

TUGAS AKHIR

PENGARUH PENGGUNAAN ABU SEKAM PADI DAN KAPUR SEBAGAI BAHAN PENGGANTI SEMEN TERHADAP KUAT TARIK PADA BETON

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

Disusun Oleh:

BOBY AYU DIWA
1807210036



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2022**



FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
Jalan Kapten Mochtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400
Website: <http://fatek.umsu.ac.id> E-mail: fatek@umsu.ac.id

LEMBAR ASISTENSI

NAMA : BOBY AYU DIWA
NPM : 1807210036
JUDUL : "PENGARUH PENGGUNAAN ABU SEKAM PADI DAN KAPUR SEBAGAI BAHAN PENGGANTI SEMEN TERHADAP KUAT TARIK PADA BETON "

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
	22/2 - 22	1. Perbaiki Rumusan Masalah 2. Tambah Linjawan Pustaka 3. Lanjutkan Metodologi Penelitian dan Jadwal	
	11/3 - 22	Acc Untuk Seminar Proposal	

Mengetahui,
Pembimbing Tugas Akhir

(Dr. Josef Hadipramana, S.T.,M.Sc.)



FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
Jalan Kapten Muchtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400
Website: <http://fatek.umsu.ac.id> E-mail: fatek@umsu.ac.id

LEMBAR ASISTENSI

NAMA : BOBY AYU DIWA
NPM : 1807210036
JUDUL : "PENGARUH PENGGUNAAN ABU SEKAM PADI DAN KAPUR SEBAGAI BAHAN PENGGANTI SEMEN TERHADAP KUAT TARIK PADA BETON "

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
	15/7-22	Diskusi Penelitian: 1. Persiapan Penyusunan kuat tekan beton. 2. Perbaiki Penulisan	<i>Ju</i>
	22/7-22	1. Perbaiki bab 3 2. Perbaiki Penulisan	
	1/8-22	1. Perbaiki data kuat tekan 2. Tambah kan Penjelasan terhadap hasil. 3. Tambahkan Penjelasan di grafik	<i>Ju</i>

Mengetahui,
Pembimbing Tugas Akhir


(Dr. Josef Hadipramana, S.T.,M.Sc.)



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

Jalan Kapten Mochtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400
Website: <http://fatek.umsu.ac.id> E-mail: fatek@umsu.ac.id

LEMBAR ASISTENSI

NAMA : BOBY AYU DIWA
NPM : 1807210036
JUDUL : "PENGARUH PENGGUNAAN ABU SEKAM PADI DAN KAPUR SEBAGAI BAHAN PENGGANTI SEMEN TERHADAP KUAT TARIK PADA BETON"

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
	13/8-22	1. Rapiakan Tabel. 2. Perbaiki ukuran gambar	
	27/8-22	1. Perbaiki grafik Slump 2. Perbaiki grafik kuat tarik 3. Perbaiki grafik kuat tekuk	
	1/9-22	1. Perbaiki kesimpulan 2. Perbaiki Saran	
	2/9-22	Acc untuk Seminar hasil	

Mengetahui,
Pembimbing Tugas Akhir

(Dr. Josef Hadipramana, S.T,M.Sc.)

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Bobby Ayu Diwa

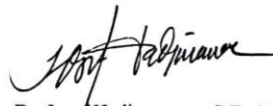
NPM : 1807210036

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Pengaruh Penggunaan Abu Sekam Padi Dan Kapur Sebagai
Bahan Pengganti Semen Terhadap Kuat Tarik Pada Beton.
(Studi Penelitian)

Medan, 16 September 2022

Dosen Pembimbing



Dr. Josef Hadipramana, S.T., M.Sc

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Bobby Ayu Diwa

NPM : 1807210036

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Pengaruh Penggunaan Abu Sekam Padi Dan Kapur
Sebagai Bahan Pengganti Semen Terhadap Kuat Tarik
Pada Beton.
(Studi Penelitian)

Bidang Ilmu : Struktur

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

Medan, 16 September 2022

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing



Dr. Josef Hadipramana, S.T., M.Sc.

Dosen Pembanding I



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

Dosen Pembanding II



Sri Prafanti S.T., M.T.

Ketua Prodi Teknik Sipil



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

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Lengkap : Boby Ayu Diwa
Tempat, Tanggal Lahir : Babel, 18 Juli 2000
NPM : 1807210036
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil

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

“Pengaruh Penggunaan Abu Sekam Padi Dan Kapur Sebagai Bahan Pengganti Semen Terhadap Kuat Tarik Pada Beton”.

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

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

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan keadaan sadar dan tidak dalam tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun, demi menegakkan integritas Akademik di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 16 September 2022

Saya yang menyatakan,



Boby Ayu Diwa

ABSTRAK

PENGARUH PENGGUNAAN ABU SEKAM PADI DAN KAPUR SEBAGAI BAHAN PENGGANTI SEMEN TERHADAP KUAT TARIK PADA BETON (Studi Penelitian)

Boby Ayu Diwa

1807210036

Dr. Josef Hadipramana, S.T, M.Sc

Semakin meluasnya pembangunan yang menggunakan beton sebagai bahan utama dalam pembangunan konstruksi di Indonesia dan semakin berkembangnya teknologi zaman yang membuat penelitian tentang beton semakin banyak, maka Sebagai negara agraris, Indonesia merupakan negara penghasil padi. Proses penggilingan padi menghasilkan limbah sekam padi yang biasanya digunakan sebagai bahan bakar alternatif untuk pembakaran batubata atau dibakar begitu saja di area penggilingan padi. Proses pembakaran tersebut menghasilkan sekam padi berupa abu sekam padi yang selama ini belum banyak dimanfaatkan selain untuk keperluan abu gosok. Abu sekam padi di aplikasikan dengan kapur (Ca) sebagai bahan pengganti semen, karena abu sekam padi sendiri mengandung sangat banyak silica dan kapur juga mengandung kalsium yang tentu saja dua bahan ini bisa dibuat sebagai bahan pengganti semen. Penelitian ini bertujuan mengetahui kuat tarik belah dan kuat tekan beton normal dengan beton campuran ASP dan kapur sebagai bahan pengganti semen pada umur beton 28 hari. Persentase campuran ASP yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebesar 50%, 30%, 20%. Sebagai bahan tambahan pengganti semen, maka dipakai kapur dengan persentase campuran sebesar 50%, 70%, 80%. Penelitian menggunakan benda uji yang berupa silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, dengan sampel 16 buah beton dan 4 (tiga) variasi yang masing masing variasi berjumlah 4 sampel. Pengujian yang dilakukan pada campuran beton adalah kuat tarik belah beton. Dari hasil penelitian diperoleh, kuat tarik belah rata - rata yaitu ASP 50% dan Ca 50% = 3.28 MPa, ASP 30% dan Ca 70% = 1.97 MPa, ASP 20% dan Ca 80% = 3.13 MPa.

Kata Kunci: Abu sekam padi, Kapur (Ca), Kuat Tarik Belah.

ABSTRACT

THE EFFECT OF THE USE OF RICE HUSK ASH AND LIME AS CEMENT REPLACEMENTS ON THE TENSILE STRENGTH OF CONCRETE (Research Studies)

Boby Ayu Diwa

1807210036

Dr. Josef Hadipramana, S.T, M.Sc

The increasingly widespread development that uses concrete as the main ingredient in construction development in Indonesia and the development of modern technology that makes research on concrete more and more, then As an agricultural country, Indonesia is a rice-producing country. The rice milling process produces rice husk waste which is usually used as an alternative fuel for burning bricks or simply burned in the rice mill area. The burning process produces rice husks in the form of rice husk ash, which so far has not been widely used other than for rubbing ash purposes. Rice husk ash is applied with lime (Ca) as a substitute for cement, because rice husk ash itself contains a lot of silica and lime also contains calcium, of course these two ingredients can be made as a substitute for cement. This study aims to determine the split tensile strength and compressive strength of normal concrete with a mixture of ASP and lime as a substitute for cement at the age of 28 days of concrete. The percentage of mixed ASP used in this study was 50%, 30%, 20%. As an additional material to replace cement, lime is used with a mixture percentage of 50%, 70%, 80%. The study used a test object in the form of a cylinder with a diameter of 15 cm and a height of 30 cm, with a sample of 16 pieces of concrete and 4 (three) variations, each variation amounting to 4 samples. Tests carried out on the concrete mix are the split tensile strength of the concrete. From the results obtained, the average split tensile strength is ASP 50% and Ca 50% = 3.28 MPa, ASP 30% and Ca 70% = 1.97 MPa, ASP 20% and Ca 80% = 3.13 MPa.

Keywords: Rice husk ash, Lime (Ca), Split Tensile Strength.

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji syukur kita panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua sehingga kita dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Pengaruh Penggunaan Abu Sekam Padi Dan Kapur Sebagai Bahan Pengganti Semen Terhadap Kuat Tarik Pada Beton”.

Dimana Tugas Akhir adalah suatu silabus mata kuliah yang harus dilakukan oleh Mahasiswa/i Teknik Sipil dan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Selama penulisan laporan dan penyelesaian tugas akhir ini, dengan segenap hati penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada berbagai pihak yang telah banyak membantu terutama kepada:

1. Rasa syukur penulis kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayahnya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Dr. Josef Hadipramana S.T., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing dan Kepala Laboratorium Beton, Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan bimbingan, saran, motivasi untuk menyelesaikan tugas akhir penulis.
3. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T., MSc, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, sekaligus Dosen Penguji I yang telah banyak memberikan koreksi dan masukkan kepada penulis dalam proses penyelesaian tugas akhir ini.
4. Ibu Sri Prafanti, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji II yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Proposal Tugas Akhir ini.
5. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu ketekniksipilann kepada penulis.
7. Orang tua penulis : Bapak Alm. Syaifulllah dan Ibu Siti Sawilah yang telah memberikan kasih sayang dan dukungan yang tidak ternilai kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang banyak membantu penulis untuk melengkapi administrasi selama penulisan Tugas Akhir ini.
9. Terimakasih penulis berikan kepada diri sendiri yang mampu melewati segala rintangan untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini. Terimakasih telah bertahan, berjuang, dan menyelesaikan kewajiban ini. Kamu hebat dan kuat.
10. Rekan seperjuangan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Stambuk 2018. Terimakasih telah menjadi bagian dari sebuah kisah klasik.

Penulis menyadari bahwa proposal skripsi ini tidak luput dari berbagai kesalahan dan kekurangan, sehingga penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun demi kesempurnaan penelitian yang akan dilakukan. Dan akhirnya kepada Allah SWT, penulis serahkan segalanya demi tercapainya keberhasilan yang sempurna.

Medan, 16 September 2022

Penulis

Boby Ayu Diwa

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBINGBING	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR NOTASI	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Tujuan Penelitian	3
1.6 Metodologi Penelitian	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pengertian Beton	5
2.2 Bahan Dasar Pembuatan Beton	6
2.2.1 Semen	6
2.2.2 Agregat Kasar	7
2.2.3 Agregat Halus	8
2.2.4 Air	10
2.3 Uji Slump Test	11
2.4 Abu Sekam Padi	11
2.5 Kapur	12
2.6 Kuat Tarik	12
2.7 Kuat Tekan	13
2.8 Workability	13

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	14
3.1 Metodologi Penelitian	14
3.2 Tahapan Penelitian	14
3.3 Tempat dan waktu penelitian	17
3.4 Bahan dan peralatan	17
3.4.1 Bahan	17
3.4.2 Peralatan	17
3.5 Persiapan penelitian	19
3.6 Pemeriksaan Agregat	19
3.6.1 Pemeriksaan Kadar Air Agregat kasar Dan Halus	19
3.6.2 Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Kasar	19
3.6.3 Berat jenis dan Penyerapan Agregat Kasar Dan Halus	20
3.6.4 Berat Isi Agregat Kasar Dan Halus	21
3.7 Abu sekam padi	21
3.8 Kalsium (Ca) / Kapur	21
3.9 Perencanaan Campuran Beton	21
3.10 Mix design	21
3.11 Pembuatan Benda Uji	30
3.12 Pengujian Slump	32
3.13 Perawatan Beton	33
3.14 Pengujian Kuat Tekan	35
3.15 Pengujian Kuat Tarik	35
3.16 Jadwal Penelitian	36
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	38
4.1 Hasil Pemeriksaan Campuran Beton	38
4.2 Perhitungan Mix Design	39
4.2.1 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	39
4.2.2 Analisa Gradasi Agregat Halus	40
4.2.3 Kadar Lumpur Agregat Halus	42
4.2.4 Berat Isi Agregat Halus	42
4.2.5 Kadar Air Agregat Halus	43

4.3	Perhitungan Mix Design Beton ASP & Ca (Kapur)	43
4.3.1	Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	43
4.3.2	Analisa Gradasi Agregat Kasar	45
4.3.3	Kadar Lumpur Agregat Kasar	46
4.3.4	Berat Isi Agregat Kasar	47
4.3.5	Kadar Air Agregat Kasar	47
4.4	Perencanaan Campuran dan Kebutuhan Bahan Beton	48
4.4.1	Mix Disign Beton Normal Mutu Sedang	48
4.5	Kebutuhan Bahan	55
4.6	Hasil Dan Analisa Pengujian Beton	58
4.6.1	pengujian Slump Test (Slump Rencana 30 – 60 mm)	58
4.6.2	Hasil Dan Analisa Penyerapan Air Pada Beton	59
4.7	Hasil dan Analisa Pengujian Kuat Tarik Belah Beton	62
4.7.1	Grafik dibuat manual dengan perhitungan manual	63
4.7.2	Grafik Didapat Dari Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Di Laboratorium Terpadu USU	65
4.7.3	Pengujian Kuat Tekan Beton	65
BAB 5 PENUTUP		67
5.1	Kesimpulan	67
5.2	Saran	68
DAFTAR PUSTAKA		69
LAMPIRAN		71

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Spesifikasi gradasi agregat kasar.	8
Tabel 2.2	Batas gradasi Agregat Halus.	9
Tabel 2.3	Pengujian Kimia Abu Sekam Padi.	12
Tabel 3.1	Pembuatan Benda Uji.	18
Tabel 3.2	Faktor pengali untuk standar deviasi berdasarkan jumlah.	23
Tabel 3.3	Nilai tambah margin.	23
Tabel 3.4	Perkiraan kekuatan tekan (MPa) beton dengan faktor air semen dan agregat kasar yang biasa dipakai di Indonesia.	24
Tabel 3.5	Perkiraan kadar air bebas (Kg/m^3) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton.	26
Tabel 3.6	Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai macam pembetonan dalam lingkungan khusus.	27
Tabel 3.7	Jumlah sample setiap komposisi.	34
Tabel 4.1	Data-data hasil pemeriksaan dasar.	38
Tabel 4.2	Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus.	39
Tabel 4.3	Hasil pengujian analisa gradasi agregat halus dengan batas Zona 2.	40
Tabel 4.4	Hasil pengujian kadar lumpur agregat halus.	42
Tabel 4.5	Hasil pengujian berat isi dengan cara lepas, cara tusuk, dan Cara penggoyangan.	42
Tabel 4.6	Hasil pengujian kadar air agregat halus.	43
Tabel 4.7	Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar.	43
Tabel 4.8	Hasil pengujian analisa gradasi agregat kasar dengan Spesifikasi ukuran maksimal 40 mm.	45
Tabel 4.9	Hasil pengujian kadar lumpur agregat kasar.	46
Tabel 4.10	Hasil pengujian berat isi dengan cara lepas, cara tusuk, dan cara pengoyang.	47
Tabel 4.11	Hasil pengujian kadar air agregat kasar.	47
Tabel 4.12	Data-data pengetesan dasar.	48
Tabel 4.13	Perencanaan Campuran Beton SNI 03-2834-2000.	49
Tabel 4.14	Banyaknya kapur yang dibutuhkan untuk 1 benda uji silinder.	57
Tabel 4.15	Banyaknya ASP yang dibutuhkan untuk 1 benda uji silinder.	57

Tabel 4.16	Variasi penambahan kapur dan abu sekam padi sebagai bahan pengganti semen keseluruhan.	57
Tabel 4.17	Nilai <i>slump Test Test</i> beton campuran kapur dan ASP.	58
Tabel 4.18	Hasil pengujian penyerapan beton normal.	59
Tabel 4.19	Hasil pengujian penyerapan beton pada beton campuran ASP 50% dan Ca 50%.	60
Tabel 4.20	Hasil pengujian penyerapan beton pada beton campuran ASP 30% dan Ca 70%.	60
Tabel 4.21	Hasil pengujian penyerapan beton pada beton campuran ASP 20% dan Ca 80%.	61
Tabel 4.22	Hasil pengujian kuat tarik belah beton campuran ASP 50% & Ca 50%.	62
Tabel 4.23	Hasil pengujian kuat tarik belah beton campuran ASP 30% & Ca 70%.	62
Tabel 4.24	Hasil pengujian kuat tarik belah beton campuran ASP 20% & Ca 80%.	63
Tabel 4.25	Tabel hasil pengujian kuat tekan beton.	65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Daerah gradasi agregat kasar.	8
Gambar 2.2	Batas gradasi pasir nomor I (pasir kasar).	9
Gambar 2.3	Batas gradasi pasir nomor II (Pasir agak kasar).	10
Gambar 2.4	Batas gradasi no III (Pasir Agak halus).	10
Gambar 2.5	Batas Gradasi no IV (Pasir halus).	10
Gambar 3.1	Diagram Alir.	16
Gambar 3.2	Grafik hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen.	25
Gambar 3.3	Batas gradasi pasir (Sedang) No.2	28
Gambar 3.4	Batas gradasi kerikil atau koral ukuran maksimum 20 mm.	28
Gambar 3.5	Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran butir maksimum 20 mm.	29
Gambar 3.6	Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton.	30
Gambar 3.7	Benda uji Silinder	31
Gambar 3.8	Pembuatan benda uji	32
Gambar 3.9	Slump Test benda uji	33
Gambar 3.10	Perawatan benda uji	34
Gambar 3.11	Pengujian Kuat Tarik Beton	35
Gambar 4.1	Grafik Gradasi Agregat Halus (Zona 2).	41
Gambar 4.2	Grafik Gradasi Agregat Kasar.	46
Gambar 4.3	Hubungan faktor air semen dan kuat tekan beton silinder 15 x 30 cm.	51
Gambar 4.4	Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm pada fas 0,45	52
Gambar 4.5	Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton pada fas 0,38	53
Gambar 4.6	Grafik nilai rata – rata Slump Test.	59
Gambar 4.7	Grafik perbandingan penyerapan air.	61
Gambar 4.8	Grafik Persentase Nilai Fct Rata – Rata Kuat Tarik Belah Beton umur 28 Hari.	63
Gambar 4.9	Grafik Persentase Nilai Kuat Tekan Beton Campuran ASP 50% + Ca 50% Umur 28 Hari.	64
Gambar 4.10	Grafik Persentase Nilai Kuat Tekan Beton Campuran	

ASP 30% + Ca 70% Umur 28 Hari.	64
Gambar 4.11 Grafik Persentase Nilai Kuat Tekan Beton Campuran ASP 20% + Ca 80% Umur 28 Hari.	65
Gambar 4.12 Grafik kuat tekan beton campuran ASP dan Ca.	66

DAFTAR NOTASI

Fct	= Kuat tarik belah	(MPa)
P	= Beban uji	(Kg)
L	= Panjang benda uji	(Cm)
D	= Diameter atau lebar benda uji	(Cm)
A	= Luas penampang	(Cm ²)
B	= Jumlah air	(kg/m ³)
Bk	= Berat benda uji kering oven	(gr)
Bssd	= Berat benda uji dalam keadaan kering permukaan jenuh	(gr)
Ba	= Berat benda uji kering permukaan jenuh di dalam air	(gr)
C	= Agregat halus	(kg/m ³)
D	= Agregat kasar	(kg/m ³)
Ca	= Absorpsi air pada agregat halus	(%)
Da	= Absorpsi agregat kasar	(%)
Ck	= Kandungan air dalam agregat halus	(%)
Dk	= Kandungan air dalam agregat kasar	(%)
Cm	= Centimeter	
Mm	= Milimeter	
Kg	= Kilogram	
MPa	= Megapascal	
M3	= Meter kubik	

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Sebagai negara agraris, Indonesia merupakan negara penghasil padi. Proses penggilingan padi menghasilkan limbah sekam padi yang biasanya digunakan sebagai bahan bakar alternatif untuk pembakaran batubata atau dibakar begitu saja di area penggilingan padi. Proses pembakaran tersebut menghasilkan sekam padi berupa abu sekam padi yang selama ini belum banyak dimanfaatkan selain untuk keperluan abu gosok (Hermant et al., n.d., 2017). Sekam padi sebagai limbah yang berlimpah khususnya di negara agraris, merupakan salah satu sumber penghasil silika terbesar. Sekam padi mengandung silika sebanyak 87%-97% berat kering setelah mengalami pembakaran sempurna. Selain didukung oleh jumlah yang melimpah, silika sekam padi dapat diperoleh dengan sangat mudah dan biaya yang relatif murah, yakni dengan cara ekstraksi alkalis. (Handayani et al., 2014)

Beton adalah campuran antara semen Portland atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air dengan atau tanpa bahan tambah membentuk massa padat. (Pane et al., 2015)

Sekam padi mengandung silika sebanyak 87%-97% berat kering setelah mengalami pembakaran sempurna. Selain didukung oleh jumlah yang melimpah, silika sekam padi dapat diperoleh dengan sangat mudah dan biaya yang relatif murah, yakni dengan cara ekstraksi alkalis (Handayani et al., 2014)

Kapur (lime) merupakan salah satu mineral industri yang banyak digunakan oleh sektor industri maupun konstruksi. Secara umum kapur bersifat hidrolis, tidak menunjukkan pelapukan dan dapat terbawa arus. Secara fisik kapur merupakan sebuah benda putih dan halus. Bahan dasar kapur adalah batu kapur. Batu kapur mengandung kalsium karbonat CaCO_3 , dengan pemanasan ($\pm 980^\circ\text{C}$) karbon dioksidanya keluar dan tinggal kapurnya saja (CaO). Kapur dari hasil pembakaran ini bila ditambahkan air mengembang dan retak. Banyak panas yang dikeluarkan (seperti mendidih) selama proses ini, dan hasilnya ialah "Calsium Hidroksida" (Ca(OH)_2). (Andri, 2012)

Silika gel merupakan suatu bentuk dari silika yang dihasilkan melalui penggumpalan sol natrium silikat (NaSiO_2). Sol mirip agar-agar ini dapat didehidrasi sehingga berubah menjadi padatan atau butiran mirip kaca yang bersifat tidak elastis. (Handayani et al., 2014)

Kekuatan tarik beton relatif rendah, kira-kira 10%-15% dari kekuatan tekan beton, kadang-kadang 20%. Kekuatan ini lebih sukar untuk diukur dan hasilnya berbeda-beda dari satu bahan percobaan ke bahan percobaan yang lain dibandingkan untuk silinder-silinder tekan (Rahamudin et al., 2016)

Dengan pemanfaatan limbah abu sekam padi dan kapur sebagai bahan pengganti dalam penggunaan semen diharapkan dapat menghasilkan kuat tarik yang baik. Maka dari itu peneliti mengambil judul “ Pengaruh penggunaan Abu Sekam Padi dan Kapur sebagai bahan pengganti semen terhadap kuat Tarik pada beton “.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka penulisan merumuskan permasalahan dalam penelitian yang dilakukan sebagai berikut:

1. Bagaimana hasil slump test dari penelitian pengaruh penggunaan abu sekam padi dan kapur sebagai bahan pengganti semen?
2. Bagaimana hasil persentase kuat tarik beton penggunaan ASP 50% dan kapur 50%, ASP 30% dan kapur 70%, ASP 20% dan kapur 80% sebagai bahan pengganti semen?
3. Bagaimana hasil persentase kuat tekan beton normal dengan beton campuran ASP dan kapur sebagai bahan pengganti semen?

1.3. Ruang Lingkup Penelitian

Pada penelitian ini permasalahan penelitian dibatasi pada:

1. Karakteristik beton yang diuji adalah kuat tarik dari hasil eksperimen.
2. Bahan tambah yang digunakan adalah abu sekam padi dan kapur sebagai pengganti sebagian semen.
3. Pengaruh suhu, angin, dan kelembaban udara tidak dibahas secara mendalam dalam penelitian ini.
4. Tinjauan kimia yang terkandung dalam abu sekam padi.

5. Penelitian ini memakai benda uji silinder dan diuji di laboratorium UMSU.
6. Untuk agregat kasar dan halus diambil dari binjai.

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Mengetahui nilai slump test penggunaan abu sekam padi dan kapur sebagai bahan pengganti semen pada beton.
2. Mengetahui hasil persentase penyerapan air beton campuran ASP dan kapur sebagai bahan pengganti semen.
3. Mengetahui perbandingan persentase kuat tarik beton dengan menggunakan ASP dan kapur dengan variasi campuran ASP 50% dan kapur 50%, ASP 30% dan kapur 70%, ASP 20% dan kapur 80%.
4. Mengetahui hasil persentase kuat tekan beton normal dan beton dengan campuran ASP dan kapur.

1.5. Manfaat Penelitian

1. Menghasilkan material konstruksi beton yang baru dan ramah lingkungan.
2. Memanfaatkan bahan limbah industri pangan seperti abu sekam padi dan kapur untuk meminimalisir pencemaran udara.
3. Dapat meningkatkan pemahaman dalam menganalisa data untuk mengetahui kuat tarik beton dari hasil yang dikaji secara umum.
4. Apabila penelitian ini berhasil, diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan untuk tahap selanjutnya, baik itu penggunaan pelaksanaan di lapangan maupun dilakukan penelitian lebih lanjut kedepannya.

1.6. Metodologi Penulisan

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis membagi materi yang akan disampaikan dalam beberapa bab yaitu:

BAB 1 Pendahuluan

Membahas tentang latar belakang, rumusan masalah, ruang lingkup penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika pembahasan.

BAB 2 Tinjauan Pustaka

Membahas hal-hal berupa teori yang berhubungan dengan judul tugas akhir dan metode-metode perhitungan yang digunakan.

BAB 3 Metodologi Penelitian

Bagian ini menerangkan tentang tempat dan waktu penelitian, sumber data, teknik pengumpulan data dan metode analisis data.

BAB 4 Hasil dan Pembahasan

Merupakan hasil penelitian dan pembahasan singkat mengenai hasil penelitian yang digunakan untuk memecahkan masalah dan menarik kesimpulan.

BAB 5 Kesimpulan dan Saran

Dari pembahasan dan analisa data yang telah didapat, penulis dapat memberikan kesimpulan dan saran yang berkaitan dengan judul tugas akhir ini.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.2 Umum

Beton merupakan salah satu komponen untuk pembangunan suatu konstruksi dimana proses pembuatan beton berupa pencampuran antara agregat kasar (batu pecah), agregat halus (pasir), bahan pengikat (semen), serta air. Saat ini tak jarang campuran beton sering ditambahkan dengan material-material tambahan yang bertujuan untuk meningkatkan atau memperbaiki sifat-sifat dari beton diantaranya workability, durability, serta waktu pengerasan beton. Dengan campuran tersebut beton akan mengeras seperti bebatuan dalam hitungan jam, dan beton memiliki kuat tekan yang tinggi namun disertai kuat tarik yang rendah (buku struktur beton bertulang agus setiawan).

Menurut SNI 03 – 2847 – 2002, beton merupakan campuran semen Portland atau semen hidraulik lain, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa menggunakan bahan tambahan yang membentuk massa padat (Jusuf et al., 2015).

Beton normal merupakan jenis bahan konstruksi yang paling banyak digunakan, baik pada bangunan pemerintah maupun bangunan masyarakat. Secara enjineriing, beton ini ditetapkan sebagai beton yang mempunyai kekuatan tekan antara 17 MPa sampai 40 MPa dan mempunyai berat isi 2200 kg/m³ sampai dengan 2500 kg/m³. Beton dikatakan sebagai suatu campuran dari empat bahan dasar terpisah, yaitu: semen, agregat kasar, agregat halus, dan air. Berdasarkan definisi lain, beton dapat juga dikatakan sebagai campuran bergradasi dari agregat halus dan agregat kasar yang direkatkan bersama-sama oleh pasta semen (Kett, I, 2010). Rancangan campuran beton ditujukan untuk memilih kombinasi yang paling ekonomis dan praktis dari tersediaan material lokal, tercapainya kemudahan kerja (workability) yang diharapkan dalam keadaan plastis dan akan memenuhi kualitas yang disyaratkan ketika mengeras (Alkhaly, 2016).

Kekurangan dan kelebihan beton menurut (Sumampouw, 2007) Bangunan konstruksi yang terdapat di Indonesia pada umumnya menggunakan beton sebagai bahan struktur utama. Hal ini dikarenakan beton mempunyai beberapa sifat yang menguntungkan diantaranya adalah bahan baku beton yang mudah didapat, harga

relatif murah, mudah dibentuk sesuai kebutuhan dan tidak memerlukan biaya yang terlalu mahal untuk perawatannya. Disamping mempunyai kelebihan, beton juga mempunyai kekurangan dalam penggunaannya yaitu beton memiliki sifat yang getas sehingga praktis tidak mampu menahan tegangan tarik.

2.2 Bahan Dasar Pembuatan Beton

Secara umum, beton normal adalah beton yang menggunakan bahan dasar agregat, semen dan air. Sedangkan beton yang menggunakan admixture di beri nama yang lebih spesifik, misalnya beton mutu tinggi, beton mengalir (self compacting concrete) atau biasa di sebut beton SCC (Dan, 2012).

Sedangkan Beton Mutu Tinggi kadang-kadang disebut dengan nama lain yaitu beton kinerja-tinggi karena memiliki sifat-sifat yang lebih unggul dibandingkan dengan beton normal. Bahan-bahan dasar pembentuk beton mutu tinggi yang terdiri dari campuran agregat kasar, agregat halus, semen, air dan bahan tambahan lainnya (Sumajouw et al., 2014).

2.2.1 Semen

Semen adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang bahan utamanya terdiri dari silikat-silikat yang bersifat hidrolis dengan gips sebagai bahan tambahan. Semen Portland terdiri dari bahan-bahan dasar kapur, silikat, oksida besi dan gipsum yang ditambahkan setelah pembakaran. Hampir 2/3 bagian dasar semen terbentuk dari kapur yang proporsinya berperan penting terhadap sifat semen. (Sutandar, 2013)

Menurut (Ahmad et al., 2009) Semen adalah bahan pengikat pada pembentukan beton. Semen dapat dikatakan sebagai tulang punggung beton. Silika membentuk sekitar seperlima, sedangkan alumina hanya ada sekitar seperduabelas dari semen. Silika dalam kadar tinggi, yang biasanya disertai alumina dengan kadar rendah menghasilkan semen dengan ikatan lambat dengan kekuatan tinggi dan meningkatkan ketahanan terhadap agresi kimia. Bilamana keadaan sebaliknya, alumina pada kadar tinggi dan silika pada kadar rendah, semen mengikat dengan cepat dan kekuatannya tinggi.

Di Indonesia sendiri terdapat beberapa jenis semen yang umum yang dapat kita jumpai. Menurut (Pontolo, 2005) Jenis – jenis semen Portland :

1. Tipe I, semen portland yang dalam penggunaannya tidak memerlukan persyaratan khusus seperti jenis-jenis lainnya. Digunakan untuk bangunan- bangunan umum yang tidak memerlukan persyaratan khusus. Jenis ini paling banyak diproduksi karena digunakan untuk hampir semua jenis konstruksi.
2. Tipe II, semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi dengan tingkat sedang. Digunakan untuk konstruksi bangunan dan beton yang terus-menerus berhubungan dengan air kotor atau air tanah atau untuk pondasi yang tertahan di dalam tanah yang mengandung air agresif (garam-garam sulfat).
3. Tipe III, semen portland yang memerlukan kekuatan awal yang tinggi. Kekuatan 28 hari umumnya dapat dicapai dalam 1 minggu. Semen jenis ini umum dipakai ketika acuan harus dibongkar secepat mungkin atau ketika struktur harus dapat cepat dipakai.
4. Tipe IV, semen portland yang penggunaannya diperlukan panas hidrasi yang rendah. Digunakan untuk pekerjaan-pekerjaan dimana kecepatan dan jumlah panas yang timbul harus minimum. Misalnya pada bangunan seperti bendungan gravitasi yang besar.
5. Tipe V, semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan yang tinggi terhadap sulfat. Digunakan untuk bangunan yang berhubungan dengan air laut serta untuk bangunan yang berhubungan dengan air tanah yang mengandung sulfat dalam persentase yang tinggi.

2.2.2 Agregat Kasar

Menurut ASTM C 33-93 pengertian agregat kasar adalah batuan berupa kerikil, pecahan kerikil, batu pecah, terak sanur tiup atau kombinasi diantaranya sesuai dengan spesifikasi yang diijinkan. Ukuran-ukuran agregat kasar adalah semua butiran yang tertahan pada saringan diatas 4,76 mm. Agregat yang digunakan harus memenuhi ketentuan SII 0052-80 dan dalam hal-hal yang tercakup dalam peraturan tersebutjuga harus memenuhi ketentuan ASTM. Sifat kekerasan

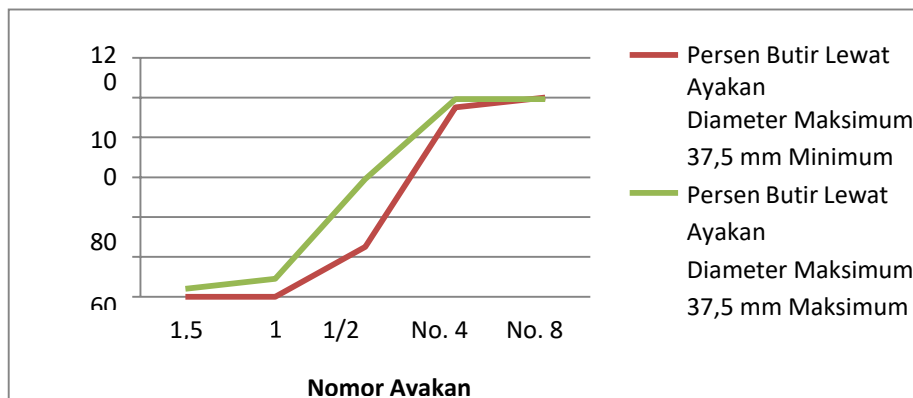
agregat sangat diperlukan, karena pada waktu pembuatan beton akan mengalami gerakan-gerakan yang keras dalam mixer dan juga akan menerima gesekan pada saat pengecoran dan pemadatan. Agregat harus dapat menahan pengausan, pemecahan degradasi (penurunan mutu) serta desintegrasi (penguraian) (Zuraidah, 2012).

Menurut (ASTM C 33, 1986) agregat kasar memiliki batas gradasi dengan diameter maksimum 37,5 yang dapat dilihat dalam Tabel 2.1 dan dijelaskan dengan rinci pada Gambar 2.1.

Tabel 2.1: Batas gradasi agregat kasar menurut ASTM C – 33 (1986).

Lubang Ayakan	Persen Lolos Ayakan Diameter Max. 37,5 mm	
	Minimum	Maksimum
37,5 (1,5 in)	0	5
25 (1 in)	0	10
12,5 (1/2 in)	25	60
12,5 (1/2 in)	25	60
4,75 (No. 4)	95	100

Sumber: ASTM C – 33 (1986)



Gambar 2.1: Batas gradasi agregat

Sumber: ASTM C – 33 (1986)

2.2.3 Agregat Halus

Agregat halus (pasir) adalah mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton yang memiliki ukuran butiran kurang dari 5 mm atau lolos saringan no.4 dan tertahan pada saringan no.200. Agregat halus (pasir) berasal

dari hasil disintegrasi alami dari batuan alam atau pasir buatan yang dihasilkan dari alat pemecah batu (stone crusher) (Pontolo, 2005).

Menurut (Ahmad et al., 2009) Agregat halus memiliki kandungan senyawa SiO₂ yang dapat mempengaruhi reaksi kimia dalam proses pengerasan beton sehingga didapat kuat tekan beton yang tinggi.

Menurut (SNI 03-2834-2000) tentang cara pembuatan rencana campuran beton normal, pasir dibagi menjadi empat kelompok menurut gradasinya. Pengelompokan tersebut dapat dilihat melalui Tabel 2.4 dibawah ini:

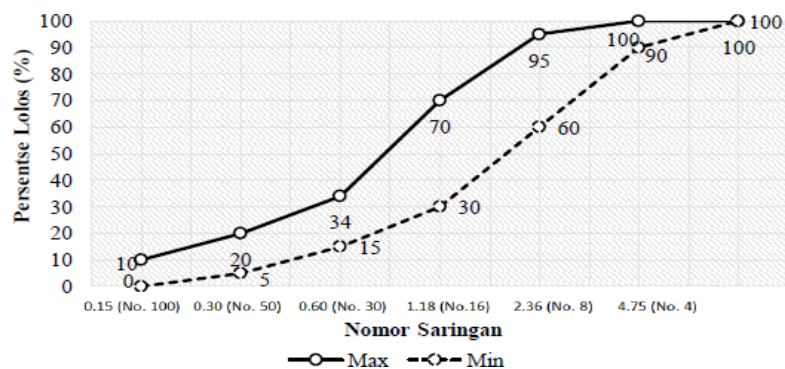
Tabel 2.2: Batas gradasi agregat halus menurut SNI 03 – 2834 – 2000.

Lubang Ayakan (mm)	No	Persen Berat Butir yang Lewat Ayakan			
		I	II	III	IV
10	3/8 in	100	100	100	100
4,8	No. 4	90-100	90-100	90-100	95-100
2,4	No. 8	60-95	75-100	85-100	95-100
1,2	No. 16	30-70	55-90	75-100	90-100
0,6	No. 30	15-34	35-59	60-79	80-100
0,3	No. 50	5-20	8-30	12-40	15-50
0,25	No. 100	0-10	0-10	0-10	0-15

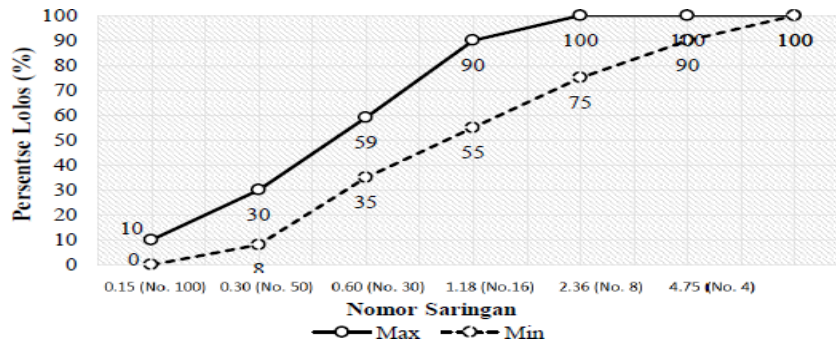
Sumber: SNI – 03 – 2834 – 2000

Keterangan :

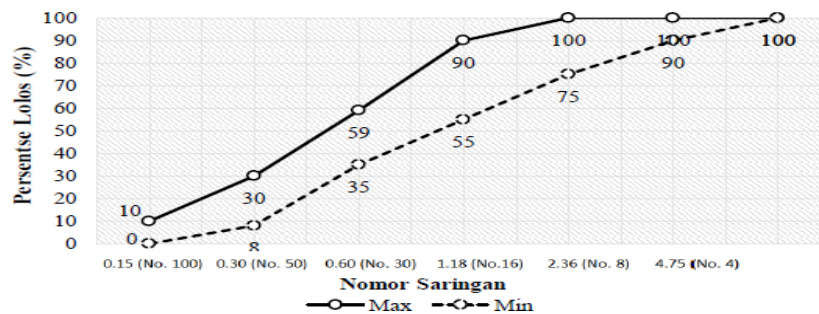
- Daerah gradasi I = Pasir Kasar
- Daerah gradasi I = Pasir Agak Kasar
- Daerah gradasi I = Pasir Agak Halus
- Daerah gradasi I = Pasir Halus



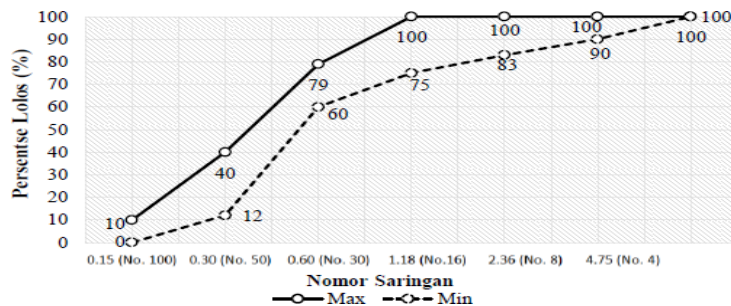
Gambar 2.2: Batas gradasi pasir kasar No. 1



Sumber: SNI – 03 – 2834 – 2000
 Gambar 2.3: Batas gradasi pasir sedang No. 2
 Sumber: SNI – 03 – 2834 – 2000



Gambar 2.4: Batas gradasi pasir agak halus No. 3
 Sumber: SNI – 03 – 2834 – 2000



Gambar 2.5: Batas gradasi pasir halus No. 4
 Sumber: SNI – 03 – 2834 – 2000

2.2.4 Air

Air adalah salah satu bagian yang tak kalah penting untuk dipelajari karena air menjadi alat untuk memudahkan beton segar untuk diaduk di dalam bejana pengaduk ke cetakan pada beton dan kemudian dipadatkan setelah beton segar berada dalam cetakan.

