

TUGAS AKHIR

**PENGARUH PENAMBAHAN *FLY ASH* PLTU TANJUNG JATI
B JEPARA TERHADAP KUAT TEKAN BETON DENGAN
BAHAN TAMBAH *ADMIXTURE***

**Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan dalam Menyelesaikan
Program Sarjana (S1) Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Islam Sultan Agung**



Disusun Oleh :

**Errick Jaya Novera
30202000064**

**Muhammad Haidzaq Asya
30202000125**

**FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG**

2024

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH PENAMBAHAN *FLY ASH* PLTU TANJUNG JATI B JEPARA
TERHADAP KUAT TEKAN BETON DENGAN BAHAN TAMBAH
ADMIXTURE



ERRICK JAYA NOVERA

NIM: 30202000064



MUHAMMAD HAIDZAQ ASYA

NIM: 30202000125

Telah disetujui dan disahkan di Semarang,

Tim Penguji

1. **Dr. Ir. H Sumirin, Ms**
NIDN: 0004055302
2. **Prof. Dr. Ir. Antonius, MT**
NIDN: 0605046703
3. **Muhammad Rusli Ahyar, S.T., M.Eng.**
NIDN:0625059102

Tanda Tangan

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Muhammad Rusli Ahyar, S.T., M.Eng.
NIDN: 0625059102

BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR

No: 19 / A.2 / SA-T / VIII / 2024

Pada hari ini, tanggal 12 Agustus 2024 berdasarkan surat keputusan Dekan Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung perihal penunjukan dosen pembimbing Utama

1. Nama : Dr. Ir. H. Sumirin M.si
Jabatan Akademik : Lektor
Jabatan : Dosen Pembimbing Utama

Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa yang tersebut di bawah ini telah menyelesaikan bimbingan Tugas Akhir :

Errick Jaya Novera
NIM: 30202000064

Muhammad Haidzaq Asya
NIM: 30202000125


Judul : Pengaruh penambahan fly ash pltu tanjung jati b jepara terhadap kuat tekan beton dengan bahan tambah admixture

Dengan tahapan sebagai berikut:

No.	Tahapan	Tanggal	Keterangan
1.	Penunjukan dosen pendamping	22 April 2024	
2.	Seminar proposal	09 Juni 2024	
3.	Pengumpulan data	08 Juli 2024	
4.	Analisis data	30 Juni 2024	
5.	Penyusunan laporan	01 Agustus 2024	
6.	Selesai laporan	12 Agustus 2024	ACC

Demikian Berita Acara Bimbingan Tugas Akhir/ Skripsi ini dibuat untuk diketahui dan dipergunakan seperlunya oleh pihak – pihak yang berkepentingan.

Dosen Pembimbing Utama


Dr. Ir. H. Sumirin Ms

Mengetahui
Ketua Program Studi Teknik Sipil

Muhammad Rusli Ahyar, S.T., M.Eng.

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

NAMA : Errick Jaya Novera

NIM : 30202000064

NAMA : Muhammad Haidzaq Asya

NIM : 30202000125

Dengan ini menyatakan Tugas Akhir yang berjudul:

PENGARUH PENAMBAHAN *FLY ASH* PLTU TANJUNG JATI B JEPARA
TERHADAP KUAT TEKAN BETON DENGAN BAHAN TAMBAH
ADMIXTURE

Benar bebas dari plagiat, dan apabila pernyataan ini terbukti tidak benar
maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana
meestinya.

Semarang, 2 Agustus 2024

Yang Membuat Pernyataan



Errick Jaya Novera
NIM: 30202000064



Muhammad Haidzaq Asya
NIM: 30202000125

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

NAMA : Errick Jaya Novera

NIM : 30202000064

NAMA : Muhammad Haidzaq Asya

NIM : 30202000125

JUDUL : PENGARUH PENAMBAHAN *FLY ASH* PLTU

TUGAS TANJUNG JATI B JEPARA TERHADAP KUAT

AKHIR TEKAN BETON DENGAN BAHAN TAMBAH

ADMIXTURE

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli saya sendiri. Saya tidak mencantumkan tanpa pengakuan bahan – bahan yang telah dipublikasikan sebelumnya atau ditulis oleh orang lain, atau sebagai bahan yang pernah diajukan untuk gelar atau ijazah pada Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Demikian pernyataan ini saya buat.

Semarang, 2 Agustus 2024


10000
METERAI
TEMPEL
06206ALX350319309

Errick Jaya Novera
30202000064


10000
METERAI
TEMPEL
4F7CEALX350319310

Muhammad Haidzaq Asya
30202000125

TUGAS AKHIR

**PENGARUH PENAMBAHAN *FLY ASH* PLTU TANJUNG JATI B
JEPARA TERHADAP KUAT TEKAN BETON DENGAN BAHAN
TAMBAH *ADMIXTURE***

**Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan dalam Menyelesaikan Program
Sarjana (S1) Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam
Sultan Agung**



ERRICK JAYA NOVERA
30202000064

MUHAMMAD HAIDZAQ ASYA
30202000125

**FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG**

2024

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH PENAMBAHAN *FLY ASH* PLTU TANJUNG JATI B JEPARA
TERHADAP KUAT TEKAN BETON DENGAN BAHAN TAMBAH
ADMIXTURE

ERRICK JAYA NOVERA

NIM: 30202000064

MUHAMMAD HAIDZAQ ASYA

NIM: 30202000125

Telah disetujui dan disahkan di Semarang,

Tim Penguji

1. **Dr. Ir. H Sumirin, Ms**
NIDN: 0004055302

2. **Prof. Dr. Ir. Antonius, MT**
NIDN: 0605046703

3. **Muhammad Rusli Ahyar, S.T., M.Eng.**
NIDN:0625059102

Tanda Tangan

.....

.....

.....

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Sipil

Muhammad Rusli Ahyar, S.T., M.Eng.
NIDN: 0625059102

BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR

No:.....

Pada hari ini, tanggal 2024 berdasarkan surat keputusan Dekan Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung perihal penunjukan dosen pembimbing Utama

1. Nama : Dr. Ir. H. Sumirin M.si
Jabatan Akademik : Lektor
Jabatan : Dosen Pembimbing Utama

Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa yang tersebut di bawah ini telah menyelesaikan bimbingan Tugas Akhir :

Errick Jaya Novera
NIM: 30202000064

Muhammad Haidzaq Asya
NIM: 30202000125

Judul : Pengaruh penambahan fly ash pltu tanjung jati b jepara terhadap kuat tekan beton dengan bahan tambah admixture

Dengan tahapan sebagai berikut:

No.	Tahapan	Tanggal	Keterangan
1.	Penunjukan dosen pendamping		
2.	Seminar proposal		
3.	Pengumpulan data		
4.	Analisis data		
5.	Penyusunan laporan		
6.	Selesai laporan		

Demikian Berita Acara Bimbingan Tugas Akhir/ Skripsi ini dibuat untuk diketahui dan dipergunakan seperlunya oleh pihak – pihak yang berkepentingan.

Dosen Pembimbing Utama

Dr. Ir. H. Sumirin Ms

Mengetahui
Ketua Program Studi Teknik Sipil

Muhammad Rusli Ahyar, S.T., M.Eng.

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

NAMA : Errick Jaya Novera

NIM : 30202000064

NAMA : Muhammad Haidzaq Asya

NIM : 30202000125

Dengan ini menyatakan Tugas Akhir yang berjudul:

PENGARUH PENAMBAHAN *FLY ASH* PLTU TANJUNG JATI B JEPARA
TERHADAP KUAT TEKAN BETON DENGAN BAHAN TAMBAH
ADMIXTURE

Benar bebas dari plagiat, dan apabila pernyataan ini terbukti tidak benar
maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana
meestinya.

Semarang, Agustus 2024

Yang Membuat Pernyataan

Errick Jaya Novera
NIM: 30202000064

Muhammad Haidzaq Asya
NIM: 30202000125

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

NAMA : Errick Jaya Novera

NIM : 30202000064

NAMA : Muhammad Haidzaq Asya

NIM : 30202000125

JUDUL : PENGARUH PENAMBAHAN *FLY ASH* PLTU

TUGAS TANJUNG JATI B JEPARA TERHADAP KUAT

AKHIR TEKAN BETON DENGAN BAHAN TAMBAH
ADMIXTURE

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli saya sendiri. Saya tidak mencantumkan tanpa pengakuan bahan – bahan yang telah dipublikasikan sebelumnya atau ditulis oleh orang lain, atau sebagai bahan yang pernah diajukan untuk gelar atau ijazah pada Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Demikian pernyataan ini saya buat.

Semarang, Agustus 2024

Yang Membuat Pernyataan

Errick Jaya Novera
30202000064

Muhammad Haidzaq Asya
30202000125

MOTTO

“Kamu adalah umat yang terbaik yang dilahirkan untuk manusia, menyuruh kepada yang ma'ruf, dan mencegah dari yang munkar, dan beriman kepada Allah. Sekiranya Ahli Kitab beriman, tentulah itu lebih baik bagi mereka, di antara mereka ada yang beriman, dan kebanyakan mereka adalah orang-orang yang fasik”.(Ali Imron : 110)

“sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.” (Qs. Al-Insyirah : 6)

“Bukan ingin menjadi lebih baik dari orang lain, tapi aku hanya ingin lebih baik dariku yang dulu” (Ali Bin Abi Thalib)



MOTTO

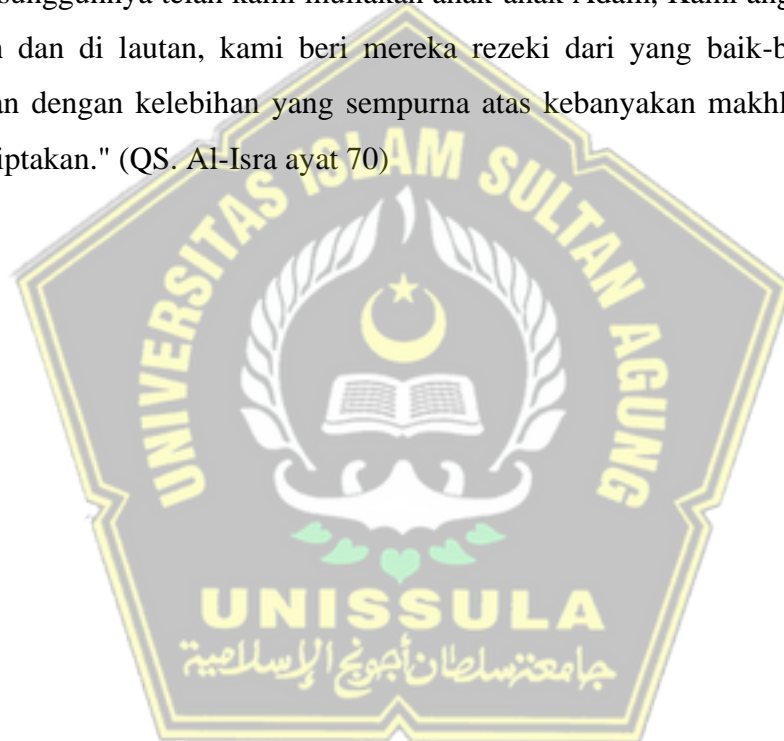
“Kamu adalah umat yang terbaik yang dilahirkan untuk manusia, menyuruh kepada yang ma'ruf, dan mencegah dari yang munkar, dan beriman kepada Allah. Sekiranya Ahli Kitab beriman, tentulah itu lebih baik bagi mereka, di antara mereka ada yang beriman, dan kebanyakan mereka adalah orang-orang yang fasik”.(Ali Imron : 110)

"Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya..."

(Q.S Al Baqarah: 286)

"Seungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum, sebelum mereka mengubah keadaan diri mereka sendiri." (QS Ar -Rad 11)

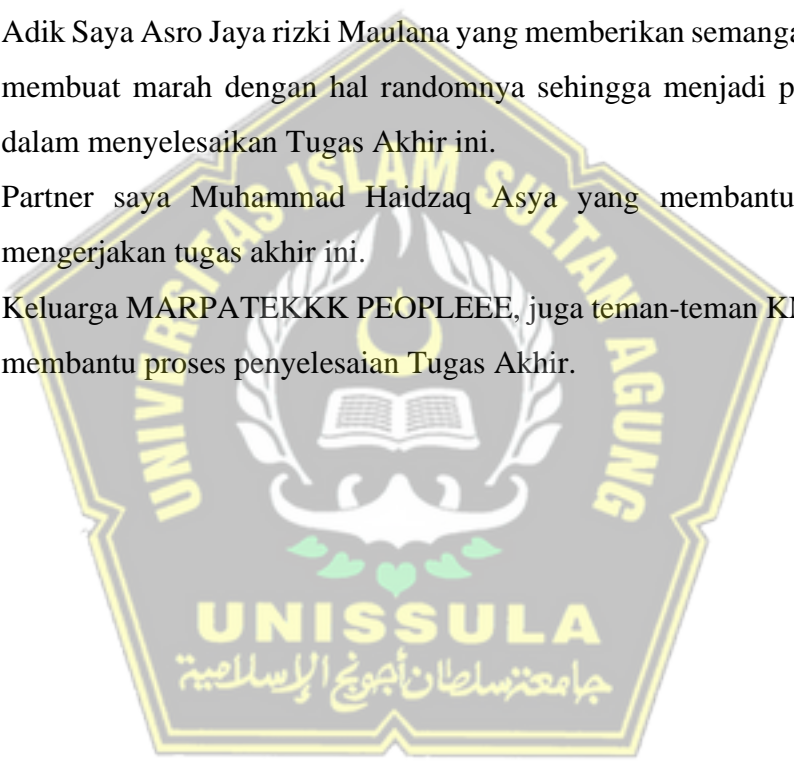
Dan sesungguhnya telah kami muliakan anak-anak Adam, Kami angkat mereka di daratan dan di lautan, kami beri mereka rezeki dari yang baik-baik dan kami lebihkan dengan kelebihan yang sempurna atas kebanyakan makhluk yang telah kami ciptakan." (QS. Al-Isra ayat 70)



PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayahNya sehingga penulis bisa menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul “Pengaruh penambahan *fly ash* pltu tanjung jati b jepara terhadap kuat tekan beton dengan bahan tambah admixture”. Laporan Tugas Akhir ini penulis persembahkan untuk:

1. Kedua orang tua saya, Bapak Harno dan Ibu Sulistiyowati. Terimakasih atas segala doa dan dukungan yang tidak pernah putus serta motivasinya Ketika saya dirumah.
2. Adik Saya Asro Jaya rizki Maulana yang memberikan semangat dan kadang membuat marah dengan hal randomnya sehingga menjadi penyemanagat dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Partner saya Muhammad Haidzaq Asya yang membantu saya untuk mengerjakan tugas akhir ini.
4. Keluarga MARPATEKKK PEOPLEEE, juga teman-teman KMFT 20 yang membantu proses penyelesaian Tugas Akhir.



