

TESIS

ANALISIS SIFAT-SIFAT MEKANIS BETON
SELF COMPACTING CONCRETE (SCC)
DENGAN PENAMBAHAN FILLER ABU ECENG
GONDOK

Disusun dalam Rangka Memenuhi Salah Satu Persyaratan
Guna Mencapai Gelar Magister Teknik (MT)



Oleh :

Muhamad Yusuf Khanafi

NIM : 20202100031

PROGRAM MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG

2023

TESIS
ANALISIS SIFAT-SIFAT MEKANIS BETON
SELF COMPACTING CONCRETE (SCC)
DENGAN PENAMBAHAN FILLER ABU ECENG
GONDOK

Disusun dalam Rangka Memenuhi Salah Satu Persyaratan
Guna Mencapai Gelar Magister Teknik (MT)



Oleh :
Muhamad Yusuf Khanafi

NIM : 20202100031

PROGRAM MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG

2023

HALAMAN PERSETUJUAN UNTUK TESIS

**ANALISIS SIFAT-SIFAT MEKANIS BETON *SELF
COMPACTING CONCRETE (SCC)* DENGAN
PENAMBAHAN FILLER ABU ECENG GONDOK**

Disusun Oleh :

MUHAMAD YUSUF KHANAFI

NIM : 20202100031


Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Tanggal,

Pembimbing I,

Tanggal

Pembimbing II,


Dr. Ir. H. Sumirin, MS

NIK. 220288009


Dr. Ir. H. Kartono Wibowo, MM.,MT

NIK.210291015

UNISSULA
جامعة سلطان أبجوج الإسلامية

HALAMAN PENGESAHAN TESIS

ANALISIS SIFAT-SIFAT MEKANIS BETON *SELF COMPACTING CONCRETE (SCC)* DENGAN PENAMBAHAN FILLER ABU ECENG GONDOK

Disusun oleh :

MUHAMAD YUSUF KHANAFI

NIM : 20202100031

Dipertahankan di Depan Tim Penguji Tanggal :
(30 Agustus 2023)

Tim Penguji :

1. Ketua

(Dr. Ir. H. Kartono Wibowo, MM., MT)

2. Anggota

(Dr. Abdul Rochim, ST., MT)

3. Anggota

(Dr. Ir. H. Sumirin, MS)

Tesis ini diterima sebagai salah satu persyaratan untuk
memperoleh gelar Magister Teknik (MT)

Semarang, (06 September 2023)

Mengetahui,

Ketua Program Studi,



Prof. Ir. