

**PENGARUH PENAMBAHAN ABU SERABUT KELAPA SEBAGAI
PENGGANTI SEBAGIAN SEMEN TERHADAP KUAT TEKAN DAN
KUAT TARIK BETON**

TUGAS AKHIR

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Meraih Gelar Sarjana
Pada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil
Universitas Islam Riau
Pekanbaru*



OLEH :

EKA ASIMA ROHANA

173110623

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU**

2022

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan :

1. Karya tulis ini adalah asli dan dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademi (Strata Satu), di Universitas Islam Riau.
2. Karya tulis ini merupakan gagasan, rumusan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dari dosen pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila kemudian hari terdapat penyimpangan dan tidak kebenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Pekanbaru, 06 Juli 2022

Yang Bersangkutan Pernyataan

Eka Asima Rohana

NPM. 173110623

KATA PENGANTAR

Assalamua'laikum Wr. Wb.

Alhamdulillah rabbil'alam, puji syukur kehadiran Allah SWT melimpahkan rahmat, taufik serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Proposal Tugas Akhir ini dengan sebaik-baiknya. Shalawat serta salam selalu dilimpahkan kepada junjungan Rasufullah SAW, keluarga, sahabat, serta pengikut beliau *yaumul akhir*.

Propossal Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat Sastra Satu (S1) di Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau. Penulis mengakui bahwa kesempurnaan hanya milik Allah SWT, dengan kelapangan hati penulis menerima kritik dan saran yang membangun guna kesempurnaan dalam pembuatan Tugas Akhir ini. Penulis berharap Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Pekanbaru, 06 Juli 2022

Eka Asima Rohana

NPM. 173110623

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga Tugas Akhir ini dengan judul **“Pengaruh Penambahan Abu Serabut Kelapa Sebagai Pengganti Sebagian Semen Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Beton”** dapat diselesaikan. Penulisan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk mencapai gelar Serjana Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.

Atas segala bimbingan dan bantuan yang diberikan, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. H. Syafrinaldi, SH., MCL sebagai Rektor Universitas Islam Riau-Pekanbaru.
2. Bapak Dr.Eng. Muslim, ST., MT, sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Riau-Pekanbaru.
3. Ibu Dr.Musyidah, Ssi.,MSc, Sebagai Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Islam Riau-Pekanbaru.
4. Bapak Dr.Anas Puri, ST., MT, sebagai Wakil Dekan II Fakultas Teknik Universitas Islam Riau-Pekanbaru.
5. Bapak Ir.Akmar Efendi, S.Kom, sebagai Wakil Dekan III Fakultas Teknik Universitas Islam Riau-Pekanbaru.
6. Ibu Harmiyati, ST. M.Si, selaku Ketua Prodi Teknik Sipil Universitas Islam Riau-Pekanbaru.
7. Ibu Safitri, ST., MT, selaku Sekretaris Prodi Teknik Sipil Universitas Islam Riau-Pekanbaru.
8. Ibu Harmiyati, ST., M.Si selaku Dosen Pembimbing.
9. Ibu Sri Hartati Dewi, ST., MT, selaku Tim Penguji.
10. Ibu Bismi Annisa, ST., MT, selaku Tim Penguji.
11. Bapak Mahadi Kurniawan ST., MT sebagai Kepala Laboratorium Teknologi Bahan dan Beton, Ibu Miswarti ST., MT sebagai asisten Kepala Laboratorium serta semua karyawan/i Laboratorium Universitas Islam Riau-Pekanbaru.

12. Seluruh Staf Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Riau-Pekanbaru.
13. Seluruh Staf dan Karyawan/i Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas Islam Riau-Pekanbaru.
14. Seluruh Staf dan Karyawan/i Perpustakaan Teknik Universitas Islam Riau-Pekanbaru.
15. Papa dan Mama saya tercinta sebagai kedua orang tua yang selalu memberikan dukungan berupa moral dan materil, serta selalu mendo'akan yang terbaik
16. Adik saya Ahmad Azmi Husaini tercinta yang selalu memberikan dukungan serta do'a terbaik setiap waktu.
17. Ferdy Rahmatullah yang selalu ada dalam keadaan senang maupun susah yang telah memberikan support serta ikut andil dalam mencari judul dan pengerjaan skripsi ini.
18. Rizkie Arwendi Al Habsyie sebagai sahabat seperjuangan kuliah sampai penyelesaian tugas akhir yang selalu ada senang maupun susah dalam menyelesaikan berbagai rintangan bersama sama.
19. Teman seperjuangan Laboratorium yaitu Rizkie Arwendi, Muhammd Roihan, dan Bg Zamzami, yang selalu membantu saat pengerjaan penelitian ini, sehingga mendapatkan ilmu dan pengalaman yang bermaafaat disana.
20. Teman-teman Seperjuangan Happy, Qori, Alif, Iyal, Roihan, Sudiby, Roby, Ade, Hendi dan seluruh teman teman Civil C tercinta yang selalu mendukung saya dalam segala hal dan rintangan.
21. Annisa Mulyani sebagai sahabat yang telah memberikan support terbaik dan yang selalu mendengarkan keluh kesah.
22. Seluruh Teman-teman Teknik Sipil Universitas Islam Riau Angkatan 2017 yang selalu memberikan dukungan sehingga bisa mencapai titik ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam skripsi ini masih banyak dijumpai kekurangan dan kelemahan. Untuk itu Penulis mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak yang sifatnya membangun. Akhir kata semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi penulis khususnya dan untuk pembaca pada umumnya.



Pekanbaru, 06 Juli 2022

EKA ASIMA ROHANA
NPM. 173110623

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	ii
UCAPAN TERIMA KASIH	iii
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR NOTASI	xii
ABSTRAK	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Manfaat Penelitian	2
1.5. Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Umum	4
2.2. Penelitian Terdahulu	4
2.3. Keaslian Penelitian.....	6
BAB II LANDASAN TEORI	7
3.1. Beton	7
3.2. Semen Portland Composite (PCC).....	8
3.3. Agregat.....	10
3.3.1. Jenis-jenis agregat	10
3.4. Air	13
3.5. Bahan tambah.....	14
3.5.1. Abu Serabut Kelapa	16
3.6. Karakteristik Beton	17
3.7. Faktor Air Semen	19
3.8. Workability	20
3.9. Nilai Slump	21

3.10. Kuat Tekan Beton	23
3.11. Kuat Tarik Belah Beton	25
3.12. Perencanaan Campuran Beton	26
3.12.1. Metode SNI 03-2834-2002	26
3.13. Koreksi Proporsi Campuran.....	32
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN	34
4.1. Lokasi Penelitian.....	34
4.2. Jenis Penelitian.....	34
4.3. Bahan Penelitian	34
4.4. Peralatan.....	35
4.5. Tahap Pelaksanaan Penelitian.....	37
4.6. Cara Analisa Data	40
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	42
5.1. Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Halus	42
5.2. Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Kasar	43
5.3. Hasil Pemeriksaan Berat Isi Material	45
5.4. Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Serta Penyerapan Material.....	46
5.5. Hasil Pemeriksaan Kadar Lumpur	46
5.6. Hasil Pemeriksaan Kadar Air Lapangan.....	47
5.7. Hasil Pemeriksaan Campuran Beton (SNI-03-2834-2002)	47
5.8. Hasil dan Analisa Nilai Slump Beton Terhadap Air Campuran	49
5.9. Hasil Analisa Kuat Tekan Beton.....	50
5.10. Hasil Analisa Kuat Tarik Beton.....	52
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	55
6.1. Kesimpulan	55
6.2. Saran	55
DAFTAR PUSTAKA	57
LAMPIRAN A	
LAMPIRAN B	
LAMPIRAN C	
LAMPIRAN D	

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1. Batasan Gradasi Untuk Agregat Halus.	11
Tabel 3. 2. Batas Gradasi Agregat Halus Menurut <i>British Standard</i>	11
Tabel 3. 3. Spesifikasi Standar Pemeriksaan Agregat Kasar.	13
Tabel 3. 4. Nilai Slump Untuk Berbagai Macam Pekerjaan.	22
Tabel 3. 5. Nilai Devisiasi Standar Untuk Berbagai Tingkat Pengendalian Mutu Pekerjaan.	25
Tabel 3. 6. Faktor Pengali Untuk Devisiasi Standar Bila Data Hasil Uji Yang Tersedia Kurang dari 30.	25
Tabel 3. 7. Devisiasi Standar Sebagai Ukuran Mutu Pelaksanaan.	27
Tabel 3. 8. Perkiraan Kuat Tekan Beton Dengan Fas 0,5.	28
Tabel 3. 9. Perkiraan Kadar Air Bebas (kg/m ³).	29
Tabel 5. 1. Hasil Rata-Rata Persentase Lolos Agregat Halus.	42
Tabel 5. 2. Hasil Rata-Rata Presentase Lolos Agregat Kasar.	44
Tabel 5. 3. Berat Isi Agregat Halus, Agregat Kasar.	45
Tabel 5. 4. Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Serta Penyerapan Material.	46
Tabel 5. 5. Hasil Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat.	47
Tabel 5. 6. Hasil Pemeriksaan Kadar Air Agregat.	47
Tabel 5. 7. Proporsi Campuran Beton Untuk Tiap m ³ Sebelum Koreksi Kadar Air SSD (<i>saturated surface Dry</i>).	48
Tabel 5. 8. Proposi Campuran Beton Untuk 3 Benda Uji Silinder Ukuran 15 cm x 30 cm Sesudah Koreksi Kadar Air SSD (<i>Saturated Surface Dry</i>) Dengan Campuran 0% Abu Serabut Kelapa.	48
Tabel 5. 13. Nilai <i>Slump</i> Beton Dengan Penambahan Abu Serabut Kelapa.	49
Tabel 5. 14. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Menggunakan Campuran Abu Serabut Kelapa Umur 28 Hari.	51
Tabel 5. 15. Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Menggunakan Campuran Abu Serabut Kelapa Umur 28 Hari.	53
Tabel A. 1 Formulir Perencanaan Campuran Adukan Beton	A-1
Tabel A. 2 Nilai Tambah M Jika Pelaksanaan Tidak Mempunyai Pengalaman	A-2
Tabel A. 3 Gradasi Agregat Kasar (SK SNI.03.2834.2000)	A-2
Tabel A. 4 Perkiraan kebutuhan air per meter kubik beton.	A-3
Tabel A. 5 Hasil persentase lolos agregat halus.	A-3

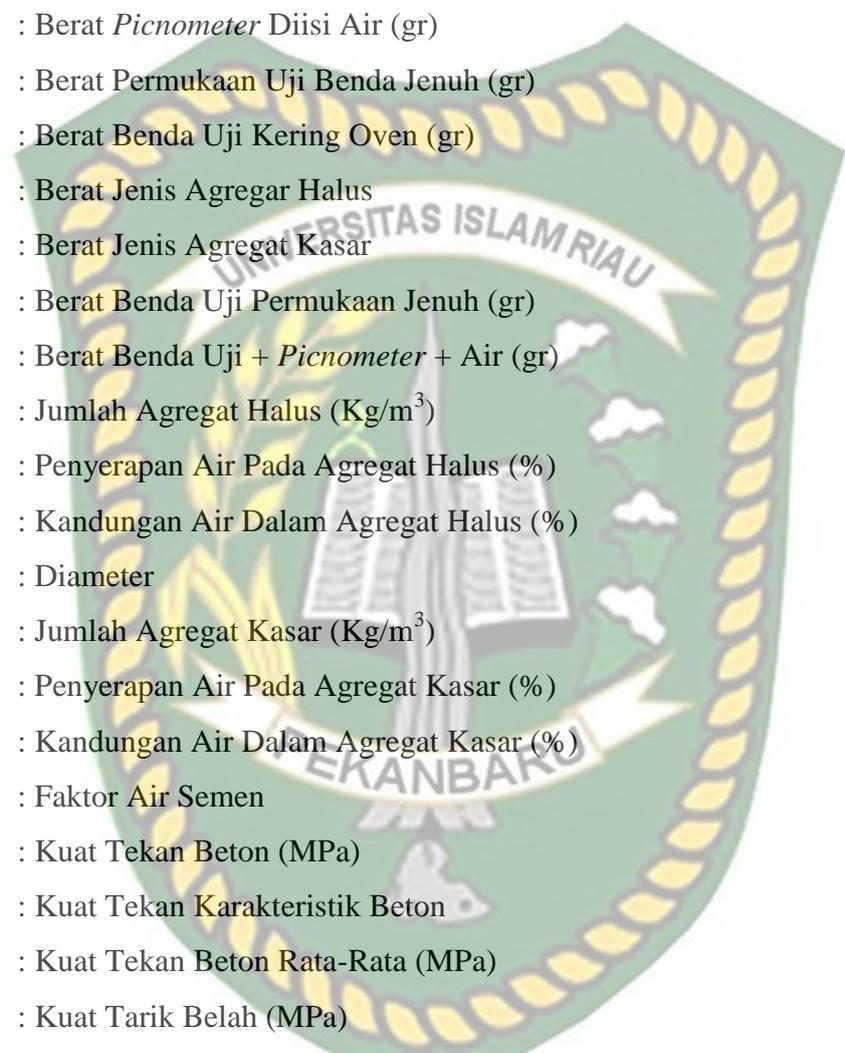
Tabel A. 6. Proporsi Campuran Beton Untuk Tiap M ³ Sebelum Koreksi Kadar Air SSD (Saturated Surface Dry).....	A-4
Tabel A. 7. Proporsi Campuran Beton Untuk 3 Benda Uji Silinder Ukuran 15 cm x 30 cm Sebelum Koreksi Kadar Air SSD (Saturated Surface Dry)	A-5
Tabel A. 8. Proporsi Campuran Beton Untuk 3 Benda Uji Silinder Ukuran 15 cm x 30 cm Setelah Koreksi Kadar Air SSD (Saturated Surface Dry)	A-6
Tabel A. 9. Jumlah Benda Uji Penelitian.....	A-7
Tabel A. 10. Penggunaan 0% Abu Serabut Kelapa Terhadap Berat Semen.....	A-7
Tabel A. 11. Penggunaan 2,5% Abu Serabut Kelapa Terhadap Berat Semen.....	A-7
Tabel A. 12. Penggunaan 4% Abu Serabut Kelapa Terhadap Berat Semen.....	A-7
Tabel A. 13. Penggunaan 5,5% Abu Serabut Kelapa Terhadap Berat Semen.....	A-8
Tabel A. 14. Penggunaan 7% Abu Serabut Kelapa Terhadap Berat Semen.....	A-8
Tabel A. 15. Nilai <i>Slump</i> Beton dengan campuran Abu Serabut Kelapa Menggunakan Faktor Air Semen 0,49.	A-9
Tabel A. 16. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan 0% Campuran Abu Serabut Kelapa Umur 28 Hari	A-10
Tabel A. 17. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan 2,5% Campuran Abu Serabut Kelapa Umur 28 Hari	A-11
Tabel A. 18. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan 4% Campuran Abu Serabut Kelapa Umur 28 Hari	A-12
Tabel A. 19. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan 5,5% Campuran Abu Serabut Kelapa Umur 28 Hari	A-13
Tabel A. 20. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan 7% Campuran Abu Serabut Kelapa Umur 28 Hari	A-14
Tabel A. 21. Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Dengan 0% Campuran Abu Serabut Kelapa Umur 28 Hari	A-16
Tabel A. 22. Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Dengan 2,5% Campuran Abu Serabut Kelapa Umur 28 Hari	A-17
Tabel A. 23. Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Dengan 4% Campuran Abu Serabut Kelapa Umur 28 Hari	A-19
Tabel A. 24. Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Dengan 5,5% Campuran Abu Serabut Kelapa Umur 28 Hari	A-20
Tabel 1. Hasil pemeriksaan analisa saringan agregat halus	B-1
Tabel 2. Hasil pemeriksaan analisa saringan agregat kasar	B-2

Tabel 3.	Hasil pemeriksaan berat isi agregat halus.....	B-3
Tabel 4.	Hasil pemeriksaan berat isi agregat kasar.....	B-3
Tabel 5.	Hasil pemeriksaan berat jenis agregat halus.....	B-3
Tabel 6.	Hasil pemeriksaan berat jenis agregat halus.....	B-4
Tabel 7.	Hasil penyerapan air untuk pemeriksaan berat jenis agregat halus	B-4
Tabel 8.	Hasil pemeriksaan berat jenis agregat kasar.....	B-5
Tabel 9.	Hasil pemeriksaan berat jenis agregat kasar.....	B-5
Tabel 10.	Hasil penyerapan air untuk pemeriksaan berat jenis agregat kasar	B-5
Tabel 11.	Hasil Pemeriksaan Kadar Air Lapangan Halus.	B-6
Tabel 12.	Hasil Pemeriksaan Kadar Air Lapangan Kasar.	B-6
Tabel 13.	Hasil Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus.	B-7
Tabel 14.	Hasil Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Kasar.	B-7
Tabel 15.	Nilai Slump Beton Campuran Abu Serabut Kelapa Menggunakan Faktor Air Semen 0,49	B-8
Tabel 16.	Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Menggunakan Campuran Abu Serabut Kelapa Umur 28 Hari :	B-9
Tabel 17.	Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Menggunakan Campuran Abu Serabut Kelapa Umur 28 Hari :	B-10

