.
- Hananfi, Muchlis. 2018. *Tinjauan kuat tekan dan kuat lentur beton menggunakan bahan polymer polierta produksi PT. Varia Usaha Beton dengan tambahan pemakaian fiber propylene*.
- Bambang Sujatmiko, dkk. 2018. *Penggunaan Serat Polypropylene Dari Bahan Strapping Band Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Beton*.

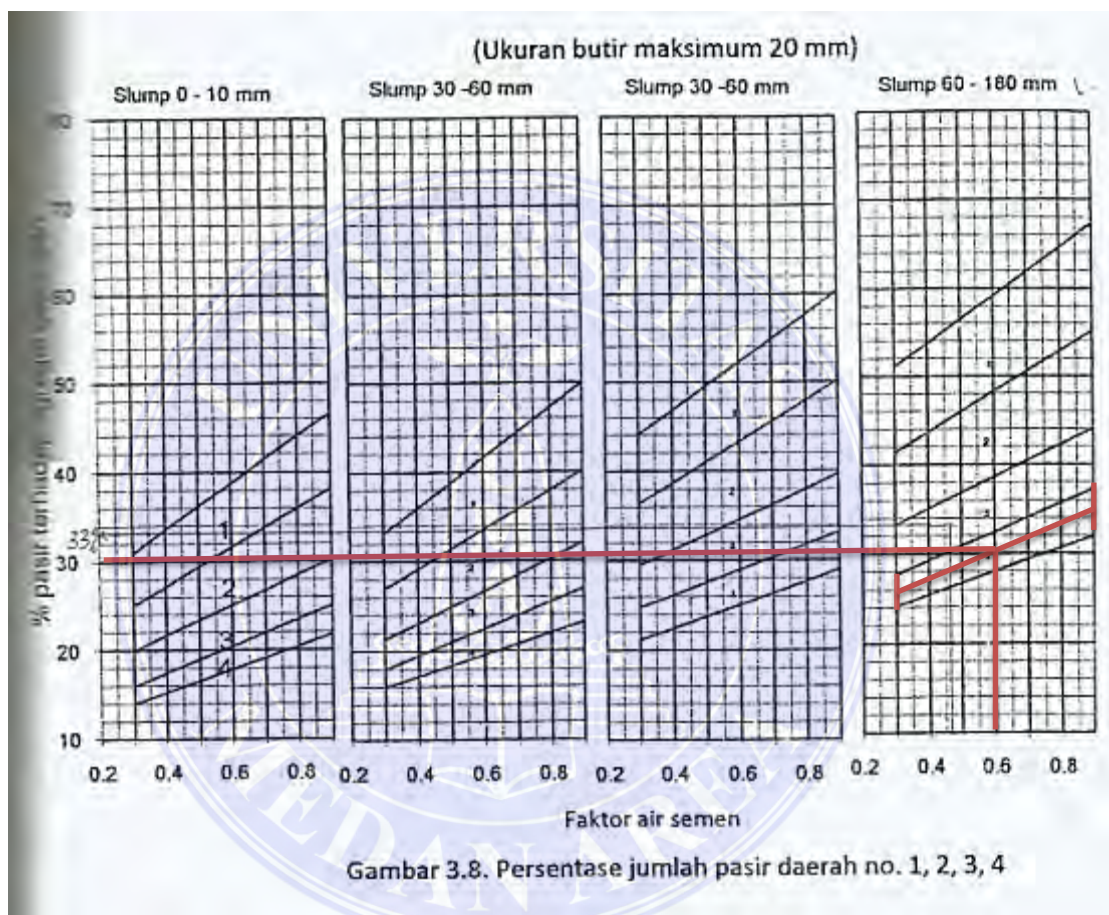
- Hajatni Hasanr, dkk. 2013. *Pengaruh Penambahan Polypropylene Fiber Mesh Terhadap Sifat Mekanis Beton*.
- Melinda Gusti, dkk. 2021. *Pengaruh Variasi Serat Polypropylene dan Faktor Air Semen Pada Uji Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah dan Kuat Lentur Self Compacting Concrete (SCC)*.
- Purwanto, Edy. 2021. *Pengaruh Prosentase Penambahan Serat Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Beton Ringan*.
- Safrin , Z., *Pengaruh Penggunaan Fiber Polypropylene Terhadap Perilaku Cetakan Pertama*, Bandung : PT. Eresco, 1990.
- Arde,. *Penggunaan Polypropylene Fiber Dintinjau terhadap Mekanisme Tekan dan Lentur pada Campuran Beton Normal*, Surabaya : Teknik Sipil UPN “Veteran” Jawa Timur, 2005.
- Mudji Suhardiman. 2011. *Kajian Pengaruh Penambahan Serat bambu Ori Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton*. Jurnal Teknik Vol.1 no.2.
- Geertruida,Eveline,Untu,dkk, 2015. *Pengujian Kuat Tarik Belah Dengan Variasi Kuat Tekan Beton*. Jurnal Sipil Statik Vol.3 No.10 ISSN: 2337-6732.
- Aris,Widodo,dkk. 2017. *Analisis Kuat Tekan Beton Dengan Penambahan Serat Rooving Pada Beton Non Pasir*. Jurnal Teknik Sipil & Perencanaan 19(2) Hal 115- 120.
- Rosie,Arizki,Intan,Sari,DKK. 2015. *Pengaruh Jumlah Semen Dan Fas Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Agregat Yang Berasal Dari Sungai*. Jurnal Sipil Statik vol.3 No.1.