Air merupakan salah satu bahan yang dibutuhkan dalam pembuatan beton. Semen tidak bisa menjadi pasta tanpa air. Air harus selalu ada dalam beton cair, tidak saja untuk hidrasi semen, tetapi juga untuk mengubahnya menjadi suatu pasta

sehingga betonnya lecah. Secara umum, dapat dikatakan bahwa semakin encer beton segar maka semakin mudah beton tersebut dikerjakan.(Dumyati & Manalu, 2015)

Fungsi air di dalam campuran beton adalah sebagai berikut :

1. Sebagai pelicin bagi agregat halus dan agregat kasar.
2. Sebagai media untuk mencairkan semen menjadi pasta.
3. Sebagai bahan untuk memudahkan semen menyatu kesemua agregat.
4. Membasahi agregat untuk melindungi agregat dari penyerapan air vital yang diperlukan pada reaksi kimia.
5. Memudahkan semen mengalir masuk ke cetakan.

2.3 Slump Test

Slump merupakan tinggi dari adukan dalam kerucut terpancung terhadap tinggi adukan setelah cetakan diambil. Slump merupakan pedoman yang digunakan untuk mengetahui tingkat kekecekan suatu adukan beton, semakin tinggi tingkat kekenyalan maka semakin mudah pengerjaannya (nilai workability tinggi).

Uji slump berguna untuk mengecek adanya perubahan dari kadar air, bila material dan gradasi agregat adalah seragam. Bila jumlah air adalah konstan maka slump test berguna untuk menunjukkan adanya perbedaan pada gradasi atau adanya perbandingan berat yang salah (Van Gobel, 2019).

Menurut (Perdana et al., 2015) Slump test yang dilakukan sesuai dengan SNI-1972-2008 mulai dari persiapan, pengisian, pemadatan, hingga pengukuran. Nilai slump yang direncanakan yaitu 6-10 cm, saat pengadukan berlangsung, dilakukan pengontrolan penggunaan air. Pengontrolan air bertujuan agar nilai slump berada pada rentang 6 -10 cm karena agregat kasar yang digunakan tidak dalam kondisi jenuh kering permukaan.

2.4 Abu Sekam Padi

Menurut (Raharja, 2013). Abu sekam padi merupakan hasil dari sisa pembakaran sekam padi. Selama proses perubahan sekam padi menjadi abu, pembakaran menghilangkan zat-zat organik dan meninggalkan sisa pembakaran yang kaya akan silika (SiO_2). Perlakuan panas pada sekam padi menghasilkan perubahan struktur yang berpengaruh pada dua hal, yaitu tingkat aktivitas *pozzolan* dan kehalusan butiran abunya. Abu sekam padi tergolong sebagai bahan *pozzolan*

alami (*natural pozzolan*) yang mengandung senyawa silika (SiO_2). *Pozzolan* tersebut tidak memiliki peran sebagai perekat seperti semen, akan tetapi dalam kondisi halus jika bereaksi dengan air dan kapur pada suhu normal akan menjadi suatu massa padat yang tidak dapat larut dalam air.

Pengujian kandungan kimia terhadap abu sekam padi dilakukan untuk mengetahui seberapa besar kandungan silika (SiO_2) sebagai syarat utama bahan *pozzolan*. Pengujian kimia abu sekam padi ditunjukkan Tabel 3.

Tabel 2.3. Pengujian kandungan kimia abu sekam padi (Raharja, 2013)

No.	Parameter	Kadar (%)
1	Silicon dioxide (SiO_2)	82,26
2	Alumunium Trioxide (Al_2O_3)	2,56
3	Ferric oxide (Fe_2O_3)	1,74
4	Calcium oxide (CaO)	2,16
5	Magnesium oxide (MgO)	1,74
6	Potassium oxide (K_2O)	3,70
7	Phosphorus oxide (P_2O_5)	3,24
8	Titanium oxide (TiO_2)	0,19
9	Manganese oxide (MnO)	0,33

2.5 Kapur

Menurut (Raharja, 2013). Kapur memiliki sifat sebagai bahan ikat yaitu sifat plastis baik (tidak getas), mudah dan cepat mengeras, workability baik dan mempunyai daya ikat baik untuk batu dan bata (Tjokrodinuljo, 1992). Bahan dasar kapur adalah batu kapur atau dolomit, yang mengandung senyawa kalsium karbonat (CaCO_3). Pengertian kapur sebagai bahan stabilisasi mengacu pada mineral kapur berupa kalsium hidroksida ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), kalsium oksida (CaO) dan kalsium karbonat (CaCO_3). Penggunaan yang paling efektif dan aman dalam pelaksanaan konstruksi adalah menggunakan kalsium hidroksida (kapur padam) yang disarankan berupa bubuk, karena sangat penting untuk proses hidrasi dan mengurangi masalah yang timbul, kalsium karbonat kurang efektif dipergunakan untuk bahan campuran, sedangkan kalsium oksida (quick lime) lebih baik dalam proses kimianya namun beberapa kelemahan dari kalsium oksida ini dapat mempermudah terjadinya korosi pada peralatan dan sangat berbahaya bagi kulit pelaksana konstruksi.

2.6 Kuat Tarik

Menurut (Pandaleke & Windah, 2017) Kuat tarik adalah ukuran kuat beton yang diakibatkan oleh suatu gaya yang cenderung untuk memisahkan sebagian beton akibat tarikan. Kuat tarik beton berkisar seper-delapan belas kuat desak pada waktu umurnya masih muda, dan berkisar seperduapuluh sesudahnya. Kuat tarik juga merupakan bagian penting didalam menahan retak-retak akibat perubahan kadar air dan suhu. Pengujian kuat tarik biasanya diadakan untuk pembuatan konstruksi jalan raya dan lapangan terbang.

Kekuatan tarik umumnya digunakan dalam mendesain bagian dari suatu struktur yang bersifat ductile dan brittle yang bersifat tidak statis, dalam arti selalu menerima gaya dalam jumlah besar, meski benda tersebut tidak bergerak.

2.7 Kuat Tekan

Dalam SK SNI M - 14 -1989 - E dijelaskan pengertian kuat tekan beton yakni besarnya beban per satuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan. Selanjutnya Mulyono (2006) mengemukakan bahwa kuat tekan beton mengidentifikasikan mutu sebuah struktur di mana semakin tinggi tingkat kekuatan struktur yang dikehendaki, maka semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan.

Kekuatan tekan karakteristik σ'_{bk} dihitung $\sigma'_{bk} = \sigma'_{bm} - 1,64$ dengan taraf signifikan 5%. Adapun faktor lain yang dapat mempengaruhi mutu kekuatan beton seperti yang dikemukakan oleh Mulyono (2006) yaitu: (1) proporsi bahan penyusun, (2) metode pencampuran, (3) perawatan, dan (4) keadaan pada saat pengecoran (Ahmad et al., 2009).

2.8 Workability

Air memiliki peran yang sangat penting dalam proses pencampuran material-material pembentuk beton, karena air berfungsi memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat yang menimbulkan kelecakan pada campuran beton sehingga dapat memberikan kemudahan dalam pengerjaan beton (workability). Untuk dapat menghasilkan workability yang tinggi tentunya dibutuhkan nilai slump yang tinggi pula, hal ini mengakibatkan penggunaan air dalam campuran beton juga bertambah (Edih Suaedih, 2019).

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode penelitian pembuatan beton dengan memanfaatkan abu sekam padi dan kapur sebagai bahan pengganti semen adalah dengan metode experiment, yaitu metode yang dilakukan dengan mengadakan kegiatan percobaan untuk mendapatkan data.

3.2 Tahapan Penelitian

1. Persiapan

Dalam hal ini menyiapkan material yang akan digunakan seperti (Agregat Kasar, Agregat Halus, Abu Sekam Padi, Kapur dan Air). Penelitian akan dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

2. Pemeriksaan bahan material penyusun beton

Pemeriksaan bahan material ini ditujukan untuk memastikan apakah bahan penyusun beton telah memenuhi persyaratan yang telah ditentukan, apabila digunakan dalam pencampuran (mix design).

3. Perencanaan Campuran

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

4. Pembuatan Benda Uji

Pada tahapan ini dilakukan pekerjaan-pekerjaan sebagai berikut:

- a. Pembuatan adonan beton.
- b. Pengujian slump test yang mengacu pada SNI 1972:2008.
- c. Pengecoran ke dalam cetakan silinder.
- d. Pelepasan benda uji dari cetakan silinder.

5. Perawatan Benda Uji

Pada bagian ini beton yang sudah didiamkan di cetakan dan sudah mengering, beton tersebut di angkat dari cetakan lalu dilakukan perawatan beton (curing). Perawatan tersebut dilakukan dengan cara merendam beton pada bak perendam dengan estimasi waktu 28 hari. Setelah selesai perawatan selama 28 hari, beton diangkat dari bak dan dikeringkan..

6. Pengujian Kuat Tekan Beton

Setelah semua prosedur pembuatan beton, kemudian dilakukan uji kuat tekan beton yang berfungsi untuk mengetahui berapa besar ketahanan beton setelah diberi beban-beban tertentu.

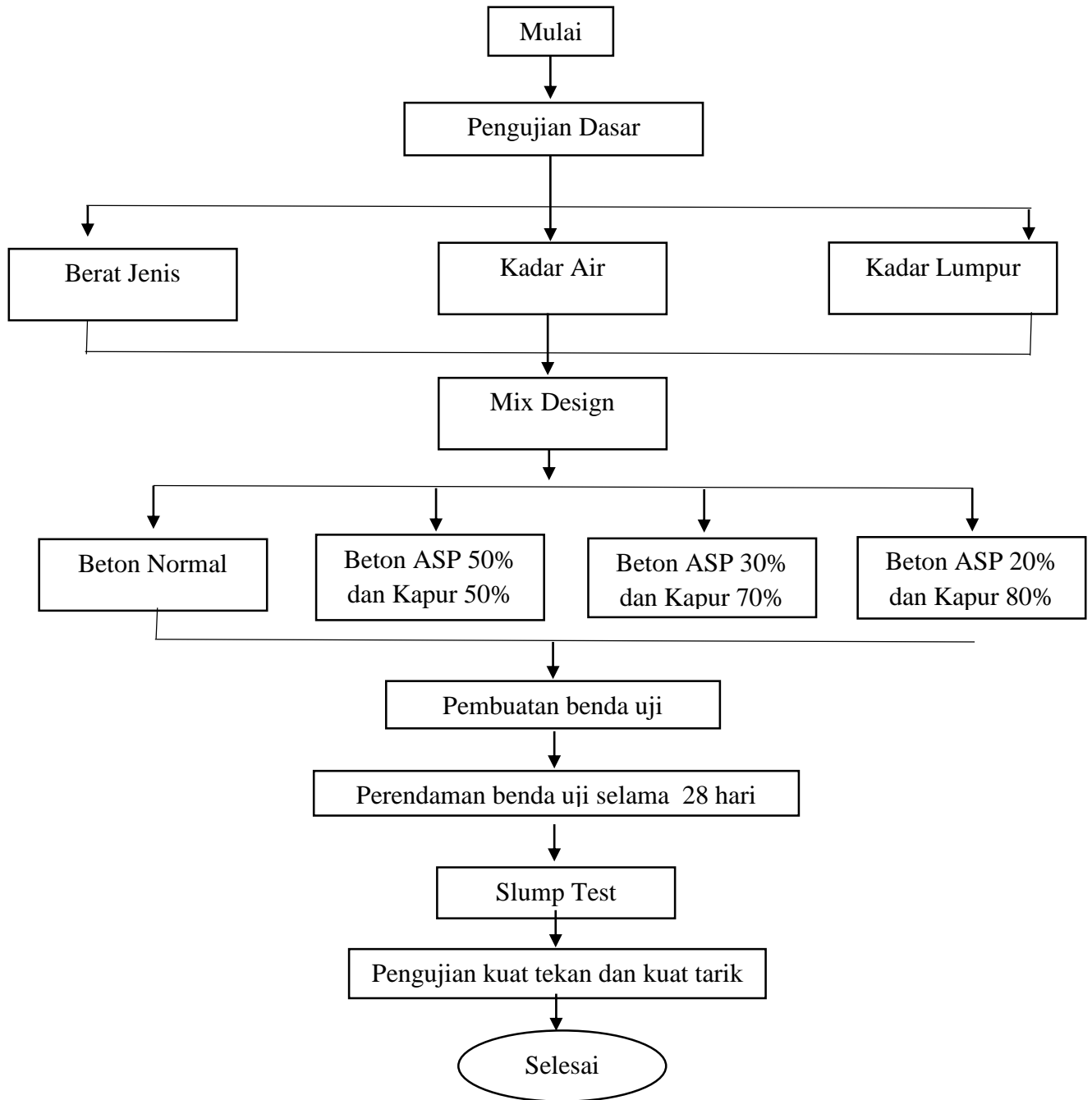
7. Pengujian Kuat Tarik Beton

Setelah semua prosedur pembuatan beton dilakukan, kemudian dilakukan uji kuat tarik beton yang berfungsi untuk mengetahui besar ketahanan beton terhadap kuat tarik.

8. Pembahasan dan Laporan Akhir

Dengan diketahuinya nilai kuat tekan beton, maka telah selesai semua rangkaian dalam proses pembuatan beton. Hal yang dilakukan pada tahap akhir ialah mencatat, mengolah, dan mengevaluasi data yang telah didapatkan. Lalu selanjutnya melakukan penulisan dan bimbingan untuk laporan akhir tersebut.

Untuk mempersingkat rangkaian kegiatan diatas, maka disusun lah diagram alir dalam proses penelitian ini. Diagram alir tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.1 dibawah ini:



Gambar 3.1 Bagan Alir

3.3 Tempat dan waktu penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dan akan di lakukan pada bulan Maret sampai bulan Juni 2021

3.4 Bahan dan peralatan

Untuk mendapatkan hasil penelitian yang maksimal, maka diperlukan peralatan dan bahan yang berkualitas untuk memenuhi persyaratan yang berlaku. Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

3.4.1 Bahan

Adapun bahan yang digunakan dalam pembuatan beton campuran abu sekam padi dan kapur :

1. Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah batu kerikil yang diperoleh dari Jl. Megawati, Kota Binjai dengan ukuran maksimum 20 mm

2. Agregat Halus

Agregat Halus yang digunakan dalam penelitian ini adalah batu krikil yang diperoleh dari Jl. Megawati, Kota Binjai.

3. Abu sekam padi

diperoleh dari Kabupaten Aceh Tenggara. Abu sekam padi diperoleh dari hasil pembakaran sekam padi dengan suhu sekitar 500°C - 800°C.

4. Air

Air yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang layak minum dan sesuai dengan syarat-syarat penggunaan air pada beton.

5. Kapur

Kapur digunakan sebagai bahan pengganti sebagian semen juga pada penelitian ini di dapat secara komersial di toko material

3.4.2 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini telah tersedia di Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Alat-alat yang digunakan adalah sebagai berikut:

Tabel 3.1. Peralatan pembuatan benda uji

No	Nama Alat	Kegunaan
1	Compressing Test Machine (CTM)	Menguji Kuat tekan beton
2		Menguji Kuat tarik beton
3	Saringan Agregat Kasar	Memisahkan agregat kasar sesuai ukuran
4	Saringan Agregat Halus	Memisahkan agregat halus sesuai ukuran
5	Cetakan Silinder	Mencetak benda uji
6	Oven	Mengeringkan agregat kasar dan halus
7	Gelas Ukur	Mengukur takaran air dan visconcrete 8670 MN
8	Kerucut Abrams	Uji slump test
9	Mixer Beton	Mmebuat campuran beton
10	Timbangan	Untuk menimbang benda uji
11	Tongkat Penumbuk	Memadatkan benda uji
12	Triplek Ukuran 1x2 m	Alas dalam pengujian slump test
13	Bak Perendaman	Untuk merendam benda uji
14	Pan	Wadah saat menyaring agregat
15	Ember	Sebagai wadah penyimpanan agregat
16	Plastik	Sebagai wadah agregat yang telah disaring
17	Sendok semen	Meratakan campuran beton saat diletakan dicetakan
18	Sekop tangan	Mengaduk dan memasukan agregat ke dalam cetakan
19	Skrap	Meratakan campuran beton
20	masker	Untuk melindungi pernapasan dari debu
21	Sarung tangan	Melindungi tangan
22	Penggaris	Mengukur slump test

3.5 Persiapan penelitian

Setelah seluruh material yang diperoleh telah sampai lokasi, maka material dipisahkan menurut jenisnya untuk mempermudah dalam tahapan-tahapan penelitian dan juga agar material tidak tercampur dengan bahan-bahan yang lain sehingga mempengaruhi kualitas material. Material dibersihkan dari lumpur kemudian melakukan penjemuran pada material yang basah.

3.6 Pemeriksaan Agregat

Pada penelitian ini pemeriksaan agregat menggunakan panduan dari Sni dan laporan praktikum beton program studi teknik sipil universitas muhammadiyah sumatera utara sebagai dalam tata cara pembuatan beton.