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1. Semen Padang	9
Gambar 3. 2. Serabut Kelapa	17
Gambar 3. 3. Hubungan Faktor Air Semen dan Kekuatan Tekan Beton Untuk Benda Uji Silinder (SNI 03-2834-2002).	29
Gambar 3. 4. Persen Pasir Terhadap Kadar Total Agregat Yang Dianjurkan Untuk Ukuran Maksimum 20 mm (SNI 03-2834-2002).	31
Gambar 3. 5. Persen Pasir Terhadap Kadar Total Agregat Yang Dianjurkan Untuk Ukuran Maksimum 40 mm. (SNI 03-2834-2002).	31
Gambar 3. 6. Penentuan Berat Beton Segar (SNI 03-2834-2002).	32
Gambar 4. 1. Bagan Alir Penelitian	39
Gambar 5. 1. Grafik Presentase Lolos Agregat Halus Dari Sungai Kualu, Kampar Dengan Gradasi Untuk Besar Ukuran Maksimum 40 mm Sebelum Dikombinasikan.	43
Gambar 5. 2. Grafik Presentase Lolos Agregat Kasar Dari Sungai Kualu, Kampar Dengan Batas Gradasi Untuk Besar Ukuran Maksimum 40 mm Sebelum Dikombinasikan.	45
Gambar 5. 3. Gambar Nilai Slump Beton Dengan Penambahan Abu Serabut Kelapa.	50
Gambar 5. 4. Grafik Hasil Kuat Tekan Beton Pada Umur 28 Hari.....	52
Gambar 5. 5. Grafik Hasil Kuat Tarik Belah Beton Pada Umur 28 Hari.....	54

DAFTAR NOTASI



A	: Luas Penampang Benda Uji (mm^2)
B	: Berat <i>Picnometer</i> Diisi Air (gr)
BA	: Berat Permukaan Uji Benda Jenuh (gr)
BK	: Berat Benda Uji Kering Oven (gr)
Bjh	: Berat Jenis Agregat Halus
Bjk	: Berat Jenis Agregat Kasar
BJ	: Berat Benda Uji Permukaan Jenuh (gr)
BT	: Berat Benda Uji + <i>Picnometer</i> + Air (gr)
C	: Jumlah Agregat Halus (Kg/m^3)
Ca	: Penyerapan Air Pada Agregat Halus (%)
Ck	: Kandungan Air Dalam Agregat Halus (%)
d	: Diameter
D	: Jumlah Agregat Kasar (Kg/m^3)
Da	: Penyerapan Air Pada Agregat Kasar (%)
Dk	: Kandungan Air Dalam Agregat Kasar (%)
FAS	: Faktor Air Semen
f_c'	: Kuat Tekan Beton (MPa)
$f_c'k$: Kuat Tekan Karakteristik Beton
$f_c'r$: Kuat Tekan Beton Rata-Rata (MPa)
$f't$: Kuat Tarik Belah (MPa)
K	: Persentase Agregat Kasar Terhadap Agregat Campuran (%)
Kh	: Persentase Berat Agregat Halus Terhadap Agregat Campuran
Kk	: Persentase Berat Agregat Kasar Terhadap Agregat Campuran
L	: Tinggi Silinder Beton (mm)
M	: Nilai Tambah atau Margin (N/mm^2)
Mm	: Milimeter
MPa	: <i>Mega Pascal</i>
n	: Jumlah Benda Uji
N	: <i>Newton</i>

- P : Beban Maksimum (N)
P : Persentase Agregat Halus Terhadap Agregat Campuran (%)
S : Deviasi Standar
SNI : Standar Nasional Indonesia
t : Tinggi
W : Wadah
W_{air} : Berat Air
Wh : Perkiraan Jumlah Air Untuk Agregat Halus
Wk : Perkiraan Jumlah Air Untuk Agregat Kasar
x : Kuat Tekan Beton Estimasi 28 hari
xi : Kuat Tekan Beton Rata-Rata 28 hari
π : *Phi*
Σ : Sigma



PENGARUH PENAMBAHAN ABU SERABUT KELAPA SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN SEMEN TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BETON

EKA ASIMA ROHANA

173110623

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki komunitas pertanian yang terbesar didunia salah satunya adalah perkebunan kelapa. Dari hal yang ada tersebut, menimbulkan pencemaran lingkungan berupa limbah, salah satunya berupa serabut kelapa. Ide dasar pada penggunaan limbah serabut kelapa adalah untuk memanfaatkan bahan yang tidak terpakai dan memiliki nilai ekonomis bagi masyarakat sebagai bahan tambah dalam pembuatan beton. Pemakaian serabut kelapa dalam campuran beton serat menggunakan serabut kelapa yang telah menjadi abu. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan abu serabut kelapa dalam campuran beton terhadap nilai kuat tekan, kuat tarik beton dan menentukan kadar persentase abu serabut kelapa untuk mencapai nilai optimum.

Benda uji berupa beton silinder (150 mm x 300 mm) dengan variasi penambahan abu serabut kelapa sebagai pengganti sebagian semen sebesar 0%, 2,5%, 4%, 5,5% dan 7% terhadap berat semen. Penelitian ini menggunakan Metode perencanaan campuran adukan beton mengacu pada standar SNI-03-2834-2002.

Hasil kuat tekan beton pada umur 28 hari dengan benda uji yang digunakan sebanyak 30 buah per kadar persentase terdiri dari 3 sampel benda uji bahwa penambahan abu serabut kelapa sebagai pengganti sebagian semen pada persentase 2,5% sampai 7% mengalami penurunan kuat tekan beton. Pada hasil nilai kuat tarik belah beton umur 28 hari dengan persentase 2,5% dan 4% mengalami penurunan sedangkan pada persentase 5,5% mengalami peningkatan, namun pada persentase 7% mengalami penurunan kembali. Pada penelitian ini kadar persentase abu serabut kelapa yang mencapai nilai optimum yang memenuhi syarat f_c' 20 MPa adalah persentase 2,5% dan 4% sedangkan persentase 5,5% dan 7% belum memenuhi syarat.

Kata Kunci : Abu Serabut Kelapa, Beton, Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah.

THE EFFECT OF THE ADDITION OF COCONUT FIBER ASH AS A PARTIAL REPLACEMENT OF CEMENT ON THE COMMISSIONAL STRENGTH AND TENSILE STRENGTH OF CONCRETE

EKA ASIMA ROHANA

173110623

ABSTRACT

Indonesia is an archipelagic country that has the largest agricultural community in the world, one of which is coconut plantations. From these things, it causes environmental pollution in the form of waste, one of which is coconut fiber. The basic idea of using coconut fiber waste is to utilize materials that are not used and have economic value for the community as an added material in the manufacture of concrete. The use of coconut fibers in the fiber concrete mixture uses coconut fibers that have become ash. This study aims to determine the effect of adding coconut fiber ash in the concrete mixture to the value of compressive strength, tensile strength of concrete and determine the percentage of coconut fiber ash to achieve the optimum value.

The test object was cylindrical concrete (150 mm x 300 mm) with variations in the addition of coconut fiber ash as a partial replacement of cement by 0%, 2.5%, 4%, 5.5% and 7% of the cement weight. This research uses the concrete mix planning method referring to the SNI-03-2834-2002 standard.

The results of the compressive strength of concrete at the age of 28 days with the test specimens used as many as 30 percentages consisting of 3 samples of test objects that the addition of coconut fiber ash as a partial replacement of cement at a percentage of 2.5% to 7% decreased the compressive strength of concrete. The results showed that the split tensile strength of 28-day-old concrete with a percentage of 2.5% and 4% decreased, while the percentage of 5.5% increased, but the percentage of 7% decreased again. In this study, the percentage of coconut fiber ash that reached the optimum value that met the requirements of $f_c' 20$ MPa was 2.5% and 4%, while the percentages of 5.5% and 7% did not meet therequirements.

Keywords : Coconut Fiber Ash, Concrete, Compressive Strength, Split Tensile

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki komunitas pertanian yang terbesar didunia. Hal ini terlihat dari penyebaran tanaman kelapa di hampir seluruh wilayah Nusantara. Produksi buah kelapa Indonesia rata-rata 15,5 milyar butir/tahun, 3,75 juta ton air, 0,75 juta ton arang tempurung, 1,8 juta ton serat serabut (Abdullah, dkk, 2020). Namun, dalam hal ini dengan besarnya jumlah perkebunan kelapa membuat produksi limbah kelapa pun semakin banyak dan masih kurangnya pemanfaatan limbah kelapa yang ada di Indonesia.

Provinsi Riau memiliki areal dan produksi kelapa terbesar di Indonesia. Industri pengolahan kelapa rakyat yang mengolah kelapa menjadi kopra dan minyak goreng menjamur disetiap pelosok desa. Kesejahteraan petani dan UKM pengolahan kelapa terlihat dari tingginya daya beli dan sebagian besar Jemaah haji dari daerah sentra kelapa. (Hadi, 2017).

Buah kelapa yang dapat dimanfaatkan secara keseluruhan mulai dari hasil utamanya yaitu daging buah hingga hasil sampingan yang terdiri dari air, tempurung, dan serabut kelapa memiliki potensi ketersediaan bahan baku untuk membangun industri pengolahannya masih sangat besar. (Mahmud dan Yulius, 2015).

Dari kenyataan yang ada tersebut, menimbulkan pencemaran lingkungan berupa limbah, yang dalam konteks ini berupa serabut kelapa. Ide dasar pada penggunaan limbah serabut kelapa adalah untuk memanfaatkan bahan yang tidak terpakai dan memiliki nilai ekonomis bagi masyarakat sebagai bahan tambah dalam pembuatan beton.

Maesaroh et al. (2014) sabut kelapa dapat digunakan sebagai bahan dasar pada pembuatan K_2SO_4 yang direaksikan dengan asam sulfat. Pada umumnya, limbah abu serabut kelapa terdiri dari unsur organik seperti serat *cellolusedan*

lignin. Disamping itu, limbah ini juga mengandung mineral yang terdiri dari silika, alumunia dan oksida-oksida besi. SiO_2 dalam abu serabut kelapa merupakan hal yang paling penting karena dapat bereaksi dengan kapur dan air. Pengolahan serabut kepala ini sangat mudah, cukup dengan dibakar dengan panas tertentu hingga membentuk abu-abu lalu disaring hingga mendapatkan abu yang benar-benar halus.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Eduardi, dkk (2015) penggunaan material tambahan sebagai campuran beton semakin berkembang. Material yang digunakan juga semakin bervariasi, tergantung dengan hasil yang diharapkan. Penambahan serat serabut kelapa dengan presentase penambahan 1,5%, 2%, 2,5, Dan 3% sebagai bahan alternatif terhadap kekuatan beton mutu tinggi.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dibahas maka timbul pertanyaan yang dijadikan rumusan masalah dalam penelitian yang dilakukan sebagai berikut ini.

1. Apakah penambahan abu serabut kelapa dalam campuran beton dapat meningkatkan kuat tekan dan kuat tarik beton?
2. Berapakah kadar persentase abu serabut kelapa untuk mencapai nilai optimum?

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui penambahan abu serabut kelapa dalam campuran beton terhadap nilai kuat tekan dan kuat tarik beton.
2. Untuk menentukan kadar persentase abu serabut kelapa untuk mencapai nilai optimum.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Mengurangi limbah serabut kelapa sehingga limbah tidak menumpuk begitu saja.
2. Hasil penelitian diharapkan bahwa abu serabut kelapa pada pemakaian tertentu dari campuran dapat meningkatkan kualitas beton sehingga mampu memberikan nilai ekonomis dari limbah serabut kelapa.

1.5. Batasan Masalah

Sebelum dilakukan penelitian, terlebih dahulu dilakukan batasan-batasan dalam penelitian agar penelitian ini dapat dilakukan lebih fokus dan mendalam, seperti yang dijelaskan dibawah ini.

1. Penelitian dilakukan pada beton dengan kuat awal ($f'c$) adalah 20 Mpa pada umur 28 hari.
2. Metode perencanaan campuran adukan beton mengacu pada standar SNI-03-2834-2002.
3. Komposisi presentase penambahan abu serabut kelapa sebagai pengganti sebagian semen 0%, 2,5%, 4%, 5,5% dan 7%.
4. Dalam penelitian ini menggunakan bahan tambahan serabut kelapa yang diperoleh dari kebun kelapa di Jl. Yossudarso Gg. Muslimin Minas, Kec. Minas Jaya, Kab. Siak, Riau.
5. Sampel benda uji beton dibuat dan dicetak berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
6. Tidak menghitung biaya harga satuan beton.
7. Tidak meneliti kandungan pada serabut kelapa.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Umum

Beton merupakan suatu bahan konstruksi yang telah digunakan secara luas dibidang konstruksi. Telah banyak dilakukan penelitian tentang beton yang terus berkembang dari tahun ketahun. Berbagai cara dilakukan untuk memvariasikan bahan-bahan material dengan bahan-bahan tambahan yang dapat meningkatkan kualitas beton tersebut. Hal ini tampak pada beberapa hasil penelitian yang pernah dilakukan pada beton, berikut hasil penelitiannya:

2.2. Penelitian Terdahulu

Berikut ini akan dijelaskan mengenai hasil penelitian-penelitian sebelumnya dengan topik yang sama guna memperoleh informasi tentang penelitian-penelitian sejenis atau yang ada kaitannya dengan penelitian yang sama.

Euardi, dkk (2015), telah melakukan penelitian yang berjudul Analisa Pengaruh Penggunaan Serat Serabut Kelapa Dalam Presentase Tertentu Pada Beton Bermutu Tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai kuat tekan beton dengan penambahan abu serabut kelapa dengan menggunakan persentase 1,5%, 2%, 2,5% dan 3%. Metode yang digunakan dalam pengumpulan data yakni data sekunder dan data primer. Data sekunder adalah pencatatan atas semua hal yang berhubungan dengan objek penelitian. Sedangkan data primer adalah pengumpulan data dari hasil pengujian langsung dengan menggunakan instrumen pengujian kekuatan beton. Dari hasil penelitian ini penambahan serat serabut kelapa pada campuran beton dapat meningkatkan kuat tekan beton. Dari hasil persentase penambahan yang diteliti yakni 1,5%, 2%, 2,5% dan 3% beton dengan kandungan serat serabut kelapa sebanyak 1,5% menghasilkan nilai kuat tekan

yang lebih tinggi dibandingkan beton tanpa penambahan serat serabut kelapa maupun beton dengan persentase campuran lainnya.

Amiwarti, dkk (2019), telah melakukan penelitian yang berjudul Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi dan Abu Serabut Kelapa Terhadap Kuat Tekan Beton K-225. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai kuat tekan beton K-225 dengan variasi penambahan abu sekam padi dan abu serabut kelapa. Metode penelitian yang digunakan adalah percobaan langsung di laboratorium, dengan menentukan faktor air baru dan komposisi campuran. Dalam penelitian ini benda uji kubus yang dibuat sebanyak 16 benda uji dengan menggunakan variasi campuran abu sekam padi dan abu serabut kelapa sebanyak 0%+0%, 1%+1%, 2%+2% dan 3%+3%. Hasil nilai kuat tekan rata-rata beton K-225 pada umur 14 dan 28 hari dengan hasil berturut-turut adalah 228,93 kg/cm² dan 258,4 kg/cm². variasi 1%+1% (abu sekam padi dan abu serabut kelapa) adalah 176,8 kg/cm² dan 226,66 kg/cm², variasi 2%+2% (abu sekam padi dan abu serabut kelapa) adalah 201,74 kg/cm² dan 260,66 kg/cm², variasi 3%+3% (abu sekam padi dan abu serabut kelapa) adalah 213,17 kg/cm² dan 315,17 kg/cm². kuat tekan optimum yang diperoleh dalam penelitian adalah pada variasi abu sekam padi dan abu serabut kelapa (3%+3%) umur 28 hari yaitu sebesar 315,17 kg/cm².

Septy, dkk (2020), telah melakukan penelitian yang berjudul Pengaruh Penambahan Abu Sabut Kelapa Pada Campuran Beton Untuk Perkerasan Jalan. Penelitian ini bertujuan untuk mengurangi limbah abu sabut kelapa dengan rencana betonnya f_c' 22,5 MPa menggunakan persentase 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25% untuk bahan tambah sebagai pengganti sebagian semen. Uji beton dilakukan saat beton berumur 7, 14, 21, dan 28 hari. Hasil dari penelitian ini didapat nilai kuat tekan rata-rata untuk 5% nilai kuat tekan 401 kg/cm², 10% nilai kuat tekan 408 kg/cm², 15% nilai kuat tekan 387 kg/cm², 20% nilai kuat tekan 278 kg/cm², dan untuk 25% nilai kuat tekan yang didapat yaitu 214 kg/cm². Pada pembuatan beton ini hasil yang didapat untuk nilai kuat tekan paling tinggi yaitu pada persentase 10% dengan hasil kuat tekan 408 kg/cm².