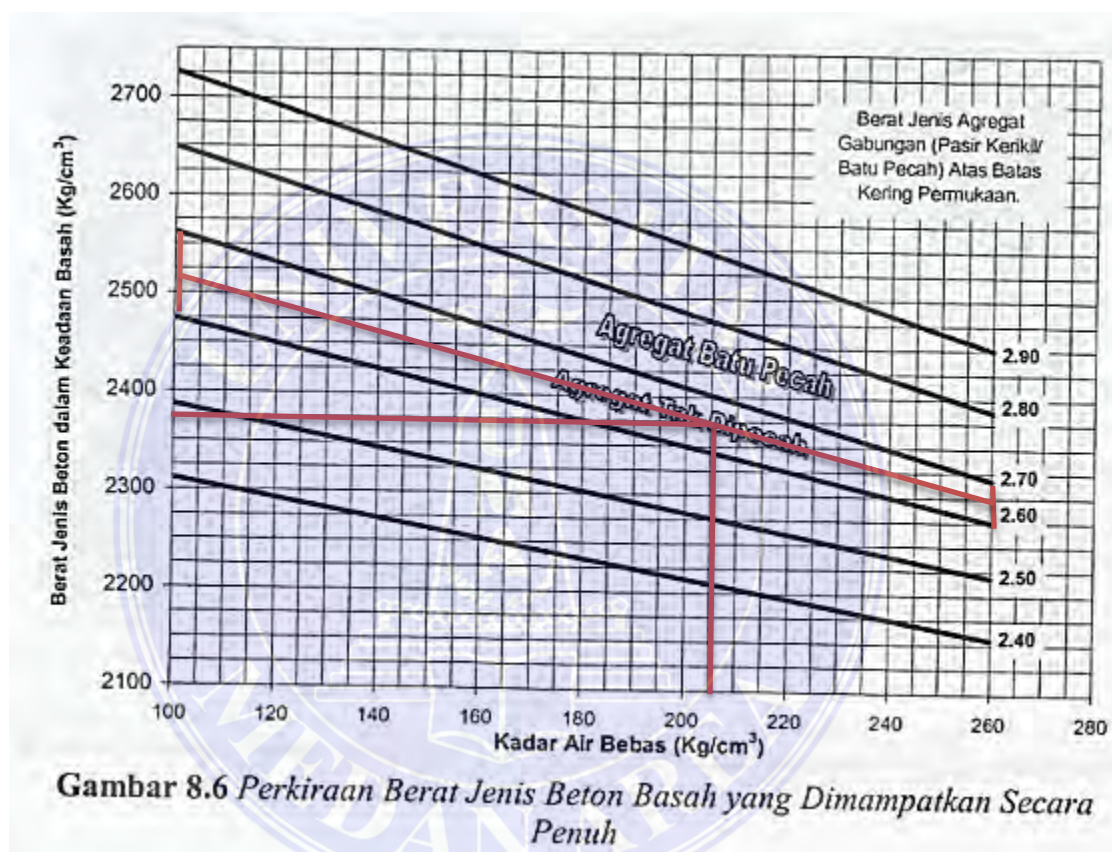
LAMPIRAN 1



LAMPIRAN 2



LAMPIRAN 3



Jl. Almamater No. 1 Kampus USU, MEDAN - 20155
Telp. Jurusan Teknik Sipil : (061) 77050264, Fax. 061-8219686

Nomor : B/ /PL5/HM.02.00/2022

[illegible]

Medan, 21-Jan-22


Diuji oleh	: Irwan Janitra Graha, S.T.
Olah Data	: Afdhal Hubbig, S.T.
Alat Yang Dipakai	: <i>Wykeham Farrance " 55300 - 2500 kN "</i>
Jumlah Benda Uji	: 8 buah

Quality Control


Drs. Widavanto, M.T.

