

TUGAS AKHIR

STUDI KUAT TARIK BELAH BETON SERABUT KELAPA
DENGAN PENAMBAHAN ABU SEKAM PADI UNTUK
MEMBANTU HIDRASI SEMEN

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat-Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Sipil Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

TAUFIK ALWIJAYA

1907210098



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2024

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama :Taufik Alwijaya

NPM :1907210098

Program Studi :Teknik Sipil

Judul Skripsi :Studi Kuat Tarik Belah Beton Serabut Kelapa Dengan Penambahan Abu Sekam Padi Sebagai Penyempurna Hidrasi Semen

Bidang Ilmu :Struktur

DISETUJUI UNTUK DISAMPAIKAN
KEPADAPANITIA UJIAN SKRIPSI

Medan, 3 Juni 2024

Dosen Pembimbing



Josef Hadipramana, S.T, M. Sc, Ph. D

LEMBAR PENGESAHAN

Nama : Taufik Alwijaya

NPM : 1907210098

Program Stud : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Studi Kuat Tarik Belah Beton Serabut Kelapa Dengan Penambahan Abu Sekam Padi Untuk Membantu Hidrasi Semen

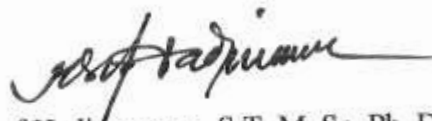
Bidang Ilmu : Struktur

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan di terima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 25 Maret 2024

Mengetahui dan Menyetujui

Dosen Pembimbing



Josef Hadipramana, S.T, M. Sc, Ph. D

Dosen Pembanding I



Assoc Prof. Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T., M. Sc

Dosen Pembanding II



Rizki Efrida S.T., M.T

Program Studi Teknik Sipil

Ketua



Assoc Prof. Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T., M. Sc

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama lengkap : Taufik Alwijaya
Tempat, tanggal lahir : Sei Mati, 13 Mei 2001
NPM : 1907210098
Fakultas : Teknik
Program studi : Teknik Sipil

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“Studi Kuat Tarik Belah Beton Serabut Kelapa Dengan Penambahan Abu Sekam Padi Untuk Membantu Hidrasi Semen”.

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non material serta segala kemungkinan lain, yang pada hakikatnya karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan atau keserjanaan saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan atau paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademi di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara.

Medan, 3 Juni 2024

Saya yang menyatakan,



Taufik Alwijaya

ABSTRAK

STUDI KUAT TARIK BELAH BETON SERABUT KELAPA DENGAN PENAMBAHAN ABU SEKAM PADI UNTUK MEMBANTU HIDRASI SEMEN

Taufik Alwijaya

1907210098

Josef Hadipramana, S. T, M. Sc, Ph. D

Beton serat (fibre reinforced concrete) menurut ACI Committe adalah konstruksi beton dengan bahan susun semen, agregat halus dan agregat kasar serta sejumlah serat kecil (fiber). Serabut kelapa memiliki sifat ulet, dapat menyerap air, dan mempunyai tingkat keawetan yang baik jika tidak berhubungan langsung dengan cuaca sehingga bahan tersebut sangat baik digunakan sebagai bahan campuran pembuatan semen serat. Penambahan silika abu sekam padi ke dalam semen Portland dilakukan dengan variasi komposisi silika abu sekam padi antara 0%-30% terhadap berat semen. Dengan penambahan abu sekam padi tersebut dapat memperbaiki kuat tekan dan suhu reaksi semen. Tujuan penelitian ini untuk menguji kuat tarik belah beton variasi abu sekam padi (ASP) 0,3% ; 0,5% ; dan 0,7% dari berat semen dan penambahan serat serabut kelapa sebanyak 0,5% dari berat beton. Didapat hasil data perbandingan beton normal dengan beton variasi dengan bahan tambah Abu Sekam Padi (ASP) diperoleh kuat tarik belah beton pada variasi 0,3% dengan persentase nilai kenaikan 5,3%, variasi 0,5% dengan persentase nilai penurunan 1,99%, dan variasi 0,7% dengan persentase nilai kenaikan 1,32%. Kenaikan terbesar terjadi pada variasi 0,3% ASP dengan nilai uji 3,17 MPa, dan mengalami penurunan pada variasi 0,5% ASP dengan nilai uji 2,95 MPa.

Kata kunci: Beton berserat, Kuat tarik belah, Serabut kelapa.

ABSTRACT

STUDY OF TENSILE STRENGTH OF COCONUT FIBER CONCRETE WITH THE ADDITION OF RICE HUSK ASH TO HELP HYDRATION OF CEMENT

Taufik Alwijaya

1907210098

Josef Hadipramana, S. T, M. Sc, Ph. D

The addition of rice husk ash silica to Portland cement is carried out by varying the composition of rice husk ash silica between 0% -30% of the weight of the cement. By adding rice husk ash, the compressive strength and reaction temperature of cement can be improved. The aim of this research was to test the split tensile strength of concrete with variations of rice husk ash (ASP) 0.3%; 0.5% ; and 0.7% of the weight of cement and the addition of coconut fiber as much as 0.5% of the weight of concrete. The data obtained from the comparison of normal concrete with variation concrete with the addition of Rice Husk Ash (ASP) showed that the split tensile strength of concrete was 0.3% with a percentage increase of 5.3%, a variation of 0.5% with a percentage decrease of 1.99. %, and a variation of 0.7% with a percentage increase of 1.32%. The largest increase occurred in the 0.3% ASP variation with a test value of 3.17 MPa, and decreased in the 0.5% ASP variation with a test value of 2.95 MPa.

Key words: Fiber concrete, Split tensile strength, Coconut fiber.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Puji syukur kita panjatkan kehadiran Allah SWt yang telah melimpahkan rahmad dan hidayah-Nya kepada kita semua. Dimana tugas akhir ini adalah suatu silabus mata kuliah yang harus dilakukan oleh Mahasiswa/I Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Selama penulisan laporan dan penyelesaian tuga akhir ini, dengan segenap hatipenulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada berbagai pihak yang telah banyak membantu terutama kepada :

1. Bapak Josef Hadipramana, S. T, M. Sc, Ph. D selaku dosen pembimbing dan Kepala Laboratorium Beton, program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara atas bimbingan, saran serta motivasi yangdiberikan.
2. Bapak Assoc Prof. Dr Fahrizal Zulkarnain, S.T., M. Sc selaku dosen pembanding I sekaligus sebagai ketua prodi Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Ibu Rizki Efrida S.T, M.T selaku dosen pembanding II sekaligus Sekretaris Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Munawar Alfansuri Siregar S.T, M.Sc, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Seluruh Bapak/Ibu Dosen dan Staf Administrasi Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah memberikan ilmu ketekniksipilan dan membantu penulis dalam menyelesaikan administasi tugas akhir ini.
6. Teristimewa dan tersayang untuk kedua orang tua penulis, Bapak Masran dan Ibu Rusiati yang telah memberikan kasih sayang dan dukungan yang tidak ternilai kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Terimakasih penulis berikan kepada diri sendiri yang mampu melewati segala kesulitan untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Terimakasih telah bertahan, berjuang, dan menyelesaikan kewajiban ini.

8. Rekan seperjuangan Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Stambuk 2019. Yang telah memberikan perhatian serta dukungan dalam menjalankan perkuliahan. Terimakasih telah menjadi bagian dari sebuah kisah klasik.

Penulis menyadari bahwa penulisan tugas akhir ini tidak luput dari berbagai kesalahan dan kekurangan, sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan penelitian yang dilakukan.

Akhir kata, penulis mengharapkan semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan para pembaca. Dan akhirnya kepada Allah SWT penulis serahkan segalanya demi tercapainya keberhasilan yang sempurna.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Medan, 3 Juni 2024

Penulis



Taufik Alwijaya

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR NOTASI	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Ruang Lingkup Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pengertian Beton	5
2.2 Material Penyusun Beton	7
2.2.1 Semen Portland	7
2.2.2 Agregat Kasar	8
2.2.3 Agregat Halus	9
2.2.4 Air	10
2.2.5 Abu Sekam Padi	11
2.2.6 Serabut Kelapa	11
2.3 Beton Serat	12
2.4 Uji Slump	12
2.5 Kuat Tekan	13
2.6 Kuat Tarik Belah	13
BAB 3 METODE PENELITIAN	16

3.1	Umum	16
3.2	Tempat dan Waktu Penelitian	19
3.3	Alat dan Bahan	19
3.4.1	Alat	19
3.4.2	Bahan	20
3.4	Pemeriksaan Material dan Bahan	20
3.4.1	Persiapan Bahan-Bahan Dasar	20
3.4.2	Pengujian Analisa Saringan	20
3.4.3	Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan	21
3.4.4	Pengujian Kadar Air	21
3.4.5	Pengujian Berat Isi	22
3.4.6	Pengujian Kandungan Lumpur	22
3.5	Penetapan Benda Uji Beton	23
3.6	Perhitungan Campuran Benda Uji (<i>Mix Design</i>)	23
3.7	Pembuatan Benda Uji	28
3.8	Pengujian Slump	29
3.9	Perawatan Benda Uji (<i>Curing</i>)	29
3.10	Pengujian Kuat Tekan	29
3.11	Pengujian Kuat Tarik Belah	30
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		31
4.1	Tinjauan Umum	31
4.2	Pemeriksaan Agregat Halus	31
4.2.1	Analisa Saringan Agregat Halus	31
4.2.2	Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	33
4.2.3	Berat Isi Agregat Halus	34
4.2.4	Kadar Air Agregat Halus	35
4.2.5	Kadar Lumpur Agregat Halus	35
4.2.6	Pemeriksaan Agregat Kasar	36
4.2.7	Analisa Saringan Agregat Kasar	36
4.2.8	Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	38
4.2.9	Berat Isi Agregat Kasar	39
4.2.10	Kadar Air Agregat Kasar	39
4.2.11	Kadar Lumpur Agregat Kasar	40

4.3	Perencanaan Campuran Beton	41
4.3.1	Mix Design Beton	41
4.3.2	Proporsi Kebutuhan Benda Uji Beton	46
4.3.3	Hasil Pengujian Slump	48
4.3.4	Pengujian Kuat Tarik Belah Beton	50
4.4	Pembahasan	53
4.4.1	Pembahasan Kuat Tarik Belah Beton	53
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		54
5.1	Kesimpulan	54
5.2	Saran	54
DAFTAR PUSTAKA		56
LAMPIRAN		58
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		66

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Jenis Beton Berdasarkan Kuat Tarik Tekan (Tjokodimuljo, 2007).	6
Tabel 2. 2 Jenis semen portland (SNI 15-2049-2004).	7
Tabel 2. 3 Batas tiap daerah gradasi pada agregat halus (SNI 03-2834-2000).	10
Tabel 3. 1 Jadwal penelitian.	19
Tabel 3. 2 Sampel benda uji.	23
Tabel 3. 3 Faktor pengali untuk deviasi standar (SNI 03-2834, 2000).	24
Tabel 3. 4 Nilai tambah margin (SNI 03-2834, 2000).	24
Tabel 3. 5 Perkiraan kekuatan tekan beton (SNI 03-2834, 2000).	25
Tabel 3. 6 Perkiraan kadar air bebas (SNI 03-2834, 2000).	26
Tabel 3. 7 Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum	27
Tabel 3. 8 Nilai Slump untuk berbagai macam pekerjaan (PBI, 1971)	29
Tabel 4. 1 Hasil pengujian analisa saringan agregat halus	32
Tabel 4. 2 Daerah gradasi agregat halus (SNI 03-2834, 2000).	32
Tabel 4. 3 Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus.	34
Tabel 4. 4 Hasil pengujian berat isi agregat halus.	34
Tabel 4. 5 Hasil pengujian kadar air agregat halus.	35
Tabel 4. 6 Hasil pengujian kandungan lumpur pada agregat halus.	36
Tabel 4. 7 Hasil pengujian analisa saringan agregat kasar.	37
Tabel 4. 8 Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar.	38
Tabel 4. 9 Hasil pengujian berat isi agregat kasar.	39
Tabel 4. 10 Hasil pengujian kadar air agregat kasar.	39
Tabel 4. 11 Hasil pengujian kadar lumpur agregat kasar.	40
Tabel 4. 12 Rekapitulasi mix design beton mutu 25 Mpa.	46
Tabel 4. 13 Rekap hasil mix design silinder beton 25 Mpa.	48
Tabel 4. 14 Hasil pengujian Slump.	49
Tabel 4. 15 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton.	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 campuran bahan pembentuk beton.	5
Gambar 2. 2 Kerucut Abrams (SNI 03-1972, 2008)	12
Gambar 3. 1 Flow cart tahap penelitian	18
Gambar 3. 3 Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton	28
Gambar 3. 4 Proses pengujian kuat tarik belah.	30
Gambar 4. 1 Grafik gradasi agregat halus daerah 2.	33
Gambar 4. 2 Grafik gradasi agregat kasar (Maks 40 mm).	38
Gambar 4. 3 Hubungan FAS dengan kuat tekan (SNI 03-2834, 2000).	41
Gambar 4. 4 Penentuan persentase pasir terhadap kadar total agregat yang digunakan pada penelitian (butir maksimum 40 mm) (SNI 03-2834, 2000).	43
Gambar 4. 5 Penentuan berat isi beton basah (SNI 03-2834, 2000).	44
Gambar 4. 6 Grafik Slump Test.	49
Gambar 4. 7 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton.	52

DAFTAR NOTASI

- A = luas penampang benda uji (mm^2)
- a = berat benda uji kering oven (gr)
- B = jumlah air (kg/m^3)
- b = berat benda uji kondisi jenuh kering permukaan di udara (gr)
- B' = berat agregat setelah pengujian (gr)
- B_o = berat agregat sebelum pengujian (gr)
- C = jumlah agregat halus (kg/m^3)
- c = berat benda uji dalam air (gr)
- Ca = absorpsi agregat halus (%)
- Ck = kadar air agregat halus (%)
- D = jumlah agregat kasar (kg/m^3)
- Da = absorpsi agregat kasar (%)
- Dk = kadar air agregat kasar (%)
- fas = faktor air semen bebas
- f'_c = kuat tekan beton benda uji (MPa)
- f'_{cr} = kuat tekan beton rata-rata (MPa)
- M = nilai tambah margin
- M_c = berat wadah ukur yang diisi agregat (kg)
- M_m = berat wadah ukur (kg)
- N = jumlah benda uji
- n = jumlah nilai hasil uji
- P = beban maksimum (N)
- S = standar deviasi
- V_m = volume wadah ukur (m^3)
- W_{air} = kadar air bebas
- W_h = Batu tak dipecahkan / alami
- W_k = Batu pecah
- W_{semen} = jumlah semen (kg/m^3)
- \bar{x} = kuat tekan beton rata-rata (MPa)

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton adalah material paling umum dan efektif untuk digunakan pada saat ini. Kebutuhan beton dalam dunia konstruksi semakin hari semakin meningkat. Di lihat dari fungsinya beton merupakan material pembentuk struktur yang sangat banyak di gunakan pada saat ini. Seiring dengan banyaknya masyarakat dalam menggunakan material beton di dunia konstruksi sehingga berbanding lurus dengan kebutuhan material pada beton.