Martin, dkk (2012), telah melakukan penelitian yang berjudul Perilaku Kuat Tekan Beton dengan Abu Cangkang Sawit Sebagai Pengganti Sebagian Semen. Penelitian ini dimaksudkan untuk memanfaatkan kandungan Silika Oksida (SiO_2) dan bahan lainnya yang terdapat dalam abu cangkang sawit. Metode yang digunakan yaitu penyiapan material pembentuk beton berupa semen, agregat kasar, agregat halus, dan air serta abu cangkang sawit. Penelitian dilakukan di Laboratorium Bahan bangunan Teknik Sipil Universitas Bengkulu. Hasil pengujian memperlihatkan kuat tekan beton menggunakan pasir gunung mempunyai kuat tekan diatas kuat tekan pasir laut secara keseluruhan. Kuat tekan beton menggunakan pasir gunung memiliki penurunan yang lebih signifikan dari beton yang menggunakan pasir laut.

2.3. Keaslian Penelitian

Pada penelitian-penelitian sebelumnya terdapat juga penelitian yang menggunakan Abu Serabut Kelapa terhadap campuran beton. Namun terdapat perbedaan penelitian terdahulu dengan penelitian ini yaitu penelitian ini meneliti tentang pengaruh penambahan abu serabut kelapa sebagai pengganti sebagian semen terhadap kuat tekan dan kuat tarik pada beton. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode eksperimen di laboratorium. Kuat tekan yang direncanakan pada penelitian ini $f'c$ 20 MPa dengan menggunakan *mix design* sesuai SNI 03-2834-2002 dengan umur rencana 28 hari. Semen yang digunakan pada penelitian ini PCC (Pozzolan Portland Cemen) merek Semen Padang, kemudian untuk material yang digunakan adalah batu kerikil dari Sungai Kampar untuk agregat kasar dan pasir dari Sungai Kampar untuk agregat halus.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1. Beton

Beton adalah campuran antara agregat halus (pasir), agregat kasar (batu pecah), air dalam jumlah tertentu, dan semen *Portland* atau semen hidraulik dengan atau tanpa bahan tambah. Campuran tersebut bila dituang dalam cetakan dan didiamkan, maka akan menjadi keras. Kekuatan, keawetan, dan sifat beton tergantung pada sifat-sifat dasar penyusunnya, selama penuangan adukan beton, cara pemadatan, dan rawatan selama proses pengerasan. (Kardiyono, 1992).

Beton diperkuat serat biasanya digunakan untuk berbagai tujuan konstruksi seperti trotoar, jalan raya, perumahan, dan gedung-gedung bertingkat. Untuk bahan berbasis semen, serat yang alamiah adalah serat sabut kelapa, yaitu jaringan yang diperoleh dari sabut kelapa. Serat sabut kelapa dengan sifat kimia dan sifat fisis tertentu dapat memperbaiki mutu beton, baik beton muda maupun beton mengeras. (Rizal, 2002)

Bahan campuran tambahan (*admixture*) adalah bahan yang bukan air, agregat, maupun semen yang ditambah kedalam campuran sesaat atau selama pencampuran. Fungsi dari bahan ini adalah untuk mengubah sifat-sifat beton agar menjadi cocok untuk pekerjaan tertentu, ekonomi, atau untuk tujuan lain seperti menghemat energi. (Nawy, 1990).

Nilai kekuatan dan daya tahan (*durability*) merupakan fungsi dari banyak faktor, diantaranya adalah nilai banding campuran dan mutu bahan susun, metode pelaksanaan pembuatan adukan beton, temperature dan kondisi perawatan pengerasannya. Nilai kuat tekan beton relatif tinggi dibandingkan kuat tariknya, dan beton merupakan bahan getas. Nilai kuat tariknya berkisar antara 9%-15% dari kuat tekannya, pada penggunaan sebagai komponen structural bangunan, umumnya beton diperkuat dengan batang tulangan baja sebagai bahan yang dapat

bekerja sama dan mampu membantu kelemahannya, terutama pada bagian yang bekerja menahan tarik. (Dipohusodo, 1994).

Beton memiliki kelebihan dan kekurangan jika dibandingkan dengan bahan bangunan lainnya. Adapun kelebihan dari beton (Tjokrodimuljo K, 1995):

1. Harganya relatif murah karena menggunakan bahan-bahan dasar local, kecuali semen.
2. Beton termasuk bahan yang berkekuatan tinggi.
3. Beton dapat dengan mudah diangkat maupun di cetak dalam bentuk apapun dan ukuran sebarang tergantung keinginan. Cetakan dapat pula dipakai beberapa kali sehingga secara ekonomi menjadi murah.
4. Kuat tekannya yang tinggi mengakibatkan jika dikombinasikan dengan baja tulangan (yang kuat tariknya tinggi) dapat dikatakan mampu dibuat untuk struktur beton.
5. Beton dapat disemprotkan di permukaan beton lama yang retak maupun diisikan kedalam retakan beton dalam proses perbaikan.

Adapun kekurangan dari beton diantaranya:

1. Beton memiliki kuat tarik yang rendah.
2. Beton sulit untuk dapat kedap air secara sempurna, sehingga selalu dapat dimasuki air, dan air yang membawa kandungan garam dapat merusak beton.
3. Beton yang telah dibuat untuk diubah.
4. Beton relatif berat.
5. Beton keras mengembang dan menyusut bila terjadi perubahan suhu, sehingga perlu dibuat dibatasi (*expansion joint*) untuk mencegah terjadinya retak-retak akibat perubahan suhu.

3.2. Semen Portland Composite (PCC)

Semen *Portland Composite* adalah bahan pengikat hidrolis hasil penggilingan bersama-sama terak semen *Portland* dan *gyps* dengan satu atau lebih bahan anorganik atau hasil pencampuran antara bubuk semen *Portland* dengan bubuk bahan organik lainnya. Bahan anorganik tersebut antara lain Terak Tanur

Tinggi (*blast furnace slag*), *pozzolan*, senyawa silikat, batu kapur dengan kadar total bahan anorganik 6%-35% dari massa semen *Portland Composite*.

Sifat-sifat yang dimiliki semen PCC:

1. Mempunyai panas hidrasi rendah sampai sedang.
2. Tahan terhadap serangan sulfat.
3. Kekuatan tekan awal kurang, namun kekuatan akhir lebih tinggi.



Gambar 3. 1. Semen Padang

Standard acuan semen PCC:

Standard acuan yang digunakan semen *Portland Composite* bersumber dari EN-197-1, European Standard CEM II Portland Composite Cement. Menurut EN-197-1 Portland Composite Cement CEM II terbagi 2 yaitu:

1. CEM II/A-M, komposisi semen ini terdiri dari, 80%-90% klinker/terak, 6%-20% bahan anorganik (*Blast Furnace, Silica Fume, Pozzolan, Flyash, Burn Shale Lime Stone*), 0%-5% bahan tambahan Minor (Gypsum).
2. CEM II/B-M, komposisi semen ini terdiri dari, 65%-79% klinker/tarek, 21%-35% bahan anorganik (*Blast Furnace, Silica Fume, Pozzolan, Flyash, Burn Shale Lime Stone*), 0%-5% bahan tambahan Minor (Gypsum).

Sedangkan kalau mengacu ke standard ASTM maka standard yang digunakan ASTM C 595, *Specification for Blended Cement*. Menurut standard ini maka *blended cement* terbagi menjadi:

1. Tipe IS = Portland Blast Furnace Slag Cement.
2. Tipe IP = Portland Pozzolan Cement.

3. Tipe P = Portland pozzolam Cement for use when higher strenght at early Age not required.

Kalau menurut SNI maka semen PCC mengacu pada SNI 15-7064-2004, Semen Portland Composite.

3.3. Agregat

Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton. Agregat ini kira-kira menempati sebanyak 70% volue beton. walaupun namanya hanya sebagai bahan pengisi, akan tetapi agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat betonnya, sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian penting dalam pembuatan mortar/beton. Dalam praktek, agregat umumnya digolongkan menjadi tiga kelompok, yaitu:

1. Batu untuk besar butiran lebih dari 40 mm.
2. Kerikil untuk besar butiran antara 5 mm dan 40 mm.
3. Pasir untuk besar butiran antara 0,15 mm dan 5 mm.

Keutamaan agregat dalam peranannya didalam beton:

1. Menghemat penggunaan semen *Portland*.
2. Menghasilkan kekuatan besar pada beton.
3. Mengurangi penyusutan pada pengerasan beton.
4. Dengan gradasi agregat yang baik dapat tercapai beton yang padat.

3.3.1. Jenis-jenis agregat

Agregat termasuk salah satu bahan baku pembuatan beton. untuk membedakan jenis agregat yang sering digunakan ialah dengan didasarkan pada ukuran butir-butirnya. Agregat terbagi beberapa macam jenis, diantaranya:

- a. Agregat Halus

Agregat halus merupakan bahan pengisi diantara agraget kasar sehingga menjadikan ikatan lebih kuat yang mempunyai Bj 1400 kg/m. Agregat halus yang baik tidak mengandung lumpur lebih besar 5% dari berat, tidak mengandung bahan organis lebih banyak, terdiri dari butiran yang tajam, keras dan bervariasi.

Berdasarkan SNI 03-6820-2002, agregat halus adalah agregat besar butir maksimum 4,76mm berasal dari hasil alam, sedangkan agregat halus olahan adalah agregat yang dihasilkan dari pecahan dan pemisahan butiran dengan cara penyaringan atau cara lainnya dari batuan atau terak tanur tinggi. Berdasarkan ASTM C33 agregat halus umumnya berupa pasir dengan partikel butir lebih kecil dari 5mm atau lolos saringan no. 4 dan tertahan pada saringan no. 200.

Tabel 3. 1. Batasan Gradasi Untuk Agregat Halus.

Ukuran saringan ASTM	Presentase berat yang lolos pada tiap saringan
9,5 mm	100
4,76 mm	95-100
2,36 mm	80-100
1,19 mm	50-85
0,595 mm	25-60
0,300 mm	10-30
0,150 mm	2-10

Sumber : ASTM C-33

Menurut peraturan di Inggris (*British Standard*) yang juga dipakai di Indonesia, kekerasan agregat halus dapat dibagi menjadi 4 kelompok menurut gradasinya seperti yang terlihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 3. 2. Batas Gradasi Agregat Halus Menurut *British Standard*.

Lubang Ayakan (mm)	Presentase berat butir yang lolos ayakan (%)			
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
10,00	100	100	100	100
4,80	90-100	90-100	90-100	90-100
2,40	60-95	75-100	85-100	95-100
1,20	30-70	55-90	75-100	90-100
0,60	15-34	35-59	60-79	80-100
0,30	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

Sumber : Mulyono T, 2004

Keterangan :

Daerah I = Pasir kasar

Daerah II = Pasir agak kasar

Daerah III = Pasir halus

Daerah IV = Pasir agak halus

b. Agregat Kasar

Menurut SNI-03-2847-2002 agregat kasar adalah yang memiliki ukuran butiran antara 5 mm sampai 40 mm yang tertahan saringan No. 4 (ASTM C33, 1982) lebih besar atau sama dengan 4,75 mm (3/16 inch) atau 5,0 mm (BS.812,1976). Agregat kasar berupa batu pecah (*split*) dan kerikil (*gravel*).

Agregat kasar dapat berupa kerikil, pecahan kerikil, batu pecah, terak tanur tiup atau beton semen hidrolis yang dipecah. Sesuai dengan SNI 03-2847-2002. Bahwa agregat kasar merupakan agregat yang mempunyai ukuran butir antara 5,00 mm sampai 40 mm. jenis agregat kasar yang umum adalah:

1. Batu pecah alami: Bahan ini didapat dari cadas atau batu pecah alami yang digali. Batu pecah ini dapat berasal dari gunung api, jenis sedimen atau jenis metamorf. Meskipun dapat menghasilkan kekuatan yang tinggi terhadap beton, batu pecah kurang memberikan kemudahan pengerjaan dan pengecoran dibandingkan dengan jenis agregat kasar lainnya.
2. Kerikil alami: Kerikil didapat dari proses alami yaitu dari pengikisan tapi maupun dasar sungai oleh air sungai yang mengalir. Kerikil memberikan kekuatan yang lebih rendah daripada batu pecah, tetapi memberikan kemudahan pekerjaan yang lebih tinggi.
3. Agregat kasar buatan: Terutama berupa *slag* atau *shale* yang bisa digunakan beton berbobot ringan. Biasanya merupakan hasil dari proses lain seperti dari *blast-furnace* dan lain-lain.
4. Agregat untuk pelindung nuklir dan berbobot berat: Dengan adanya tuntutan yang spesifik pada zaman atom sekarang ini juga untuk perlindungan dari radiasi nuklir sebagai akibat dari semakin banyaknya pembangkit atom dan stasiun tenaga nuklir, maka perlu ada beton yang dapat melindungi dari sinar-x, sinar gamma, dan neutron. Pada beton demikian syarat ekonomis maupun kemudahan pengerjaan tidak begitu menentukan. Agregat kasar yang diklasifikasikan disini misalkan baja pecah, barit, magnetit, dan limonit.

Adapun spesifikasi standar pemeriksaan agregat kasar beton dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 3. 3. Spesifikasi Standar Pemeriksaan Agregat Kasar.

No	Jenis Pemeriksaan	Standar Spesifikasi Agregat Kasar	Standard
1.	Berat Jenis (gr/cm ³) <i>a. Apparent specific gravity</i> <i>b. Bulk specific gravity on dry</i> <i>c. Bulk specipy gravity on SSD</i> <i>d. Absorption (%)</i>	2,58-2,84 2,58-2,85 2,58-2,86 2-7	SNI 03-1960-1990
2.	Kadar air (%)	3-5	SNI 03-1971-1990
3.	Modulus kehalusan	1,5-3,8	SNI 03-1968-1990
4.	Berat Volume <i>a. Kondisi padat</i> <i>b. Kondisi gembur</i>	1,4-1,9 1,4-1,9	ASTM C29
5.	Ketahanan Aus (%)	< 40	SNI 03-2471-1991

Sumber: SNI 03-1971-1990

Ketentuan mengenai agregat kasar antara lain:

1. Harus terdiri dari butir-butir yang keras dan tidak berpori.
2. Butir-butir agregat kasar harus bersifat kekal, artinya tidak pecah.
3. Tidak boleh mengandung zat-zat yang dapat merusak beton.
4. Tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% apabila kadar melampaui 1% maka agregat kasar harus dicuci.

3.4. Air

Air merupakan bahan dasar pembuatan beton yang penting namun harganya mjurah. Air diperlukan untuk beraksi dengan semen, serta untuk menjadi bahan pelumas antara butir-butir agregat agar mudah dikerjakan dan dipadatkan. Sifat dan kualitas air yang digunakan dalam campuran beton akan sangat mempengaruhi proses sifat serta mutu beton yang dihasilkan. Dalam pembuatan beton, air merupakan salah satu faktor penting karena air dapat

bereaksi dengan semen, yang akan menjadi pas pengikat agregat. Air juga berpengaruh terhadap kuat desak beton, karena kelebihan air dapat menyebabkan penurunan pada kekuatan beton itu sendiri. Selain itu kelebihan air dapat mengakibatkan beton menjadi *bleeding*, yaitu air bersama-sama semen akan bergerak ke atas permukaan adukan beton segar yang baru saja dituang. Hal ini akan menyebabkan letakan antara lapis-lapis beton dan merupakan yang lemah.

Tujuan utama dari penggunaan air adalah agar terjadi hidrasi, yaitu reaksi kimia antar semen dan air yang menyebabkan campuran ini menjadi keras setelah lewat beberapa waktu tertentu. Air yang dibutuhkan agar terjadi proses hidrasi tidak banyak, kira-kira 20% dari berat semen, tetapi kita tambahkan air dengan tujuan ekonomi. Dengan menambahkan lebih banyak air harus dibatasi sebab penggunaan air terlalu banyak dapat menyebabkan berkurangnya kekuatan beton.

Proses hidrasi akan berlangsung baik apabila dipakai air tawar serta murni. Disamping digunakan sebagai bahan campuran untuk beton, air digunakan pula untuk merawat beton dengan cara pembasahan setelah di cord an untuk membasahi dan membersihkan. Air untuk perawatan dan pembuatan tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, garam-garam, zat organik atau bahan-bahan lain yang dapat merusak beton dan baja tulangan. Sebaiknya digunakan air bersih, tidak berasa, tidak berbau dan dapat diminum. (Subakti, 1994).

Air harus ada di dalam beton cair, tidak saja untuk hidrasi semen, tetapi juga untuk mengubahnya menjadi pasta sehingga betonnya lecah (*workable*). Jumlah air yang terikat dalam beton dengan faktor air semen 0,65 adalah sekitar 20% dari berat semen pada umur 4 minggu. Dihitung dari komposisi mineral semen jumlah air yang diperlukan untuk hidrasi secara teoritis adalah 35-37% dari berat semen.

3.5. Bahan tambah

Admixture atau bahan tambah didefinisikan sebagai material selain air, agregat dan semen yang dicampurkan dalam beton yang ditambahkan sebelum atau selama pengadukan berlangsung. Bahan tambah digunakan untuk

memodifikasi sifat dan karakteristik dari beton misalnya agar mudah dikerjakan, penghematan atau untuk tujuan lain seperti menaikkan kuat tekan beton.

Suatu bahan tambah pada umumnya dimasukan kedalam campuran beton dalam jumlah sedikit, sehingga tingkat kontrolnya harus lebih besar daripada pekerjaan beton biasa. Oleh sebab itu, kontrol terhadap bahan tambah perlu dilakukan dengan tujuan untuk menunjukkan bahwa pemberian bahan tambah pada beton tidak menimbulkan efek samping seperti kenaikan penyusutan kering, pengurangan elastisitas. (Murdock dan Brook, 1991).

