

**TUGAS AKHIR**

**PERBANDINGAN KUAT TEKAN BETON MENGGUNAKAN PASIR  
SUNGAI WAMPU SEBAGAI AGREGAT HALUS DENGAN VARIASI  
BAHAN TAMBAH SICA FUME PADA PERENDAMAN AIR TAWAR  
DAN AIR LAUT**

*(Studi Penelitian)*

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

**Disusun Oleh:**  
**BUSTANUL KAMIL**  
**1607210095**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA**  
**UTARA**  
**2021**



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
**FAKULTAS TEKNIK**

Jl. Kapten Mucthar Basri No.3 Medan 20238 (061) 6622400

---

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

**LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING**

Nama : BUSTANUL KAMIL  
NPM : 1607210095  
Program Studi : Teknik Sipil  
Judul skripsi : Perbandingan Kuat Tekan Beton Menggunakan Pasir Sungai  
Wampu Sebagai Agregat Halus Dengan Variasi Bahan  
Tambah Sica Fume Pada Perendaman Air Laut  
Bidang ilmu : Struktur

Disetujui Untuk Disampaikan Kepada  
Panitia Ujian

Dosen Pembimbing

Dr. Fahrizal Zulkarnain, ST, M.Sc

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : BUSTANUL KAMIL

NPM : 1607210095

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Perbandingan Kuat Tekan Beton Menggunakan Pasir Sungai Wampu Sebagai Agregat Halus Dengan Variasi Bahan Tambah *Sica Fume* Pada Perendaman Air Laut

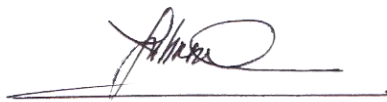
Bidang Ilmu : Struktur

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, 11 Juni 2021

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing



Dr. Fahrizal Zulkarnain, ST, M.Sc

Dosen Pembanding I



Sri Prafanti, ST, M.T

Dosen Pembanding II



Rizki Efrida, S.T, M.T

Ketua Prodi Teknik Sipil



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

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : BUSTANUL KAMIL  
Tempat, Tanggal Lahir : Sungai Ranyah, 5 Juli 1996  
NPM : 1607210095  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Sipil

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

“Perbandingan Kuat Tekan Beton Menggunakan Pasir Sungai Wampu Sebagai Agregat Halus Dengan Variasi Bahan Tambah Sica Fume Pada Perendaman Air Laut (Studi Penelitian).”

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena/hubungan material dan non-material serta segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya merupakan 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 berupa pembatalan kelulusan atau keserjana 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, 11 Juni 2021  
Saya yang menyatakan,

  
DADDAAJX433343846 Bustanul Kamil

## ABSTRAK

### PERBANDINGAN KUAT TEKAN BETON MENGGUNAKAN PASIR SUNGAI WAMPU SEBAGAI AGREGAT HALUS DENGAN VARIASI BAHAN TAMBAH SICA FUME PADA PERENDAMAN AIR LAUT (STUDI PENELITIAN)

Bustanul Kamil

1607210095

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

Beton merupakan bahan yang sangat penting digunakan dalam bidang konstruksi. Pada penelitian kali ini hasil perpaduan antara beton dengan bahan tambah *sika fume* seluruhnya berpengaruh positif pada kekuatan tekan beton. Hasil yang didapat pada penelitian ini yaitu beton yang diberi *sika fume* memiliki kuat tekan yang lebih baik dari beton normal. Pada beton normal dengan lama perendaman air laut 14 hari dan 28 hari menghasilkan kuat tekan rata-rata lebih rendah dari pada beton normalnya dengan lama perendaman air tawar 14 hari dan 28 hari. Hal ini menunjukkan bahwa beton normal memiliki ketahanan yang lemah terhadap larutan asam sulfat yang terkandung dalam air laut. Hasil tersebut menunjukkan bahwa reaksi asam sulfat menyebabkan semen terlarut dan terkikis. Reaksi beton terhadap asam sulfat mulai terlihat pada rendaman 14 hari sampai 28 hari namun kuat tekan rata-rata yang terjadi mengakibatkan penurunan atau selisih terhadap kuat tekan awal antara redaman air tawar dan air laut yaitu: Beton normal 20,57 Mpa menjadi 18,56 Mpa umur 14 hari. Beton dengan campuran *sika fume* 5% 29,61 Mpa air tawar menjadi 5% 24,59 Mpa air laut 14 hari. Beton dengan campuran *sika fume* 8% 36,63 Mpa air tawar menjadi 28,6 Mpa air laut Mpa 14 hari. Beton normal 29,61 Mpa menjadi 25,59 Mpa umur 28 hari. Beton dengan campuran *sika fume* 5% 35,63 Mpa air tawar menjadi 33,62 Mpa air laut umur 28 hari. Beton dengan campuran *sika fume* 8% 37,64 Mpa air tawar menjadi 34,62 Mpa air laut umur 28 hari. Maka dapat disimpulkan bahwa penggunaan bahan tamabah *sika fume* dapat menaikkan kuat tekan beton, semakin besar persentase penggunaan bahan tambah *sika fume* maka semakin tinggi pula kuat tekan yang dihasilkan.

*Kata Kunci* :Beton, Zat Adiktif *sika fume*, Kuat tekan

## ABSTRACT

### **COMPARISON OF CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH USING WAMPU RIVER SAND AS FINE AGGREGATE WITH SICA FUME ADDITIONAL VARIATIONS ON SEA WATER IMMERSION (RESEARCH STUDY)**

Bustanul Kamil

1607210095

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

*Concrete is a very important material used in the construction sector. In this study, the results of the combination of concrete with added Sika fume all had a positive effect on the compressive strength of concrete. The results obtained in this study are that the concrete given Sika fume has a better compressive strength than normal concrete. Normal concrete with 14 days and 28 days of seawater immersion resulted in a stronger average compression than normal concrete with 14 days and 28 days of fresh water immersion. This shows that normal concrete has a weak resistance to sulfuric acid solution contained in seawater. These results indicate that the sulfuric acid reaction causes the semen to dissolve and erode. The reaction of concrete to sulfuric acid begins to be seen in immersion of 14 days to 28 days but the average compressive strength that occurs will result in a decrease or difference in initial compressive strength between attenuation of fresh water and sea water, namely: Normal concrete 20.57 Mpa 18.56 Mpa 14 days old. Concrete with 5% sika fume mixture 29.61 MPa fresh water to 5% 24.59 MPa seawater 14 days. Concrete with a mixture of 8% sika fume 36.63 MPa fresh water 28.6 MPa sea water 14 days. Normal concrete 29.61 MPa to 25.59 MPa at 28 days. Concrete with a mixture of 5% sika fume 35.63 MPa fresh water to 33.62 MPa seawater aged 28 days. Concrete with a mixture of 8% sika fume 37.64 MPa fresh water to 34.62 MPa seawater aged 28 days. The key words are that the use of sika fume additives can increase the compressive strength of concrete, the greater the percentage of use of sika dditives, the higher the compressive strength produced.*

*Keywords: Concrete, Sika fume Addictive Substance, Compressive Strength*

## KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Perbandingan Kuat Tekan Beton Menggunakan Pasir Sungai Wampu Sebagai Agregat Halus Dengan Variasi Bahan Tambah Sica Fume Pada Perendaman Air Laut” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T, M.Sc selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, dan juga sebagai Ketua Prodi Teknik Sipil.
2. Ibu Sri Prafanti, ST, M.T selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Rizki Efrida, S.T, M.T selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Munawar Alfansury Siregar, ST, MT, selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Dr. Ade Faisal, ST, M.Sc selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Ibu Irma Dewi, ST, M.T selaku Sekretaris Jurusan Prodi Teknik Sipil yang ikut andil dalam prose administrasi penelitian.
7. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknik sipilan kepada penulis.

8. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Terima kasih yang teristimewa sekali kepada Ayahanda tercinta Bangun Lubis dan Ibunda tercinta Masnimah dan juga yang telah bersusah payah mendidik dan membiayai saya serta memberikan semangat kepada saya serta senantiasa mendo'akan saya sehingga penulisan dapat menyelesaikan studi ini tepat pada waktunya.
10. Terima kasih kepada Saudara-Saudara penulis, Rohima, Wahida, Niswah, dan Nisa yang senantiasa menjadi inspirasi dan motivasi serta memberikan dukungan kepada penulis dalam penyelesaian tugas akhir ini..
11. Terima kasih kepada Sahabat-sahabat penulis: Feri Iman Hasibuan, Avendi, Reynaldo, Fadilah July, Saida Yanti Rambe, dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu persatu.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang membangun untuk menjadi Bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia konstruksi teknik sipil.

Medan, 11 Juni 2021



BUSTANUL KAMIL



## DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEALSIAN SKRIPSI	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR NOTASI	xiv
DAFTAR SINGKATAN	xvi
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Ruang Lingkup	4
1.4. Tujuan Penelitian	5
1.5. Manfaat Penelitian	5
1.6. Sistematika Pembahasan	5
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. Pengertian Beton	7
2.2. Penelitian Terdahulu	8
2.3. Pengaruh Air Laut	12
2.4. Bahan Campuran Beton	13
2.4.1. Semen	17
2.4.2. Air	18
2.4.3. Agregat	18
2.4.4. Agregat Halus	20
2.4.5. Agregat Kasar	21
2.5. Pengaruh Bahan Tambah	22

2.6.Beton Normal	24
2.7.Beton Mutu Tinggi	25
2.8. <i>Sica Fume</i>	25
2.9.Slump Test	26
2.10.Pengujian Kuat Tekan	27
2.11.Perawatan Beton	

### BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Metode Penelitian	30
3.2. Lokasi Penelitian Dan Waktu Penelitian	31
3.3. Bahan dan Peralatan	31
3.3.1. Bahan	31
3.3.2.Peralatan	31
3.4. Bagan Alir Penelitian	32
3.5. Persiapan Penelitian	34
3.6. Pemeriksaan Material	34
3.7. Pelaksanaan Penelitian	35
3.7.Perencanaan Pembuatan Campuran (Mix Desain)	35
3.7.2. Pembuatan Benda Uji	45
3.7.3. Pengujian Slump	45
3.7.4. Perawatan Beton	45
3.7.5. Pengujian Kuat Tekan	

### BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisa Pemeriksaan Agregat	47
4.1.1. Analisa Pemeriksaan Agregat Halus	47
4.1.2. Kadar Air Agregat Halus	47
4.1.3. Berat Isi Agregat Halus	48
4.1.4. Kadar Lumpur Agregat Halus	49
4.1.5. Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus	49
4.1.6. Analisa Saringan Agregat Halus	50
4.1.7. Analisa Pemeriksaan Agregat Kasar	53
4.1.8. Kadar Air Agregat Kasar	53
4.1.9. Berat Isi Agregat Kasar	54

4.1.10. Kadar Lumpur Agregat Kasar	55
4.1.11. Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar	56
4.1.12. Analisa Saringan Agregat Kasar	57
4.2. Perencanaan Campuran Beton	59
4.3. Metode Pengerjaan Mix Desain	67
4.4. Pembuatan Benda Uji	72
4.5. <i>Slump test</i>	73
4.6. Pembuatan Larutan Perendaman Beton	74
4.7. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton	74
4.8. Kuat Tekan Beton Redaman Air Tawar Dan Air Laut	75
4.8.1. Kuat Tekan Beton Normal.	75
4.8.2. Kuat Tekan Beton Campuran <i>Sica Fume</i> 5%	77
4.8.3. Kuat Tekan Beton Campuran <i>Sica Fume</i> 8%	78
4.9. Pembahasan	81

## BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan	83
5.2. .Saran	84

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Jumlah beton menurut kuat tekan	16
Tabel 2.2 Batas gradasi agregat halus	21
Tabel 2.3 Batas gradasi agregat kasar	22
Tabel 3.1 Faktor pengali untuk standar deviasi berdasarkan jumlah benda uji yang tersedia	36
Tabel 3.2 Perkiraan kekuatan tekan (MPa) dengan faktor air semen dengan agregat kasar yang biasa dipakai di Indonesia	38
Tabel 3.3 Perkiraan air bebas ( $\text{kg/m}^3$ )	40
Tabel 3.4 Persyaratan jumlah semen minimum dengan faktor air semen maksimum	41
Tabel 3.5 Jumlah variasi sampel pengujian beton	46
Tabel 4.1 Data-data hasil penelitian kadar air agregat halus	47
Tabel 4.2 Data-data hasil penelitian berat isi agregat halus	48
Tabel 4.3 Data-data hasil penelitian kadar lumpur agregat halus	49
Tabel 4.4 Data-data hasil penelitian berat jenis dan penyerapan agregat halus	50
Tabel 4.5 Analisa saringan agregat halus	51
Tabel 4.6 Data-data hasil penelitian kadar air agregat kasar	53
Tabel 4.7 Data-data hasil penelitian berat isi agregat kasar	54
Tabel 4.8 Data-data hasil penelitian kadar lumpur agregat kasar	55
Tabel 4.9 Data-data hasil penelitian berat jenis dan penyerapan agregat kasar	56
Tabel 4.10 Analisa saringan agregat kasar	57
Tabel 4.11 Data-data analisis yang diperoleh saat penelitian	59
Tabel 4.12 Perencanaan campuran beton	60
Tabel 4.13 Hasil perbandingan campuran beton tiap satu benda uji	61
Tabel 4.14 Perbandingan bahan beton untuk satu benda uji	61
Tabel 4.15 Banyak agregat kasar yang tertahan untuk tiap saringan dalam satu benda uji	62
Tabel 4.16 Banyak agregat halus yang tertahan untuk tiap saringan dalam Satu benda uji	63
Tabel 4.17 Banyak agregat kasar yang dibutuhkan tiap saringan dalam 24 benda uji	65

Tabel 4.18 Banyak agregat halus yang dibutuhkan tiap saringan dalam 24 Benda uji	66
Tabel 4.19 Hasil pengujian slump	73
Tabel 4.20 Hasil pengujian kuat tekan beton normal redaman air tawar	76
Tabel 4.21 Hasil pengujian kuat tekan beton normal redaman air laut	76
Tabel 4.22 Hasil pengujian kuat tekan beton dengan campuran sica fume 5% redaman air tawar	77
Tabel 4.23 Hasil pengujian kuat tekan beton dengan campuran sica fume 5% redaman air laut	78
Tabel 4.24 Hasil pengujian kuat tekan beton dengan campuran sica fume 8% redaman air tawar	78
Tabel 4.25 Hasil pengujian kuat tekan beton dengan campuran sica fume 8% redaman air laut	79

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Bagan alir penelitian	33
Gambar 3.2 Grafik hubungan antara kuat tekan dengan faktor air semen	39
Gambar 3.3 Batas gradasi pasir (sedang) n0.2	42
Gambar 3.4 Batas gradasi kerikil atau koral maksimum 40mm	42
Gambar 3.5 Persentase pasir terhadap total agregat yang dianjurkan ukuran Butir 40 mm	43
Gambar 3.6 Hubungan kandungan air, berat jenis, agregat campuran dan berat isi beton	44
Gambar 4.1 Grafik gradasi agregat halus (zona 2 pasir sedang)	53
Gambar 4.2 Grafik gradasi agregat kasar diantara maksimum 40 mm	58
Gambar 4.3 Hubungan faktor air semen dengan kuat tekan beton silinder ukuran 15cm x 30cm	68
Gambar 4.4 grafik persentase terhadap kadar total agregat yang dianjurkan maksimum 40 mm	69
Gambar 4.5 Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dengan berat isi beton	70
Gambar 4.6 Grafik pengujian nilai slump	74
Gambar 4.7 Kuat tekan pada benda uji	75
Gambar 4.8 Grafik persentase nilai kuat tekan beton umur 14 hari rendaman air tawar dan air laut	80
Gambar 4.9 Grafik persentase nilai kuat tekan beton umur 28 hari rendaman air tawar dan air laut	80
Gambar 4.10 Persentase perbandingan nilai rata-rata kuat tekan beton umur 28 hari rendaman air tawar dan air laut	81

## DAFTAR NOTASI

A	= Luas Penampang
B <sub>j</sub>	= Berat Jenis
FM	= Modulus Kehalusan
f <sub>c</sub>	= Kuat Tekan
n	= Jumlah Benda Uji
P	= Beban Tekan
t	= Tinggi Benda Uji
V	= Volume
W	= Berat
Ø	= Diameter
M	= Nilai Tambah
S <sub>r</sub>	= Standar Rencana
W <sub>h</sub>	= Perkiraan Jumlah Air Untuk Agregat Halus
W <sub>k</sub>	= Perkiraan Jumlah Air Untuk Agregat Kasar
B	= Jumlah Air
C	= Agregat Halus
D	= Agregat Kasar
Ca	= Absorpsi Air Pada Agregat Halus
Da	= Absorpsi Agregat Kasar
C <sub>k</sub>	= Kandungan Air Dalam Agregat Halus
D <sub>k</sub>	= Kandungan Air Dalam Agregat Kasar
BN	= Beton Normal
BC-5	= Beton Campuran <i>sica fume</i> 5%
BC-8	= Beton Campuran <i>sica fume</i> 8%

## DAFTAR LAMPIRAN

Gambar lampiran 1: Pencucian agregat	89
Gambar lampiran 2: Pencucian agregat	89
Gambar lampiran 3: Penjemuran agregat	90
Gambar lampiran 4: Penjemuran agregat	90
Gambar lampiran 5: Analisa saringan	91
Gambar lampiran 6: Analisa saringan	91
Gambar lampiran 7: Analisa saringan berat isi	92
Gambar lampiran 8: Analisa saringan berat jenis	92
Gambar lampiran 9: Pembuatan sampel	93
Gambar lampiran 10: Proses mix campuran	93
Gambar lampiran 11: Proses pengeluaran campuran beton dari mixer	94
Gambar lampiran 12: Proses pencetakan campuran beton	94
Gambar lampiran 13: Proses pengujian slump	95
Gambar lampiran 14: Hasil pengujian slump	95
Gambar lampiran 15: Proses pengisian campuran kedalam cetakan beton	96
Gambar lampiran 16: Proses pengisian campuran kedalam cetakan beton	96
Gambar lampiran 17: Perendaman beton	97
Gambar lampiran 18: Perendaman beton	97
Gambar lampiran 19: Bahan tambah <i>sica fume</i>	98
Gambar lampiran 20: Bahan tambah <i>sica fume</i>	98
Gambar lampiran 21: Penimbangan beton	99
Gambar lampiran 22: Pengujian kuat tekan beton	99



## **DAFTAR SINGKATAN**

SSD = Saturated Surface Dry

SNI = Standart Nasional Indonesia

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1.Latar Belakang

Beton saat ini telah menjadi salah satu material utama pada bangunan yang sangat penting untuk memenuhi kebutuhan industri properti dan bangunan sipil. Dalam pelbagai bangunan infrastruktur yang ada di dunia ini, beton yang dibuat dengan menggunakan semen portland menjadi material terbesar yang paling banyak digunakan dibandingkan material lain seperti baja, kayu ataupun bambu. Industri beton merupakan pengguna sumber daya alam terbesar di dunia. Beton yang telah mengeras merupakan material gabungan yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus, semen dan admixture atau bahan tambah jika dibutuhkan (Ahmad, 2018).

Banyak parameter yang mempengaruhi kekuatan tekan beton, Kekuatan tekan adalah kapasitas dari suatu bahan atau struktur dalam menahan beban yang akan mengurangi ukurannya. Kekuatan tekan dapat diukur dengan memasukkannya ke dalam kurva tegangan-regangan dari data yang didapatkan dari mesin uji. Diantaranya adalah kwalitaas bahan-bahan penyusunnya, rasio air semen yang rendah dan kepadatan yang tinggi. Kekuatan tekan akhir sebuah beton keras akan ditentukan oleh Agregat yang terlemah. Agregat utama beton padat terdiri dari agregat kasar yang biasanya berbentuk batu dan matriks semen-pasir. Struktur beton bertulang bangunan atau gedung biasanya menggunakan mutu beton yang berbeda-beda, disesuaikan dengan perencanaan struktur masing-masing. Semakin berat beban (gaya normal, gaya lintang, momen) yang akan dipikul oleh suatu beton bertulang, maka sebaiknya menggunakan mutu beton yang semakin tinggi juga. Sehingga dibutuhkan beberapa faktor yang akan mempengaruhi agar kuat tekan beton bermutu tinggi (Almufid, 2015).

Perencanaan suatu beton dituntut adanya hasil perencanaan yang menghasilkan beton dengan kuat tekan yang sesuai dengan yang diinginkan. Material alam untuk membuat suatu beton mampu didapatkan dari pegunungan, sungai dan pantai. Pada penelitian ini bertujuan untuk membandingkan kuat tekan

beton dengan variasi asal agregat serta membandingkan sifat dari masing-masing agregat. Karakteristik dari agregat sangat mempengaruhi kuat tekan beton yang dihasilkan sebab agregat merupakan lebih dari 50% bahan pengisi dalam pembuatan beton (Prayuda & Pujiyanto, 2018).

Jika dilihat dari tekstur permukaannya, secara umum susunan permukaan agregat sangat berpengaruh pada kemudahan pekerjaan. Semakin licin permukaan agregat akan semakin mudah beton dikerjakan. Akan tetapi jenis agregat dengan permukaan kasar lebih disukai karena akan menghasilkan ikatan antara agregat dan pasta semen lebih kuat (Mulyono, 2006).

Untuk mendapatkan beton yang tahan terhadap lingkungan agresif seperti air laut adalah dengan menggunakan bahan tambah mineral dan kimia. Jenis bahan tambah mineral seperti abu terbang, slag, dan silicafume juga banyak dicampurkan ke dalam beton. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan kedap beton, menurunkan permeabilitas, mengurangi akses zat cair sehingga air dan ion-ion agresif seperti klorida tidak dapat masuk ke dalam beton dengan mudah. Keandalan beton terhadap lingkungan yang kedap air ditentukan oleh tingkat penyerapan air pada permukaan beton yang disebut absorpsi. Nilai absorpsi yang besar pada beton merupakan indikasi beton tersebut kurang awet atau memiliki durabilitas yang rendah karena beton dengan mudah menyerap air dan hal ini menyebabkan degradasi kekuatan beton (Susanto et al., 2019).

Penelitian tentang pengaruh air laut terhadap kekuatan tekan beton yang terbuat dari berbagai merk semen yang ada di kota Malang. Pada pengujian kuat tekan beton bahwa dua dari tiga kelompok sampel yang dibuat dari tipe semen berbeda, mulai umur 7 hari sampai 14 hari, kekuatan beton masih naik. Naiknya kekuatan tekan beton yang terbuat dari semen Tipe II, hampir menyamai kekuatan beton yang dibuat dari semen Tipe I; tetapi jika dikonversi menjadi kekuatan beton 28 hari, terlihat bahwa sebenarnya beton tidak mengalami kenaikan yang signifikan, bahkan pada perendaman yang lebih lama terdapat kecenderungan bahwa kekuatan tekan beton semakin turun; ada kemungkinan penyebabnya adalah jenis semen Tipe II memiliki kekuatan tekan awal yang rendah, dan sebelum mencapai kekuatannya yang optimal telah terkena serangan sulfat, sehingga kekuatannya makin lama cenderung makin turun. (Wedhanto, 2017).

Menurut standar ”*Spesification for Silica Fume for Use in Hydraulic Cement Concrete and Mortar*” (ASTM.C.1240,1995: 637-642), *silica fume* adalah material pozzolan yang halus, dimana komposisi silika lebih banyak dihasilkan dari tanur tinggi atau sisa produksi silikon atau *alloy* besi silikon (dikenal sebagai gabungan antara *microsilica* dengan *silica fume*). Penggunaan *silica fume* dalam campuran beton digunakan untuk menghasilkan beton dengan kekuatan yang tinggi. *Silica fume* mempunyai peranan penting terhadap pengaruh sifat kimia dan mekanik beton. Dilihat dari sifat kimianya, secara geometris *silica fume* mengisi rongga-rongga diantara bahan semen, dan mengakibatkan diameter pori mengecil serta total volume pori juga berkurang. Sedangkan dari sifat mekaniknya, *silica fume* memiliki reaksi yang bersifat pozzolan (bahan yang mempunyai kandungan senyawa silika/silika dioksida dan alumina) yang bereaksi terhadap batu kapur yang dilepas semen (Qureshi EH. Muqadma Ilmul Advia, 1995).