3.6.1 Pemeriksaan Kadar Air Agregat kasar

Rumus

- Berat sample SSD + berat wadah (W_1)
- Berat sample kering oven + berat wadah (W_2)
- Berat wadah (W_3)
- Berat air = ($W_1 - W_2$)
- Kadar air = $\frac{\text{Berat Air}}{\text{Berat sample kering oven}} \times 100\%$

Pemeriksaan Kadar Air Agregat halus

Rumus

- Berat sample SSD + berat wadah (W_1)
- Berat sample kering oven + berat wadah (W_2)
- Berat wadah (W_3)
- Berat air = ($W_1 - W_2$)
- Kadar air = $\frac{\text{Berat Air}}{\text{Berat sample kering oven}} \times 100\%$

3.6.2 Pemeriksaa Kadar Lumpur Agregat Kasar

Rumus

- Berat sample kering (A)
- Berat sample kering setelah dicuci (B)
- Berat kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci (C) = A - B
- Persentase kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci (D) = $\frac{C}{A} \times 100\%$

Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat halus

Rumus

- Berat sample kering (A)
- Berat sample kering setelah dicuci (B)
- Berat kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci (C) = A – B
- Persentase kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci (D) = $\frac{C}{A} \times 100\%$

3.6.3 Berat jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

Rumus

- Bulk grafitry dry (Berat Jenis Kering) $\frac{C}{A-B}$
- Bulk grafitry SSD (Berat jenis SSD) $\frac{A}{A-B}$
- Apparent Specific Grafitry (Berat Jenis Semu) $\frac{C}{C-B}$
- Absorbtion (Penyerapan) $(\frac{C}{(A-B)}) \times 100\%$

Keterangan:

A = Berat sample SSD kering permukaan jenuh

B = Berat sample SSD jenuh

C = Berat sample SSD kering oven

Berat jenis dan Penyerapan Agregat Halus

- Bulk grafitry dry (Berat Jenis Kering) $\frac{E}{B+D-C}$
- Bulk grafitry SSD (Berat jenis SSD) $\frac{B}{B+D-C}$
- Apparent Specific Grafitry (Berat Jenis Semu) $\frac{E}{E+D-C}$
- Absorbtion (Penyerapan) $(\frac{(B-C)}{E}) \times 100\%$

Keterangan:

B = Berat sample SSD kering permukaan jenuh

C = Berat sample SSD di dalam piknometer penuh air

D = Berat piknometer penuh air

E = Berat sample SSD kering oven

3.6.4 Berat Isi Agregat Kasar Rumus

- Berat agregat + wadah (W1)
- Berat wadah (W2)
- Berat agregat (W3) = (W1 - W2)
- Volume Wadah (V)
- Berat isi $\frac{W_3}{V}$

3.7 Abu sekam padi

abu sekam padi berasal dari abu bekas pembakaraan limbah abu sekam padi. Warna abu sekam padi dari putih keabu-abuan, warna ini tergantung dari sumber sekam padi dan suhu pembakaran. Abu sekam padi pada penelitian ini didapat dari Kutacane kabupaten Aceh Tenggara.

3.8 Kalsium (Ca) / Kapur

Kapur adalah material yang berasal dari batuan sedimen. Zat pada kapur yang memiliki kandungan sama dengan semen yang tersusun dari mineral kalsium. Kapur merupakan sedimen berwarna putih yang memiliki 3 senyawa utama yaitu kalsium karbonat, kalsium oksida, dan kalsium hidroksida. Kapur pada penelitian ini di dapat di panglong di Medan Sumatera Utara.

3.9 Perencanaan Campuran Beton

Tahap awal sebelum melakukan perencanaan campuran beton dilakukan pengujian terhadap komponen-komponen dasar pembentuk beton sesuai dengan SNI (Standar Nasional Indonesia) yaitu pengujian terhadap agregat halus dan agregat kasar serta air. Selanjutnya dilakukan perencanaan campuran beton berdasarkan SNI (Standar Nasional Indonesia).

3.10 Mix Design

Penelitian ini mengambil topik tentang beton serat dengan menggunakan metode SNI (Standart Nasional Indonesia), Dalam penelitian ini terdapat beberapa variasi dalam adukan beton, dengan menambahkan ASP (Abu Sekam Padi) sebagai pengganti sebagian semen yang diberikan secara konstan sebanyak 50%, 30%, 20% dan Kapur (Ca) 50%, 70%, 80%.

Pada penelitian ini digunakan metode perencanaan campuran adukan beton sesuai dengan standar SNI-03-2834-2000. Perencanaan campuran adukan beton menurut SNI 03- 2834-2000 adalah sebagai berikut.

1. Menentukan kuat tekan beton yang disyaratkan f_c' pada umur tertentu.
2. Menghitung deviasi standar.

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (3.1)$$

Dengan :

S = Deviasi standar

x_i = Kuat tekan beton yang didapat dari masing-masing benda uji

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

$$\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})}{n-1}} \quad (3.2)$$

Dengan :

n adalah jumlah nilai hasil uji, yang harus diambil minimum 30 buah (satu hasil uji adalah nilai uji rata-rata dari 2 buah benda uji.) dua hasil uji yang akan digunakan untuk menghitung standar deviasi harus sebagai berikut :

1. mewakili bahan - bahan prosedur pengawasan mutu, dan kondisi produksi yang serupa dengan pekerjaan yang diusulkan.
2. mewakili kuat tekan beton yang disyaratkan f'_c yang nilainya dalam batas 7 MPa dari nilai f_{cr} yang ditentukan.
3. paling sedikit terdiri dari 30 hasil uji yang berurutan atau dua kelompok hasil uji diambil dalam produksi selama jangka waktu tidak kurang dari 45 hari.
4. Bila suatu produksi beton tidak mempunyai dua hasil uji yang memenuhi deviasi standar, tetapi hanya ada sebanyak 15 sampai 29 hasil uji yang berurutan, maka nilai deviasi standar adalah perkalian deviasi standar yang dihitung dari data hasil uji tersebut dengan faktor pengali dari Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Faktor pengali untuk standar deviasi berdasarkan jumlah benda uji yang tersedia.

Jumlah pengujian	Faktor Pengali Deviasi Standar
<15	f_{c+12} MPa
15	1,16
20	1,08
25	1,03
≥ 30	1,00

3. Menghitung nilai tambah margin

Tabel 3.3 Nilai tambah margin

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

M adalah nilai tambah 5,7 adalah tingkat mutu pekerjaan baik.

4. Menghitung kuat tekan beton rata rata f_{cr}

$$f_{cr} = f' C + M \quad (3.3)$$

5. Menetapkan jenis semen.

6. Menentukan jenis agregat kasar dan agregat halus, agregat ini dapat dalam bentuk tak dipecahkan (pasir atau koral) atau dipecahkan.

7. Menentukan faktor air semen

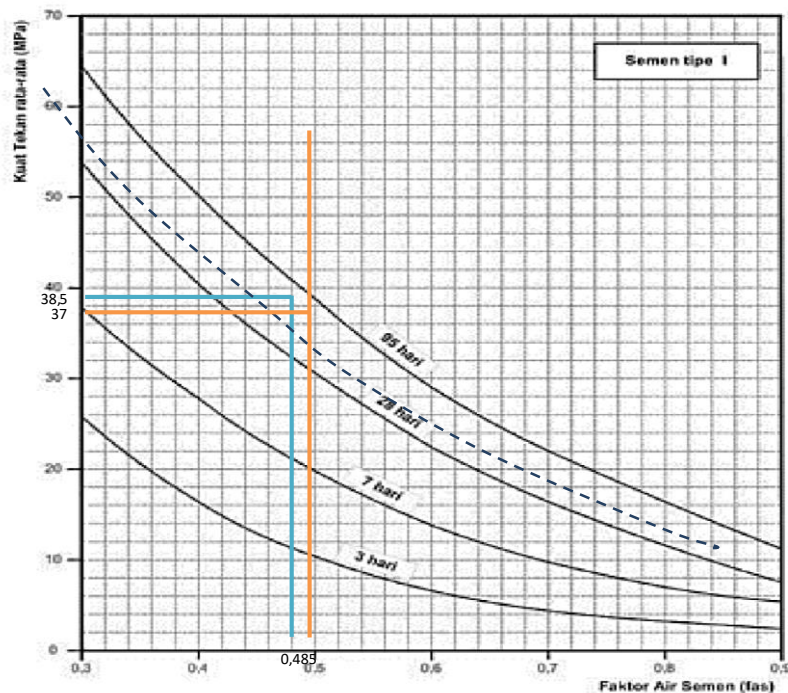
Menghubungkan kuat tekan dan factor air semen yang diperoleh dari penelitian lapangan sesuai dengan bahan dan kondisi pekerjaan yang diusulkan. Bila tidak tersedia data hasil penelitian sebagai pedoman dapat dipergunakan Tabel 3.5. Bila dipergunakan gambar 3.2 ikuti langkah- langkah berikut:

- a. Menentukan nilai kuat tekan pada umur 28 hari dengan menggunakan Tabel 3.5, sesuai dengan semen dan agregat yang akan dipakai.
- b. Menarik garis tegak lurus ke atas melalui faktor air semen 0,5 sampai memotong kurva kuat tekan yang ditentukan pada sub butir 1 di atas.
- c. Menarik garis lengkung melalui titik pada sub butir 2 secara proporsional.
- d. Menarik garis mendatar melalui nilai kuat tekan yang ditargetkan sampai memotong kurva baru yang ditentukan pada sub butir 3 di atas.

Menarik garis tegak lurus kebawah melalui titik potong tersebut untuk mendapatkan factor air semen yang diperlukan.

Tabel 3. 4 Perkiraan kekuatan tekan (MPa) beton dengan faktor air semen dan agregat kasar yang biasa dipakai di Indonesia.

Jenis semen	Jenis Agregat Kasar	Kakuatan tekan (MPa)				
		Pada umur (hari)				Bentuk
		3	7	28	29	Bentuk uji
Semen portland Tipe I	Batu tak pecah	17	23	33	40	Silinder
	Batu Pecah	19	27	37	45	
	Batu tak Pecah	20	28	40	48	Kubus
Semen tahan sulfat Tipe I,II,V	Batu pecah	25	32	45	54	
Semen portland Tipe	Batu tak Dipecah	21	28	38	44	Silinder



Gambar 3. 2 Grafik hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen (benda uji berbentuk silinder 15 x 30 cm).

8. Menentukan faktor air semen maksimum atau dapat ditetapkan sebelumnya atau tidak. Jika nilai faktor air semen yang diperoleh dari butir 7 di atas lebih kecil dari yang dikehendaki, maka yang dipakai yang terendah.
9. Menentukan slump.
Slump ditetapkan sesuai dengan kondisi pelaksanaan pekerjaan agar diperoleh beton yang mudah dituangkan, didapatkan dan diratakan.
10. Menentukan ukuran agregat maksimum jika tidak ditetapkan. Besar butir agregat maksimum tidak boleh melebihi:
 - 1) Seperlima jarak terkecil antara bidang-bidang samping dari cetakan.
 - 2) Sepertiga dari tebal pelat.
 - 3) Tiga perempat dari jarak bersih minimum di antara batang-batang.

11. Menentukan nilai kadar air bebas

Kadar air bebas ditentukan sebagai berikut :

- 1) Agregat tak dipecah dan agregat dipecah digunakan nilai-nilai pada tabel 3.5.
- 2) Agregat campuran (tak dipecah dan dipecah), dihitung menurut rumus berikut:

$$\frac{1}{2}W_h + \frac{1}{3}W_k \quad (3.4)$$

Dengan : W_h adalah perkiraan jumlah air untuk agregat halus.

W_k adalah perkiraan jumlah air untuk agregat kasar pada Tabel 3.6.

Tabel 3.5 Perkiraan kadar air bebas (Kg/m³) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton.

Slump (mm)		0-10	10-30	30-60	60-80
Ukuran besar butir agregat maksimum	Jenis agregat				
10	Batu tak dipecah	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Batu tak dipecah	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Batu tak dipecah	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

Catatan : Koreksi suhu udara untuk suhu di atas 25°C, setiap kenaikan 5°C harus ditambah air 5 liter per m² adukan beton.

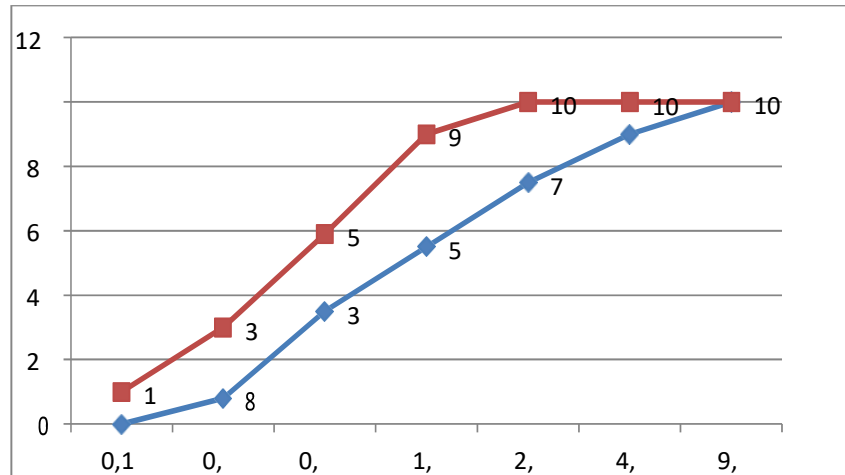
12. Menghitung jumlah semen minimum adalah kadar air bebas dibagi faktor air semen.
13. Jumlah semen maksimum jika tidak ditetapkan, dapat diabaikan.
14. Menentukan jumlah semen semimumimum mungkin, Jika tidak lihat Tabel 3.6 jumlah semen yang diperoleh dari perhitungan jika perlu disesuaikan.

Tabel 3.6 Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai macam pembetonan dalam lingkungan khusus.

Lokasi	Jumlah Semen minimum per m ³ beton (kg)	Nilai faktor Air-Semen Maksimum
Beton di dalam ruang bangunan:		
a. Keadaan keliling non-korosif	275	0,62
b. Keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau korosif	325	0,52
Beton di luar ruangan bangunan:		
a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325	0,60
b. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275	0,60
Beton masuk ke dalam tanah:		
a. Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti.		
b. Mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah.	325	
Beton yang kontinyu berhubungan:		
a. Air tawar		
b. Air laut		

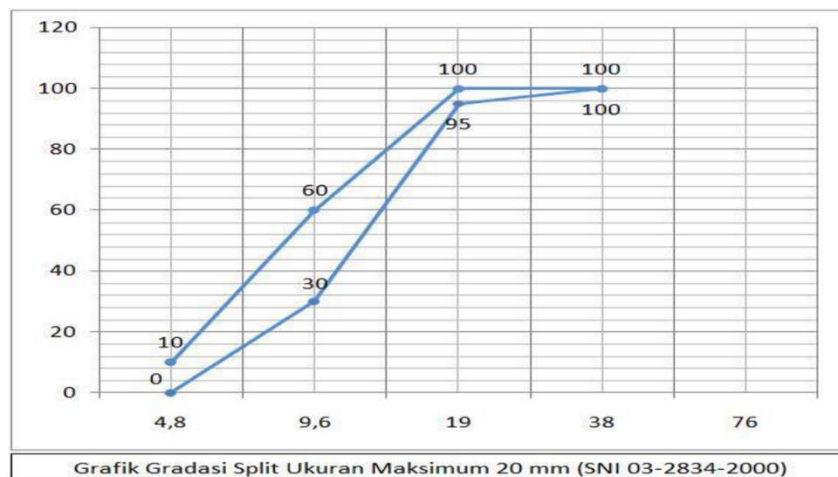
15. Menentukan faktor air semen yang disesuaikan jika jumlah semen berubah karena lebih kecil dari jumlah semen minimum yang ditetapkan (atau lebih besar dari jumlah semen maksimum yang disyaratkan), maka faktor air semen harus diperhitungkan kembali.

16. Menentukan susunan butir agregat halus (pasir kalau agregat halus sudah dikenal dan sudah dilakukan analisa ayak menurut standar yang berlaku, maka kurva dari pasir ini dapat dibandingkan dengan kurva-kurva yang tertera dalam gambar 3.3



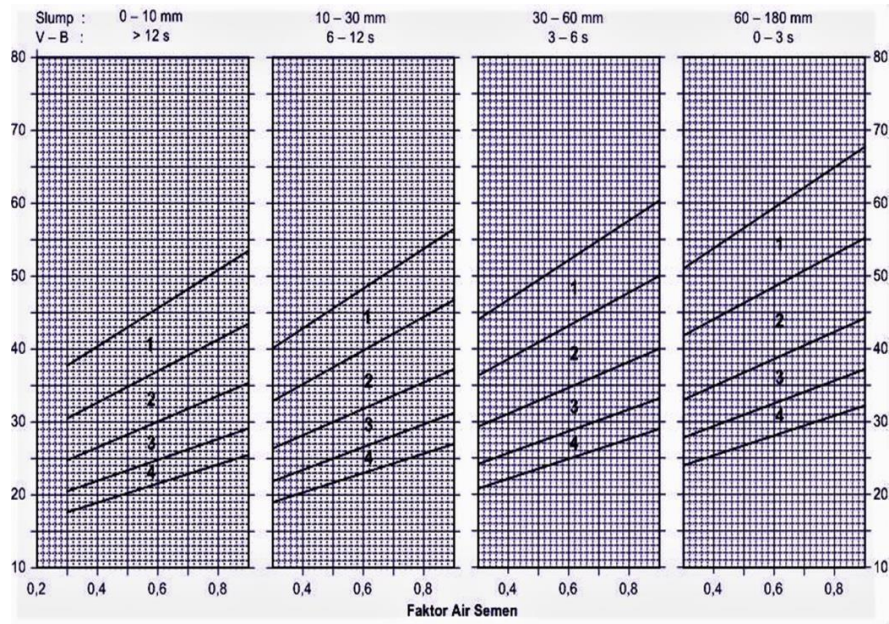
Gambar 3.3. Grafik Gradasi Agregat Sedang Batas gradasi pasir (Sedang) No. 2

17. Menentukan susunan agregat kasar menurut gambar



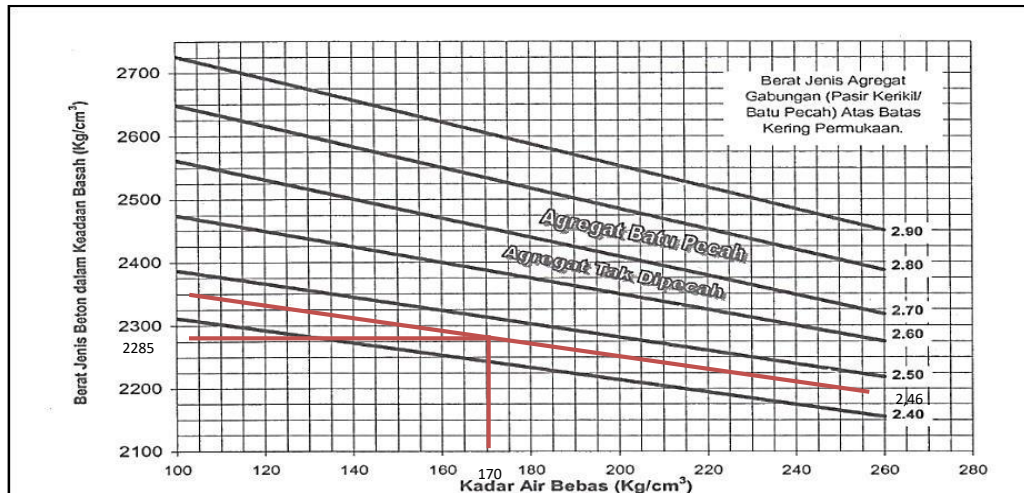
Gambar 3.4. Grafik batas gradasi kerikil atau koral ukuran maksimum 20 mm

18. Menentukan persentase pasir dengan perhitungan ukuran butir agregat maksimum menurut butir 10, slump menurut butir 9, faktor air semen menurut butir 15 dan daerah susunan butir 16, maka jumlah persentase pasir yang diperlukan dapat dibaca pada grafik.



Gambar 3.5. Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran butir maksimum 20 mm.

2. Menghitung berat jenis relative agregat. Berat jenis relative agregat ditentukan sebagai berikut:
 - 1) Diperoleh dari data hasil uji atau bila tidak tersedia dapat dipakai nilai dibawah ini :
 - a. agregat tak dipecah : 2,5
 - b. agregat dipecah : 2,6 atau 2,7
 - 2) Berat jenis agregat gabungan dihitung sebagai berikut:
 Berat jenis agregat gabungan = persentase agregat halus x berat jenis agregat halus + persentase agregat kasar x berat jenis agregat kasar.
3. Menentukan berat isi beton menurut Gambar 3.12 sesuai dengan kadar air bebas yang sudah ditemukan dari Tabel 3.7 dan berat jenis relative dari agregat gabungan menurut butir 18.