Beton serat (*fibre reinforced concrete*) menurut ACI Committe adalah konstruksi beton dengan bahan susun semen, agregat halus dan agregat kasar serta sejumlah serat kecil (*fiber*). Berdasar penelitian oleh Tri Wahyudi pada tahun 2014, serabut kelapa merupakan serat yang dapat menyerap air. Serabut kelapa dapat digunakan sebagai bahan campuran dengan semen. Serabut kelapa mempunyai kemampuan kuat tarik yang baik, sehingga penggunaan bahan campuran serabut kelapa diharapkan dapat memberikan kelebihan dari masing- masing bahan, sehingga menghasilkan serat yang memiliki mutu yang baik. Serabut kelapa memiliki sifat ulet, dapat menyerap air, dan mempunyai tingkat keawetan yang baik jika tidak berhubungan langsung dengan cuaca sehingga bahan tersebut sangat baik digunakan sebagai bahan campuran pembuatan semen serat (Risdianto & Tobing, 2019).

Kebutuhan semen untuk bahan bangunan semakin meningkat, sehingga untuk meminimalisir penggunaan semen diperlukan agregat tambahan. Agregat tersebut adalah abu sekam padi yang di masyarakat belum dimanfaatkan secara optimal. Dengan penambahan abu sekam padi tersebut dapat memperbaiki kuat tekan dan suhu reaksi semen.

Telah dilakukan penelitian pengaruh penambahan silika abu sekam padi terhadap kuat tekan dan suhu reaksi semen Portland.

Penambahan silika abu sekam padi ke dalam semen Portland dilakukan dengan variasi komposisi silika abu sekam padi antara 0%-30% terhadap berat semen (Darmawan et al., 2008). Dengan pemanfaatan limbah serabut kelapa dan abu sekam

padi (ASP) sebagai bahan pengganti sebagian Semen di harapkan mampu menghasilkan produksi beton dengan kekuatan tarik yang baik, maka dari itu peneliti mengambil Judul “studi kuat tarik belah beton serabut kelapa dengan penambahan abu sekam padi sebagai pembantu hidrasi semen” Sebagai Studi Penelitian.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang didapat berdasarkan latar belakang diatas adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh penggunaan Abu Sekam Padi (ASP) dengan persentasi 0,3% ; 0,5% ; dan 0,7% terhadap kuat tarik belah beton.
2. Bagaimana perbandingan hasil dari kuat tarik belah beton normal dengan beton variasi abu sekam padi (ASP) 0,3% ; 0,5% ; dan 0,7% dari berat semen dan penambahan serat serabut kelapa sebanyak 0,5% dari berat beton.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh penggunaan Abu Sekam Padi (ASP) dengan persentasi 0,3% ; 0,5% ; dan 0,7% terhadap kuat tarik belah beton.
2. Untuk mengetahui perbandingan hasil dari kuat tarik belah beton normal dengan beton variasi abu sekam padi (ASP) 0,3% ; 0,5% ; dan 0,7% dari berat semen dan penambahan serat serabut kelapa sebanyak 0,5% dari berat beton.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Mengenai perencanaan penelitian ini diperlukan adanya pembatasan permasalahan, yakni :

1. Karakteristik beton yang diuji adalah kuat tarik belah beton dan kuat tekandari hasil penelitian.
2. Bagian tambahan yang digunakan adalah abu sekam padi sebanyak 0,3%;0,5% ; 0,7% dari berat semen.

3. Campuran beton diberi serat serabut kelapa sebanyak 0,5% dan dipotong dengan panjang 5 cm.
4. Perawatan yang dilakukan adalah *water curing* selama 28 hari.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat kepada semua pihak yang terkait, manfaatnya yaitu :

1. Penelitian ini dapat mengurangi dan memanfaatkan limbah serabut kelapa dan abu sekam padi sebagai campuran beton.
2. Hasil penelitian ini nantinya dapat menjadi referensi dalam penggunaan serat serabut kelapa pada konstruksi beton.
3. Penelitian ini dapat menambah pemahaman dalam menganalisis data untuk mengetahui kuat tarik belah beton setelah ditambahkan abu sekam padi dan serat serabut kelapa.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada tugas akhir ini akan diuraikan dalam penulisan yang terbagi menjadi lima bab dan tiap-tiap bab tersusun dari beberapa pokok pembahasan sebagai berikut :

Bab 1 Pendahuluan

Dalam bab ini diuraikan mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

Bab 2 Tinjauan Pustaka

Bab ini membahas secara singkat mengenai teori penelitian sebagai dasar dalam mengkaji permasalahan yang ada.

Bab 3 Metode Penelitian

Bagian bab ini membahas tentang tahapan penelitian, metode pelaksanaan, teknik pengumpulan data, jenis dan sumber data yang diperlukan, serta teknik analisis data.

Bab 4 Hasil dan Pembahasan

Bab ini menguraikan hasil yang diperoleh dari penelitian serta pembahasan analisis perhitungan dan pemecahan masalah dari hasil yang didapatkan.

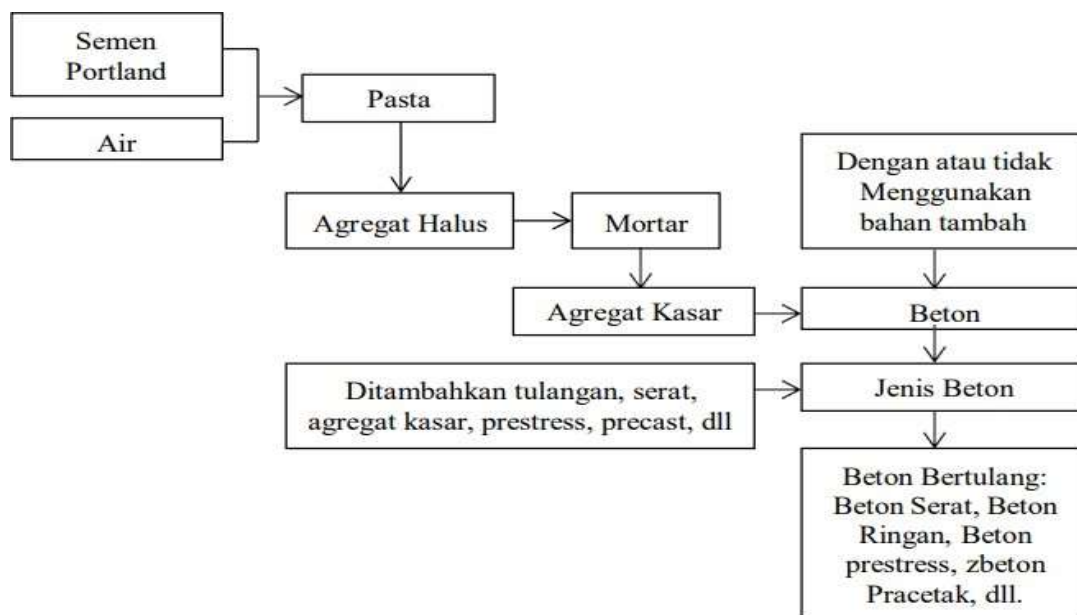
Bab 5 Kesimpulan

Pada bab ini akan dipaparkan beberapa kesimpulan yang didapat dari hasil dan pembahasan serta berisikan beberapa saran dari penulis.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Beton

Beton merupakan suatu bahan komposit yang dihasilkan dari pencampuran bahan-bahan agregat halus, agregat kasar, air, semen atau bahan lain yang berfungsi sebagai bahan pengikat hidrolis, dengan atau tanpa menggunakan bahan tambahan. Campuran bahan-bahan yang membentuk beton harus ditetapkan sedemikian rupa, sehingga menghasilkan beton basah yang mudah dikerjakan, memenuhi kekuatan tekan rencana setelah mengeras dan cukup ekonomis (Kumaat & Windah, 2015).



Gambar 2. 1 campuran bahan pembentuk beton.

Agar kualitas beton yang di hasilkan baik dinilai dari spesifikasi material yang memenuhi standarisasi yang berlaku. Oleh karena itu diperlukan perencanaan mix design untuk menentukan jumlah masing-masing bahan susun yang di butuhkan dalam melakukan mix design juga perlu di perhatikan dalam adukan beton untuk menghindari terjadinya segregasi dimana Kekuatan beton ditentukan dari padat tidaknya campuran bahan penyusun beton.

Tabel 2. 1 Jenis Beton Berdasarkan Kuat Tarik Tekan (Tjokodimuljo, 2007).

Jenis beton	Kuat tekan
Beton sederhana	Sampai 10 Mpa
Beton normal	15 – 30 Mpa
Beton pretegang	30 – 40 Mpa
Beton kuat tekan tinggi	40-80 Mpa
Beton kuat tekan sangat tinggi	> 80 Mpa

Beton juga memiliki peranan penting dalam menentukan umur dan kekuatan suatu bangunan. Hal itu terjadi karena beton memiliki kelebihan dan kekurangan. Menurut pendapat (Pane, Tanudjaja, & Windah, 2015). Beton mempunyai beberapa sifat yang menguntungkan dibandingkan dengan bahan bangunan yang lain, misalnya:

1. Ekonomis yaitu pertimbangan yang sangat penting meliputi material, kemudahan dalam pelaksanaan, waktu untuk konstruksi, pemeliharaan struktur, daktilitas dan sebagainya.
2. Harganya dapat menjadi murah apabila bahan-bahan dasar lokal banyak tersedia.
3. Beton segar dapat dengan mudah diangkut maupun dicetak. Cetakan dapat pula dipakai ulang beberapa kali sehingga secara ekonomi lebih murah.
4. Kuat tekannya yang cukup tinggi mengakibatkan jika dikombinasikan dengan baja tulangan (yang kuat tariknya tinggi) dapat digunakan untuk struktur berat.
5. Beton segar dapat disemprotkan di permukaan beton lama yang retak maupun dimasukkan kedalam retakan beton dalam proses perbaikan.
6. Beton segar dapat dipompakan sehingga memungkinkan untuk dituang pada tempat-tempat yang sulit.
7. Beton memiliki sifat ketahanan terhadap pengaruh temperatur tinggi yang
8. mungkin timbul, seperti akibat peristiwa kebakaran.
9. Rigiditas tinggi.
10. Biaya pemeliharaan yang rendah.
11. Penyediaan material yang mudah.

Selain memiliki beberapa kelebihan, beton juga mempunyai beberapa kekurangan yaitu:

1. Beton mempunyai kuat tarik yang rendah, sehingga mudah retak.

2. Beton sulit untuk dapat kedap air secara sempurna, sehingga selalu dapat dimasuki air, dan air yang membawa kandungan garam dapat merusakkan beton.
3. Beton bersifat getas atau tidak daktail sehingga harus dihitung dan didetail secara seksama setelah dikompositkan dengan baja tulangan menjadi bersifat daktail, terutama pada struktur tahan gempa.
4. Memerlukan biaya untuk bekisting dan perancah atau untuk beton yang di corditempat.

2.2 Material Penyusun Beton

Material yang digunakan pada campuran beton yaitu semen, agregat kasar, agregat halus, dan air. Namun dapat ditambahkan beberapa bahan tambah lain dengan persentase tertentu. Pada campuran ini, akan digunakan Abu Sekam Padi (ASP) sebagai pengganti semen sebagian dan serat serabut kelapa sebagai bahan tambah alami. Dalam pembuatan campuran beton, material yang digunakan harus memiliki kualitas yang baik dan memenuhi syarat, material yang akan digunakan antara lain :

2.2.1 Semen Portland

Semen portland merupakan semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen portland terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain (SNI 15-2049-2004).

Tjokrodimulyo (1996) mengemukakan bahwa semen *portland* berfungsi sebagai pengikat bahan-bahan bangunan yang lain (batu bara, batu kali, pasir). Selain itu juga untuk mengisi rongga-rongga di antara butiran agregat.

Tabel 2. 2 Jenis semen portland (SNI 15-2049-2004).

Jenis	penggunaan
I	Semen Portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain.

Tabel 2.2 Lanjutan.

II	Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau kalor hidrasi sedang.
III	Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi.
IV	Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan kalor hidrasi rendah
V	Semen Portland yang penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat.

Pada umumnya semen yang sering digunakan ialah semen jenis I atau disebut dengan semen OPC (*Ordinary Portland Cement*) yang merupakan semen hidrolis yang dipergunakan secara luas untuk konstruksi umum, seperti bangunan yang tidak memerlukan persyaratan khusus, antara lain perumahan, gedung- gedung bertingkat, landasan pacu, dan jalan raya.

2.2.2 Agregat Kasar

Agregat kasar adalah agregat dengan besar butir lebih dari 4,75 mm. Agregat kasar juga disebut kerikil, batu pecah, ataupun *split*. Adapun karakteristik agregat kasar yang perlu diperhatikan diantaranya:

- a. Gradasi Agregat Kasar adalah distribusi dari ukuran agregat atau proporsi dari macam-macam ukuran butir agregat berdasarkan analisa saringan.
- b. Modulus Halus Butir (HMB), spesifikasi modulus halus butiran agregat kasar, yaitu 5,5%-8,5%.
- c. Absorpsi dan Berat Jenis (*Specific Gravity*), spesifikasi agregat untuk beton normal adalah berat jenis agregat kasar yaitu 1,60– 3,20 kg/liter.
- d. Berat volume agregat kasar, spesifikasi berat volume agregat kasar, yaitu 1,6- 1,9 kg/liter.
- e. Kadar Air Agregat Kasar, spesifikasi kadar air agregat kasar, yaitu 0,5%-2,0%.
- f. Persentase Keausan, spesifikasi keausan agregat beton, yaitu 15%-50%.

Agregat kasar pada umumnya berbutir lebih besar dari 4,80 mm, contoh agregat kasar seperti, kerikil, kerikak, batu pecah, atau *split*. Kerikil sebagai hasil desintregasi alami dari batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecahan batu dan mempunyai ukuran butir antara 5 mm sampai 40 mm. Menurut BSN (2002), bahwa agregat kasar (kerikil/batu pecah) yang akan dipakai untuk membuat campuran beton harus memenuhi persyaratan- persyaratan sebagai berikut ini :

- a. Kerikil atau batu pecah harus terdiri dari butir-butir yang keras dan tidak berpori serta mempunyai sifat kekal (tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca seperti terik matahari atau hujan). Agregat yang mengandung butir- butir pipih hanya dapat dipakai apabila jumlah butir-butir pipih tersebut tidak melebihi 20% dari berat agregat seluruhnya.
- b. Agregat kasar tidak boleh mengandung bahan yang reaktif terhadap alkali jika agregat kasar digunakan untuk membuat beton yang akan mengalami basah dan lembab terus menerus atau yang akan berhubungan dengan tanah basah. Agregat yang reaktif terhadap alkali boleh untuk membuat beton dengan semen yang kadar alkalinya dihitung setara Natrium Oksida tidak lebih dari 0,6 %, atau dengan menambahkan bahan yang dapat mencegah terjadinya pemuaiannya yang dapat membahayakan oleh karena reaksi alkali agregat tersebut.
- c. Agregat kasar tidak boleh mengandung bahan-bahan yang dapat merusak beton seperti bahan-bahan yang reaktif sekali dan harus dibuktikan dengan percobaan warna dengan larutan NaOH.
- d. Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% (terhadap berat kering) dan apabila mengandung lebih dari 1%, agregat kasar tersebut harus dicuci.