NIP, 19590202 198603 1 003

Koordinator Lab. Bahan


Afdhal Hubbig, S.T.

ANALISA AYAKAN AGREGAT HALUS UNTUK MATERIAL BETON

Nama : Bayu Zahrian P Sirait

NPM : 178110156

Material : Pasir (Agregat Halus)

Tanggal :

Diameter ayakan (mm)	Berat Sampel (gr)	Berat Tertahan (%)	Kumulatif Tertahan (%)	Kumulatif Lolos (%)
4,75	0	0	0	100
2,36	0	0	0	100
1,18	34,3	6,86	6,86	93,14
0,6	60,6	12,12	18,98	81,02
0,3	187,3	37,46	56,44	43,56
0,15	166,5	33,30	89,74	10,26
Pan	51,3	10,26	100	0
Jumlah	500	100		

$$\text{Fineles Modulus (FM)} = \frac{272,02}{100} = 2,72$$

1. Pasir Halus = $2,20 < FM \leq 2,60$
2. Pasir Sedang = $2,20 < FM \leq 2,60$
3. Pasir Kasar = $2,20 < FM \leq 2,60$

PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN ABSORSI

AGREGAT HALUS UNTUK

MATERIAL BETON

Nama : Bayu Zahrian P Sirait

NPM : 178110156

Material : Pasir (Agregat Halus)

Tanggal :

uraian	hasil
	sample (gr)
Berat agregat dalam keadaan SSD (B)	500
Berat dalam air (C)	769,6
Berat kering oven (A)	488,4
Berat jenis kering = $A / (B - C)$	1,81
Berat jenis SSD = $B / (B - C)$	1,85
Berat jenis semu = $A / (A - C)$	1,74
Absorsi % = $(B-A) \times 100 / A$	2,37

PEMERIKSAAN BERAT ISI AGREGAT HALUS

UNTUK MATERIAL BETON

Nama : Bayu Zahrian P Sirait

NPM : 178110156

Material : Pasir (Agregat Halus)

Tanggal :

		agregat halus	
		cara gembur	cara padat
Berat <i>Mould</i>	W1	2184	2184
Berat <i>Mould</i> + Benda uji	W2	6076,2	6287,7
Berat benda	$W3 = W2 - W1$	3892,2	4103,7
Berat Mould + air	W4	4773,6	4773,6
Berat air / Volume <i>Mould</i>	$V = W4 - W1$	2589,6	2589,6
Berat isi agregat	$W3/V$ (Kg/Lt)	1,5	1.58

PEMERIKSAAN KADAR LUMPUR PASIR

UNTUK MATERIAL BETON

Nama : Bayu Zahrian P Sirait

NPM : 178110156

Material : Pasir (Agregat Halus)

Tanggal :

		Sample
Berat benda uji mula - mula (sebelum dicuci) (gr)	(A)	1000
Berat benda uji tertahan saringan no.200 (setelah dicuci) (gr)	(B)	959,5
Kadar lumpur (%)	$(A-B/A) \times 100\%$	4,22

PEMERIKSAAN ANALISA SARINGAN AGREGAT

KASAR UNTUK MATERIAL BETON

Nama : Bayu Zahrian P Sirait

NPM : 178110156

Material : Krikil (Agregat Kasar)

Tanggal :

Ukuran lubang ayakan (mm)	Berat fraksi tertahan		Komulatif	
	Sampel (gr)	%	Tertahan %	Lolos %
31,5	0	0	0	100
16	1608	53,6	53,6	46,4
8	1284	42,8	96,4	3,6
5	108	3,6	100	0
2,36	0	0	100	0
1,18	0	0	100	0
0,6	0	0	100	0
0,3	0	0	100	0
0,15	0	0	100	0
Pan	0	0	100	0
Total	3000	100		

PEMERIKSAAN BERAT ISI AGREGAT KASAR UNTUK MATERIAL BETON

Nama : Bayu Zahrian P Sirait

NPM : 178110156

Material : Krikil (Agregat Kasar)

Tanggal :