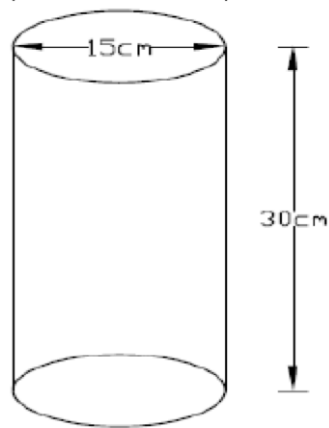


Gambar 3.6. Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton.

4. Menghitung kadar agregat gabungan yang besarnya adalah berat jenis beton dikurangi jumlah kadar semen dan kadar air bebas.
5. Menghitung kadar agregat halus yang besarnya adalah hasil kali persen pasir butir 18 dengan agregat gabungan butir 21.
6. Menghitung kadar agregat kasar yang besarnya adalah kadar agregat gabungan butir 21 dikurangi kadar agregat halus butir 22 dari langkah-langkah tersebut di atas butir 1 sampai dengan 23 sudah dapat diketahui susunan campuran bahan-bahan untuk 1 m³ beton.
7. Proporsi campuran, kondisi agregat dalam keadaan jenuh kering permukaan.
8. Mengkoreksi proporsi campuran menurut perhitungan.

3.11 Pembuatan Benda Uji

Benda uji dibuat menggunakan cetakan berbentuk silinder dengan sisi berukuran 15 x 30 cm yang berjumlah 16 buah. Proses pembuatan benda uji ditunjukkan dengan gambar pada lampiran dengan menggunakan Abu Sekam Padi dan Kapur. Benda uji yang dibuat adalah beton berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.



Gambar 3.7. Benda uji Silinder

Pembuatan benda uji dibedakan menjadi 2 yaitu beton normal dan beton ASP dan Kapur.

1. Langkah-langkah pembuatan benda uji beton normal adalah sebagai berikut:
 - a. Alat-alat yang akan digunakan dibersihkan terlebih dahulu, kemudian menimbang bahan-bahan yang akan digunakan sesuai dengan komposisi hasil mix design.
 - b. Menyiapkan molen yang bagian dalamnya sudah dilembabkan.
 - c. Kemudian pertama-tama tuangkan agregat halus, agregat kasar, dan semen. Aduk hingga ketiga bahan tersebut tercampur merata menggunakan molen.
 - d. Setelah ketiga bahan tersebut tercampur rata, masukkan air sedikit demi sedikit.
 - e. Setelah tercampur rata, dilakukan uji slump Test untuk mengukur tingkat workability adukan.
 - f. Apabila nilai slump Test telah memenuhi spesifikasi, selanjutnya adukan beton dituangkan ke dalam cetakan silinder, dan dirojok agar campuran beton menjadi padat.
 - g. Diamkan selama 24 jam.
 - h. Setelah 24 jam, cetakan dibuka kemudian dilakukan perawatan beton.
2. Langkah-langkah pembuatan beton campuran ASP dan kapur adalah sebagai berikut:
 - a. Alat-alat yang akan digunakan dibersihkan terlebih dahulu, kemudian

- menimbang bahan-bahan yang akan digunakan sesuai dengan komposisi hasil mix design.
- b. Menyiapkan molen yang bagian dalamnya sudah dilembabkan.
 - c. Kemudian tuangkan agregat kasar kedalam molen lalu masukkan ASP dan kapur yang telah lolos saringan no 3/4 dengan variasi yang telah ditentukan.
 - d. Kemudian masukkan agregat halus.
 - e. Setelah keempat bahan tersebut tercampur rata, masukkan air sedikit demi sedikit.
 - f. Setelah tercampur rata, dilakukan uji slump untuk mengukur tingkat workability adukan.
 - g. Apabila nilai slump telah memenuhi spesifikasi, selanjutnya adukan beton dituangkan ke dalam cetakan silinder, dan dirojok agar campuran beton menjadi padat.
 - h. Diamkan selama 24 jam.
 - i. Setelah 24 jam, cetakan dibuka kemudian dilakukan perawatan beton.



Gambar 3.8 Pembuatan benda uji

3.12 Pemeriksaan Slump Test

Langkah-langkah pengujian slump test :

1. Basahi kerucut Abrams dan plat sebesar 1m x 1m.
2. Letakan plat pada bidang yang datar dan letakkan kerucut Abrams secara terbalik tepat di tengah plat.

3. Tuangkan campuran beton kedalam kerucut Abrams hingga penuh lalu ratakan menggunakan skrap dan diamkan selama 1 menit. Angkat kerucut Abrams secara tegak lurus secara perlahan-lahan sambil menghitung waktu persebaran adukan menggunakan stopwatch.
4. Mencatat waktu saat sebaran adukan mencapai ukuran diameter 500 mm dan hentikan stopwatch saat sebaran adukan berhenti serta mencatat waktunya.
5. Kemudian ukur lebar sebaran adukan beton menggunakan penggaris secara vertikal dan horizontal.
6. Besar diameter sebaran adukan menunjukkan tingkat kekentalan adukan tersebut, semakin besar diameter yang didapat maka semakin encer pula adukan tersebut.



Gambar 3.9 Slump Test benda uji

3.13 Perawatan Beton

Perawatan beton dilakukan Setelah beton dikeluarkan dari cetakan, kemudian dilakukan perawatan dengan cara perendaman dalam air sampai saat uji kuat tekandan kuat tarik dilakukan, yaitu pada umur 28 hari. Jumlah sampelperendaman direncanakan sebanyak 16 buah dibagi dengan 2 variasi kuat tekan dan kuat tarik dapat dilihat pada Tabel 3.7 berikut.

No	Variasi campuran beton	Umur beton 28 hari	
		Kuat Tekan	Kuat Tarik
1.	Beton Normal	2 Sampel	2 Sampel
2.	Beton dengan kombinasi 50% abu sekam padi + 50 % kalsium (kapur) sebagai bahan pengganti sebagian semen	2 Sampel	2 Sampel
3.	Beton dengan kombinasi ASP 70% dan kapur 30% sebagai bahan pengganti semen	2 Sample	2 Sampel
4.	Beton dengan kombinasi ASP 80% dan kapur 20% sebagai bahan pengganti semen	2 Sampel	2 Sampel
Jumlah		16 Sampel	



Gambar 3.10 Perawatan benda uji

3.14 Pengujian Kuat Tekan

Pengujian Kuat Tekan dilakukan berdasarkan standar yang telah ditetapkan oleh SNI 03-2491-2002. Pengujian dilakukan menggunakan mesin uji tekan dengan kapasitas 1500 KN. Benda uji diletakkan tegak berdiri di atas alat penguji kemudian beban tekan diberikan merata arah tegak dari atas pada seluruh panjang silinder. Sebelum ditekan benda uji ditimbang terlebih dahulu untuk dapat mengetahui berat jenis beton. Jumlah sampel pengujian direncanakan sebanyak 8 buah.

3.15 Pengujian Kuat Tarik

Kekuatan tarik dalam penelitian ini ditentukan dengan menggunakan percobaan belah silinder (the split cylinder) dimana silinder ukuran diameter 15x30cm diberikan beban tegak lurus terhadap sumbu longitudinalnya dengan silinder ditempatkan secara horizontal diatas pelat mesin percobaan, benda uji terbelah dua pada saat dicapainya kekuatan tarik.

$$F'_{ct} = \frac{2P}{\frac{1}{4}\pi D^2} \quad (3.5)$$

Dimana :

F_{ct} = kuat tarik belah (MPa).

P = beban pada waktu belah (Kg).

D = diameter benda uji silinder (Cm).



Gambar 3.11 Pengujian Kuat Tarik Beton

3.16 Jadwal Penelitian

No	Uraian kegiatan	Bulan 3				Bulan 4				Bulan 5			
		Minggu				Minggu				Minggu			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Persiapan bahan :												
a	Aggregat kasar (batu pecah)												
b	Aggregat halus (pasir)												
c	Semen												
d	Air												
e	Abu sekam padi												
f	Kapur												
2	Persiapan Alat :												
a.	Izin menggunakan laboratorium												
b.	Bak perendaman												
3.	Pelaksanaan :												
a	Analisa saringan												
b	Kadar air agregat kasar dan halus												
c	Berat jenis dan penyerapan agregat kasar dan halus												
d	Berat isi agregat kasar dan agregat halus												
e	Kadar lumpur agregat kasar dan halus												

f	Mix design																		
h	Membuat campuran																		
-	Beton normal																		
	2 sampel (Kuat tekan)																		
	Slump test																		
-	Variasi ASP 100% + 0% kapur																		
	2 sampel (Kuat tekan)																		
	Slump test																		
	Perawatan sampel selama 28 hari																		
-	Variasi 75% abu sekam padi + 25% kapur																		
	2 sampel (Kuat tekan)																		
	Slump test																		
	Perawatan sampel selama 28 hari																		
	Variasi 50% abu sekam padi + 50% kapur																		
	2 sampel (Kuat tekan)																		
	Slump test																		
	Perawatan sampel selama 28 hari																		
-	Pemeriksaan kuat tarik beton normal																		
	3 sample umur 28 hari																		
-	Pemeriksaan kuat tarik beton																		
	3 sample Variasi abu sekam padi 100% + 0% kapur (Umur 28 hari)																		
	3 sample Variasi abu sekam padi 75% + 25% kapur (Umur 28 hari)																		
	3 sampel Variasi abu sekam padi 50% + 50% kapur (Umur 28 hari)																		
	Penyusunan laporan																		

BAB 4

PEMBAHASAN DAN HASIL

4.1 Hasil Pemeriksaan Campuran Beton

Dalam hal ini ini penulis telah memperoleh data-data yang digunakan pada penelitian sebelumnya. Setelah melakukan pengujian dasar maka nilai-nilai dari tabel 4.1 dibawah ini dapat digunakan untuk perencanaan campuran beton (*Mix Design*), dengan kuat tekan disyaratkan sebesar 35 MPa.

Tabel 4.1 Data-data hasil pemeriksaan dasar

No	Data Tes Dasar	Nilai
1	Berat jenis agregat kasar	2,176 gr/cm ³
2	Berat jenis agregat halus	2,571 gr/cm ³
3	Kadar lumpur agregat kasar	0,3 %
4	Kadar lumpur agregat halus	3,5 %
5	Berat isi agregat kasar	1,77 gr/cm ³
6	Berat isi agregat halus	1,63 gr/cm ³
7	FM agregat kasar	7,086
8	FM agregat halus	2,775
9	Kadar air agregat kasar	0,30 %
10	Kadar air agregat halus	1,16 %
11	Penyerapan agregat kasar	0,18 %
12	Penyerapan agregat halus	2,66 %
13	Nilai slump rencana	300-600 mm
14	Ukuran agregat maksimum	40 mm

Sumber : penelitian perdahulu

4.2 Pemeriksaan Agregat Halus

Pada penelitian ini digunakan agregat halus berupa pasir alam yang diperoleh dari Binjai.

4.2.1 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Tabel 4.2: Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus.

<i>FINE AGGREGATE</i> (Agregat Halus) <i>Passing No.4</i> (Lolos Ayakan N0.4)	Sample	Sample	Rata-Rata
	1 (gr)	2 (gr)	(gr)
<i>Wt. Of SSD Sample in Air</i> (Berat contoh (SSD)kering permukaan jenuh) (B)	500	500	500
<i>Wt. Of Oven Dry Sample</i> (Berat contoh (SSD) kering oven (110° C) Sampai Konstan) (E)	486	488	487
<i>Wt. Of Flask + Water</i> (<i>Berat Piknometer penuh air</i>) (D)	689	692	690.5
<i>Wt. Of Flask + Water + Sample</i> (<i>Berat contoh SSD di dalam piknometer penuh air</i>) (C)	993	995	994
<i>Bulk Sp. Gravity-Dry</i> (Berat jenis contoh kering) $E / (B + D - C)$	2.47	2.47	2.47
<i>Bulk Sp. Gravity-SSD</i> (Berat jenis contoh SSD) $B / (B + D - C)$	2.55	2.53	2.54
<i>Apparent Sp. Gravity-Dry</i> (Berat jenis contoh semu) $E / (E + D - C)$	2.67	2.63	2.65
<i>Absorption</i> $[(B - E) / E] \times 100\%$ (%)	2.88	2.53	2.66

Dari hasil uji berat jenis didapat Berat jenis SSD (*Saturated Surface Dry*) rata-rata sebesar 2,54 dan dapat diklasifikasikan sebagai agregat normal karena nilainya masih dalam batas yang diijinkan yaitu antara 2,2 – 2,7. Penyerapan air (*absorption*) yang didapat dari hasil pengujian yaitu 2,66%. Angka tersebut menunjukkan kemampuan agregat dalam menyerap air dari keadaan kering mutlak sampai jenuh kering maka sebesar 2,66% dari berat kering agregat sendiri.

4.2.2 Analisa Gradasi Agregat Halus

Tabel 4.3: Hasil pengujian analisa gradasi agregat halus dengan batas Zona 2.

Sieve Size (mm)	Retained Fraction				Cumulative (%)		Limits Zone 2
	Sampel I (gr)	Sampel II (gr)	Total Weight (gr)	%	Retained	Passing	
4.75 (No.4)	78	83	161	6,44	6,44	93,56	90-100
2.36 (No. 8)	91	102	193	7,72	14,16	85,84	75-100
1.18(No.16)	142	157	299	11,96	26,12	73,88	55-90
0.60 (No.30)	450	394	844	33,76	59,88	40,12	35-59
0.30 (No.50)	329	368	697	27,88	87,76	12,24	8-30
0.15 (No.100)	103	82	185	7,40	95,16	4,84	0-10
Pan	57	64	121	4,84	100	0	0-5
Total	1250	1250	2500	100			

- Persentase berat tertahan rata-rata:

$$\text{No.4} = \frac{161}{2500} \times 100\% = 6,44 \%$$

$$\text{No.8} = \frac{193}{2500} \times 100\% = 7,72 \%$$

$$\text{No.16} = \frac{299}{2500} \times 100\% = 11,96 \%$$

$$\text{No.30} = \frac{844}{2500} \times 100\% = 33,76 \%$$

$$\text{No.50} = \frac{697}{2500} \times 100\% = 27,88 \%$$

$$\text{No.100} = \frac{185}{2500} \times 100\% = 7,40 \%$$

$$\text{PAN} = \frac{121}{2500} \times 100\% = 4,84 \%$$

- Persentase Berat Kumulatif Tertahan

$$\text{No.4} = 0 + 6,44 = 6,44 \%$$

$$\text{No.8} = 6,44 + 7,72 = 14,16 \%$$

$$\text{No.16} = 14,16 + 11,96 = 26,12 \%$$

$$\text{No.30} = 26,12 + 33,76 = 59,88 \%$$

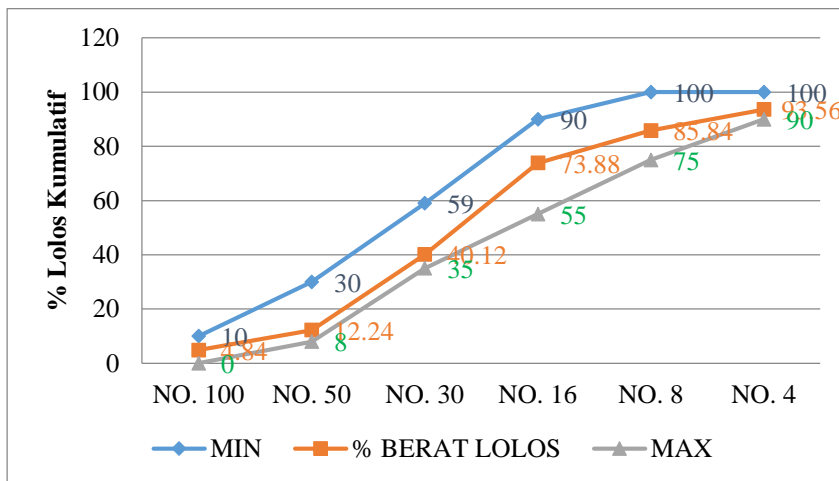
$$\text{No.50} = 59,88 + 27,88 = 87,76 \%$$

$$\text{NO.100} = 87,76 + 7,40 = 95,16 \%$$

$$\text{PAN} = 95,17 + 4,84 = 100 \%$$

Jumlah persentase kumulatif yang tertahan = 289,52 %

$$\begin{aligned}
 \text{FM (Modulus Kehausan)} &= \frac{\text{Jumlah \% kumulatif tertahan}}{100} \\
 &= \frac{289.52}{100} \\
 &= 2,89
 \end{aligned}$$



Gambar 4.1 : Grafik Gradasi Agregat Halus (Zona 2).

Dari Hasil pemeriksaan analisa saringan agregat halus pada percobaan ini didapat FM sebesar 2,89%. Nilai tersebut masih diijinkan untuk termasuk sebagai agregat halus, dimana nilai yang diijinkan adalah 1,5% - 3,8% berada di zona 2.

4.2.3 Kadar Lumpur Agregat Halus

Tabel 4.4: Hasil pengujian kadar lumpur agregat halus.

Pengujian	Satuan	sample 1	sample 2	Rata- rata
Berat SSD	gr	1000	1000	1000
Berat SSD setelah dicuci	gr	965	968	967
Berat kotoran	gr	35	32	34
Persentase kotoran	%	3,6	3,3	3,5

Dari hasil uji Kadar Lumpur didapat persentase kadar lumpur rata-rata 3,5%. Nilai ini masih berada dalam batas yang diijinkan yaitu maksimal 5% (SK SNI S – 04 – 1989 – F), sehingga agregat tidak perlu harus dicuci sebelum pengadukan.

4.2.4 Berat Isi Agregat Halus

Tabel 4.5: Hasil pengujian berat isi dengan cara lepas, cara tusuk, dan cara penggoyangan.

Pengujian	Satuan	Cara Lepas	Cara Tusuk	Cara Penggoyangan	Rata-rata
Berat contoh	gr	17566	18306	18383	18085
Berat wadah	gr	5336	5336	5336	5336
Berat contoh & wadah	gr	22902	23642	23719	23421
Volume wadah	cm ³	11125,4	11125,4	11125,4	11125,4
Berat isi	gr/cm ³	1,58	1,65	1,65	1,63

Didapat Berat Isi rata-rata dari hasil pengujian diatas sebesar 1,63 gr/cm³, nilai ini masih dalam batas yang diijinkan yaitu minimal 1,2 gr/cm³ (SII No.52 – 1980).

4.2.5 Kadar Air Agregat Halus

Tabel 4.6: Hasil pengujian kadar air agregat halus.

Pengujian	Satuan	Sample 1	Sample 2
Berat contoh SSD dan berat wadah	gr	1493	1509
Berat contoh SSD	gr	1000	1000
Berat contoh kering oven & berat wadah	gr	1481	1498
Berat wadah	gr	493	509
Berat air	gr	12	11
Berat contoh kering	gr	988	989
Kadar air	%	1,21	1,11
Rata-rata		1.16 %	

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang dilakukan diperoleh rata-rata kadar air sebesar 1,16%. Percobaan dilakukan sebanyak dua kali, dengan percobaan pertama didapat hasil kadar air sebesar 1,21%. Sedangkan percobaan kedua didapat hasil kadar air sebesar 1,11%.

4.3 Pemeriksaan Agregat Kasar

Pada penelitian ini digunakan agregat kasar berupa batu pecah yang diperoleh dari Binjai, secara umum batu pecah ini menunjukkan bahwa mempunyai bentuk ukuran yang bervariasi dengan ukuran maksimal 40 mm. Pada agregat kasar dilakukan pemeriksaan bahan yang meliputi pengujian berat jenis dan penyerapan, analisa gradasi, kadar lumpur, berat isi dan kadar air.

4.3.1 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

Tabel 4.7: Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar.