2.2.3 Agregat Halus

Agregat halus merupakan material campuran betoon yang berupa butiran pasir alam sebagai hasil disintegrasi alami batuan atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butiran sebesar 3 mm. Menurut (SNI 03-2834-2000) agregat halus merupakan agregat yang semua butirannya menembus ayakan berlubang 4,75 mm yang biasanya disebut pasir. Pasir dapat dibedakan menjadi empat kelompok menurut gradasinya, yaitu pasir halus (daerah gradasi I), agak halus (daerah gradasi II), agak kasar

(daerah gradasi III) dan kasar (daerah gradasi IV). Untuk melihat batas tiap daerah gradasi disajikan dalam tabel berikut :

Tabel 2. 3 Batas tiap daerah gradasi pada agregat halus (SNI 03-2834-2000).

Lubangayakan(mm)	No.	Persentase berat butir agregat lolos ayakan (%)			
		I	II	III	IV
10	3/8	100	100	100	100
4,8	No.4	90-100	90-100	90-100	95-100
2,4	No.8	65-95	75-100	85-100	95-100
1,2	No.16	30-70	55-90	75-100	90-100
0,6	No.30	15-34	35-59	60-79	80-100
0,3	No.50	5-20	8-30	12-40	15-50
0,25	No.100	0-10	0-10	0-10	0-15

2.2.4 Air

Air merupakan faktor penting dalam pelaksanaan pembuatan campuran beton. Air merupakan pemersatu proses pencampuran antara agregat halus, agregat kasar, semen ataupun bahan tambah lainnya. Tjokrodimulyo (1996) Fungsi air dalam beton yaitu sebagai bahan penghidrasi semen, agar semen bisa berfungsi sebagai bahan pengikat, serta air berfungsi sebagai bahan pelumas, yaitu mempermudah proses pencampuran agregat dan semen serta mempermudah pelaksanaan pengecoran beton (*workability*).

Menurut SNI 03-2847-2000 proses pengikatan, pengerasan atau hidrasi pada beton akan berjalan dengan baik jika menggunakan air yang memenuhi persyaratan berikut :

1. Air yang digunakan pada campuran beton harus bersih dan bebas dari bahan- bahan yang merusak seperti bahan yang mengandung oli, asam alali, garam, bahan organic, atau bahan-bahan yang merugikan terhadap beton dan tulangan.

2. Air campuran yang digunakan pada beton prategang atau beton didalamnya tetanam logam aluminium ion klorida dalam jumlah yang membahayakan.
3. Air yang tidak dapat diminum tidak boleh digunakan untuk campuran beton.

Pemakaian air yang berlebihan akan menyebabkan beton mengalami bleeding, yaitu air bersama-sama semen akan bergerak ke atas permukaan adukan beton segar, sedangkan air yang terlalu sedikit akan menyebabkan proses hidrasi tidak sempurna. Sebagai akibatnya kualitas beton yang dihasilkan akan berkurang kekuatannya.

2.2.5 Abu Sekam Padi

Abu sekam padi merupakan limbah yang diperoleh dari hasil pembakaran sekam padi. Abu sekam padi merupakan material yang bersifat *pozzolanic* dalam arti kandungan material terbesarnya adalah silika dan baik digunakan dalam campuran pozzolan-kapur yaitu mengikat kapur bebas yang timbul pada waktu hidrasi semen. Silika dapat bereaksi dengan kapur pembentuk kalsium silika hidrat sehingga menghasilkan ketahanan dari beton bertambah besar karena kurangnya kapur. Sekam padi apabila dibakar secara terkontrol pada suhu tinggi (500-600°C) akan menghasilkan abu silika yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai proses kimia. Abu sekam padi memiliki kandungan silika reaktif sekitar 85-90%. Penggunaan abu sekam padi dengan kombinasi campuran yang sesuai pada semen akan menghasilkan semen yang lebih baik (Sign et al.,2002).

2.2.6 Serabut Kelapa

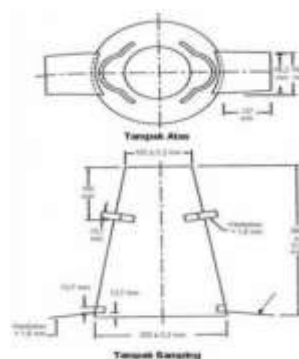
Serabut kelapa merupakan limbah yang berasal dari buah kelapa. Serabut kelapa tersusun atas 30% serat dan 70% empulur, dengan kandungan lignin dan fenolik yang tinggi (Panyakaew dan Fotios, 2011). Karena kandungan lignin yang tinggi, serabut kelapa sangat elastis, tahan lama, serta tidak rentan terhadap pembusukan. Serabut kelapa memiliki sifat tahan lama, ulet, kuat terhadap air, tidak mudah membusuk, tahan terhadap jamur dan hama serta tidak dihuni oleh rayap (Isroful,2009). Serabut kelapa digunakan agar dapat menahan tegangan yang diterima beton. Pada saat beton diberi beban maka beton akan terkekang sehingga serat akan mengalami kondisi tarik. Namun serat ini juga mempunyai kelemahan yaitu pada proses pengerjaan harus dilakukan secara teliti dikarenakan besarnya kemampuan dari serat serabut kelapa untuk saling mengikat satu sama lain yang dapat menyebabkan penggumpalan pada campuran beton sehingga menurunkan kelecakan.

2.3 Beton Serat

Beton berserat didefinisikan sebagai bahan beton yang dibuat dari campuran semen, agregat halus, agregat kasar, air dan sejumlah serat yang tersebar secara acak dalam matriks campuran beton segar (Hannant,1978). Try Mulyono (2003) menjelaskan bahwa beton serat merupakan campuran beton beton ditambah serat, umumnya berupa batang-batang dengan ukuran 5-500 mikrometer, dengan panjang sekitar 25mm. Beton serat dapat menggunakan serat alam dan serat buatan. Contoh serat alam seperti ijuk, serat serabut kelapa, serat bambu. Sedangkan serat buatan umumnya adalah serat sintetis dari senyawa polimer. Banyak sekali jenis serat yang dapat digunakan untuk memperbaiki sifat-sifat beton seperti serat baja, kaca, plastik dan karbon (Suhendro,1991).

2.4 Uji Slump

Slump digunakan untuk mengetahui tingkat kelecakan suatu adukan beton, yang berkaitan dengan tingkat kemudahan pengerjaan (*workability*). Pengujian *slump* dilakukan terhadap beton segar yang dituangkan kedalam kerucut abrams. Pengisian dilakukan dalam tiga tahap dimana masing-masing lapisan harus dipadatkan dengan cara penusukan, ratakan permukaan benda uji dengan tongkat. Kemudian cetakan diangkat dan dibalikkan lalu ukur perbedaan tinggi cetakan dengan tinggi benda uji. Pengujian *slump* bertujuan untuk mengetahui kelecakan pada beton dengan mengukur penurunan benda uji terhadap tinggi kerucut.



Gambar 2. 2 Kerucut Abrams (SNI 03-1972, 2008)

2.5 Kuat Tekan

Kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin uji kuat tekan (SNI 03-1974-1990). Besarnya kuat tekan beton dapat dihitung dengan cara membagi beban maksimum pada saat benda uji hancur dengan luas penampang benda uji. Kuat tekan beton yang direncanakan (f_c') adalah kuat tekan yang ditetapkan oleh perencana struktur yang dipakai dalam perencanaan struktur beton dan dinyatakan dalam Mega Pascal (Mpa). Perhitungan kekuatan beton dimaksudkan untuk mencari mutu beton dengan menggunakan mesin hidrolik tekan.

Perhitungan untuk memperoleh nilai tekan beton adalah sebagai berikut :

$$f' = \frac{P}{A} \quad (2.1)$$

Keterangan :

P = beban maksimum

A = luas penampang benda uji (mm)

f_c' = kuat tekan benda uji (Mpa)

2.6 Kuat Tarik Belah

Nilai kuat tarik belah beton diperoleh dari hasil pembebanan benda uji silinder yang diletakkan mendatar sejajar dengan permukaan meja penekan mesin uji tekan (SNI 03-2491-2002). Cara pengujian tarik beton menurut SNI 03-2491-2002 Untuk melaksanakan pengujian kuat Tarik belah beton harus diikuti beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Pemberian tanda pada benda uji tarik garis tengah pada setiap sisi ujung silinder benda uji dengan mempergunakan peralatan bantu yang sesuai hingga dapat memastikan bahwa kedua garis tengah tadi berada dalam bidang aksial yang sama. Sebagai alternatif dapat digunakan alat bantu penandaan garis tengah berbentuk T pada kedua ujung benda tersebut terdiri dari 3 bagian sebagai berikut:
 - a. Sebuah baja kanal C-100 yang kedua flensnya sudah diratakan dengan mesin,
 - b. bagian alas dari perlengkapan berbentuk T yang diberi alur yang sesuai dengan tebal kedua flens baja kanal dan celah persegi empat untuk perletakan batang tegaknya,

- c. bagian tegak dari alat perlengkapan berbentuk T terpasang tegak lurus pada alas bagian tegak tersebut diberi celah yang memanjang, untuk memudahkan pembuatan tanda garis tengah pada kedua ujung benda uji. Alat perlengkapan (rakitan) berbentuk T tersebut tidak terpasang mati pada baja kanal, tetapi dapat dipindahkan dan digeserkan pada kedua ujung baja kanal dengan tidak mengganggu posisi benda uji pada waktu dilakukan penandaan garis tengah pada kedua sisi benda uji.
2. Peralatan bantu ini terdiri dari tiga bagian, sebagai berikut:
 - a. bagian alas tempat untuk meletakkan bantalan kayu pembebanan bagian bawah dan benda uji silinder
 - b. pelat atau batang bantu penekanan yang memenuhi persyaratan, baik ukuran maupun kerataanya,
 - c. dua buah bagian tegak yang kegunaannya untuk meletakkan benda uji pada posisi uji lengkap dengan pelat atau batang penekan tambahan dan bantalan bantu pembebanannya.
 3. Tentukan diameter benda uji dengan ketelitian sampai 0,25 mm yang merupakan harga rata-rata dari tiga kali pengukuran diameter pada kedua ujung dan bagian tengah benda uji, pengukuran dilakukan pada garis tanda yang dibuat pada benda uji. Tentukan panjang benda uji dengan ketelitian hingga 2,5 mm yang merupakan harga rata - rata dari paling sedikit dua buah pengukuran pada bidang yang diberi tanda garis pada kedua ujung benda uji.
 4. Perletakan benda uji pada posisi uji dengan berpedoman pada tanda garis tengah pada kedua ujung, sebagai berikut:
 - a. letakkan sebuah dari dua bantalan bantu pembebanan yang terbuat dari kayu lapis pada tengah-tengah pelat menekan bagian-bagian bawah dari mesin uji, letakkan benda uji di atas bantalan bantu dari kayu lapis tersebut sedemikian rupa hingga tanda garis tengah pada benda uji terlihat tegak lurus terhadap titik tengah dan bantalan kayu lapis,
 - b. letakkan bantalan kayu lapis lainnya memanjang di atas silinder sedemikian rupa hingga bagian tengahnya tepat berpotongan dengan tanda garis tengah yang ada pada ujung silinder.
 5. Perletakan benda uji pada posisi uji dengan menggunakan peralatan bantu benda uji. Cara meletakkannya adalah sebagai berikut :

- a. letakkan bantalan – bantalan bantu pembebanan dari kayu lapis, benda uji dan peralatan tambahan penekan (batang atau pelat penekan tambahan) secara sentris dengan menggunakan peralatan bantu perletakan benda uji
- b. titik tengah pelat penekan tambahan dan titik tengah benda uji pada posisi uji harus berada tepat di bawah titik tengah penekan bagian atas. Pengujian kuat tekan beton menggunakan benda uji berbentuk silinder dengan ukuran 15 cm x 30 cm. Besarnya (P) yang ditunjukkan oleh mesin kuat tarik yaitu angka tertinggi yang ditunjukkan sebelum sampel yang berbentuk silinder pecah atau hancur.

Untuk perhitungan kuat tarik belah beton dapat di cari dari persamaan berikut :

$$F'_{ct} = \frac{2P}{LD} \tag{2.2}$$

Keterangan :

F'_{ct} = kuat tarik belah beton (Mpa)

P = beban uji maksimum (N)

L = panjang benda uji (mm)

D = diameter benda uji (mm)

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Umum

Metodologi penelitian adalah suatu langkah dalam memecahkan suatu masalah dengan mengumpulkan, mencatat, mempelajari, dan menganalisis data yang diperoleh.

Penelitian yang dilaksanakan pada tugas akhir ini tidak terlepas dari data-data pendukung. Data pendukung yang diperoleh dari hasil penelitian di laboratorium adalah sebagai berikut :

1. Data primer

Data ini terdiri dari :

- a. Pemeriksaan bahan dan material
- b. Perbandingan dalam campuran beton (Mix design)
- c. Kelecekan adukan beton segar (*slump*)
- d. Pengujian kuat tekan beton
- e. Pengujian kuat tarik belah beton

2. Data sekunder

Data sekunder merupakan data berupa literasi yang diperoleh dari sekumpulan buku dan jurnal yang terait dengan penelitian yang mengacu kepada referensi pembuatan beton berdasarkan:

- a. SNI (Standart Nasional Indonesia) 03-2834-2000 tentang cara pembuatan beton normal.
- b. Jurnal-jurnal ilmiah serta buku-buku sebagai acuan yang mendukung jalannya penelitian ini.
- c. SNI 03-2491-2002 tentang cara pengujian kuat tarik belah beton.
- d. Laporan praktikum beton, sebagai referensi untuk menunjang dalam penelitian ini.

Sebuah permasalahan yang telah diuraikan akan terjawab dengan dilakukannya penelitian secara bertahap yang sebelumnya sudah dirangai dalam sebuah metode penelitian.

Adapun langkah-langkah dalam penelitian ini akan dijelaskan sebagai berikut :

1. Persiapan material

Kegiatan ini dilakukan dengan mempersiapkan material-material yang dibutuhkan sebelum dilakukannya persiapan material.

2. Pemeriksaan material

Pemeriksaan yang dilakukan seperti kadar lumpur, kadar air, berat jenis, berat isi, dan analisa saringan.

3. *Mix design*

Dalam tahap ini diperlukan adanya bimbingan oleh dosen pembimbing untuk meminimalisir terjadinya kesalahan perhitungan dalam menganalisa dan merencanakan kebutuhan campuran beton.

4. Pembuatan benda uji

Setelah mempersiapkan proporsi campuran, maka benda uji siap untuk dibuat melalui pencampuran beton dengan mixer.

5. Pencetakan benda uji

Sebelum pencetakan benda uji, dilakukan uji slump terlebih dahulu, kemudian beton segar dimasukkan kedalam cetakan silinder untuk pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah beton dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.