		Agregat Kasar	
		Gembur (gr)	Padat (gr)
Berat <i>Mould</i>	W1	4751	4751
Berat <i>Mould</i> + Benda uji	W2	14776,5	15179,5
Berat benda	$W3 = W2 - W1$	10025,5	10428,5
Berat <i>Mould</i> + air	W4	11501,5	11501,5
Berat air / Volume <i>Mould</i>	$V = W4 - W1$	6750,5	6750,5
Berat isi agregat	$W3/V$ (Kg/Lt)	1,48	1,54

PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN ABSORSI AGREGAT KASAR UNTUK MATERIAL BETON

Nama : Bayu Zahrian P Sirait

NPM : 178110156

Material : Krikil (Agregat Kasar)

Tanggal :

uraian	hasil sample (gr)
Berat agregat dalam keadaan SSD (B)	500
Berat dalam air (C)	952,1
Berat kering oven (A)	496
Berat jenis kering $= A / (B - C)$	1,10
Berat jenis SSD $= B / (B - C)$	1,10
Berat jenis semu $= A / (A - C)$	1,10
Absorsi $= (B-A) \times 100 / A$	0,8

PEMERIKSAAN WAKTU IKAT SEMEN UNTUK MATERIAL BETON

Nama : Bayu Zahrian P Sirait

NPM : 178110156

Material : Semen Portland

Tanggal :

No. test	Waktu penurunan Air (menit)	Penurunan (mm)	Keterangan waktu pencatatan
1	15	2	10.20
2	30	9	10.35
3	45	7	10.50
4	60	5	11.05
5	75	1	11.20
6	90	0,5	11.35
7	105	0,1	11.50
8	120	0	12.05

ALAT DAN BAHAN



Oven

Sumber: Dokumentasi Penelitian 2022



Saringan

Sumber: Dokumentasi Penelitian 2022



Timbangan Digital

Sumber: Dokumentasi Penelitian 2022



Piknometer

Sumber: Dokumentasi Penelitian 2022



Bejana Kecil

Sumber: Dokumentasi Penelitian 2022



Bejana Besar

Sumber: Dokumentasi Penelitian 2022



Mesin Molen

Sumber: Dokumentasi Penelitian 2022



Kerucut dan Rojokan

Sumber: Dokumentasi Penelitian 2022



Sekop Kecil

Sumber: Dokumentasi Penelitian 2022



Mesin Penggetar

Sumber: Dokumentasi Penelitian 2022



Mixer

Sumber: Dokumentasi Penelitian 2022



Mesin Pemadat

Sumber: Dokumentasi Penelitian 2022



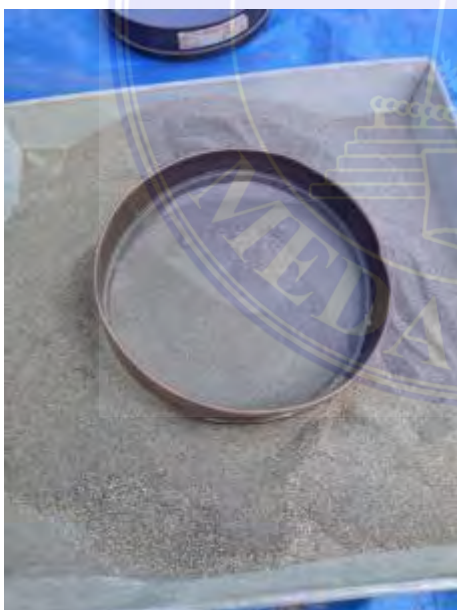
Ayakan Pasir

Sumber: Dokumentasi Penelitian 2022



Cetakan Silinder

Sumber: Dokumentasi Penelitian 2022



Pasir

Sumber: Dokumentasi Penelitian 2022



Krikil

Sumber: Dokumentasi Penelitian 2022



Serat *Polypropylene*

Sumber: Dokumentasi Penelitian 2022



Hasil Pengecoran Bahan-Bahan

Sumber: Dokumentasi Penelitian 2022



Merojok Beton Ke dalam Kerucut

Sumber: Dokumentasi Penelitian 2022



Uji Slump Beton

Sumber: Dokumentasi Penelitian 2022



Di cetak ke dalam silinder

Sumber: Dokumentasi Penelitian 2022



Hasil Cetakan di rendam

Sumber: Dokumentasi Penelitian 2022



Beton Ditimbang Sebelum Di Uji

Sumber: Dokumentasi Penelitian 2022



Proses Pengujian

Sumber: Dokumentasi Penelitian 2022



Penyangga Dalam Pengujian
Kuat Tarik Belah

Sumber: Dokumentasi Penelitian 2022



Benda Setelah Di Uji

Sumber: Dokumentasi Penelitian 2022