<i>COARSE AGGREGATE</i> (Agregat Kasar)	1 (gr)	2 (gr)	Rata- Rata (gr)
<i>Passing No.4</i> (Lolos Ayakan N0.4)			
Berat contoh (SSD) kering permukaan jenuh (A)	2492	2456	247
Berat contoh (SSD) kering oven (110°C) Sampai Konstan (C)	2480	2459	2469.5
Berat contoh (SSD) didalam air (B)	1550	1529	1539.5
Berat jenis contoh kering $C / (A - B)$	2.63	2.65	2,64
<i>Berat jenis contoh (SSD) $A / (A - B)$</i>	2.65	2.65	2,65
<i>Berat jenis contoh semu $C / (C - B)$</i>	2.67	2.64	2.66
<i>Agregat Kasar</i>	1	2	Rata- Rata
<i>Passing No.4</i> (Lolos Ayakan N0.4)			(gr)
<i>Absorption (Penyerapan) $[(A - C) / C] \times 100 \%$</i>	0.48 (%)	-0,12 (%)	0.18 (%)

Dari hasil uji berat jenis didapat Berat jenis SSD (Saturated Surface Dry) rata-rata sebesar 2,65 dan dapat diklasifikasikan sebagai agregat normal karena nilainya masih dalam batas yang diijinkan yaitu antara 2,2 – 2,7. Penyerapan air

(absorption) yang didapat dari hasil pengujian yaitu 0,18%. Angka tersebut menunjukkan kemampuan agregat dalam menyerap air dari keadaan kering mutlak sampai jenuh kering maka sebesar 0,18% dari berat kering agregat sendiri.

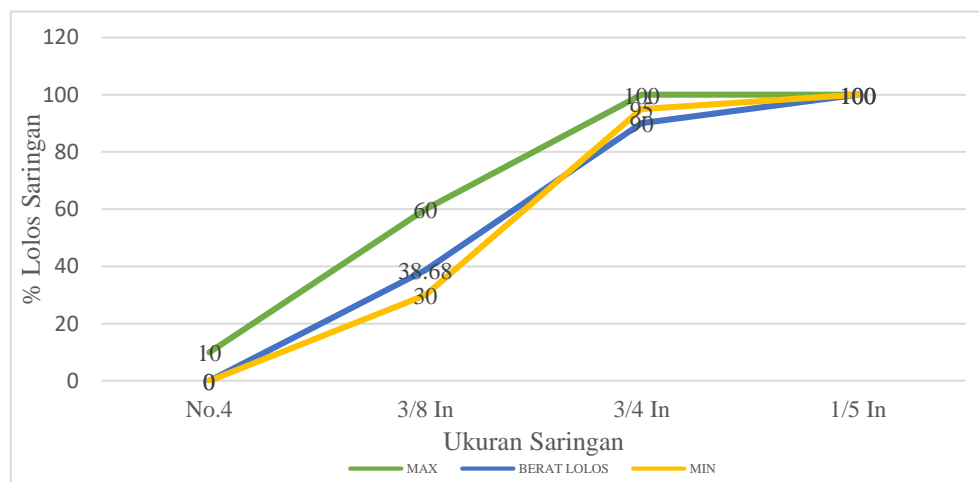
4.3.2 Analisa Gradasi Agregat Kasar

Tabel 4.8: Hasil pengujian analisa gradasi agregat kasar dengan spesifikasi ukuran maksimal 40 mm.

Sieve Size (mm)	Retained Fraction				Cumulative (%)		Limits Zone 2
	Sample I (gr)	Sample II (gr)	Total Weight (gr)	%	Retained	Passing	
38,1 (1.5 in)	0	0	0	0,00	0,00	100,00	100-100
19.0 (3/4 in)	90	69	159	6,36	6,36	93,64	95-100
9.52 (3/8 in)	705	669	1374	54,96	61,32	38,68	30-60
4.75 (No. 4)	455	512	967	38,68	100	0	0-10
Total	1250	1250	2500	100			

Jumlah persentase kumulatif yang tertahan = 667,68 %

$$\begin{aligned}
 \text{FM (Modulus Kehausan)} &= \frac{\text{Jumlah \% kumulatif tertahan}}{100} \\
 &= \frac{667,68}{100} \\
 &= 6.67 \%
 \end{aligned}$$



Gambar 4.2: Grafik Gradasi Agregat Kasar.

Dari hasil pengujian didapat hasil FM sebesar 6,67%. Nilai ini melebihi batas yang diijinkan ASTM C33 – 93, yaitu 6 - 7% sehingga gradasi agregat tersebut cenderung kasar.

4.3.3 Kadar Lumpur Agregat Kasar

Tabel 4.9: Hasil pengujian kadar lumpur agregat kasar.

Pengujian	Satuan	sample 1	sample 2	Rata-rata
Berat SSD	gr	1500	1500	1500
Berat SSD setelah dicuci	gr	1497	1494	1496
Berat kotoran	gr	3	6	5
Persentase kotoran	%	0,2	0,4	0,3

Dari hasil uji Kadar Lumpur didapat persentase kadar lumpur rata-rata 0,3%. Nilai ini masih berada dalam batas yang diijinkan yaitu maksimal 1% (SK SNI S – 04 – 1989 – F), sehingga agregat tidak perlu harus dicuci sebelum pengadukan.

4.3.4 Berat Isi Agregat Kasar

Tabel 4.10: Hasil pengujian berat isi dengan cara lepas, cara tusuk, dan cara pengoyang.

Pengujian	Satuan	Cara Lepas	Cara Tusuk	Cara Penggoyangan	Rata-rata
Berat contoh	gr	18836	19837	20523	19732
Berat wadah	gr	5336	5336	5336	5336
Berat contoh & wadah	gr	24172	25173	25859	25068
Volume wadah	cm ³	11125,4	11125,4	11125,4	11125,4
Berat isi	gr/cm ³	1,69	1,78	1,84	1,77

Didapat Berat Isi rata-rata dari hasil pengujian diatas ialah 1,77 gr/cm³, nilai ini masih dalam batas yang diijinkan yaitu minimal 1,2 gr/cm³ (SII No.52 – 1980)

4.3.5 Kadar Air Agregat Kasar

Tabel 4.11: Hasil pengujian kadar air agregat kasar.

Pengujian	Satuan	Sample 1	Sample 2
Berat contoh SSD dan berat wadah	gr	2009	1993
Berat contoh SSD	gr	1500	1500
Berat contoh kering oven & berat wadah	gr	2004	1989
Berat wadah	gr	509	493
Berat air	gr	5	4
Berat contoh kering	gr	1495	1496
Kadar air	%	0,33	0,27
Rata-rata		0,30	

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang dilakukan diperoleh rata-rata kadar air sebesar 0,30%. Percobaan dilakukan sebanyak dua kali, dengan percobaan pertama didapat hasil kadar air sebesar 0,33%. Sedangkan percobaan kedua didapat hasil kadar air sebesar 0,27%.

4.4 Perencanaan Campuran dan Kebutuhan Bahan Beton

4.4.1 Mix Design Beton Normal Mutu Sedang

Pada hal ini penulis menggunakan data-data dari penelitian yang sudah dilakukan pada pengetesan dasar pada tabel 4.1 dibawah ini. Data-data dibawah ini digunakan untuk dalam perencanaan beton atau mix design dengan kekuatan yang direncanakan sebesar 25 MPa.

Tabel 4.12: Data-data pengetesan dasar.

No	Data Pengetesan Dasar	Nilai
1.	Berat jenis agregat kasar	2,716 gr/cm ³
2.	Berat jenis agregat halus	2,571 gr/cm ³
3.	Kadar lumpur agregat kasar	0,3 %
4.	Kadar lumpur agregat halus	3,5 %
5.	Berat isi agregat kasar	1,63 gr/cm ³
6.	Berat isi agregat halus	1,165 gr/cm ³

Lanjutan table 4.12		
7.	FM agregat kasar	7,086
8.	FM agregat halus	2,775
9.	Kadar air agregat kasar	0,30 %
10.	Kadar air agregat halus	1,16%
11.	Penyerapan agregat kasar	0,18 %
12.	Penyerapan agregat halus	2,66 %
13.	Nilai slump rencana	30 – 60 mm
14.	Ukuran agregat maksimum	40 mm

Maka, dari data-data tabel 4.11 diatas perencanaan campuran beton (Mix Design) yang berdasarkan SNI 03-2834-2000 dapat dibuat seperti pada tabel 4.12.

Tabel 4.13: Perencanaan Campuran Beton SNI 03-2834-2000.

PERENCANAAN CAMPURAN BETON			
SNI 03-2834-2000			
No.	Uraian	Tabel/Gambar Perhitungan	Nilai
1	Kuat tarik yang disyaratkan (benda uji silinder)	Ditetapkan	25 Mpa
2	Deviasi Standar		12 Mpa
3	Nilai tambah (margin)	-	5,7 Mpa
4	Kekuatan rata-rata yang ditargetkan	1 + 2 + 3	42,7 MPa
5	Jenis semen	Ditetapkan	Tipe I
6	Jenis agregat: - kasar	Ditetapkan	Batu pecah Binjai
	- halus	Ditetapkan	Pasir alami Binjai
7	Faktor air-semen bebas	Tabel	0,45
8	Faktor air-semen maksimum	Ditetapkan	0,60
9	Slump	Ditetapkan	30-60 mm
10	Ukuran agregat maksimum	Ditetapkan	40 mm
11	Kadar air bebas	Tabel 3.	170 kg/m ³
12	Jumlah semen	11/7	377,77 kg/m ³

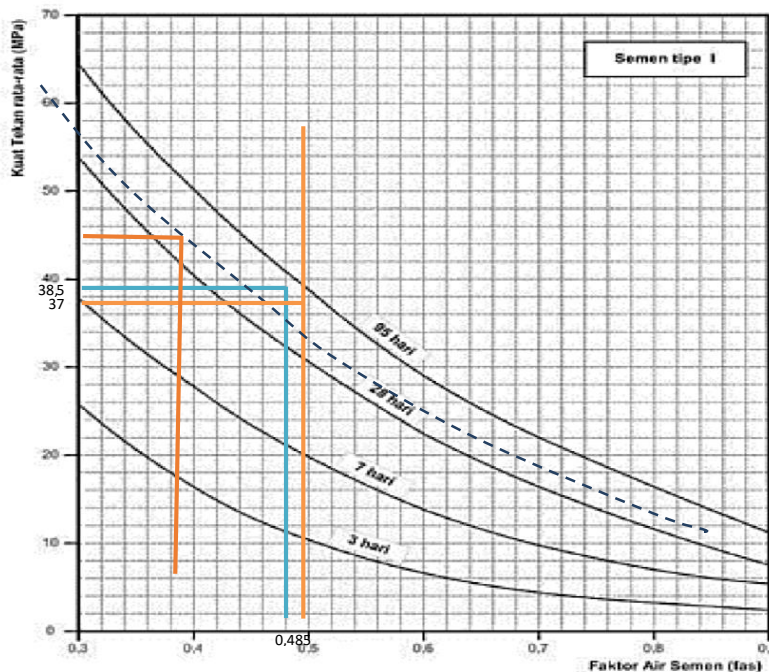
Lanjutan Tabel 4.13: Perencanaan Campuran Beton SNI 03-2834-2000.					
13	Jumlah semen maksimum	Ditetapkan		377,77 kg/m ³	
14	Jumlah semen minimum	Ditetapkan		275 kg/m ³	
15	Faktor air-semen yang disesuaikan	-		0,45	
16	Susunan besar butir agregat halus	Gambar 4.1		Daerah gradasi zona 2	
17	Susunan agregat kasar atau gabungan	Gambar 4.2		Gradasi maksimum 40 mm	
18	Persen agregat halus	Item 18		36 %	
19	Berat jenis relatif, agregat (kering permukaan)	Item 19		2,578	
20	Berat isi beton	Gambar 4.5		2450,25 kg/m ³	
21	Kadar agregat gabungan	20 - (12 + 11)		2032,55 kg/m ³	
22	Kadar agregat halus	18 x 21		731,71 kg/m ³	
23	Kadar agregat kasar	21-22		1300,84 kg/m ³	
24	Proporsi campuran	Semen (kg)	Air (kg)	Agregat kondisi jenuh kering permukaan (kg)	
				Halus	Kasar
	- Tiap m ³	377,77	170	731,71	1300,95
	- Tiap campuran uji m ³	1	0,450	1,936	3,443
25	Koreksi proporsi campuran				
	- Tiap m ³	447,368	170	710,650	1159,482
	- Tiap campuran uji m ³	1	0,38	1,59	2,59
	- Tiap campuran uji 0,0053 m ³ (1 silinder)	2,371	0,900	3,782	6,136

1. Kuat tarik rencana ($f'c$) = 25 MPa dan benda uji akan dilakukan pengujian pada umur rencana 28 hari.
2. Deviasi standar deviasi karena benda uji yang direncanakan kurang dari 15, maka nilai yang diambil sebesar 12 MPa.
3. Nilai tambah margin (M) adalah 5,7 MPa.

4. Kuat tarik beton rata-rata yang ditargetkan (f'_{cr}) :

$$\begin{aligned} f'_{cr} &= f'_c + \text{Deviasi standar} + M \\ &= 25 + 12 + 5,7 \\ &= 42,7 \text{ MPa} \end{aligned}$$

5. Semen yang digunakan seharusnya semen Portland tipe I (ditetapkan).
6. Agregat yang digunakan berupa agregat halus pasir alami dari Binjai dan agregat kasar batu pecah dengan ukuran maksimum 40 mm dari Binjai.
7. Faktor air semen (FAS), berdasarkan perhitungan pada Gambar 4.3 tentang grafik hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen dengan perkiraan kekuatan tekan beton rata-rata 42,7 MPa, semen yang digunakan semen Portland tipe I, beton dilakukan pengujian pada umur rencana 28 hari, benda ujisilinder dan agregat kasar berupa batu pecah maka digunakan nilai FAS sebesar 0,45.



Gambar 4.3: Hubungan faktor air semen dan kuat tekan beton silinder 15 x 30 cm.

8. Faktor air semen maksimum, berdasarkan tabel 3.8 mengenai persyaratan faktor air maksimum karena beton berada dilokasi terlindung dari hujan dan terik matahari langsung, maka faktor air semen maksimum ditetapkan sebesar 0,60.
9. Nilai *slump* yang direncanakan pada penelitian ini menggunakan slump rencana sebesar 30-60 mm.

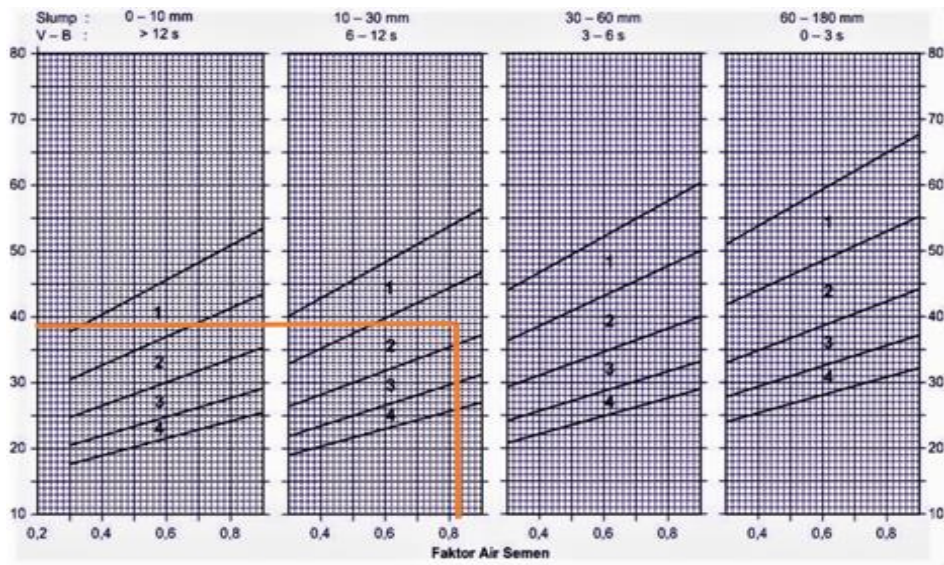
10. Ukuran maksimum yang digunakan sebesar 40 mm.
11. Kadar air bebas agregat campuran, ukuran agregat maksimum yang digunakan adalah 40 mm dan nilai slump yang ditentukan adalah 30-60 mm sehingga dari Tabel 3.7 diperoleh nilai perkiraan jumlah air untuk agregat halus (W_h) adalah 160 sedangkan untuk agregat kasar (W_k) adalah 190 sehingga nilai kadar air bebas yang digunakan sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Kadar air bebas} &= \frac{2}{3} W_h + \frac{1}{3} W_k \\
 &= \frac{2}{3} 160 + \frac{1}{3} 190 \\
 &= 170 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

12. Kadar semen dapat dihitung dengan cara nilai kadar air bebas dibagi faktor air semen, maka jumlah semen yang digunakan sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Kadar air semen} &= \frac{\text{Kadar Air Bebas}}{\text{Faktor Air Semen}} \\
 &= \frac{170}{0,45} \\
 &= 377,77 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

13. Kadar semen maksimum sebesar 377,77 kg/m.
14. Kadar semen minimum untuk beton yang direncanakan didalam ruangan dan terlindung dari hujan serta terik matahari langsung dari Tabel 3.8 mempunyai kadar semen minimum per-m³ sebesar 275 kg.
15. Faktor air semen yang disesuaikan berdasarkan Gambar 4.3 yaitu sebesar 0,45.
16. Susunan butir agregat halus berdasarkan Gambar 4.1 yaitu batas gradasi pasir no.2.
17. Susunan butir agregat kasar berdasarkan Gambar 4.2 yaitu batas gradasi kerikil ukuran maksimum 40 mm.
18. Persentase agregat halus, dengan mengacu pada slump 30-60 mm, faktor air semen 0,45 dan ukuran butir maksimum 40 mm serta agregat halus berada pada gradasi 2 maka persentase agregat halus terhadap kadar agregat total sesuai pada Gambar 4.4. Sehingga diperoleh persentase halus batas bawah sebesar.

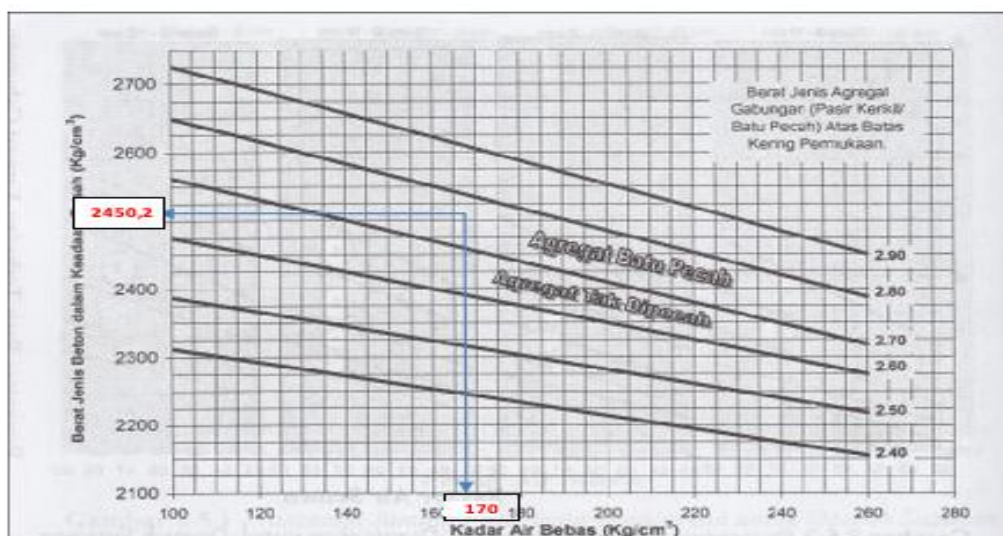


Gambar 4.4: Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm pada fas 0,45(SNI 03-2834-2000).