(Budi et al., n.d.) Melakukan penelitian tentang pengaruh waktu perendaman air laut terhadap kuat tekan beton menggunakan 3 variasi merk semen dengan bahan tambah fly ash 10%. Dari hasil penelitian Nilai kuat tekan beton pada umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari berturut turut untuk semen Holcim adalah 13,53 MPa, 20,58 MPa, 21,49 MPa, semen Tiga Roda adalah 14,63 MPa, 17,75 MPa, 22,63 MPa dan untuk semen Gresik adalah 13,51 MPa, 16,20 MPa, dan 19,53 MPa. Dari penelitian yang dilakukan pada Semen Holcim, Semen Tiga Roda dan Semen Gresik didapat bahwa semen Tiga Roda paling baik digunakan. Menunjukkan hasil dari penelitian yang dilakukan adalah semakin tinggi penyerapan maka semakin tinggi nilai kuat tekan beton (Budi et al., n.d.).

Air laut adalah salah satu penyebab kegagalan pada struktur bangunan. Intrusi air laut dapat memberikan efek yang merugikan untuk komponen struktural konstruksi bangunan. Hal ini disebabkan kandungan sulfat dan ion klorida pada air laut yang bereaksi dengan unsur kimia pada baja tulangan sehingga mengakibatkan terjadinya korosi pada tulangan. Padahal tulangan adalah komponen yang penting untuk menahan beban-beban struktur. Dengan terjadinya korosi, kekuatan tulangan akan menurun dan bahkan hilang, sehingga mengakibatkan kegagalan struktur. Inovasi dibidang teknologi material beton,

salah satunya adalah memperbaiki sifat-sifat beton diantaranya dapat dilakukan dengan penambahan bahan tertentu yaitu *admixture* atau *additive* ke dalam campuran beton (Riyanto & Suliyanto, 2017).

Salah satu bahan tambah adalah *Silica Fume* yang merupakan bahan yang sangat halus berbentuk bulat berdiameter 1/100 kali diameter butiran semen portland dan berfungsi sebagai pengisi diantara partikel-partikel semen. Sehingga penambahan *Silica Fume* ke dalam campuran beton dengan kadar tertentu distribusi porositas beton menjadi kecil, kepadatan beton bertambah dan selanjutnya kekuatan beton akan meningkat (Riyanto & Suliyanto, 2017).

Untuk penelitian ini saya akan menggunakan semen padang kemasan 40 kg agar mengasil kan kuat tekan beton yang pas dengan masa perendaman 14 hari, dan 28 hari dengan bahan tambah sika fume. Supaya dapat menentukan kuat tekan beton dari jenis pasir sungai wampu tersebut.

## **1.2.Rumusan Masalah**

Pada penelitian ini terdapat beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Bagimanakah pengaruh variasi bahan tambah silica fume terhadap nilai kuat tekan beton pada perendaman air laut dan air tawar?
2. Bagaimanakah pengaruh bahan tambah sika fume terhadap beton pada saat pengujian slump dari campuran beton yang dilakukan terhadap nilai slumpnya?
3. Bagaimanakah pengaruh umur rendaman terhadap nilai kuat tekan optimum beton dari variasi air laut dan air tawar?

## **1.3.Ruang Lingkup Penelitian**

Mengingat luasnya ruang lingkup permasalahan yang ada pada penelitian ini, maka penulis membatasi permasalahan antara lain sebagai berikut:

1. Metode untuk perencanaan campuran menggunakan Metode Standar Nasional Indonesia (SNI 03-2834-2000).
2. Benda uji dibuat silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm dengan persentase lama perendaman pada umur 14 hari, dan 28 hari, jumlah benda uji yang akan dibuat adalah 24 buah.

3. Melakukan pengujian kuat tekan beton normal dari variasi pasir dan membandingkan hasilnya.

#### **1.4.Tujuan Penelitian**

Tujuan pada penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui perbandingan nilai kuat tekan beton dari variasi bahan tambah sika fume pada perendaman air laut dan air tawar.
2. Mengetahui nilai slump dari beton saat dicampur bahan tambah sika fume pada pengujian slump dilakukan.
3. Mengetahui variasi umur rendaman beton yang memiliki nilai kuat tekan optimum.

#### **1.5.Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan kualitas kuat tekan beton normal dengan beton yang menggunakan variasi bahan tambah sika fume dengan persentase yang telah ditentukan sehingga nantinya dapat membantu mendapatkan campuran beton yang kuat namun dengan menggunakan bahan yang lebih ekonomis dan apabila penelitian ini berhasil, diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan untuk tahap selanjutnya, baik itu penggunaan pada tahap pelaksanaan di lapangan dan dapat dikembangkan pada penelitian yang lebih lanjut.

#### **1.6.Sistematika Pembahasan**

Adapun rencana sistematika penulisan pada proposal laporan tugas akhir ini disusun menjadi lima bab, dengan sistematika sebagai berikut:

##### **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 METODE 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**

#### **2.1. Pengertian Beton**

Beton saat ini telah menjadi salah satu material utama pada bangunan yang sangat penting untuk memenuhi kebutuhan industri properti dan bangunan sipil. Dalam pelbagai bangunan infrastruktur yang ada di dunia ini, beton yang dibuat dengan menggunakan semen Portland menjadi material terbesar yang paling banyak digunakan dibandingkan material lain seperti baja, kayu ataupun bambu. Industri beton merupakan pengguna sumber daya alam terbesar di dunia (Ahmad, 2018).

Beton merupakan suatu konstruksi yang umumnya tersusun dari air semen dan agregat. Penggunaan beton saat ini tidak hanya pada ruang lingkup struktur saja, akan tetapi bisa juga digunakan untuk non struktur. Banyak komponen non struktur bangunan yang terbuat dari beton misalnya, dinding, kolom praktis, perabot rumah, maupun berbagai macam hiasan. Penggunaan beton pada komponen non struktur tentulah berbeda dengan struktur dimana komposisi di desain sedemikian rupa untuk menghasilkan beton dengan nilai estetika maupun dari segi ekonomi yang lebih (Widodo & Basith, 2017).

Beton merupakan campuran material-material pembentuk beton, yaitu: agregat halus, agregat kasar, semen, dan air dengan perbandingan tertentu dengan atau tanpa bahan tambahan. Beton sebagai salah satu bagian konstruksi yang penting, dimana pemakaian dan kegunaannya yang begitu luas dan umum. Beton merupakan bahan yang sangat bervariasi, kualitasnya dapat diperoleh dengan berbagai komposisi campuran dan tata cara pembuatannya. Kualitas beton juga sangat ditentukan dari tata cara perawatannya (Saputra & Hepiyanto, 2017).

Beton merupakan campuran antara semen Portland, agregat halus, agregat kasar dan air dengan atau tanpa menggunakan bahan tambahan yang membentuk massa padat (BSN, 2002). Menurut Mulyono, (2004) bahan penyusun beton terdiri dari bahan semen hidrolik (*portland cement*), agregat kasar, agregat halus, air dan bahan tambahan (*admixture*) (Mau et al., 2018).



Beton adalah campuran antara semen *Portland* atau semen *hidrolik* yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk massa padat (BSN, 2002). Seiring dengan penambahan umur, beton akan semakin mengeras dan akan mencapai kekuatan rencana ( $f'c$ ) pada usia 28 hari. Beton memiliki daya kuat tekan yang baik oleh karena itu beton banyak dipakai atau dipergunakan untuk pemilihan jenis struktur terutama struktur bangunan, jembatan dan jalan (Pujiyanto et al., 2019).

## 2.2. Penelitian Terdahulu

Richo Dwi Saputra dan Rasio Hepiyanto 2017 menyimpulkan hasil penelitian mereka pada proses curing air PDAM, air laut dan air comberan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :Pada umur 7 hari untuk nilai kuat tekan maksimum pada air PDAM, air laut, air comberan secara berturut-turut sebesar 13,522MPa, 8,759 MPa, 10,296 MPa. Nilai kuat tekan Air PDAM pada umur 7 hari mengalami kenaikan dibandingkan nilai kuat tekan air laut dan air comberan, sedangkan nilai kuat tekan air laut mengalami penurunan dibandingkan dengan air comberan yang mengalami kenaikan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai kuat tekan yang tertinggi berada air PDAM pada umur 7 hari (Saputra & Hepiyanto, 2017).

Lusman Sulaiman dan Amiruddin Akbar Fisru menyimpulkan hasil penelitian terbaru tentang efek campuran air laut pada beton *recycle* agregat dibawah pengaruh beban tekan, berikut ini beberapa kesimpulan yang dapat digambarkan: 1) Penurunan kekuatan tekan beton agregat *recycle* terjadi baik umur 7 dan 28 hari, seiring bertambahnya persen substitusi material agregat *recycle* kasar. 2) Pengaruh mortar lama diyakini memiliki peran penting menurunkan kekuatan tekan beton agregat *recycle*, akan tetapi air laut sebagai campuran pembuatan beton tidak signifikan berpengaruh terhadap nilai hasil pengujian untuk target kuat tekan sebesar 25 MPa. 3) Beton agregat *recycle* untuk rencana kuat tekan 30 MPa tanpa campuran air laut tercatat memiliki kuat tekan lebih besar 22% dibandingkan dengan beton agregat *recycle* campuran air laut. 4) Seiring waktu dari umur 7 hari hingga 28 hari, Penurunan berat sampel uji akan meningkatkan kuat tekan beton dimana semakin berkurang berat sampel akan meningkatkan

kekuatan tekan beton. Hal ini ditandai dengan pola retak pada tipe kedua. 5) Tren peningkatan kuat tekan beton dari campuran material 50-100% RAK dengan air laut akan maksimal berada pada level hingga 25 MPa dan material 100% RAK dengan campuran air tawar akan berada pada level lebih besar dari 30 MPa (Sulaiman et al., 2020).

Sonny Wedhanto menyimpulkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa: 1) Beton yang dibuat dari jenis semen yang dijual di toko-toko bahan bangunan di Kota Malang, jika direndam air laut selama 7 hari akan meningkatkan kekuatan tekan secara cepat, namun jika direndam terus selama 28 hari, kekuatan tekannya akan turun. 2) Jenis semen yang relatif paling tahan terhadap air laut selama perendaman 28 hari adalah Semen Tipe I Hasil penelitian ini tidak dapat untuk mewakili seluruh merk semen yang beradar di sekitar Malang; namun demikian melihat kecenderungan benda uji jika lebih lama direndam dalam air laut makin turun kekuatan tekannya, ada kemungkinan sekalipun dibuat dari jenis Semen Tipe I, belum tentu tetap lebih baik dari dua jenis semen yang dipakai dalam penelitian ini. Untuk itu perlu penelitian lain yang sejenis dengan memberi perlakuan perendaman pada air laut dalam waktu lebih lama (Wedhanto, 2017).

Syamsul Bahri Ahmad menyimpulkan hasil pengujian kuat tekan, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut: a. Benda uji berbasis semen yang direndam dalam air laut (NFAL) memiliki kuat tekan tertinggi, dengan peningkatan mencapai 30% terhadap benda uji kontrol NFAT yang direndam dalam air tawar. Perilaku bahan mortar menggunakan *fly ash* dalam lingkungan air laut sesuai dengan studi yang dilakukan oleh Ramachandra et al., (2016) dan Halim et al. (2017), peneliti terakhir melakukan studi pada beton murni geopolimer berbasis *fly ash*. b. Semua benda uji berbasis *fly ash* tidak menunjukkan perubahan signifikan dalam pola kuat tekan (Grawande et al., 2017). c. *Fly ash* membutuhkan setidaknya 90 hari untuk mencapai kekuatan penuh, sehingga rendahnya respon tekan benda uji dengan *fly ash* cenderung disebabkan karena waktu reaksi yang belum tercapai penuh. d. Dalam lingkungan air laut, mortar *fly ash* akan lebih optimal (Ahmad, 2018).

Mochammad Qomaruddin<sup>1</sup>, Abda Rizka Nabella<sup>2</sup>, Irene Sitohang<sup>2</sup> dan Han Aya Lie menyimpulkan hasil analisis dan pembahasan maka dapat diambil

kesimpulan sebagai berikut : 1) Kuat tekan beton yang dicampur dengan air laut (BLT dan BLL) mengalami peningkatan kuat tekan terhadap kuat tekan beton yang dicampur dengan air tawar (BTT dan BTL). 2) Porositas beton yang dicampur dengan air laut dan dirawat dengan air tawar (BLT) dan beton yang dirawat dengan air laut (BLL) mengalami penurunan terhadap porositas beton yang dicampur dengan air tawar dan dirawat dengan air tawar (BTT) sebagai beton pembanding. 3) Kuat tekan beton yang dicampur dan dirawat dengan air laut (BLL) diperoleh 352,29 kg/cm<sup>2</sup> dengan porositas sebesar beton 17,06 %. Kuat tekan beton yang dicampur air laut dan dirawat dengan air tawar (BLT) diperoleh 331,61 kg/cm<sup>2</sup> dengan porositas beton 16,87 %. Kuat tekan beton yang dicampur dengan air tawar dan dirawat dengan air tawar (BTT) sebagai beton pembanding diperoleh 314,05 kg/cm<sup>2</sup> dengan porositas 17,97 %. Kuat tekan beton yang dicampur dengan air tawar dan dirawat dengan air laut (BTL) diperoleh 297,80 kg/cm<sup>2</sup> dengan porositas 16,44 % (Qomaruddin et al., 2017).

Penelitian ini juga dilakukan dari beberapa skripsi terdahulu yang terbaru dari pembimbing yang sama. Pada penelitian kuat tekan beton mereka menggunakan SNI 03-2834-2000, dengan campuran bahan tambah yang berbeda-beda. Penggunaan air kapur sebagai air campuran beton berpengaruh terhadap kuat tekan rata-rata yang lebih rendah dari pada penggunaan air tawar sebagai air campuran beton (Ilham sani et al., 2020). Namun pada beton normal dengan lama perendaman asam sulfat 28 hari menghasilkan nilai kuat tekan rata-rata lebih rendah dari pada beton normal dengan lama perendaman air tawar 28 hari (Sukuri et al., 2020). Hal ini menunjukkan bahwa beton normal memiliki ketahanan yang lemah terhadap larutan asam sulfat dibandingkan dengan bahan tambah abu sekam padi dan vicocrete 3115 N (Wisnu. 2020).

Hasil kuat tekan optimum terjadi pada beton dengan campuran abu batang pisang 6% dan sikacim concrete additive 0.8% yaitu sebesar 30,74 Mpa (Nazar et al., 2020). Hal ini menunjukkan bahwa beton yang dihasilkan dengan bahan tambah serbuk kayu dan *am 78 concrete additive* 0,8% memiliki kekuatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan beton normal, maka beton campuran serbuk kayu dan *am 78 concrete additive* 0,8% ini dapat diaplikasikan untuk struktur bangunan (Fani surya et al., 2020). Dengan demikian dapat dinyatakan bahwa

peningkatan penambahan serbuk kaca dengan sikacim concrete additive dalam jumlah tetap dalam campuran beton, maka kuat tekan beton yang di hasilkan semakin tinggi (Hidayat et al., 2020). Maka dapat disimpulkan bahwa kuat tekan beton normal dan kuat tekan beton campuran abu cangkang kelapa sawit dan bondcrete mengalami penurunan kuat tekan, serta tidak mencapai kuat tekan rencana yaitu 25 Mpa disebabkan pengaruh persentase abu cangkang kelapa sawit dan zat adiktif bondcrete (Indra et al., 2020).

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari nilai kuat tarik belah beton dari penambahan abu cangkang kelapa sawit sebagai substitusi pasir dan sika viscocrete 3115N. Dengan variasi penambahan abu cangkang kelapa sawit 0%, 10%, 20% dan 30% dari berat pasir dan sika viscocrete 3115N sebesar 0,8% dari berat semen (Palevi et al., 2020). Berdasarkan perencanaan beton abu serbuk kayu dengan bahan tambah Sika Viscocrete 3115 N pada kuat tarik belah beton maka didapat nilai rata-rata pada setiap variasi. BN0 dengan kuat tarik belah sebesar 4,60 MPa, BA10 sebesar 3,04 MPa, BA20 sebesar 1,98 MPa, dan BA30 sebesar 1,41 MPa. Kata Kunci: Beton Abu Serbuk Kayu, Substitusi Agregat Halus, Kuat Tarik Bela (Agustiono 2020).

Penelitian ini mencoba menggunakan bahan tambah berupa serat ijuk yang bertujuan untuk meningkatkan kuat tarik belah beton. Selain itu, dalam usaha untuk menghasilkan mutu beton yang lebih baik digunakan sikacim concrete additive sebagai bahan kimia tambahan campuran beton (Delva Enzelya et al., 2020). untuk mengetahui perbandingan kualitas kuat tarik belah beton normal dengan beton yang memakai filler serbuk kaca substitusi parsial semen dan Bondcrete dengan persentase yang telah ditentukan (Fajar et al., 2020). Pengujian dilakukan dengan menguji tentang pengaruh penambahan abu bonggol jagung terhadap nilai slump flow serta menguji kuat tarik belah beton pada umur 28 hari (Hadrian Wijaya et al., 2020).

Penelitian ini mencoba menggunakan bahan tambah berupa serat tandan kosong kelapa sawit yang bertujuan untuk meningkatkan ketahanan dan kuat tarik belah. Selain itu, dalam usaha untuk menghasilkan mutu beton yang lebih baik digunakan Admixture adhesive manufacturer (78) sebagai campuran adukan beton (Hasanul et al., 2020). Pengujian bertujuan untuk mengetahui kadar optimum

penggunaan abu cangkang kelapa sawit dan silica gel sebagai bahan tambah semen yang berkaitan dengan kuat tarik belah beton (Size & Dynamics, 2018) (Yusril et al., 2020). Pada penelitian ini menggunakan butir Styrofoam yang memiliki ukuran butiran sebesar 3mm-5mm, dan penggunaan sika viscocrete 3115N 0.8% dari volume semen pada campuran beton butir Styrofoam (Riski, 2020).

Tujuan penelitian ini adalah menaikkan kuat tarik belah dari beton dengan serat ijuk dan dicampur dengan viscocrete 3115N. Dimana serat ijuk dan viscocrete 3115N digunakan sebagai bahan tambah pada campuran beton (Togu et al., 2020). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan abu bonggol jagung dan Silica fume terhadap kuat lentur beton. Beton direncanakan dengan  $f_c$  27 dengan perbandingan limbah abu bonggol jagung sebanyak 3%, 5%, dan 7% dari berat agregat halus dan Silica fume sebanyak 3% dari berat semen (Surbakti, 2020).

### **2.3. Pengaruh Air Laut**

Air di laut biasa disebut sebagai air laut yang merupakan campuran dari 96,5% air murni dan 3,5% material lainnya seperti garam, bahan organik dan partikel-partikel tak terlarut. Air laut memiliki kadar garam rata-rata sekitar 35.000 ppm atau 35 g/liter, artinya dalam 1 liter air laut (1000 ml) terdapat 35 gram garam. Kandungan kimia utama dari air laut adalah klorida (Cl), natrium (Na), magnesium (Mg), Sulfat (SO<sub>4</sub>). Nilai pH air laut bervariasi antara 7,5 – 8,5. Air laut umumnya dapat menyebabkan kerusakan mortar baik dengan reaksi fisik maupun reaksi kimia. Proses hidrasi semen, selain menghasilkan senyawa kalsium silikat hidrat (C-S-H), yang bersifat sebagai perekat juga menghasilkan kalsium hidroksida atau Ca (OH)<sub>2</sub>. Magnesium sulfat (MgSO<sub>4</sub>) merupakan bahan kimia dalam air laut yang paling berpengaruh terhadap agresi pada mortar.

Bahan ini bereaksi dengan kalsium hidroksida atau Ca (OH)<sub>2</sub> dalam semen membentuk kalsium sulfat (CaSO<sub>4</sub>) dan magnesium hidroksida atau Mg (OH)<sub>2</sub>. Mg (OH)<sub>2</sub> ini dapat menimbulkan *magnesia expansion* yang menyebabkan pemuaian atau pengembangan volume pada mortar karena memiliki volume yang lebih besar. Hal ini menyebabkan mortar menjadi mudah retak atau hancur. Kadar

garam pada air laut (salinitas) diukur jumlah material yang terlarut dalam tiap kilogram air laut atau setara dengan (1/1000). Menurut Emmanuel(2012), bahwa salinitas menggambarkan jumlah material yang terlarut dalam air laut, menurut berkisar antara 3,4-3,5% (Idris et al., 2018).

Pengaruh kimia air laut terhadap beton terutama disebabkan oleh serangan Magnesium Sulfat ( $MgSO_4$ ), yang diperburuk dengan adanya kandungan Clorida didalamnya, reaksinya akan menghambat perkembangan beton. Biasanya digolongkan sebagai bagian dari serangan sulfat oleh air laut yang mengakibatkan beton tampak menjadi keputih-putihan, selain itu beton akan mengembang sebelumnya didahului oleh terjadinya *spalling* dan retak. Akhirnya pada bagian beton yang terserang oleh sulfat akan menjadi lunak membentuk lapisan seperti lumpur. Saat pertama kali mengalami serangan sulfat, kekuatan tekan beton akan naik, lalu secara berangsur-angsur mengalami kehilangan kekuatan, dan akhirnya beton mengembang. Serangan ini dipandang sebagai akibat dari kehadiran Potassium (KS) dan Magnesium Sulfat (MgS) pada air laut yang dapat menyebabkan timbulnya serangan sulfat pada beton. (Wedhanto, 2017).

#### **2.4. Bahan Campuran Beton**

Menurut Mulyono (2006) secara umum beton dibedakan ke dalam 2 kelompok, yaitu :

1. Beton berdasarkan kelas dan mutu beton.

Kelas dan mutu beton ini, di bedakan menjadi 3 kelas, yaitu :

- a. Beton kelas I adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan non struktural. Untuk pelaksanaannya tidak diperlukan keahlian khusus. Pengawasan mutu hanya dibatasi pada pengawasan ringan terhadap mutubahan-bahan, sedangkan terhadap kekuatan tekan tidak di isyaratkan pemeriksaan. Mutu kelas I dinyatakan dengan  $B_0$ .
- b. Beton kelas II adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan struktural secara umum. Pelaksanaannya memerlukan keahlian yang cukup dan harus dilakukan di bawah pimpinan tenaga-tenaga ahli. Beton kelas II dibagi 6 dalam mutu-mutu standar  $B_1$ , K 125, K 175, dan K 225. Pada mutu  $B_1$ ,

pengawasan mutu hanya dibatasi pada pengawasan terhadap mutu bahan-bahan sedangkan terhadap kekuatan tekan tidak disyaratkan pemeriksaan. Pada mutu-mutu K 125 dan K 175 dengan keharusan untuk memeriksa kekuatan tekan beton secara kontinu dari hasil-hasil pemeriksaan benda uji.

- c. Beton kelas III adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan struktural yang lebih tinggi dari K 225. Pelaksanaannya memerlukan keahlian khusus dan harus dilakukan di bawah pimpinan tenaga-tenaga ahli. Disyaratkan adanya laboratorium beton dengan peralatan yang lengkap serta dilayani oleh tenaga-tenaga ahli yang dapat melakukan pengawasan mutu beton secara kontinu (M. Ali Indra Hafiz dan Septiawan, 2003).

Menurut (Tjokrodimuljo, 2007) beton memiliki beberapa kelebihan antara lain sebagai berikut ini:

1. Harga yang relatif lebih murah karena menggunakan bahan-bahan dasar yang umumnya mudah didapat di berbagai daerah di Indonesia.
2. Termasuk bahan yang awet, tahan aus, tahan panas, tahan terhadap pengkaratan atau pembusukan oleh kondisi lingkungan, sehingga biaya perawatan menjadi lebih murah. Serta tidak dapat berubah bentuk meski terkena air.
3. Mempunyai kuat tekan yang cukup tinggi sehingga jika dikombinasikan dengan baja tulangan yang mempunyai kuat tarik tinggi sehingga dapat menjadi satu kesatuan struktur yang tahan tarik dan tahan tekan, untuk itu struktur beton bertulang dapat diaplikasikan atau dipakai untuk pondasi, kolom, balok, dinding, perkerasan jalan, landasan pesawat udara, penampung air, pelabuhan, bendungan, jembatan dan sebagainya.
4. Pengerjaan atau *workability* mudah karena beton mudah untuk dicetak dalam bentuk dan ukuran sesuai keinginan. Cetakan beton dapat dipakai beberapa kali sehingga secara ekonomi menjadi lebih murah.