Secara umum bahan tambah yang digunakan bersifat kimiawi (*chemical admixture*) dan bahan tambah yang bersifat mineral (*additive*).

Salah satu contoh bahan tambah *admixture* adalah *Water-Reducing Admixture*. Klasifikasi *Water-Reducing Admixture* menurut ASTM C 494 adalah sebagai berikut.

1. Tipe A sebagai *Water-Reducing*
Tipe ini berfungsi sebagai bahan tambah admixture yang dapat mengurangi jumlah kadar air dalam campuran beton.
2. Tipe B sebagai *Retarding*
Tipe ini berfungsi sebagai bahan tambah admixture yang dapat memperlambat laju pengerasan beton.
3. Tipe C sebagai *Accerelating*
Tipe ini berfungsi sebagai bahan tambah admixture yang dapat mempercepat laju pengerasan beton.
4. Tipe D sebagai *Water-Reducing dan Retarding*
Tipe ini berfungsi sebagai bahan tambah admixture yang dapat mengurangi jumlah kadar air sekaligus memperlambat laju pengerasan beton.
5. Tipe E sebagai *Water-Reducing dan Accerelating*
Tipe ini berfungsi sebagai bahan tambah admixture yang dapat mengurangi jumlah kadar air dan mempercepat laju pengerasan beton.
6. Tipe F sebagai *Water-Reducing dan High-Range*

Tipe ini berfungsi sebagai bahan tambah admixture yang dapat mengurangi jumlah kadar air sekaligus menaikkan kuat tekan beton.

7. Tipe G sebagai *Water-Reducing, High-Range dan Retarding*

Tipe ini berfungsi sebagai bahan tambah admixture yang dapat mengurangi jumlah kadar air, menaikkan kuat tekan beton sekaligus memperlambat laju pengerasan beton.

3.5.1. Abu Serabut Kelapa

Menurut Suhardiyono (1999), serabut kelapa adalah bahan berserat dengan ketebalan sekitar 5 cm, merupakan bagian terluar dari buah kelapa. Buah kelapa sendiri terdiri atas serabut 35%, tempurung 12%, daging buah 28%, dan air buah 25%. Adapun serabut kelapa terdiri atas 78% dinding sel dan 22,2% rongga. Salah satu cara mendapatkan serat dari serabut kelapa yaitu dengan ekstraksi menggunakan mesin. Serat yang dapat diekstraksi diperoleh 40% serabut berbulu dan 60% serat matras. Dari 100 gram serabut yang diabstrasikan diperoleh sekam 70 bagian, serat matras 18 bagian, dan serat berbulu 12 bagian. Dari segi teknis serabut kelapa memiliki sifat-sifat yang menguntungkan, antara lain mempunyai panjang 15-30 cm, tahan terhadap serangan mikroorganisme, pelapukan dan pekerjaan mekanis (gosokan dan pukulan) dan lebih ringan dari serat lain.

Menurut Soroushian dan Bayasi (1987) serta menurut Tjokrodimuljo (1996), bahwa gelas/kaca bisa dijadikan material serat pada adukan beton. Secara visual baik kaca maupun serabut kelapa apabila dilebur performanya tidak jauh berbeda, yaitu berbentuk serpihan yang keras. Sehingga karakteristiknya pun diperkirakan sama. Maka secara logika, sabut kelapa jika dijadikan material serat pengaruhnya akan sama atau bahkan lebih tinggi daripada kaca. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor antara lain sebagai berikut.

1. Kekuatan dan keuletan serabut kelapa lebih tinggi daripada kaca (kaca lebih getas daripada serabut kelapa). Kekuatan dan keuletan yang tinggi umumnya mengakibatkan modulus elastisitas tinggi, sehingga akan menghasilkan beton dengan modulus elastis tinggi pula.

2. Serabut kelapa mempunyai tekstur permukaan serat yang lebih kasar daripada kaca, sehingga ikatannya dengan pasta semen akan lebih kuat untuk dapat mengisi rongga pada beton.



Gambar 3. 2. Serabut Kelapa

Serabut kelapa mengandung unsur kalium sebesar 10,25%, sehingga dapat menjadi alternatif sumber kalium organik dari alam. Kalium pada tanaman kelapa akan berfungsi membentuk batang yang lebih kuat, memperkuat perakaran sehingga tanaman lebih tahan roboh, meningkatkan ketahanan tanaman terhadap penyakit serta dapat membuat serat serabut kelapa menjadi lebih berisi dan padat.

Serabut kelapa yang diambil dari penutup luar yang berserat dari buah kelapa dan merupakan tanaman asli daerah tropis. Serabut juga dianggap sebagai serat biji, meskipun penampilannya serupa dengan serat dari kulit pohon dengan selulosa (sekitar 26%), lignin (29,4%), pektin dan senyawa terkait (36,6%), serta air (8%). Dengan kandungan lignin yang lebih tinggi membuat serabut kelapa lebih keras dan kaku. (Surhadiyono, 1988).

3.6. Karakteristik Beton

Tjokrodinuljo (1996) menyatakan bahwa beton mempunyai kuat tekan beton yang lebih tinggi dibandingkan dengan kuat tariknya. Kuat tarik beton 9%-15% dari kuat tekannya. Oleh sebab itu, pada bagian elemen struktur yang mengalami tarik diperkuat dengan memberi baja tulangan, sehingga terbentuk suatu bahan struktur komposit yang disebut beton bertulang. Beton tanpa tulangan disebut beton polos (*plain concrete*).

Selanjutnya, menurut Wang dan Salmon (1990), beton memiliki berbagai macam karakteristik, karakteristik beton adalah sebagai berikut.

1. Mempunyai tegangan hancur tekan yang tinggi serta tegangan hancur tarik yang rendah.
2. Beton tidak dapat dipergunakan pada elemen konstruksi yang memikul momen lengkung atau tarikan.
3. Beton sangat lemah dalam menerima gaya tarik, sehingga akan terjadi retak yang semakin lama akan makin besar.
4. Proses kimia pengikatan semen dengan air menghasilkan panas dan dikenal dengan proses hidrasi.
5. Air berfungsi juga sebagai pelumas untuk mengurangi gesekan antar butiran sehingga beton dapat dipadatkan dengan mudah.
6. Kelebihan air dari jumlah yang dibutuhkan akan menyebabkan butiran semen berjarak semakin jauh sehingga kekuatan beton akan berkurang.
7. Dengan perkiraan komposisi (*mix design*) dibuat rekayasa untuk memeriksa dan mengetahui perbandingan campuran agar dihasilkan kekuatan beton yang tinggi.
8. Selama proses pengerasan campuran beton, kelembaban beton harus dipertahankan untuk mendapatkan hasil yang direncanakan.
9. Setelah 28 hari, beton akan mencapai kekuatan penuh dan elemen konstruksi akan mampu memikul beban luar yang bekerja padanya.
10. Untuk menjaga keretakan yang lebih lanjut pada suatu penampang balok, maka dipasang tulangan baja pada daerah yang tertarik.
11. Pada beton bertulang memanfaatkan sifat beton yang kuat dalam menerima gaya tekan serta tulangan baja yang kuat menerima gaya tarik.
12. Dari segi biaya beton menawarkan kemampuan tinggi dan harga yang relatif rendah.
13. Beton hamper tidak memerlukan perawatan dan masa konstruksinya mencapai 50 tahun serta elemen konstruksinya yang mempunyai kekakuan tinggi serta aman terhadap bahaya kebakaran.

14. Salah satu kekurangan besara adalah berat sendiri konstruksi.
15. Kelemahan lainnya adalah perubahan volume sebagai fungsi waktu berupa susut dan rangkak.

3.7. Faktor Air Semen

Faktor air semen (FAS) atau *water cement ratio* (wcr) adalah indicator yang penting dalam perancangan campuran beton karena FAS merupakan perbandingan jumlah air terhadap jumlah semen dalam suatu campuran beton. Jadi dapat dikatakan,

$$\text{FAS (kg/I)} = \frac{\text{Berat Air } \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)}{\text{Jumlah semen } \left(\frac{\text{t}}{\text{m}^3}\right)} \dots\dots\dots (3.1)$$

Fungsi FAS, yaitu:

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

Peningkatan jumlah air akan meningkatkan kemudahan pengerjaan dan pemadatan, tetapi akan mereduksi kekuatan beton, menimbulkan segregasi dan bleeding. Pada umumnya tiap partikel membutuhkan air supaya plastis sehingga dapat dengan mudah dikerjakan. Harus ada cukup air terserap pada permukaan partikel, yang kemudian air tersebut akan mengisi ruang antar partikel. Partikel halus memiliki luas permukaan yang besar sehingga butuh air yang banyak. Dilain pihak tanpa partikel halus beton tidak akan mencapai plastisitas. Jadi faktor air semen (FAS) tidak dapat dipisahkan dengan grading agregat.

Faktor air semen juga sangat berhubungan dengan kuat tekan beton seperti yang dijelaskan oleh L.J. Murdock dan K.M. Brook (1986). Bahwa pada bahan beton dalam pengujian tertentu, jumlah air semen yang dipakai akan menentukan kuat tekan beton, asalkan campuran beton tersebut cukup plastis dan mudah untuk dikerjakan.

Semakin tinggi nilai FAS, mengakibatkan penurunan mutu kekuatan beton. namun nilai FAS yang semakin rendah tidak selalu berarti bahwa kekuatan

beton semakin tinggi. Jika FAS semakin rendah, maka beton akan semakin sulit untuk dipadatkan. Dengan demikian, ada suatu nilai FAS yang optimal yang dapat menghasilkan kuat tekan beton yang maksimal. Menurut Tjokrodimulyo (2007) umumnya nilai FAS yang diberikan dalam praktek pembuatan beton min. 0,4 dan max. 0,65.

Talbot dan Richard mengatakan bahwa rasio air semen 0,2-0,5, kekuatan beton akan mengalami kenaikan. Akan tetapi hasil penelitian yang dilakukan oleh Duff Abrams menunjukkan semakin bertambahnya nilai FAS hingga lebih dari 0,6 akan menurunkan kekuatan beton yang berumur 28 hari.

Hubungan antara faktor air semen (FAS) dengan kuat tekan beton secara umum dapat ditulis dengan rumus yang diusulkan Duff Abrams (1919), dalam Samekto dan Rahmadiyanto (2001), sebagai berikut:

$$f'c = \frac{A}{B^{1,5x}} \dots\dots\dots (3.2)$$

- Dengan $f'c$ = Kuat tekan beton pada umur tertentu (MPa)
- X = Faktor air semen
- A,B = Konstanta

Dari rumus di atas tampak bahwa semakin rendah nilai FAS, semakin tinggi kuat tekan betonnya. Tetapi jika FAS terlalu rendah maka adukan beton sulit dipadatkan, sehingga kuat tekan betonnya semakin rendah.

3.8. Workability

Workability sulit untuk didefinisikan secara tepat, namun serin diartikan sebagai tingkat kemudahan proses pengerjaan beton baik dalam mencampur, mengaduk, menuang dalam cetakan dan pemadatan *homogenitas* beton berkurang dan beton tidak mengalami *bleeding* (pemisahan) yang berlebihan untuk mencapai kekuatan beton yang diinginkan. Karena *workability* sulit untuk didefinisikan maka lebih jelas pengertiannya dengan adanya sifat-sifat berikut ini:

1. *Mobility* adalah kemudahan adukan beton untuk mengalir dalam cetakan.

2. *Stability* adalah kemampuan adukan beton untuk selalu tetap homogeny, selalu mengikat (*koheren*), dan tidak mengalami pemisahan butiran (*sgregasi* dan *bleeding*).
3. *Compactibility* adalah kemudahan adukan beton untuk dipadatkan sehingga rongga-rongga udara dapat berkurang.
4. *Finishibility* adalah kemudahan adukan beton untuk mencapai tahap akhir yaitu mengeras dengan kondisi yang baik.

3.9. Nilai Slump

Bila beton tidak dipadatkan secara sempurna, sejumlah gelembung udara dimungkinkan terperangkap dan mengakibatkan rongga lebih banyak lagi. Beton dengan jumlah volume minimal adalah yang terdapat dan terkuat, yaitu dengan menggunakan jumlah air yang minimal konsisten dengan derajat *workability* yang dibutuhkan untuk memberikan kepadatan maksimal.

Workability merupakan ukuran dari tingkat kemudahan beton segar untuk diaduk, disalurkan, dituang, dipadatkan, dan dirapikan. Unsur-unsur yang mempengaruhi sifat *workability* adalah:

1. Jumlah air yang dipakai dalam campuran adukan beton. Semakin banyak air yang dipakai mudah adukan beton dikerjakan.
2. Penambahan semen ke dalam campuran juga memudahkan cara pengerjaan adukan betonnya, karena diikuti dengan bertambahnya air campuran untuk memperoleh nilai FAS tetap
3. Gradasi campuran pasir dan kerikil. Bila campuran pasir dan kerikil mengikuti gradasi yang telah disarankan maka adukan beton akan mudah dikerjakan.
4. Pemakaian butir-butir batuan mempermudah cara pengerjaan beton.
5. Pemakaian butir maksimum kerikil yang dipakai juga berpengaruh terhadap tingkat kemudahan dikerjakan.
6. Cara pemadatan adukan beton menentukan sifat pengerjaan yang berbeda, bila pemadatannya dilakukan dengan caara menggunakan alat getar maka

tingkat kelecakannya juga berbeda, sehingga diperlukan jumlah air yang lebih sedikit dibandingkan bila dipadatkan dengan tangan.

Untuk mengetahui tingkat *workability* (kemudahan dalam pengerjaan) beton, biasanya pematatannya dilakukan pengujian *slump*. Pemeriksaan *slump* dilakukan terhadap beton yang masih segar. Makin besar nilai *slump* makin encer adukan beton tersebut. Percobaan *slump* menggunakan alat-alat sebagai berikut.

1. Corong baja berbentuk konus berlubang pada kedua ujungnya. Bagian bawah berdiameter 20 cm dan bagian atas berdiameter 10 cm dengan tinggi 30 cm.
2. Tongkat baja berdiameter 16 mm, panjang 60 cm dengan bagian ujung dibulatkan.

Untuk mencegah pengadukan beton yang terlalu kental atau terlalu encer, dianjurkan menggunakan nilai *slump* yang terletak pada batas-batas yang diajukan seperti pada tabel dibawah ini.

Tabel 3. 4. Nilai Slump Untuk Berbagai Macam Pekerjaan.

Pemakaian Beton (berdasarkan jenis struktur yang dibuat)	Slump (cm)	
	Maksimum	Minimum
Dinding, plat pondasi dan pondasi telapak bertulang	12,5	5,0
Pondasi telapak tidak bertulang, kaisan dan konstruksi bawah tanah	9,0	2,5
Plat, balok, kolom dan dinding	15,0	7,5
Pengerasan jalan	7,5	5,0
Pembetonan missal (Beton massa)	7,5	2,5

Sumber : Tjokrodimulyo, 1992

Nilai *slump* adalah besar penurunan permukaan adukan beton segar pada percobaan *slump* sesuai dengan prosedur yang ada. Percobaan *slump* adalah suatu cara untuk mengukur kelecakan adukan beton segar, yang dipakai pula untuk memperkirakan tingkat kemudahan dalam pengerjaannya.

Nilai *slump* juga dipengaruhi oleh faktor air semen (FAS). Semakin tinggi faktor air semen maka nilai *slump* akan semakin tinggi yakni pemakaian banyak

air sedikit semen, sehingga pasta semen encer mengakibatkan adukan mempunyai nilai *slump* lebih tinggi.

Karena pentingnya nilai *slump* yang dipakai sebagai petunjuk dari tingkat *workability* adukan beton, maka pada waktu pengujian *slump* harus dilakukan dengan hati-hati dan cermat, serta menggunakan prosedur yang ada agar diperoleh data nilai *slump* yang akurat dari setiap pengujian yang dilaksanakan.

3.10. Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin pembebanan. Kuat tekan beton ditentukan oleh pengaturan dari perbandingan semen, agregat halus, agregat kasar, air dan berbagai jenis campuran. Perbandingan air terhadap semen merupakan faktor utama dalam penentuan kuat tekan beton.

Beton relatif kuat menahan gaya tekan. Keruntuhan beton sebagian disebabkan karena rusaknya ikatan pasta dengan agregat. Nilai kuat tekan beton didapat melalui tata cara pengujian standar, menggunakan mesin uji dengan cara memberikan beban tekan bertingkat dengan kecepatan peningkatan beban tertentu atas benda uji silinder beton (diameter 150 mm dan tinggi 300 mm) sampai hancur. Kuat tekan masing-masing benda uji ditentukan oleh tegangan tekanan tertinggi (f'_c) yang dicapai benda uji pada umur 28 hari akibat beban tekan selama pengujian.