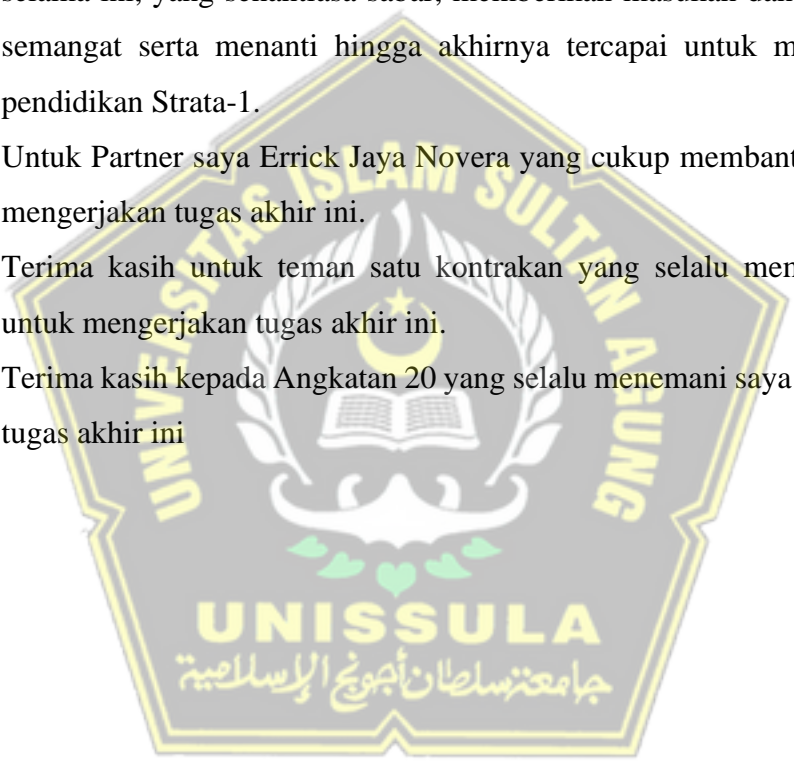
Errick jaya Novera

30202000064

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayahNya sehingga penulis bisa menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul “Pengaruh penambahan fly ash pltu tanjung jati b jepara terhadap kuat tekan beton dengan bahan tambah admixture”. Laporan Tugas Akhir ini penulis persembahkan untuk:

1. Untuk ayah saya yang bernama Mastur dan ibu saya yang bernama Siti Fatimah, terima kasih telah memberikan waktu, tenaga dan materi untuk selama ini, yang senantiasa sabar, memberikan masukan dan memberikan semangat serta menanti hingga akhirnya tercapai untuk menyelesaikan pendidikan Strata-1.
2. Untuk Partner saya Errick Jaya Novera yang cukup membantu saya untuk mengerjakan tugas akhir ini.
3. Terima kasih untuk teman satu kontrakan yang selalu memotivasi saya untuk mengerjakan tugas akhir ini.
4. Terima kasih kepada Angkatan 20 yang selalu menemani saya mengerjakan tugas akhir ini



Muhammad Haidzaq Asya

30202000125

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul “Pengaruh Penambahan *Fly Ash* Pltu Tanjung Jati B Jepara Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Bahan Tambah *Admixture*” guna memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung.

Penulis menyadari kelemahan serta keterbatasan yang ada sehingga dalam menyelesaikan skripsi ini memperoleh bantuan dari berbagai pihak, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Orang tua yang telah membesarkan, menyediakan sarana dan prasarana serta dukungan dan doa samapai detik ini.
2. Bapak Dr. Abdul Rochim, ST., MT., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
3. Bapak Muhamad Rusli Ahyar, S.T., M.Eng., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil UNISSULA yang telah memberikan kelancaran pelayanan dalam urusan Akademik.
4. Bapak Dr. Ir. H. Sumirin. MS., selaku Dosen Pembimbing Kedua yang selalu memberikan waktu bimbingan dan arahan selama penyusunan skripsi ini berlangsung dengan baik.
5. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Sipil UNISSULA yang telah memberikan ilmunya kepada penulis.
6. Kakak tingkat yang telah memberikan referensi Laporan Tugas Akhir.
7. Teman-teman Angkatan 2020 Studi Teknik Sipil Universitas Sultan Agung Semarang.
8. Semua pihak yang tidak dapat di sebutkan satu persatu yang telah membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan baik isi maupun susunannya. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat tidak hanya bagi penulis juga bagi para pembaca.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Semarang, Agustus 2024

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iv
PERNYATAAN KEASLIAN	v
MOTTO.....	vi
PERSEMBAHAN	ix
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL	xv
ABSTRAK.....	xvi
BAB 1	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Sistematika Tugas Akhir	3
BAB II	5
TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Pengertian Umum Beton	5
2.2. Abu Terbang(<i>Fly Ash</i>).....	5
2.3. Sifat-Sifat Teknis Beton	8
2.3.1 Tahan Lama(<i>Durability</i>).....	9
2.3.2 Kuat Tekan Beton	9
2.3.3 Rangkak (<i>Creep</i>)	10
2.3.4 Susut (<i>shrinkage</i>).....	11
2.3.5 <i>Workability</i>	12
2.4. Material Beton.....	12
2.5. Bahan Tambah(<i>Admixture</i>)	19
2.6. Peneliti Terdahulu	20
2.7. Keaslian penelitian	25
BAB III.....	26

3.1 Persiapan.....	26
3.2 Bahan.....	26
3.3 Peralatan.....	28
3.4 Pelaksanaan.....	29
3.5 Pengolahan Data.....	33
3.6 Analisis Data.....	33
BAB IV.....	36
4.1. Pemeriksaan Material.....	36
4.1.1 Agregat Halus.....	36
4.1.2 Agregat Kasar.....	41
4.2 Pengujian Abu Terbang(<i>Fly Ash</i>).....	46
4.3. Mix Design Beton.....	47
4.4. Pemeriksaan Uji Slump.....	48
4.5. Pemeriksaan Uji Kuat Tekan.....	48
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	51
5.1 Kesimpulan.....	51
5.2 Saran.....	51
DAFTAR PUSTAKA.....	xviii
LAMPIRAN.....	xix



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Alat Uji Tekan Beton	10
Gambar 2.2 Grafik dari Gradasi Pasir Kasar	13
Gambar 2.3 Grafik Gradasi Pasir Agak Halus	13
Gambar 2.4 Grafik Gradasi Pasir Sedang	14
Gambar 2.5 Grafik dari Gradasi Ageragat Halus	15
Gambar 2.6 Grafik Gradasi Split Ukuran Maksimum 10 mm	16
Gambar 2.7 Grafik Gradasi Split Ukuran maksimum 20 mm	16
Gambar 2.8 Grafik gradasi Split Ukuran maksimum 40 mm	17
Gambar 3.1 Semen	28
Gambar 3.2 Pasir	28
Gambar 3.3 Batu Pecah	29
Gambar 3.4 Diagram Air Penelitian	36
Gambar 4.1 Analisa saringan Agregat halus	42
Gambar 4.2 Analisa saringan Agregat Kasar	47
Gambar 4.3 Hasil Slump Test	50
Gambar 4.4 Hasil Uji Kuat Tekan	51



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Persyaratan Kimia <i>Fly Ash</i>	6
Tabel 2.2 Gradasi Agregat Halus	14
Tabel 2.3 Gradasi Agregat Kasar	17
Tabel 2.4 Kandungan Pozzolan Pada Semen.....	18
Tabel 2.5 Perbedaan Antara Peneliti Terdahulu Dan sekarang.....	26
Tabel 2.6 Hasil Peneliti Terdahulu.....	26
Tabel 4.1 hasil Pengujian Kadar air Agregat halus pasir	38
Tabel 4.2 Hasil pengujian Kadar agregat Halus Pasir.....	39
Tabel 4.3 Hasil Penyaringan agregat halus	40
Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Penyaringan Agregat Halus Pasir.....	41
Tabel 4.5 Hasil pengujian Kadar Air Agregat Kasar Split.....	46
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Kadar lumpur Agregat Kasar Split	45
Tabel 4.7 Hasil Penyaringan Agregat kasar	45
Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Penyaringan Agregat Kasar Split	46
Tabel 4.9 Hasil Pengujian <i>Fly Ash</i>	47
Tabel 4.10 Klasifikasi Persyaratan <i>Fly Ash</i>	48
Tabel 4.11 <i>Mix Design</i> SNI 2008.....	48
Tabel 4.12 Benda Uji dan Kode Benda Uji.....	49
Tabel 4.13 Komposisi Campuran.....	49
Tabel 4.14 <i>Slump Test</i>	49
Tabel 4.15 Hasil pengujian Kuat Tekan.....	51

**PENGARUH PENAMBAHAN FLY ASH DARI PLTU TANJUNG JATI B
JEPARA TERHADAP KUAT TEKAN BETON DENGAN BAHAN TAMBAH
ADMIXTURE**

ABSTRAK

Untuk membentuk beton campuran agregat halus, agregat kasar, semen, dan air harus dicampur dalam proporsi yang ditetapkan, batubara akan terus meningkat, dimana industri pembangkit listrik akan menjadi pengguna utama batubara yang dihasilkan. Mengetahui sifat-sifat kimia dari fly ash tersebut sudah termasuk dalam SNI 2460:2014. Mengetahui pengaruh penambahan fly ash dan Admixture terhadap kuat tekan beton, Mengetahui pengaruh penambahan fly ash dan Admixture terhadap workability beton.

Dalam penelitian metode digunakan metode eksperimental. Pada penelitian ini dilakukan dalam laboratorium dengan membuat benda uji berbentuk silinder beton dengan ukuran 150 x 300 mm. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium TBK Fakultas Teknik UNISSULA Semarang

Berdasarkan hasil pengujian lab kimia dalam penelitian, senyawa Fly Ash mengandung $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ 70% dan CaO 10% oleh karena itu Fly Ash ini termasuk dalam kategori kelas F menurut ASTM C 618. sehingga memenuhi standar untuk campuran beton. nilai kuat tekan beton normal rata-rata sebesar 25,66 Mpa, sedangkan dengan penambahan Fly Ash 20% kuat tekan meningkat sebesar 6% yaitu rata-rata 27,27 Mpa. Pada benda uji beton dengan komposisi yang sama namun dengan penambahan Fly Ash 20% dan Admixture 0,8% tekan beton mengalami peningkatan secara signifikan sebesar 20% dengan rata-rata 30,74 Mp dapat disimpulkan bahwa penambahn fly ash 20% dan admixture 0,8% sehingga lebih workability dari beton normal.

Kata kunci: Fly Ash, Admixture, Kuat Tekan, Beton

**THE EFFECT OF ADDING FLY ASH FROM TANJUNG JATI B PLTU
JEPARA ON THE COMPRESSIVE STRENGTH OF CONCRETE WITH
ADMIXTURE ADDITIVES**

Abstract

To form concrete, a mixture of fine aggregate, coarse aggregate, cement and water must be mixed in specified proportions. The need for coal will continue to increase, where the power generation industry will be the main user of the coal produced. Knowing the chemical properties of fly ash is already included in SNI 2460:2014. Knowing the effect of adding fly ash and admixture on the compressive strength of concrete. Knowing the effect of adding fly ash and admixture on the workability of concrete. In the research the method used is the experimental-laboratory method.

This research was carried out on a laboratory scale by making test objects in the form of concrete cylinders with dimensions of 150 x 300 mm. This research was conducted at the Construction Materials Technology Laboratory, Faculty of Engineering, UNISSULA, Semarang.

Based on the results of chemical laboratory tests in this research, the Fly Ash compound contains $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ 70% and CaO 10%, therefore this Fly Ash is included in the class F category according to ASTM C 618, so that meets the standards for concrete mixtures. The average compressive strength value of normal concrete is 25.66 Mpa, while with the addition of 20% Fly Ash the compressive strength increases by 6%, namely an average of 27.27 MPa. In concrete specimens with the same composition but with the addition of 20% fly ash and 0,8% admixture, the concrete pressure increased significantly by 20% with an average of 30.74 MPa. It can be concluded that the addition of 20% fly ash and 0,8% admixture resulted in normal workability

Keywords: Fly Ash, Admixture, Compressive Strength, Concrete

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Untuk membentuk beton, campuran agregat halus, agregat kasar, semen, dan air harus dicampur dalam proporsi yang ditetapkan. Beton sering digunakan sebagai bahan konstruksi dalam proyek struktural di Indonesia karena banyak keuntungan. Ini termasuk mudah didapat, mudah digunakan, mampu menahan beban berat, tahan terhadap suhu tinggi, dan tidak mahal untuk dirawat dibandingkan dengan umur pakainya. Sifat-sifat bahan penyusun memengaruhi kekuatan tekan beton, dengan gradasi agregat penyusun sangat penting. Kualitas beton secara signifikan. Karena beton terdiri dari agregat kasar, semen, agregat halus, dan air, kita perlu memahami sifat-sifat masing-masing komponennya agar kita dapat memahami bagaimana beton berfungsi. Kekuatan beton pada titik tertentu dapat dihitung dengan membandingkan berat campuran air dengan berat semen.

Pada pembangkit listrik tenaga uap, batu bara biasanya dimanfaatkan sebagai bahan bakar pembangkit uap (PLTU). Negara-negara berkembang seperti Indonesia akan terus mengandalkan batubara sebagai sumber energi karena rantai pasokannya yang kuat, infrastruktur yang baik, dan biaya operasional yang rendah. (Petrus dkk. 2022). Hasil samping pembakaran batu bara berupa fly ash dan bottom ash (FABA) akan terus meningkat seiring dengan peningkatan kapasitas energi listrik nasional menjadi 35.000 MW hingga tahun 2030 (ESDM 2015). Hingga tahun 2025, pembangunan PLTU diperkirakan akan berjalan pesat, dimana 56,97% dari total pembangkit yang akan dibangun merupakan pembangkit listrik berbahan bakar batubara. Kebutuhan batubara akan terus meningkat, dimana industri pembangkit listrik akan menjadi pengguna utama batubara yang dihasilkan. (Anindhita dkk. 2015).

Menurut Direktur Jenderal Ketenagalistrikan Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), produksi batu bara dari PLTU mencapai 8,31 juta ton pada tahun 2019. Abu terbang batubara mengandung alumina, silika, dan logam lainnya seperti besi, titanium, magnesium, mangan, nikel, krom, merkuri, arsenik,

dan tembaga. Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup memungkinkan pemanfaatan PLTU FABA untuk berkembang dan meningkatkan nilai kontribusi operasional yang dilakukan di PLTU tersebut. Sebagai bahan bangunan atau untuk pemulihan unsur tanah jarang, *Fly Ash* yang dihasilkan dari batu bara dapat digunakan.

Penelitian ini akan mengidentifikasi manfaat *Fly Ash* ketika digunakan sebagai pengganti semen pada beton. Fokus penelitian adalah bagaimana penerapan material ini terhadap kekuatan tekannya, terutama pada beton yang lebih tua. Tujuannya adalah untuk memastikan kadar *Fly Ash* yang ideal pada campuran adukan beton yang memiliki kualitas tinggi.