Walaupun beton mempunyai beberapa kelebihan, beton juga memiliki beberapa kekurangan, menurut (Tjokrodimuljo, 2007) kekurangan beton adalah sebagai berikut ini:

1. Bahan dasar penyusun beton agregat halus maupun agregat kasar bermacam-macam sesuai dengan lokasi pengambilannya, sehingga cara perencanaan dan cara pembuatannya bermacam-macam.
2. Beton mempunyai beberapa kelas kekuatannya sehingga harus direncanakan sesuai dengan bagian bangunan yang akan dibuat, sehingga cara perencanaan dan cara pelaksanaan bermacam-macam pula.

Beton mempunyai kuat tarik yang rendah, sehingga getas atau rapuh dan mudah retak. Oleh karena itu perlu diberikan cara-cara untuk mengatasinya, misalnya dengan memberikan baja tulangan, serat baja, dan sebagainya agar memiliki kuat tarik yang tinggi.

Pada umumnya beton sering digunakan sebagai struktur dalam konstruksi suatu bangunan. Dalam teknik sipil, beton digunakan untuk bangunan fondasi, kolom, balok dan pelat. Menurut Mulyono (2004), terdapat beberapa jenis beton yang dipakai dalam konstruksi suatu bangunan yaitu sebagai berikut ini:

1. Beton normal adalah beton yang menggunakan agregat normal.
2. Beton bertulang adalah beton yang menggunakan tulangan dengan jumlah dan luas tulangan tanpa pratekan dan direncanakan berdasarkan asumsi bahwa kedua material bekerja secara bersama-sama dalam menahan gaya yang bekerja.
3. Beton pracetak adalah beton yang elemen betonnya tanpa atau dengan tulangan yang dicetak di tempat yang berbeda dari posisi akhir elemen dalam struktur
4. Beton pratekan adalah beton dimana telah diberikan tegangan dalam bentuk mengurangi tegangan tarik potensial dalam beton akibat pemberian beban yang bekerja.
5. Beton ringan adalah beton yang memakai agregat ringan atau campuran antara agregat kasar ringan dan pasir alami sebagai pengganti agregat halus ringan dengan ketentuan tidak boleh melampaui berat isi maksimum beton 1850 kg/m<sup>3</sup> kering udara dan harus memenuhi ketentuan kuat tekan dan kuat tarik beton ringan untuk tujuan struktural (Pujianto et al., 2019).



Tabel 2.1 : Beberapa jenis beton menurut kuat tekannya

<b>Jenis Beton</b>	<b>Kuat tekan</b>
Beton Sederhana	10 MPa
Beton Normal ( Beton Biasa )	15-30 MPa
Pra Tegang	30-40MPa
Kuat Tekan tinggi	40-80 MPa
Kuat Tekan sangat tinggi	>80 MPa

Dalam perencanaan campuran beton , kekuatan beton dinyatakan sebagai kuat tekan beton pada umur 28 hari atau  $f'_c$ . Kekuatan didefinisikan sebagai kemampuan beton untuk menahan tegangan yang diberikan tanpa mengalami kegagalan atau failure. Kekuatan beton secara umum tergantung pada kekuatan agregat, jenis semen dan kekuatan lekatan antara semen dan agregat (Ahmad, 2018).

Perbaikan kualitas serta sifat beton dapat dilakukan dengan berbagai cara antara lain dengan mengganti maupun menambah material pokok semen dan agregat, sehingga dihasilkan beton dengan sifat-sifat spesifik seperti beton ringan, beton berat, beton tahan bahan kimia tertentu dan sebagainya.

Penelitian beton normal dengan bahan tambah sudah dilakukan diantaranya oleh (Saputra & Hepiyanto, 2017), (Sulaiman et al., 2020), (Wedhanto, 2017), (Qomaruddin et al., 2017) dan (Ahmad, 2018). Dari penelitian-penelitian tersebut diperoleh hasil bahwa penggunaan *Air Garam* pada beton normal mampu memperbaiki sifat-sifat mekanik beton seperti kuat tekan, *durabilitas*, dan mutu beton.

Kualitas beton dapat ditentukan dengan cara pemilihan bahan-bahan pembentuk beton yang baik, perhitungan proporsi yang tepat, cara pengerjaan dan perawatan beton dengan baik, serta pemilihan bahan tambah yang tepat dengan jumlah optimum yang diperlukan. Bahan pembentuk beton adalah semen, agregat, air, dan biasanya dengan bahan tambah atau pengisi.(Ghafur, 2009).

### 2.4.1.Semen

Semen Portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan secara menghaluskan klinker yang terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis ditambah dengan bahan yang mengatur waktu ikat ( umumnya gips ) ( CUR 2, 1993 ). Semen berfungsi merekatkan butir-butir agregat agar membentuk suatu massa padat dan juga untuk mengisi rongga udara diantara butir agregat. Semen merupakan bahan ikat yang penting dan banyak digunakan dalam pembangunan fisik di sektor konstruksi sipil. Jika semen ditambah air akan menjadi pasta semen. Jika pasta semen ditambah agregat halus akan menjadi mortar dan jika semen ditambah air ditambah agregat halus dan agregat kasar akan menjadi campuran beton segar yang setelah mengeras akan menjadi beton keras ( concrete ).

Menurut Peraturan Beton 1989 ( SKBI. 1.4.53.1989 ) dalam ulasannya di halaman 1, membagi semen portland menjadi lima jenis ( SK.SNI T- 15-1990-03:2 ) yaitu :

1. Jenis I : Semen Portland yang dalam penggunaannya tidak memerlukan persyaratan khusus seperti jenis-jenis lainnya. Biasanya digunakan dalam konstruksi beton secara umum.
2. Jenis II : Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang. Digunakan dalam struktur bangunan air / drainase dengan kadar konsentrasi sulfat tinggi di dalam air tanah.
3. Jenis III : Semen Portland untuk konstruksi yang menuntut persyaratan kekuatan awal yang tinggi. Biasanya digunakan pada struktur-struktur bangunan yang bekistingnya harus cepat dibuka dan akan segera dipakai kembali.
4. Jenis IV : Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan panas hidrasi yang rendah. Biasanya digunakan pada konstruksi dam / bendungan, dengan tujuan panas yang terjadi sewaktu hidrasi merupakan faktor penentu bagi keutuhan beton.

### **2.4.2. Air**

Air adalah bahan dasar pembuatan beton yang paling murah. Fungsi air dalam beton adalah untuk membuat semen bereaksi dan sebagai bahan pelumas antara butir-butir agregat. Untuk membuat semen bereaksi hanya dibutuhkan air sekitar 25-30 persen dari berat semen. Tetapi pada kenyataan dilapangan apabila faktor air semen (berat air dibagi berat semen) kurang dari 0,35 maka adukan sulit dikerjakan, sehingga umumnya faktor air semen lebih dari 0,40 yang mana terdapat kelebihan air yang tidak bereaksi dengan semen. Kelebihan air inilah yang berfungsi sebagai pelumas agregat, sehingga membuat adukan mudah dikerjakan. Tetapi seiring dengan semakin mudahnya pengerjaan, maka akan menyebabkan beton menjadi porous atau terdapat banyak rongga, maka kuat tekan beton itu sendiri akan menurun. (Sutrisno & Widodo, 2017).

Air pada campuran beton akan berpengaruh terhadap :

1. Sifat *workability* adukan beton.
2. Besar kecilnya nilai susut beton.
3. Kelangsungan reaksi dengan semen portland, sehingga dihasilkan kekuatan selang beberapa waktu.
4. Perawatan terhadap adukan beton guna menjamin pengerasan yang baik.

Air digunakan sebagai bahan pencampur dan pengaduk beton untuk mempermudah pekerjaan. Menurut PBT 1971 N.I.- 2, pemakaian air untuk beton tersebut sebaiknya memenuhi persyaratan sebagai berikut :

1. Air harus bersih
2. Tidak mengandung lumpur
3. Tidak mengandung garam-garam yang dapat merusak beton seperti asam, zat organik
4. Tidak mengandung minyak dan alkali.
5. Tidak mengandung senyawa asam.

### **2.4.3. Agregat**

Agregat merupakan material yang ditambahkan ke dalam pasta semen dalam proses pembuatan beton untuk mengurangi pemakaian semen. Hal ini dilakukan karena agregat lebih murah dibandingkan dengan semen serta

penambahan agregat akan membentuk beton dengan volume yang lebih stabil dan durabilitas yang lebih baik.(M.W. Tjaronge et al., 2003).

Agregat adalah bahan-bahan campuran beton yang saling diikat oleh perekat semen ( CUR 2,1993 ). Agregat ini harus bergradasi sedemikian rupa sehingga seluruh massa beton dapat berfungsi sebagai benda yang utuh, homogen, dan rapat, dimana agregat yang berukuran kecil berfungsi sebagai pengisi celah yang ada diantara agregat berukuran besar. ( Nawy, 1998 ).

Dua jenis agregat adalah :

1. Agregat kasar ( kerikil, batu pecah )
2. Agregat halus ( pasir )

Menurut SNI 03-2847-2002 agregat adalah material granular, misalnya pasir, kerikil, batu pecah, dan kerak tungku pijar, yang di pakai bersama - sama dengan suatu media pengikat untuk membentuk suatu beton atau adukan semen hidraulik. Kualitas agregat sendiri sangat menentukan kuat beton mengingat agregat menempati 70 – 75% dari total volume keseluruhan beton.

Ditinjau dari berat jenisnya agregat dibedakan menjadi tiga macam:

1. Agregat Ringan.

Agregat ini adalah agregat yang memiliki berat jenis kurang dari 2,0, dan biasanya digunakan untuk beton non struktural.

2. Agregat Normal.

Agregat normal adalah agregat yang memiliki berat jenis antara 2,5 sampai 2,7. Beton yang dihasilkan memiliki berat jenis sekitar 2,3 dengan kuat tekan antara 15 MPa sampai 40 MPa.

3. Agregat Berat.

Agregat ini memiliki berat jenis lebih dari 2,8. Beton yang dihasilkan juga memiliki berat jenis tinggi (sampai 5,0), yang efektif sebagai pelindung sinar radiasi sinar X.

Ukuran antara agregat halus dengan agregat kasar yaitu 4.75 mm (Berdasarkan Standar ASTM), dimana agregat kasar adalah batuan yang ukuran butirnya lebih besar dari 4.80 mm (4.75 mm) dan agregat halus adalah batuan yang lebih kecil dari 4.80 mm (4.75 mm). Agregat dengan ukuran lebih besar dari 4.80 mm dibagi lagi menjadi dua : yang berdiameter antara 4.80 - 40 mm disebut

kerikil beton dan yang lebih dari 40 mm disebut kerikil kasar.(Universitas et al., 2019)

#### **2.4.4. Agregat Halus**

Agregat yang berupa pasir sebagai hasil desintegrasi alami dari batu-batuan atau berupa pasir buatan yang dihasilkan oleh alat-alat pemecah batu ( PBBI 1971, N.I.- 2 ). Syarat agregat halus :

1. Agregat halus terdiri dari butir-butir yang tajam dan keras. Butir agregat halus harus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca seperti terik matahari dan hujan.
2. Kandungan lumpur tidak boleh lebih dari 5% (ditentukan terhadap berat kering). Yang diartikan dengan lumpur adalah bagian-bagian yang dapat melalui ayakan 0,063 mm. Apabila kadar lumpur lebih dari 5%, maka agregat harus dicuci.
3. Pasir laut tidak boleh dipakai sebagai agregat halus untuk semua mutu beton, kecuali dengan petunjuk dari lembaga pemeriksaan bahan yang diakui.

Menurut asalnya agregat halus dapat digolongkan menjadi 3 jenis (Samekto, 2001):

##### **1. Pasir Galian.**

Pasir galian dapat diperoleh langsung dari permukaan tanah atau dengan cara menggali dari dalam tanah. Pada umumnya pasir jenis ini tajam, bersudut, berpori, dan bebas dari kandungan garam yang membahayakan.

##### **2. Pasir Sungai**

Pasir sungai diperoleh langsung dari dasar sungai. Pasir sungai pada umumnya berbutir halus dan berbentuk bulat, karena akibat proses gesekan yang terjadi sehingga daya lekat antar butir menjadi agak kurang baik.

##### **3. Pasir Laut**

Pasir laut adalah pasir yang diperoleh dari pantai. Bentuk butiran halus dan bulat, karena proses gesekan. Pasir jenis ini banyak mengandung garam, oleh karena itu kurang baik untuk bahan bangunan. Garam yang ada dalam pasir ini menyerap kandungan air dalam udara, sehingga mengakibatkan pasir selalu agak basah, dan juga menyebabkan pengembangan setelah bangunan

selesai dibangun.(Universitas et al., 2019).

Dalam buku Perencanaan Campuran Dan Pengendalian Mutu Beton (1994) agregat halus dapat dibagi menjadi 4 jenis menurut gradasinya, yaitu pasir halus, agak halus, agak kasar, dan kasar yang batas gradasinya dapat di lihat pada Tabel 2 berikut:

Tabel 2.2 : Batas Gradasi Agregat Halus (Mulyono 2003:91)

Lubang (mm)	Persen berat butir yang lewat ayakan Jenis agregat halus			
	I	II	III	IV
10	100	100	100	100
4,8	90-100	90-100	90-100	95-100
2,4	60-95	75-100	85-100	95-100
1,2	30-70	55-90	75-100	90-100
0,6	15-34	35-59	60-79	80-100
0,3	5-20	8-30	12-40	15-50
0.15	0-10	0-10	0-10	0-15

#### 2.4.5. Agregat Kasar

Agregat kasar adalah agregat dengan besar butir lebih dari 5 mm. ( PBBI 1971, NI-2 ). Syarat-syarat agregat kasar :

1. Harus terdiri dari butir-butir yang keras dan tidak berpori
2. Butir-butir agregat kasar harus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh-pengaruh cuaca, seperti terik matahari dan hujan.
3. Agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang dapat merusak beton, seperti zat-zat yang reaktif alkali.
4. Agregat kasar tidak boleh mengandung Lumpur lebih dari 1 %. Apabila kadar Lumpur melampaui 1 % maka agregat kasar harus dicuci.(Universitas et al., 2019)

Tabel 2.3 : Batas Gradasi Agregat Kasar

Lubang (mm)	Ayakan (Besar butir maksimum)		
	40 mm	20 mm	12,5 mm
40	95-100	100	100
20	30-70	95-100	100
12,5	-	-	90-100
10	10-35	25-55	40-85
4.8	0-5	0-10	0-10

## 2.5 Pengaruh Bahan Tambah

Bahan tambah adalah bahan selain unsur pokok beton (air, semen, dan agregat) yang ditambahkan pada adukan beton. Tujuannya adalah untuk mengubah satu atau lebih sifat-sifat beton sewaktu masih dalam keadaan segar atau setelah mengeras. Bahan tambah seharusnya hanya berguna kalau sudah ada evaluasi yang teliti tentang pengaruhnya pada beton, khususnya dalam kondisi dimana beton diharapkan akan digunakan. Bahan tambah ini biasanya diberikan dalam jumlah yang relatif sedikit, dan pengawasan yang ketat harus diberikan agar tidak berlebihan yang justru akan dapat memperburuk sifat beton. Sifat-sifat beton yang diperbaiki itu antara lain kecepatan *hidrasi* atau waktu pengikatan, kemudahan pengerjaan, dan kedekatan terhadap air. Menurut (Departemen Pekerjaan Umum, 1991), Bahan tambah kimia dapat dibedakan menjadi 5 (lima) jenis yaitu:

1. Bahan tambah kimia untuk mengurangi jumlah air yang dipakai. Dengan pemakaian bahan tambah ini diperoleh adukan dengan faktor air semen lebih rendah pada nilai kekentalan yang sama, atau diperoleh kekentalan adukan lebih encer pada faktor air semen yang sama.
2. Bahan tambah kimia untuk memperlambat proses ikatan beton. Bahan ini digunakan misalnya pada satu kasus dimana jarak antara tempat pengadukan beton dan tempat penuangan adukan cukup jauh, sehingga selisih waktu antara mulai pencampuran dan pemadatan lebih dari 1 jam.
3. Bahan tambah kimia untuk mempercepat proses ikatan dan pengerasan beton. Bahan ini digunakan jika penuangan adukan dilakukan dibawah permukaan air, atau pada struktur beton yang memerlukan waktu penyelesaian segera,

misalnya perbaikan landasan pacu pesawat udara, balok prategang, jembatan dan sebagainya.

4. Bahan tambah kimia berfungsi ganda, yaitu untuk mengurangi air dan memperlambat proses ikatan.
5. Bahan kimia berfungsi ganda, yaitu untuk mengurangi air dan mempercepat proses ikatan dan pengerasan beton.

(Mulyono, 2003) menyebutkan dalam bukunya bahwa bahan tambah dibagi menjadi tujuh tipe yaitu :

1. Tipe A "*Water-Reducing Admixture*" *Water-Reducing Admixture* adalah bahan tambah yang mengurangi air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu.
2. Tipe B "*Retarding Admixtures*" *Retarding Admixtures* adalah bahan tambah yang berfungsi untuk menghambat waktu pengikatan beton. Penggunaannya untuk menunda waktu pengikatan beton (*setting time*) misalnya karena kondisi cuaca yang panas, atau memperpanjang waktu untuk pemadatan untuk menghindari *cold joints* dan menghindari dampak penurunan saat beton segar pada saat pengecoran dilaksanakan.
3. Tipe C "*Accelerating admixture*" *Accelerating admixture* adalah bahan tambah yang berfungsi untuk mempercepat pengikatan dan pengembangan kekuatan awal beton.
4. Tipe D "*Water Reducing and Retarding Admixture*" *Water Reducing and Retarding Admixture* adalah bahan tambah yang berfungsi ganda yaitu mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu dan menghambat pengikatan awal.
5. Tipe E "*Water Reducing and Accelerating Admixture*" *Water Reducing and Accelerating Admixture* adalah bahan tambah yang berfungsi ganda yaitu mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton yang konsistensinya tertentu dan mempercepat pengikatan awal. Bahan ini digunakan untuk menambah kekuatan beton.
6. Tipe F "*Water Reducing, High Range Admixture*" *Water Reducing, High Range Admixture* adalah bahan tambah yang berfungsi untuk mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan



konsistensi tertentu, sebanyak 12% atau lebih. Fungsinya untuk mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu, sebanyak 12% atau lebih. Kadar pengurangan air dalam bahan tambah ini lebih tinggi sehingga diharapkan kekuatan beton yang dihasilkan lebih tinggi. Jenis bahan tambah ini dapat berupa *superplasticizer*. Bahan jenis ini pun termasuk dalam bahan kimia tambahan yang baru dan disebut sebagai bahan tambah kimia pengurang air. Dosis yang disarankan adalah 1% sampai 2% dari berat semen. Dosis yang berlebihan akan menyebabkan menurunnya kekuatan tekan beton.

7. Tipe G "*Water Reducing, High Range Retarding Admixture*" *Water Reducing, High Range Retarding Admixture* adalah bahan tambah yang berfungsi untuk mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu, sebanyak 12% atau lebih dan juga untuk menghambat pengikatan beton. Jenis bahan tambah ini merupakan gabungan *superplasticizer* dengan menunda waktu pengikatan beton. Biasanya digunakan untuk kondisi pekerjaan yang sempit karena sedikitnya sumber daya yang mengelola beton yang disebabkan oleh keterbatasan ruang kerja.

## **2.6. Beton Normal**

Beton normal adalah beton yang menggunakan agregat pasir sebagai agregat halus dan split sebagai agregat kasar sehingga mempunyai berat jenis beton antara  $2200 \text{ kg/m}^3 - 2400 \text{ kg/m}^3$  dengan kuat tekan sekitar 15 – 40 MPa. (European Environment Agency (EEA), 2019).

Menurut BSN (2002) beton adalah campuran antara semen portland atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan membentuk masa padat, sedangkan yang dimaksud beton normal adalah beton yang mempunyai berat isi (2200-2500)  $\text{kg/m}^3$ . Terdapat juga agregat halus (pasir) alam sebagai hasil disintegrasi secara 'alami' dari batuan atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir terbesar 5,0 mm, sedangkan agregat kasar (kerikil) sebagai hasil disintegrasi dari batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir antara 5 mm sampai 40 mm (Prayuda & Pujiyanto, 2018).

## 2.7. Beton Mutu Tinggi

Beton mutu tinggi adalah beton yang memiliki kuat tekan lebih tinggi dibandingkan beton normal biasa. Yang tergolong beton mutu tinggi adalah beton yang memiliki kuat tekan antara 40 – 80 MPa (Iii & Teori, 2007).

Beton mutu tinggi menjadi tinjauan khusus untuk lingkungan agresif dikarenakan disamping kekuatannya tinggi, permeabilitas dan porositasnya juga kecil yang akan mempersulit serangan asam lebih parah lagi sampai ke inti beton. Meskipun beton mutu tinggi memiliki ikatan antar pasta dengan agregat yang lebih kuat dari beton normal, beton mutu tinggi juga masih rentan mengalami penurunan ketahanan di lingkungan asam (Mas et al., 2015).

Beberapa cara meningkatkan kinerja beton menjadi beton bermutu tinggi dan berkinerja tinggi.

1. Mengurangi porositas beton dengan cara mengurangi air dalam adukan beton
2. Menambahkan aditif mineral seperti silicafume atau abu terbang
3. Menambahkan serat (beton berserat)
4. Beton dengan pemadatan mandiri (self compacting concrete).(Almufid, 2015)

## 2.8. Sika Fume

*Sika Fume* adalah bahan hasil produksi sampingan dari reduksi kuarsa murni ( $\text{SiO}_2$ ) dengan batu bara ditanur listrik dalam pembuatan campuran *silicon* dan *ferro silicon* (ASTM.C.1240, 2003). *Silica Fume* mengandung kadar  $\text{SiO}_2$  yang cukup tinggi. Penambahan *Silica Fume* dalam jumlah tertentu ke dalam campuran beton dapat menggantikan jumlah semen dan juga berperan sebagai pengisi dari partikel partikel semen, sehingga distribusi porositas beton menjadi kecil, kekedapan beton bertambah dan meningkatkan kekuatan beton. *Silica Fume* dimasukan ke dalam campuran beton dengan jumlah yang sedikit, akan memberikan pengaruh yang besar sesuai dengan tujuan dan fungsi pemberian bahan tambah ini. Dengan demikian tingkat pengawasan harus teliti, hal ini untuk menjamin agar tidak terjadi kelebihan dosis sehingga menimbulkan akibat yang jelek seperti penurunan kekuatan atau sifat-sifat yang lain (Riyanto & Suliyanto, 2017).

Pemakaian silica fume pada beton menyebabkan nilai rembesan beton yang dihasilkan lebih kecil, karena silica fume dapat berfungsi sebagai filler. Silica fume mudah menyebar di sekeliling butiran semen pada waktu campuran beton baru dibuat, untuk menggantikan air yang terdapat pada ruang-ruang kosong tersebut terisi air yang terjebak oleh partikel-partikel semen dan akhirnya menguap membentuk rongga-rongga yang berakibat pada meningkatnya nilai permeabilitas beton (Sudarmoko, 1990) (Susanto et al., 2019).

Uap silika terpadatkan (*Condensed Silica Fume*, CSF) adalah produk samping dari proses fusi (smelting) dalam produksi silikon metal dan amalgam ferrosilikon (pada pabrik pembuatan mikrochip untuk komputer). Juga disebut *siliks fume* (SF), *microsilika*, *silica fume dust*, *amorphous silica*, dan sebagainya (Sihombing, 2017).

Namun silica fume yang dipakai untuk beton adalah yang mengandung lebih dari 75% silikon. Secara umum, silica fume mengandung SiO<sub>2</sub> 86-96%, ukuran butir rata-rata 0,1-0,2 micrometer, dan strukturnya amorphous (bersifat reaktif dan tidak terkristalisasi). Ukuran silika fume ini lebih halus dari pada asap rokok. Silika fume berbentuk seperti fly ash tetapi ukurannya lebih kecil sekitar seratus kali lipatnya. Silica fume bisa didapat dalam bentuk bubuk, dipadatkan atau cairan yang dicampurkan dengan air 50%. Berat jenisnya sekitar 2,20 tetapi bulk density hanya 200-300 kg/m<sup>3</sup>. Specific surface area sangat besar, yaitu 15-25 m<sup>2</sup>/g. Silica fume bisa dipakai sebagai pengganti sebagian semen, meskipun tidak ekonomis. Kedua sebagai bahan tambahan untuk memperbaiki sifat beton, baik beton segar maupun beton keras (Sihombing, 2017).