Kuat tekan beton diwakili oleh tegangan tekan maksimum f'_c dengan satuan MPa (Mega Pascal). Kuat tekan beton umur 28 hari berkisar antara 10-65 MPa. Untuk struktur beton bertulang umumnya menggunakan beton dengan kuat tekan 17-30 MPa, sedangkan untuk beton prategang digunakan beton dengan kuat tekan lebih tinggi, berkisar 30-45 MPa. Kuat tekan benda uji dapat diperoleh dengan rumus:

$$f'_c = \frac{P}{A} \dots \dots \dots (3.3)$$

Dengan :

- $F'c$ = Kuat tekan beton pada umur tertentu (MPa)
- P = Beban maksimum (N)
- A = Luas bidang tekan beton atau luas penampang (mm^2)

Kekuatan tekan rata-rata beton (fcr) dapat diperoleh berdasarkan persamaan sebagai berikut:

$$fcr = \frac{\sum_1^n fc}{n} \dots\dots\dots (3.4)$$

Dengan :

- Fc = Kuat tekan beton.
- n = Banyaknya benda uji.

Devisiasi standar sangat mempengaruhi mencari nilai kuat tekan rata-rata. Devisiasi standar ditentukan berdasarkan tingkat mutu pelaksanaan dilapangan. Makin baik pelaksanaannya (pengujian, pengawasan dan peralatan), makin kecil nilai devisiasi standar yang ditetapkan atau sebaliknya. Devisiasi standar dihitung dengan persamaan:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_1^n (fc - f'crt)^2}{n-1}} \dots\dots\dots (3.5)$$

Dengan :

- $F'c$ = Kuat tekan beton pada umur tertentu (MPa)
- $F'crt$ = Kuat tekan rata-rata (MPa)
- N = Jumlah benda uji

Kuat tekan rata-rata yang direncanakan dihitung dengan persamaan:

$$F'crt = f'c + m \dots\dots\dots (3.6)$$

Dengan :

- $F'crt$ = Kuat tekan rata-rata (MPa)
- $F'c$ = Kuat tekan beton pada umur tertentu (MPa)
- M = Nilai tambah = $K \cdot S$
- K = 1,64

S = Devisiasi standar

Sebagai gambaran bagaimana cara menilai tingkat pengendalian mutu beton, disini diberikan pedoman yang biasa dipakai di Inggris yaitu dilakukan dengan tabel dibawah ini:

Tabel 3. 5. Nilai Devisiasi Standar Untuk Berbagai Tingkat Pengendalian Mutu Pekerjaan.

Tingkat Pengendalian Mutu Pekerjaan	Devisiasi Standar (MPa)
Memuaskan	2,8
Sangat baik	3,5
Baik	4,2
Cukup	5,6
Jelek	7,0
Tanpa kendali	8,4

Sumber : Badan Standarisasi Nasional, 2002.

Tabel 3. 6. Faktor Pengali Untuk Devisiasi Standar Bila Data Hasil Uji Yang Tersedia Kurang dari 30.

Jumlah Benda Uji	Faktor Pengali Deviasi Standar
Kurang dari 15	1,50
15	1,16
20	1,08
25	1,03
30 atau lebih	1,00

Sumber : SNI 03-2834-2002.

3.11. Kuat Tarik Belah Beton

Uji kuat tarik belah beton dilakukan dengan memberikan tegangan tarik pada beton. spesiman silinder direbahkan dan ditekan sehingga terjadi tegangan tarik pada beton. uji ini disebut juga *Spilitting test* atau *Brazillian test* metode ini diciptakan di Brazil.

Cara lain untuk menguci tegangan tarik pada spesimen silinder maupun prisma dilakukan dengan menempelkan benda uji pada suatu pelat besi dengan lem *exposy*. Tetapi benda uji harus digergaji dengan gerinda intan untuk menghilangkan pengaruh pengecoran atau vibrasi. Beban pada kecepatan 0,05 MPa/detik sampai runtuh. (Paul Nugraha dan Antoni, 2007).

Tegangan tarik dihitung dengan persamaan :

$$T = \frac{2P}{\pi L D} \dots\dots\dots (3.7)$$

Dengan :

- T = Kuat Tarik Belah Beton (MPa)
- P = Beban Hancur (N)
- L = Panjang Spesimen (mm)
- D = Diameter Spesimen (mm)

3.12. Perencanaan Campuran Beton

Dalam praktek yang ada beberapa motode rancangan campuran beton yang gtelah dikenal, antara lain seperti DOE yang dikembangkan oleh *Departement of Environment* di Inggris dan metode ACI (*American Concrete Institute*). Metode rancangan campuran beton dengan cara DOE ini di Indonesia dikenal sebagai standar perancangan oleh Departement Pekerjaan Umum dan dimuat dalam standar SNI 03-2834-2002, “Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal”. Sedangkan SNI 7656:2012, “Tata cara pemilihan campuran untuk beton normal, beton berat dan beton massa” mengacu pada ACI. Secara garis besar kedua metode tersebut didasarkan pada hubungan empiris, bagan, grafik dan tabel, tetapi pada beberapa procedural terdapat perbedaan.

3.12.1. Metode SNI 03-2834-2002

Metode SNI 03-2834-2002, dalam prosedur rancangan campurannya mengadopsi beberapa asumsi ssebagai berikut (Alkhaly, 2016):

- a. Metode ini berlaku untuk semen *Ordinary Portland Cement* (tipe I), *Rapid Hordening Portland Cement* (tipe II), *High Early Strength Cement* (tipe III) dan *Sulphate Reisting Portland Cement* (tipe IV).
- b. Metode ini membedakan antara agregat pecah (batu pecah) dan tidak pecah (agregat alami/kerikil) yang akan mempengaruhi jumlah pengguna air.
- c. Memperhitungkan gradasi dari agregat halus berdasarkan zona dan menganggap gradasi dari agregat halus akan mempengaruhi tingkat kemampuan kerja dari campuran beton.
- d. Rasio optimum dari volume curah agregat kasar per kubik beton tergantung dari ukuran maksimum nominal dari agregat kasar dan gradasi agregat halus.
- e. Kadar air dalam campuran beton hanya dipengaruhi oleh tingkat kemudahan kerja yang diperlukan, dinyatakan uji slump.
- f. Ukuran maksimum nominal dari agregat kasar, dianggap tidak mempengaruhi proporsi campuran.
- g. Metode mengadopsi campuran beton dengan rasio air semen (fas) 0,5.
1. Tahapan perencanaan campuran beton dengan metode SNI 03-2832-2002
Proses perancangan mengikuti langkah-langkah berikut ini:
 - a. Tentukan nilai kuat tekan beton (f'_c) yang direncanakan sesuai dengan syarat teknik yang dikehendaki. Kuat tekan ini ditentukan pada umur 28 hari, dengan kegagalan/cacat maksimum ... % (misalnya 5%).
 - b. Tentukan devisiasi standar (S) berdasarkan data yang lalu atau diambil dari tabel b.

Tabel 3. 7. Devisiasi Standar Sebagai Ukuran Mutu Pelaksanaan.

Standar pekerjaan		Devisiasi standar (MPa)		
Sebutan	Volume beton (m ³)	Baik sekali	Baik	Dapat diterima
Kecil	<1000	4,5<5<5,5	5,5<5<6,5	6,6<5<8,5
Sedang	1000-3000	3,5<5<4,5	4,5<5<5,5	6,5<5<7,5
Besar	>3000	2,5<5<3,5	3,5<5<4,5	4,5<5<6,5

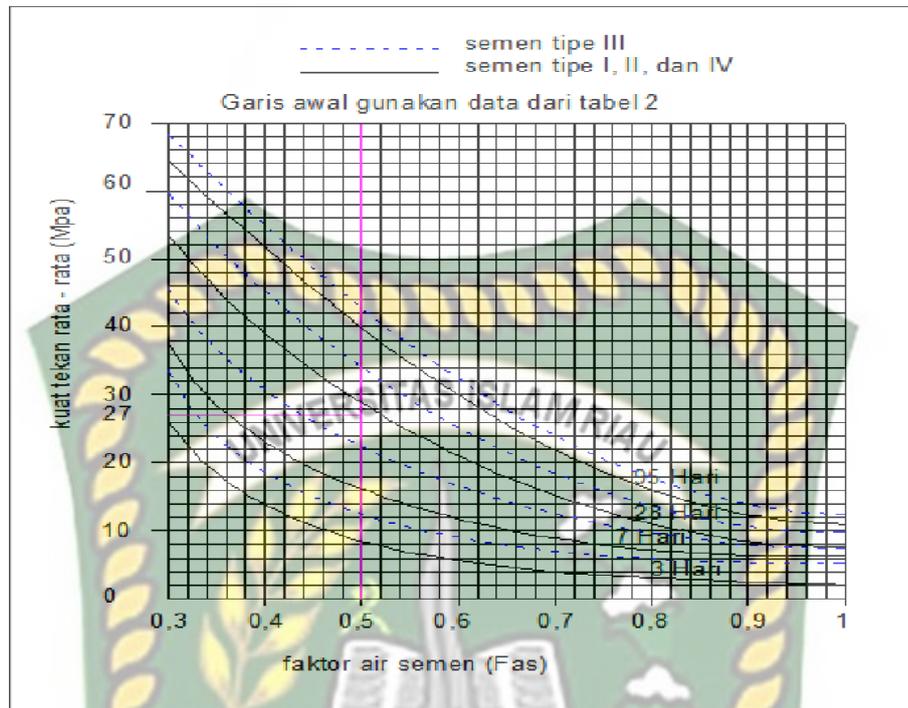
Sumber : SNI 03-2834-2002.

- c. Hitung nilai/margin, $M = k \cdot S$ dimana $k = 1,64$ untuk kegagalan/cacat maksimum 5%.
- d. Hitung kuat tekan rata-rata yang direncanakan, $f'c = f'c + M$
- e. Tetapkan jenis/tipe semen yang digunakan.
- f. Tentukan jenis agregat halus dan agregat kasar yang digunakan, apakah alami atau dipecah.
- g. Tentukan faktor air-semen (fas) mengikuti langkah berikut:
 - Dari tabel g tentukan perkiraan nilai kuat tekan beton pada umur 28 hari pada fas 0,5, berdasarkan jenis semen, jenis agregat kasar, dan bentuk benda uji.
 - Pada gambar 2 atau gambar 3, perkiraan nilai kuat tekan beton diplot dan kemudian tarik garis mendatar hingga memotong garis fas = 0,5
 - Melalui titik potong tersebut, tarik kurva yang proporsional terhadap kurva-kurva lengkung mengapitnya.
 - Plot nilai kekuatan tekan rata-rata kemudian tarik garis mendatar hingga memotong kurva baru yang dibuat.
 - Dari titik dipotong tarik garis lurus vertical untuk mendapat nilai fas yang diperlukan.

Tabel 3. 8. Perkiraan Kuat Tekan Beton Dengan Fas 0,5.

Jenis semen	Jenis agregat kasar	Kekuatan tekan (MPa) pada umur (hari)				Bentuk benda uji
		3	7	28	91	
Semen Portland tipe I atau semen tahan sulfat tipe II,V	Batu tak dipecah	17	23	33	40	Silinder
	Batu pecah	18	27	37	45	
Semen Portland tipe III	Batu tak dipecah	20	28	40	48	Kubus
	Batu pecah	23	32	45	54	
Semen Portland tipe III	Batu tak dipecah	21	28	38	44	Silinder
	Batu pecah	25	33	44	48	
Semen Portland tipe III	Batu tak dipecah	25	31	46	53	Kubus
	Batu pecah	30	40	53	60	

Sumber : SNI 03-2834-2002.



Gambar 3. 3. Hubungan Faktor Air Semen dan Kekuatan Tekan Beton Untuk Benda Uji Silinder (SNI 03-2834-2002).

- h. Tetapkan fas maksimum, pilih nilai terkecil.
- i. Tentukan nilai slump.
- j. Tentukan ukuran butir normal agregat maksimum.
- k. Tentukan nilai kadar air bebas

Tabel 3. 9. Perkiraan Kadar Air Bebas (kg/m³).

Ukuran besar butiran agregat maksimum	Jenis agregat	Slump (mm)			
		0-10	10-30	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

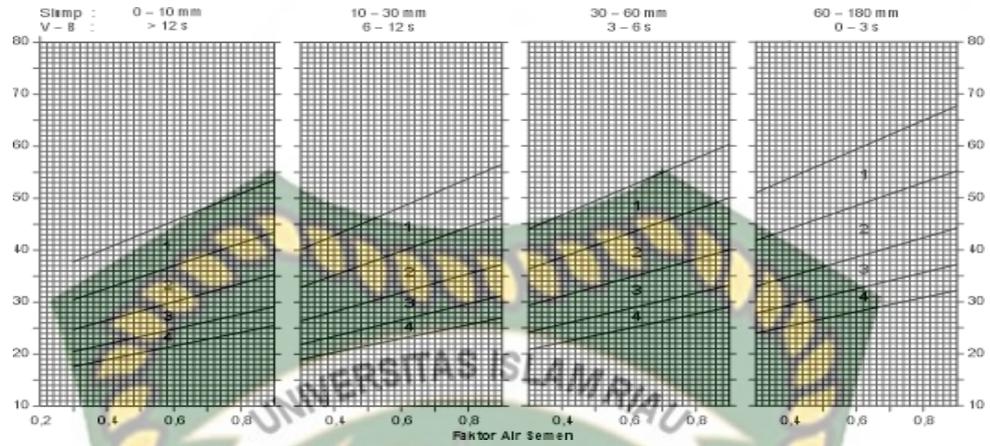
Sumber : SNI 03-2834-2002.

Jika agregat halus dan agregat kasar batu pecah, kadar air bebas dihitung sebagai:

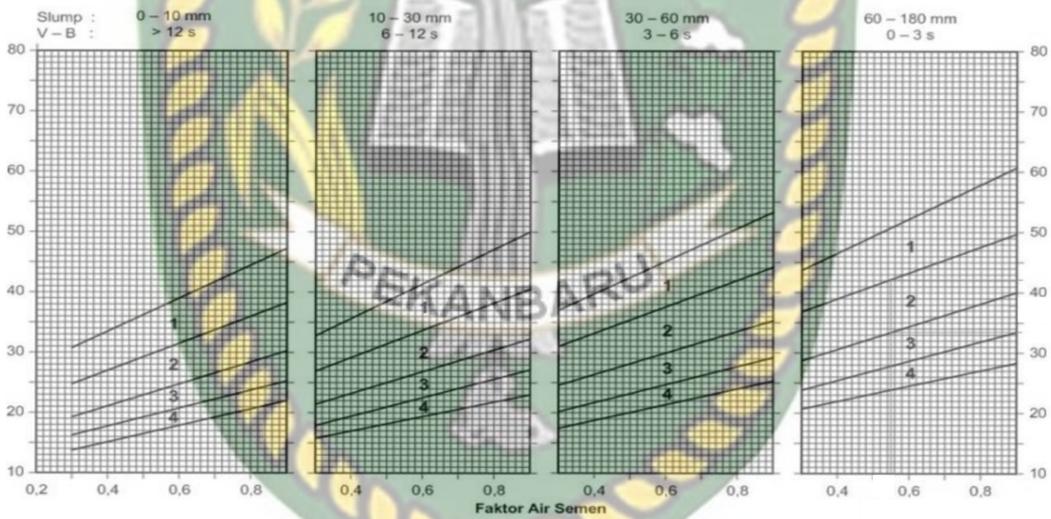
$$\text{Kadar air bebas} = \frac{2}{3} W_h + \frac{1}{3} W_k \dots \dots \dots (3.8)$$

Dengan pengertian, W_h = jumlah air untuk agregat halus, W_k = jumlah air untuk agregat kasar. Untuk temperature diatas 20°C , setiap kenaikan 5°C harus ditambahkan air sebanyak 5 liter/m^3 adukan beton. untuk permukaan agregat yang kasar harus ditambahkan air kira-kira 10 liter/m^3 beton.

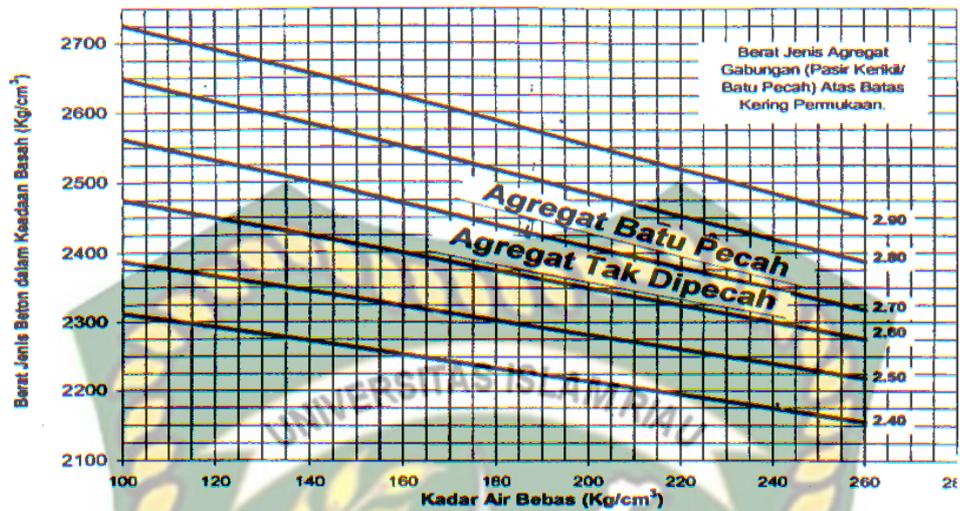
- l. Hitung jumlah semen = kadar air : faktor air semen.
- m. Jika ditetapkan, tentukan kadar semen maksimum.
- n. Jika jumlah semen berubah karena pertimbangan kadar semen maksimum atau kadar semen minimum, tentukan fas yang disesuaikan
- o. Tentukan gradasi halus sesuai dengan syarat.
- p. Tentukan presentase agrgat halus
- q. Hitung berat jenis relative = (% agregat halus x berat jenis agregat halus) + (% agregat kasar x berat jenis agregat kasar).
- r. Tentukan berat beton basah.
- s. Hitung kadar agregat gabungan = berat beton – jumlah (semen+air).
- t. Hitung kadar agrgat halus = % agregat halus x kadar agrgat gabungan.
- u. Hitung kadar agregat kasar = agregat gabungan – agregat halus.
- v. Tetapkan proporsi campuran hasil perhitungan.
- w. Lakukan koreksi campuran berdasarkan kondisi agregat saat pelaksanaan.