1.2 Rumusan Masalah

Pokok permasalahan yang dikaji dalam penyusunan tugas akhir ini adalah :

1. Bagaimana klasifikasi dari sifat kimia *Fly Ash* sudah tergolong dalam SNI 2460:2014 ?
2. Bagaimana Pengaruh penambahan *Fly Ash* terhadap kuat tekan beton?
3. Bagaimana pengaruh penambahan *Fly Ash* dengan bahan tambah *Admixture* terhadap *workability* ?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui sifat-sifat kimia dari *fly ash* tersebut sudah termasuk dalam SNI 2460:2014.
2. Mengetahui pengaruh penambahan *fly ash* dan *Admixture* terhadap kuat tekan beton
3. Mengetahui pengaruh penambahan *fly ash* dan *Admixture* terhadap *workability* beton

1.4 Batasan Masalah

Penelitian ini harus dibatasi agar searah dengan tujuannya batasan-batasan penelitian ini meliputi:

1. Praktikum dilaksanakan di laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung.
2. Sifat-sifat mekanis yang diuji adalah pengujian kuat tekan dan berat volume beton.
3. Uji yang dilakukan merupakan uji kuat tekan dengan variasi waktu mulai dari 7, 14, 21 dan 28 hari.
4. *Fly Ash* yang digunakan limbah PLTU Tanjung Jati Jepara.
5. Air yang dipakai adalah air Fakultas Teknik Unissula.
6. Menggunakan $f_c' 25$ MPa

1.5 Sistematika Tugas Akhir

Pembuatan tugas akhir ini terdiri dari hal-hal sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bagian ini diuraikan tentang latar belakang, rumusan masalah, maksud dan tujuan, kendala masalah, serta langkah-langkah persiapan tugas akhir.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bagian ini menjelaskan tentang teori yang berkaitan dengan judul tugas akhir serta menguraikan pengertian dan penelitian yang diperoleh dari sumber literatur dan studi kasus.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bagian ini menjelaskan tentang metode pengumpulan dan pengolahan data serta merinci rancangan sistematika yang dilakukan dalam penelitian

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini menjelaskan secara rinci hasil penelitian, menganalisis data, dan memberikan pembahasan mengenai temuan penelitian ini.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bagian ini menyajikan hasil dan kesimpulan dari analisis data serta memberikan rekomendasi terkait penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Umum Beton

Beton adalah bahan konstruksi yang paling umum digunakan untuk membangun gedung, jembatan, jalan, dan bangunan lainnya. Beton adalah campuran homogen dari agregat halus (pasir, kerikil, atau jenis agregat lainnya) dan air. Kemudian dicampur dengan semen portland atau semen hidrolis yang lain, dan kadang-kadang dengan tambahan kimiawi atau fisikal.

Campurannya akan mengeras dan menyerupai batuan. Pengerasan terjadi karena reaksi kimia yang terjadi antara semen dan air. Campuran bahan-bahan pembentuk beton harus ditetapkan sedemikian rupa, sehingga menghasilkan beton basah yang mudah dikerjakan, memenuhi kekuatan tekan rencana setelah mengeras dan cukup ekonomis

Jika ingin membuat beton yang baik, dalam arti memenuhi persyaratan yang lebih ketat karena tuntutan yang lebih tinggi, maka harus diperhitungkan dengan seksama cara-cara memperoleh adukan beton segar (*fresh concrete*) yang baik dan beton keras (*hardened concrete*) yang dihasilkan juga baik. Beton yang baik adalah beton yang kuat, tahan lama dan kedap air. Beton dapat diklasifikasikan berdasarkan berat jenisnya (SNI 03-2847- 2002), yaitu:

1. Beton Ringan : Berat jenis $< 1900 \text{ kg/m}^3$
2. Beton normal : Berat jenis $2200 \text{ kg/m}^3 - 2500 \text{ kg/m}^3$
3. Beton Berat : Berat jenis $> 2500 \text{ kg/m}^3$

2.2. Abu Terbang (*Fly Ash*)

Abu terbang (*fly ash*) merupakan salah satu hasil produksi sampingan pembakaran batubara, yang dialirkan dari ruang pembakaran melalui ketel berupa semburan asap, yang telah digunakan sebagai bahan campuran pada beton. Abu terbang (*fly ash*) sendiri memiliki kemampuan mengikat seperti halnya semen. Apabila ada air dan ukuran partikelnya yang halus, oksida silika yang ada dalam *fly*

ash akan bereaksi secara kimia dengan kalsium hidroksida yang menghasilkan zat yang memiliki kemampuan mengikat

Abu batubara merupakan bagian dari sisa pembakaran batubara yang berbentuk partikel halus amorf. Abu tersebut merupakan bahan anorganik yang terbentuk dari perubahan bahan mineral (*mineral matter*) karena proses pembakaran. Proses pembakaran batubara pada unit pembangkit uap (*boiler*) akan membentuk dua jenis abu, yaitu abu terbang (*fly ash*) dan abu dasar (*bottom ash*). Komposisi abu batu bara terdiri dari 10-20 % abu dasar dan 80-90% berupa abu terbang.

SNI S-15-1990-F menjelaskan spesifikasi abu terbang sebagai additive/bahan tambahan dalam campuran beton. SNI membagi tiga jenis abu terbang, yaitu kelas F, kelas N dan kelas C. Persyaratan kimia abu terbang menurut SNI 2460-2014 diperlihatkan pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Persyaratan Kimia *Fly Ash*

Uraian	Kelas		
	N	F	C
SiO ₂ +Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃ ,Minimal	70%	70%	50%
SO ₃ ,maksimal	4%	5%	5%
Hilang Pijar,maksimal	10%	6%	6%
Kadar air,maksimal	3%	3%	3%

(Sumber : SNI 2460:2014)

Fly ash yang dapat digunakan untuk campuran pengganti sebagian semen dalam beton diatur dalam ASTM (*American Standard Testing Methods*) nomor C 618 (*Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use as a Mineral Admixture in Portland Cement Concrete*).

Jenis batu bara dengan kualitas tertentu yang digunakan pada pembakaran, serta tingkat optimalisasi proses pembakaran akan sangat mempengaruhi kadar

kandungan kimiawi pada *fly ash*. Terdapat 2 klasifikasi kelas *fly ash* berdasarkan kandungannya seperti pada berikut ini.

1. Kelas F

- a. *Fly ash* dengan kandungan CaO kurang dari 10% yang dihasilkan dari pembakaran anthracite atau bitumen batubara (*bituminous*).
- b. Kadar ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$) lebih dari 70%.
- c. Kadar CaO < 10%, batasan menurut ASTM menyatakan maksimal 20%, sedangkan dalam *Canadian Standard Association (CSA)* dinyatakan maksimal 8%.
- d. Kadar karbon (C) berkisar antara 5% - 10%.
- e. *Fly ash* kelas F tidak memiliki sifat *cementious* karena mengandung kalsium yang rendah atau sering disebut *low-calcium fly ash*, dan hanya bersifat pozolanic.

2. Kelas C

- a. Mengandung CaO lebih dari 10% yang dihasilkan dari pembakaran *lignite* atau sub-bitumen batubara (batubara muda / *sub-bituminous*).
- b. Kadar ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$) lebih dari 50%.
- c. Kadar CaO > 10%, ASTM menyatakan 20%, CSA menetapkan 8% - 20% untuk tipe C1 dan diatas 20% untuk tipe CH.
- d. Kadar karbon (C) sekitar 2%.

Fly ash kelas C disebut juga *high-calcium fly ash* karena mengandung CaO yang cukup tinggi, sehingga memiliki sifat *cementious* dan juga pozolanic. Jika terkena air atau kelembaban, akan terhidrasi dan dapat mengeras dalam waktu sekitar 45 menit.

Dosis *fly ash* tipe C dan F berbeda dalam hal dampaknya terhadap campuran beton. 15% hingga 25% berat abu terbang Kelas F dan 20% hingga 35% berat abu terbang Kelas C harus digunakan dalam persepsi jalan raya atau campuran beton struktural. Departemen Perhubungan Amerika Serikat menyatakan bahwa data tersebut aman. Kelas C memberikan kekuatan dan mengurangi permeabilitas pada tahap panjang, sedangkan Kelas F memberikan kekuatan pada tahap awal

konstruksi. Karena kandungan silikanya yang lebih tinggi, fly ash Kelas F terbukti lebih efektif daripada fly ash Kelas C.

2.3. Sifat-Sifat Teknis Beton

Beton segar yang baik adalah beton segar yang dapat diaduk, dapat diangkut, dapat dituang, dapat dipadatkan, tidak ada kecenderungan untuk terjadi segregasi (pemisahan kerikil dari adukan) maupun bleeding (pemisahan air dan semen dari adukan). Hal ini karena segregasi maupun bleeding mengakibatkan beton yang diperoleh akan jelek. Beton (beton keras) yang baik adalah beton yang kuat, tahan lama / awet, kedap air, tahan arus, dan sedikit mengalami perubahan volume (kembang susutnya kecil) (Tjokrodimuljo, K., 2007).

Secara umum beton memiliki kelebihan dan kekurangan. Berikut ini penjelasan lengkapnya. Kelebihan beton antara lain adalah sebagai berikut.

1. Harga relatif murah karena menggunakan bahan-bahan dasar dari bahan lokal, kecuali semen Portland.
2. Beton termasuk bahan yang berkekuatan tekan tinggi, serta mempunyai sifat tahan terhadap pengkaratan / pembusukan oleh kondisi lingkungan.
3. Beton segar dapat dengan mudah diangkut maupun dicetak dalam bentuk apapun dan ukuran seberapaapun tergantung keinginan.
4. Kuat tekannya tinggi mengakibatkan jika dikombinasikan dengan baja tulangan.

Kekurangan beton antara lain adalah sebagai berikut.

1. Beton mempunyai kuat tarik yang rendah, sehingga mudah retak.
2. Beton segar mengerut saat pengeringan dan beton keras mengembang jika basah, sehingga dilatasi perlu diadakan pada beton yang panjang / lebar untuk memberi tempat bagi susut pengerasan dan pengembangan beton.
3. Beton keras mengembang dan menyusut bila terjadi perubahan suhu, sehingga perlu dibuat dilatasi untuk mencegah terjadinya retak-retak akibat perubahan suhu.

4. Beton sulit untuk dapat kedap air secara sempurna, sehingga selalu dapat dimasuki air, dan air yang membawa kandungan garam dapat merusakkan beton.
5. Beton bersifat getas (tidak daktail) sehingga harus dihitung dan didetail secara seksama agar setelah dikompositkan dengan baja tulangan menjadi bersifat daktail, terutama pada struktur tahan gempa (Tjokrodinuljo, K., 2007).

2.3.1 Tahan Lama (*Durability*)

Daya tahan jangka panjang adalah kapasitas beton untuk bertahan terhadap kondisi tertentu tanpa korosi dalam jangka waktu yang ditetapkan. Dalam situasi seperti ini, nilai faktor udara maksimum dan takaran minimum semen harus dibatasi sesuai dengan kondisi lingkungan saat ini.

Sifat ketahanan beton dalam jangka panjang dapat dikelompokkan menjadi beberapa faktor, antara lain sebagai berikut:

- a. Kemampuan menahan kondisi cuaca jangka panjang melibatkan pengaruh unsur alam seperti hujan, pembekuan selama musim dingin, serta kontraksi dan pemuaian akibat pergantian kondisi basah dan kering akibat paparan sinar matahari.
- b. Ketahanan terhadap berbagai zat kimia, termasuk dampak korosif yang disebabkan oleh air rawa, air hujan, limbah, bahan kimia industri, dan air limbah kota, merupakan faktor penting dalam menjaga keawetan beton.
- c. Ketahanan terhadap erosi merupakan hal yang penting, dimana beton harus mampu menahan abrasi yang mungkin terjadi akibat pasang surut air laut, Butiran yang dibawa air laut, dan pengaruh angin laut.

2.3.2 Kuat Tekan Beton

Pengertian kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan.

$$f_c' = \frac{P}{A} \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan:

f_c' = Kuat Tekan (MPa)

P = Maximum Load (N)

A = Luas permukaan sampel (m^2)

Hitung kekuatan tekan beton berdasarkan rumus berikut ini:

Luas permukaan benda uji = $0,25 \pi \times D^2$ (mm^2):

dengan pengertian:

$\pi = 3.14$

D = diameter benda uji (mm)

Kuat tekan (N/mm^2): $\frac{\text{Gaya Tekan Maksimum (N)}}{\text{Luas penampang benda uji (mm}^2\text{)}} \dots \dots \dots (2.2)$



Gambar 2.1 Alat Uji Tekan Beton

(sumber : Laboratorium Fakultas Teknik UNISSULA)

2.3.3 Rangkak (*Creep*)

Rangkak beton merujuk pada nilai regangan tambahan yang terjadi pada beton setelah mengalami tegangan tetap, diukur dari munculnya tegangan elastik hinggaregangan pada suatu periode tertentu.

Nilai rangkai dapat dipengaruhi oleh beberapa hal. Faktor yang dapat mempengaruhi deformasi rangkai antara lain:

- a. Pemilihan bahan, termasuk jenis semen, persentase agregat kasar, dan agregat halus;
- b. Jumlah kadar air yang digunakan serta *water content / cement ratio*;
- c. Tingkat kelembaban relatif;
- d. Suhu beton selama proses pengeringan;
- e. Dimensi struktur, seperti ketebalan dan perbandingan volume terhadap permukaan;
- f. Umur saat waktu pembebanan;
- g. Nilai *slump*.

2.3.4 Susut (*shrinkage*)

Penyusutan adalah sifat beton yang menyebabkan berkurangnya volume beton selama proses pengerasan karena kelembaban serta kadar air yang berkurang. Pada dasarnya penyusutan pada beton dibagi menjadi 2 yaitu: susut pengeringan dan susut plastis.

Susut pengeringan ialah penyusutan yang terjadi setelah beton mencapai titik pengerasan saat proses hidrasi selesai. Sedangkan susut plastis ialah penyusutan yang terjadi secara cepat sesaat setelah beton dicor. Beberapa faktor yang dapat menentukan nilai susut ialah:

- a. Kadar agregat yang terkandung dalam beton. Beton dengan kandungan agregat tinggi akan menyebabkan penyusutan volume semakin kecil, semakintinggi kadar agregat juga akan mempengaruhi Modulus Elastisitas beton yang dapat menyebabkan beton lebih tahan terhadap penyusutan;
- b. Semakin tinggi kadar Faktor Air Semen akan menyebabkan penyusutan semakin besar;
- c. Dimensi struktur. Nilai penyusutan akan semakin kecil apabila volume struktur semakin besar. Untuk struktur yang lebih besar, proses penyusutan akan semakin lama karena dibutuhkannya waktu agar proses pengeringan merata.
- d. Faktor lingkungan. Kelembaban relatif di sekitar beton juga mempengaruhi nilai penyusutan. Nilai susut tersebut akan semakin kecil apabila kelembaban relatif di lingkungan tersebut tinggi.

2.3.5 Workability

Kemampuan Kerja (*Workability*) mengacu pada kemudahan pencampuran, pengecoran dan pemadatan beton tanpa mengalami kehilangan homogenitas atau pemisahan (*bleeding*) yang terlalu banyak untuk mencapai kekuatan beton yang diinginkan.

Secara umum, kemampuan kerja (*Workability*) diklasifikasikan sebagai tiga karakteristik independen yang sering digunakan, yaitu:

- a. *Consistency* atau kelecakan adalah suatu komposisi dan persentase penyusun beton segar (*mortar*);
- b. *Mobility* (*Mobility*) adalah peralatan yang digunakan dalam proses pencampuran, pemindahan dan pemadatan beton, serta menyangkut aspek ukuran dan jarak perkerasan beton.
- c. *Compactibility* mengacu pada bentuk dan dimensi struktur yang menerima beban. Untuk mencapai kinerja yang optimal, diperlukan campuran semen dalam jumlah besar, bahan berkualitas dalam jumlah besar, penggunaan agregat berkualitas, dan jumlah air yang cukup.

2.4. Material Beton

Bahan penyusun beton meliputi air, semen Portland, agregat kasar dan halus serta bahan tambah di mana setiap bahan penyusun mempunyai fungsi dan pengaruh yang berbeda-beda. Sifat yang penting pada beton adalah kuat tekan, bila kuat tekan tinggi maka sifat-sifat yang lain pada umumnya juga baik.