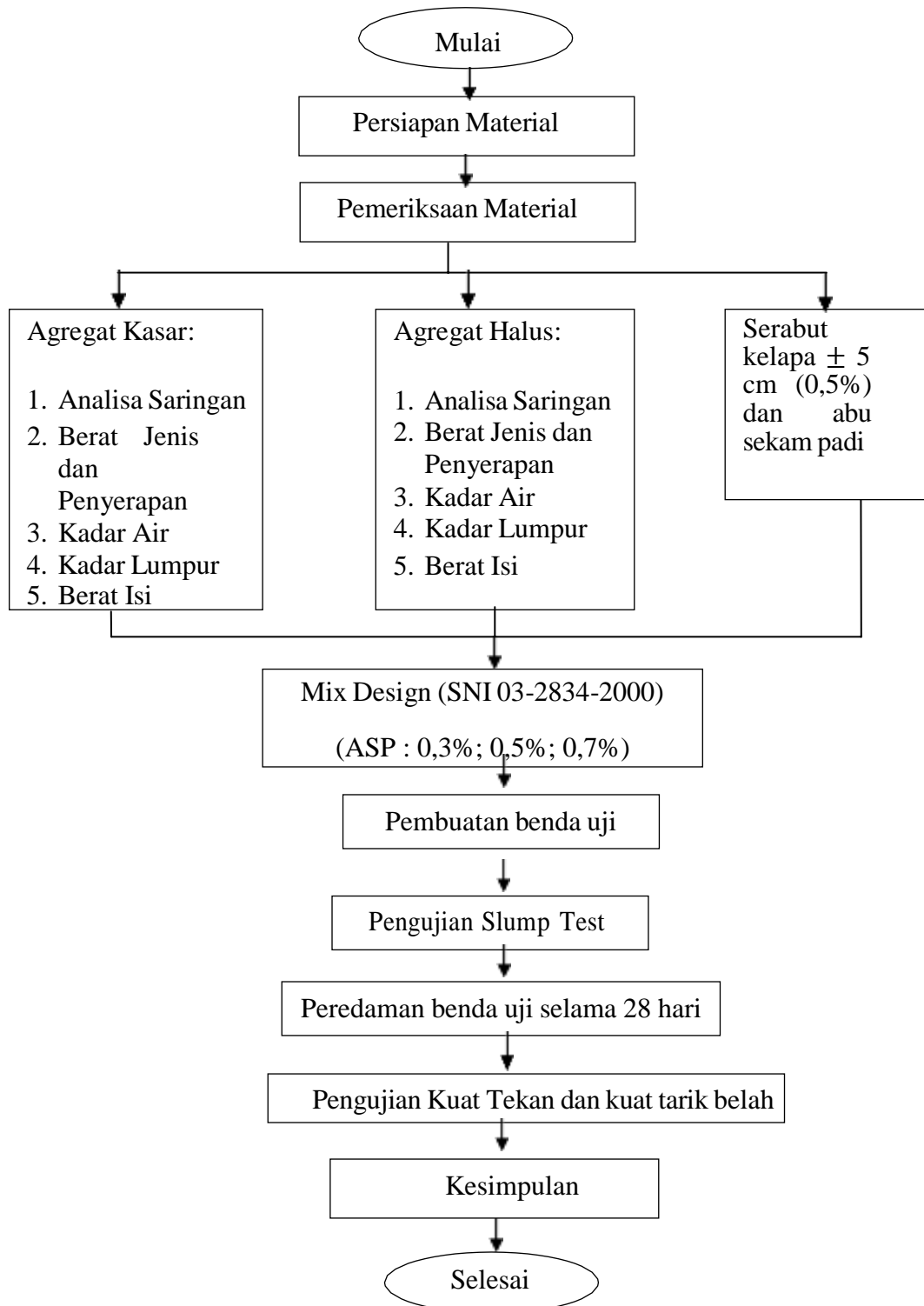
6. Perawatan benda uji

Setelah benda uji dicetak dan dibiarkan selama 24 jam, kemudian beton direndam didalam bak perendam yang berisikan air selama 28 hari.

7. Pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah

Setelah beton direndam lalu diangkat dan dibiarkan 24 jam, kemudian dilakukan pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah beton.

Adapun langkah-langkah penelitian ini sebagaimana ditunjukkan pada diagram berikut.



Gambar 3. 1 Flow cart tahap penelitian

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Beton Tekni Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Waktu penelitian dilakukan selama 3 bulan yang dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut :

Tabel 3. 1 Jadwal penelitian.

No.	Jenis Kegiatan	I		II		III	
		1/2	3/4	1/2	3/4	1/2	3/4
1	Persiapan bahan	■					
2	Pemeriksaan bahan		■				
3	Perencanaan mix design		■				
4	Pembuatan benda uji			■			
5	Perawatan benda uji				■	■	
6	Pengujian benda uji						■

3.3 Alat dan Bahan

3.4.1 Alat

Untuk mendapatkan hasil yang diharapkan maka dalam penelitian ini diperlukan peralatan yang fungsinya untuk melaksanakan pengujian terhadap bahan maupun sampel yang dibuat. Peralatan yang digunakan meliputi:

1. Satu set saringan dengan nomor ayakan berturut-turut No.4, No.8, No.16, No.30, No.50, dan No.100 untuk agregat halus, dan 1½", 3/4", 3/8" dan No.4 untuk agregat kasar.
2. Timbangan digital.
3. Mesin pengaduk beton (molen/mixer).
4. Cetakan benda uji silinder diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
5. Kerucut Abrams
6. Bak perendam.
7. Mesin kompres (compression testing machine)

3.4.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Semen

Pada penelitian ini akan digunakan semen Portland (semen jenis 1) dengan merek Semen Andalas 50 kg.

2. Agregat

Agregat kasar (batu split) dan halus (pasir) berasal dari Binjai.

3. Air

Air yang digunakan pada penelitian ini berasal dari PDAM Tirtanadi.

4. Abu sekam padi

Abu sekam padi pada penelitian ini di dapat dari daerah Deli Serdang.

5. Serabut kelapa

Penggunaan serat serabut kelapa pada penelitian ini didapat secara komersial.

3.4 Pemeriksaan Material dan Bahan

Untuk mendapatkan hasil yang akurat, perlu dilakukan beberapa tahap pengujian terhadap material dan bahan maupun sampel dengan menggunakan metode yang telah ditetapkan sebelumnya. Tahapan ini sebagaimana dijelaskan berikut ini.

3.4.1 Persiapan Bahan-Bahan Dasar

Pengujian ini diawali dengan membersihkan material dari kandungan lumpur sehingga dapat terbebas dari unsur-unsur organik lainnya.

3.4.2 Pengujian Analisa Saringan

Analisis saringan agregat ialah penentuan persentase berat butiran agregat yang lolos dari satu set saringan kemudian angka-angka persentase digambarkan pada grafik pembagian butir (SNI 03-1968, 1990). Urutan proses dalam pengujian ini berdasarkan SNI 03-1968-1990 adalah sebagai berikut:

1. Benda uji dikeringkan dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$, sampai berat tetap.

2. Saring benda uji lewat susunan saringan dengan ukuran saringan paling besar ditempatkan paling atas. Saringan diguncang dengan tangan atau mesin pengguncang selama 15 menit.

Dimana satu set saringan yang digunakan meliputi; 76,2 mm (3"); 37,5 mm(1½"); 19,1 mm (3/4"); 9,5 mm (3/8"); No.4 (4,75 mm); No.8 (2,36 mm); No.16 (1,18 mm); No.30 (0,600 mm); No.50 (0,300 mm); No.100 (0,150 mm); No.200 (0,075 mm).

3.4.3 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui berat jenis dan penyerapan air pada agregat yang akan digunakan dalam menghitung volume beton. Pengujian ini mengacu kepada (SNI 03-1969, 1990) dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Berat Jenis Curah Kering} = \frac{a}{(b-c)} \quad (3.1)$$

$$\text{Berat Jenis Kering Permukaan} = \frac{b}{(b-c)} \quad (3.2)$$

$$\text{Berat Jenis Semu} = \frac{a}{(a-c)} \quad (3.3)$$

$$\text{Penyerapan Air} = \frac{b-a}{a} \times 100\% \quad (3.4)$$

dengan:

a = berat benda uji kering oven (gr)

b = berat benda uji kondisi jenuh kering permukaan di udara (gr)

c = berat benda uji dalam air (gr)

3.4.4 Pengujian Kadar Air

Pengujian kadar air dilakukan dengan tujuan untuk memperoleh angka persentase dari kadar air yang dikandung oleh agregat. Pengujian ini dilakukan berdasarkan acuan dari (SNI 03-1971, 1990) tentang metode pengujian kadar air agregat dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Kadar air agregat} = \frac{W_3 - W_5}{W_5} \times 100\% \quad (3.5)$$

keterangan:

W_3 = berat benda uji semula (gram)

W_5 = berat benda uji kering (gram)

Dimana urutan proses pengujiannya adalah sebagai berikut:

1. timbang dan catatlah berat talam (W_1),
2. masukan benda uji ke dalam talam kemudian timbang dan catat beratnya (W_2),
3. hitunglah berat benda uji ($W_3 = W_2 - W_1$),
4. keringkan benda uji dengan oven pada suhu (110 ± 5) °C sampai beratnya tetap,
5. setelah kering timbang dan catat berat benda uji beserta alam (W_4),
6. hitunglah berat benda uji kering ($W_5 = W_4 - W_1$).

3.4.5 Pengujian Berat Isi

Pengujian berat isi agregat dilakukan untuk mengetahui volume produksi campuran beton, kadar semen yang digunakan dan kadar udara dalam beton dalam suatu campuran beton segar. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan panduan (SNI 03-1973, 1990) berdasarkan Pers. 3.6 berikut:

$$\text{Berat isi agregat} = \frac{M_c - M_m}{V_m} \quad (3.6)$$

dengan:

M_c = berat wadah ukur yang diisi agregat (kg)

M_m = berat wadah ukur (kg)

V_m = volume wadah ukur (m^3)

3.4.6 Pengujian Kandungan Lumpur

Pengujian kadar lumpur pasir dilakukan untuk mengetahui kelayakan pasir yang akan digunakan dalam mortar. Pengujian ini mengacu pada (PBI, 1971) pasal 14 ayat 2b. Metode pengujian kandungan lumpur pada pasir sebagai berikut:

1. Timbang bejana yang akan digunakan sebagai wadah pasir.
2. Timbang pasir sebanyak 100 gram lalu masukan dalam gelas ukur 250 cc.

3. Masukkan air pada gelas ukur yang telah diisi pasir, hingga ketinggian air mencapai 12 cm dari permukaan pasir.
4. Kocok gelas ukur ± 15 kali, lalu diamkan selama 1 menit, kemudian buang air keruh perlahan-lahan agar pasir tidak ikut terbang.
5. Percobaan diulangi sampai 1 - 5 kali, hingga air menjadi jernih.
6. Pisahkan pasir dengan air, kemudian pasir ditempatkan dalam bejana yang sudah ditimbang.
7. Masukkan pasir tersebut ke dalam oven dengan suhu $105\text{ }^{\circ}\text{C} - 110\text{ }^{\circ}\text{C}$ selama ± 36 jam. Kemudian keluarkan pasir dari oven. didinginkan lalu ditimbang
8. Perhitungan Kandungan lumpur berdasarkan Pers. 3.7 berikut.

$$\text{Kadar Lumpur} = \frac{B_0 - B'}{B_0} \times 100\% \quad (3.7)$$

9. Presentase kandungan lumpur tidak boleh lebih dari 5%, jika didapat kadar lumpur dalam pasir lebih dari 5% maka pasir harus di cuci dahulu.

3.5 Penetapan Benda Uji Beton

Dalam penelitian ini dibutuhkan beberapa sampel benda uji berdasarkan variabel-variabel yang ditetapkan. Adapun banyak sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 3. 2 Sampel benda uji.

No	Kode	Serabut Kelapa terhadap berat beton	Abu Sekam Padi terhadap berat semen
1	FOS3	0%	0%
2	FA7	0,5%	0,3%
3	FA8	0,5%	0,5%
4	FA9	0,5%	0,8%

3.6 Perhitungan Campuran Benda Uji (*Mix Design*)

Perencanaan campuran beton (*mix design*) dalam penelitian ini menggunakan pedoman standar (SNI 03-2834, 2000) dan berdasarkan kebutuhan pembuatan benda uji ditambah

sebanyak 10% dengan kemungkinan tercecernya bahan adukan beton selama proses pembuatan benda uji. Adapun langkah-langkah perhitungan tersebut adalah sebagai berikut:

1. Menentukan kuat tekan beton yang direncanakan ($f'c$) pada umur tertentu.
2. Menghitung deviasi standar berdasarkan Pers. 3.8.

$$S = \frac{\sqrt{\sum_i^n (xi - \bar{x})^2}}{n-1} \quad (3.8)$$

Keterangan:

xi = kuat tekan beton yang didapat dari masing-masing benda uji

\bar{x} = kuat tekan beton rata-rata menurut rumus :

Dimana:

n adalah jumlah nilai hasil uji, yang harus diambil minimum 30 buah (satu hasil uji adalah nilai uji rata-rata dari 2 buah benda uji.), apabila suatu produksi beton tidak mempunyai dua hasil uji yang memenuhi deviasi standar, tetapi hanya ada sebanyak 15 sampai 29 hasil uji yang berurutan, maka nilai deviasi standar adalah perkalian deviasi standar yang dihitung dari data hasil uji tersebut dengan faktor pengali berdasarkan Tabel 3.2 berikut.

Tabel 3. 3 Faktor pengali untuk deviasi standar (SNI 03-2834, 2000).

Jumlah Pengujian	Faktor Pengali Deviasi Standar
< 15	$f'c + 12$ Mpa
15	1,16
20	1,08
25	1,03
≥ 30	1,00

3. Menentukan nilai tambah margin berdasarkan Tabel 3.3 berikut.

Tabel 3. 4 Nilai tambah margin (SNI 03-2834, 2000).

Tingkat Mutu Pekerjaan	M (MPa)
Memuaskan	2,8
Hampir memuaskan	3,5
Sangat baik	4,2
Baik	5,7
Sedang	6,5
kurang	7,0

4. Menghitung kuat tekan beton rata rata f_{cr} berdasarkan Pers. 3.10 berikut.

$$f_{cr} = f'c + S + M \quad (3.10)$$

Keterangan:

f_{cr} = kuat tekan rata-rata perlu (Mpa)

$f'c$ = kuat tekan yang direncanakan (Mpa)

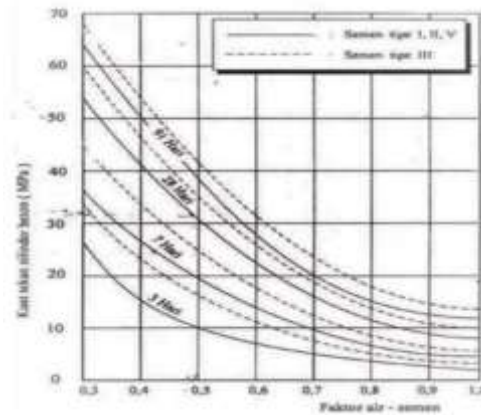
S = standar deviasi

M = nilai tambah margin

5. Menentukan jenis/tipe semen yang digunakan.
6. Penetapan jenis agregat.
7. Penetapan nilai faktor air semen bebas dengan enghubungan kuat tekan dan faktor air semen yang diperoleh dari penelitian lapangan sesuai dengan bahan dan kondisi pekerjaan yang diusulkan. Bila tidak tersedia data hasil penelitian sebagai pedoman dapat menggunakan acuan pada Tabel 3.4 grafik serta pada gambar 3.2.

Tabel 3. 5 Perkiraan kekuatan tekan beton (SNI 03-2834, 2000).