Gambar 3.4. Persen Pasir Terhadap Kadar Total Agregat Yang Dianjurkan Untuk Ukuran Maksimum 20 mm (SNI 03-2834-2002).



Gambar 3.5. Persen Pasir Terhadap Kadar Total Agregat Yang Dianjurkan Untuk Ukuran Maksimum 40 mm. (SNI 03-2834-2002).



Gambar 3. 6. Penentuan Berat Beton Segar (SNI 03-2834-2002).

3.13. Koreksi Proporsi Campuran

Setelah rancangan campuran selesai, perlu diingat bahwa proporsi yang didapat adalah proporsi yang mempunyai basis kondisi agregat tertentu. Metode DOE memakai basis kondisi agregat SSD (*saturated surface dry*).

Saat pelaksanaan dilapangan, kondisi agregat yang akan digunakan dalam campuran beton adalah kondisi apa adanya, sehingga harus ada penyesuaian dengan rancangan yang sudah dibuat. Untuk melakukan koreksi penyesuaian rancangan campuran diperlukan data kadar air dan resapan agregat.

Jika dengan kondisi agregat SSD diperoleh proporsi:

- B_1 = berat semen/ m^3
- B_2 = berat air/ m^3
- B_3 = berat agregat halus/ m^3 , SSD
- B_4 = berat agregat kasar/ m^3 , SSD
- C_m = kadar air agregat halus (%)
- C_a = resapan agregat halus (%)
- D_m = kadar air agregat kasar (%)
- D_a = resapan agregat kasar (%)

Proporsi campuran yang disesuaikan adalah:

Semen, tetap = B_1

Air = $B_2 - (C_m - C_a) \times B_3/100 - (D_m - D_a) \times B_4/100$

Agregat halus = $B_3 + (C_m - C_a) \times B_3/100$

Agregat kasar = $B_4 + (D_m - D_a) \times B_4/100$



BAB IV

METODOLOGI PENELITIAN

4.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di Laboratium Struktur, Material dan Komputer Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Riau Pekanbaru. Pada Laboratorium Fakultas Teknik Program Studi teknik Sipil ini penulis melakukan pemeriksaan material, pengecoran atau pembuatan benda uji (silinder), *mix design*, uji *slump*, perawatan beton, pengujian berat isi agregat, uji kuat tekan dan kuat tarik beton.

4.2. Jenis Penelitian

Penelitian ini melakukan pengujian beton selama 28 hari dengan menggunakan metode eksperimen dilaboratorium yang mengacu pada SNI 02-2834-2002 dengan benda uji silinder 30 cm x 15 cm yang berjumlah 10 benda uji tiap penambahan abu serabut kelapa 0%, 2,5%, 4%, 5,5% dan 7% dari pengurangan berat semen.

4.3. Bahan Penelitian

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

1. Agregat Kasar
Agregat kasar yang digunakan adalah batu kerikil berasal dari Sungai Kualu, Kampar.
2. Agregat Halus
Agregat halus yang digunakan adalah pasir dari Sungai Kualu, Kampar.
3. Semen
Semen yang digunakan adalah semen Portland PCC dari PT. Semen Padang.
4. Air
Air yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari sumur bor Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.

5. Bahan Tambahan

Bahan tambah yang digunakan dalam penelitian ini adalah abu serabut kelapa.

4.4. Peralatan

Peralatan yang digunakan untuk mendukung penelitian ini yaitu peralatan yang sesuai pada prosedur penelitian sebagai berikut:

1. Timbangan

Timbangan adalah salah satu alat ukur yang digunakan untuk mengukur massa suatu benda.

Dalam penelitian ini digunakan beberapa jenis timbangan yaitu timbangan manual dan timbangan digital.

2. Mistar (Penggaris)

Mistar atau penggaris adalah sebuah alat ukur panjang yang sering digunakan untuk mengukur berasan diameter dan juga penurunan *slump*.

3. Saringan

Saringan adalah alat yang digunakan untuk menyaring material agregat halus dan kasar untuk mendapatkan data analisa saringan dengan ukuran saringan yang digunakan yaitu 11/2, 1/4, 3/8, No. 4 (4,8 mm), No. 8 (2,4 mm), No. 16 (1,2 mm), No. 30 (0,6 mm), No. 50 (0,3 mm), No. 100 (0,15 mm), No. 200 (0,075 mm).

4. Cawan

Cawan adalah alat yang digunakan sebagai wadah untuk benda uji yang terbuat dari *stainless steel* yang tahan terhadap panas.

5. Piknometer

Piknometer adalah alat yang digunakan untuk menentukan massa jenis suatu benda.

6. Oven

Oven adalah sebuah peralatan berupa ruang termal terisolasi yang digunakan untuk pemanasan, pemanggangan, dan pengeringan suatu benda uji dengan pengaturan suhu.

7. Wadah

Wadah berbentuk silinder yang digunakan untuk pemeriksaan berat isi agregat halus dan agregat kasar yang terbuat dari baja dengan tinggi 155 mm dan diameter 158 mm.

8. Besi Penusuk

Besi penusuk digunakan untuk memadatkan pada saat pengujian berat isi dan juga pemadatan saat pengujian *slump* juga pada cetakan.

9. Kerucut Terpancung

Krucut terpancung digunakan saat pengujian berat jenis agregat halus, yaitu untuk memeriksa keadaan kering permukaan jenuh agregat halus. Terbuat dari baja dengan diameter atas 35 mm dan bawah 80 mm, tinggi 70 mm dan tebal 1mm.

10. Alat Uji *Slump*

Alat uji *slump* adalah alat untuk menguji kelecakan beton yang telah diaduk terbuat dari baja yang berbentuk kerucut terpancung dengan tebal 2 mm, lebar diameter bawah 200 mm dan diameter atas 100 mm.

11. Mesin Pengaduk Beton

Mesin pengaduk beton digunakan untuk pengadukan beton segar dimana bahan-bahan yang telah diuji dicampurkan.

12. Cetakan Beton

Cetakan beton adalah alat untuk mencetak beton yang sudah diuji *slump* berbentuk silinder dengan tinggi cetakan 300 mm dan diameter 150 mm.

13. Bak Rendaman

Bak rendaman digunakan untuk merendam beton yang telah dicetak sebagai proses perawatan beton.

14. Mesin Getar (*Vibrator*)

Vibrator adalah alat getar yang berfungsi untuk memadatkan beton yang sudah dimasukkan kedalam cetakan agar beton menjadi padat.

15. Mesin Uji Kuat Tekan Beton

Mesin kuat tekan beton adalah mesin untuk menguji kuat tekan beton setelah proses perawatan yang mengeluarkan data bacaan untuk mengetahui kuat tekan dari beton.

16. Mesin Uji Kuat Tarik Beton

Mesin uji kuat tarik beton telah dirancang untuk digunakan di lapangan atau laboratorium untuk melakukan uji tarik pada beton.

4.5. Tahap Pelaksanaan Penelitian

Tahapan-tahapan pelaksanaan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Persiapan

Pengurusan perizinan penggunaan laboratorium dan pengadaan material seperti agregat kasar, agregat halus, bahan tambah, semen PCC, air, peralatan.

2. Proses pembuatan Abu Serabut Kelapa

Proses pembuatan abu serabut kelapa dilakukan dengan beberapa tahapan sebagai berikut :

a. Pengeringan Serabut Kelapa

Pengeringan dilakukan dengan cara menghamparkan limbah serabut kelapa ditempat terbuka. Hal ini dilakukan agar serabut kelapa dapat mudah terbakar dengan mudah.

b. Pembakaran Serabut Kelapa

Pembakaran serabut kelapa dilakukan menggunakan drum besi supaya abu hasil pembakaran tidak tertiuap angin.

c. Penyaringan Abu Serabut Kelapa

Abu hasil pembakaran kemudian disaring dengan saringan no. 200, hal ini bertujuan agar abu serabut kelapa memiliki tingkat kehalusan yang seragam.

3. Pemeriksaan Material

Pemeriksaan material terdiri dari analisa saringan, berat isi agregat, berat jenis, kadar air dan kadar lumpur.

4. Perencanaan Campuran Beton

Metode yang digunakan dalam perhitungan campuran beton (*mix design*) berdasarkan SNI 03-2834-2002.

5. Pembuatan Beton Segar

Dalam pembuatan beton segar ini menggunakan mesin pengaduk beton

6. Pengujian Nilai *Slump Test*

Pengujian nilai *slump test* ini dimaksud untuk mengukur kelecakan beton segar yang berhubungan dengan tingkat kemudahan dalam pengerjaan.

7. Pembuatan Benda Uji

Benda uji dibuat dengan menggunakan silinder ukuran 150 mm x 300 mm, benda uji pada tiap presentase substitusi abu serabut kelapa sebanyak 3 buah sampel.

8. Perawatan (*Curing*)

Dalam penelitian ini perawatan yang digunakan adalah perendaman dalam air, yang dilakukan di bak perendaman laboratorium UIR dengan jangka waktu perendaman 28 hari.

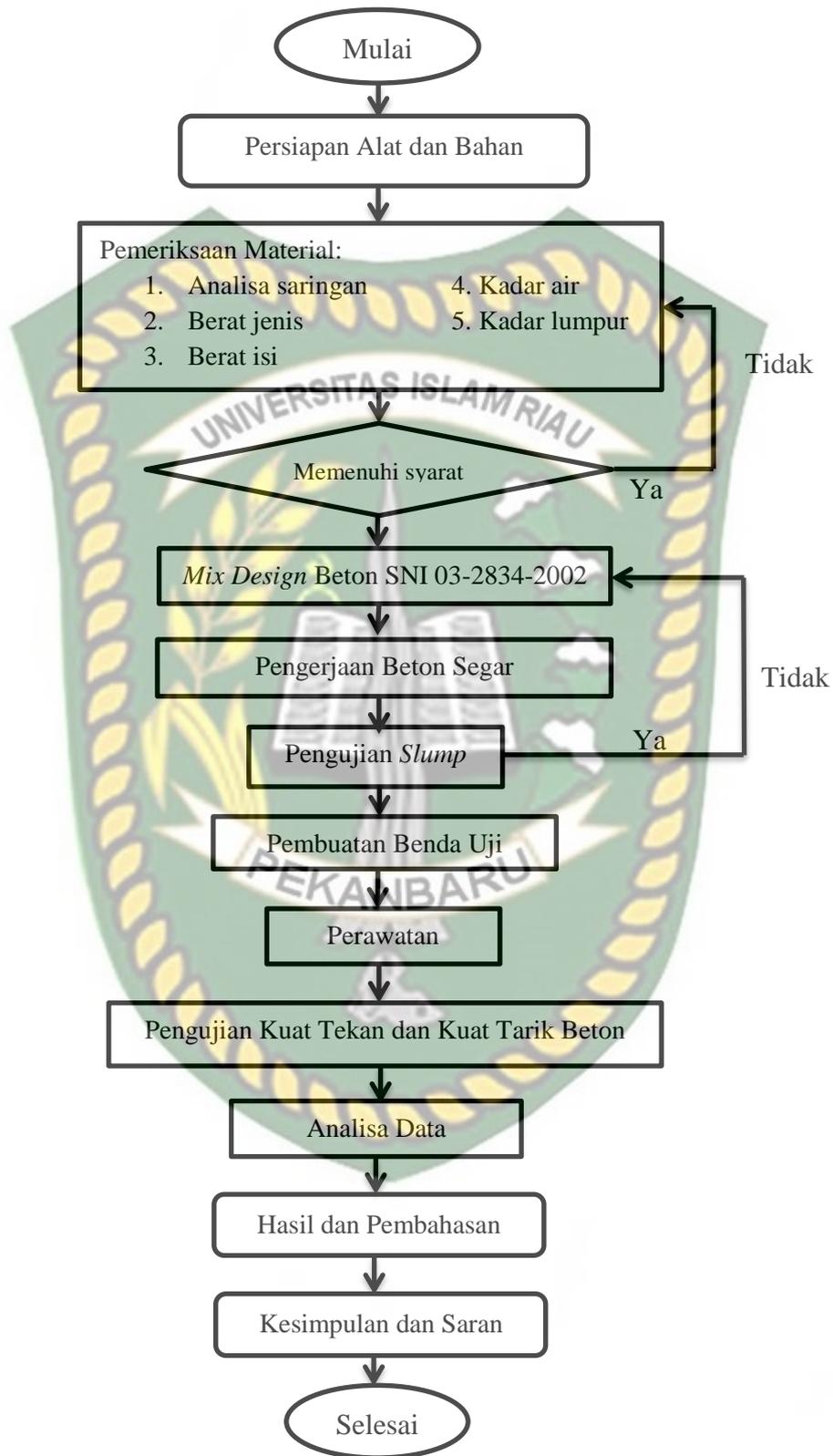
9. Hasil dan Pembahasan

Analisa dan pembahasan didapat setelah pengujian kuat tekan dan kuat tarik beton. Hasil dan pembahasan bertujuan untuk merangkum segala hasil pengujian yang dilakukan terhadap benda uji beton.

10. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dan saran bertujuan menyimpulkan apa yang telah didapat dari hasil penelitian dan saran penelitian selanjutnya.

Untuk lebih jelas tahapan pelaksanaan penelitian ini dapat dilihat pada bagan alir penelitian gambar 4.1.



Gambar 4. 1. Bagan Alir Penelitian.

4.6. Cara Analisa Data

Analisa data yang dilakukan dalam penelitian ini mengacu pada SNI 03-2834-2002. Setelah melakukan pembuatan beton segar, uji *slump test*, pembuatan benda uji, dan perawatan. Penelitian ini melakukan uji kuat tekan dan kuat tarik beton pada setiap benda uji yang berjumlah 30 sampel, dengan menggunakan alat mesin kuat tekan dan kuat tarik beton untuk mengetahui hasil nilai kuat tekan dan kuat tarik beton yang direncana di setiap persentase penggunaan abu serabut kelapa, sehingga penelitian ini mengetahui kuat tekan dan kuat tarik beton. Tahapan-tahapan analisis data dalam penelitian adalah:

1. Pengujian bahan
 - a. Analisa saringan, menggunakan 1 set saringan untuk mengetahui kehalusan dan zona lolos agregat.
 - b. Berat isi, untuk mengetahui berat isi gembur dan padat agregat.
 - c. Berat jenis, untuk mengetahui berat jenis permukaan jenuh, berat jenis semu dan penyerapan agregat.
 - d. Kadar lumpur, mengetahui persentase lolos agregat saringan No #200.
 - e. Kadar air, mengetahui kandungan air agregat lapangan.
2. *Mix design*, menggunakan FAS 0,49 dengan presentase abu serabut kelapa 0%, 2,5%, 4%, 5,5% dan 7% sebagai pengganti sebagian semen.
3. Pembuatan benda uji
4. Pengujian kuat tekan benda uji
 - a. Beban maksimum benda uji (P)
 - b. Luas penampang (A)
 - c. Kuat tekan beton (f_c')
 - d. Kuat tekan rata-rata benda uji ($f_c'r$)
 - e. Standar deviasi (S)
5. Pengujian kuat tarik belah
 - a. Kuat tekan karakteristik ($f_c'k$)
 - b. Kuat tarik belah ($f_c't$)
 - c. Beban pada waktu belah (P)

- d. Diameter benda uji silinder (d)
- e. Panjang benda uji silinder (L)
- f. Phi (π)



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Halus

Gradasi agregat halus merupakan variasi dari ukuran agregat, gradasi yang baik akan memberikan kekuatan beton yang maksimal. Gradasi agregat halus dinyatakan dengan nilai presentase banyaknya agregat halus yang tertahan atau melewati suatu susunan saringan 4,8 mm. Analisa saringan batas gradasi pasir dalam daerah pasir no. 1, batas gradasi pasir dalam daerah pasir no. 2, batas gradasi pasir dalam daerah pasir no. 3, dan batas gradasi pasir dalam daerah pasir no. 4. Analisa saringan dapat dilihat pada lampiran B-1, dan hasil rata-rata dari dua percobaan analisa saringan dapat dilihat pada tabel 5.1.