2.4.1 Agregat

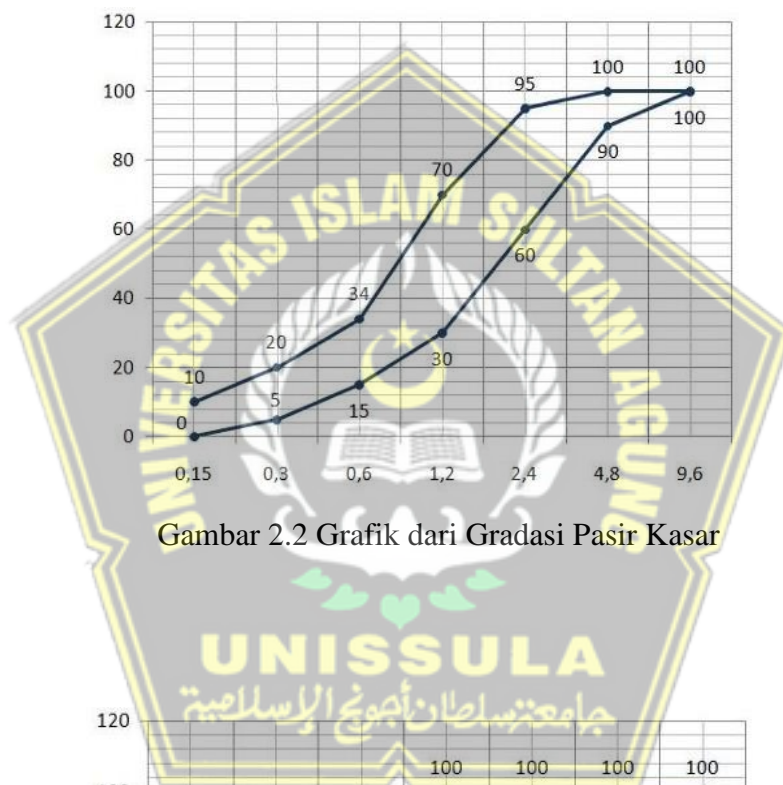
Secara umum, sekitar 70% hingga 80% dari volume total beton diisi oleh agregat, sehingga peran agregat menjadi sangat penting terhadap karakteristik beton (Mindess, 2013). Pentingnya distribusi gradasi agregat dapat diamati dari kebutuhan untuk mencapai integritas, homogenitas, kepadatan, dan konsistensi dalam perilaku keseluruhan massa beton (Nawy, 1998). Dalam konteks ini, terdapat dua jenis agregat:

a. Agregat Halus

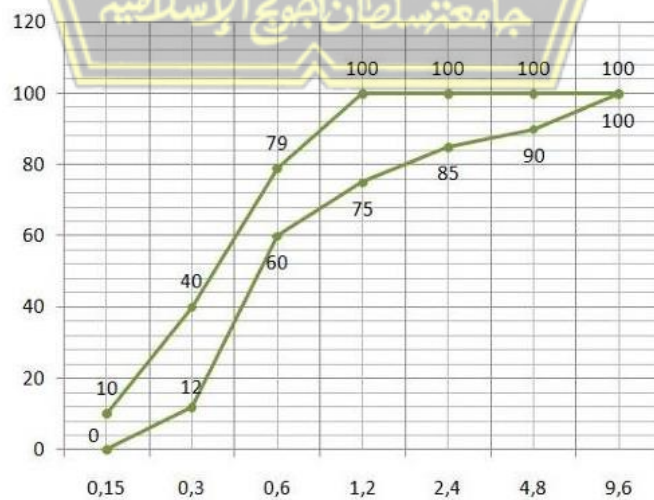
Agregat halus diperoleh dari sumber alami seperti sungai, tanah galian, atau pecahan batuan. Menurut standar ASTM C 125-06, agregat halus memiliki

ukuran partikel < 4,75 mm. Pasir halus didefinisikan sebagai agregat dengan ukuran partikel kurang dari 1,2 mm, debu dengan ukuran partikel > 0,075 mm, dan tanah liat dengan ukuran partikel > 0,002 mm menurut ketentuan SK SNI T-15- 1991-03. Persyaratan proporsi agregat ukuran partikel yang ideal diatur dalam ASTM C 33/03, "Spesifikasi Standar Agregat Beton".

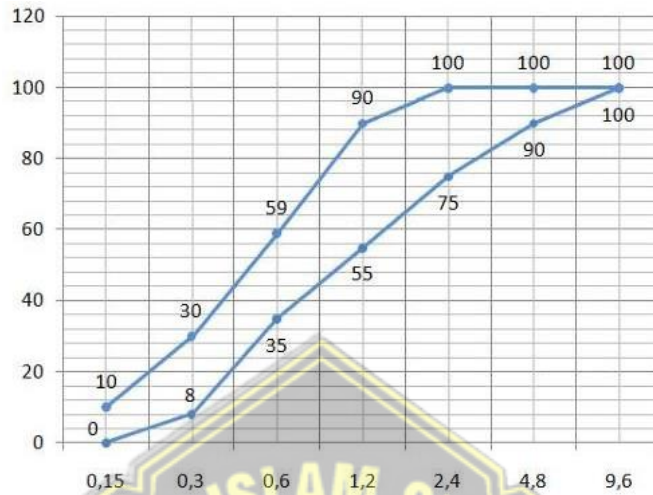
Gambar 2.2 di bawah ini menunjukkan grafik persyaratan gradasi agregat halus (split) berdasarkan SNI-03-2834-2000 (Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal):



Gambar 2.2 Grafik dari Gradasi Pasir Kasar



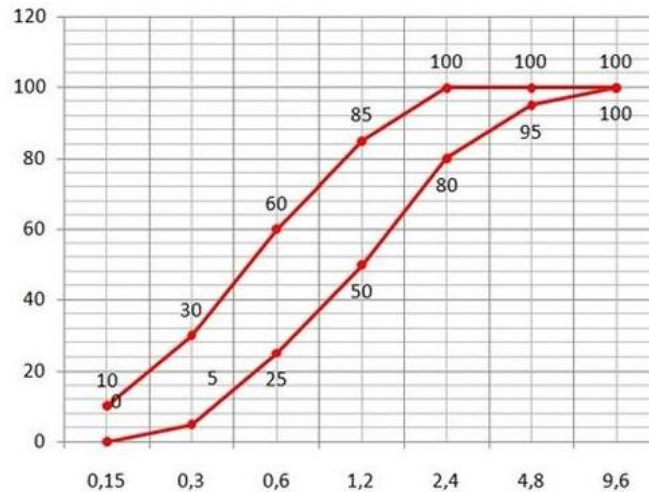
Gambar 2.3 Grafik Gradasi Pasir Agak Halus



Gambar 2.4 Grafik dari Gradasi Pasir Sedang

Tabel 2.2 Gradasi Agregat Halus

Ukuran Saringan (Ayakan)				SNI 03-2834-2000				ASTM C-33
				% Lolos Saringan/Ayakan				
mm	SNI	ASTM	inch	Pasir Kasar Gradasi No. 1	Pasir Sedang Gradasi No. 2	Pasir Agak Halus Gradasi No. 3	Pasir Halus Gradasi No. 4	Fine Aggregate Sieve Analysis
9,50	9,6	% in	0,3750	100 - 100	100 - 100	100 - 100	100 - 100	100 - 100
4,75	4,8	no. 4	0,1870	90 - 100	90 - 100	90 - 100	95 - 100	95 - 100
2,36	2,4	no. 8	0,0937	60 - 95	75 - 100	85 - 100	95 - 100	80 - 100
1,18	1,2	no. 16	0,0469	30 - 70	55 - 90	75 - 100	90 - 100	50 - 85
0,60	0,6	no. 30	0,0234	15 - 34	35 - 59	60 - 79	80 - 100	25 - 60
0,30	0,3	no. 50	0,0117	5 - 20	8 - 30	12 - 40	15 - 50	5 - 30
0,15	0,15	no. 100	0,0059	0 - 10	0 - 10	0 - 10	0 - 15	0 - 10

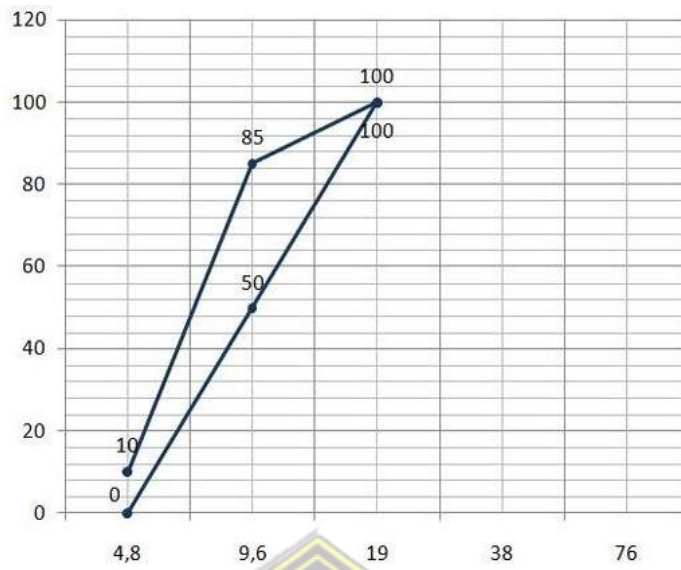


Gambar 2.5 Grafik dari gradasi Agregat halus

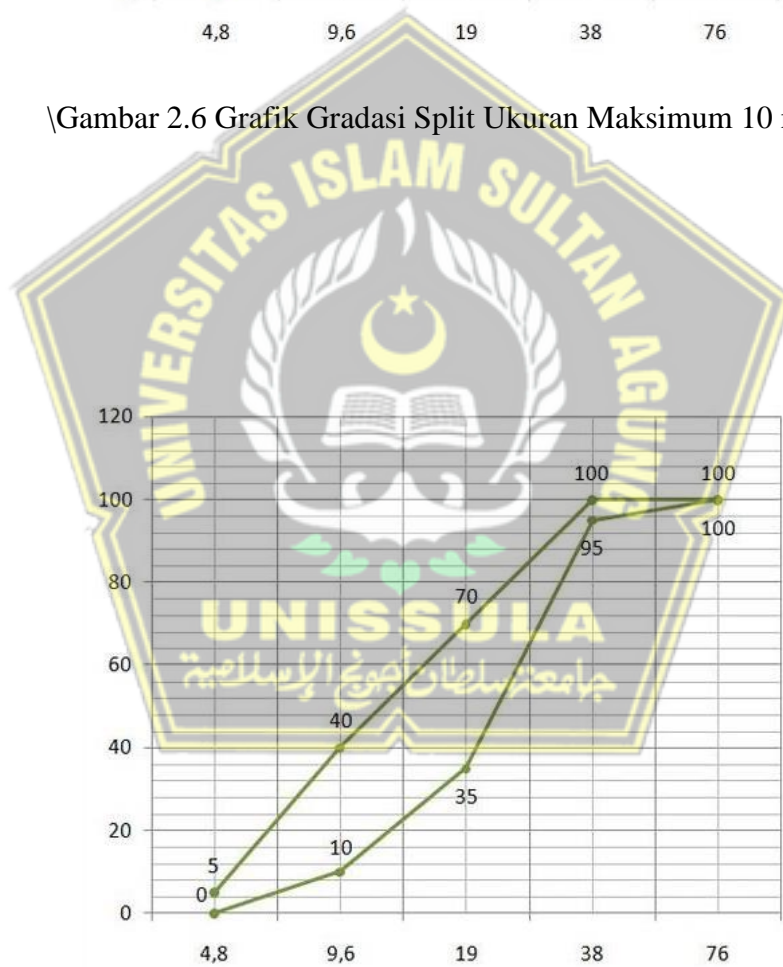
b. Agregat Kasar

Menurut standar ASTM C 33-03 dan ASTM C 125-06, agregat kasar didefinisikan sebagai agregat dengan ukuran partikel lebih besar dari 4,75 mm. Persyaratan tentang agregat kasar adalah:

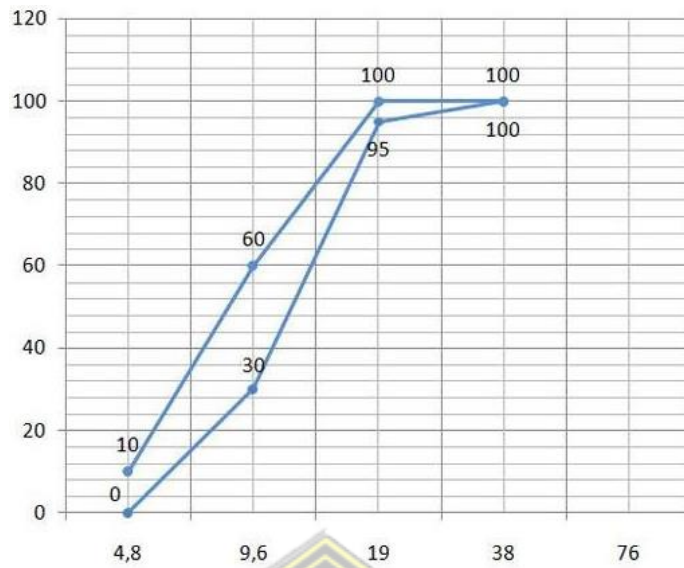
- Agregat kasar harus terdiri dari partikel padat dan bebas pori-pori.
- Agregat kasar harus tahan lama. Artinya agregat tidak mudah rusak atau pecah karena kondisi cuaca
- Agregat kasar harus bebas dari bahan-bahan yang dapat merusak beton, misalnya bahan alkali.
- Kandungan lumpur dalam butiran kasar tidak boleh melebihi 1%. Jika jumlah lumpur melebihi batas, agregat kasar harus dicuci. Tabel dan grafik yang menunjukkan ketentuan gradasi agregat kasar (split) berdasarkan SNI-03-2834-2000 (Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal) yang tertera pada grafik berikut.



\Gambar 2.6 Grafik Gradasi Split Ukuran Maksimum 10 mm



Gambar 2.7 Grafik Gradasi Split Ukuran Maksimum 20 mm



Gambar 2.8 Grafik Gradasi Split Ukuran Maksimum 40 mm

Tabel 2.3 Gradasi Agregat Kasar

Ukuran Saringan (Ayakan)				% Lolos Saringan/Ayakan		
mm	SNI	ASTM	inch	Ukuran Maks. 10 mm	Ukuran Maks. 20 mm	Ukuran Maks. 40 mm
75,0	76	3 in	3,00	100 - 100	100 - 100	100 - 100
37,5	38	1½ in	1,50	100 - 100	100 - 100	95 - 100
19,0	19	¾ in	0,75	100 - 100	95 - 100	35 - 70
9,5	9,6	¾ in	0,3750	50 - 85	30 - 60	10 - 40
4,75	4,8	no. 4	0,1870	0 - 10	0 - 10	0 - 5

2.4.2 Semen

Semen *Portland* bertindak sebagai pengikat utama dalam campuran beton, mengikat batuan untuk membentuk struktur yang kuat. Pemilihan jenis semen mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap kuat tekan beton, sehingga pengetahuan tentang berbagai jenis semen yang terstandarisasi di Indonesia sangatlah penting. Menurut ASTM C150, semen *Portland* diklasifikasikan berdasarkan dari lima jenis:

Tipe I: Semen *Portland* biasa (CPO)

Digunakan secara universal tanpa persyaratan khusus seperti panas hidrasi, ketahanan sulfat, atau kekuatan awal spesifik.

Tipe II: Semen sulfat sedang (*Moderate Sulphate Cement*)

Digunakan untuk beton yang tahan terhadap kadar sulfat sedang dan panas hidrasi sedang.