## 2.9. Slump Test

*Slump* beton ialah besaran kekentalan (*viscosity*)/plastisitas dan kohesif dari beton segar. Pengambilan nilai *slump* dilakukan untuk masing-masing campuran baik pada beton standar maupun beton yang menggunakan *additive* dan bahan penambahi (*admixture*). Pengujian *slump* dilakukan terhadap beton segar yang dituangkan kedalam wadah kerucut terpancung. Pengisian dilakukan dalam tiga lapisan adalah 1/3 dari tinggi kerucut. Masing-masing lapisan harus dipadatkan dengan cara penusukan sebanyak 25 kali dengan menggunakan tongkat besi anti

karat. Setelah penuh sampai permukaan atasnya diratakan dengan menggunakan sendok semen. Kemudian kerucut diangkat keatas secara vertikal dan *slump* dapat diukur dengan cara mengukur perbedaan tinggi antara wadah dengan tinggi beton setelah wadah diangkat.

Tingkat kemudahan pengerjaan berkaitan erat dengan tingkat kelecakan atau keenceran adukan beton. Makin cair adukan maka makin mudah cara pengerjaannya. Untuk mengetahui kelecakan suatu adukan beton biasanya dengan dilakukan pengujian *slump*. Semakin tinggi nilai *slump* berarti adukan beton makin mudah untuk dikerjakan. (Badan Standardisasi Nasional, 1990)

Dalam praktek, ada tiga macam tipe *slump* yang terjadi yaitu:

- *Slump* sebenarnya, terjadi apabila penurunannya seragam tanpa ada yang runtuh.
- *Slump* geser, terjadi bila separuh puncaknya bergeser dan tergelincir kebawah pada bidang miring.
- *Slump* runtuh, terjadi bila kerucut runtuh semuanya.

## **2.10. Pengujian Kuat Tekan**

Kuat tekan beban beton adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan.(Rusmania, 2015).

Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Kuat tekan beton mengidentifikasikan mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi kekuatan struktur dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan (Mulyono, 2005). Nilai kuat tekan beton didapat dari pengujian standar dengan benda uji yang digunakan berbentuk silinder. Dimensi benda uji standar adalah tinggi 300 mm dan diameter 150 mm.

Tata cara pengujian yang umumnya dipakai adalah standar ASTM C39-86. Kuat tekan masing-masing benda uji ditentukan oleh tegangan tekan tertinggi ( $f_c'$ ) yang dicapai benda uji umur 28 hari akibat beban tekan selama percobaan. Kekuatan karakteristik, kekuatan tekan, tegangan dan regangan, susut dan rangkai, reaksi terhadap temperatur, keawetan dan kekedapan terhadap air .

Dari semua sifat tersebut yang terpenting adalah kekuatan tekan beton karena merupakan gambaran dari mutu beton yang ada kaitannya dengan struktur beton, adapun hal-hal yang mempengaruhi kuat tekan beton, sebagai berikut :

- a. Pengaruh cuaca berupa pengembangan dan penyusutan yang diakibatkan oleh pergantian panas dan dingin.
- b. Daya perusak kimiawi, seperti air laut (garam), asam sulfat, alkali, limbah, dan lain-lain.
- c. Daya tahan terhadap aus (abrasi) yang disebabkan oleh gesekan orang berjalan kaki, lalu lintas, gerakan ombak, dan lain-lain.(Pujiyanto et al., 2019)

### **2.11. Perawatan Beton**

Proses curing dilaksanakan dengan cara merendam beton dalam bak yang berisi air sampai waktu pengetesan. Proses perawatan (curing) ini dilakukan sehari atau 24 jam setelah proses pencetakan beton. Langkah – langkah proses perawatan (curing) :

- a. Setelah 24 jam dari proses pencetakan beton, cetakan beton dibuka perlahan – lahan dan beton uji silinder beton diambil.
- b. Benda uji silinder beton diletakkan dalam suatu bak air, dan dibiarkan sampai sehari sebelum waktu pengetesan untuk dikeluarkan dari bak (pengeringan).
- c. Pada waktu pengetesan, benda uji yang telah dikeluarkan dari bak dan mengering ditimbang beratnya. Setelah itu diukur dimensinya.
- d. Kemudian benda uji di capping/diratakan dengan larutan belerang pada bidang tidak rata.
- e. Permukaan yang di capping dari benda uji diletakkan di atas, dan benda uji siap dites. (Saputra & Hepiyanto, 2017).

Menurut A.M. Neville (2002), terdapat empat hal yang mempengaruhi proses penguapan yang dapat menyebabkan kehilangan air pada beton, yaitu:

1. Kelembaban *relative* semakin besar nilai kelembaban *relative*, maka semakin sedikit kehilangan air yang terjadi.
2. Temperatur udara dan beton temperatur udara dan beton sangat mempengaruhi proses penguapan yang terjadi pada beton. Semakin tinggi temperatur maka kehilangan air yang terjadi semakin banyak.

3. Kecepatan udara proses penguapan juga dipengaruhi oleh adanya angin. Kecepatan angin yang besar akan mempercepat proses penguapan yang terjadi.
4. Temperatur beton perbedaan diantara temperatur udara dan beton juga mempengaruhi terhadap kehilangan air.

Dalam perawatan beton cara dan bahan serta alat yang digunakan akan menentukan sifat dari beton keras yang dibuat, terutama dari sisi kekuatannya. Didalam pengujian ini digunakan dua cara perawatan yang berbeda yaitu direndam dan *curing compound*. Kekuatan resultan dari temperature konstan pada *setting* dan perawatan pada temperature tinggi mengakibatkan kekuatan awal lebih tinggi tetapi kekuatan jangka panjang yang lebih rendah.

## BAB 3

### METODE PENELITIAN

#### 3.1. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimental. Penelitian dimulai setelah mendapatkan izin dari Ketua Prodi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dan kemudian melakukan studi literatur, seperti mencari jurnal referensi, kandungan dalam bahan tambah yang digunakan, dan metode yang digunakan dalam melakukan penelitian. Tahapan awal penelitian yang dilakukan di Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara adalah pengambilan data sekunder pengujian bahan dasar agregat dan melakukan pengujian bahan dasar agregat yang akan digunakan pada percobaan campuran beton. Sebagai acuan dalam penyelesaian tugas akhir ini tidak terlepas dari data-data pendukung. Data pendukung diperoleh dari:

a. Data Primer

Data yang diperoleh dari hasil penelitian di Laboratorium, yaitu:

- a. Analisa saringan agregat.
- b. Berat jenis dan penyerapan.
- c. Pemeriksaan berat isi agregat.
- d. Pemeriksaan kadar air agregat.
- e. Perbandingan dalam campuran beton (*Mix design*).
- f. Kekentalan adukan beton segar (*Slump test*).
- g. Uji kuat tekan beton

b. Data sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari beberapa buku yang berhubungan dengan teknik beton (*literatur*) dan konsultasi langsung dengan dosen pembimbing di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Data teknis mengenai Standar Nasional Indonesia. Data teknis mengenai SNI-03-

2834-2000,serta buku-buku atau literatur sebagai penunjang guna memperkuat suatu penelitian yang dilakukan.

### **3.2. Lokasi Penelitian Dan Waktu Penelitian**

Lokasi penelitian ini dilakukan di Laboratorium Beton Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.Penelitian ini dilakukan pada awal bulan Maret sampai akhir bulan maret 2021.

### **3.3.Bahan dan Peralatan Penelitian**

#### **3.3.1 Bahan**

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagi berikut :

1. Agregat halus yang digunakan adalah pasir yang berasal dari Sungai Wampu.
2. Semen yang digunakan adalah semen Padang kemasan 40 kg..
3. Air yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Laboratorium Beton, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bahan tambah yang digunakan adalah sica fume.

#### **3.3.2.Peralatan**

Alat-alat yang digunakan di dalam penelitian ini antara lain:

Peralatan material :

- a. Saringan agregat halus : Saringan no.4, no.8, no.16, no.30, no.50, dan no.100
- b. Timbangan digital
- c. Plastik ukuran 10 kg

Peralatan pembuatan beton :

- a. Pan
- b. Ember
- c. Satu set alat *slump test* : kerucut *abrams*, tongkat pemadat, mistar, dan plat baja.



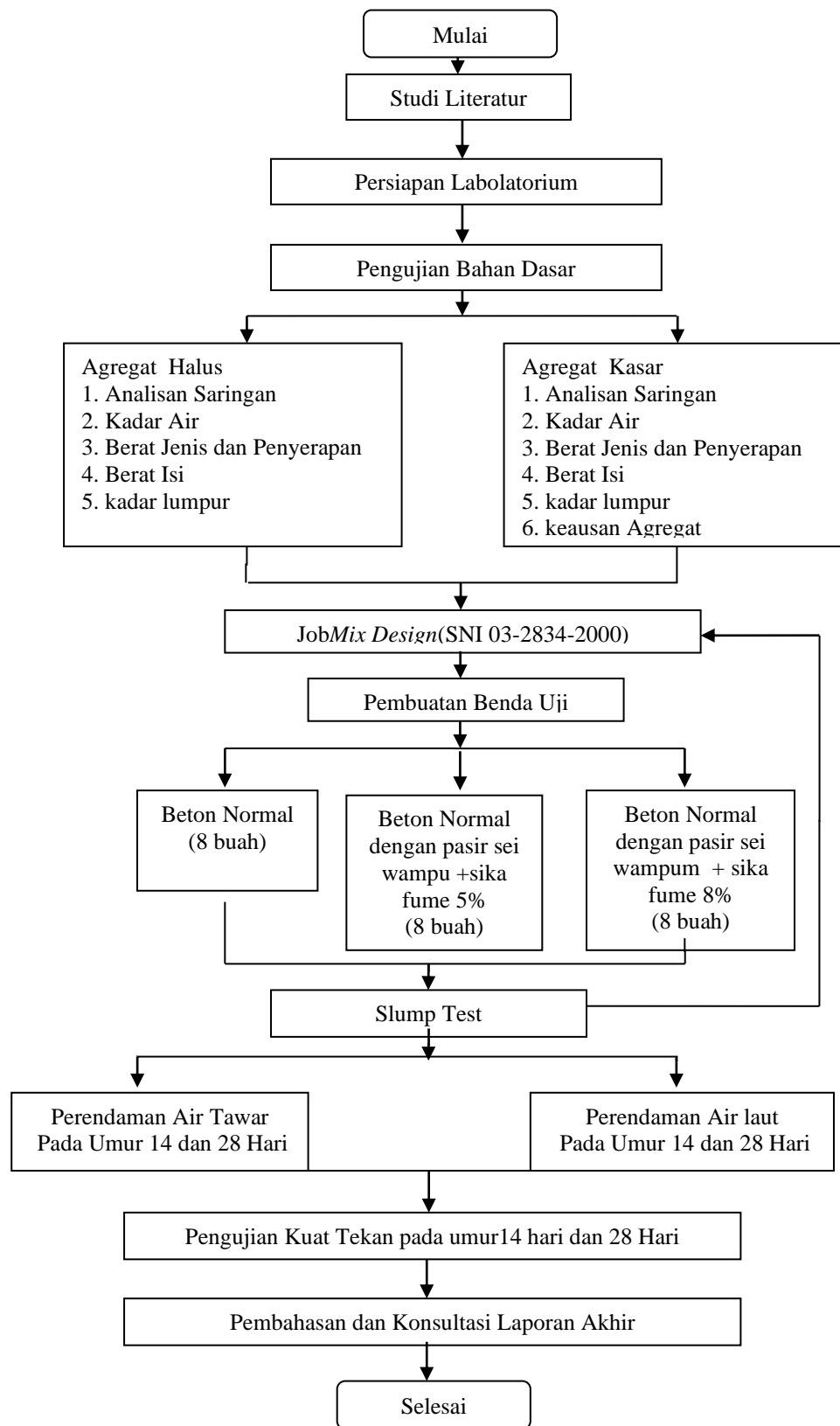
- d. Skop tangan
- e. Skrap
- f. Tabung ukur
- g. Sarung tangan
- h. Cetakan silinder ukuran 15 x 30 cm
- i. Vaseline
- j. Kuas
- k. Mesin pengaduk beton (*mixer*)
- l. Bak perendam

Alat pengujian kuat tekanbeton :

- a. Mesin kuat tekan (*compression test*)

### **3.4.Bagan Alir Penelitian**

Langkah-langkah dalam pengerjaan penelitian ini disajikan dalam bentuk bagan alir (*flow chart*) yang mana bagan alir ini sebagai pedoman penelitian yang akan dilakukan dalam penelitian ini. Bagan alir tersebut dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1: Bagan Alir Penelitian

### **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 dan melakukan penjemuran pada material yang basah.

### **3.6. Pemeriksaan Material**

Di dalam pemeriksaan agregat baik agregat kasar maupun agregat halus dilakukan di Laboratorium mengikuti panduan dari SNI tentang pemeriksaan agregat.

#### **1. Kadar Lumpur**

Menurut SNI-03-4141-1996, metode pengujian gumpalan lempung dan butir-butir mudah pecah dalam agregat dimaksudkan sebagai acuan dan pegangan dalam pelaksanaan pengujian untuk menentukan gumpalan lempung dan butir-butir mudah pecah dalam agregat.

#### **2. Analisa Saringan**

Menurut SNI-03-1968-1990, metode ini dimaksudkan sebagai pegangan dalam pemeriksaan untuk menentukan pembagian butir (gradasi) agregat halus dan agregat kasar dengan menggunakan saringan.

#### **3. Kadar Air Agregat**

Menurut SNI-1971-2011, cara uji kadar air total agregat dengan pengeringan ini mencakup penentuan persentase air yang dapat menguap dari dalam contoh agregat dengan cara pengeringan.

#### **4. Berat Jenis Agregat Kasar**

Menurut SNI-1969-2008, agregat kasar adalah agregat yang ukuran butirannya lebih besar dari 4,75 mm (Saringan No.4). Berat jenis dapat dinyatakan dengan berat jenis curah kering, berat jenis curah pada kondisi jenuh kering permukaan atau berat jenis semu. Berat jenis curah (jenuh kering permukaan) dan penyerapan air berdasarkan pada kondisi setelah (24+4) jam direndam di dalam air.

## 5. Berat Jenis Agregat Halus

Menurut SNI-1970-2008, agregat halus adalah agregat yang ukuran butirannya lebih kecil dari 4,75 mm (No. 4). Cara uji ini digunakan untuk menentukan setelah (24+4) jam di dalam air berat jenis curah kering dan berat jenis semu, berat jenis curah dalam kondisi jenuh kering permukaan, serta penyerapan air.

## 6. Berat Isi Agregat

Menurut SNI-1973-2008, penentuan berat isi dari campuran beton segar dan beberapa formula untuk menghitung volume produksi campuran, kadar semen, dan kadar udara dalam beton.

## 3.7. Pelaksanaan Penelitian

### 3.7.1 Perencanaan Pembuatan Campuran (Mix Desain) SNI 03-2834-2000

Pada penelitian ini digunakan metode perencanaan campuran adukan beton sesuai dengan standar SNI-03-2834-2000. Salah satu tujuan penelitian digunakan perencanaan campuran beton dengan standar SNI-03-2834-2000 adalah untuk menghasilkan beton yang mudah dikerjakan dan sesuai dengan standar pengerjaan yang ada di Indonesia. Tingkat derajat kekentalan dan kemudahan pengerjaan dapat dilihat saat pengujian slump. 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.

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

Dengan :

s adalah deviasi standar

$x_i$  adalah kuat tekan beton yang didapat dari masing-masing benda uji

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

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

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 3.1.

Tabel 3.1 : Faktor pengali untuk standar deviasi berdasarkan jumlah benda uji yang tersedia.

Jumlah Pengujian	Faktor Pengali Deviasi Standar
Kurang dari 15	$f'_c + 12 \text{ Mpa}$
15	1,16
20	1,08
25	1,03
30 atau lebih	1,00

3. Menghitung nilai tambah.

$$M = 1,64 \times Sr \quad (3.3)$$

Dengan:

M adalah nilai tambah

1,64 adalah ketetapan statistic yang nilainya tergantung pada persentase kegagalan hasil uji sebesar maksimum 5%

Sr adalah deviasi standar rencana

4. Menghitung kuat tekan beton rata-rata yang ditargetkan ( $f_{cr}$ ).

$$f_{cr} = f^c + M$$

$$f_{cr} = f^c + 1,64 Sr \quad (3.4)$$

5. Menetapkan jenis semen.

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

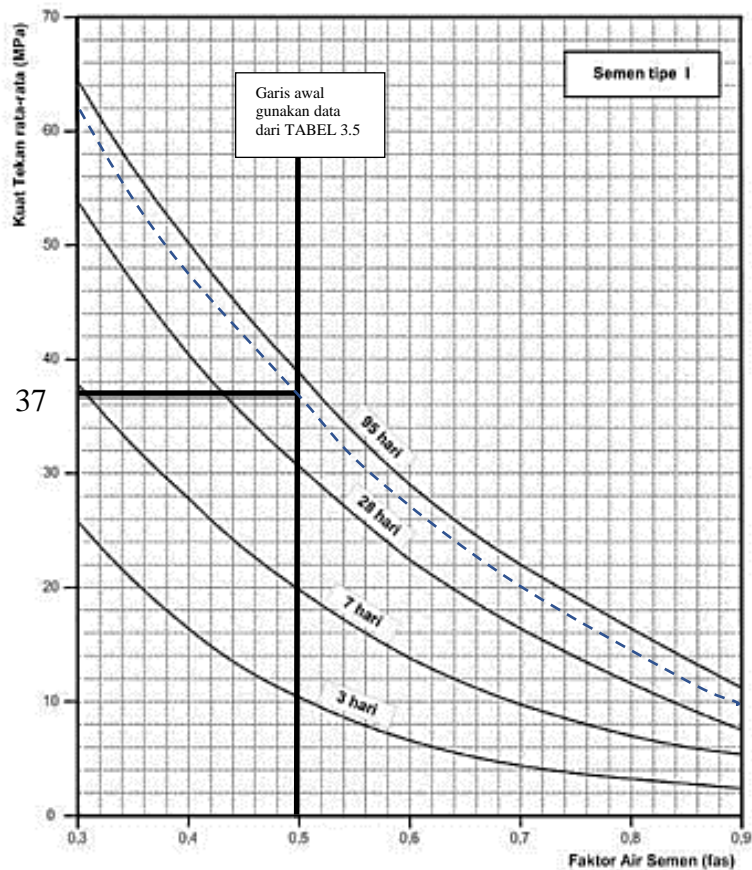
7. Menentukan faktor air semen

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 3.3. Bila dipergunakan gambar 3.1 ikuti langkah-langkah berikut :

- 1) Menentukan nilai kuat tekan pada umur 28 hari dengan menggunakan Tabel 3.2, sesuai dengan semen dan agregat yang akan dipakai;
- 2) Melihat gambar 3.2 untuk benda uji berbentuk silinder;
- 3) 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;
- 4) Menarik garis lengkung melalui titik pada sub butir 3 secara proporsional;
- 5) Menarik garis mendatar melalui nilai kuat tekan yang ditargetkan sampai memotong kurva baru yang ditentukan pada sub butir 4 di atas;
- 6) Menarik garis tegak lurus kebawah melalui titik potong tersebut untuk mendapatkan faktor air semen yang diperlukan;

Tabel 3.2 : Perkiraan kekuatan tekan (MPa) beton dengan faktor air semen dan agregat kasar yang biasa dipakai di Indonesia.

Jenis Semen	Jenis Agregat Kasar	Kekuatan tekan (MPa)				
		Pada Umur (hari)				Bentuk
		3	7	28	29	Bentuk uji
Semen <i>portland</i> Tipe 1	Batu tak dipecah	17	23	33	40	Silinder
	Batu pecah	19	27	37	45	
Semen tahan sulfat Tipe I,II,V	Batu tak dipecah	20	28	40	48	Kubus
	Batu pecah	25	32	45	54	
Semen <i>Portland</i> Tipe III	Batu tak dipecah	21	28	38	44	Silinder
	Batu pecah	25	33	44	48	
	Batu tak dipecah	25	31	46	53	Kubus
	Batu pecah	30	40	53	60	Silinder



Gambar 3.2 : Grafik hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen (benda uji berbentuk silinder diameter 150 mm, tinggi 300 mm)

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.  
Besarnya 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 atau berkas-berkas tulangan.



11. Menentukan nilai kadar air bebas.

Kadar air bebas ditentukan sebagai berikut:

- 1) Agregat tak dipecah dan agregat dipecah digunakan nilai-nilai pada tabel 3.3.
- 2) Agregat campuran (tak dipecah dan dipecah), dihitung menurut rumus berikut:

$$\frac{2}{3}W_h + \frac{1}{3}W_k \quad (3.5)$$

Dengan:

$W_h$  adalah perkiraan jumlah air untuk agregat halus

$W_k$  adalah perkiraan jumlah air untuk agregat kasar

Tabel 3.3 :Perkiraan kadar air bebas ( $\text{Kg/m}^3$ ) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton.

Ukuran Besar Butir Agregat Maksimum (mm)	Jenis Agregat	Slump (mm)			
		0-10	10-30	30-60	60-180
10	Batu tak di pecah	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Batu tak di pecah	137	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Batu tak di pecah	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

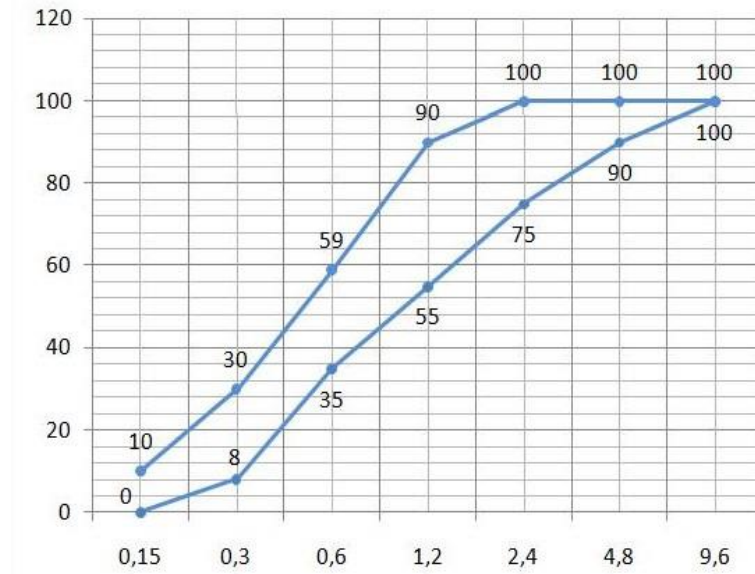
Catatan : Koreksi suhu udara untuk suhu di atas  $25^{\circ}\text{C}$ , setiap kenaikan  $5^{\circ}\text{C}$  harus ditambah air 5 liter per  $\text{m}^2$  adukan beton.

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 semimum mungkin, Jika tidak lihat Tabel 3.4, jumlah semen yang diperoleh dari perhitungan jika perlu disesuaikan.

Tabel 3.4 : Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai macam pembetonan dalam lingkungan khusus.