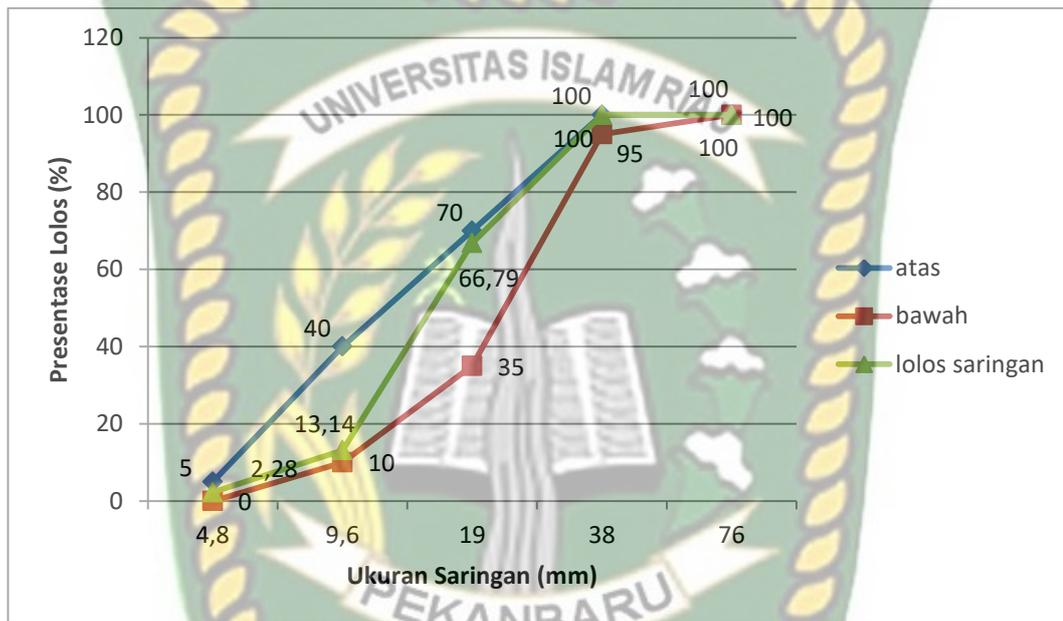
Tabel 5. 1. Hasil Rata-Rata Persentase Lolos Agregat Halus.

Nomor Ayakan	1.5"	3/4 "	1/2 "	3/8 "	#4	#8	#16	#30	#50	#100	#200
Ukuran Ayakan	38	19	12,7	9,6	4,8	2,4	1,2	0,6	0,3	0,15	0,075
Lolos (%)	100	100	100	99,37	96,66	85,52	71,08	30,22	12,64	1,63	0,04

Sumber: Hasil analisa penelitian,2021.

Berdasarkan Tabel 5.1 dapat dilihat bahwa presentase lolos agregat halus memenuhi persyaratan batas gradasi halus zona II. Hasil dapat dilihat saringan ukuran 0,075 mm persentase lolos sebesar 0%. Saringan ukuran 0,15 mm persentase lolos sebesar 1,58%. Saringan ukuran 0,3 mm presentase lolos sebesar 12,6%. Saringan ukuran 0,6 mm presentase lolos sebesar 30,76%. Saringan ukuran 1,2 mm presentase lolos sebesar 71,05%. Saringan ukuran 2,4 mm

presentase lolos sebesar 85,2%. Saringan ukuran 4,8 mm presentase lolos sebesar 96,64%. Saringan ukuran 9,6 mm presentase lolos sebesar 99,36%. Saringan ukuran 12,7 mm presentase lolos sebesar 100%. Saringan ukuran 19 presentase lolos sebesar 100%. Saringan ukuran 38,1 mm presentase lolos sebesar 100%. Data presentase lolos saringan agregat halus berada diantara batas gradasi halus zona II yaitu batas minimum dan maksimum pada setiap ukuran saringan.



Gambar 5. 1. Grafik Presentase Lolos Agregat Halus Dari Sungai Kualu, Kampar Dengan Gradasi Untuk Besar Ukuran Maksimum 40 mm Sebelum Dikombinasikan.

Dari gambar 5.1 dapat dilihat bahwa presentase lolos agregat halus telah masuk persyaratan lolos agregat halus. Dari data yang terlihat bahwa presentase lolos saringan agregat halus berada di zona III diantara batas standar besaran butiran maksimum 40 mm.

5.2. Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Kasar

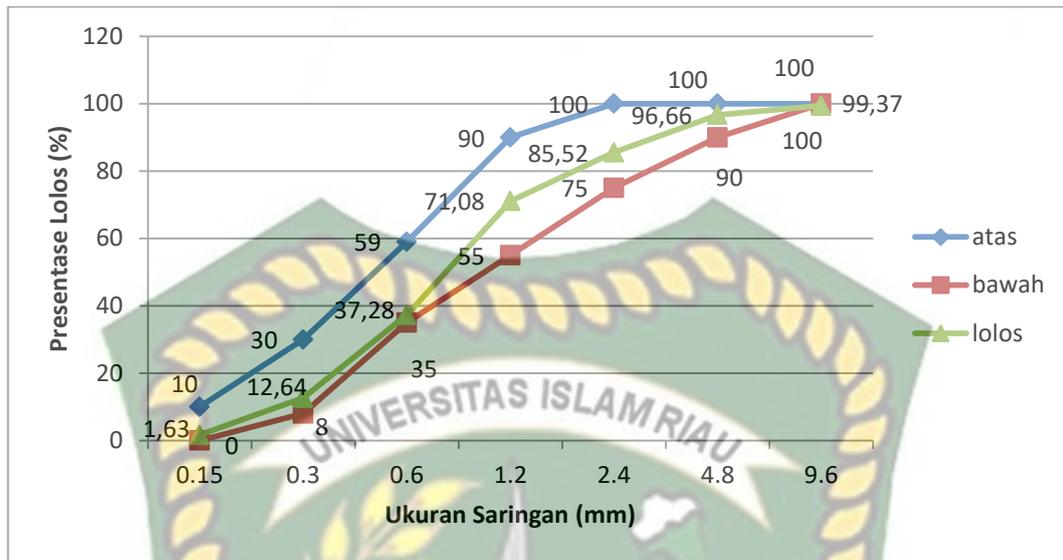
Hasil pemeriksaan analisa saringan dapat dilihat pada lampiran B-2, untuk hasil rata-rata dari dua percobaan analisa saringan agregat kasar dapat dilihat pada tabel 5.2.

Tabel 5. 2. Hasil Rata-Rata Presentase Lolos Agregat Kasar.

Nomor Ayakan	1.5"	3/4 "	1/2 "	3/8 "	#4	#8	#16	#30	#50	#100	#200
Ukuran Ayakan	38	19	12,7	9,6	4,8	2,4	1,2	0,6	0,3	0,15	0,075
Lolos (%)	90,03	66,79	29,92	13,14	2,28	0,2	0,17	0,15	0,13	0,08	0,05

Sumber: Hasil analisa penelitian,2021.

Berdasarkan Tabel 5.2 dapat dilihat bahwa presentase lolos agregat kasar dengan saringan ukuran 0,15 mm memiliki presentase lolos sebesar 0,08%. Dari saringan ukuran 0,3 mm presentase lolos sebesar 0,13%. Dari saringan ukuran 0,6 mm presentase lolos 0,15%. Dari saringan ukuran 1,2 mm presentase lolos sebesar 0,17%. Dari saringan ukuran 2,4 mm presentase lolos sebesar 0,2%. Dari saringan ukuran 4,8 mm presentase lolos sebesar 2,28%. Dari saringan ukuran 9,6 mm presentase lolos sebesar 13,14%. Dari saringan ukuran 12,7 mm presentase lolos sebesar 29,92%. Dari saringan ukuran 19 mm presentase lolos sebesar 66,79% dan saringan ukuran 38 mm presentase lolos sebesar 90,03%. Dari data bahwa presentase lolos saringan agregat kasar tidak ada yang berada diantara batas gradasi agregat kasar zona I sampai zona III yaitu batas minimum dan maksimum pada setiap ukuran saringan dapat dilihat pada Gambar 5.1.



Gambar 5. 2. Grafik Presentase Lolos Agregat Kasar Dari Sungai Kualu, Kampar Dengan Batas Gradasi Untuk Besar Ukuran Maksimum 40 mm Sebelum Dikombinasikan.

Dari gambar 5.2 dapat dilihat bahwa presentase lolos agregat kasar telah masuk persyaratan lolos agregat kasar. Dari data yang terlihat bahwa presentase lolos saringan agregat kasar berada di zona II diantara batas standar besaran butiran maksimum 40 mm.

5.3. Hasil Pemeriksaan Berat Isi Material

Berat isi adalah perbandingan antara berat agregat kering dengan volumenya. Analisa pemeriksaan berat isi ini dapat dilihat pada lampiran B-3. Hasil pemeriksaan berat isi material dapat dilihat pada tabel 5.3.

Tabel 5. 3. Berat Isi Agregat Halus, Agregat Kasar.

Material	Berat Isi (gr/cm ³)	
	Kondisi Lepas	Kondisi Padat
Agregat Halus	1,93	2,19
Agregat Kasar	2,21	2,39

Sumber : Hasil Analisa Penelitian,2021.

Berdasarkan tabel 5.3 dapat dilihat bahwa berat isi material kondisi lepas agregat halus didapat 1,93 gr/cm³, dan pada kondisi padat agregat halus didapat

2,19 gr/cm³. Berat isi material kondisi lepas agregat kasar didapat 2,21 gr/cm³, dan pada kondisi padat agregat kasar didapat 2,29 gr/cm³. Hasil berat isi ini dimaksudkan untuk mengetahui cara mencari berat satuan (isi) tempat.

5.4. Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Serta Penyerapan Material

Pemeriksaan berat jenis serta penyerapan air material dilakukan untuk mengetahui berat jenis kering permukaan jenuh SSD (*saturated surface dry*) serta untuk memperoleh angka berat jenis curah, dan berat jenis semu. Analisa perhitungan dapat dilihat pada lampiran B-4 sampai lampiran B-5, dari percobaan pemeriksaan berat jenis dapat dilihat pada Tabel 5.4.

Tabel 5. 4. Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Serta Penyerapan Material.

Material	Berat Jenis Semu (gr)	Berat Jenis Permukaan Jenuh (gr)	Berat Jenis (gr)	Penyerapan (%)	Keterangan
Agregat Halus	2,69	2,53	2,45	3,66	Memenuhi Syarat
Agregat Kasar	2,65	2,61	2,58	0,98	Memenuhi Syarat

Sumber : Hasil Analisa Penelitian,2021.

Berdasarkan tabel 5.4 dapat dilihat berat jenis permukaan jenuh SSD (*saturated surface dry*) agregat halus didapat 2,53 dan berat jenis permukaan jenuh SSD (*saturated surface dry*) agregat kasar adalah 2,61. Berdasarkan nilai berat jenis material tersebut dapat memenuhi standar spesifikasi berat jenis yaitu 2,58 s/d 2,83 gr/cm³ (Tjokrodimuljo,1995). Berat jenis kering permukaan jenuh ini merupakan sebagai pegangan untuk memperoleh berat jenis agregat campuran yang nantinya digunakan dalam menentukan perkiraan berat beton dalam m³.

5.5. Hasil Pemeriksaan Kadar Lumpur

Pemeriksaan kadar lumpur ini menggunakan metode penjumlahan bahan dalam agregat yang lolos saringan #200 (0,075) yang dimaksudkan sebagai acuan

dalam pegangan untuk melaksanakan pengujian dan untuk melakukan penjumlahan setelah dilakukan pencucian benda uji. Analisa dapat dilihat pada lampiran B-7 dan hasil pemeriksaan dapat dilihat pada tabel 5.5 sebagai berikut.

Tabel 5. 5. Hasil Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat.

Material	Kadar Lumpur %	Keterangan
Agregat Halus	4,02	Memenuhi Syarat
Agregat Kasar	0,82	Memenuhi Syarat

Sumber : Hasil Analisa Penelitian,2021.

Berdasarkan Tabel 5.5 dapat dilihat bahwa agregat halus mengandung kadar lumpur dalam keadaan yang aman digunakan untuk campuran adukan beton, dimana menurut SNI 03-6821-2002 untuk kadar lumpur agregat halus yaitu $4,02\% < 5\%$, untuk agregat kasar yaitu $0,82\% < 1\%$, sehingga material tidak perlu dicuci lagi karena sudah memenuhi syarat.

5.6. Hasil Pemeriksaan Kadar Air Lapangan

Kadar air bertujuan untuk memperoleh presentase dari kadar air yang terkandung dalam agregat. Analisa perhitungan pemeriksaan kadar air dapat dilihat pada lampiran B-6, hasil pemeriksaan kadar air lapangan dapat dilihat pada Tabel 5.6.

Tabel 5. 6. Hasil Pemeriksaan Kadar Air Agregat.

Material	Kadar Air %
Agregat Halus	2,59
Agregat Kasar	0,94

Sumber : Hasil Analisa Penelitian,2021.

Berdasarkan tabel 5.6 dapat dilihat kadar air lapangan agregat halus didapat 2,59% dan kadar air lapangan agregat kasar didapat 0,94%.

5.7. Hasil Pemeriksaan Campuran Beton (SNI-03-2834-2002)

Perencanaan campuran beton bertujuan untuk mengetahui proporsi campuran antara semen, agregat halus, agregat kasar, dan air. Analisa didapat

dilihat pada lampiran A-8, hasil perencanaan campuran beton untuk tiap m³ sebelum koreksi kadar air dilihat pada tabel 5.7.

Tabel 5. 7. Proporsi Campuran Beton Untuk Tiap m³ Sebelum Koreksi Kadar Air SSD (*saturated surface Dry*).

Proporsi Campuran	Semen (kg)	Air (liter)	Agregat Halus (kg)	Agregat Kasar (kg)
Tiap m ³	357,143	175	674,097	1160,180
Tiap 1 Zak Semen	50	24,5	94,374	162,425
Tiap Kom. Campuran	1	0,49	1,887	3,249

Sumber : Hasil Analisa Penelitian,2021.

Berdasarkan tabel 5.7 dapat dilihat pemakaian semen, agregat kasar, agregat halus, dan air dalam tiap m³, tiap 1 zak semen dan tiap komposisi campuran. Setelah dilakukan koreksi kadar air didapat proporsi campuran beton untuk 3 benda uji silinder. Analisa dapat dilihat pada lampiran A-10 sampai lampiran A-12, hasil perencanaan campuran beton untuk 3 benda uji silinder ukuran 15 cm x 30 cm sesudah koreksi kadar air SSD (*saturated surface dry*) yang dapat dilihat pada tabel 5.8, 5.9, 5.10, 5.11 dan 5.12.

Tabel 5. 8. Proposi Campuran Beton Untuk 3 Benda Uji Silinder Ukuran 15 cm x 30 cm Sesudah Koreksi Kadar Air SSD (*Saturated Surface Dry*) Dengan Campuran Abu Serabut Kelapa.

NO	PERSENTASE CAMPURAN	SEMEN (KG)	AIR (Liter)	AGREGAT KASAR (KG)	AGREGAT HALUS (KG)	ABU SERABUT KELAPA (Gr)
1.	0%	7,387	3,621	23,997	13,941	-
2.	2,5%	7,202	3,621	23,997	13,941	185
3.	4%	7,092	3,621	23,997	13,941	295
4.	5,5%	6,981	3,621	23,997	13,941	406
5.	7%	6,870	3,621	23,997	13,941	517

Sumber : Hasil Analisa Penelitian,2021.

Benda uji yang dibuat dalam penelitian ini ada 3 buah benda uji silinder diameter 15 cm x 30 cm dimana cukup dilakukan 1x pengadukan pencampuran saja karna didukung oleh kemampuan alat pengaduk campuran yang ada di

laboratorium Teknik Sipil Universitas Islam Riau cukup maksimal dalam proses pencampuran bahan penyusun beton.

5.8. Hasil dan Analisa Nilai Slump Beton Terhadap Air Campuran

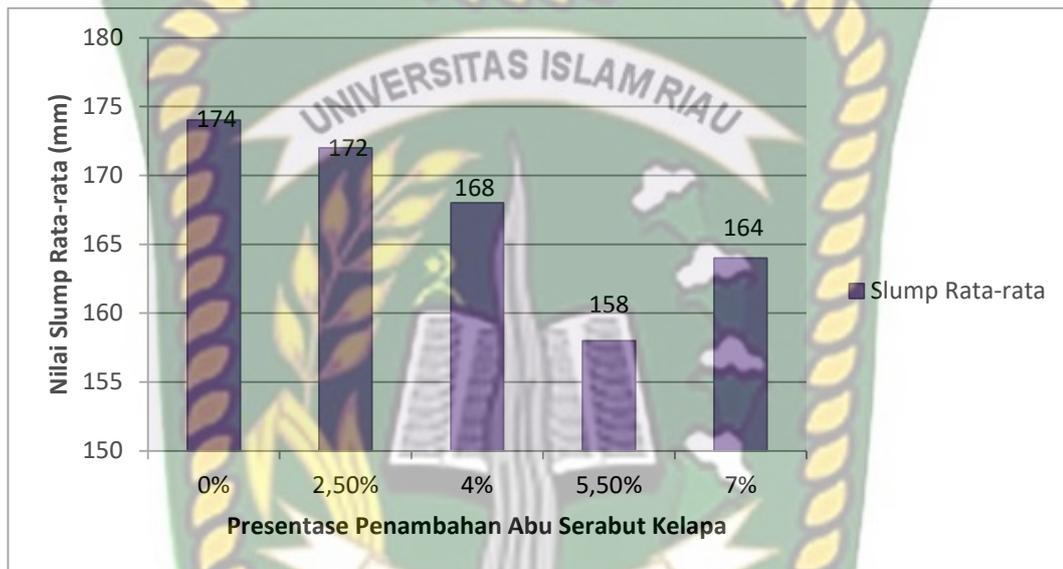
Slump test bertujuan untuk mengecek perubahan kadar air yang terdapat dalam adukan beton, nilai slump dimaksud untuk mengetahui konsistensi beton dan sifat *workability* (kemudahan dalam pengerjaan) beton sesuai dengan syarat-syarat yang ditetapkan, semakin rendah nilai *slump* menunjukkan beton tersebut mengalami kesulitan dan butuh waktu yang cukup lama dalam pengerjaan beton tersebut. Sedangkan nilai *slump* beton yang tinggi menunjukkan bahwa beton tersebut encer, dalam proses pengerjaan atau pemadatan beton tersebut akan lebih mudah dibandingkan dengan pemadatan beton yang kental dan pengerjaannya pun hanya membutuhkan waktu yang sebentar dalam proses pemadatan. Dari penelitian yang dilakukan dapat dilihat nilai *slump* yang dihasilkan pada tabel 5.13.

Tabel 5. 9. Nilai *Slump* Beton Dengan Penambahan Abu Serabut Kelapa.

NO	Persentase Abu Serabut Kelapa	Nilai Slump (mm)	Slump Rata-rata (mm)
1.	0%	175	174
		164	
		185	
2.	2,5%	178	172
		175	
		165	
3.	4%	185	168
		165	
		155	
4.	5,5%	176	158
		155	
		143	
5.	7%	174	164
		165	
		152	

Sumber : Hasil Analisa Penelitian,2021.

Dari tabel 5.13 nilai *slump* yang dihasilkan dari penambahan abu serabut kelapa mengalami penurunan. Semakin tinggi presentase penggunaan abu serabut kelapa maka semakin kecil nilai slump yang didapat, namun di persentase 7% mengalami sedikit peningkatan, hal ini membuktikan bahwa penggunaan abu serabut kelapa membuat beton menjadi kaku dan keras. Akan tetapi semua persentase 0%, 2,5%, 4%, 5,5%, dan 7% memenuhi syarat yaitu 60-180 mm.



Gambar 5. 3. Gambar Nilai Slump Beton Dengan Penambahan Abu Serabut Kelapa.

Dari gambar 5.3 dapat dilihat bahwa beton yang menggunakan campuran abu serabut kelapa lebih kental dibandingkan dengan beton yang tidak menggunakan campuran serabut kelapa.

5.9. Hasil Analisa Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilaksanakan setelah masa perawatan (*curing*) benda uji umur 28 hari, dari hasil pengujian beton benda uji silinder dengan menggunakan alat kuat tekan maka didapat hasil untuk tiap benda uji dengan penambahan abu serabut kelapa sebesar 0%, 2,5%, 4%, 5,5%, dan 7%, analisa perhitungan kuat tekan beton untuk tiap benda uji dapat dilihat pada lampiran A-

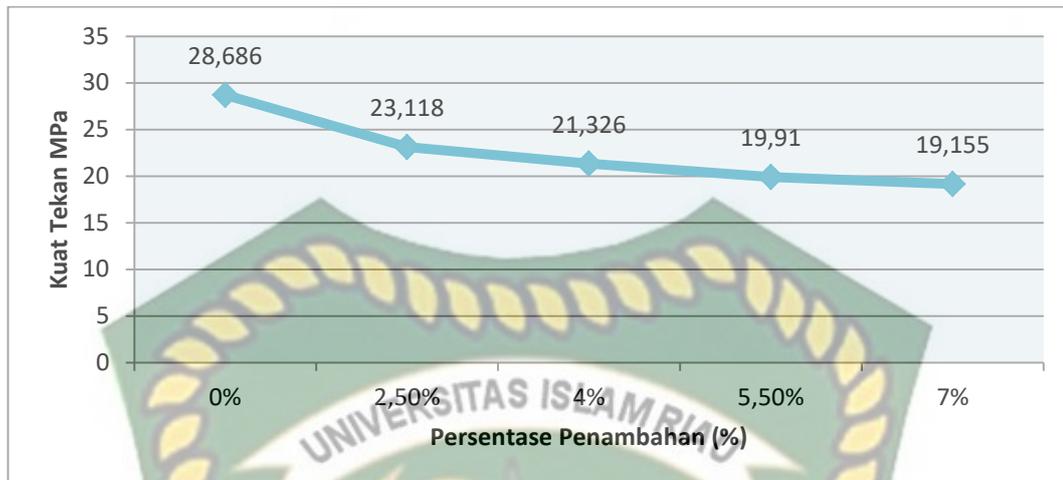
sampai lampiran A-14 sampai lampiran A-20, sedangkan hasil uji kuat tekan untuk tiap benda uji dapat dilihat pada tabel 5.14.

Tabel 5. 10. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Menggunakan Campuran Abu Serabut Kelapa Umur 28 Hari.

No	Persentase Campuran Abu Serabut Kelapa	Kode	Pmax	Fc'	Fc' Rata-rata	Persentase Kenaikan dan Penurunan
			kN	Mpa	Mpa	%
1	0 %	1	485	27,459	28,686	0
		2	435	24,628		
		3	600	33,970		
2	2,5 %	1	405	22,929	23,118	- 19,411
		2	400	22,647		
		3	420	23,779		
3	4 %	1	400	22,647	21,326	- 25,657
		2	380	21,515		
		3	350	19,816		
4	5,5 %	1	320	18,117	19,910	- 30,593
		2	385	21,798		
		3	350	19,816		
5	7 %	1	350	19,816	19,155	- 33,225
		2	315	17,834		
		3	345	19,816		

Sumber : Hasil Analisa Penelitian,2021.

Nilai kuat tekan beton campuran abu serabut kelapa umur 28 hari untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 5.4.



Gambar 5. 4. Grafik Hasil Kuat Tekan Beton Pada Umur 28 Hari.

Dari gambar 5.4 dapat dilihat bahwa beton umur 28 hari dengan menggunakan campuran abu serabut kelapa mengalami penurunan kuat tekan beton dicampurkan 2,5% dengan nilai kuat tekan 23,118 Mpa penurunan tersebut sebesar 19,411%, dicampurkan 4% dengan nilai kuat tekan 21,326 Mpa juga mengalami penurunan sebesar 25,657%, pada campuran 5,5% dengan nilai kuat tekan 19,910 Mpa mengalami penurunan sebesar 30,583% dan dicampurkan 7% dengan nilai kuat tekan 19,155 Mpa mengalami penurunan sebesar 33,225%. Penurunan kuat tekan beton yang terbesar terjadi pada beton dengan campuran abu serabut kelapa 7% dengan nilai kuat tekan 19,155 Mpa sebesar 33,225%. Dapat dilihat bahwa menggunakan campuran serabut kelapa mengalami penurunan kekuatan tekan beton.

5.10. Hasil Analisa Kuat Tarik Beton

Pengujian kuat tarik belah beton dilaksanakan setelah masa perawatan (*curing*) benda uji berumur 28 hari. Dari hasil pengujian beton benda uji silinder dengan menggunakan alat kuat tekan beton dengan alat tambahan untuk pengujian kuat tarik belah beton maka didapat hasil untuk masing-masing benda uji dengan penambahan abu serabut kelapa sebesar 0%, 2,5%, 4%, 5,5%, dan 7%. Analisa perhitungan kuat tarik belah beton untuk masing-masing benda uji dapat dilihat

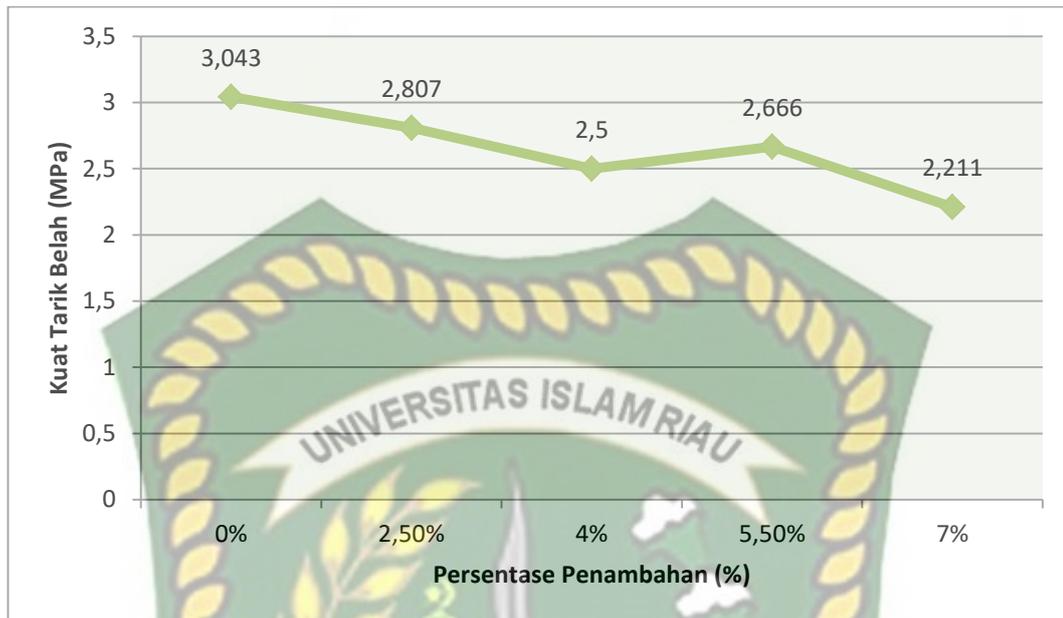
pada lampiran A-21 sampai lampiran A-28, sedangkan hasil uji kuat tarik belah beton untuk masing-masing benda uji dapat dilihat pada Tabel 5.15.

Tabel 5. 11. Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Menggunakan Campuran Abu Serabut Kelapa Umur 28 Hari.

No	Persentase Campuran Abu Serabut Kelapa	Kode	Pmax	Fc'	Fc' Rata-rata	Persentase Kenaikan dan Penurunan
			kN	Mpa	Mpa	%
1	0 %	1	185	2,619	3,043	0
		2	230	3,255		
		3	230	3,255		
2	2,5 %	1	210	2,972	2,807	- 7,756
		2	180	2,548		
		3	205	2,902		
3	4 %	1	150	2,123	2,500	- 17,844
		2	165	2,335		
		3	215	3,043		
4	5,5 %	1	180	2,548	2,666	- 12,389
		2	180	2,548		
		3	205	2,902		
5	7 %	1	175	2,477	2,211	- 27,659
		2	120	1,699		
		3	180	2,548		

Sumber : Hasil Analisa Penelitian,2021.

Nilai kuat tarik belah beton campuran abu serabut kelapa umur 28 hari untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 5.5.



Gambar 5. 5. Grafik Hasil Kuat Tarik Belah Beton Pada Umur 28 Hari.

Dari gambar 5.5 dapat dilihat bahwa beton menggunakan campuran abu serabut kelapa terjadi penurunan nilai kuat tarik belah beton pada campuran 2,5% dengan nilai kuat tarik belah 2,807 MPa mengalami penurunan sebesar 7,756%, pada campuran 4% dengan nilai kuat tarik belah 2,500 MPa mengalami penurunan sebesar 17,844%, namun terjadi peningkatan pada campuran 5,5% dengan nilai kuat tarik belah 2,666 MPa mengalami peningkatan sebesar 12,389%, kemudian pada campuran 7% dengan nilai kuat tarik belah 2,211 MPa mengalami penurunan sebesar 27,659%.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilaksanakan maka dapat diambil beberapa kesimpulan oleh penulis yaitu sebagai berikut :

1. Hasil kuat tekan beton pada umur 28 hari dengan benda uji yang digunakan sebanyak 30 buah per kadar persentase terdiri dari 3 sampel benda uji bahwa penambahan abu serabut kelapa sebagai pengganti sebagian semen pada persentase 2,5% sampai 7% mengalami penurunan kuat tekan beton.
2. Pada hasil nilai kuat tarik belah beton umur 28 hari dengan benda uji yang digunakan sebanyak 30 buah per kadar persentase terdiri dari 3 sampel benda uji dengan persentase 2,5% dan 4% mengalami penurunan sedangkan pada persentase 5,5% mengalami peningkatan, namun pada persentase 7% mengalami penurunan kembali.
3. Pada penelitian ini kadar persentase abu serabut kelapa yang mencapai nilai optimum yang memenuhi syarat $f_c' 20$ MPa adalah persentase 2,5% dan 4% sedangkan persentase 5,5% dan 7% belum memenuhi syarat.

6.2. Saran

Berdasarkan pembahasan dan hasil penelitian yang dilakukan, maka penulis menyampaikan beberapa saran yang terkait pada penelitian yaitu sebagai berikut :

1. Perlu adanya penelitian lanjutan dengan menggunakan bahan tambah additive.
2. Untuk mendapatkan hasil yang maksimal penelitian selanjutnya disarankan untuk dapat melakukan pemeriksaan zat kimia yang terdapat pada abu serabut kelapa terlebih dahulu.

3. Untuk penelitian selanjutnya menggunakan abu serabut kelapa sebagai pengganti sebagian semen dianjurkan untuk mengkaji kuat lentur beton dikarenakan didalam penelitian ini tidak melakukan pengkajian kuat lentur beton dan mencoba dengan kadar persentase yang berbeda.



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

DAFTAR PUSTAKA

- Adha, I. (2011). Pemanfaatan Abu Sekam Padi Sebagai Pengganti Semen Pada Metoda Stabilisasi Tanah Semen. *Jurnal Rekayasa*, 15(1), 33–40.
- Affandy, N. A., & Bukhori, A. I. (2019). p ISSN 2579-4620 e ISSN 2581-0855 PENGARUH PENAMBAHAN ABU SERABUT KELAPA TERHADAP KUAT UkaRsT VOL . 3 , NO . 2 TAHUN 2019 p ISSN 2579-4620 e ISSN 2581-0855. *UKaRsT*, 3(2), 65–72.
- Alkhaly, Y. R. (2018). Kuat Tekan Beton Yang Mengandung Abu Ampas Kopi Dengan Bahan Tambah Superplasticizer. *Teras Jurnal*, 8(1), 360. <https://doi.org/10.29103/tj.v8i1.146>
- Ardhiansyah, M. D. (2018). Pengaruh Pemanfaatan Sabut Kelapa Sebagai Material Serat Terhadap Kuat Tekan Dan Daya Serap Beton. *Jurnal Ekonomi Volume 18, Nomor 1 Maret 2018*, 2(1), 41–49.
- Lerry, M., Elhusna, & Yuzuar, A. (2001). Perilaku kuat tekan beton dengan abu cangkang sawit sebagai pengganti sebagian semen. *Jurnal Inersia*, 2(0736), 43–50.
- Pratama, E., & Hisyam, E. S. (2016). Kajian Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Beton Kertas (Papercrete) Dengan Bahan Tambah Serat Nylon. *Forum Profesional Teknik Sipil*, 4(1), 28–38.
- Rasidi, N., & Wijaya, H. S. (2019). *Pengaruh Abu Ampas Tebu Sebagai Alternatif Pengganti Portland Cement (PC) $f_c' = 19$ Mpa Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton*). 3(2), 154–159.
- Rompas, G. P., Pangouw, J. D., Pandaleke, R., & Mangare, J. B. (2013). Pengaruh Pemanfaatan Abu Ampas Tebu Sebagai Substitusi Parsial Semen Dalam Campuran Beton Ditinjau Terhadap Kuat Tarik Lentur Dan Modulus Elastisitas. *Jurnal Sipil Statik*, 1(2), 82–89.
- Sandya, Y., Prihantono, & Musalamah, S. (2019). Penggunaan Abu Sekam Padi Sebagai Pengganti Semen Pada Beton Geopolimer. *Jurnal Pendidikan*

Teknik Bangunan Dan Sipil, 5(2), 59–63.
<https://jurnal.unimed.ac.id/2012/index.php/eb/issue/view/1755>

Santosa, B. (2019). Pemanfaatan Abu Serabut Kelapa (ASK) Sebagai Pengganti Sebagian Semen dengan Bahan Tambah Sikament-LN untuk Meningkatkan Kuat Tekan Beton. *Jurnal Teknik Sipil*, 5(1), 22–39.
<https://doi.org/10.28932/jts.v5i1.1310>

Sebagai, D., Satu, S., Untuk, S., Gelar, M., Fakultas, P., Program, T., Teknik, S., & Riau, U. I. (2020). *Pemanfaatan limbah serbuk besi dari sisa pengerjaan bubut besi sebagai bahan pengganti agregat halus pada campuran beton dengan faktor air semen (fas) 0,4*.

SNI 03-2491-2014. (2014). Metode Uji Kekuatan Tarik Belah Spesimen Beton Silinder Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of. *Badan Standardisasi Nasional Indonesia*, 1–17.

Studi, P., Sipil, T., Teknik, F., Muhammadiyah, U., & Utara, S. (2019). *TERHADAP KUAT TARIK PADA BETON BERSERAT (Studi Penelitian)*.

Suhirkam, D., & Latief, A. (2006). Pengaruh penggantian sebagian semen dengan abu sekam padi terhadap kekuatan beton K-400. *Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya*, 6, 3–8.