Tipe III: Semen berkekuatan awal tinggi (*High Early Strength Cement*)

Dikembangkan khusus untuk beton yang memerlukan kekuatan awal yang tinggi dan dapat dicapai dengan cepat.

Tipe IV: Semen hidrasi dengan panas rendah (*Low Heat of Hydration Cement*)

Digunakan untuk beton yang memerlukan panas produksi hidrasi rendah dan mempunyai kekuatan awal rendah.

Tabel 2.4 Kandungan pozzolan pada semen

Kandungan(%)	Class F	ASTM C-618, <i>Pozzolan Class C</i>	Class N
<i>SiO₂</i>	-	-	-
<i>Al₂O₃</i>	-	-	-
<i>Fe₂O₃</i>	-	-	-
<i>SiO₂+Al₂O₃+Fe₂O₃</i>	70 minimum	50 minimum	70 minimum
<i>SO₃</i>	-	-	-
<i>SO₃</i>	-	-	-
CaO	5 minimum	5 minimum	5 minimum
MgO	-	-	-
<i>TiO₂</i>	-	-	-

2.4.3 Air

Fungsi air dalam konteks ini mencakup perannya sebagai bahan pencampur dan pengikat antara semen dan agregat. Umumnya, air yang digunakan dalam proses pencampuran beton seharusnya memenuhi standar untuk air minum. Air tersebut diharapkan tidak mengandung jumlah padatan tersuspensi atau terlarut yang berlebihan, dan harus bebas dari bahan organik (Mindess et al., 2003).

Kebutuhan air sebagai elemen struktural suatu bangunan sudah menjadi ketentuan, sesuai dengan penggunaannya, diatur sesuai dengan Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia (PUBI-1982). Persyaratan ini mencakup kriteria berikut:

1. Air harus bersih.
2. Kandungan lumpur, minyak, atau zat terapung lain yang dapat terlihat secara visual tidak diizinkan.
3. Di dalam air tidak boleh ada kandungan padatan tersuspensi melebihi 2 gram per liter.
4. Air harus bebas dari garam-garam larut yang merusak beton, seperti asam dan zat organik, tetapi mengandung paling banyak 15 gram per liter. Kandungan klorida (Cl) dilarang > 500 ppm dan senyawa sulfat berupa SO₃ dilarang > 1000 ppm.
5. Air yang memiliki kualitas yang dipertanyakan harus mengikuti pengujian dan evaluasi kimia.

2.5. Bahan Tambah (*Admixture*)

Bahan tambah admixture biasanya dimaksudkan untuk mengubah perilaku beton pada saat pelaksanaan atau untuk meningkatkan kinerja beton pada saat pelaksanaan. Macam-macam admixture yang sering digunakan di Indonesia adalah

4.1 *Water Reducing Admixture* (WRA)

Merupakan bahan tambah yang berfungsi untuk mengurangi penggunaan air pengaduk untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu. Dengan menambahkan *Water Reducing Admixture* (WRA) ke dalam beton maka dengan fas (kadar air dan semen) yang sama akan didapatkan beton dengan nilai slump

yang lebih tinggi. Dengan slump yang lebih tinggi, maka beton akan lebih mudah dituang, diaduk dan dipadatkan. Karena jumlah semen dan air tidak dikurangi dan workability meningkat maka akan diperoleh kekuatan tekan beton keras yang lebih besar dibandingkan beton tanpa WRA.

4.2 Retarding Admixture

Merupakan bahan tambahan yang berfungsi menghambat pengikatan beton. Biasanya digunakan pada saat kondisi cuaca panas, memperpanjang waktu untuk pematatan, pengangkutan dan pengecoran.

4.3 Accelerating Admixture

Merupakan bahan tambah yang berfungsi untuk mempercepat pengikatan dan pengembangan kekuatan awal beton. Bahan ini digunakan untuk mengurangi lamanya waktu pengeringan dan mempercepat pencapaian kekuatan awal beton.

4.4 Water Reducing and Retarding Admixture

Merupakan bahan tambahan berfungsi ganda untuk mengurangi jumlah air pencampuran yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu dan menghambat pengikatan beton.

4.5 Water Reducing and Accelerating Admixture

Merupakan bahan tambah yang berfungsi ganda yaitu untuk mengurangi jumlah air pengaduk yang diperlukan pada beton tetapi tetap memperoleh adukan dengan konsistensi tertentu sekaligus mempercepat proses pengikatan awal dan pengerasan beton.

2.6. Peneliti Terdahulu

Penelitian terdahulu telah dilakukan untuk tujuan perbandingan dan referensi. Bertujuan juga untuk menghindari kesamaan dengan penelitian saat ini, maka dalam tinjauan pustaka ini peneliti menyajikan hasil penelitian sebelumnya sebagai berikut.

No	Judul Penelitian	Peneliti	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
Penelitian terdahulu tentang <i>fly ash</i> sebagai pengganti semen pada beton					
1	<i>Fly ash</i> sebagai bahan pengganti semen pada beton (2018)	Miraseetiawati	Tujuan dari penelitian ini adalah menggantikan penggunaan semen dengan menggunakan <i>fly ash</i> dalam campuran beton dengan perbandingan tertentu	Metode yang digunakan dalam penelitian ini bersifat <u>eksperimental</u> dengan data dan temuan yang diperoleh melalui serangkaian uji laboratorium dan investigasi.	Hasil analisa dan pembahasan terhadap penelitian maka bisa diambil kesimpulan bahwa penggunaan <i>fly ash</i> sebagai bahan pengganti memberikan pengaruh pada beton. Hal ini dapat terlihat bahwa diawal umur beton, terjadi peningkatan kekuatan 60% dari beton normal. Peningkatan kekuatan beton tertinggi terjadi pada penggunaan <i>fly ash</i> 12,5%.

No	Judul Penelitian	Peneliti	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
Penelitian terdahulu tentang <i>fly ash</i> dan serat serabut kelapa sebagai pengganti semen pada beton					
2	Penambahan <i>fly ash</i> dan serat serabut kelapa sebagai bahan pembuatan beton (2019)	Eko Siswanto, April Gunarto.	Tujuan dari penelitian ini adalah membuat beton dengan campuran <i>fly ash</i> dan serat kelapa	Metode yang digunakan dalam penelitian ini bersifat eksperimental, pengujian dilakukan di laboratorium teknik sipil universitas kadir	Hasil analisa dan pembahasan terhadap penelitian maka bisa diambil kesimpulan bahwa rata – rata tiap variasi beton dapat disimpulkan bahwa hasil kuat tekan beton dengan penambahan serat serabut kelapa dan <i>fly ash</i> mampu mencapai target K-225 pada variasi BT 10% dengan sebesar 252 kg/cm ² hasil kuat tekan



No	Judul Penelitian	Peneliti	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
Penelitian terdahulu tentang <i>fly ash</i> dan serat serabut kelapa sebagai pengganti semen pada beton					
3	Perancangan beton <i>self compacting concrete</i> (beton memadat sendiri) dengan penambahan <i>fly ash</i> dan <i>structuro</i> (2012)	Kukun Rusyandi, Jamal Mukodas, Yadi Gunawan...	Tujuan dari penelitian ini adalah membuat beton SCC dengan campuran <i>fly ash</i> dan <i>structure</i>	Dua jenis sumber data yang digunakan dalam penelitian ini: data primer yang diperoleh dari observasi laboratorium dan data sekunder yang diperoleh dari literatur tentang beton self-compacting.	Dari percobaan dan pengujian yang dilakukan dalam Beton SCC ini dapat diambil kesimpulan, yaitu: 1. Penggunaan <i>fly ash</i> ternyata dapat digunakan sebagai Filler atau bahan pengganti semen dalam pembuatan rancangan beton <i>Self Compacting Concrete</i> . Sebaiknya penggunaan <i>fly ash</i> yaitu 20%. 2. Penggunaan admixture <i>Structuro</i> dalam batas nilai tertentu sangat dominan pengaruhnya terhadap workability campuran beton SCC maupun kekuatan dan mutu beton yang dihasilkan. Sifat <i>water reducer</i> yang tinggi pada <i>Structuro</i> dapat

				<p>menjaga nilai factor air semen tetap rendah dengan tidak mengurangi workabilitas campuran beton yang diharapkan.</p> <p>3.Penggunaan Structuro diatas 2,5% hendaknya dihindari karena selain penambahan dosis tersebut tidak efektif terhadap kemampuan mereduksi airnya semakin kecil juga akan timbul efek-efek negatif yang tidak diharapkan yaitu segregation dan bleeding</p>
--	--	--	---	---

2.7. Keaslian penelitian

Topik yang dibahas pada penelitian ini merupakan pengembangan dari penelitian terdahulu yang telah dipaparkan sebelumnya. Adapun perbedaan penelitian terdahulu dan penelitian sekarang dapat dilihat pada Tabel 2.5

Tabel 2.5 Perbedaan Antara Peneliti Terdahulu dan Sekarang

Peneliti	Penelitian Sebelumnya Substansi penelitian	Peneliti Sekarang Subtansi penelitian
Mutfi amir sultan, Imran, Muhammad Faujan.	-Menggunakan komposisi <i>fly ash</i> sebesar 10%,15%,20%,25 dan 25%. -menghasilkan kuat tekan maksimum pada presentase 20% sebesar 29,43 MPa -Nilai slump menurun dari 8 cm sampai 1,5 cm	Menggunakan komposisi <i>fly ash</i> PLTU Jepara ditambah bahan <i>admixture</i> sika <i>concrete</i>

(Sumber Analisis Peneliti)

Tabel 2.6 Hasil Peneliti Terdahulu

	Kuat Tekan	Slump
Sampel		
Beton Normal	23,28 MPa	8 cm
Beton FA 10%	24,24 MPa	5 cm
Beton FA 15%	27,13 MPa	4 cm
Beton FA 20%	29,43 MPa	3 cm
Beton FA 25%	28,66 MPa	1,75 cm
Beton FA 30%	23,09 MPa	1,5 cm

(Sumber Analisis Peneliti)

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Persiapan

Dalam penelitian metode yang digunakan yaitu metode eksperimental-laboratoris. Pada penelitian ini dilakukan dalam skala laboratorium dengan membuat benda uji yang berbentuk silinder beton dengan ukuran 150 x 300 mm. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil UNISSULA Semarang.

Persiapan yang harus dilakukan peneliti sebelum melaksanakan penelitian adalah sebagai berikut :

1. Mempersiapkan peralatan tulis, skema kerja serta *logbook* guna melakukan pencatatan rutin terhadap data yang diperoleh selama kegiatan penelitian.
2. Mempersiapkan semua peralatan yang sudah dibersihkan terlebih dahulu dari kotoran sebelum digunakan.
3. Mempersiapkan semua bahan yang akan dibutuhkan dalam penelitian dan menakarnya sesuai dengan kebutuhan penelitian.
4. Memastikan tempat pencetakan yang akan digunakan untuk pengisian beton terbebas dari kotoran.
5. Memastikan timbangan digital yang digunakan sudah sesuai ketelitian yaitu 1 gram.
6. Mengecek kembali semua peralatan yang digunakan harus sesuai *standard* dan dapat digunakan dengan baik.

3.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian diantaranya sebagai berikut :

1. Semen

Semen yang digunakan dalam penelitian adalah semen Gresik dengan berat 40 kg.



Gambar 3.1 Semen

(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

2. Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan yaitu berupa Pasir Muntilan.



Gambar 3.2 Pasir

(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

3. Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian yaitu menggunakan batu pecah yang berukuran 20-30 mm.



Gambar 3.3 Batu Pecah

(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

4. Air

Air yang digunakan untuk penelitian adalah air laboratorium Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung.

5. *Fly Ash*

Fly Ash yang digunakan dalam penelitian menggunakan *Fly Ash* berasal dari PLTU Tanjung Jati B Jepara

3.3 Peralatan

Peralatan yang digunakan untuk melakukan penelitian antara lain :

1. Timbangan

Timbangan yang digunakan adalah timbangan digital untuk mengukur berat dari agregat dan beton.

2. Ayakan

Ayakan yang digunakan yaitu ayakan untuk agregat dengan ukuran variasi ukuran lubang saringan berkisar 4,80 mm; 1,20 mm; 0,6 mm; 0,3 mm; dan 0,015 mm dengan dilengkapi tutup ayakan serta digetarkan dengan alat penggetar saringan.

3. Gelas Ukur

Gelas ukur yang digunakan untuk penelitian ini berguna untuk mengukur kapasitas air yang diperlukan dalam pembuatan beton silinder dan untuk penakaran jumlah *admixture* yang ditambahkan

4. Piknometer

Piknometer digunakan dalam penelitian untuk menentukan kadar lumpur agregat.

5. Oven

Oven digunakan untuk mengeringkan agregat agar sesuai dengan ketentuan yang diperlukan..

6. Cetakan Beton Silinder

Cetakan ini digunakan sebagai wadah cetak setelah beton selesai dicampur.

7. Mesin Uji Tekan

Mesin Uji Tekan digunakan sebagai alat untuk mencari nilai tekan pada beton yang diuji.

8. Alat Pendukung

Alat pendukung yang digunakan dalam penelitian ini berupa ember, sekop, selang air dan lain-lain.

3.4 Pelaksanaan

Sebelum melakukan pembuatan benda uji, material yang akan digunakan harus diperiksa agar beton yang dihasilkan mempunyai kualitas yang baik.

A. Pemeriksaan Bahan

1. Agregat Halus

Pemeriksaan agregat halus dilakukan dengan tiga jenis yaitu :

a. Kadar Lumpur

Pengujian kadar lumpur pada agregat halus dapat dihitung menggunakan rumus :

$$\frac{v_1}{v_1 + v_2} \times 100\% \dots\dots\dots (3.1)$$

Dimana :

V1 = Volume pasir

V2 = Volume lumpur (mm³)

b. Kadar Air

Pengujian kadar air dihitung menggunakan rumus :

$$\text{Kadar Air : } \frac{b - c}{c - a} \times 100\% \dots\dots\dots (3.2)$$

Dimana :

a = Berat cawan (gram)

b = Berat cawan + agregat sebelum di oven (gram)

c = Berat cawan + agregat setelah di oven (gram)

Adapun prosedur yang di terapkan dalam pengujian kadar air pada agregat sebagai berikut :

1. Menentukan berat benda uji hingga 0,1% massa (W1), (Massa benda uji adalah massa wadah dan benda uji yang dikurangi dengan massa wadah)
2. Keringkan benda uji langsung dengan pemanas dalam wadah menggunkan pemanas, lakukan dengan teliti agar tidak ada partikel yang hilang agar timbangan tidak akan terpengaruh.
3. Setelah benda uji di dinginkan, timbang ke massa yang mendekati 0,1% (W2). Massa benda uji teringan hanya berkurang dari 0,1% setelah dilakukan pemanasan tambahan.

c. Analisa Saringan

$$\text{Berat kehilangan} = \frac{b1-b2}{b1} \times 100\% \dots\dots\dots (3.3)$$

Dimana :

b1 = Berat agregat semula (gram)

b2 = Berat agregat setelah disaring (gram)

$$\text{MHB} = \frac{\Sigma \% \text{ Kumulatif Agregat Tertinggal}}{\text{Berat Jenis Tertinggal}} \dots\dots\dots (3.4)$$

Dimana :

MHB : Modulus Halus Butir (%)

Berikut adalah cara pengujian analisa saringan pada agregat yaitu:

- a. Benda uji dikeringkan terlebih dahulu menggunakan oven sampai berat tetap konstan pada $(110 + 5) ^\circ\text{C}$.
- b. Untuk menyaring benda uji gunakan ayakan mulai dari atas dengan ukuran terbesar kemudian paling bawah dengan ukuran paling kecil. Kemudian saringan diguncang selama 15 menit baik secara manual maupun mekanis.