19. Menghitung berat jenis relatif agregat (kering permukaan) SSD

$$\begin{aligned}
 \text{Berat Jenis Relatif} &= (AH \times BJAH) + (AK \times BJA K) \\
 &= (0,360 \times 2,571) + (0,610 \times 2,716) \\
 &= 2,578 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

20. Berat isi beton diperoleh dari Gambar 4.5 dengan nilai kadar air bebas yang digunakan sebesar 170 dan berat jenis gabungan sebesar 2,578, maka diperoleh nilai berat isi beton sebesar 2487,5 kg/m³.



Gambar 4.5: Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton pada fas 0,38 (SNI 03-2834-2000).

21. Kadar agregat gabungan diperoleh sebagai berikut.

Kadar agregat gabungan = Berat isi beton – (kadar semen + kadar air bebas)

$$= 2450,25 - (170 + 377,77)$$

$$= 2032,55 \text{ kg/m}^3$$

22. Kadar agregat halus diperoleh sebagai berikut.

Kadar agregat halus = Kadar agregat gabungan x %AH

$$= 0,360 \times 2032,55$$

$$= 731,71 \text{ kg/m}^3$$

23. Kadar agregat kasar diperoleh sebagai berikut.

Kadar agregat kasar = Kadar agregat gabungan – kadar agregat halus

$$= 2032,55 - 731,71$$

$$= 1300,84 \text{ kg/ m}^3$$

24. Proporsi Campuran

kondisi agregat dalam kejadian jenuh kering permukaan semen, air, agregat halus dan agregat kasar harus dihitung dalam per m³ adukan.

$$\text{- Semen} = \frac{377,77}{377,77} = 1$$

$$\text{- Air} = \frac{170}{377,77} = 0,450$$

$$\text{- Pasir} = \frac{731,71}{377,77} = 1,936$$

$$\text{- Batu Pecah} = \frac{1300,84}{377,77} = 3,443$$

25. Koreksi Proporsi Campuran

Apabila agregat tidak dalam keadaan jenuh kering permukaan proporsi campuran harus dikoreksi terhadap kandungan air dalam agregat. Koreksi proporsi campuran harus dilakukan terhadap kadar air dalam agregat paling sedikit satu kali dalam sehari.

Diketahui:

- Jumlah air (B)	= 170 kg/ m ³
- Jumlah agregat halus (C)	= 731,71 kg/m ³
- Jumlah agregat kasar (D)	= 1300,84 kg/m ³
- Penyerapan agregat halus (Ca)	= 2,67%
- Penyerapan agregat kasar (Da)	= 0,18%
- Kadar air agregat halus (Ck)	= 1,16%
- Kadar air agregat kasar (Dk)	= 0,30%

a. Air

$$\begin{aligned} \text{Air} &= B - (C_k - C_a) \times \frac{C}{100} - (D_k - D_a) \times \frac{D}{100} \\ &= 170 - (1,16 - 2,67) \times \frac{731,71}{100} - (0,30 - 0,18) \times \frac{1300,84}{100} \\ &= 179,48 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

b. Agregat halus

$$\begin{aligned} \text{Agregat halus} &= C + (C_k - C_a) \times \frac{C}{100} \\ &= 731,71 + (1,16 - 2,67) \times \frac{731,71}{100} \\ &= 720,66 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

c. Agregat Kasar

$$\begin{aligned} \text{Agregat Kasar} &= D + (D_k - D_a) \times \frac{D}{100} \\ &= 1300,84 + (0,30 - 0,18) \times \frac{1300,84}{100} \\ &= 1302,40 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Maka untuk tiap m³ diperlukan:

-Semen	= 377,77 : 377,77	= 1
-Air	= 179,84 : 377,77	= 0,476
-Agregat halus	= 720,66 : 377,77	= 1,907
-Agregat kasar	= 1302,40 : 377,77	= 3,447

4.5 Kebutuhan Bahan

Berdasarkan hasil mix design beton normal mutu sedang maka kebutuhan bahan untuk 1 m³ sebagai berikut:

- PC = 377,77 kg/m³
- Agregat halus = 720,66 kg/m³
- Agregat kasar = 1302,40 kg/m³
- Air = 179,84 kg/m³

a. Untuk satu benda uji silinder (kg)

Kebutuhan volume satu benda uji dengan cetakan silinder sebagai berikut :

- Tinggi = 30 cm = 0,3 m
- Lebar = 15 cm = 0,15 m

$$\begin{aligned}\text{Volume silinder} &= \pi r^2 t \\ &= \frac{22}{7} \times \left(\frac{0,15}{2}\right)^2 \times 0,30 \\ &= 0,0053 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Maka,

- Semen yang dibutuhkan untuk 1 benda uji
= Banyak semen x Volume 1 benda uji
= 377,77 kg/m³ x 0,0053 m³
= 2,00 kg
- Pasir yang dibutuhkan untuk 1 benda uji
= Banyak pasir x Volume 1 benda uji
= 720,66 kg/m³ x 0,0053 m³
= 3,819 kg
- Batu pecah yang dibutuhkan untuk 1 benda uji
= Banyak batu pecah x Volume 1 benda uji
= 1302,40 kg/m³ x 0,0053 m³
= 6,902 kg
- Air yang dibutuhkan untuk 1 benda uji
= Banyak air x Volume 1 benda uji
= 179,84 kg/m³ x 0,0053 m³
= 0,953 kg

Proporsi campuran untuk 1 benda uji dengan volume 0.0053 m³ dalam satuan kg adalah:

Semen : Pasir : Batu pecah : Air :
 2,00 : 3,819 : 6,902 : 0,953 :

Berdasarkan dari analisa saringan maka yang didapat dari berat untuk masing-masing saringan untuk 1 benda uji silinder. Untuk agregat halus tertera pada Tabel 4.13, sedangkan untuk agregat kasar tertera pada Tabel 4.14. Nilai total berat tertahan didapat dari % berat tertahan dikalikan dengan jumlah total agregat yang telah didapat dari perbandingan.

➤ Kapur (Ca)

Penggunaan bahan tambah yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan kapur hidrolis sebesar 50%, 70% dan 80% dari berat pengganti semen keseluruhan. Berat masing-masing variasi diuraikan sebagai berikut:

Tabel 4.14: Banyaknya kapur yang dibutuhkan untuk 1 benda uji silinder.

Persentase banyaknya kapur (%)	Banyaknya kapur dari berat semen (gr)
50%	1000
70%	1400
80%	160

➤ Abu Sekam Padi (ASP)

Penggunaan bahan tambah yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan ASP sebesar 50%, 30% dan 20% dari berat pengganti semen keseluruhan. Berat masing-masing variasi diuraikan sebagai berikut:

Tabel 4.15: Banyaknya ASP yang dibutuhkan untuk 1 benda uji silinder.

Persentase banyaknya ASP (%)	Banyaknya abu sekam padi dari berat semen (gr)
50%	1000
30%	600
20%	400

Tabel 4.16: Variasi penambahan kapur dan abu sekam padi sebagai bahan pengganti semen keseluruhan.

Kapur (Ca)	Abu sekam padi (ASP)
0 %	0 %
50 %	50 %
70 %	30 %
80 %	20 %

Keterangan:

1. 0 % Kapur (Ca) + 0 % Abu Sekam Padi (ASP)
2. 50 % Kapur (Ca) + 50 % Abu Sekam Padi (ASP) sebagai bahan pengganti semen keseluruhan.
3. 70 % Kapur (Ca) + 30 % Abu Sekam Padi (ASP) sebagai bahan pengganti semen keseluruhan.
4. 80 % Kapur (Ca) + 20 % Abu Sekam Padi (ASP) sebagai bahan pengganti semen keseluruhan.

4.6 Hasil Dan Analisa Pengujian Beton

4.6.1 pengujian Slump Test (Slump Rencana 30 – 60 mm)

Menurut (Fajar, 2014) Pada pengujian *slump Test* bertujuan untuk meningkatkan (*workability*) pada pekerjaan konstruksi. Nilai slump yang sesuai dengan perencanaan akan sangat membantu dalam pengerjaan struktur, *slump Test* dilakukan untuk mengetahui *workability* beton campuran menggunakan kapur dan ASP.

Hal-hal yang mempengaruhi *slump Test* adalah :

- Kadar air agregat
- Kadar lumpur agregat
- Faktor air semen
- Gradasi agregat
- Bahan tambah yang digunakan

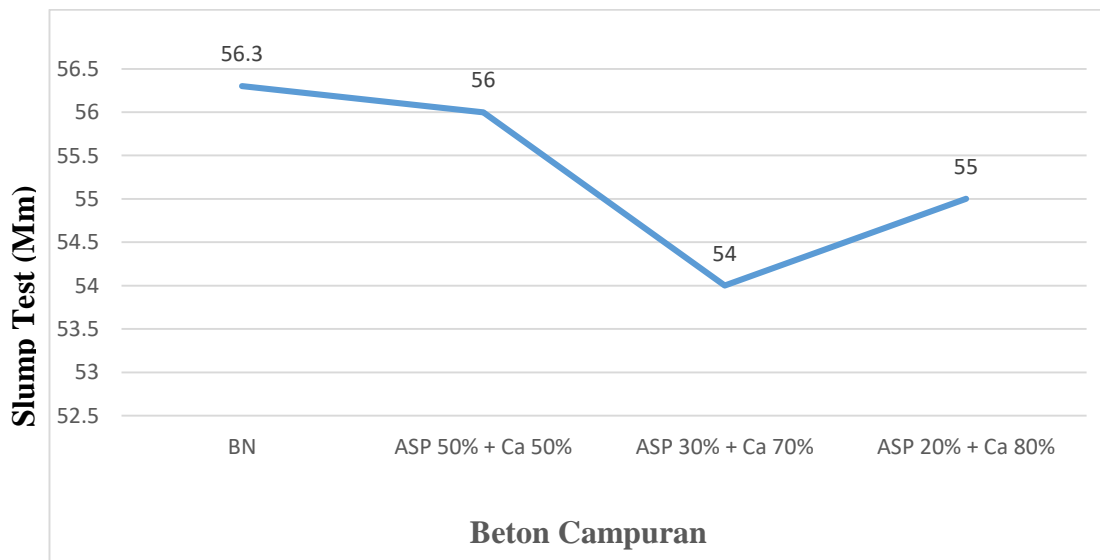
Dalam pengujian ini didapatkan hasil *slump Test* dengan melihat beton yang dimasukan kedalam kerucut *abrams*, dalam penelitian ini nilai *slump Test* direncanakan sebesar 400 mm sampai 600 mm dan beton tidak perlu lagi untuk di padatkan. Berikut hasil dari pengujian *slump Test* beton normal dan beton variasi kapur dan ASP dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.17 : Nilai *slump Test Test* beton campuran kapur dan ASP.

No	Variasi	<i>slump tes (mm)</i>			Nilai rata - rata
		1	2	3	
1	BN	55	56	58	56
2	50% kapur - 50% ASP	56	55	57	56
3	70% kapur - 30% ASP	54	55	53	54
4	80% kapur – 30% ASP	55	54	58	55

Sumber : Hasil penelitian

Hasil dari Tabel 4.17 terdapat perubahan diameter *slump test* pada setiap campuran kapur dan ASP, berikut grafik slump test



Gambar 4.6: Grafik nilai rata – rata Slump Test

Berdasarkan data hasil pengujian tersebut, nilai rata- rata slump beton campuran BN, ASP 50% dan Ca 50%, ASP 30% dan Ca 70%, ASP 20% dan Ca 80% yaitu; 56.3 mm; 56 mm; 53 mm; dan 55 mm. Didapat bahwa nilai slump seluruh campuran masuk kedalam slump rencana yaitu 30 – 60 mm.

4.6.2 Hasil Dan Analisa Penyerapan Air Pada Beton

Tabel 4.18: Hasil pengujian penyerapan beton normal.

Benda Uji	Umur Beton (hari)	Berat Beton Pada Perendaman		Penyerapan Air Pada Beton (gr)	Rata-rata Penyerapan Air Pada Beton (gr)
		Sebelum (Kg)	Sesudah (Kg)		
BN-1	28	11445	11551	86	133,6
BN-2	28	11200	11580	135	

Tabel 4.19: Hasil pengujian penyerapan beton pada beton campuran ASP 50% dan Ca 50%.

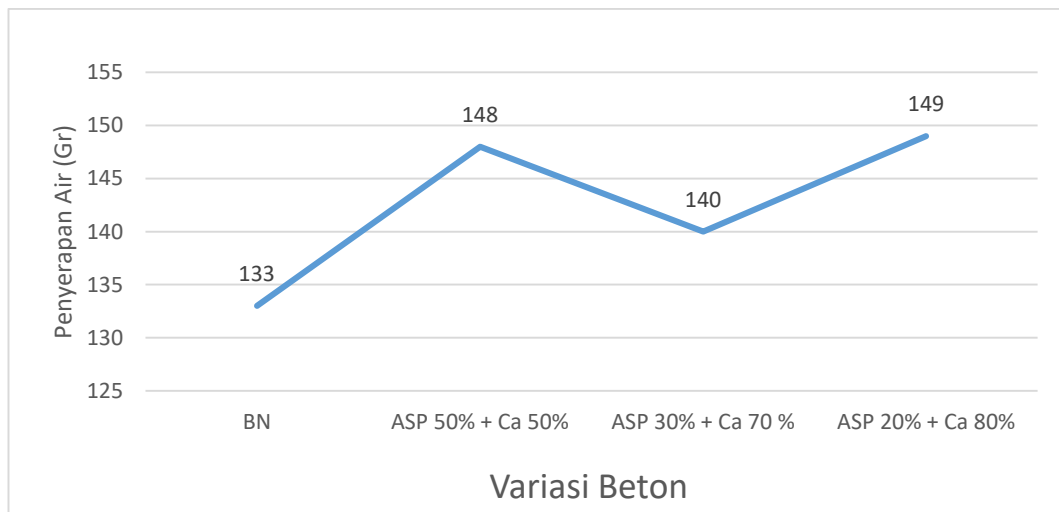
Sampel	Umur Beton (hari)	Berat Beton Pada Perendaman		Penyerapan Air Pada Beton (gr)	Rata-rata Penyerapan Air Pada Beton (gr)
		Sebelum (gr)	Sesudah (gr)		
1	28	10608	10744	140	148
2	28	10965	11121	156	

Tabel 4.20: Hasil pengujian penyerapan beton pada beton campuran ASP 30% dan Ca 70%.

Sampel	Umur Beton (hari)	Berat Beton Pada Perendaman		Penyerapan Air Pada Beton (gr)	Rata-rata Penyerapan Air Pada Beton (gr)
		Sebelum (gr)	Sesudah (gr)		
1	28	10531	10681	150	140
2	28	10404	10534	130	

Tabel 4.21: Hasil pengujian penyerapan beton pada beton campuran ASP 20% dan Ca 80%.

Sampel	Umur Beton (hari)	Berat Beton Pada Perendaman		Penyerapan Air Pada Beton (gr)	Rata-rata Penyerapan Air Pada Beton (gr)
		Sebelum (gr)	Sesudah (gr)		
1	28	11221	11363	142	149
2	28	11215	11371	156	



Gambar 4.7: Grafik perbandingan penyerapan air.

Berdasarkan data hasil pengujian yang telah dilakukan, maka didapat penyerapan air beton campuran BN, ASP 50% dan Ca 50%, ASP 30% dan Ca 70%, ASP 20% dan Ca 80% yaitu; 133 gr; 148 gr; 140 gr; dan 149 gr. Didapat bahwa nilai penyerapan air tertinggi yakni pada beton dengan campuran ASP 50% dan Ca 50% yaitu; 199 gr, dan beton dengan penyerapan air terendah terdapat pada beton campuran BN yaitu; 133 gr.

4.7 Hasil dan Analisa Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

Tabel 4.22: Hasil pengujian kuat tarik belah beton campuran ASP 50% & Ca 50%.

Sampel	Berat Benda Uji (Kg)	Luas (πLD) (cm ²)	Beban (P) (Kg)	Fct = $\left(\frac{2P}{\pi LD}\right)$ (MPa)	Fct Rata – Rata (MPa)
Umur 28 Hari					
1	10404	14137	22500	3.18	3.28
2	10531	14137	24000	3.39	

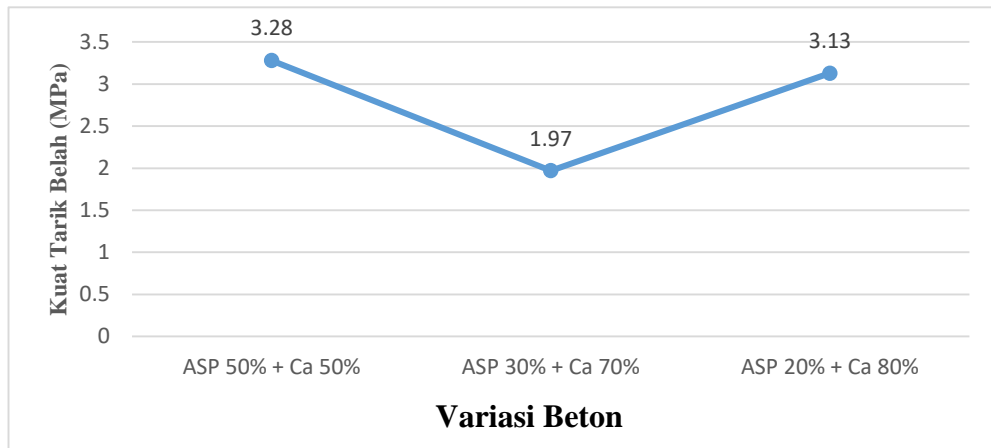
Tabel 4.23: Hasil pengujian kuat tarik belah beton campuran ASP 30% & Ca 70%.

Sampel	Berat Benda Uji (Kg)	Luas (πLD) (cm ²)	Beban (P) (Kg)	Fct = $\left(\frac{2P}{\pi LD}\right)$ (MPa)	Fct Rata – Rata (MPa)
Umur 28 Hari					
1	10608	14137	13000	1.83	1.97
2	10965	14137	15000	2.12	

Tabel 4.24: Hasil pengujian kuat tarik belah beton campuran ASP 20% & Ca 80%.

Sampel	Berat Benda Uji (Kg)	Luas (πLD) (cm ²)	Beban (P) (Kg)	Fct = $\left(\frac{2P}{\pi LD}\right)$ (MPa)	Fct Rata – Rata (MPa)
Umur 28 Hari					
1	11221	14137	22332	3.16	1.97
2	11215	14137	22000	3.11	

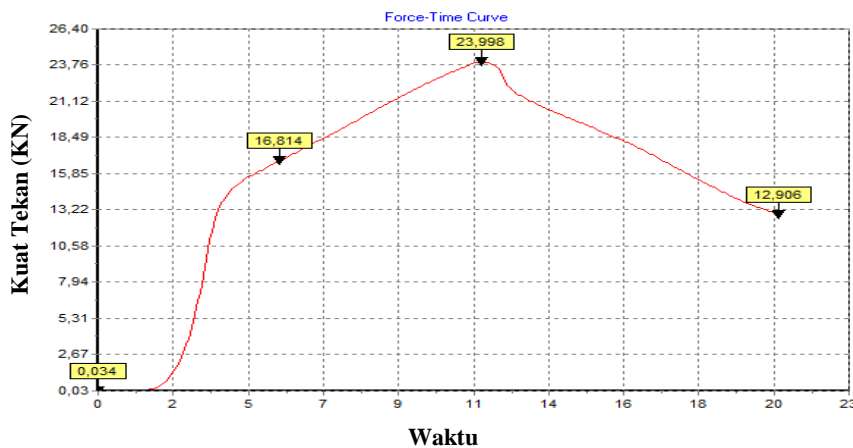
4.7.1 Grafik dibuat manual dengan perhitungan manual



Gambar 4.8: Grafik Persentase Nilai Fct Rata – Rata Kuat Tarik Belah Beton umur 28 Hari.