Jenis semen	Jenis agregatKasar	Kekuatan tekan (Mpa)					Bentuk uji
		Pada umur (hari)				Bentuk	
		3	7	28	29		
Semen portlandTipe I	Batu tak dipecahkanBatu pecah	17	23	33	40	Silinder	
		19	27	37	45		
Semen tahan sulfat Tipe II, V	Batu tak dipecahkanBatu pecah	20	28	40	48	Kubus	
		25	32	45	54		
Semen portlandTipe III	Batu tak dipecahkanBatu pecah	21	28	38	44	Silinder	
		25	33	44	48		
	Batu tak dipecahkanBatu pecah	25	31	46	53	Kubus	
		30	40	53	60		



Gambar 3. 2 Grafik hubungan antara kuat tekan dan daktor air semen (SNI 03-2834, 2000)

8. Menentukan faktor air semen maksimum atau dapat ditetapkan sebelumnya atau tidak.
Jika nilai faktor air semen digunakan apabila nilai yang diperoleh dari butir 7 di atas lebih besar dari batas maksimum.
9. Menetapkan nilai slump.
10. Menentukan ukuran besar butir agregat maksimum jika tidak ditetapkan.
11. Menentukan nilai kadar air bebas berdasarkan Tabel 3.5 berikut.

Tabel 3. 6 Perkiraan kadar air bebas (SNI 03-2834, 2000).

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

12. Menghitung jumlah semen minimum adalah kadar air bebas dibagi faktor air semen berdasarkan Pers. 3.11 berikut.

$$W_{semen} = \frac{w_{air}}{fas} \quad (3.11)$$

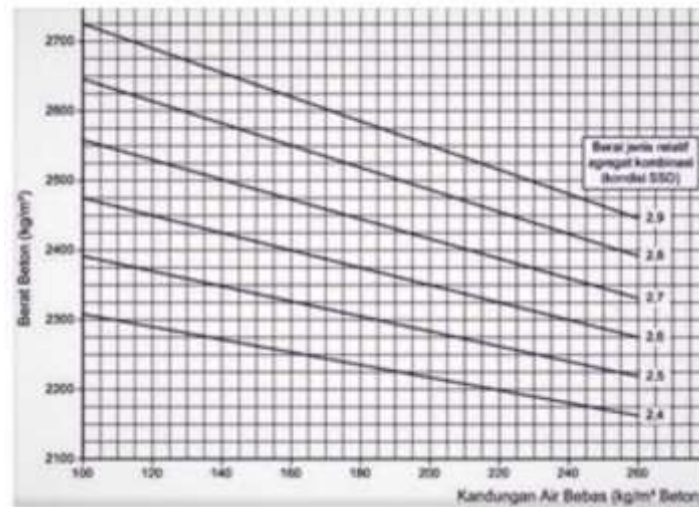
Keterangan: W_{semen} = jumlah semen (kg/m^3)
 W_{air} = kadar air bebas
 Fas = faktor air semen bebas

13. Jumlah semen maksimum jika tidak ditetapkan, dapat diabaikan.
14. Menentukan jumlah semen minimum berdasarkan tabel 3.6.

Tabel 3. 7 Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum(SNI 03-2834, 2000).

Lokasi	Jumlah Semen minimum per m^3 beton (kg)	Nilai faktor air semen maksimum
Beton di dalam ruang bangunan:		
a. Keadaan keliling non-korosif	275	0,62
b. Keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	325	0,52
Beton di luar ruang 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 bergantiganti.		
b. Mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah.	325	0,55
Beton yang kontinyu berhubungan:		
a. Air tawar		
b. Air laut		

15. Menentukan faktor air semen yang disesuaikan jika jumlah semen berubah karena lebih kecil dari jumlah semen minimum yang ditetapkan (atau lebih besar dari jumlah semen maksimum yang disyaratkan), maka faktor air semen harus diperhitungkan kembali.
16. Menghitung berat jenis relatif agregat dari data hasil uji laboratorium.
17. Perkiraan berat isi beton berdasarkan Gambar 3.3 berikut.



Gambar 3. 3 Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton (SNI 03-2834, 2000)

18. Menghitung kadar agregat gabungan berdasarkan berat jenis beton yang dikurangi jumlah kadar semen dan kadar air bebas.
19. Menghitung kadar agregat halus yang besarnya adalah hasil kali persen pasir.
20. Menghitung kadar agregat kasar yang besarnya adalah kadar agregat gabung yang dikurangi kadar agregat halus.
21. Proporsi campuran, kondisi agregat dalam keadaan jenuh kering permukaan.
22. Mengkoreksi proporsi campuran berdasarkan volume benda uji.

3.7 Pembuatan Benda Uji

Setelah mendapatkan komposisi yang direncanakan untuk kuat tekan tertentu, maka proses selanjutnya adalah pencampuran dan pengadukan di lapangan. Secara umum pengadukan dilakukan sampai didapatkan suatu sifat yang plastis dalam sebuah campuran beton segar.

3.8 Pengujian Slump

Slump merupakan parameter yang digunakan untuk mengetahui tingkat kelecakan dan *workability* suatu adukan beton. Tingkat kelecakan itu berkaitan erat. Semakin besar nilai slump berarti semakin cair adukan betonnya sehingga adukan beton semakin mudah dalam melakukan pengerjaannya. Pengujian slump dilakukan berdasarkan standar yang telah ditetapkan oleh (SNI 03-1972, 2008). Penetapan nilai slump dapat mengacu kepada Peraturan Beton Indonesia (PBI, 1971) dalam penetapan nilai slump adukan beton melalui Tabel 3.7 berikut.

Tabel 3. 8 Nilai Slump untuk berbagai macam pekerjaan (PBI, 1971)

Uraian	Slump (cm)	
	maksimum	minimum
Dinding, pelat fondasi dan fondasi telapak bertulang	12,5	5,0
Fondasi telapak tidak bertulang, kaison dan konstruksi di bawah tanah	9,0	2,5
Pelat, balok, kolom dan dinding	15,0	7,5
Pengerasan jalan	7,5	5,0
Pembetonan masal	7,5	2,5

3.9 Perawatan Benda Uji (*Curing*)

Perawatan beton dilakukan setelah beton dikeluarkan dari cetakan, yang dilakukan dengan cara merendam benda uji ke dalam air sampai mencapai 28 hari. Setelah dilakukan perawatan berupa perendaman benda uji selama 28 hari maka sampel siap untuk diuji.

3.10 Pengujian Kuat Tekan

Pengujian Kuat Tekan dilakukan berdasarkan standar yang telah ditetapkan oleh (SNI 03-1974, 1990). Pengujian dilakukan menggunakan mesin uji tekan (*compression test machine*). Sebelum dilakukan pengujian, benda uji terlebih dahulu ditimbang dan diberikan *capping* pada kedua bagian permukaannya agar dapat diletakkan berdiri secara tegak pada

alat pengujian kemudian beban tekan diberikan merata arah tegak dari atas pada seluruh panjang silinder.

3.11 Pengujian Kuat Tarik Belah

Pengujian Kuat Tarik Belah dilakukan berdasarkan standar yang telah ditetapkan oleh (SNI 03-2491-2002). Pemberian tanda pada benda uji tarik garis tengah pada setiap sisi ujung silinder benda uji dengan mempergunakan peralatan bantu yang sesuai hinggadapat memastikan bahwa kedua garis tengah tadi berada dalam bidang aksial P 31 yang sama. Sebagai alternatif dapat digunakan alat bantu penandaan garis tengah berbentuk T pada kedua ujung benda tersebut.



Gambar 3. 4 Proses pengujian kuat tarik belah.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Tinjauan Umum

Penelitian ini menggunakan material agregat yang berasal dari Binjai dimana agregat halus yang digunakan telah lolos saringan No.8 dan agregat kasar telah lolos saringan 1^{1/2}". Kemudian material agregat dicuci untuk menghilangkan kandungan lumpur dan sampah organik lainnya, lalu material tersebut dikeringkan pada lapangan terbuka.

Prosedur pengujian yang dilakukan terdiri dari tahap persiapan material, pembuatan benda uji dan pengujian benda uji. Pemeriksaan dilakukan di Laboratorium mengikuti panduan dari SNI tentang pemeriksaan agregat dan buku panduan praktikum beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

4.2 Pemeriksaan Agregat Halus

Pemeriksaan sifat fisik agregat halus untuk mengetahui karakteristik agregat halus yang akan digunakan sebagai bahan penyusun beton. Agregat halus mempunyai peran yang sangat penting dalam mempengaruhi kekuatan beton, agar mendapatkan kualitas yang baik maka perlu dilakukan pemeriksaan agregat. Pengujian yang dilakukan terhadap agregat halus meliputi pengujian analisa saringan, berat jenis dan penyerapan air, kadar air, kadar lumpur dan berat isi.

4.2.1 Analisa Saringan Agregat Halus

Pengujian analisa saringan dilakukan berdasarkan acuan SNI 03-1968-1990 tentang metode pengujian analisis saringan agregat halus dan kasar. Hasil pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut :

Tabel 4. 1 Hasil pengujian analisa saringan agregat halus

Ukuran Saringan		Berat Tertahan	Persentase Tertahan	Persentase Kumulatif	
SNI	ASTM	(gram)	(%)	Tertahan (%)	Lolos (%)
9,6	3/8"	0	0	0	100
4,8	No.4	99	4,95	4,95	95,05
2,4	No.8	205	10,25	15,20	84,80
1,2	No.16	387	19,35	34,55	65,45
0,6	No.30	301	15,05	49,60	50,40
0,3	No.50	561	28,05	77,65	22,35
0,15	No.100	330	16,50	94,15	5,85
Pan		117	5,85		0
Total		2000	100	276,10	

Berdasarkan Tabel 4.1, maka nilai modulus halus butir (MHB) / moduluskehalusan dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Modulus Kehalusan (finess modulus)} = \frac{276,10}{100} = 2,76$$

Sesuai dengan hasil pemeriksaan analisa saringan agregat halus pada percobaan ini didapat nilai modulus kehalusan sebesar 2,76%. Nilai tersebut masih diizinkan untuk masuk sebagai agregat halus, dimana nilai yang diizinkan sebesar 1,5% - 3,8%. Hasil pengujian ini digunakan untuk menentukan daerah gradasi pada agregat halus. Penentuan daerah gradasi agregat halus ditetapkan berdasarkan persentasi berat butir agregat lolos ayakan yang dapat dilihat pada tabel 4.2 dibawah ini.

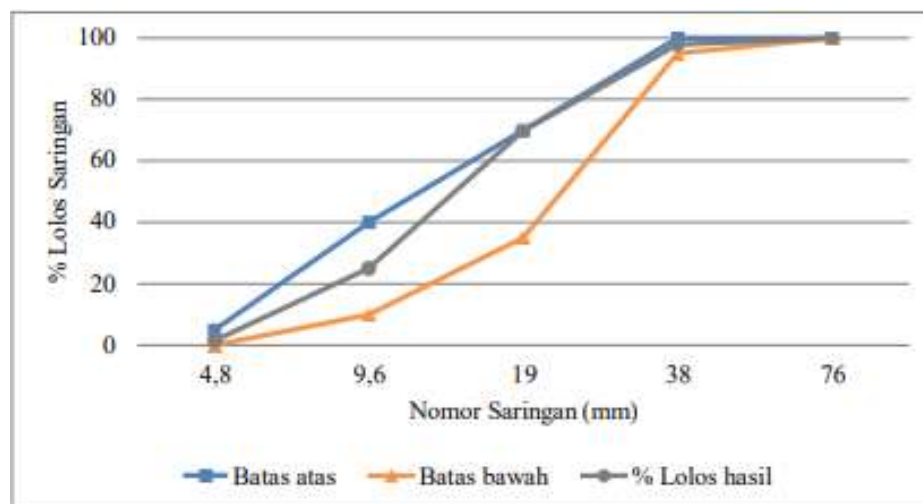
Tabel 4. 2 Daerah gradasi agregat halus (SNI 03-2834, 2000).

Nomor Saringan (No)	Lubang Saringan (mm)	% lolos saringan			
		Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
3/8"	9,6	100 – 100	100 – 100	100 – 100	100 – 100
4	4,8	90 – 100	90 – 100	90 – 100	95 – 100
8	2,4	60 – 95	75 – 100	85 – 100	95 – 100

Tabel 4. 2: *Lanjutan*

Nomor Saringan (No)	Lubang Saringan (mm)	% Lolos Saringan			
		Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
16	1,2	30 – 70	55 – 90	75 – 100	90 – 100
30	0,6	15 – 34	35 – 59	60 – 79	80 – 100
50	0,3	5 – 20	8 – 30	12 – 40	15 – 50
100	0,15	0 – 10	0 – 10	0 – 10	0 – 15

Berdasarkan tabel gradasi tersebut, gradasi yang dihasilkan dari pengujian analisa saringan untuk agregat halus berada dalam batas yang disyaratkan pada Daerah II dengan jenis gradasi pasir sedang. Grafik hubungan antara persentase lolos kumulatif dengan lubang ayakan yang dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut.



Gambar 4. 1 Grafik gradasi agregat halus daerah 2.

4.2.2 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Data hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus dapat dilihat pada Tabel 4.3 berikut.

Tabel 4. 3 Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus.

Uraian	Hasil Pengamatan		
	Sampel 1	Sampel 2	Rata - rata
berat pasir kondisi jenuh kering muka (SSD), (B)	500	500	500
berat pasir kering mutlak, (E)	486	464	475
berat piknometer berisi pasir dan air, (C)	948	943	945,5
berat piknometer berisi air, (D)	673	665	669
berat jenis curah = $(E / (B + D - C))$	2,16	2,09	2,13
berat jenis kering muka = $(B / (B + D - C))$	2,22	2,25	2,24
berat jenis semu = $(E / (E + D - C))$	2,30	2,49	2,40
Penyerapan air, $[(B - E) / E] \times 100\%$	2,88	7,76	5,32

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan diperoleh berat jenis kering muka (SSD) sebesar 2,24. Hal ini berarti agregat yang digunakan telah memenuhi syarat dan dapat digunakan untuk pembuatan beton. Berdasarkan tabel 4.3 dapat dilihat bahwa penyerapan air rata-rata yang terjadi pada agregat halus adalah sebesar 5,32%.

4.2.3 Berat Isi Agregat Halus

Pengujian berat isi dilakukan dengan tiga cara, yaitu cara lepas, cara tusuk, dan cara penggoyangan.

Tabel 4. 4 Hasil pengujian berat isi agregat halus.

Uraian	Cara lepas	Cara tusuk	Cara penggoyangan	Rata-rata	Satuan
Berat contoh	25050	25430	25150	25210	gr
Berat wadah	6400	6400	6400	6400	gr
Berat contoh & wadah	31450	31830	31550	31610	gr
Volume wadah	15458,9	15458,9	15458,9	15458,9	cm ³
Berat isi	1,62	1,64	1,63	1,63	gr/cm ³

Didapat berat isi rata-rata dari hasil pengujian diatas sebesar $1,63 \text{ gr/cm}^3$, nilai ini masih dalam batas yang diizinkan berdasarkan SII No.52 – 1980 yaitu minimal $1,2 \text{ gr/cm}^3$.

4.2.4 Kadar Air Agregat Halus

Nilai kadar air ini digunakan untuk koreksi takaran air pada adukan beton yang disesuaikan dengan kondisi agregat di lapangan. Hasil pengujian dari kadar air agregat halus ini tertera pada Tabel 4.5 berikut.

Tabel 4. 5 Hasil pengujian kadar air agregat halus.