2. Agregat Kasar

Pengujian pada agregat kasar dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu :

a. Kadar Lumpur

Pengujian kadar lumpur pada agregat halus dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Kadar lumpur} = \frac{v1}{v1 + v2} \times 100\% \dots\dots\dots (3.5)$$

Dimana :

v_1 = Volume pasir

$v_2 =$ Volume lumpur

b. Kadar Air

Pengujian kadar air dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Kadar Air} : \frac{b - c}{c - a} \times 100\% \dots\dots\dots(3.6)$$

Dimana :

a = Berat cawan (gram)

b= Berat cawan + agregat sebelum dioven (gram)

c = Berat cawan + agregat sesudah dioven (gram)

Adapun prosedur yang di lakukan dalam pengujian kadar air pada agregat sebagai berikut :

1. Menentukan berat benda uji hingga 0,1% massa (W1). Massa benda uji yaitu massa wadah dan benda uji dikurangi massa wadah.
2. Keringkan terlebih dahulu benda uji dalam wadah menggunakan pemanas, lakukan dengan teliti agar tidak kehilangan partikel yang dapat merusak keseimbangan.
3. Setelah benda uji dingin, lakukan penimbangan ke massa terdekat yaitu 0,1% (W2). Benda uji dianggap kering apabila pemanasan berikutnya hanya menyebabkan penurunan massa kurang dari 0,1%.

c. Analisa Saringan

$$\text{Berat Kehilangan} \frac{b-c}{c-a} \times 100\% \dots\dots\dots(3.7)$$

Dimana:

b1 = Berat agregat semula (gram)

b2 = Berat agregat setelah disaring (gram)

$$\text{MHB} = \frac{\Sigma \% \text{ Kumulatif Agregat Tertinggal}}{\text{Berat Jenis Tertinggal}} \dots\dots\dots(3.8)$$

Dimana :

MHB = Modulus halus butir (%)

B. Pembuatan Beton

1. Penakaran

Dalam melakukan penakaran digunakan alat timbangan untuk mengetahui takaran

dari komposisi campuran beton. Komposisi yang digunakan yaitu 1 : 0,64 : 0,42 : 1,8.

2. Pencampuran

Semua bahan yang telah diukur takaran komposisinya lalu dimasukkan ke mesin pengaduk beton. Untuk mempermudah pencampuran antar agregat dilakukan penambahan air secara bertahap.

3. Uji *Slump*

Adukan yang sudah merata kemudian dimasukan kedalam kerucut abrams dan dipadatkan dengan tongkat pemadat. Ketika permukaan campuran beton mengecil setelah kerucut abram ditarik, pengukuran nilai slump dihitung. Nilai *slump* diambil dari penurunan adukan yang terjadi setelah kerucut abrams ditarik.

Pengujian slump dilakukan sebagai berikut (PBI, 1971:37):

- a. Umumnya kerucut abrams memiliki diameter bawah 20cm diameter atas 10cm, dan tinggi 30cm. Pada saat pengujian diletakan di permukaan yang rata.
- b. Pengisian adukan dilakukan secara bertahap dari lubang bagian atas.
- c. Setiap pengisian 1/3 volume kerucut dilakukan penusukan menggunakan batang besi 10 kali agar adukan menjadi padat dan diberi jeda 1/2 menit tiap 1/3 pengisian. Pengisian dilakukan dengan mengikuti langkah diatas sampai kerucut penuh. Kemudian pembersihan sisa adukan diarea kerucut untuk dimulainya pengangkatan kerucut abrams ke arah atas.
- d. Pengamatan dilakukan dengan mengukur penurunan adukan dari titik atas yaitu tinggi kerucut itu sendiri.
- e. Nilai penurunan itulah yang kemudian disebut dengan nilai *slump test*.

4. Pengecoran dan Pemadatan.

Pengecoran dilakukan 3 lapis di cetakan silinder berukuran 150 x 300 mm. Setiap lapis pengecoran beton silinder ditusuk sebanyak 25 kali secara merata dan setelah pengecoran selesai, setelah diisi dengan beton baru, beton dibiarkan selama 24 jam. Metode pemadatan dilakukan dengan penumbukan adonan selama penuangan ke cetakan silinder.

5. Perawatan Beton (*curing*)

Pada beton yang sudah dilepas dari cetakan selama 2 hari dilakukan perawatan beton dengan merendam secara bertahap pada hari ke-7, hari ke-14, hari ke-28, dst.

6. Pengukuran Berat Volume.

Rumus pengujian berat volume:

$$y = \frac{W}{V} \dots\dots\dots (3.8)$$

γ = Berat jenis beton (gr/cm³)

W= berat beton (gr)

V= Volume silinder beton (cm³)

7. Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian dilakukan dengan pemberian pembebanan pada benda uji menggunakan *concrete pressure machine* pada saat beton keras yaitu umur 28 hari.

Pengujian kuat tekan beton dilakukan seperti langkah laangkah berikut:

- a. Uji kuat tekan benda uji harus segera dilakukan setelah pemindahan dari tempat pelembaban.
- b. Tempatkan alas tekan datar bawah dengan kuat menghadap ke atas pada penampang bidang datar mesin uji kuat tekan.
- c. Beri pembebanan secara bertahap secara stabil.
- d. Pembebanan dilakukan hingga terjadi *failure* pada benda uji, dan catat beban maksimum yang mampu ditahan oleh benda uji selama pembebanan. Catat tipe kehancuran dan kondisi fisik pada benda uji.

3.5 Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan untuk mengubah dan memproses agar data yang didapat mudah dipahami. Pengolahan data dilakukan dengan mengolah data yang didapat dari hasil pengujian beberapa variabel yang berkaitan dengan rencana penelitian guna mendapat informasi yang dapat menunjang kelengkapan data penelitian.

3.6 Analisis Data

Analisis data pada sifat – sifat teknis agregat beton dilakukan sebagai berikut:

- a. Kadar air

$$\text{Kadar Air} = \frac{w_2 - w_1}{w_1} \times 100\% \dots\dots\dots (3.10)$$

Dimana:

W1 = Berat beton dalam keadaan kering mutlak (*dioven*)

W2 = Berat beton setelah direndam

b. Kadar Lumpur

$$\text{Kadar Lumpur} = \frac{v2}{v1 + v2} \times 100\% \dots\dots\dots (3.11)$$

Dimana:

V1 = Volume pasir

V2 = Volume lumpur (mm³)

c. Analisa Saringan

$$\text{Berat Kehilangan} = \frac{b1 - b2}{b1} \times 100\% \dots\dots\dots (3.12)$$

Dimana:

b1 = Berat agregat semula (gr)

b2 = Berat agregat setelah disaring (gr)

$$\text{MHB} = \frac{\sum \% \text{ kumulatif agregat tertinggal}}{\text{jumlah berat tertahan}} \dots\dots\dots (3.13)$$

Dimana:

MHB = Modulus halus butir (%)

Pengolahan analisis data untuk mengetahui perbandingan karang terhadap berat volume sebagai berikut:

Pengolahan analisis data kuat tekan beton optimum dari 3 komposisi beton agregat kasar pecahan karang dibandingkan dengan agregat normal adalah sebagai berikut:

d. Kuat Tekan

$$f'c = \frac{p}{A} \dots\dots\dots (3.15)$$

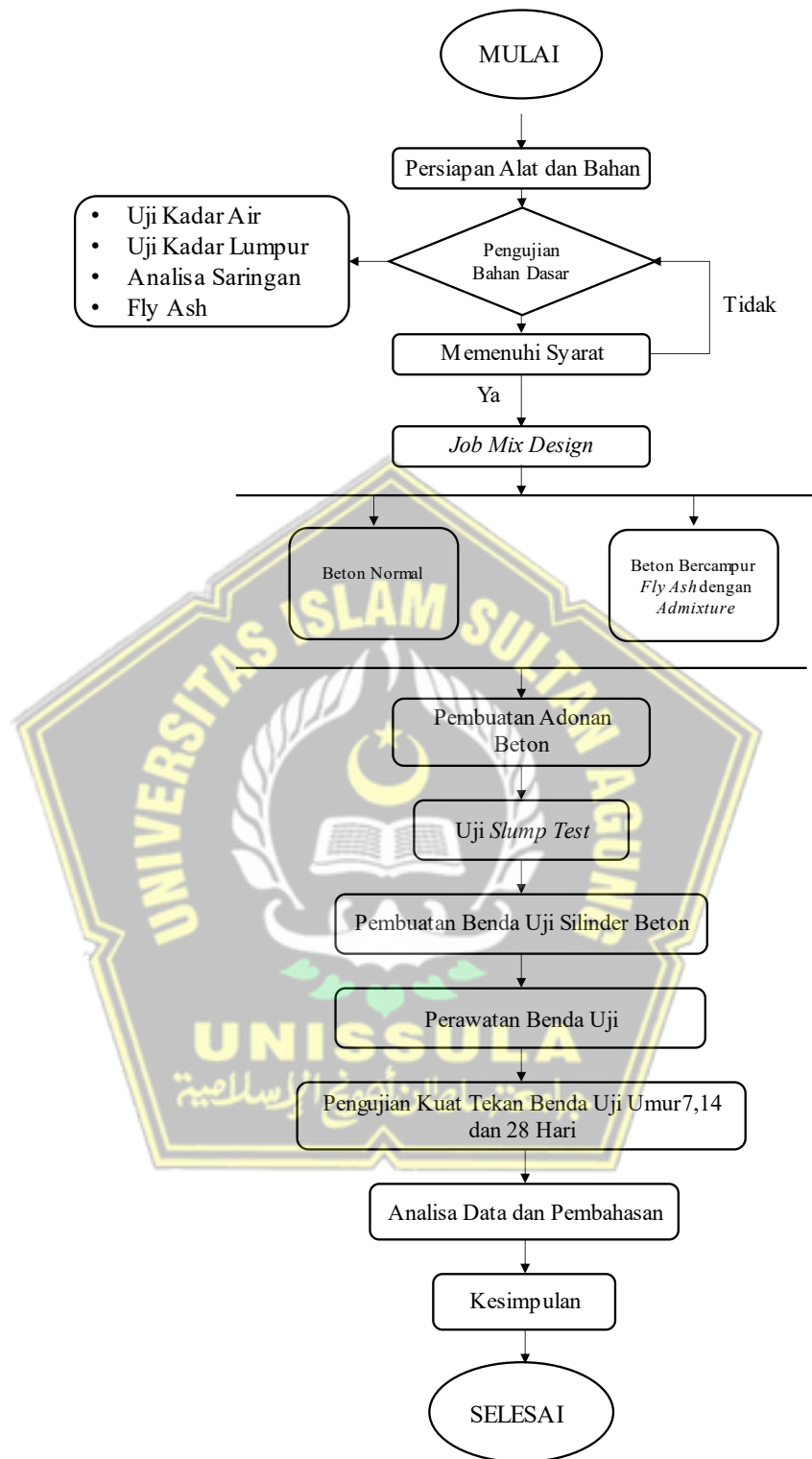
Dimana:

f'c = Kuat tekan beton (kg/cm²)

p = Beban maksimum yang mengakibatkan silinder hancur (kg)

A = Luas penampang benda uji (cm²)

3.7 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.4 Diagram Air Penelitian

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pemeriksaan Material

Pemeriksaan material agregat dilakukan dengan beberapa tahap pemeriksaan dan pengujian bahan sehingga dapat memperoleh hasil yang menunjukkan karakteristik tiap agregat halus maupun kasar. Pemeriksaan material agregat terdiri dari beberapa tahapan pengujian meliputi kadar air, kadar lumpur, dan analisa saringan. Berikut adalah data dari hasil pengujian :

4.1.1 Agregat Halus

1. Pemeriksaan Kadar Air

a. Tujuan :

Menentukan presentase kandungan kadar air yang terkandung pada agregat halus, hasil dari pengujian bertujuan untuk menentukan kualitas beton dan menentukan komposisi campuran beton.

b. Pedoman :

Mengacu SNI 1969:2008, kadar air pada agregat halus yang disyaratkan adalah antara 0,2% - 4,0% sehingga agregat halus boleh digunakan karena memenuhi standar.

c. Hasil Pemeriksaan :

1. Percobaan I

Berat cawan (a) = 45 gr

Berat cawan + agregat sebelum dioven (b) = 345 gr

Berat cawan + agregat sesudah dioven (c) = 335 gr

$$\text{Kadar air I} = \frac{b-c}{c-a} \times 100\%$$

$$= \frac{345 - 335}{335 - 45} \times 100\%$$

$$= 3\%$$

2. Percobaan II

Berat cawan (a) = 45 gr

Berat cawan + agregat sebelum dioven (b) = 345 gr

Berat cawan + agregat sesudah dioven (c) = 335 gr

$$\begin{aligned}\text{Kadar air II} &= \frac{b-c}{c-a} \times 100\% \\ &= \frac{345 - 335}{335 - 45} \times 100\% \\ &= 3\%\end{aligned}$$

3. Kadar air rata – rata

Kadar air percobaan I = 3%

Kadar air percobaan II = 3%

$$\begin{aligned}\text{Kadar air rata – rata} &= \frac{\text{kadar air I} + \text{kadar air II}}{\text{jumlah percobaan}} \\ &= \frac{3 + 3}{2} \\ &= 3\%\end{aligned}$$

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Halus Pasir

Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung (UNISSULA) Semarang					
percobaan	Berat cawan (gr)	Berat cawan + agregat sebelum dioven (gr)	Berat cawan + agregat setelah dioven (gr)	Kadar air (%)	Kadar air rata - rata (%)
I	45	345	335	3	3
II	45	345	335	3	

(Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium Fakultas Teknik UNISSULA)

Pengujian kadar air agregat halus mendapat nilai rata – rata pada 3% dengan penurunan berat agregat halus semula pada tiap percobaan sebanyak 10 gr. Berdasarkan peraturan pada SNI 1969:2008 kadar air yang di syartkan pada agregat halus adalah 0,2% - 4,0%, sehingga agregat

2. Pemeriksaan Kadar Lumpur

a. Tujuan :

Menentukan presentase kandungan lumpur pada agregat halus sesuai syarat yang ditentukan, agregat perlu dicuci apabila kadar lumpur melebihi syarat yang ditentukan.

b. Pedoman :

Mengacu ASTM C117, kandungan lumpur pada agregat halus rata - rata adalah tidak lebih dari 5%.

c. Hasil Pemeriksaan :

1. Percobaan I

$$\begin{aligned} \text{Volume pasir (V1)} &= 300 \text{ ml} \\ \text{Volume lumpur (V2)} &= 10 \text{ ml} \\ \text{Kadar Lumpur} &= \frac{v2}{v1+v2} \times 100\% \\ &= \frac{10}{300+10} \times 100\% \\ &= 3\% \end{aligned}$$

2. Percobaan II

$$\begin{aligned} \text{Volume pasir (V1)} &= 300 \text{ ml} \\ \text{Volume lumpur (V2)} &= 10 \text{ ml} \\ \text{Kadar Lumpur} &= \frac{v2}{v1+v2} \times 100\% \\ &= \frac{10}{300+10} \times 100\% \\ &= 3\% \end{aligned}$$

3. Kadar lumpur rata – rata

$$\begin{aligned} \text{Kadar lumpur percobaan I} &= 3\% \\ \text{Kadar lumpur percobaan II} &= 3\% \\ \text{Kadar lumpur rata – rata} &= \frac{\text{kadar lumpur I} + \text{kadar lumpur II}}{\text{jumlah percobaan}} \\ &= \frac{3 + 3}{2} \\ &= 3\% \end{aligned}$$

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Kadar Agregat Halus Pasir

Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung (UNISSULA) Semarang				
Percobaan	Volume pasir (ml)	Volume lumpur (ml)	Kadar lumpur (%)	Kadar lumpur rata -rata (%)
I	300	10	3	3
II	300	10	3	

(Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium Fakultas Teknik UNISSULA)

Pengujian kadar lumpur agregat halus mendapat rata – rata kadar lumpur 3%, dengan percobaan pertama terdapat 3% kadar lumpur dan percobaan kedua 3%

kadar lumpur. Hal ini sudah memenuhi standar kadar lumpur agregat halus menurut ASTM C117 dimana kadar lumpur agregat halus tidak lebih dari 5%, sehingga agregat halus tidak perlu dicuci.