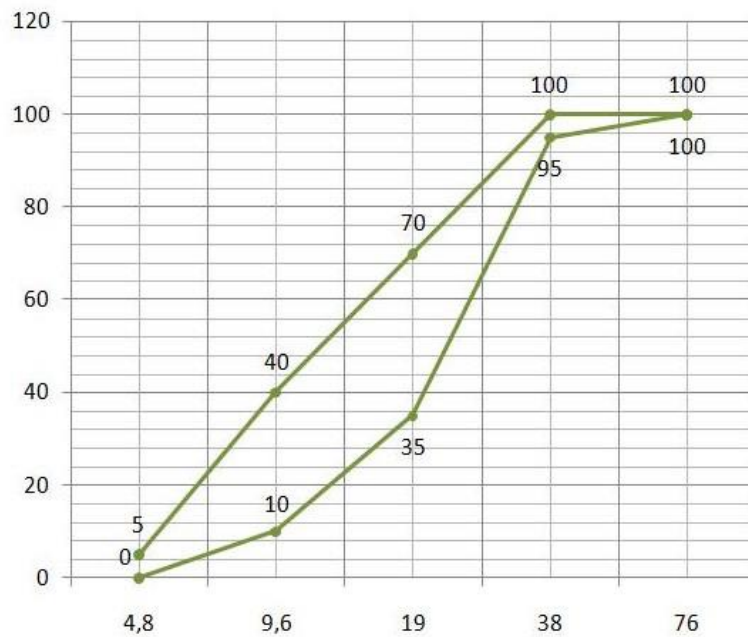
Lokasi	Jumlah Semen minimum per m <sup>3</sup> beton (kg)	Nilai faktor Air-Semen Maksimum
Beton di dalam ruang bangunan:		
a. Keadaan keliling non-korosif	275	0,60
b. Keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	325	0,52
Beton di luar ruangan bangunan;		
a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung.	325	0,60
b. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275	0,60
Beton masuk ke dalam tanah:		
a. Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325	0,55
b. Mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah		Lihat Tabel 2.10
Beton yang kontinyu berhubungan:		
a. Air tawar		Lihat Tabel 2.11
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 factor 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. (ukuran mata ayakan (mm)).



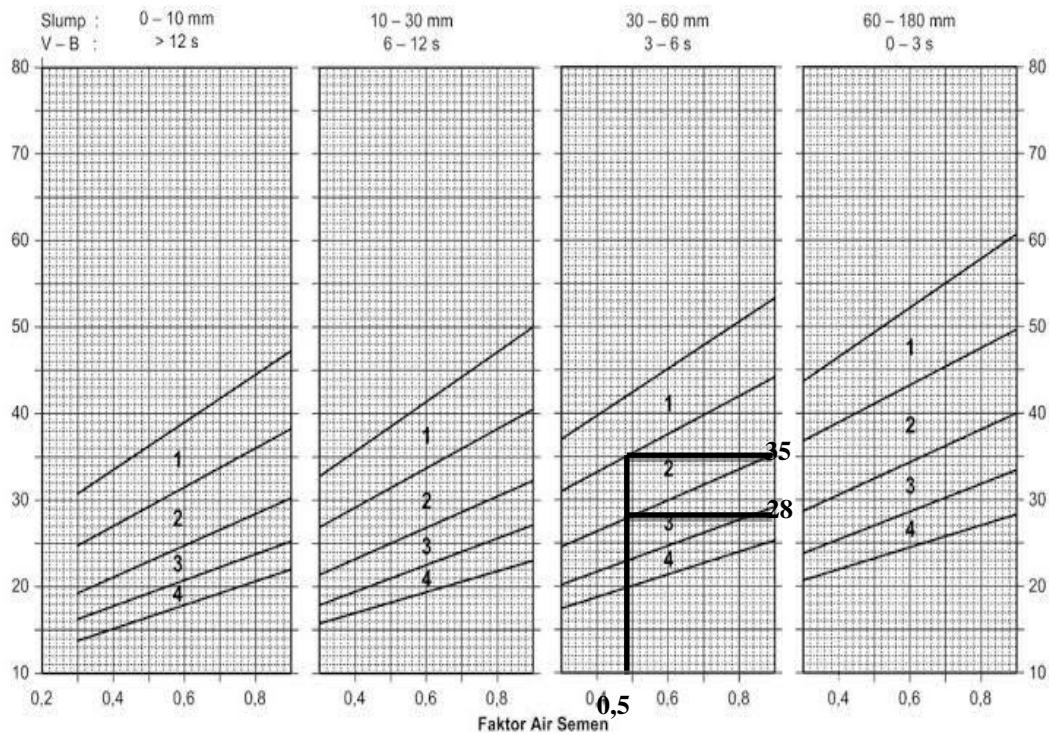
Gambar 3.3 :Batas gradasi pasir (Sedang) No. 2

17. Menentukan susunan agregat kasar menurut gambar 3.4.



Gambar 3.4 :Batas gradasi kerikil atau koral ukuran maksimum 40 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 40 mm.

19. Menghitung berat jenis relative agregat.

Berat jenis relative agregat ditentukan sebagai berikut:

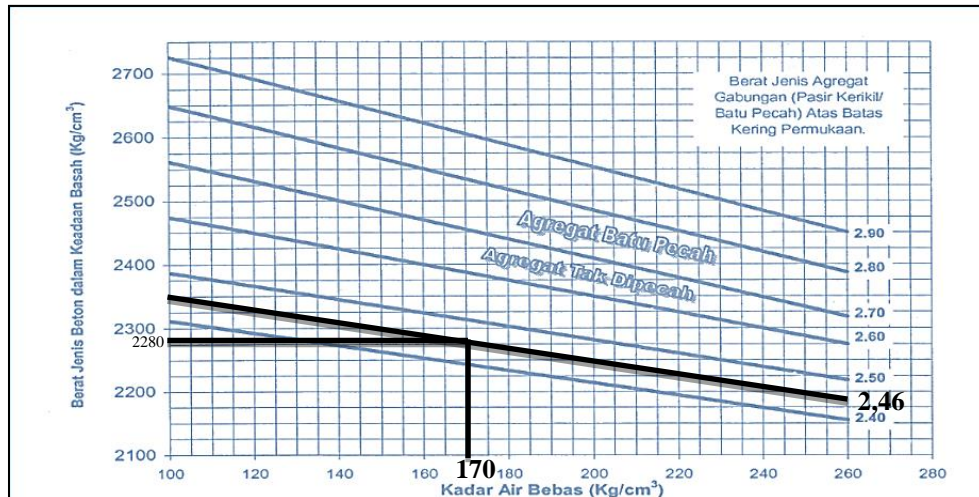
1) Diperoleh dari data hasil uji atau bila tidak tersedia dapat dipakai nilai dibawah ini:

- agregat tak dipecah : 2,5
- 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

20. Menentukan berat isi beton menurut Gambar 3.6 sesuai dengan kadar air bebas yang sudah ditemukan dari Tabel 3.5 dan berat jenis relative dari agregat gabungan menurut butir 18.



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

21. Menghitung kadar agregat gabungan yang besarnya adalah berat jenis beton dikurangi jumlah kadar semen dan kadar air bebas;
22. Menghitung kadar agregat halus yang besarnya adalah hasil kali persen pasir butir 18 dengan agregat gabungan butir 21;
23. 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 m<sup>3</sup> beton;
24. Proporsi campuran, kondisi agregat dalam keadaan jenuh kering permukaan.
25. Mengkoreksi proporsi campuran menurut perhitungan.

Apabila agregat tidak dalam keadaan jenuh kering permukaan proporsi campuran halus dikoreksi terhadap kandungan air dalam agregat. Koreksi proporsi campuran harus dilakukan terhadap kadar air dalam agregat paling sedikit satu kali dalam sehari dan dihitung menurut rumus sebagai berikut:

$$a. \text{ Air} = B - (C_k - C_a)x \frac{C}{100} - (D_k - D_a)x \frac{D}{100} \quad (3.6)$$

$$b. \text{ Agregat halus} = C - (C_k - C_a)x \frac{C}{100} \quad (3.7)$$

$$c. \text{ Agregat kasar} = D + (D_k - D_a)x \frac{D}{100} \quad (3.8)$$

Dengan:

B = jumlah air ( $\text{kg/m}^3$ ).

C = agregat halus ( $\text{kg/m}^3$ ).

D = agregat kasar ( $\text{kg/m}^3$ ).

Ca = absorpsi air pada agregat halus (%).

Da = absorpsi agregat kasar (%).

Ck = kandungan air dalam agregat halus (%).

Dk = kandungan air dalam agregat kasar (%).

### 3.7.2 Pembuatan Benda Uji

Benda uji dibuat menggunakan cetakan berbentuk silinder dengan sisi berukuran 15 cm x 30 cm yang berjumlah 24 buah. Proses pembuatan benda uji ditunjukkan dengan gambar pada lampiran.

### 3.7.3 Pengujian Slump

Pengukuran tinggi slump dilakukan untuk menentukan kekakuan (dapat dikerjakan atau tidak) dari campuran beton segar (*fresh concrete*) untuk menentukan tingkat *workability*-nya. Kekakuan dalam suatu campuran beton menunjukkan berapa banyak air yang digunakan. Target *slump* rencana sesuai mix design adalah 60-180 mm. Pengujian *slump* dilakukan berdasarkan standar yang telah ditetapkan oleh SNI 03-2834-2000.

### 3.7.4 Perawatan Beton

Setelah beton dikeluarkan dari cetakan, dilakukan perawatan dengan cara perendaman dalam air tawar dan air garam dihari ke 14 dan hari ke 28 untuk mendapatkan variasi dari kuat tekan sampel sampai saat uji kuat tekan dilakukan, yaitu pada umur 14 dan 28 hari. Jumlah sampel perendaman direncanakan sebanyak 24 buah.

### 3.7.5 Pengujian Kuat Tekan Beton

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 24 buah dapat dilihat pada Tabel 3.5 berikut:

Tabel 3.5 Jumlah variasi sampel pengujian beton

No	Variasi Campuran Beton	Air Tawar		Air Laut	
		14 hari	28 hari	14 hari	28 hari
1	Beton Normal	2 buah	2 buah	2 buah	2 buah
2	Beton Dengan Campuran Bahan tambah Sika Fume 5%	2 buah	2 buah	2 buah	2 buah
3	Beton Dengan Campuran Bahan tambah Sika Fume 8%	2 buah	2 buah	2 buah	2 buah
Total		24 buah			

## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Analisa Pemeriksaan Agregat

Di dalam pemeriksaan agregat baik agregat kasar maupun agregat halus dilakukan di Laboratorium mengikuti panduan dari SNI tentang pemeriksaan agregat serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

##### 4.1.1. Analisa Pemeriksaan Agregat Halus

Agregat halus (pasir) yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir Binjai, secara umum mutu pasir Binjai telah memenuhi syarat untuk dapat digunakan sebagai bahan bangunan.

##### 4.1.2. Kadar Air Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan SNI 03-2834-2000. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 4.1 sehingga diketahui kadar air agregat halus yang diperiksa. Dari sampel 2 (dua) data yang dilakukan pengujian dengan berat masing-masing 1000 gr.

Tabel 4.1: Data-data hasil penelitian kadar air halus.

Pengujian	Contoh I (gr)	Contoh II (gr)	Rata-rata
Berat contoh SSD dan wadah	1595	1504	1549,5
Berat contoh SSD	1000	1000	1000
Berat contoh kering oven & wadah	1583	1493	1538
Berat wadah	595	504	549,5
Berat air	12	11	11,5



Tabel 4.1: *Lanjutan*

Pengujian	Contoh I (gr)	Contoh II (gr)	Rata-rata
Berat contoh kering	988	989	988,5
Kadar air	1,2%	1,1%	1,15%

#### 4.1.3. Berat Isi Agregat Halus

Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 4.2 sehingga diketahui berat isi agregat halus yang diperiksa.

Tabel 4.2: Data-data hasil penelitian berat isi agregat halus.

No	Pengujian	Contoh I	Contoh II	Contoh III	Rata-rata
1	Berat contoh & wadah (gr)	20766	21024	20961	20917
2	Berat wadah (gr)	5336	5336	5336	5336
3	Berat contoh (gr)	15430	15688	15625	15581
4	Volume wadah (cm <sup>3</sup> )	11125,4	11125,4	11125,4	11125,4
5	Berat Isi (gr/cm <sup>3</sup> )	1,39	1,41	1,40	1,40

Berdasarkan Tabel 4.2 menjelaskan hasil pemeriksaan yang dilakukan didapat hasil berat isi agregat halus dengan rata-rata sebesar 1,40 gr/cm<sup>3</sup>. Hasil ini didapat dari rata-rata ketiga contoh, yang berdasarkan perbandingan nilai berat contoh yang didapat dengan volume wadah yang dipakai dalam percobaan.

Hasil dari percobaan tersebut telah memenuhi standar yang ditetapkan yaitu  $>1,125 \text{ gr/cm}^3$ .

#### 4.1.4. Kadar Lumpur Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 566. Hasil dari kadar lumpur dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3: Data-data hasil penelitian kadar lumpur agregat halus.

Pengujian	Contoh I (gr)	Contoh II (gr)	Rata-rata
Berat contoh kering : A (gr)	1000	1000	1000
Berat contoh setelah dicuci : B (gr)	968	970	979
Berat kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci C (gr)	32	30	31
Persentase kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci (%)	3,2	3	3,1

Berdasarkan Tabel 4.3 pemeriksaan kadar lumpur agregat halus dilakukan dengan mencuci sampel dengan menggunakan air, kemudian disaring dengan menggunakan saringan No. 200, persentase yang didapat dihitung dari pembagian berat kotoran agregat yang lolos saringan dibagi dengan berat contoh awal contoh, kemudian membuat hasilnya di dalam persentase. Dari percobaan ini didapat persentase kadar lumpur untuk sampel yang pertama sebesar 3,2%, dan sampel kedua sebesar 3%. Maka, untuk mengambil nilai kadar lumpur diambil dari rata-rata pengujian yakni sebesar 3,1%.

#### 4.1.5. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 4.4. Pada tabel terlampir 3 macam berat jenis, yakni berat jenis contoh semu, berat jenis SSD, dan berat jenis contoh semu. Berat jenis agregat terpenuhi apabila nilai Berat Jenis Contoh

Kering < Berat Jenis SSD < Berat Jenis Contoh Semu dengan nilai rata-rata 2,471 gr/cm<sup>3</sup> < 2,506 gr/cm<sup>3</sup> < 2,57 gr/cm<sup>3</sup> dan nilai penyerapan rata-rata sebesar 1,42%.

Berdasarkan standar tentang absorpsi yang baik adalah dibawah 2% dan nilai absorpsi agregat halus yang diperoleh telah memenuhi syarat.

Tabel 4.4: Data-data hasil penelitian berat jenis dan penyerapan agregat halus.

Pengujian	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat contoh SSD kering permukaan jenuh	500	500	500
Berat contoh SSD kering oven 110°C sampai konstan	495	491	493
Berat piknometer penuh air	674	674	674
Berat contoh SSD dalam piknometer penuh air	974	975	974,5
Berat jenis contoh kering ( $E/(B+D-C)$ )	2,475	2,467	2,471
Berat jenis contoh SSD ( $B/(B+D-C)$ )	2,5	2,512	2,506
Berat jenis contoh semu ( $E/(E+D-C)$ )	2,54	2,58	2,57
Penyerapan ( $((B-E)/E) \times 100\%$ )	1,01	1,83	1,42

#### 4.1.6. Analisa Saringan Agregat Halus

Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 4.5 dan batas gradasi agregat halus pada Gambar 4.1, sehingga diketahui modulus kehalusan agregat halus yang diperiksa.

Berdasarkan Tabel 4.5 menjelaskan pemeriksaan analisa saringan agregat halus ini menggunakan nomor saringan yang telah ditentukan berdasarkan SNI 03-2834-2000, yang nantinya akan dibuat grafik zona gradasi agregat yang didapat dari nilai kumulatif agregat.

Tabel 4.5: Data-data hasil penelitian analisa saringan agregat halus.

Sieve Size	Retained Fraction				Cumulative	
	Sample 1	Sample 2	Total Weight (gr)	%	Retained	Passing
4.75 (No. 4)	9	13	22	2	1,95	98,05
2.36 (No. 8)	33	52	85	7,73	9,72	90,28
1.18 (No.16)	90	109	199	18,1	27,9	72,1
0.60 (No. 30)	144	161	305	27,72	55,58	44,42
0.30 (No. 50)	145	166	311	28,27	83,81	16,19
0.15(No.100)	67	82	149	13,54	97,35	2,65
Pan	12	17	29	2,64	100	0
Total	500	600	1100	100		

Apakah agregat yang dipakai termasuk zona pasir kasar, sedang, agak halus, atau pasir halus. Penjelasan nilai kumulatif agregat didapat dari penjelasan berikut ini:

Total berat pasir = 1000 gram

- Persentase berat tertahan rata-rata:

$$\text{No.4} = \frac{22}{1100} \times 100\% = 2 \%$$

$$\text{No.8} = \frac{85}{1100} \times 100\% = 7,73 \%$$

$$\text{No.16} = \frac{199}{1100} \times 100\% = 18,1 \%$$

$$\text{No.30} = \frac{305}{1100} \times 100\% = 27,72 \%$$

$$\text{No.50} = \frac{311}{1100} \times 100\% = 28,27 \%$$

$$\text{No.100} = \frac{149}{1100} \times 100\% = 13,54 \%$$

$$\text{Pan} = \frac{29}{1100} \times 100\% = 2,64 \%$$

- Persentase berat kumulatif tertahan:

No.4	=	0	+	2	=	2	%
No.8	=	2	+	7,73	=	9,73	%
No.16	=	9,73	+	18,1	=	27,83	%
No.30	=	27,83	+	27,72	=	55,55	%
No.50	=	55,55	+	28,27	=	83,82	%
No.100	=	83,82	+	13,54	=	97,36	%
Pan	=	97,36	+	2,64	=	100	%

Jumlah persentase kumulatif yang tertahan = 276,29 %

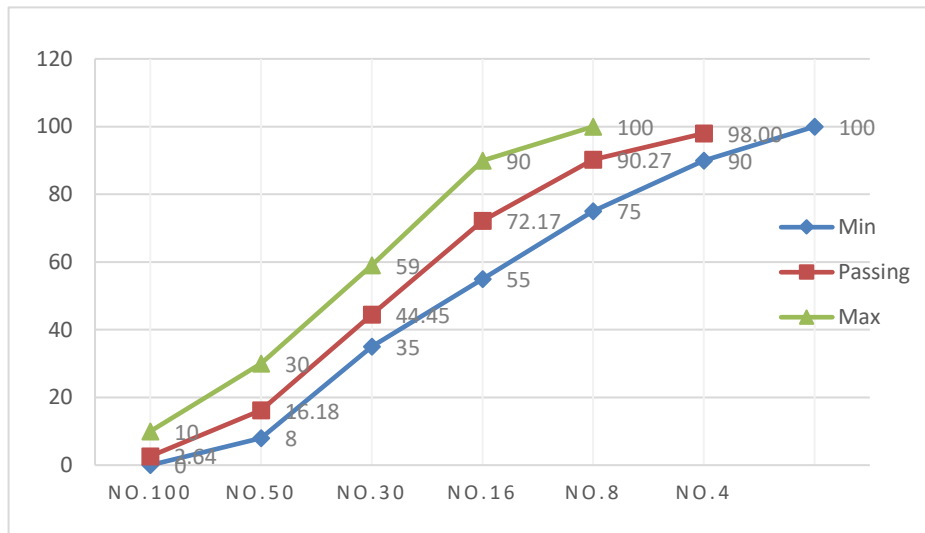
$$\begin{aligned} \text{FM (Modulus kehalusan)} &= \frac{\text{jumlah \% kumulatif berat tertahan}}{100} \\ &= \frac{276,29}{100} \\ &= 2,76 \end{aligned}$$

- Persentase berat kumulatif yang lolos saringan:

No.4	=	100	-	2	=	98	%
No.8	=	100	-	9,73	=	90,27	%
No.16	=	100	-	27,83	=	72,17	%
No.30	=	100	-	55,55	=	44,45	%
No.50	=	100	-	83,82	=	16,18	%

$$\text{No.100} = 100 - 97,36 = 2,64 \%$$

$$\text{Pan} = 100 - 100 = 0,00 \%$$



Gambar 4.1: Grafik gradasi agregat halus (zona 2 pasir sedang).

#### 4.1.7. Analisa Pemeriksaan Agregat Kasar

Berdasarkan hasil dari pengujian analisis gradasi agregat kasar (batu pecah) dari Binjai ini menunjukkan bahwa mempunyai bentuk ukuran yang bervariasi dengan ukuran maksimal 40 mm.

#### 4.1.8. Kadar Air Agregat Kasar

Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 4.6 sehingga diketahui kadar air agregat halus yang diperiksa. Dari 2 data yang dilakukan pengujian dengan berat masing-masing 1500 gr.

Tabel 4.6: Data-data hasil penelitian kadar air agregat kasar.

Pengujian	Contoh I (gr)	Contoh II (gr)	Rata-rata

Berat contoh SSD & berat wadah	2001	1997	1999
Berat contoh SSD	1500	1500	1500

Tabel 4.6 : *Lanjutan*

Pengujian	Contoh I (gr)	Contoh II (gr)	Rata-rata
Contoh kering oven & wadah	1996	1993	1994,5
Berat wadah	501	497	499
Berat air	5	4	4,5
Berat contoh kering	1495	1496	1495,5
Kadar air	0,5%	0,4%	0,45%

#### 4.1.9. Berat Isi Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja.

Tabel 4.7: Data-data hasil penelitian berat isi agregat kasar.

No	Pengujian	Contoh I	Contoh II	Contoh III	Rata-rata
1	Berat contoh & wadah (gr)	21539	21707	21630	21625,3
2	Berat wadah (gr)	5336	5336	5336	5336
3	Berat contoh (gr)	16203	16371	16294	16289,3

4	Volume wadah (cm <sup>3</sup> )	11125,4	11125,4	11125,4	11125,4
5	Berat Isi (gr/cm <sup>3</sup> )	1,46	1,47	1,46	1,463

Berdasarkan Tabel 4.7 menjelaskan tentang nilai berat isi agregat kasar yang rata-ratanya didapat sebesar 1,463 gr/cm<sup>3</sup>.

Nilai berat isi agregat didapatkan dari perbandingan nilai antara berat contoh yang didapat dengan volume wadah yang dipakai dalam penelitian ini. Pada sampel pertama didapat nilai berat isi agregat sebesar 1,46 gr/cm<sup>3</sup>. Percobaan kedua menghasilkan nilai berat isi agregat sebesar 1,47 gr/cm<sup>3</sup>. Sedangkan percobaan ke tiga menghasilkan nilai berat isi agregat sebesar 1,46 gr/cm<sup>3</sup> dan hasil tersebut memenuhi standar yang telah ditentukan yang yaitu > 1,125 gr/cm<sup>3</sup>.

#### 4.1.10. Kadar Lumpur Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja.

Tabel 4.8: Data-data hasil penelitian kadar lumpur agregat kasar.

Pengujian	Sample I (gr)	Sample II (gr)	Rata-rata
Berat contoh kering : A (gr)	1500	1500	1500
Berat contoh setelah dicuci : B (gr)	1497	1494	993
Berat kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci C (gr)	3	6	4
Persentase kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci (%)	0,3	0,6	0,4

Berdasarkan Tabel 4.8 menjelaskan hasil pemeriksaan kadar lumpur agregat kasar dilakukan dengan mencuci sampel yang menggunakan air, kemudian



disaring dengan menggunakan saringan No. 200, persentase yang didapat dihitung dari pembagian berat kotoran agregat yang lolos saringan dibagi dengan berat contoh awal, kemudian membuat hasilnya di dalam persentase. Dari percobaan ini didapat persentase kadar lumpur untuk sampel yang pertama sebesar 0,3%, dan sampel kedua sebesar 0,6%. Maka, untuk mengambil nilai kadar lumpur diambil dari rata-rata pengujian yakni sebesar 0,4%.

#### 4.1.11. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja.

Tabel 4.9: Data-data hasil penelitian berat jenis dan penyerapan agregat kasar.

Pengujian	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat contoh SSD kering permukaan jenuh (A)	2492	2465	2478,5
Berat contoh SSD kering oven 110°C sampai konstan (C)	2476	2450	2463
Berat contoh jenuh (B)	1571	1527	1549
Berat jenis contoh kering $C/(A-B)$	2,688	2,612	2,650
Berat jenis contoh SSD $A/(A-B)$	2,706	2,628	2,667
Berat jenis contoh semu $C/(C-B)$	2,736	2,654	2,695
Penyerapan $((A-C)/C) \times 100\%$	0,646	0,612	0,629

Berdasarkan hasil pemeriksaan di dapat data-data pada Tabel 4.9 sehingga dapat diketahui nilai berat jenis maupun penyerapan (*absorbtion*) pada agregat halus yang diteliti. Pada Tabel 4.9 terlampir 3 macam berat jenis, yakni berat jenis contoh semu, berat jenis SSD, dan berat jenis contoh semu. Berat jenis agregat terpenuhi apabila nilai Berat Jenis Contoh Kering < Berat Jenis SSD < Berat Jenis Contoh Semu. Dari percobaan didapat rata-rata nilai berat jenis contoh kering sebesar 2,650 gr/cm<sup>3</sup>, nilai rata-rata berat jenis SSD sebesar 2,667 gr/cm<sup>3</sup>, dan nilai rata-rata berat jenis contoh semu sebesar 2,695 gr/cm<sup>3</sup>.