Uraian	Satuan	Sampel 1	Sampel 2
Berat contoh SSD dan berat wadah	gr	6991	7436
Berat contoh SSD	gr	6480	6928
Berat contoh kering oven & berat wadah	gr	6722	7012
Berat wadah	gr	511	508
Berat air	gr	269	424
Berat contoh kering	gr	6211	6504
Kadar air	%	4,33	6,52
Rata-rata	%	5,43	

Dari pengujian kadar air agregat halus pada percobaan ini dengan memakai 2 sampel dimana nilai kadar air pada sampel 1 sebesar 4,33% dan sampel 2 sebesar 6,52% sehingga di dapat nilai rata-rata sebesar 5,43%.

4.2.5 Kadar Lumpur Agregat Halus

Pengujian kadar lumpur pasir dilakukan untuk mengetahui kelayakan pasir yang akan digunakan dalam mortar. Data pengujian kandungan lumpur yang terdapat pada agregat halus dapat dilihat pada Tabel 4.6 sebagai berikut.

Tabel 4. 6 Hasil pengujian kandungan lumpur pada agregat halus.

Uraian	Hasil Pengamatan	
	Sampel 1	Sampel 2
Wadah (W1), gr	511	507
Berat Pasir kering mutlak (W2), gr	500	500
Berat Pasir setelah dicuci dan dioven lagi (W3), gr	995	992
berat lumpur (W4), gr	16	15
Kadar lumpur %	3,31	3,09
Kadar lumpur rata-rata %	3,20	

Menurut Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia 1982 (PUBI, 1982) pasir yang bisa yang digunakan untuk bahan bangunan jika kandungan lumpurnya tidak lebih dari 5% (lima persen). Dari hasil pengujian pada Tabel 4.6 dapat dilihat kandungan lumpur pada pasir sebesar 3,20%. Hal ini karena pasir tersebut telah dicuci terlebih dahulu sebelum langsung dapat digunakan dalam pembuatan beton.

4.2.6 Pemeriksaan Agregat Kasar

Agregat kasar merupakan salah satu material penyusun beton dengan persentase terbesar dibandingkan material penyusun beton lainnya. Pengujian agregat kasar yang dilakukan sama dengan pengujian agregat halus, yaitu pengujian berat jenis dan penyerapan, pengujian analisa saringan, pengujian kadarair, dan kadar lumpur.

4.2.7 Analisa Saringan Agregat Kasar

Analisis saringan agregat ialah penentuan persentase berat butiran agregat yang lolos dari satu set saringan. Data hasil pengujian analisa saringan agregat kasar dapat dilihat pada tabel 4.7 berikut.

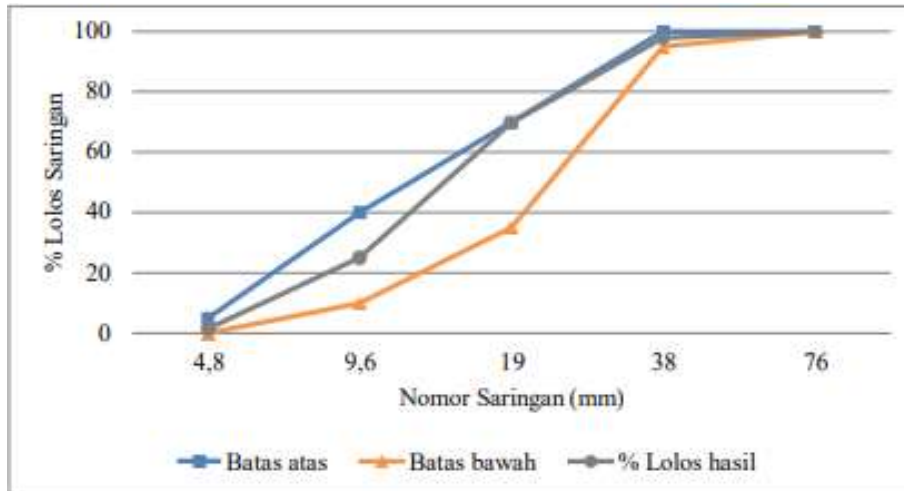
Tabel 4. 7 Hasil pengujian analisa saringan agregat kasar.

Ukuran Saringan		Berat Tertahan	Persentase Tertahan	Persentase Kumulatif	
SNI	ASTM	(gram)	(%)	Tertahan (%)	Lolos (%)
76 mm	3"	0	0	0	100
38 mm	1½"	43	2,15	2,15	97,85
19 mm	¾"	561	28,05	30,20	69,80
9,6 mm	3/8"	894	44,70	74,90	25,10
4,8 mm	No.4	472	23,60	98,50	1,50
2,4 mm	No.8	0	0,00	98,50	1,50
1,2 mm	No.16	0	0,00	98,50	1,50
0,6 mm	No.30	0	0,00	98,50	1,50
0,3 mm	No.50	0	0,00	98,50	1,50
0,15 mm	No.100	0	0,00	98,50	1,50
Pan		30	1,50		0
Total		2000	100	698,25	

Berdasarkan data dari Tabel 4.7, maka dapat dihitung nilai modulus halus butir (MHB) / modulus kehalusan:

$$\text{Modulus Kehalusan (} \textit{finess modulus} \text{)} = \frac{698,25}{100} = 6,98$$

Hasil pengujian analisa saringan digunakan untuk menentukan daerah gradasi pada agregat kasar. Gradasi yang dihasilkan dari pengujian analisa saringan agregat kasar berada dalam batas yang disyaratkan yaitu pada daerah gradasi dengan jenis besar butir maksimum 40 mm. Berikut merupakan grafik hubungan antara persentase lolos kumulatif dengan lubang ayakan yang dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4. 2 Grafik gradasi agregat kasar (Maks 40 mm).

4.2.8 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

Data pengujian berat jenis dan penyerapan air daana agregat kasar dapatdilihat pada tabel 4.8 berikut.

Tabel 4. 8 Hasil pengujian berat jenis dan penyerapaan agregat kasar.

Uraian	Hasil Pengamatan		
	Sampel 1	Sampel 2	Rata - rata
berat krikil kondisi jenuh kering muka (SSD), (A)	6446	6466	6456
berat krikil kering mutlak, (B)	6284	6307	6296
berat kerikil dalam air, (C)	4047	4060	4053,5
berat jenis curah = $(B / (A - C))$	2,62	2,62	2,62
berat jenis kering muka = $(A / (A - C))$	2,69	2,69	2,69
berat jenis semu = $(B / (B - C))$	2,81	2,81	2,81
Penyerapan air, ($[(A - B) / B] \times 100\%$)	2,58	2,52	2,55

Berdasarkan SK.SNI.T-15-1990:1 angka berat jenis kering muka normal berada di antara 2,2-2,7. Dari Tabel 4.8 dapat dilihat hasil dari pengujian berat jenis jenuh kering muka didapatkan angka rata-rata sebesar 2,69.

Hal ini berarti agregat yang digunakan telah memenuhi namun hampir melampaui syarat dan dapat digunakan untuk pembuatan beton. Berdasarkan Tabel 4.8 dapat dilihat bahwa penyerapan air rerata sebesar 2,55%.

4.2.9 Berat Isi Agregat Kasar

Pengujian berat isi dilakukan dengan tiga cara, yaitu cara lepas, cara tusuk, dan cara penggoyangan. Data hasil pengujian berat isi agregat kasar ditunjukkan pada Tabel 4.9 berikut.

Tabel 4. 9 Hasil pengujian berat isi agregat kasar.

Uraian	Cara lepas	Cara tusuk	Cara penggoyangan	Rata-rata	Satuan
Berat contoh	22450	22640	23640	22910	gr
Berat wadah	6400	6400	6400	6400	gr
Berat contoh & wadah	28850	29040	30040	29310	gr
Volume wadah	15458,9	15458,9	15458,9	15458,9	cm ³
Berat isi	1,45	1,46	1,53	1,48	gr/cm ³

Didapat berat isi rata-rata dari hasil pengujian sebesar 1,48 gr/cm³, nilai ini masih dalam batas yang diizinkan yaitu minimal 1,2 gr/cm³ (SII No.52 – 1980).

4.2.10 Kadar Air Agregat Kasar

Berikut merupakan data hasil pengujian kadar air yang terdapat pada agregat kasar ditunjukkan pada Tabel 4.10.

Tabel 4. 10 Hasil pengujian kadar air agregat kasar.

Uraian	Satuan	Sampel 1	Sampel 2
Berat contoh SSD dan berat wadah	gr	6684	6597
Berat contoh SSD	gr	6191	6029

Tabel 4.10 : *Lanjutan*

Uraian	Satuan	Sampel 1	Sampel 2
Berat contoh kering oven & berat wadah	gr	6588	6541
Berat wadah	gr	493	568
Berat air	gr	96	56
Berat contoh kering	gr	6095	5973
Kadar air	%	1,58	0,94
Rata-rata	%	1,25	

Dari pengujian kadar air agregat halus pada percobaan ini dengan memakai 2 sampel dimana nilai kadar air pada sampel 1 sebesar 1,58% dan sampel 2 sebesar 0,94% sehingga di dapat nilai rata-rata sebesar 1,26%.

4.2.11 Kadar Lumpur Agregat Kasar

Data pengujian kandungan lumpur yang terdapat pada agregat halus dapat dilihat pada Tabel 4.11 berikut.

Tabel 4. 11 Hasil pengujian kadar lumpur agregat kasar.

Uraian	Hasil Pengamatan	
	Sampel 1	Sampel 2
Wadah (W1), gr	494	566
Berat Krikil kering mutlak (W2), gr	1500	1500
Berat Krikil setelah dicuci dan dioven lagi (W3), gr	1977	2042
berat lumpur (W4), gr	17	24
Kadar lumpur %	1,15	1,63
Kadar lumpur rata-rata %	1,39	

Berdasarkan hasil pengujian kadar lumpur didapat persentase kadar lumpur agregat kasar rata-rata 1,39%. Nilai ini masih berada dalam batas yang diijinkan yaitu maksimal 5% (SK-SNI S-04-1989-F), sehingga agregat aman digunakan.

4.3 Perencanaan Campuran Beton

4.3.1 Mix Design Beton

Perhitungan *mix design* pada penelitian ini mengacu pada (SNI 03-2834, 2000) dengan mutu yang direncanakan yaitu 25 MPa. Berikut adalah langkah- langkah perhitungan *mix design*:

1. Kuat tekan yang direncanakan = 25 MPa
2. Menentukan nilai tambah/margin (M)

Nilai tambah dapat dilihat pada SNI 03-2834, 2000, karena jumlah pengujian yangdi buat adalah 10 buah maka jumlah data uji tersebut kurang dari 15 buah, oleh karena itu kuat tekan rata-rata yang ditargetkan f_{cr} harus diambil tidak kurang dari ($f'_c + 12$ MPa).

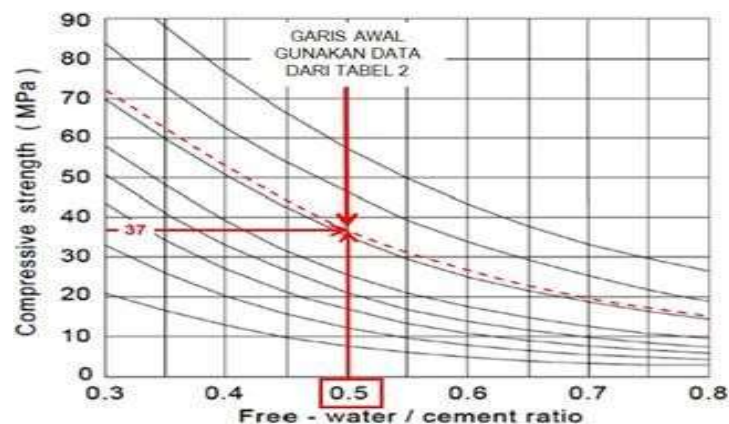
3. Kuat tekan beton rata-rata yang ditargetkan (f_{cr}) = $f'_c + M$

$$f_{cr} = 25 + 12$$

$$f_{cr} = 37 \text{ MPa}$$

4. Jenis semen ditetapkan menggunakan semen portland tipe 1.
5. Jenis agregat halus yang digunakan, yaitu alami, menggunakan pasir Binjai.
6. Agregat kasar yang digunakan yaitu batu pecah berasal dari *quarry* Binjai dengan ukuran maksimal 40 mm.
7. Penetapan Faktor Air Semen (FAS)

Faktor air semen ditentukan berdasarkan kuat tekannya. Pada Tabel 3.5, jenis semen tipe 1, dengan jenis agregat kasar batu pecah benda uji silinder memiliki kuat tekan sebesar 37 MPa pada umur 28 hari dengan nilai FAS yang digunakan sebesar 0,5. Karena kuat tekan yang ditargetkan (f_{cr}) adalah 37 MPa, maka penarikan garis tidak diperlukan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.3 berikut.



Gambar 4. 3 Hubungan FAS dengan kuat tekan (SNI 03-2834, 2000).

8. Penetapan Kebutuhan Air

Penentuan kebutuhan air dapat digunakan berdasarkan Tabel 3.6, berikut urutan penentuan kebutuhan air:

- a. Ukuran maksimum agregat kasar yang digunakan pada penelitian ini adalah sebesar 40 mm.
- b. Penetapan nilai slump, nilai *slump* berpengaruh terhadap *workability*, pada penelitian ini penetapan nilai *slump* sebesar 30-60 mm.
- c. Maka diperoleh:

Batu tak dipecahkan / alami (W_h) = 160

Batu pecah (W_k) = 190

- d. Kebutuhan air = $\frac{2}{3} W_h + \frac{1}{3} W_k$

$$\text{Kebutuhan air} = \frac{2}{3} 160 + \frac{1}{3} 190 = 170 \text{ kg/m}^3$$

9. Penetapan Jumlah Semen Minimum

Berdasarkan Tabel 3.4 didapatkan penentuan jumlah semen minimum sebagai berikut :

$$\text{Jumlah semen} = \text{kebutuhan air} / \text{fas} \quad (4.2)$$

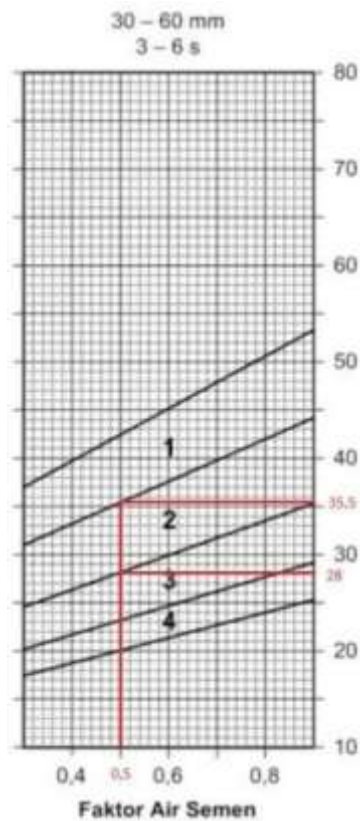
$$\text{Jumlah semen} = 170 / 0,5$$

$$\text{Jumlah semen} = 340 \text{ kg/m}^3$$

Kadar semen minimum dengan jenis pembetonan beton di dalam ruangan bangunan serta beton berada pada lingkungan tidak korosif adalah 275 kg/m^3 . Berdasarkan perhitungan, jumlah semen lebih besar dibandingkan dengan kadar semen minimum maka digunakan jumlah semen yaitu 340 kg/m^3 .