3. Analisa Saringan

a. Tujuan :

Mengetahui gradasi butiran dari agregat halus dan menghitung nilai MHB (modulus halus butiran)

b. Pedoman :

Mengacu ASTM C33-2016, MHB agregat halus (modulus halus butiran) yang baik biasanya berkisar 1,5% hingga 3,8%.

c. Hasil Pemeriksaan

Tabel 4.3 Hasil Penyaringan Agregat Halus

Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung (UNISSULA) Semarang				
No.	Ukuran saringan (mm)	Berat cawan (gr)	Berat cawan + agregat (gr)	Berat agregat (gr)
1	9,5	45	45	0
2	4,7	45	55	10
3	2,38	45	135	90
4	1,19	45	155	110
5	0,59	45	460	415
6	0,27	45	325	280
7	0,15	45	95	50
8	PAN	45	45	0
Jumlah				955

(Sumber : Hasil Pengujian di Laboratorium Fakultas Teknik UNISSULA)

$$1. \text{ Tertahan komulatif } \varnothing 0,15 = \frac{50}{955} \times 100\% = 5,24\%$$

a. Komulatif agregat tertinggal

$$1. \text{ Lolos saringan } \varnothing 9,5 = (0 + 0)\% = 0\%$$

$$2. \text{ Lolos saringan } \varnothing 4,7 = (0 + 1,05)\% = 1,05\%$$

$$3. \text{ Lolos saringan } \varnothing 2,38 = (1,05 + 9,42)\% = 10,47\%$$

$$4. \text{ Lolos saringan } \varnothing 1,19 = (10,47 + 11,52)\% = 21,99\%$$

5. Lolos saringan \emptyset 0,59 = (21,60 + 43,46)% = 65,45%
 6. Lolos saringan \emptyset 0,27 = (65,45 + 29,32)% = 94,76%
 7. Lolos saringan \emptyset 0,15 = (94,76 + 5,24)% = 100%
- b. Present finer (f) = 100% - komulatif agregat tertinggal
1. Tertahan komulatif \emptyset 9,5 = 100% - 0% = 100%
 2. Tertahan komulatif \emptyset 9,5 = 100% - 1,05% = 98,95%
 3. Tertahan komulatif \emptyset 9,5 = 100% - 10,47% = 89,53%
 4. Tertahan komulatif \emptyset 9,5 = 100% - 21,99% = 78,01 %
 5. Tertahan komulatif \emptyset 9,5 = 100% - 65,45% = 34,55%
 6. Tertahan komulatif \emptyset 9,5 = 100% - 94,76% = 5,24%
 7. Tertahan komulatif \emptyset 9,5 = 100% - 100% = 0,00%

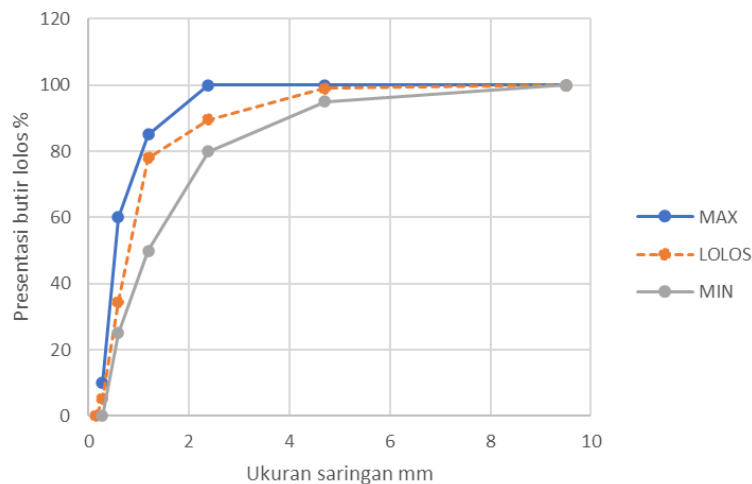
Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Penyaringan Agregat Halus Pasir

No.	Ukuran saringan (mm)	Berat agregat (gr)	Presentase agregat tertinggal (%)	Komulatif agregat tertinggal (gr)	Present finer (%)	ASTM C33	
						MIN (%)	MAX (%)
1	9,5	0	0,00	0,00	100,00	100	100
2	4,7	10	1,05	1,05	98,95	95	100
3	2,38	90	9,42	10,47	89,53	80	100
4	1,19	110	11,52	21,99	78,01	50	85
5	0,59	415	43,46	65,45	34,55	25	60
6	0,27	280	29,32	94,76	5,24	0	10
7	0,15	50	5,24	100,00	0,00	-	-
Jumlah		955	100	293,72	406,28	-	-

(Sumber : Hasil Pengujian di Laboratorium Fakultas Teknik UNISSULA)

Berdasarkan tabel diatas, dapat dihitung nilai dari MHB (modulus halus butir) sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{MHB} &= \frac{\sum \% \text{ Kumulatif Agregat Tertinggal}}{\text{jumlah Berat Tertahan}} \\
 &= \frac{293,72}{100} \\
 &= 2,93\%
 \end{aligned}$$



Gambar 4.1 analisa saaringan agregat halus
(Sumber Analisa Peneliti)

Dari hasil pengujian, agregat yang lolos berada pada batas gradasi yang telah ditentukan, artinya agregat halus pasir dapat dipakai karena memenuhi kriteria agregat halus yang baik dengan modulus kehalusan sebesar 2,93%. MHB agregat halus termasuk dalam kategori standar, umumnya MHB agregat halus yang baik biasanya berkisar antara 1,5% - 3,8% (ASTM C33-2016).

4.1.2 Agregat Kasar

1. Pemeriksaan Kadar Air

a. Tujuan :

Untuk mengetahui kadar air yang terkandung pada agregat dalam bentuk presentase karena kadar air pada agregat dapat mempengaruhi beton.

b. Pedoman :

Mengacu SNI 1969:2008, kadar air yang terkandung pada agregat kasar adalah antara 0,2% hingga 4,0%.

c. Hasil Pemeriksaan :

1. Percobaan I

Berat cawan (a) = 45 gr

Berat cawan + agregat sebelum dioven (b) = 345 gr

Berat cawan + agregat sesudah dioven (c) = 340 gr

$$\text{Kadar air I} = \frac{b-c}{c-a} \times 100\%$$

$$= \frac{345 - 340}{340 - 45} \times 100\%$$

$$= 2\%$$

2. Percobaan II

Berat cawan (a) = 45 gr

Berat cawan + agregat sebelum dioven (b) = 345 gr

Berat cawan + agregat sesudah dioven (c) = 340 gr

$$\text{Kadar air II} = \frac{b-c}{c-a} \times 100\%$$

$$= \frac{345 - 340}{340 - 45} \times 100\%$$

$$= 2\%$$

3. Kadar air rata – rata

Kadar air percobaan I = 2%

Kadar air percobaan II = 2%

$$\text{Kadar air rata – rata} = \frac{\text{kadar air I} + \text{kadar air II}}{\text{jumlah percobaan}}$$

$$= \frac{2 + 2}{2}$$

$$= 2\%$$

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Kadar Air agregat kasar split

percobaan	Berat cawan (gr)	Berat cawan + agregat sebelum dioven (gr)	Berat cawan + agregat setelah dioven (gr)	Kadar air (%)	Kadar air rata - rata (%)
I	45	345	340	2	2
II	45	345	340	2	

(Sumber Analisa Peneliti)

Pengujian kadar air agregat kasar mendapat nilai rata – rata pada 2% dengan penurunan berat agregat halus semula pada tiap percobaan sebanyak 5 gr. Berdasarkan peraturan pada SNI 1969:2008 kadar air yang di syartkan pada agregat kasar adalah 0,2% - 4,0%, sehingga agregat kasar dari hasil pengujian bisa dipakai.

2. Pemeriksaan Kadar Lumpur

a. Tujuan :

Untuk mengetahui prosentase kadar lumpur yang terkandung pada agregat kasar, karena kadar lumpur akan mempengaruhi kualitas beton.

b. Pedoman :

Mengacu ASTM C33-03, kadar lumpur pada agregat kasar yang baik yaitu kurang dari 1%. Kadar lumpur yang melebihi prosentase perlu dilakukan pencucian.

c. Hasil Pemeriksaan :

1. Percobaan I

Berat cawan (a) = 45 gr

Berat cawan + agregat sebelum dicuci (b) = 345 gr

Berat cawan + agregat sesudah dioven (c) = 335 gr

$$\begin{aligned}\text{Kadar lumpur I} &= \frac{b-c}{c-a} \times 100\% \\ &= \frac{345 - 335}{335 - 45} \times 100\% \\ &= 3\%\end{aligned}$$

2. Percobaan II

Berat cawan (a) = 45 gr

Berat cawan + agregat sebelum dioven (b) = 345 gr

Berat cawan + agregat sesudah dioven (c) = 335 gr

$$\begin{aligned}\text{Kadar lumpur II} &= \frac{b-c}{c-a} \times 100\% \\ &= \frac{345 - 335}{335 - 45} \times 100\% \\ &= 3\%\end{aligned}$$

3. Kadar lumpur rata – rata

Kadar lumpur percobaan I = 3%

Kadar lumpur percobaan II = 3%

$$\begin{aligned}\text{Kadar lumpur rata – rata} &= \frac{\text{kadar lumpur I} + \text{kadar lumpur II}}{\text{jumlah percobaan}} \\ &= \frac{3 + 3}{2} \\ &= 3\%\end{aligned}$$

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Kadar Lumpur agregat Kasar Split

Percobaan	Berat cawan (gr)	Berat cawan + agregat sebelum dicuci (gr)	Berat cawan + agregat setelah dioven (gr)	Kadar lumpur (%)	Kadar lumpur rata - rata (%)
I	45	345	335	3	3
II	45	345	335	3	

(Sumber Analisa Peneliti)

Pengujian kadar lumpur agregat kasar mendapat rata – rata kadar lumpur 3%, dengan percobaan pertama terdapat 3% kadar lumpur dan percobaan kedua 3% kadar lumpur. Hal ini sudah memenuhi standar kadar lumpur agregat kasar menurut ASTM C117 dimana kadar lumpur agregat halus tidak lebih dari 5%, sehingga agregat kasar tidak perlu dicuci.

3. Analisa Saringan

a. Tujuan :

Untuk mengetahui gradasi butiran agregat kasar guna menghitung MHB (modulus halus butir).

b. Pedoman :

Mengacu ASTM C33, MHB agregat kasar umumnya berkisar 6% - 7%.

c. Hasil Pemeriksaan :

Tabel 4.7 Hasil Penyaringan Agregat Kasar

No.	Ukuran saringan (mm)	Berat cawan (gr)	Berat cawan + agregat (gr)	Berat agregat (gr)
1	25	45	45	0
2	19	45	500	455
3	12,5	45	580	535
Jumlah				990

Berdasarkan tabel diatas. Hasil pengujian analisa saringan agregat kasar dihitung presentase pada masing – masing agregat sebagai berikut :

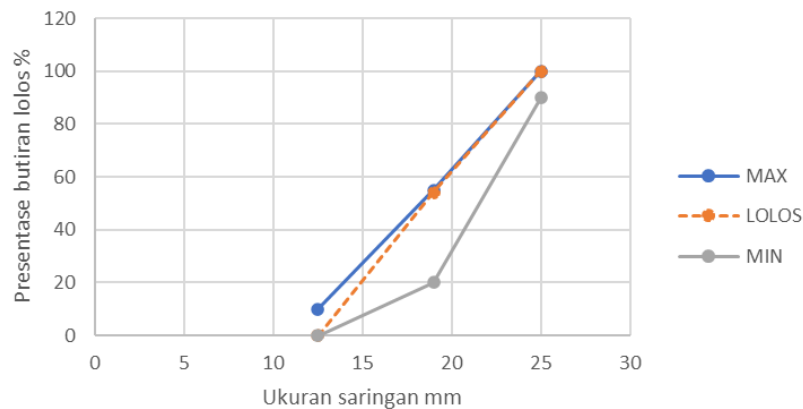
- a. Presentase agregat tertinggal $= \frac{c}{\Sigma c} \times 100\%$
1. Tertahan komulatif Ø 25 $= \frac{0}{990} \times 100\% = 0\%$
 2. Tertahan komulatif Ø 19 $= \frac{455}{990} \times 100\% = 45,96\%$
 3. Tertahan komulatif Ø 12,5 $= \frac{535}{990} \times 100\% = 54,04\%$
- b. Komulatif agregat tertinggal
1. Lolos saringan Ø 25 $= (0 + 0) = 0\%$
 2. Lolos saringan Ø 19 $= (0 + 45,96) = 45,96\%$
 3. Lolos saringan Ø 12,5 $= (45,96 + 54,04) = 100\%$
- c. Present finer (f) = 100% - komulatif agregat tertinggal
1. Saringan Ø 25 $= 100\% - 0 = 100\%$
 2. Saringan Ø 19 $= 100\% - 45,96\% = 54,04\%$
 3. Saringan Ø 12,5 $= 100\% - 100\% = 0\%$

Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Penyaringan Agregat Kasar Split

Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung (UNISSULA) Semarang								
No.	Ukuran saringan (mm)	Berat agregat (gr)	Presentase agregat tertinggal (%)	Komulatif agregat tertinggal (gr)	Present finer (%)	ASTM C33		
						MIN (%)	MAX (%)	
1	25	0	0,00	0,00	100,00	90	100	
2	19	455	45,96	45,96	54,04	20	55	
3	12,5	535	54,04	100,00	0,00	0	10	
Jumlah		990	100	145,96	-	-	-	

Berdasarkan tabel diatas, dapat dihitung nilai dari MHB (modulus halus butir) sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{MHB} &= \frac{\Sigma \% \text{ Kumulatif Agregat Tertinggal}}{\text{jumlah Berat Tertahan}} \\
 &= \frac{145,96}{100} \\
 &= 1,45\%
 \end{aligned}$$



Gambar 4.2 Analisa Saringan Agregat Kasar
(Sumber Analisa Peneliti)

Dari hasil pengujian, agregat yang lolos berada pada batas gradasi yang telah ditentukan, untuk MHB modulus halus butiran agregat kasar didapatkan 1,45%. Berdasarkan ASTM C33 MHB yang baik adalah antara 6% - 7%, jadi untuk MHB agregat kasar split tidak tergolong standar.