Selain berat jenis, pada pemeriksaan ini juga didapat nilai penyerapan pada agregat kasar yang didapat nilai rata-ratanya sebesar 0,629%.

#### 4.1.12. Analisa Saringan Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 33. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 4.10 sehingga diketahui modulus kehalusan agregat kasar yang diperiksa.

Tabel 4.10: Data-data hasil penelitian analisa saringan agregat kasar.

Ukuran ayakan	Berat Tertahan				Kumulatif	
	Contoh I (gr)	Contoh II (gr)	Total berat (gr)	%	Tertahan	Lolos
38,1 (1.5 in)	126	119	245	4,71	4,77	95,23
19.0 (3/4 in)	965	860	1825	35,10	39,15	60,85
9.52 (3/8 in)	1030	1351	2381	45,79	85,25	14,75
4.75 (No. 4)	479	270	749	14,40	100,00	0,00
2.36 (No. 8)	0	0	0	0,00	100,00	0,00
1.18 (No.16)	0	0	0	0,00	100,00	0,00
0.60 (No. 30)	0	0	0	0,00	100,00	0,00
0.30 (No. 50)	0	0	0	0,00	100,00	0,00
0.15 (No. 100)	0	0	0	0,00	100,00	0,00
Pan	0	0	0	0,00	0	100
<i>Total</i>	2600	2600	5200	100		

- Persentase berat tertahan rata-rata:

$$\begin{aligned}
 1,5 &= \frac{245}{5600} \times 100\% = 4,71 \% \\
 \frac{3}{4} &= \frac{1825}{5600} \times 100\% = 35,10 \% \\
 \frac{3}{8} &= \frac{2381}{5600} \times 100\% = 45,79 \% \\
 \text{No. 4} &= \frac{749}{5600} \times 100\% = 14,40 \%
 \end{aligned}$$

- Persentase berat kumulatif tertahan:

$$\begin{aligned}
 1,5 &= 0 + 4,71 = 4,71 \% \\
 \frac{3}{4} &= 4,71 + 35,10 = 39,81 \% \\
 \frac{3}{8} &= 39,81 + 45,79 = 85,60 \% \\
 \text{No.4} &= 85,60 + 14,40 = 100,00 \%
 \end{aligned}$$

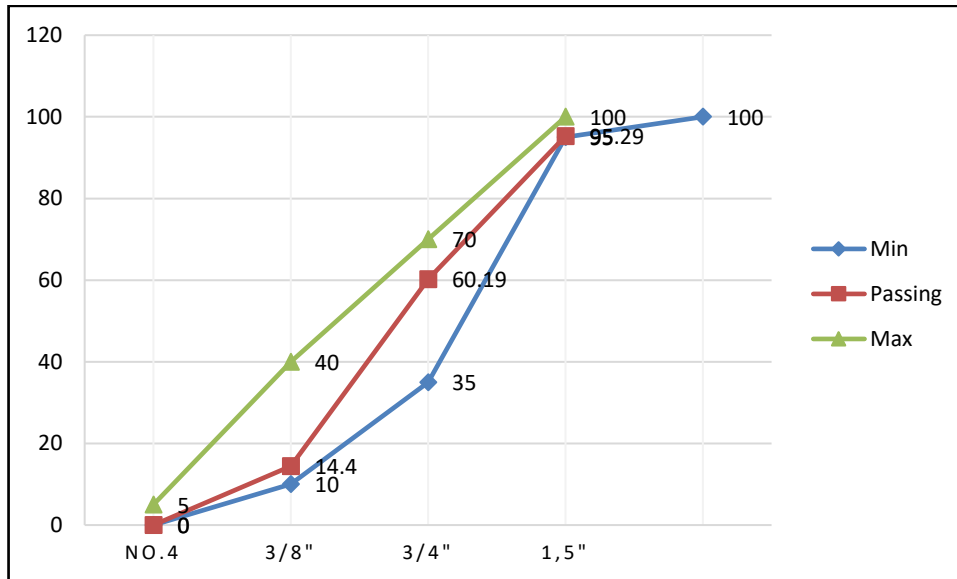
Jumlah persentase kumulatif yang tertahan = 730,12

$$\begin{aligned}
 \text{FM (Modulus Kehausan)} &= \frac{730,12}{100} \\
 &= 7,30
 \end{aligned}$$

- Persentase berat kumulatif yang lolos saringan:

$$\begin{aligned}
 1,5 &= 100 - 4,71 = 95,29 \% \\
 \frac{3}{4} &= 100 - 39,81 = 60,19 \% \\
 \frac{3}{8} &= 100 - 85,60 = 14,4 \% \\
 \text{No. 4} &= 100 - 100 = 0 \%
 \end{aligned}$$

Batas gradasi maksimum 40 mm dapat dilihat pada Gambar 4.2 batu pecah sebagai agragat kasar dengan kriteria berdiameter maksimum 40 mm.



Gambar 4.2: Grafik gradasi agregat kasar diameter maksimum 40 mm.

Pemeriksaan analisa saringan agregat kasar ini menggunakan nomor saringan yang telah ditentukan berdasarkan SNI 03-2834-2000, dari hasil persentase berat kumulatif yang lolos saringan maka pasir tersebut masih dalam *range* kerikil maksimum 40 mm.

#### 4.2. Perencanaan Campuran Beton

Dalam hal ini penulis akan menganalisis data-data yang telah diperoleh saat penelitian berlangsung sehingga didapat campuran beton yang diinginkan. Data tersebut dapat dilihat dari tabel berikut ini:

Tabel 4.11 : Data-data analisis yang diperoleh saat penelitian

Nama percobaan	Satuan	Hasil percobaan
Berat jenis agregat kasar	Gr/cm <sup>3</sup>	2,677
Berat jenis agregat halus	Gr/cm <sup>3</sup>	2,506
Kadar lumpur agregat kasar	%	0,4
Kadar lumpur agregat halus	%	3,7
Berat isi agregat kasar	Gr/cm <sup>3</sup>	1,463
Berat isi agregat halus	Gr/cm <sup>3</sup>	1,40
Kadar air agregat kasar	%	0,45
Kadar air agregat halus	%	1,15

FM agregat kasar		7,3
FM agregat halus		2,76
Penyerapan agregat halus	%	1,42
Penyerapan agregat kasar	%	0,629
Nilai slump rencana	Mm	60-180
Ukuran agregat maksimum	Mm	40

Sumber : *Hasil penelitian*

Setelah melakukan pengujian dasar maka nilai-nilai diatas tersebut dapat digunakan untuk perencanaan campuran beton (*Mix Design*) dengan kuat tekan disyaratkan sebesar 24 MPa yang terlampir pada tabel 4.11 berdasarkan SNI 03-2834-2000.

Tabel 4.12: Perencanaan campuran beton (SNI 03-2834-2000).

PERENCANAAN CAMPURAN BETON SNI 03-2834-2000					
No.	Uraian	Tabel/Gambar Perhitungan		Nilai	
1	Kuat tekan yang disyaratkan (benda uji silinder)	Ditetapkan		24 MPa	
2	Deviasi Standar	-		12 MPa	
3	Nilai tambah (margin)	-		5,7 MPa	
4	Kekuatan rata-rata yang ditargetkan	1+2+3		41,7 MPa	
5	Jenis semen			Tipe I	
6	Jenis agregat:	Ditetapkan		Batu pecah Binjai	
	- kasar - halus	Ditetapkan		Pasir alami Binjai	
7	Faktor air-semen bebas	-		0,455	
8	Faktor air-semen maksimum	Ditetapkan		0,60	
9	Slump	Ditetapkan		60-180 m m	
10	Ukuran agregat maksimum	Ditetapkan		40 mm	
11	Kadar air bebas	Tabel 4.7		185 kg/m <sup>3</sup>	
12	Jumlah semen	11:7		406,59 kg/m <sup>3</sup>	
13	Jumlah semen maksimum	Ditetapkan		406,59 kg/m <sup>3</sup>	
14	Jumlah semen minimum	Ditetapkan		275 kg/m <sup>3</sup>	
15	Faktor air-semen yang disesuaikan	-		0,455	
16	Susunan besar butir agregat halus	Gambar 3.2		Daerah gradasi zona 2	
17	Susunan agregat kasar atau gabungan	Gambar 3.3		Gradasi maksimum 40 mm	
18	Persen agregat halus	Gambar 4.2		35,5%	
19	Berat jenis relatif, agregat (kering permukaan)	-		2,617	
20	Berat isi beton	Gambar 4.3		2377 kg/m <sup>3</sup>	
21	Kadar agregat gabungan	20-(12+11)		1785,41 kg/m <sup>3</sup>	
22	Kadar agregat halus	18 x 21		633,82 kg/m <sup>3</sup>	
23	Kadar agregat kasar	21-22		1151,59 kg/m <sup>3</sup>	
24	Proporsi campuran	Semen (kg)	Air (kg)	Agregat kondisi jenuh kering permukaan (kg)	
				Halus	Kasar
	- Tiap m <sup>3</sup>	406,59	185	633,82	1151,59
- Tiap campuran uji m <sup>3</sup>	1	0,45	1,56	2,83	

Tabel 4.12 : *Lanjutan*

24	- Tiap campuran uji 0,0053 m <sup>3</sup> (1 silinder)	2,15	0,98	3,36	6,1
25	Koreksi proporsi campuran				
	- Tiap m <sup>3</sup>	406,59	188,77	632,11	1149,53
	- Tiap campuran uji m <sup>3</sup>	1	0,46	1,55	2,82
	Tiap campuran uji 0,0053 m <sup>3</sup> (1 silinder)	2,155	1	3,350	6,092
	Tiap campuran dengan angka penyusutan 20 %	2,586	1,2	4,02	7,310

Maka, dari hasil perencanaan beton diatas didapat perbandingan campuran akhir untuk setiap m<sup>3</sup> adalah:

Tabel 4.13: Hasil perbandingan campuran bahan beton tiap 1 benda uji dalam 1 m<sup>3</sup>.

Material	Semen	Pasir	Batu pecah	Air
Berat (kg)	406,59	632,1 1	1149,53	188,77
Perbandingan	1	1,55	2,82	0,46

a. Untuk benda uji

Menggunakan cetakan silinder dengan ukuran :

$$\begin{aligned}
 \text{Volume silinder} &= \pi r^2 t \\
 &= (22/7) \times 7,5^2 \times 30 \\
 &= 5303,57 \text{ cm}^3 \\
 &= 0,005304 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Maka:

1) Semen yang dibutuhkan untuk 1 benda uji

$$\begin{aligned}
 &= \text{Banyak semen} \times \text{Volume 1 benda uji} \\
 &= 406,59 \text{ kg/m}^3 \times 0,005304 \text{ m}^3 \\
 &= 2,155 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

2) Pasir yang dibutuhkan untuk 1 benda uji

$$= \text{Banyak pasir} \times \text{Volume 1 benda uji}$$

$$= 632,11 \text{ kg/m}^3 \times 0,005304 \text{ m}^3$$

$$= 3,550 \text{ kg}$$

3) Kerikil yang dibutuhkan untuk 1 benda uji

$$= \text{Banyak kerikil} \times \text{Volume 1 benda uji}$$

$$= 1149,53 \text{ kg/m}^3 \times 0,005304 \text{ m}^3$$

$$= 6,092 \text{ kg}$$

4) Air yang dibutuhkan untuk 1 benda uji

$$= \text{Banyak air} \times \text{Volume 1 benda uji}$$

$$= 188,77 \text{ kg/m}^3 \times 0,005304 \text{ m}^3$$

$$= 1 \text{ kg}$$

Perbandingan untuk 1 benda uji dalam satuan kg adalah:

Tabel 4.14: perbandingan bahan beton untuk 1 benda uji (kg).

Material	Semen	Pasir	Batu pecah	Air
Berat (kg)	2,155	3,550	6,092	1

Tabel 4.15: Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji.

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berattertahan}}{100}$	$\times \text{ berat kerikil}$	
1,5	4,71	$\frac{4,71}{100}$	$\times 6,092$	0,28
$\frac{3}{4}$	35,10	$\frac{35,10}{100}$	$\times 6,092$	2,14
3/8	45,79	$\frac{45,79}{100}$	$\times 6,092$	2,79
No. 4	14,40	$\frac{14,40}{100}$	$\times 6,092$	0,87
Total				6,092



Berdasarkan Tabel 4.15 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji ialah saringan 1,5 sebesar 0,28 kg, saringan 3/4 sebesar 2,14 kg, saringan 3/8 sebesar 2,79 kg dan saringan no 4 sebesar 0,87 kg. Total keseluruhan agregat kasar yang tertahan untuk 1 benda uji sebesar 6,092 kg.

Tabel 4.16: Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji.

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100}$	X berat pasir	
No.4	2	$\frac{2}{100}$	X 3,55	0,07
No.8	7,73	$\frac{7,73}{100}$	X 3,55	0,27
No.16	18,1	$\frac{18,1}{100}$	X 3,55	0,64
No.30	27,72	$\frac{27,72}{100}$	X 3,55	0,98
No.50	28,27	$\frac{28,27}{100}$	X 3,55	1,00
No.100	13,54	$\frac{13,54}{100}$	X 3,55	0,48
Pan	2,64	$\frac{2,64}{100}$	X 3,55	0,09
Total				3,55

Berdasarkan Tabel 4.16 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji ialah saringan no 4 sebesar 0,07 kg, saringan no 8 sebesar 0,27 kg, saringan no 16 sebesar 0,64 kg, saringan no 30 sebesar 0,98 kg, saringan no 50 sebesar 1,00 kg, saringan no 100 sebesar 0,48 kg, dan pan sebesar 0,09 kg. Total keseluruhan agregat halus yang tertahan untuk 1 benda uji sebesar 3,55 kg

b. Bahan tambah *addictive sika fume*

1). Untuk penggunaan bahan tambah *addictive sika fume* pada variasi sampel 1 sebanyak 5% akan didapatkan dari jumlah semen yang akan digunakan.

*Sika fume* yang dibutuhkan sebanyak 5 % untuk 1 benda uji.

$$= \frac{5}{100} \times \text{Berat semen}$$

$$= \frac{5}{100} \times 2,155 \text{ kg}$$

$$= 0,107 \text{ kg}$$

2). Untuk penggunaan bahan tambah *addictive sika fume* pada variasi sampel 2 sebanyak 8% akan didapatkan dari jumlah semen yang akan digunakan.

*Sika fume* yang dibutuhkan sebanyak 8 % untuk 1 benda uji.

$$= \frac{8}{100} \times \text{Berat semen}$$

$$= \frac{8}{100} \times 2,155 \text{ kg}$$

$$= 0,172 \text{ kg}$$

Dalam penelitian ini jumlah benda uji yang akan dibuat adalah sebanyak 24 benda uji, banyak bahan yang dibutuhkan untuk 24 benda uji adalah:

- Semen yang dibutuhkan untuk 24 benda uji  
= Banyak semen 1 benda uji x 24 benda uji  
=  $2,155 \times 24$   
=  $51,72 \text{ kg}$
- Pasir yang dibutuhkan untuk 24 benda uji  
= Banyak pasir untuk 1 benda uji x 24  
=  $3,550 \times 24$   
=  $85,2 \text{ kg}$
- Batu pecah yang dibutuhkan untuk 24 benda uji  
= Banyak batu pecah untuk 1 benda uji x 24  
=  $6,092 \times 24$   
=  $146,20 \text{ kg}$

- Air yang dibutuhkan untuk 24 benda uji  
 = Banyak air untuk 1 benda uji x 24  
 = 1 x 24  
 = 24 kg

Perbandingan untuk 24 benda uji dalam satuan kg adalah:

Semen : Pasir : Batu pecah : Air  
 51,72 : 85,2 : 146,208 : 24

Berdasarkan analisa saringan untuk 24 benda uji, maka didapat berat untuk masing-masing saringan pada Tabel 4.17 dan Tabel 4.18.

Tabel 4.17: Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 24 benda uji.

Nomor saringan	% berat tertahan	Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100} \times \text{jumlah agregat kasar}$
1,5"	4,71	6,88
3/4"	35,10	51,31
3/8"	45,79	66,94
No. 4	14,40	21,05
Total		146,18

Berdasarkan Tabel 4.17 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 24 benda uji ialah saringan 1,5" sebesar 6,88 kg, saringan 3/4" sebesar 51,31 kg, saringan 3/8" sebesar 66,94 kg dan saringan No.4 sebesar 21,05 kg dan total keseluruhan agregat kasar yang tertahan untuk 24 benda uji sebesar 146,18 kg.

Sedangkan untuk berat tertahan setiap saringan untuk agregat halus dilihat berdasarkan Tabel 4.18 dibawah ini dalam 24 benda uji ialah saringan No.4 sebesar 1,70 kg, saringan No.8 sebesar 6,58 kg, saringan No.16 sebesar 15,42 kg, saringan No.30 sebesar 23,61 kg, saringan No.50 sebesar 24,08 kg, saringan No.100 sebesar 11,55 kg, dan Pan sebesar 2,24 kg dan total keseluruhan agregat halus yang tertahan untuk 24 benda uji sebesar 85,16 kg.

Tabel 4.18 : Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 24 benda uji.

Nomor saringan	% berat tertahan	Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100} \times \text{jumlah agregat halus}$
No.4	2	1,70
No. 8	7,73	6,58
No.16	18,1	15,42
No.30	27,72	23,61
No.50	28,27	24,08
No.100	13,54	11,53
Pan	2,64	2,24
Total		85,16

### 4.3. Metode Pengerjaan Mix Design

Pelaksanaan Mix Design dapat dijelaskan sebagai berikut:

- a. Kuat tekan beton yang disyaratkan sudah ditetapkan yaitu 24 MPa untuk umur 14 hari dan 28 hari.
- b. Menentukan nilai standar deviasi = 12 MPa.
- c. Nilai tambah (margin) = 5,7 MPa
- d. Kuat tekan rata-rata perlu  $f_{cr}$

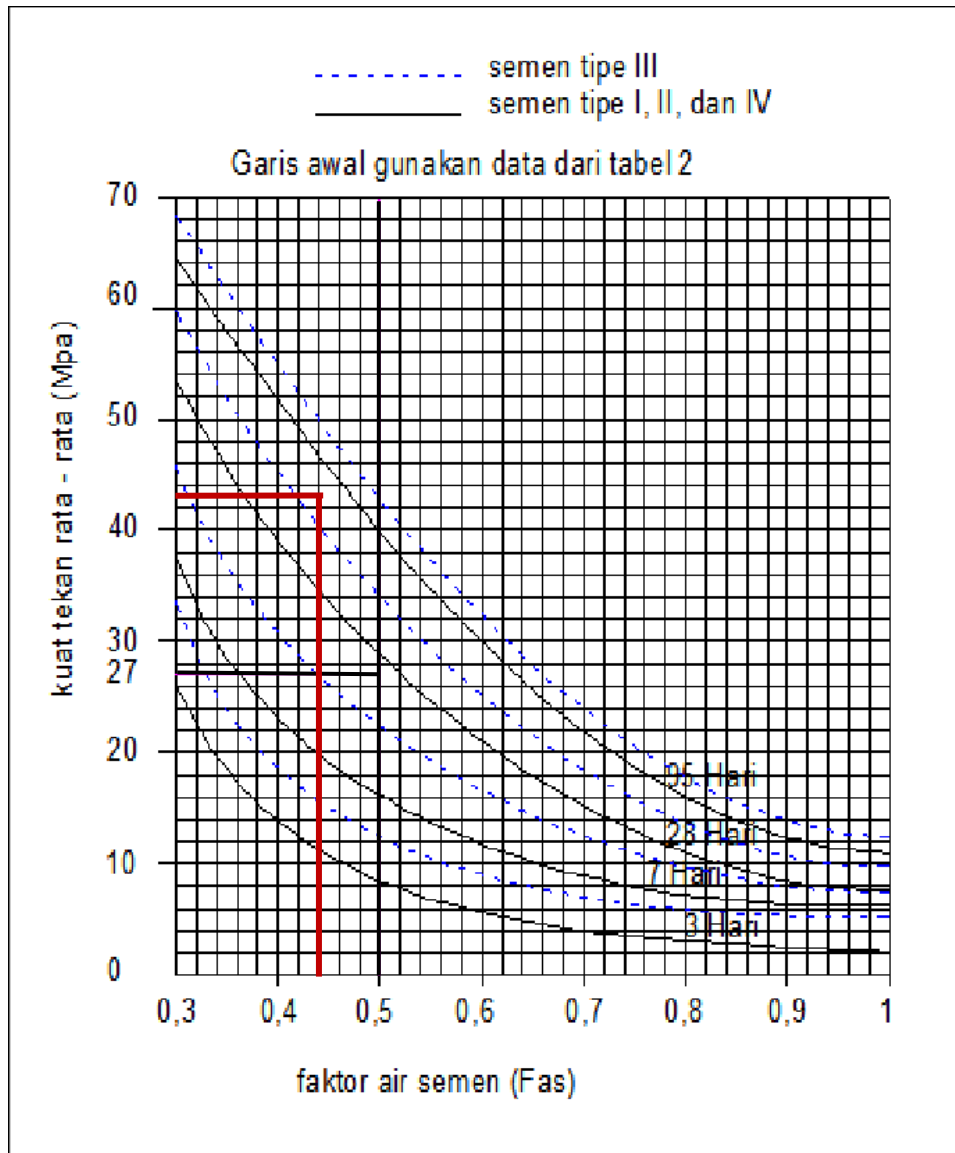
Kuat tekan rata-rata perlu diperoleh dengan :

$$f_{cr} = f_c + \text{standar deviasi} + \text{nilai tambah}$$

$$f_{cr} = 26 + 12 + 5,7$$

$$= 43,7 \text{ MPa}$$

- e. Jenis semen yang digunakan adalah tipe I.
- f. Jenis agregat diketahui :
  - Agregat halus : Pasir alami
  - Agregat kasar : Batu pecah
- g. Nilai faktor air semen bebas diambil dari titik kekuatan tekan 43,7 MPa tarik garis datar menuju zona 28 hari, lalu tarik garis kebawah yang menunjukkan faktor air semen, seperti pada gambar 4.3.



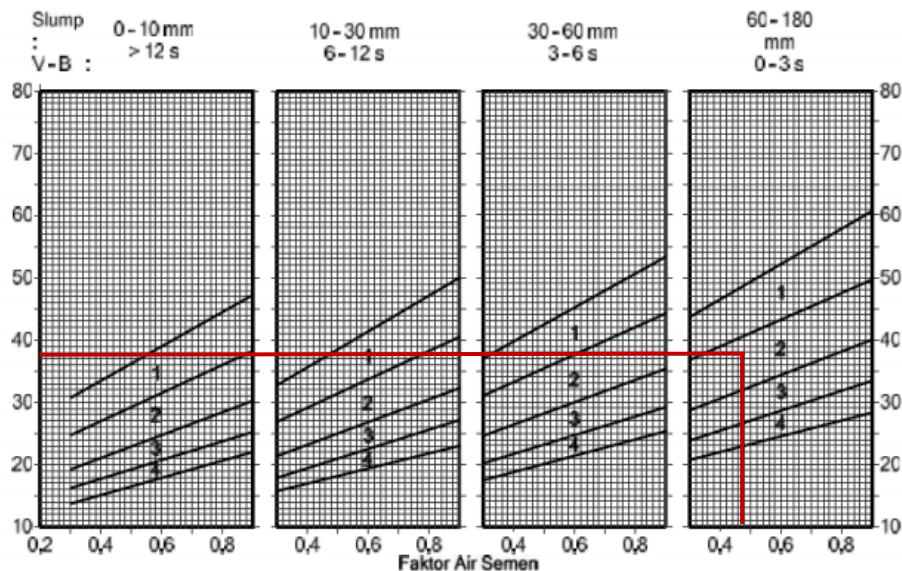
Gambar 4.3: Hubungan faktor air semen dan kuat tekan beton silinder 15 x 30 cm (Mulyono, 2003).