10. Penentuan Persentase Agregat

- a. Cara menentukan persentase agregat yang pertama yaitu kita harus dapat menentukan batas bawah dan batas atas terlebih dahulu pada Gambar 4.4 di bawah. Pertama menentukan titik faktor air semen (FAS) yaitu 0,5 berdasarkan perhitungan sebelumnya.
- b. Setelah faktor air semen (FAS) sudah ditentukan lalu menarik garis lurus pada gradasi yang sudah ditentukan sebelumnya yaitu gradasi 2.
- c. Setelah garis faktor air semen (FAS) sudah bersinggungan dengan garis batas gradasi 2, cara selanjutnya adalah dengan menarik garis tegak lurus ke arah kanan, sehingga didapatkan batas bawah dan batas atasnya.



Gambar 4. 4 Penentuan persentase pasir terhadap kadar total agregat yang digunakan pada penelitian (butir maksimum 40 mm) (SNI 03-2834, 2000).

d. Dari Gambar 4.4 didapatkan sebagai berikut:

Batas bawah 28

Batas atas : 35,5

Persentase agregat halus : $\frac{28+35,5}{2} \approx 23\%$

Persentase agregat kasar : $100\% - 32\% = 68\%$

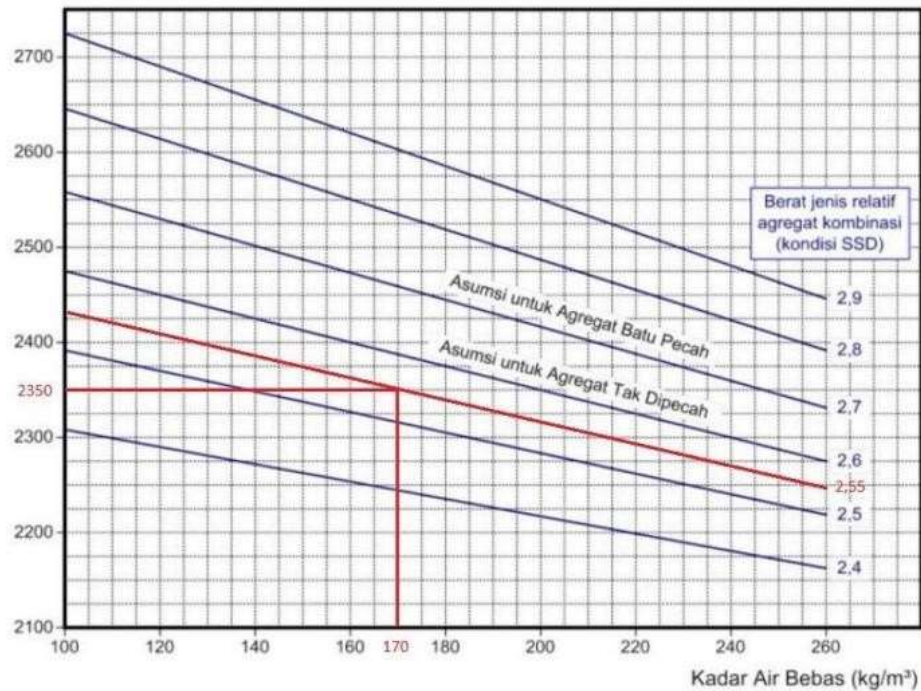
11. Berat Jenis Agregat

a. Berat jenis SSD pasir : 2,24

b. Berat jenis SSD kerikil : 2,69

c. Berat jenis gabungan : $\left(\frac{32}{100} \times 2,24\right) + \left(\frac{68}{100} \times 2,69\right) = 2,55$

12. Penetapan Berat Isi Beton



Gambar 4. 5 Penentuan berat isi beton basah (SNI 03-2834, 2000).

Dari Gambar 4.5 diatas diperoleh berat isi beton adalah 2350 kg/m^3 .

13. Penentuan Berat Agregat Campuran.

Berat agregat campuran = Berat isi beton – berat semen – berat air

$$\text{Berat agregat campuran} = 2350 - 340 - 170$$

$$\text{Berat agregat campuran} = 1840 \text{ kg/m}^3$$

14. Penentuan Berat Agregat Halus dan Agregat Kasar yang diperlukan.

$$\text{Berat agregat halus} = \frac{32}{100} \times 1840 \text{ kg/m}^3 = 588,8 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Berat agregat kasar} = 1840 - 588,8 = 1251,2 \text{ kg/m}^3$$

15. Proporsi Campuran

Kondisi agregat dalam keadaan jenuh kering permukaan, maka jumlah semen, air, agregat halus dan agregat kasar yang dibutuhkan per m^3 adukan:

- Semen = 340 kg/m^3
- Air = 170 kg/m^3
- Pasir = $588,8 \text{ kg/m}^3$
- Krikil = $1251,2 \text{ kg/m}^3$

16. Koreksi Proporsi Campuran

Apabila agregat tidak dalam keadaan jenuh kering permukaan proporsi campuran harus dikoreksi terhadap kandungan air dalam agregat. Koreksi proporsi campuran dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Air} = B - (C_K - C_a) \times \frac{c}{100} - (D_K - D_a) \times \frac{D}{100} \quad (4.3)$$

$$\text{Agregat halus} = C + (C_K - C_a) \times \frac{c}{100} \quad (4.4)$$

$$\text{Agregat kasar} = D + (D_K - D_a) \times \frac{c}{100} \quad (4.5)$$

Dimana:

B adalah jumlah air	$= 170 \text{ kg/m}^3$
C adalah jumlah agregat halus	$= 588,8 \text{ kg/m}^3$
D adalah jumlah agregat kasar	$= 1251,2 \text{ kg/m}^3$
C_a adalah absorpsi agregat halus	$= 5,32\%$
D_a adalah absorpsi agregat kasar	$= 2,55\%$
C_k adalah kadar air agregat halus	$= 5,43\%$
D_k adalah kadar air agregat kasar	$= 1,26\%$

Maka proporsi terkoreksi adalah.

- $\text{Air} = 170 - (5,43 - 5,32) \times \frac{588,8}{100} - (1,26 - 2,55) \times \frac{1251,2}{100}$
 $= 185,49 \text{ kg/m}^3$
- $\text{Agregat Halus} = 588,8 + (5,43 - 5,32) \times \frac{588,8}{100}$
 $= 589,45 \text{ kg/m}^3$
- $\text{Agregat Kasar} = 1251,2 + (1,26 - 2,55) \times \frac{1251,2}{100}$
 $= 1235,06 \text{ kg/m}^3$

Rekapitulasi *mix design* beton dengan mutu 25 MPa menggunakan metode SNI03-2834-2000 dapat dilihat pada Tabel 4.12 berikut.

Tabel 4. 12 Rekapitulasi mix design beton mutu 25 Mpa.

No	Uraian	nilai	Satuan
1	Kuat tekan rencana ($f'c$)	25	Mpa
2	<i>Deviasi standart</i>	-	-
3	Nilai tambah	12	-
4	Kuat tekan beton ditargetkan (fcr)	37	Mpa
5	Jenis semen	Tipe I	-
6	Faktor air semen (fas)	0,5	-
7	Ukuran agregat maksimum	40	Mm
8	Perkiraan jumlah air untuk agregat halus (Wh)	160	-
9	Perkiraan jumlah air untuk agregat kasar (Wk)	190	-
10	Jumlah air yang digunakan	170	Kg/m ³
11	Bj agregat halus	2,24	-
12	Bj agregat kasar	2,69	-
13	Bj butiran agregat gabungan	2,55	-
14	Persen agregat halus	32	%
15	Persen agregat kasar	68	%
16	Berat isi beton	2350	Kg/m ³
17	Kadar agregat gabungan	1840	Kg/m ³
18	Kadar agregat halus	588,8	Kg/m ³
19	Kadar agregat kasar	1251,2	Kg/m ³
20	Jumlah semen yang digunakan	340	Kg/m ³
21	Jumlah air terkoreksi	185,49	Kg/m ³
22	Jumlah agregat halus terkoreksi	589,45	Kg/m ³
23	Jumlah agregat kasar terkoreksi	1235,06	Kg/m ³

4.3.2 Proporsi Kebutuhan Benda Uji Beton

Perhitungan ini dilakukan untuk menentukan berat dan volume masing- masing agregatnya untuk tiap silinder beton yang berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm maka didapatkan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Volume silinder} &= \frac{1}{4} \pi \times D^2 t & (4.6) \\ &= \frac{1}{4} \pi \times 15^2 \times 30 = 5298,75 \text{ cm}^3 / 0,0053 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Maka volume tiap satu silinder adalah 0,0053 m³, dengan hasil tersebut selanjutnya volume silinder dapat dihitung dengan cara mengalikan tiap tiap agregat dengan volume silinder dan dikali 110% untuk safety dari *mix design* dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Agregat halus} &= 589,45 \times 0,0053 \times 110\% &= 3,44 \text{ kg} \\ \text{Agregat kasar} &= 1235,06 \times 0,0053 \times 110\% &= 7,20 \text{ kg} \\ \text{Semen} &= 340 \times 0,0053 \times 110\% &= 1,98 \text{ kg} \\ \text{Air} &= 185,49 \times 0,0053 \times 110\% &= 1,08 \text{ liter} \\ \text{Total} &= 13,7 \text{ kg} \end{aligned}$$

Untuk perhitungan *mix design* beton dengan bahan tambah abu sekam padi (ASP) maka perhitungan semennya berubah, karena ASP berperan sebagai *filler* sehingga berat semen akan dikurangi dengan berat ASP yang penggunaannya yaitu 0,3%; 0,5%; dan 0,7% dari berat semen, maka dari itu hasil *mix design* dapat dituliskan sebagai berikut:

1. Penambahan ASP 0,3%
 - ASP = 0,3% x 1,98 = 0,006 kg
 - Semen = 1,98 – 0,006 = 1,974 kg
2. Penambahan ASP 0,5%
 - ASP = 0,5% x 1,98 = 0,01 kg
 - Semen = 1,98 – 0,01 = 1,97 kg
3. Penambahan ASP 0,7%
 - ASP = 0,7% x 1,98 = 0,016 kg
 - Semen = 1,98 – 0,016 = 1,964 kg

Pada penelitian ini ditambahkan serat serabut kelapa (*additive*) sebesar 0,5%, dari berat keseluruhan beton. Adapun penggunaan serabut kelapa ini tidak mengurangi berat apapun, hanya saja perlu adanya perhitungan dari penyerapan air yang diakibatkan oleh serat tersebut untuk ditambahkan terhadap berat air campuran. Besarnya penyerapan air pada serabut kelapa didapatkan dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Absorpsi serabut kelapa} = \frac{b-a}{a} \times 100\% \quad (4.7)$$

dimana:

(a) adalah berat serabut kelapa sebelum direndam air, yaitu didapat sebesar = 40 gr

(b) adalah berat serabut kelapa setelah direndam air, yaitu didapat sebesar = 90 gr dengan demikian:

$$\text{Absorpsi serabut kelapa} = \left(\frac{90-40}{40} \right) \times 100\% = 125\%$$

Maka berat masing-masing variasi penggunaan serat serabut kelapa dan kebutuhan airnya untuk benda uji silinder dijelaskan sebagai berikut:

$$\text{Jumlah serat} = 13,7 \times 0,5\% = 0,069 \text{ kg}$$

$$\text{Penambahan air} = 0,069 \times 125\% = 0,086 \text{ liter}$$

Untuk hasil perhitungan *mix design* dapat dilihat pada tabel 4.13 Rekap hasil *mix design* silinder beton 25 MPa berikut ini.

Tabel 4. 13 Rekap hasil mix design silinder beton 25 Mpa.

No.	Kode	Jumlah (buah)	Bahan Penyusun Beton (kg)						Berat Sampel (kg)
			AH	AK	S	A	ASP	SK	
1	FOS3	3	3,44	7,20	1,98	1,08	0	0	13,70
2	FA7	3	3,44	7,20	1,97	1,16	0,006	0,5	13,86
3	FA8	3	3,44	7,20	1,974	1,16	0,01	0,5	13,86
4	FA9	3	3,44	7,20	1,964	1,16	0,016	0,5	13,86

Keterangan:

AH = Agregat Halus

A = Air

AK = Agregat Kasar

ASP = Abu Sekam Padi

S = Semen

SK = Serabut Kelapa

4.3.3 Hasil Pengujian Slump

Uji *Slump* adalah suatu uji yang digunakan untuk menentukan *workability* pada beton dari campuran beton segar (*fresh concrete*) agar diketahui apakah campuran tersebut dapat dikerjakan atau tidak. Dalam suatu campuran beton, uji *slump* juga dapat menunjukkan berapa banyak air yang digunakan, apakah campuran beton kekurangan, kelebihan, atau cukup air.

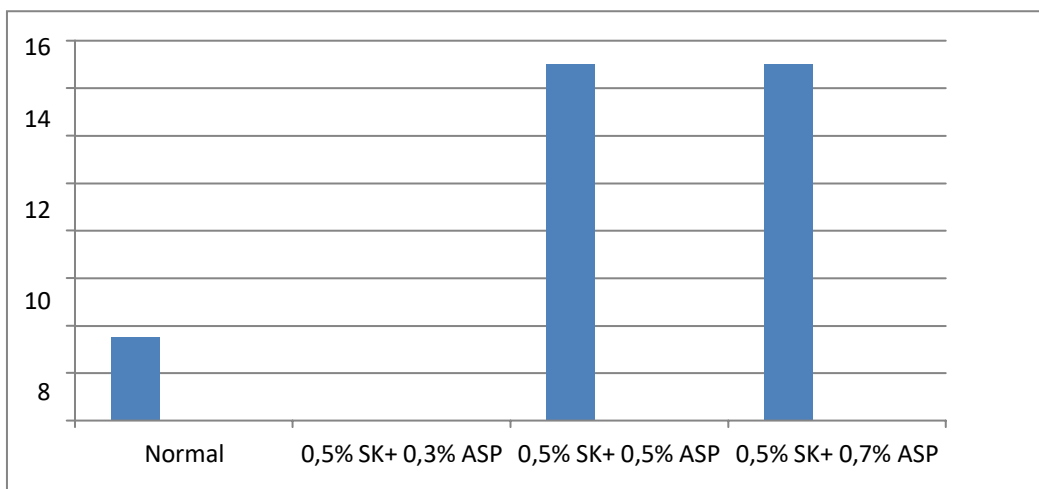
Kadar air merupakan hal yang perlu diperhatikan dalam suatu campuran beton, karena akan menentukan tingkat *workability*nya atau tidak.

Hasil pengujian *slump* dapat dilihat pada Tabel 4.14 sebagai berikut.

Tabel 4. 14 Hasil pengujian Slump.

No.	Kode	Komposisi Campuran		Tinggi Slump (cm)
		ASP (%)	SK (%)	
1	FOS3	0%	0%	3,5
2	FA7	0,3%	0,5%	0
3	FA8	0,5%	0,5%	15
4	FA9	0,7%	0,5%	15

Berdasarkan pada tabel 4.14 menjelaskan perbandingan nilai *slump* antara beton normal, beton variasi: 0,5% SK + 0,3% ASP; 0,5% SK + 0,5% ASP; 0,5% SK + 0,7% ASP, dimana pada beton normal didapat nilai *slump* sesuai rencana 3- 6cm dikarenakan tidak ada campuran ASP dan SK, sedangkan untuk beton variasi campuran mendapatkan nilai *slump* rata-rata yang lebih tinggi dari target rencana (3-6 cm) seperti pada Gambar 4.6.