4.2 Pengujian Abu Terbang (*Fly Ash*)

Abu terbang diuji dengan metoda *X-Ray Fluorescence* untuk mengetahui presentase komposisi zat kimia yang terkandung. Pengujian ini bertujuan untuk menentukan tipe kelas abu terbang, pengujian dilakukan pada Laboratorium Undip. Hasil tersebut dapat dilihat dalam tabel

Tabel 4.9 Hasil Pengujian *Fly Ash*

Senyawa Kimia	Persentase komposisi
SiO ₂	39,2
Al ₂ O ₃	19,9
Fe ₂ O ₃	11,00
CaO	8,72
MgO	1,96
K ₂ O	1,76
P ₂ O ₅	0,316
TiO ₂	0,987

(Sumber : Laboratorium Undip Terpadu)

Tabel 4.10 Klasifikasi Persyaratan *Fly Ash*

	Hasil Pengujian	Kelas F	Kelas N	Kelas C
SiO ₂ +Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃	70,1%	>70%	>70%	>50%
CaO	8,72%	<10%	>20%	8-20%

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 4.10 abu terbang mengandung SiO₂ sebanyak 39,2%, Al₂O₃ sebanyak 19,9%, Fe₂O₃ sebanyak 11,00%, serta CaO sebanyak 8,72 %. Berdasarkan pengujian tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa abu terbang termasuk dalam kelas F karena jumlah SiO₂ + Al₂O₃ + Fe₂O₃ sebanyak 70,1% > 70%, dan CaO 8,72% < 10% menurut ASTM C 618.

4.3. Mix Design Beton

Mutu beton normal yang digunakan sebagai acuan adalah beton dengan f_c' 25 MPa dengan perancangan bahan penyusun beton mengacu SNI 7394:2008 Beton uji yang dibuat ada 2 bahan tambah yaitu *Fly Ash* dan *Admixture* dengan presentase kandungan yang berbeda-beda. Untuk presentase *Fly Ash* diambil dari total semen yang digunakan sedangkan *Admixture* dari total semen yang digunakan. Alat cetak yang dipergunakan merupakan cetakan silinder berukuran 150 mm x 300 mm. Rasio proporsi campuran beton yang diproduksi tercantum dalam tabel berikut.

Tabel 4.11 *Mix Design* SNI 2008

Kebutuhan Bahan	Per 1 m ³
Semen	413 kg
Agregat Halus	681 kg
Agregat Kasar	1021 kg
Air	215 liter

Tabel 4.12 Benda Uji dan Kode Benda Uji

Kode Benda Uji	Jenis Benda Uji
B1	Beton Normal
B2	Beton + Fly Ash 15%
B3	Beton + Fly Ash 20%
B4	Beton + Fly Ash 15%+Admixture 1%
B5	Beton + Fly Ash 20%+Admixture1%
B6	Beton + Fly Ash 15%+Admixture1%
B7	Beton + Fly Ash 20%+Admixture1%

Tabel 4.13 komposisi campuran

Kode benda uji	Semen (Kg)	Air (Liter)	Agregat halus (Kg)	Agregat Kasar (kg)	fly Ash		Admixture (Liter)	
					%	(kg)	%	
B1	2,41	1,14	3,97	5,95	0	0	0	0
B2	2,41	1,14	3,97	5,95	15	0,362	0	0
B3	2,41	1,14	3,97	5,95	20	0,482	0	0
B4	2,41	1,14	3,97	5,95	15	0,362	0,4	0,011
B5	2,41	1,14	3,97	5,95	20	0,482	0,4	0,011
B6	2,41	1,14	3,97	5,95	15	0,362	0,8	0,023
B7	2,41	1,14	3,97	5,95	20	0,482	0,8	0,023

(Sumber : Analisa Peneliti 2024)

4.4.Pemeriksaan Uji Slump

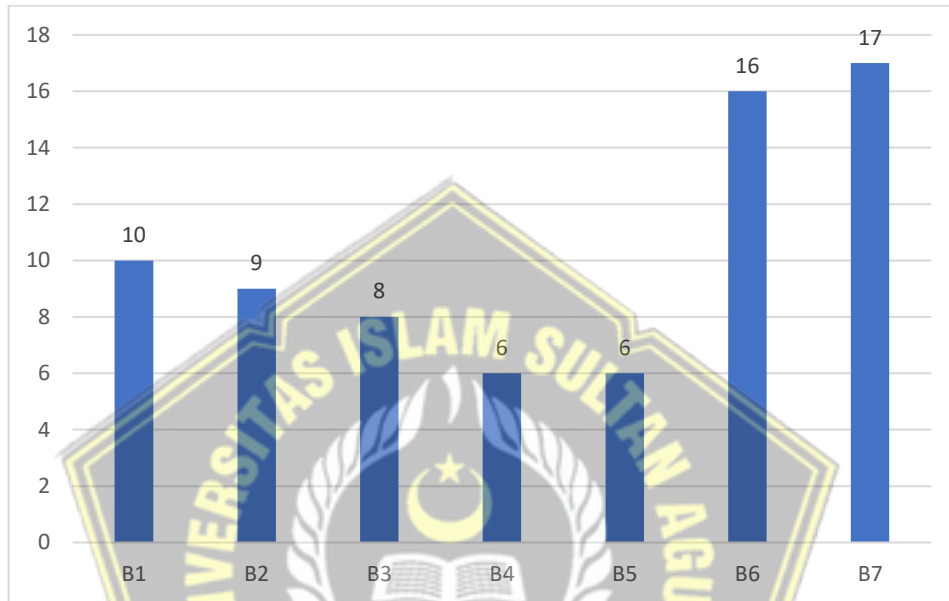
Penurunan beton mempengaruhi jumlah air yang digunakan dalam campuran beton. Kuantifikasi jumlah air yang dibutuhkan dalam campuran beton ditentukan berdasarkan nilai *slump*. Nilai *slump* rencana yang diambil adalah ukuran 60-180 mm.

Tabel 4.14 *Slump* Test

Jenis Beton	Hasil Pemeriksaan Slump
B1	10 cm
B2	9 cm
B3	8 cm
B4	6 cm
B5	6 cm
B6	16 cm
B7	17 cm

(Sumber Analisa Peneliti)

Dari hasil pengujian slump tersebut diperoleh berkurangnya dari awal mula beton normal 10 cm menjadi 9 cm dan 8 cm untuk penambahan *fly ash* 15% dan 20%. Sedangkan untuk penambahan *admixture* sebanyak 0,4% dapat disimpulkan mengalami pengurangan sebanyak 4 cm yang awalnya 10 cm menjadi 6 cm. Akan tetapi untuk *admixture* 0,8% mengalami penambahan yang awalnya 10 cm menjadi 16 cm dan 17 cm.



Gambar 4.3 Hasil *Slump Test*

(Sumber Analisa Peneliti)

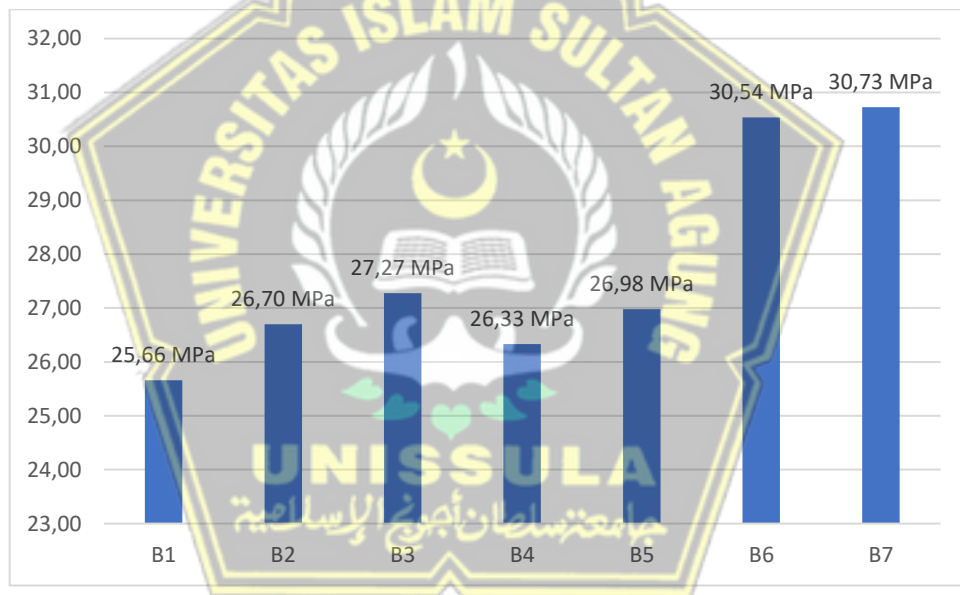
4.5 Pemeriksaan Kuat tekan

Uji kuat tekan beton dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari. Pengujian dilakukan dengan menggunakan alat *concrete Compressive Strength* tipe CO-320. Hasil pengujian yang dilakukan dengan alat tersebut menampilkan *Maximum Load* (P) dan *Maximum Strength* ($f'c$). Rumus yang digunakan untuk perhitungan kuat tekan benda uji beton seperti pada rumus (2.1)

Tabel 4.15 Hasil Pengujian Kuat Tekan

Benda Uji	Berat Beton	Benda uji 1	Benda uji 2	Benda uji 3	Benda uji 4	RATA-RATA
B1	13,08	23,23	27,38	25,07	26,96	25,66 MPa
B2	12,97	26,78	26,10	24,18	29,75	26,70 MPa
B3	12,79	30,80	29,95	22,68	25,66	27,27 MPa
B4	12,92	32,92	28,18	24,56	19,66	26,33 MPa
B5	13,00	34,80	28,86	16,83	27,44	26,98 MPa
B6	12,82	32,78	35,17	32,36	21,84	30,54 MPa
B7	12,87	30,20	36,28	33,21	23,22	30,73 MPa

(Sumber Hasil Analisis Peneliti)



(Gambar 4.4 Hasil Uji Kuat Tekan)

(Sumber Analisis Peneliti)

Beton B2 dan B3 cenderung sama dengan B1 walaupun dengan tambahan *fly ash* dan *admixture*, sedangkan pada B6 dan B7 terdapat penambahan *water reducing* sebanyak 0,8% yang mengakibatkan hasil kuat tekan sebesar 30,73 MPa. Sedangkan untuk penambahan *admixture* sebanyak 0,4% tidak mengalami peningkatan dibandingkan dengan B6 dan B7.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil percobaan sejumlah benda uji beton dan hasil analisis data percobaan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil pengujian lab kimia dalam penelitian ini, senyawa *Fly Ash* mengandung $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 > 70\%$ dan $\text{CaO} < 10\%$ oleh karena itu *Fly Ash* ini termasuk dalam kategori kelas F menurut ASTM C 618 dimana untuk campuran agregat beton kelas F Lebih efektif dibanding kelas C dan N.
2. Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan, nilai kuat tekan beton normal rata-rata sebesar 25,66 MPa, sedangkan dengan penambahan *Fly Ash* 20% kuat tekan meningkat sebesar 6% yaitu rata-rata 27,27 MPa. Pada benda uji beton dengan komposisi yang sama namun dengan penambahan *Fly Ash* 20% dan *Admixture* 0,8% tekan beton mengalami peningkatan secara signifikan sebesar 20% dengan rata-rata 30,74 MPa
3. Berdasarkan hasil pengujian *workability* dengan *test slump*, beton normal memiliki nilai *slump* 10 cm, sedangkan untuk penambahan *fly Ash* 20% nilai *slump* berkurang hingga 8 cm, dan untuk beton dengan komposisi yang sama dengan penambahan *Admixture* 0,8% nilai *slump* bertambah sebesar 70% yaitu sebesar 17 cm. Dapat disimpulkan bahwa penambahn *fly ash* 20% dan *admixture* 0,8% sehingga lebih *workability* daripada beton normal

5.2 Saran

Ada beberapa rekomendasi yang mungkin digunakan untuk penelitian tambahan

1. Penelitian selanjutnya dapat mempertimbangkan pengujian karakteristik mekanik beton lainnya.
2. Penelitian selanjutnya yang berencana melanjutkan studi disarankan bisa memperluas ruang lingkup objek penelitian beserta memvariasikan kadar bahan tambah 5% atau 10% bahan tambahan (*Admixture*) atau yang lain

DAFTAR PUSTAKA

- Anggara, F., Sujoto, V. S. H., Tangkas, I. W. C. W. H., Astuti, W., Sumardi, S., Putra, I. S. R., Putra, A. D., & Petrus, H. T. B. M. (2023). Pengaruh penambahan fly ash PLTU Cirebon dan temperatur pengeringan terhadap kuat tekan material konstruksi beton high volume fly ash (HFVA). *Jurnal Rekayasa Proses*, 17(2), 172–178. <https://doi.org/10.22146/jrekpros.77825>
- Anonim. (2016). *Landasan Teori beton*. 1–23.
- Cara, T., & Struktur, P. (2002). *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (Beta Version)*.
- Handayani, P. A., Nurjanah, E., & Rengga, W. D. P. (2014). Pemanfaatan Limbah Sekam Padi Menjadi Silika Gel. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 3(2), 55–59. <https://doi.org/10.15294/jbat.v3i2.3698>
- Iii, B. A. B., & Teori, L. (2012). *No Title*. 10–18.
- Iii, B. A. B., & Teori, L. (2016). *No Title*. 8–37.
- Indonesia, S. N., & Nasional, B. S. (2008). *Tata cara perhitungan harga satuan pekerjaan beton untuk konstruksi bangunan gedung dan perumahan*.
- Indonesia, S. N., & Nasional, B. S. (2011). *Cara uji kuat tekan beton dengan benda uji silinder*.
- Rengkeng, V. D., Manalip, H., Pandaleke, R., & ... (2013). Pemeriksaan Kuat Tarik Belah & Kuat Tarik Lentur Beton Ringan Beragregat Kasar Batu Ape Dari Kepulauan Talaud. *Jurnal Sipil ...*, 1(7), 479–485. <https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/jss/article/view/2469%0Ahttps://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jss/article/download/2469/2005>
- Ridwan, M. (2018). *LIMBAH FLY ASH PLTU TANJUNG JATI B JEPARA (CHARACTERISTIC OF GEOPOLYMER CONCRETE USING FLY ASH WASTE FROM PLTU TANJUNG JATI B JEPARA) FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN LIMBAH FLY ASH PLTU TANJUNG JATI B (CHARACTERISTIC OF GEOPOLYMER CONCRETE USING FLY ASH WASTE FROM PLTU TANJUNG JATI B JEPARA)*.
- Setiawati, M. (2018). *Fly ash sebagai bahan pengganti semen pada beton*. 1–8.
- Siswanto, E., Gunarto, A., Teknik, F., & Kadiri, U. (2019). *e ISSN 2581-0855 PENAMBAHAN FLY ASH DAN SERAT SERABUT KELAPA*. 3(1), 56–65.
- Sultan, M. A., Faujan, M., Studi, P., Sipil, T., & Khairun, U. (2019). *PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH PEMBAKARAN BATUBARA (FLY ASH) EX PLTU RUM*. 9(2), 83–90.
- Tampilan Perancangan Beton Self Compacting Concrete (Beton Memadat Sendiri) Dengan Penambahan Fly Ash dan Structuro.pdf*. (n.d.).

- Test, C., Forming, N., & Material, N. A. F. (2020). *Uji Karakterisasi Fly ash sebagai Campuran Material Non-Acid Forming (NAF)*. 3(2), 89–96.
- Tjokrodinuljo, Kardiyono 2007, *Teknologi Beton*. Biro Penerbit KMTS Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada. Yogyakarta
- Wora, M., & Ndale, F. X. (2019). Pengaruh Penambahan Serat Ijuk Dapat Meningkatkan Kuat Tarik pada Beton Mutu Normal. *Jurnal IPTEK*, 22(2), 51–58. <https://doi.org/10.31284/j.ipitek.2018.v22i2.435>