- h. Faktor air semen maksimum dalam hal ini ditetapkan 0.60. Dalam faktor air semen yang diperoleh dari Gambar 4.1 tidak sama dengan yang ditetapkan,
- i. untuk perhitungan selanjutnya pakailah nilai faktor air semen yang lebih kecil.
- j. Nilai slump ditetapkan setinggi 60-180 mm.
- k. Ukuran agregat maksimum ditetapkan yaitu 40 mm.
- l. Jumlah kadar air bebas.

Agregat campuran (tak pecah dan dipecah), dihitung menurut rumus berikut :

$$\begin{aligned}
 &= \frac{2}{3} W_h + \frac{1}{3} W_k \\
 &= \left(\frac{2}{3} \times 175\right) + \left(\frac{1}{3} \times 205\right) \\
 &= 185 \text{ kg/ m}^3
 \end{aligned}$$

- m. Jumlah semen, yaitu :  $185/0,44 = 420,45 \text{ kg/m}^3$
- n. Jumlah semen maksimum diambil sama dengan poin l.
- o. Susunan besar butir agregat halus ditetapkan pada daerah gradasi pasir zona 2.
- p. Proporsi berat agregat halus terhadap agregat campuran ini dicari dengan cara melihat gambar 4.4 memilih kelompok ukuran butiran agregat maksimum 40 mm pada nilai slump 60-180 mm dari nilai faktor air semen 0,44. Persentase agregat halus diperoleh nilai 38% pada daerah susunan butir nomor 2 pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 : Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm pada fas 0,44 (SNI 03-2834-2000).

- q. Berat jenis agregat campuran.

Berat jenis agregat campuran dihitung dengan rumus:

$$B_j \text{ camp} = K_h/100 \times B_{jh} + K_k/100 \times B_{jk}$$

Dimana:

$B_j \text{ camp}$  = berat jenis agregat campuran.

$B_{jh}$  = berat jenis agregat halus.

$B_{jk}$  = berat jenis agregat kasar.

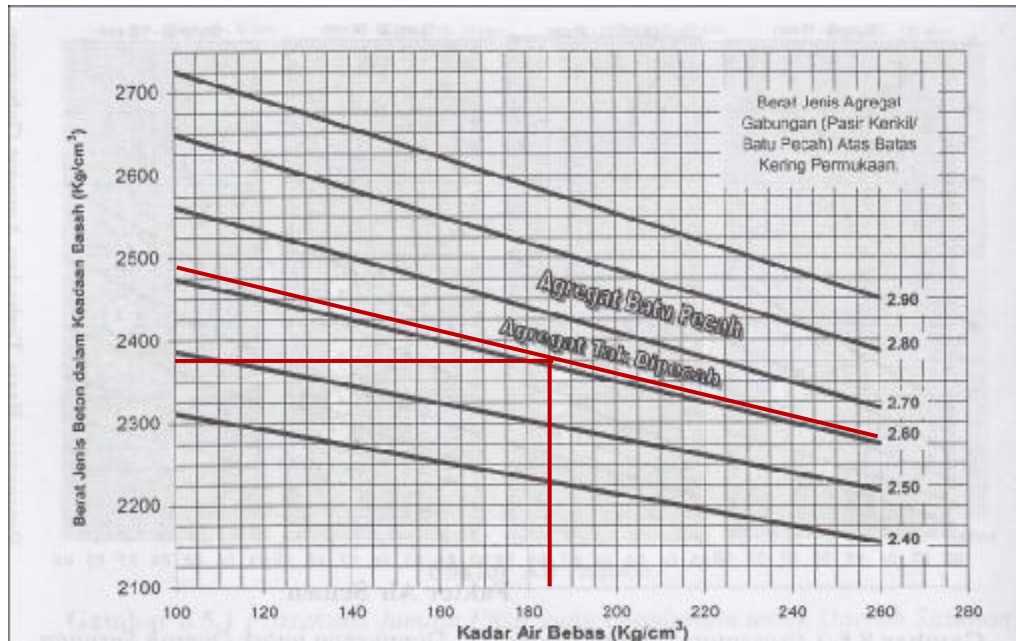
$K_h$  = persentase berat agregat halus terhadap agregat campuran.

$K_k$  = persentase berat agregat kasar terhadap agregat campuran.

$$\begin{aligned} B_j \text{ camp} &= (38/100 \times 2,5) + (62/100 \times 2,7) \\ &= 2,624 \end{aligned}$$

r. Perkiraan berat isibeton

Perkiraan berat isi beton diperoleh dari Gambar 4.5.



Gambar 4.5 : Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton pada fas 0,44 (SNI 03-2834-2000).

s. Menghitung kebutuhan berat agregatcampuran.

Kebutuhan berat agregat campuran dihitung dengan rumus:

$$W_{agr\ camp} = W_{btn} - W_{air} - W_{smn}$$

Dengan:

$W_{agr\ camp}$  = Kebutuhan berat agregat campuran per meter kubik beton ( $kg/m^3$ ).

$W_{btn}$  = Berat beton per meter kubik beton ( $kg/m^3$ ).

$W_{air}$  = Berat air per meter kubik beton ( $kg/m^3$ ).

$W_{smn}$  = Berat semen per meter kubik beton ( $kg/m^3$ ).

$$\begin{aligned} W_{agr\ camp} &= 2375 - (185 + 420,45) \\ &= 1769,55\ kg/m^3 \end{aligned}$$

t. Hitung berat agregat halus yang diperlukan, berdasarkan hasil langkah (o) dan (r). Kebutuhan agregat halus dihitung dengan rumus:

$$W_{agr\ h} = K_h \times W_{agr\ camp}$$



Dengan:

$K_h$  = persentase berat agregat halus terhadap agregat campuran (%).

$W_{agr\ camp}$  = kebutuhan agregat campuran per meter kubik beton ( $kg/m^3$ ).

$$\begin{aligned}W_{agr\ h} &= 0,38 \times 1769,55 \\ &= 672,43\ kg/m^3\end{aligned}$$

- u. Hitung berat agregat kasar yang diperlukan, berdasarkan hasil langkah (o) dan (r). Kebutuhan agregat kasar dihitung dengan rumus:

$$W_{agr\ k} = W_{agr\ camp} - W_{agr\ h}$$

Dengan :

$K_k$  = persentase berat agregat kasar terhadap agregat campuran (%).

$W_{agr\ camp}$  = kebutuhan agregat campuran per meter kubik beton ( $kg/m^3$ ).

$$\begin{aligned}W_{agr\ k} &= 1769,55 - 672,43 \\ &= 1097,12\ kg/m^3\end{aligned}$$

- v. Proporsi campuran menurut, kondisi agregat dalam kejadian jenuh kering permukaan semen, air, agregat halus dan agregat kasar harus dihitung dalam per  $m^3$  adukan.
- w. Koreksi proporsi campuran menurut perhitungan

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 dan harus dihitung menurut rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}Air &= B - (C_k - C_a) \times C/100 - (D_k - D_a) \times D/100 \\ &= 185 - (0,9 - 1,32) \times 672,43/100 - (0,5 - 0,746) \times 1097,12/100 \\ &= 190,52\ kg/m^3.\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Agregat\ halus &= C + (C_k - C_a) \times C/100 \\ &= 672,43 + (0,9 - 1,32) \times 672,43/100 \\ &= 669,60\ kg/m^3.\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Agregat\ kasar &= D + (D_k - D_a) \times D/100 \\ &= 1097,12 + (0,5 - 0,746) \times 1097,12/100 \\ &= 1094,42\ kg/m^3.\end{aligned}$$

Jadi, koreksi proporsi campuran per benda uji adalah :

Air = 190,52 kg/m<sup>3</sup>

Agregat halus = 669,60 kg/m<sup>3</sup>

Agregat kasar = 1094,42 kg/m<sup>3</sup>

Semen = 420,454 kg/m<sup>3</sup>

#### 4.4.Pembuatan Benda Uji

Dalam penelitian ini menggunakan silinder sebagai benda uji dengan ukuran 15 x 30 cm, jumlah benda uji yang dibuat adalah sebanyak 24 benda uji.

Ada beberapa tahapan yang dilakukan dalam pembuatan benda uji:

a. Pengadukan beton.

Beton diaduk menggunakan mesin pengaduk (*mixer*). Untuk penggunaan air, air dibagi menjadi 3 bagian. Pertama tuang air ke dalam mixer 1/3 bagian, kemudian agregat kasar, lalu agregat halus, masukkan 1/3 air lagi, setelah itu masukkan semen, terakhir masukkan 1/3 air terakhir ke dalamnya. Mixer dikondisikan agar campuran teraduk dengan tampak rata dan homogen. Setelah beton tercampur merata kemudian adukan beton tersebut dituang ke dalam pan.

b. Pencetakan.

Sebelum beton dimasukkan kedalam cetakan terlebih dahulu dilakukan pengukuran kelecakan (*slump test*). Setelah itu kemudian adukan beton dimasukkan kedalam cetakan yang telah disediakan, masukkan adukan beton kedalam cetakan dengan menggunakan sekop. Setiap pengambilan dari pan harus dapat mewakili dari adukan tersebut, isi 1/3 cetakan dengan adukan lalu dilakukan pemadatan dengan cara dirojok/tusuk menggunakan batang besi yang berdiameter 16 mm, dengan jumlah tusukan 25 kali, hal ini terus dilakukan untuk 2/3 dan 3/3 atau sampai cetakan penuh kemudian pukul-pukul bagian luar cetakan dengan menggunakan palu karet agar udara yang terperangkap didalam adukan dapat keluar, setelah itu ratakan permukaan cetakan dan di tutup dengan kaca untuk menjaga penguapan air dari beton segar. Lepaskan cetakan setelah 20 jam dan jangan lebih dari 48 jam setelah pencetakan.

c. Pemeliharaan beton.

Setelah cetakan dibuka kemudian beton tersebut ditimbang lalu direndam di

dalam air (terendam keseluruhan) hingga umur yang telah ditentukan. Ruang penyimpanan harus bebas getaran selama 48 jam pertama setelah perendaman.

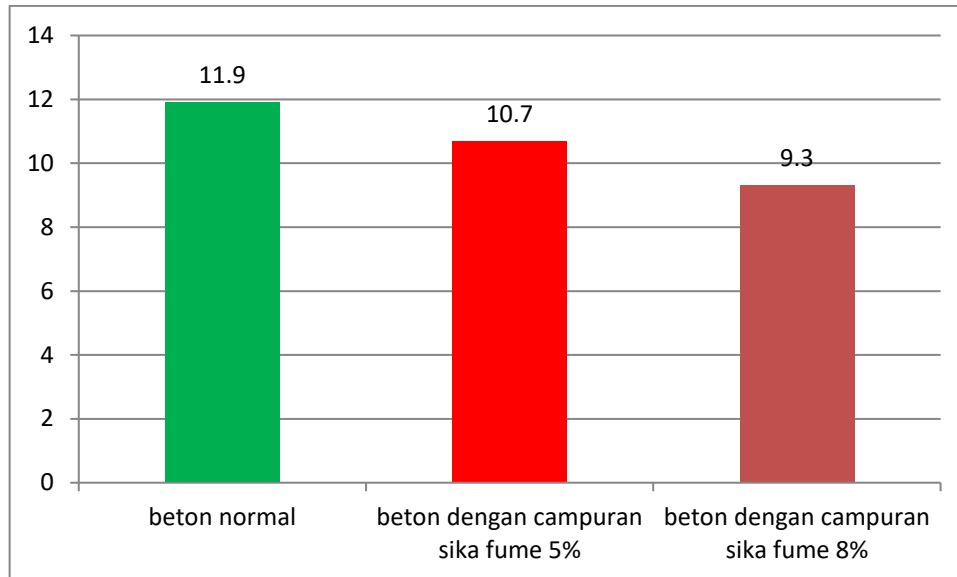
#### 4.5. Slump Test

Pengujian *slump* dilakukan dengan kerucut *abrams* dengan cara mengisi kerucut *abrams* dengan beton segar sebanyak 3 lapis, tiap lapis kira-kira 1/3 dari isi kerucut pada tiap lapisan dilakukan penusukan sebanyak 25 kali, tongkat penusuk harus masuk sampai bagian bawah tiap-tiap lapisan setelah pengisian selesai ratakan permukaan kerucut lalu angkat cetakan dengan jarak 300 mm dalam waktu  $5 \pm 2$  detik tanpa gerakan lateral atau torsional. Selesaikan seluruh pekerjaan pengujian dari awal pengisian hingga pelepasan cetakan tanpa gangguan dalam waktu tidak lebih 2,5 menit, ukur tinggi adukan selisih tinggi kerucut dengan adukan adalah nilai dari *slump*.

Tabel 4.19: Hasil pengujian nilai *slump*.

No	Variasi	Tinggi Slump
1	Beton Normal	11,9 cm
2	Beton Dengan Campuran <i>Sika fume</i> 5%	10,7 cm
3	Beton Dengan Campuran <i>Sika fume</i> 8%	9,3 cm

Berdasarkan Tabel 4.19 menjelaskan perbandingan nilai *slump* antara beton normal, beton dengan campuran *sika fume* 5%, beton dengan campuran *sika fume* 8%, dimana pada beton normal didapatkan nilai *slump* tertinggi yaitu 11,9 cm, sedangkan beton dengan campuran variasi *sika fume* mengalami penurunan pada nilai *slump*. Jadi dapat disimpulkan bahwa pengaruh bahan tambah *sika fume* terhadap campuran beton mengakibatkan penurunan nilai slump, semakin sedikit *sika fume* semakin tinggi nilai slumpnya. Berikut pada Gambar 4.6 dapat dilihat grafik naik dan turunnya nilai *slump*.



Gambar 4.6: Grafik perbandingan nilai *slump*.

Dari grafik tersebut dapat ditarik kesimpulan penurunan nilai slump terjadi karena pengaruh bahan tambah sika fume, yaitu karena sika fume menyerap zat cair dan ion-ion yang terdapat dalam campuran beton sehingga campuran beton menjadi lebih kering dan kental.

#### 4.6. Pembuatan Larutan Perendaman Beton

Pada penelitian ini menggunakan 2 perendaman yaitu air dan air laut yang dicampur dengan air. Adapun cara pembuatan larutannya adalah sebagai berikut:

a. Air laut 5%

Pembuatan dengan cara mencampurkan air dengan air laut dengan perbandingan 1 liter : 50 ml.

#### 4.7. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian tekan beton dilakukan pada saat beton berumur 14 hari dan 28 hari dengan menggunakan mesin tekan dengan kapasitas 1500 KN. Benda uji yang akan dites adalah berupa silinder dengan diameter 15 cm dan panjang 30 cm sebanyak 12 buah pada umur rendaman 14 hari dan 12 buah lagi pada umur rendaman 28 hari, seperti pada Gambar 4.5, dengan pengelompokan benda uji sesuai dengan variasi campurannya.



Gambar 4.7: Kuat tekan pada benda uji.

Kuat tekan beton dihitung berdasarkan besarnya beban persatuan luas, menurut persamaan berikut:

$$f_c = \frac{P}{A}$$

Dimana:  $f_c$  = kuat tekan beton (Mpa)

P = beban maksimum (N)

A = luas penampang benda uji ( $\text{mm}^2$ )

#### **4.8. Kuat Tekan Beton Rendaman Air Tawar Dan Air Laut**

Pada penelitian ini kuat tekan awal diperoleh dari pengujian kuat tekan beton rata-rata yang direndam pada air tawar umur 28 hari.

##### **4.8.1. Kuat Tekan Beton Normal**

Pengujian kuat tekan beton normal dilakukan pada saat beton berumur 14 hari dan 28 hari dengan jumlah benda uji 8 buah. Hasil kuat tekan beton normal rendaman air tawar 14 hari dan 28 hari dapat dilihat pada Tabel 4.20.

Hasil kuat tekan beton normal rendaman air laut 14 hari dan 28 hari dapat dilihat pada Tabel 4.21 dibawah ini.

Berdasarkan tabel 4.20 menjelaskan kuat tekan beton rata-rata sebesar 20,57 Mpa pada umur 14 hari dan 29,61 Mpa pada umur 28 hari redaman air tawar. Dan berdasarkan tabel 4.21 menjelaskan kuat tekan beton rata-rata sebesar 18,56 Mpa pada umur 14 hari dan 25,59 Mpa pada umur 28 hari redaman air laut.

Tabel 4.20: Hasil pengujian kuat tekan beton normal rendaman air tawar.

Benda Uji	Beban (P) (kg)	$f_c = \frac{P}{A} \times 0,0981$ (MPa)	Faktor Silinder $F_{ct} / 0,83$ (MPa)	$f_c$ rata-rata (MPa)
Umur 14 hari				
1	31500	17,49	21,07	20,57
2	30000	16,66	20,07	
Umur 28 hari				
1	45000	24,99	30,11	29,61
2	43500	24,16	29,10	

Tabel 4.21: Hasil pengujian kuat tekan beton normal rendaman air laut.

Benda Uji	Beban (P) (kg)	$f_c = \frac{P}{A} \times 0,0981$ (MPa)	Faktor Silinder $F_{ct} / 0,83$ (MPa)	$f_c$ rata-rata (MPa)
Umur 14 hari				
1	28500	15,82	19,07	18,56
2	27000	14,99	18,06	
Umur 28 hari				
1	37500	20,82	25,09	25,59
2	39000	21,66	26,09	

#### 4.8.2. Kuat Tekan Beton Dengan Campuran Sika Fume 5%

Pengujian kuat tekan beton dengan campuran *sika fume* 5% dilakukan pada saat beton berumur 14 hari dan 28 hari dengan jumlah benda uji 8 buah. Hasil kuat tekan beton dengan campuran *sika fume* 5% rendaman air tawar pada umur 14 hari 28 hari dapat dilihat pada Tabel 4.22. Dan hasil kuat tekan beton dengan campuran *sika fume* 5% rendaman air laut pada umur 14 hari 28 hari dapat dilihat pada Tabel 4.23.

Tabel 4.22: Hasil pengujian kuat tekan beton dengan campuran *sika fume* 5% rendaman air tawar.

Benda Uji	Beban (P) (kg)	$f_c = \frac{P}{A} \times 0,0981$ (MPa)	Faktor Silinder $F_{ct} / 0,83$ (MPa)	$f_c$ rata-rata (MPa)
Umur 14 hari				
1	45000	24,99	30,11	29,61
2	43500	24,16	29,10	
Umur 28 hari				
1	54000	29,99	36,13	35,63
2	52500	29,15	35,13	

Tabel 4.23: Hasil pengujian kuat tekan beton dengan campuran *sika fume* 5% rendaman air laut.

Benda Uji	Beban (P) (kg)	$f_c = \frac{P_{0,0981}}{A}$ (MPa)	Faktor Silinder $F_{ct}/0,83$ (MPa)	$f_c$ rata-rata (MPa)
Umur 14 hari				
1	37500	20,82	25,09	24,59
2	36000	19,99	24,09	
Umur 28 hari				
1	51000	28,32	34,12	33,62
2	49500	27,49	33,12	

#### 4.8.3. Kuat Tekan Beton Dengan Campuran *sika fume* 8%

Pengujian kuat tekan beton dengan campuran *sika fume* 8% dilakukan pada saat beton berumur 14 hari dan 28 hari dengan jumlah benda uji 8 buah. Hasil kuat tekan beton dengan campuran *sika fume* rendaman air tawar pada umur 14 dan 28 hari dapat dilihat pada Tabel 4.24. Dan hasil kuat tekan beton dengan campuran *sika fume* rendaman air laut pada umur 14 dan 28 hari dapat dilihat pada Tabel 4.25.

Tabel 4.24: Hasil pengujian kuat tekan beton dengan campuran *sika fume* 8% rendaman air tawar.

Benda Uji	Beban (P) / (kg)	$f_c = \frac{P_{0,0981}}{A}$ (MPa)	Faktor Silinder $F_{ct}/0,83$ (MPa)	$f_c$ rata-rata (MPa)
Umur 14 hari				
1	55500	30,82	37,13	36,63
2	54000	29,99	36,13	
Umur 28 hari				
1	57000	31,65	38,14	37,64
2	55500	30,82	37,13	

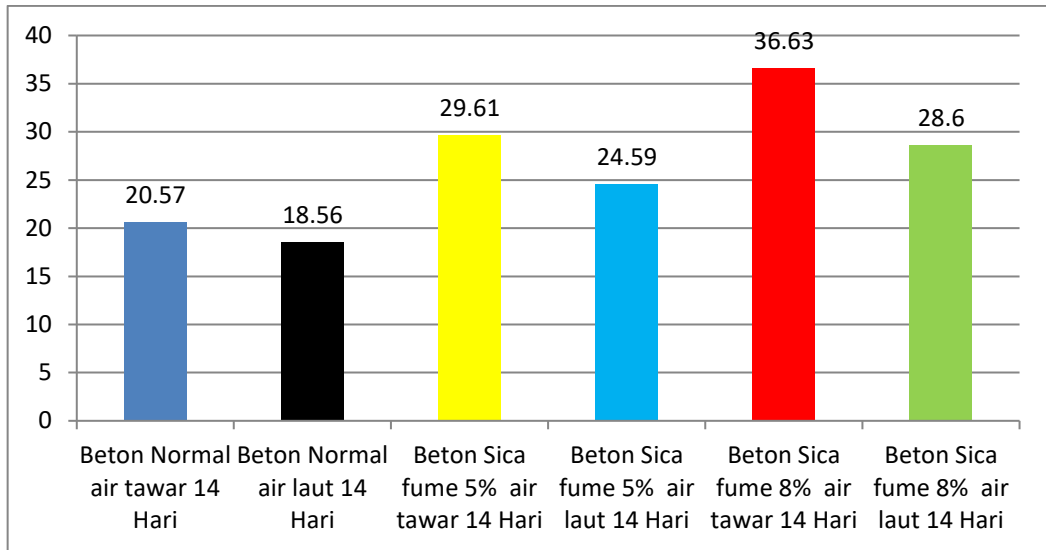


Tabel 4.25: Hasil pengujian kuat tekan beton dengan campuran *sika fume* 8% rendaman air laut.

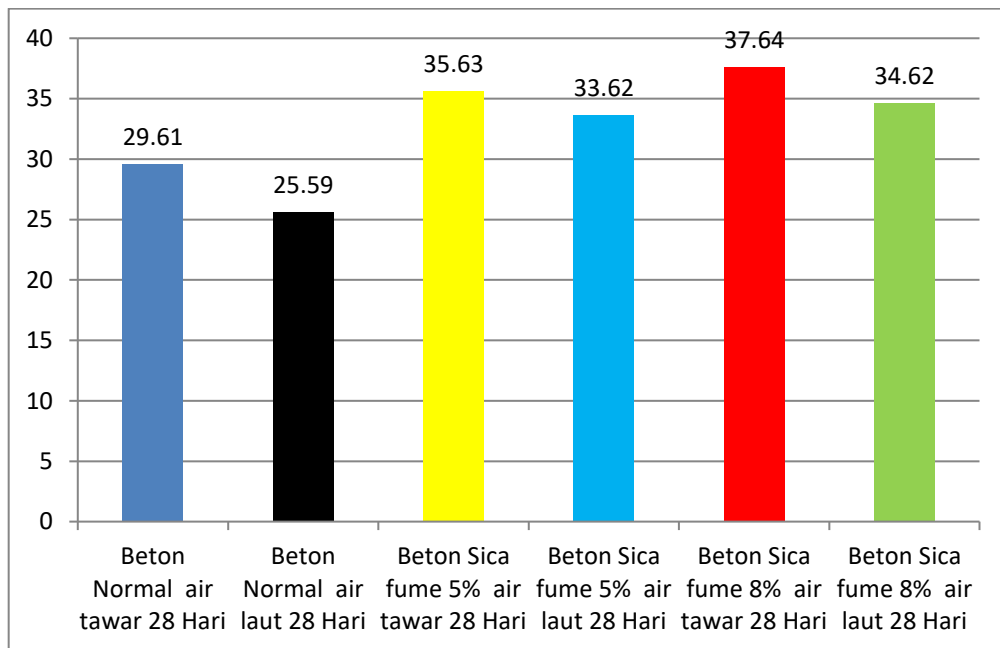
Benda Uji	Beban (P) (kg)	$f_c = \frac{P}{A} \times 0,0981$ (MPa)	Faktor Silinder $F_{ct}/0,83$ (MPa)	$f_c$ rata-rata (MPa)
Umur 14 hari				
1	43500	24,16	29,10	28,60
2	42000	23,32	28,10	
Umur 28 hari				
1	52500	29,15	35,13	34,62
2	51000	28,32	34,12	

Dari hasil Gambar 4.6, menunjukkan bahwa penambahan *sika fume* 5%, 8% dengan campuran beton pada rendaman air tawar dan rendaman air laut dapat meningkatkan kuat tekan beton dari pada beton normal. Beton yang memiliki kuat tekan optimum terjadi pada beton dengan campuran *sika fume* 8% pada rendaman air tawar di umur 28 hari dengan nilai 37,64 MPa. Hasil kuat tekan rata-rata paling rendah diperoleh pada beton dengan campuran *sika fume* 5% pada rendaman air laut di umur 14 hari dan 28 hari dengan nilai 24,58 MPa, 33,62 MPa. Penggunaan air laut sebagai rendaman beton berpengaruh terhadap kuat tekan beton karena menghasilkan kuat tekan yang lebih rendah dari pada penggunaan air tawar sebagai rendaman. Karena air laut dapat mengakibatkan beton tampak menjadi keputih-putihan, selain itu beton akan mengembang sebelumnya didahului oleh terjadinya *spalling* dan retak.