Gambar 4. 6 Grafik Slump Test.

Pada penelitian terdahulu dapat disimpulkan bahwa nilai pengujian beton dapat dipengaruhi oleh variasi slump dengan penambahan jumlah air, semakin tinggi nilai slump maka kuat tekan beton semakin turun demikian juga sebaliknya.

4.3.4 Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

Pengujian kuat tarik belah beton dilakukan saat benda uji berumur 28 hari dan telah melalui masa perawatan dengan cara perendaman dalam air dan pengeringan 1 hari sebelum pengujian. Pengujian kuat tarik belah beton dilakukan menggunakan alat Compression Testing Machine sehingga dapat diperoleh beban maksimum saat beton mengalami kehancuran. Hasil dari pengujian kuat tarik belah beton dapat dihitung seperti berikut ini.

A. Beton Normal

Hasil pengujian kuat tarik belah pada beton normal adalah sebagai berikut:

- Beban (P) = 212,61 kN
= 212610 N
- Panjang benda uji (L) = 300 mm
- Diameter benda uji (D) = 150 mm
- Kuat tarik belah beton = $\frac{2P}{\pi L D}$
= $\frac{2 \times 212610}{\pi \times 300 \times 150}$
= 3,01 Mpa

B. Beton Variasi 0,5% SK + 0,3% ASP

Hasil dari pengujian kuat tarik belah beton variasi SK dan ASP sebagai berikut

- Beban (P) = 224,34 kN
= 224340 N
- Panjang benda uji (L) = 300 mm
- Diameter benda uji (D) = 150 mm
- Kuat tarik belah beton = $\frac{2P}{\pi L D}$
= $\frac{2 \times 224340}{\pi \times 300 \times 150}$
= 3,17 Mpa

C. Beton Variasi 0,5% SK + 0,5% ASP

Hasil dari pengujian kuat tarik belah beton variasi SK dan ASP sebagai berikut.

- Beban (P) = 208,76 kN
= 208760 N
- Panjang benda uji (L) = 300 mm
- Diameter benda uji (D) = 150 mm

- Kuat tarik belah beton $= \frac{2P}{\pi L D}$
 $= \frac{2 \times 208760}{\pi \times 300 \times 150}$
 $= 2,95 \text{ Mpa}$

D. Beton Variasi 0,5% SK + 0,7% ASP

Hasil dari pengujian kuat tarik belah beton variasi SK dan ASP sebagai berikut.

- Beban (P) $= 216,10 \text{ kN}$
 $= 216100 \text{ N}$
- Panjang benda uji (L) $= 300 \text{ mm}$
- Diameter benda uji (D) $= 150 \text{ mm}$
- Kuat tarik belah beton $= \frac{2P}{\pi L D}$
 $= \frac{2 \times 216100}{\pi \times 300 \times 150}$
 $= 3,05 \text{ MPa}$

Adapun rekapitulasi hasil dari pengujian kuat tarik belah beton dengan bahan tambah serat serabut kelapa dapat dilihat pada Tabel 5.19 berikut.

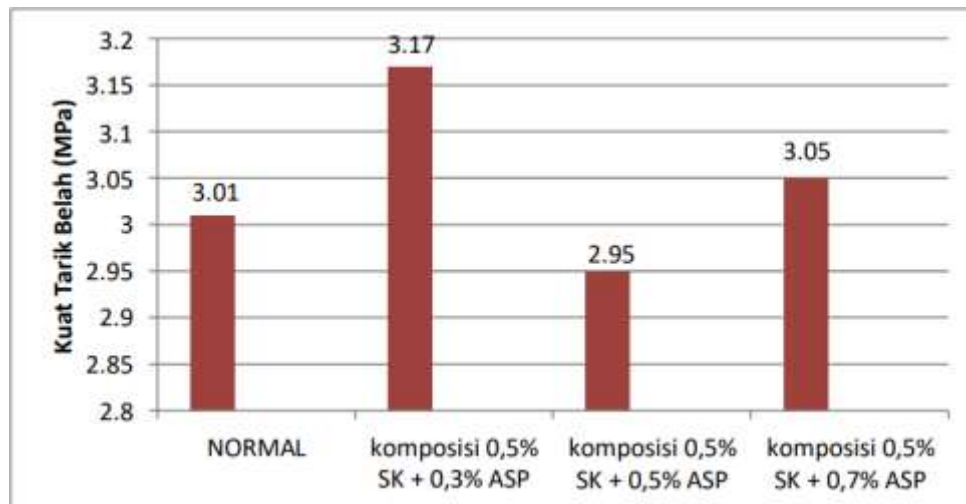
Tabel 4. 15 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton.

No	Benda Uji	Umur Hari	Beban maksimum kN	Dimensi		Kuat Tarik Belah MPa
				Panjang (L) Mm	Diameter (D) mm	
1	Beton normal	28	196,54	300	150	3,01
			226,68			
			214,61			
2	0,5% SK + 0,3% ASP	28	228,89	300	150	3,17
			209,01			
			235,12			
3	0,5% SK + 0,5% ASP	28	208,63	300	150	2,95
			219,45			
			198,22			

Tabel 4.15 lanjutan.

No	Benda uji	umur	Beban maksimum	Dimensi		Kuat tarik belah
				Panjang (L)	Diameter (D)	
		hari	kN	mm	mm	MPa
4	0,5% SK + 0,7% ASP	28	228,31	300	150	3,05
			230,05			
			189,94			

Dari data tersebut dapat diperoleh grafik yang menggambarkan pengaruh penggunaan bahan tambah serat dan abu sekam padi pada campuran beton terhadap kuat tarik belah beton yang dapat dilihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4. 7 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton.

Berdasarkan grafik hasil pengujian kuat tarik belah beton diatas dapat dilihat bahwa pada beton normal atau beton dengan variasi 0% dengan hasil rata- rata kuat tarik belah beton normal yang didapatkan sebesar 3,01 MPa. Sementara itu, beton dengan penambahan serabut kelapa dan abu sekam padi mengalami kenaikan dan penurunan kuat tarik belah jika dibandingkan dengan beton normal.

Pada beton dengan variasi penambahan abu sekam padi sebesar 0,5% mengalami penurunan kekuatan menjadi 2,95 Mpa. Sedangkan pada variasi 0,3% dan 0,7% mengalami kenaikan dibandingkan dengan beton normalnya.

4.4 Pembahasan

4.4.1 Pembahasan Kuat Tarik Belah Beton

Dari hasil penelitian kuat tarik belah beton yang berumur 28 hari, terdapat penurunan kuat tarik belah beton pada beton variasi 0,5%; dan kenaikan pada variasi 3% dan 7% ASP, penjelasan perhitungan dapat dilihat sebagai berikut:

- a. Variasi 0,5% SK + 0,3% ASP

Perbandingan umur beton 28 hari

$$= \frac{3,17}{3,01} = 1,05$$

Presentase perubahan kuat tekan beton umur 28 hari

$$= \frac{3,17 - 3,01}{3,01} \times 100\% = 5,3\%$$

- b. Variasi 0,5% SK + 0,5% ASP

Perbandingan umur beton 28 hari

$$= \frac{2,95}{3,01} = 0,98$$

Presentase perubahan kuat tekan beton umur 28 hari

$$= \frac{2,95 - 3,01}{3,01} \times 100\% = -1,99\%$$

- c. Variasi 0,5% SK + 0,7% ASP

Perbandingan umur beton 28 hari

$$= \frac{3,05}{3,01} = 1,01$$

Presentase perubahan kuat tekan beton umur 28 hari

$$= \frac{3,05 - 3,01}{3,01} \times 100\% = 1,32\%$$

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan dengan penambahan serabut kelapa (SK) dan abu sekam padi (ASP) terjadi penurunan pada kuat tarik belah beton. Beton pada variasi 0,5% ASP terjadi penurunan sebesar 1,99%, dan pada variasi 0,3% dan 0,7% ASP mengalami kenaikan sebesar 5,3% dan 1,32% dari beton normal.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik beberapa kesimpulan antara lain:

1. Penggunaan Abu Sekam Padi (ASP) pada pengujian kuat tarik belah beton sedikit berpengaruh terhadap nilai ujinya. Kenaikan terbesar terjadi pada nilai 3,17 MPa yang berarti penggunaan Abu Sekam Padi optimal di variasi 0,3% dari berat semen yang digunakan.
2. Berdasarkan hasil data perbandingan beton normal dengan beton variasi dengan bahan tambah Abu Sekam Padi (ASP) diperoleh kuat tarik belah beton pada variasi 0,3% dengan persentase nilai kenaikan 5,3%, variasi 0,5% dengan persentase nilai penurunan 1,99%, dan variasi 0,7% dengan persentase nilai kenaikan 1,32%. Kenaikan terbesar terjadi pada variasi 0,3% ASP dengan nilai uji 3,17 MPa, dan mengalami penurunan pada variasi 0,5% ASP dengan nilai uji 2,95 MPa.
3. Penggunaan Abu Sekam Padi (ASP) dapat membantu proses hidrasi pada semen. Sebagai bahan pengganti sebagian semen, abu sekam padi ini bisa menjadi alternatif dalam proses pembuatan beton sebagai bahan pengganti yang ramah lingkungan.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil pengujian dan kesimpulan yang didapatkan dari penelitian yang telah dilakukan dengan harapan bahwa penelitian ini akan menghasilkan hasil yang bervariasi dan maksimal, ada beberapa saran yang bisa diambil antara lain :

1. Penggunaan variasi ASP dan SK mempengaruhi kenaikan dan penurunan nilai tarik belah pada beton berserat. Perlu dilakukan riset lebih mendalam terhadap kandungan dan takaran yang digunakan serta perlu dicoba dengan mix design yang berbeda sebagai perbandingan terhadap mutu beton yang dihasilkan.
2. Perlu dilakukan penelitian mengenai penggunaan jumlah ASP yang lebih besar, agar memperoleh data yang lebih banyak.
3. Perlu adanya variasi penggunaan panjang serabut kelapa, agar pengerjaan dalam pembuatan benda uji lebih mudah.

4. Penelitian tugas akhir ini dapat dijadikan sebagai literatur tambahan atau sebagai bahan evaluasi bagi penelitian tugas akhir selanjutnya, dengan harapan pada hasil penelitian selanjutnya akan menghasilkan karakteristik beton berserat yang lebih baik daripada penelitian sebelumnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. (2002). SNI 03-2491 Metode pengujian kuat tarik belah beton. *Badan Standar Nasional Indonesia*, 14. <http://sispk.bsn.go.id>
- Darmawan, A., Anggraini, D., & Gunawan, G. (2008). Pengaruh Substitusi Semen oleh silika Abu Sekam Padi terhadap Kuat Tekan dan Suhu Reaksi Semen Portland. *Jurnal Kimia Sains Dan Aplikasi*, 11(1), 15–19. <https://doi.org/10.14710/jksa.11.1.15-19>
- Kumaat, E. J., & Windah, R. S. (2015). *Variasi Kuat Tekan Beton*. 3(10), 703– 708.
- Manurung, Fira Vidia Br. (2020). Analisis Kuat Tarik Belah Beton Busa (Foam Concrete) Dengan Kombinasi Bahan Tambah Serat Serbuk Kelapa, Serbuk Cangkang Telur Dan Abu Sekam Padi Sebagai Pengganti Semen Sebagian Menggunakan Metode Eksperimen Laboratorium.
- Risdianto, Y., & Tobing, G. R. L. (2019). Pengaruh Penambahan Serat Serabut Kelapa (Coconut Fiber) Terhadap Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah Dan Kuat Lentur Pada Beton. *Rekayasa Teknik Sipil*, 2(2), 1–8.
- Safarizki, H. A., Marwahyudi, M., & Pamungkas, W. A. (2021). Beton Ramah Lingkungan Dengan Abu Sekam Padi Sebagai Pengganti Sebagian Semen Pada Era New Normal. *Jurnal Riset Rekayasa Sipil*, 4(2), 63. <https://doi.org/10.20961/jrrs.v4i2.42978>
- SNI 03-1968 (1990): Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar, *Badan Standarisasi Nasional*.
- SNI 03-1969 (1990): Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar, *Badan Standarisasi Nasional*.
- SNI 03-1971 (1990): Metode Pengujian Kadar Air Agregat, *Badan Standarisasi Nasional*.
- SNI 03-1972 (2008): Cara Uji Slump Beton, *Badan Standarisasi Nasional*.
- SNI 03-1973 (1990): Cara uji berat isi, volume produksi campuran dan kadar, *Badan Standarisasi Nasional*.
- SNI 03-1974 (1990): Metode Pengujian Kuat Tekan Beton, *Badan Standarisasi Nasional*.
- SNI 03-2834 (2000): Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal, *Badan Standardisasi Nasional*.
- SNI 15-2049 (2004): Semen Portland, *Badan Standardisasi Nasional*.

- Panyakaew, S., dan Fotios, S. (2011): New thermal insulation boards made from coconut husk and bagasse, *Energy and Buildings*, 43(7), 1732–1739. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2011.03.015>
- PBI (1971): Peraturan Beton Bertulang Indonesia, *Departemen Pekerjaan Umum*.
- PUBI (1982): Persyaratan Umum Bahan Bangunan Di Indonesia, *Departemen Pekerjaan Umum*.
- Van Gobel, F. M. (2019). Nilai Kuat Tekan Beton Pada Slump Beton Tertentu. *RADIAL – Jurnal Peradaban SaIns, Rekayasa Dan TeknoLogi Sekolah Tinggi Teknik (STITEK) Bina Taruna Gorontalo*, 5(1), 22–33.

LAMPIRAN



Gambar L.1: Serabut Kelapa (SK)



Gambar L.2: Abu Sekam Padi (ASP)



Gambar L.3: pengujian berat isi agregat



Gambar L.4: Pengujian berat jenis



Gambar L.5: Pengujian analisa saringan



Gambar L.6: Penyucian agregat kasar



Gambar L.7: Penjemuran agregat halus



Gambar L.8: Penimbangan agregat sesuai takaran



Gambar L.9: Persiapan pembuatan benda uji



Gambar L 10: *Mix Design*



Gambar L 11: Adukan beton segar



Gambar L 12: Pengujian *slump*



Gambar L. 13: Pemasangan *capping* pada benda uji



Gambar L. 14: Pemasangan *capping* pada benda uji



Gambar L. 15: Pengujian kuat tarik belah

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Data Identitas Diri

Nama lengkap : Taufik Alwijaya
Tempat, Tanggal lahir: Sei Mati, 13 Mei 2001
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam
Alamat : Jl. Karya Gg.Kartini No.2 Medan
No. Hp/ Tel.Seluler : +62 812-7381-5003
Nama Ayah : Masran
Nama Ibu : Rusiati
E-mail : taufikalwijaya130901@gmail.com

Riwayat Pendidikan

Nomor Induk Mahasiswa : 1907210098
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat Perguruan Tinggi : Jl. Kapten Muhctar Basri No.3 Medan 20238

Pendidikan Formal

Sekolah Dasar	: SD NEGERI 014673 MEKAR SARI	2007-2013
Sekolah Menengah Pertama	: MTS PMDU Kisaran	2013-2016
Sekolah Menengah Atas	: MAS. PP. Ad-dhiya' Meranti	2016-2019