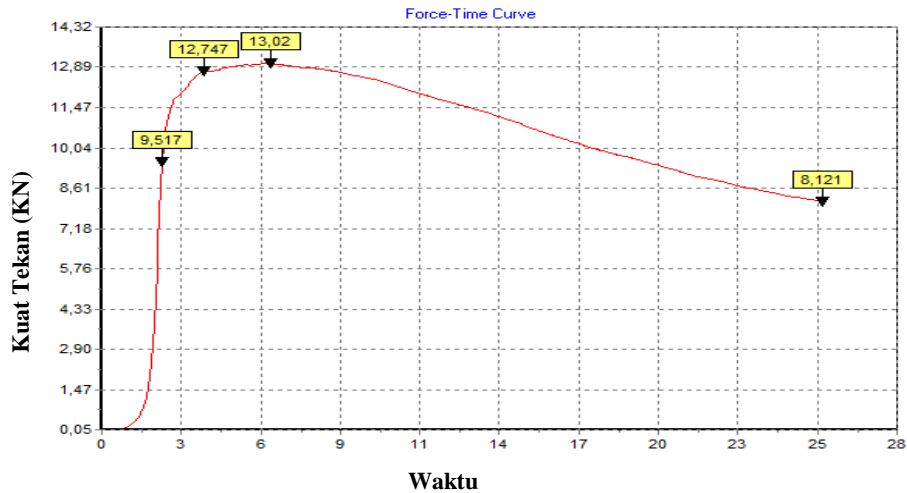
Berdasarkan pada hasil penelitian, maka didapat Fct rata – rata beton beton dengan campuran ASP 50% dan Ca 50% sebesar 3.28 MPa, beton dengan campuran ASP 30% dan Ca 70% sebesar 1.97 MPa, beton dengan campuran ASP 20% dan Ca 80% sebesar 3.13 MPa.

4.7.2 Grafik Didapat Dari Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Di Laboratorium Terpadu USU



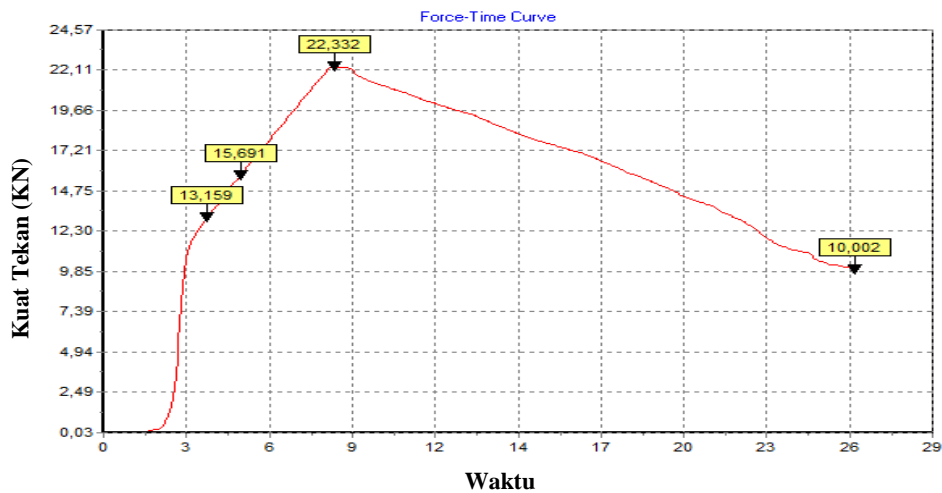
Gambar 4.9: Grafik Persentase Nilai Kuat Tekan Beton Campuran ASP 50% + Ca 50% Umur 28 Hari.

Berdasarkan grafik pengujian yang telah dilakukan, maka didapat nilai kekuatan tekan maksimum kuat tarik belah yaitu; 24.000 KN.



Gambar 4.10: Grafik Persentase Nilai Kuat Tekan Beton Campuran ASP 30% + Ca 70% Umur 28 Hari.

Berdasarkan grafik pengujian yang telah dilakukan, maka didapat nilai kekuatan tekan maksimum kuat tarik belah yaitu; 13.000 KN.



Gambar 4.11: Grafik Persentase Nilai Kuat Tekan Beton Campuran ASP 20% + Ca 80% Umur 28 Hari.

Berdasarkan grafik pengujian yang telah dilakukan, maka didapat nilai kekuatan tekan maksimum kuat tarik belah yaitu; 22.332 KN.

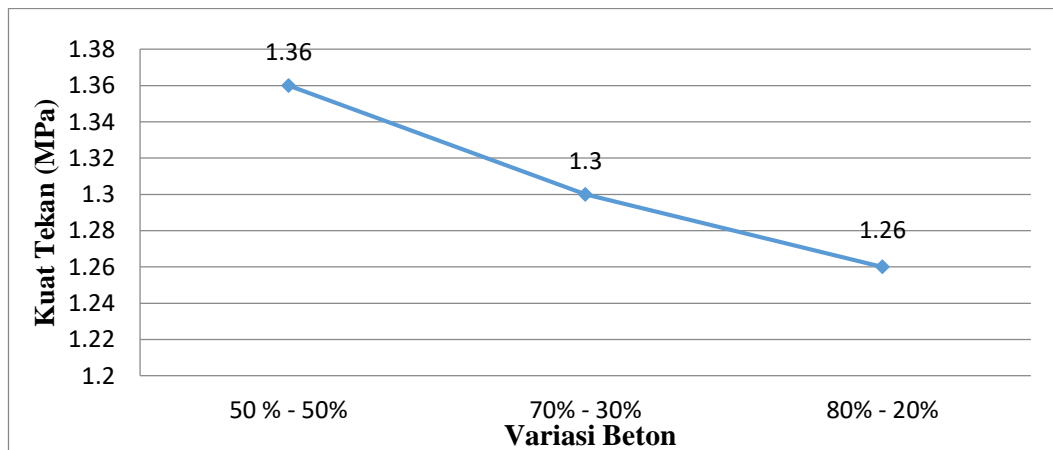
Berdasarkan data hasil pengujian kuat tekan beton maka dapat diketahui nilai kekuatan tekan beton bisa dikonversikan kedalam kekuatan tarik belah beton. untuk sampel beton tanpa semen variasi ASP 50% dan Ca 50% mempunyai kuat tarik belah yakni sebesar 2.62 Mpa, untuk sempel beton variasi ASP 30% dan Ca 70% memiliki hasil kuat tarik belah yakni sebesar 1.58 MPa. Dan untuk beton tanpa semen dengan variasi ASP 20% dan Ca 80% memiliki kuat tarik belah 2.51 MPa.

4.7.3 Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan menggunakan metode sesuai dengan SNI 03-1974-1990, pengujian pada saat beton berumur 28 hari dengan menggunakan mesin kuat tekan (compressive strength test) dengan kapasitas 150 ton. Benda uji berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Hasil pengujian kuat tekan tersebut dapat dilihat pada Tabel dibawah ini :

Tabel 4.25 : Tabel hasil pengujian kuat tekan beton.

Benda Uji	Nama Sempel	Beban maksimum (KN)	Kuat tekan (Mpa)	Kuat tekan rata-rata
1	Kapur 50% ASP 50%	24.000	1.36	1.3
2	Kapur 70% ASP 30%	23.000	1.3	
3	Kapur 80% ASP 20%	22.330	1.26	



Gambar 4.12: Grafik kuat tekan beton campuran ASP dan Ca.

Didalam pengujian kuat tekan beton dengan campuran kapur dan ASP didapat kuat tekan dengan variasi kapur 50% ASP 50% sebesar 1.36 Mpa, kapur 70% ASP 30% sebesar 1.3 Mpa, dan kapur 80% ASP 20% sebesar 1.26 Mpa. Maka kuat tekan rata-rata yang di dapat adalah sebesar 1.3 Mpa. pengujian kuat tekan ini dilakukan guna mendapatkan data hasil uji kuat tekan yang nantinya data ini akan digunakan sebagai perbandingan antara kuat tekan beton dengan kuat tarik belah beton.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data dan pembahasan serta diskusi, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai hasil dari penelitian ini. Saran dikemukakan dengan tujuan agar penelitian ini dapat dikembangkan dan dilanjutkan oleh peneliti lainnya.

1. Dari hasil pengujian dan penelitian yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan:

a. Berdasarkan perencanaan beton campuran ASP dan Ca sebagai bahan pengganti semen didapatkan nilai Slump Test pada beton pada setiap variasi:

(BN) = 56,3 mm

(ASP 50% dan Ca 50%) = 56 mm

(ASP 30% dan Ca 70%) = 54 mm

(ASP 20% dan Ca 80%) = 55 mm

b. Berdasarkan perencanaan beton campuran ASP dan Ca sebagai pengganti semen pada kuat tarik belah beton, maka didapat nilai rata-rata pada setiap variasi:

(ASP 50% dan Ca 50%) = 3.28 MPa

(ASP 30% dan Ca 70%) = 1.97 MPa

(ASP 20% dan Ca 80%) = 3.13 MPa

c. Berdasarkan perencanaan beton campuran ASP dan Ca sebagai pengganti semen, maka didapat nilai kuat tekan beton pada setiap variasi:

(ASP 50% dan Ca 50%) = 1.36 MPa

(ASP 30% dan Ca 70%) = 1.3 MPa

(ASP 20% dan Ca 80%) = 1.26 MPa

2. Kadar optimum Berdasarkan data hasil pengujian kuat tarik belah beton dapat diketahui bahwa untuk sampel beton variasi asp 50% dan Ca% mempunyai rata – rata kuat tarik belah yang paling tinggi yakni sebesar 3.28 MPa. Sedangkan beton dengan campuran ASP 30% dan Ca 70% yakni mempunyai rata – rata

kuat tarik belah paling rendah yaitu sebesar 1.97 MPa , memang beton dengan campuran ASP dan Ca sebagai pengganti semen belum bisa dikategorikan sebagai bahan membuat konstruksi,tetapi beton ini cukup ideal digunakan sebagai bahan pembuat dinding untuk property casting film.

5.2 Saran

Hasil penelitian ini diharapkan dapat berguna baik dalam pengembangan keilmuan tentang bahan bangunan khususnya teknologi beton maupun dalam penerapan secara praktis di lapangan. Diharapkan penelitian lanjutan dapat dilakukan oleh para peneliti lainnya, terutama terhadap beberapa permasalahan berikut :

1. Diperlukan adanya penelitian beton dengan dengan beton campuran ASP dan Ca sebagai bahan pengganti semen dengan persenan yang berbeda.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai ASP dan Ca yg bervariasi, misalnya dengan persenan yang berbeda – beda lagi.
3. Selama proses pencampuran beton, sebaiknya jangan terlalu cepat untuk mendapatkan campuran yang benar-benar menyatu/homogen.
4. Diusahakan proses pemadatan setiap sampel dilakukan secara konsisten agar didapatkan pemadatan yang sama di setiap benda uji sehingga didapatkan hasil yang optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, I. A., Taufieq, N. A. S., & Aras, A. H. (2009). Analisis Pengaruh Temperatur terhadap Kuat Tekan Beton. *Jurnal Teknik Sipil*, 16(2), 63. <https://doi.org/10.5614/jts.2009.16.2.2>
- Alkhaly, Y. R. (2016). Perbandingan Rancangan Campuran Beton Berdasarkan Sni 03-2834-2000 Dan Sni 7656:2012 Pada Mutu Beton 20 MPa. *Teras Jurnal*, 6(1), 11. <https://doi.org/10.29103/tj.v6i1.67>
- Andri, A. S. (2012). *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Transportation Management and Engineering*.
- Dan, S. *Analisis pengaruh beton dengan bahan admixture naphtalene*.
- Dumyati, A., & Manalu, D. F. (2015). Analisis Penggunaan Pasir Pantai Sampur Sebagai Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton. *Jurnal*, 3(1), 1–13. <https://www.journal.ubb.ac.id/index.php/fropil/article/view/1203>
- Edih Suaedih. (2019). *Fakultas Teknik Universitas IBA*. 7(1), 49–56.
- Fajar, M. (2014). Program studi teknik sipil fakultas teknik universitas muhammadiyah surakarta 2014. 1–4.
- Handayani, P. A., Nurjanah, E., & Rengga, W. D. P. (2014). Pemanfaatan Limbah Sekam Padi Menjadi Silika Gel. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 3(2). <https://doi.org/10.15294/jbat.v3i2.3698>
- Hermant, J., Pack, P. D. F., Putaran, P., Pada, P., Ekst, P., Silika, R., Sekam, D., Skrips, P., Sulfat, K., Geopolimer, M., Precursor, D., Ash, F. L. Y., Abu, D. A. N., Padi, S., Abdurrachim, H., & Ut, D. (n.d.). Pemanfaatan limbah abu sekam padi menjadi natrium silikat.
- Jusuf, P., Blok, P., Termodifikasi, P., Trapesium, D., Beton, P., Tinggi, M., Tinggi, S., Pah, J. J. S., Ratu Edo, C. R., & Sir, T. M. W. (2015). Penggunaan Blok Persegi Termodifikasi Dan Trapesium Dalam Perencanaan Beton Mutu Tinggi Dan Sangat Tinggi. *Jurnal Teknik Sipil*, IV(1), 39–52.
- Pandaleke, R. E., & Windah, R. S. (2017). Perbandingan Uji Tarik Langsung Dan Uji Tarik Belah Beton. *Jurnal Sipil Statik*, 5(10), 649–662.
- Pane, F. P., Tanudjaja, H., & Windah, R. S. (2015). Pengujian kuat tarik lentur beton dengan variasi kuat tekan beton. *Jurnal Sipil Statik*, 3(5), 313–321.
- Perdana, A. O., Wahyuni, A. S., & Elhusna, E. (2015). Pengaruh Penambahan Serat Ijuk Terhadap Kuat tarik Belah beton dengan Faktor Air Semen 0,5. *Jurnal Teknik Sipil*, 7(2), 7–12.

- Pontolo, D. I. D. (2005). Radial – jurnal peradaban sains, rekayasa dan teknologi Sekolah Tinggi Teknik (STITEK) Bina Taruna Gorontalo. 6(1), 84–92.
- Rahamudin, R. H., Manalip, H., & Mondoringin, M. (2016). Pengujian Kuat Tarik Belah Dan Kuat Tarik Lentur Beton Ringan Beragregat Kasar (Batu Apung) Dan. Jurnal Sipil Statik, 4(3), 225–231.
- Raharja, S. et al. (2013). Pengaruh Penggunaan Abu Sekam Padi Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Semen Terhadap Kuat Tekan Dan Modulus Elastisitas Beton Kinerja Tinggi. E-Jurnal Matriks Teknik Sipil, 1(4), 503–510.
- Sumajouw, M. D. J., Dapas, S. O., & Windah, R. S. (2014). Pengujian Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi. Jurnal Ilmiah Media Engineering, 4(4), 215–218. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jime/article/view/7133>
- Sumampouw, P. *Belah Beton. 1.*
- Sutandar, E. (2013). *Pengaruh Pemeliharaan (Curing) Pada Kuat Tekan Beton Normal. IX, 89–99.*
- Sni 03-2834-2000. Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal.
- Sni 1972:2008. (2008). Cara Uji Slump Beton. Badan Standar Nasional Indonesia, 5.
- Sni 2491:2014 Tentang Metode Uji Kekuatan Tarik Belah Spesimen Beton Silinder. (2014). *SNI 2491:2014 Tentang Metode Uji Kekuatan Tarik Belah Spesimen Beton Silinder. 12.*
- Sni-03-6429-2000 Pengujian Kuat Tekan Beton.
- Van Gobel, F. M. (2019). Nilai Kuat Tekan Beton Pada Slump Beton Tertentu. *RADIAL – Jurnal Peradaban SaIns, Rekayasa Dan TeknoLogi Sekolah Tinggi Teknik (STITEK) Bina Taruna Gorontalo, 5(1), 22–33.*
- Zuraidah, S. (2012). Pengaruh Penggunaan Limbah Paving Sebagai Alternatif Agregat Kasar Untuk Beton. *Teknik Sipil KERN, 2012.*

LAMPIRAN



Lampiran 1: Agregat kasar.



Lampiran 2: Agregat halus.



Lampiran 3: Air.



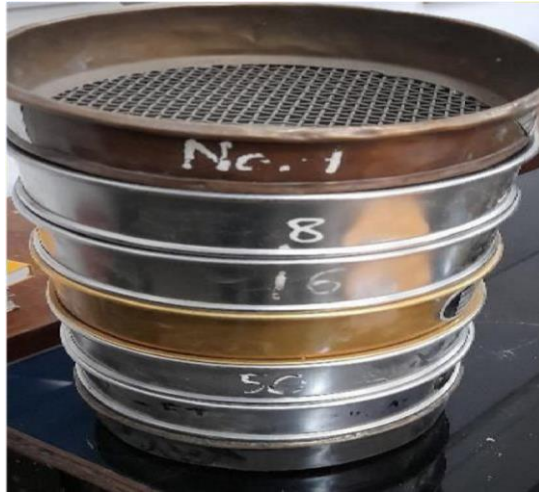
Lampiran 4: Abu Sekam Padi.



Lampiran 5: Kapur.



Lampiran 6: Saringan agregat kasar.



Lampiran 7: Saringan agregat halus.



Lampiran 8: Cetakan silinder.



Lampiran 9: Oven.



Lampiran 10 : Gelas ukur .



Lampiran 11: Kerucut abrams.



Lampiran 12: Mixer beton.



Lampiran 13: Timbangan.



Lampiran 14: Tongkat penumbuk.



Lampiran 15: Besi plat 2m x 1m.



Lampiran 16: Bak perendaman.



Lampiran 17: Alat tulis.



Lampiran 18: Ember.



Lampiran 19: Plastik.



Lampiran 20: Sendok semen.



Lampiran 21: Penggaris.



Lampiran 22: Sekop tangan.



Lampiran 23: Skrap.



Lampiran 24: Masker.



Lampiran 25: Sarung tangan.



Lampiran 26: Proses pembuatan adukan beton.



Lampiran 27: Proses pengujian *slump test*.



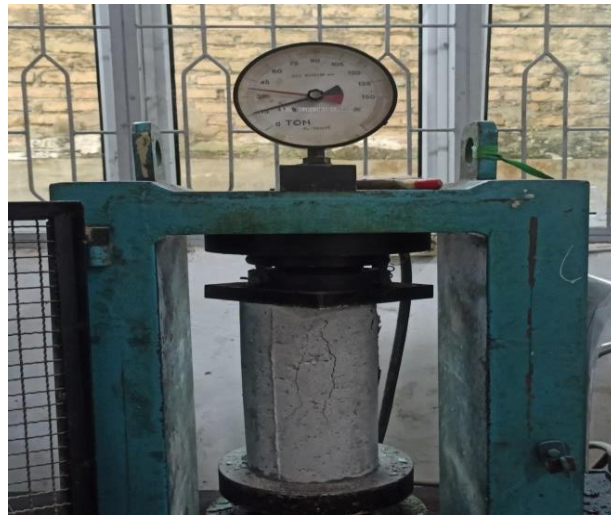
Lampiran 28: Proses perojokan adukan beton.



Lampiran 29: Perendaman benda uji



Lampiran 30: Menimbang berat beton setelah perendaman.



Gambar 31: Pengujian Kuat Tekan Beton.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



INFORMASI PRIBADI

Nama : Bobby Ayu Diwa
Panggilan : Bobby
Tempat, Tanggal Lahir : Babel, 18 Juli 2000
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Alamat Sekarang : Jl.Alfallah 1 No.20
Agama : Islam
Nama Orang Tua
Ayah : Alm. Saifullah
Ibu : Siti Sawilah
No.Hp/Tlpn Seluler : 0822-5865-0442
Email : bobyayudiwa@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Induk Mahasiswa : 1807210036
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Jenis Kelamin : Laki-laki
Peguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat Peguruan Tinggi : JL. Kapten Muchtar Basri, No. 3 Medan 20238

PENDIDIKAN FORMAL

Tingkat Pendidikan	Nama dan Tempat	Tahun
Kelulusan Sekolah Dasar	SD Negeri 1 Kutacane	2006 - 2012
Sekolah Menengah Pertama	SMP Negeri 1 Kutacane	2012 - 2015
Sekolah Menengah Kejuruan	SMA Negeri 1 Kutacane	2015 - 2018