Akhirnya pada bagian beton yang terserang oleh sulfat akan menjadi lunak membentuk lapisan seperti lumpur. Penggunaan *sika fume* semakin banyak mengakibatkan kuat tekan meningkat. Berdasarkan kuat tekan rata-rata pada umur 28 hari mengalami kenaikan signifikan. Untuk hasil nilai  $f_c$  pada penelitian ini untuk beton normal pada rendaman 28 hari memperoleh nilai  $f_c$  sebesar 29,61 MPa. Nilai tersebut melebihi nilai kuat tekan rencana 24 MPa.



Gambar 4.8: Grafik persentase nilai kuat tekan beton umur 14 hari rendaman air tawar dan air laut.

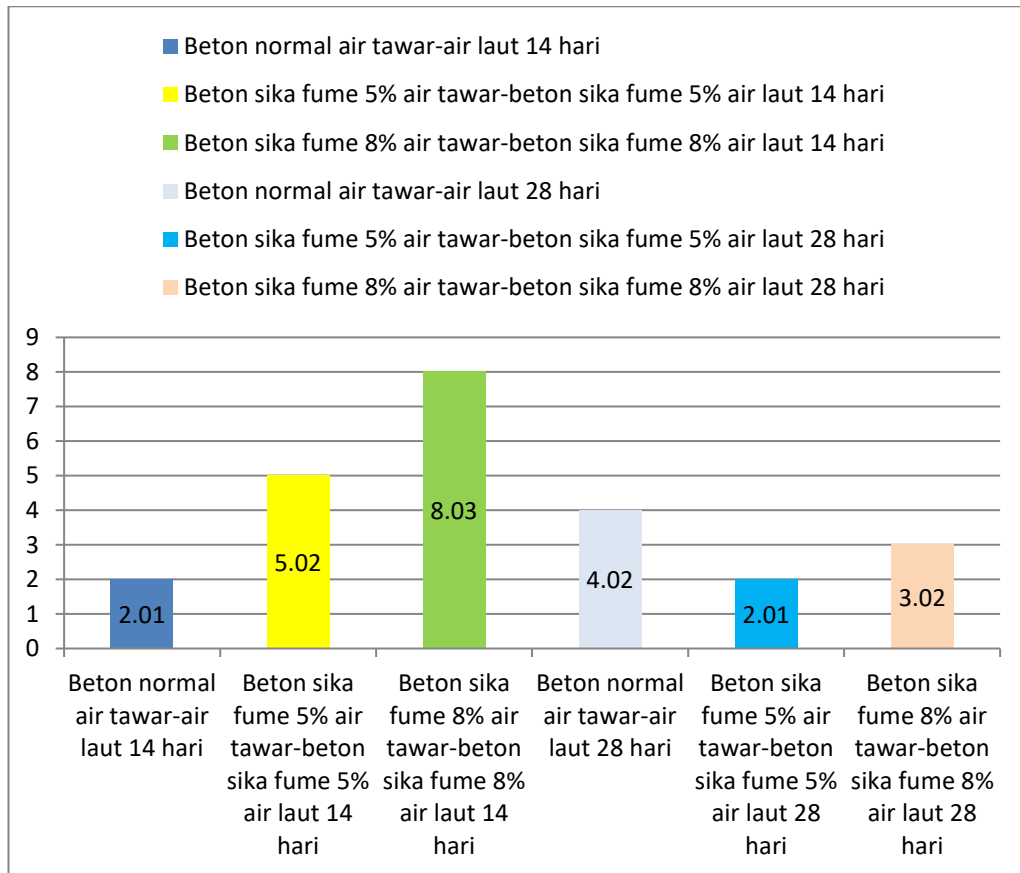


Gambar 4.9: Grafik persentase nilai kuat tekan beton umur 28 hari rendaman air tawar dan air laut.

#### 4.9.Pembahasan

Bila dibandingkan kuat tekan beton normal dengan beton yang menggunakan campuran pasir sungai wamfu dengan bahan tambah *sika fume* 5% dan 8% pada rendaman air tawar dan air laut mengalami perbedaan kenaikan dan penurunan kuat tekan dan ketahananya. Perbandingan kuat tekan beton normal pada perendaman air tawar dengan air laut di umur 14 hari dan 28 hari lebih optimum pada rendaman air tawar. Perbandingan kuat tekan beton variasi *sika fume* 5% pada perendaman air tawar dengan air laut di umur 14 hari dan 28 hari lebih optimum pada rendaman air tawar. Perbandingan kuat tekan beton variasi *sika fume* 8% pada perendaman air tawar dengan air laut di umur 14 hari dan 28 hari lebih optimum pada rendaman air tawar.

Berdasarkan rata-rata kuat tekan beton normal dengan beton variasi bahan tambahnya maka didapatkan gambar grafik rata-rata kuat tekan beton sebagai berikut:



Gambar 4.10: Grafik persentase perbandingan nilai rata-rata kuat tekan beton umur 28 hari rendaman air tawar dan air laut.

Dari hasil Gambar 4.10, menunjukkan bahwa beton normal dengan campuran *sika fume* 5%, dan *sika fume* 8% yang direndam pada air laut diumur 14 hari 28 hari menghasilkan penurunan kuat tekan rata-ratanya. Hal ini menunjukkan bahwa reaksi beton terhadap asam sulfat sudah berpengaruh terhadap kuat tekannya dan perilaku *sika fume* mulai terlihat memperlambat reaksi terhadap asam sulfat. Reaksi beton terhadap asam sulfat mulai terlihat pada rendaman 14 hari sampai pada umur perendaman maksimal 28 hari, namun terjadi selisih kuat tekan rata-rata yang terjadi terhadap kuat tekan awal rendaman air tawar dan air laut pada umur 14 hari sampai 28 hari yaitu:

1. Beton normal air tawar 20,57 MPa – beton normal air laut 18,56 MPa = 2,01 MPa umur 14 hari.
2. Beton dengan campuran *sika fume* 5% 29,61 MPa air tawar - Beton dengan campuran *sika fume* 5% 24,59 MPa air laut = 5,02 MPa umur 14 hari.
3. Beton dengan campuran *sika fume* 8% 36,63 MPa air tawar - *sika fume* 8% 28,6 MPa air laut = 8,03 MPa 14 hari.
4. Beton normal air tawar 29,61 MPa – beton normal air laut 25,59 MPa = 4,02 MPa umur 28 hari.
5. Beton dengan campuran *sika fume* 5% 35,63 MPa air tawar - Beton dengan campuran *sika fume* 5% 33,62 MPa air laut = 2,01 MPa umur 28 hari.
6. Beton dengan campuran *sika fume* 8% 37,64 MPa air tawar - *sika fume* 8% 34,62 MPa air laut = 3,02 Mpa 28 hari.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa keseimbangan antara pengembangan kekuatan beton dengan pengurangan luasan pada zona yang dirusak oleh serangan asam sulfat.

Pada beton normal dengan lama perendaman air laut 28 hari menghasilkan kuat tekan rata-rata lebih rendah dari pada beton normal dengan lama perendaman air tawar 28 hari. Hal ini menunjukkan bahwa beton normal memiliki ketahanan yang lemah terhadap larutan asam sulfat dibandingkan dengan bahan tambah *sika fume*. Hasil tersebut menunjukkan bahwa reaksi asam sulfat menyebabkan semen terlarut dan terkikis.

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian beton dan pembahasan dapat diambil beberapa kesimpulan antara lain sebagai berikut:

1. Hasil perpaduan antara beton dengan bahan tambah *sika fume* seluruhnya berpengaruh positif pada kekuatan tekan beton. Hasil yang didapat beton yang diberi *sika fume* memiliki kuat tekan yang lebih baik dari beton normal. Adapun perbandingan nilai kuat tekan beton dengan variasi bahan tambah *sika fume* pada saat perendaman air tawar dan air laut, yaitu :

- a. Nilai kuat tekan beton + sika fume 5% rendaman air tawar 29,61 MPa (14 hari)
- b. Nilai kuat tekan beton + sika fume 5% rendaman air laut 24,59 MPa (14 hari)
- c. Nilai kuat tekan beton + sika fume 8% rendaman air tawar 36,63 MPa (14 hari)
- d. Nilai kuat tekan beton + sika fume 8% rendaman air laut 28,6 MPa (14 hari)
- e. Nilai kuat tekan beton + sika fume 5% rendaman air tawar 35,63 MPa (28 hari)
- f. Nilai kuat tekan beton + sika fume 5% rendaman air laut 33,62 MPa (28 hari)
- g. Nilai kuat tekan beton + sika fume 8% rendaman air tawar 37,64 MPa(28 hari)
- h. Nilai kuat tekan beton + sika fume 8% rendaman air laut 34,62 MPa(28 hari)

Dari variasi beton dengan bahan tambah sika fume tersebut beton yang direndam di air tawar mengalami kenaikan kuat tekan dan mengalami penurunan kuat tekan pada rendaman air laut.

2. Beton dengan bahan tambah sika fume mengalami penurunan nilai slump testnya, semakin banyak persentase penggunaan sika fume pada campuran beton nilai slump semakin rendah. Hal itu terjadi karena sika fume menyerap zat cair dan ion-ion yang membuat larutan beton menjadi lebih kental dan kering. Nilai slumpnya yaitu :
  - a. Beton + sika fume 5% nilai slumpnya 10,7 cm
  - b. Beton + sika fume 8% nilai slumpnya 9,3 cm
3. Nilai kuat tekan optimum terdapat pada umur 28 hari pada rendaman air tawar 37,64 MPa.

Nilai kuat tekan dari variasi umur rendaman yaitu :

1. Beton normal rendaman 20,57 air tawar MPa menjadi 18,56 MPa air laut umur 14 hari.
2. Beton dengan campuran *sika fume* 5% 29,61 MPa air tawar menjadi 24,59 MPa air laut 14 hari.
3. Beton dengan campuran *sika fume* 8% 36,63 MPa air tawar menjadi 28,6 MPa air laut MPa 14 hari.
4. Beton normal 29,61 MPa menjadi 25,59 MPa umur 28 hari.
5. Beton dengan campuran *sika fume* 5% 35,63 MPa air tawar menjadi 33,62 MPa air laut umur 28 hari.
6. Beton dengan campuran *sika fume* 8% 37,64 MPa air tawar menjadi 34,62 MPa air laut umur 28 hari.

## 5.2. Saran

1. Pada saat pembuatan campuran beton perlu diperhatikan kekentalan campuran, sesuai nilai slump yang direncanakan.
2. Perlu diadakan penelitian lebih lanjut mengenai pemakaian bahan tambah *sika fume* sebagai campuran beton dengan variasi yang lebih banyak lagi, agar mengetahui sampai batas persentase dimana yang mampu membuat kuat tekan naik dan tidak turun lagi.
3. Perlu adanya variasi perbedaan dan peningkatan umur rendaman pada air tawar dan air laut untuk mengetahui pengaruh air tawar dan air laut terhadap beton dalam jangka waktu yang lebih lama.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, S. B. (2018). Investigasi Pengaruh Air Laut Sebagai Air Pencampuran Dan Perawatan Terhadap Sifat Beton. *INTEK: Jurnal Penelitian*, 5(1), 48. <https://doi.org/10.31963/intek.v5i1.200>
- Akhir, T., Serat, P., Kosong, T., Penguat, S., Campuran, P., Dengan, B., Beton, T. B., Studi, P., Sipil, T., Teknik, F., Muhammadiyah, U., & Utara, S. (2020). (*Studi Penelitian* ).
- Almufid. (2015). Beton Mutu Tinggi dengan bahan Tambahan. *Jurnal Fondasi*, 4(2), 81–87.
- Amil, B., Nasional, Z., BAZNAS, Badan, K., Zakat, A., Republik, N., غسان, د., Badan Amil Zakat Nasional, Dana, L. P. L. D. A. N., Keuangaii, L., Beraktiir, Y., Relief, H., Hall, J. K., Weinberger, R., Marco, S., Steinitz, G., Moula, S., Accountants, R. P., Report, A. A. S., ... Eddy, S. A. (2020). No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における健康関連指標に関する共分散構造分析Title. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 21(1), 1–9.
- Badan Standardisasi Nasional. (1990). SNI 03-1972-1990 tentang Metode Pengujian Slump Beton. *Badan Standardisasi Nasional*.
- Budi, W. S., Jurusan, M., Sipil, T., Yogyakarta, U. M., Jurusan, D., Sipil, T., Yogyakarta, U. M., Prayuda, H., Jurusan, D., Sipil, T., Yogyakarta, U. M., Laut, A., & Tekan, K. (n.d.). *Naskah Seminar Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta PENGARUH WAKTU PERENDAMAN AIR LAUT TERHADAP KUAT TEKAN BETON MENGGUNAKAN 3 VARIASI MERK SEMEN DENGAN BAHAN TAMBAH FLY ASH*. 1–10.
- Dari, D., Tarik, K., & Beton, B. (2020). *Disusun Oleh: HANDRIAN WIJAYA 1607210230*.
- Departemen Pekerjaan Umum. (1991). SNI 03-2495-1991 tentang Spesifikasi bahan tambahan untuk beton. *Yayasan LPMB Bandung*.
- European Environment Agency (EEA). (2019). 濟無No Title No Title. 53(9), 1689–1699. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Ghafur, A. (2009). *Pengaruh penggunaan abu ampas tebu terhadap kuat tekan dan pola retak beton* (. UNIVERSITAS SUMATERA UTARA.
- Idris, M., Ibrahim, A., Jurusan, D., Sipil, T., Negeri, P., & Pandang, U. (2018). *a Nalisis Pengaruh Perendaman Air Laut Terhadap Kuat Tekan*. 2018, 154–

159.

Iii, B. A. B., & Teori, L. (2007). *Beton Mutu Tinggi*. 9–23.

Kartawidjaja, J. (2020). No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における健康関連指標に関する共分散構造分析Title. *Orphanet Journal of Rare Diseases*, 21(1), 1–9.

Kuat, P., Beton, T., Menggunakan, D., Kelapa, C., Dengan, S., Tambah, B., & Indra, M. (2020). *Disusun Oleh: MUHAMMAD INDRA 1607210210*.

M. Ali Indra Hafiz dan Septiawan. (2003). *Beton 6*. 5–35.

M.W. Tjaronge, Irmawati, R., & Marthin, ivany cecilia. (2003). *Kuat Lentur Beton Yang Menggunakan Air Laut, Pasir Laut Dan Semen PCC. 1*, 1–6.

Mas, L., Ad, A., Bonnaud, X., L, E., Giron, C., Fukuoka, M., Gurwitsch, A., Merleau-Ponty, M., Fatemi, S., Morris, D., Cruz, A. P. S., Danube, Z. A. C., Boudon, P., Heidegger, M., J, D., Davy, R., Ryall, W. R., Carmody, F. J., Bachelard, G., ... Encyclopedia. (2015). 濟無No Title No Title. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.

Mau, M. Y., Hunggurami, E., & Sir, T. M. W. (2018). Kuat Tekan Beton Menggunakan Agregat Halus Sungai Benlelang Dan Sungai Lembur Serta Agregat Kasar Sungai Lembur. *Jurnal Teknik Sipil*, 7(1), 31–36.

Mulyono, T. (2003). Teknologi Beton. In *Penerbit Andi*.  
<https://doi.org/10.1038/cddis.2011.1>

Mulyono, T. (2006). *TEKNOLOGI BETON: Dari Teori Ke Praktek. October 2018*, 574. <https://trisutomo10.blogspot.com/2015/01/riwayat-perkembangan-beton.html?q=riwayat+perkembangan+beton>

Prayuda, H., & Pujiyanto, A. (2018). Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi Menggunakan Komparasi Agregat Gamalama, Agregat Merapi Dan Agregat Kali Progo. *Jurnal Riset Rekayasa Sipil*, 2(1), 1.  
<https://doi.org/10.20961/jrrs.v2i1.24316>

Pujiyanto, A., Prayuda, H., Zega, B. C., & Afriandini, B. (2019). Kuat Tekan Beton dan Nilai Penyerapan dengan Variasi Perawatan Perendaman Air Laut dan Air Sungai. *Semesta Teknika*, 22(2), 112–122.  
<https://doi.org/10.18196/st.222243>

Qomaruddin, M., Nabella, A. R., Sitohang, I., & Lie, han ay. (2017). *Studi Pengaruh Air Laut Pada Mortar beton normal dan mortar beton dengan fly ash*. 14(3), 153–160.

Qureshi EH. Muqadma Ilmu Advia. (1995). No



*Title* ヨーロッパと日本の都市観光の比較--  
世界主要都市観光魅力度比較調査を基に (特集  
都市観光を振興させるための条件). 163.

Riyanto, S., & Suliyanto. (2017). *JURNAL TEKNIK SIPIL Jurnal PROKONS Politeknik Negeri Malang PENGARUH PENAMBAHAN SILICA FUME DALAM CAMPURAN BETON TERHADAP KUAT TEKAN PADA KONDISI DIRENDAM AIR TAWAR DAN AIR LAUT*. 169–176.

Rusmania, N. (2015). No Title空間像再生型立体映像の研究動向. *Nhk技研*, 151, 10–17. <https://doi.org/10.1145/3132847.3132886>

Saputra, R. D., & Hepiyanto, R. (2017). PENGARUH AIR PDAM, LAUT, COMBERAN PADA PROSES CURING TERHADAP KUAT TEKAN BETON Fc 14,53 Mpa. *Jurnal CIVILA*, 2(2), 6. <https://doi.org/10.30736/cvl.v2i2.78>

Serbuk, P., Pada, K., Tekan, K., Subtitusi, S., Semen, P., Tambah, B., Concrate, S., Studi, P., Sipil, T., Teknik, F., Muhammadiyah, U., & Utara, S. (2020). (*Studi Penelitian* ).

Sihombing, L. (2017). *Pengaruh penambahan sika fume® terhadap kuat tekan beton porous*. 97.

Size, P., & Dynamics, M. (2018). *Research Collection*.

*skripsi wisnu.pdf*. (n.d.).

Studi, P., Sipil, T., Teknik, F., Muhammadiyah, U., & Utara, S. (2018). *Studi Penelitian* ).

Studi, P., Sipil, T., Teknik, F., Muhammadiyah, U., & Utara, S. (2020a). *Disusun Oleh: MUHAMMAD REJA PALEPY 1607210223*.

Studi, P., Sipil, T., Teknik, F., Muhammadiyah, U., & Utara, S. (2020b). *PEMANFAATAN SERAT IJUK PADA CAMPURAN BETON DENGAN BAHAN TAMBAH VISCOCRETE 3115N DITINJAU DARI KEKUATAN TARIK BELAH ( Studi Penelitian )*.

Studi, P., Sipil, T., Teknik, F., Muhammadiyah, U., & Utara, S. (2020c). *PERBANDINGAN PEMAKAIAN AIR KAPUR SERTA PENGARUH PENAMBAHAN SIKA FUME TERHADAP KETAHANAN BETON MUTU TINGGI ( Studi Penelitian )*.

Studi, P., Sipil, T., Teknik, F., Muhammadiyah, U., & Utara, S. (2020d). *SIKACIM CONCRETE ADDITIVE TERHADAP KUAT TEKAN BETON ( Studi Penelitian )*.

- Sulaiman, L., Fisu, A. A., Teknik, J., Universitas, S., Djemma, A., Jurusan, D., Sipil, T., & Andi, U. (2020). *Pengaruh Campuran Air Laut Terhadap Kuat Tekan Beton Agregat Recycle*. 14(1), 35–42.
- Surbakti, M. U. A. (2020). *PENGARUH PENAMBAHAN ABU BONGGOL JAGUNG DAN SILICA FUME TERHADAP KUAT LENTUR BETON ( Studi Penelitian )*.
- Susanto, D., Djauhari, Z., & Olivia, M. (2019). Karakteristik Beton Portland Composite Cement (PCC) Dan Silica Fume Untuk Aplikasi Struktur di Daerah Laut. *Jurnal Rekayasa Sipil (JRS-Unand)*, 15(1), 1. <https://doi.org/10.25077/jrs.15.1.1-11.2019>
- Sutrisno, A., & Widodo, S. (2017). Analisis variasi kandungan semen terhadap kuat tekan beton ringan struktur agregat pumice. *Jurnal Teknik Sipil*, 286.
- Tugas-tugas, D. U. M., Untuk, D. S., Gelar, M., Fakultas, P., Program, T., Sipil, S., Muhammadiyah, U., & Utara, S. (2020). *Tugas akhir pengaruh penambahan limbah serbuk kayu sebagai substitusi parsial agregat halus dengan bahan tambah am 78 concrete additive terhadap kuat tekan beton*.
- Universitas, M., Indonesia, K., Ot, J., & Talake, P. (2019). 1, 2, 3. 5(1), 3–8.
- Untuk, D., & Dan, M. T. (2020). *BETON YANG MENGGUNAKAN BAHAN KIMIA ( Studi Penelitian )*.
- Wedhanto, S. (2017). Pengaruh air laut terhadap kekuatan tekan beton yang terbuat dari berbagai merk semen yang ada di kota malang. *Jurnal Bangunan*, 22(2), 21–30.
- Widodo, A., & Basith, muhammad abdul. (2017). 12138-28421-1-Sm. 19(2).

## LAMPIRAN



Gambar L1 : Pencucian Agregat



Gambar L2 : Pencucian Agregat



Gambar L3 : Penjemuran Agregat



Gambar L4 : Penjemuran Agregat



Gambar L5 : Analisa Saringan



Gambar L6 : Analisa Saringan



Gambar L7 : Analisa Saringan



Gambar L8 : Analisa Saringan



Gambar L9 : Pembuatan Sampel



Gambar L10: Proses mix



Gambar L11 : Proses Pengeluaran Campuran Beton Dari Mixer



Gambar L12 : Pencetakan Campuran Beton





Gambar L13 : Pengujian Slump



Gambar L14 : Pengujian Slump



Gambar L15 : Pengisian campuran kedalam cetakan



Gambar L16 : Pengisian Campuran Beton Kedalam Cetakan



Gambar L17 : Perendaman Beton



Gambar L18 : Perendaman beton



Gambar L19 : Bahan Tambah *Sika fume*



Gambar L20 : Bahan Tambah *Sika fume*



Gambar L21 : Penimbangan Beton



Gambar L22 : Pengujian Kuat Tekan Beton

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



### DAFTAR DIRI PESERTA

Nana Lengkap : BUSTANUL KAMIL  
Panggilan : BUSTAN  
Tempat/Tanggal Lahir : Sungai Ranyah, 05 Juli 1996  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Alamat : Jln. Besar Tembung  
Agama : Islam  
Nama Orang Tua  
Ayah : BANGUN LUBIS  
Ibu : MASNIMAH  
No. HP : 081317913360  
E-mail : Bangbuslubis24@gmail.com

### RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Pokok Mahasiswa : 1607210095  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Sipil  
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara  
Alamat Perguruan Tinggi : Jln.Kapten Muchtar Basri BA. No. 3 Medan 20238

No.	Tingkat Pendidikan	Nama dan Tempat
1.	Sekolah Dasar	SD NEGERI 11 LANGUNG SEPAKAT
2.	SMP	SMP N 1 RAO
3.	SMA	SMA N 1 RAO
4.	Melanjutkan Kuliah di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Tahun 2016	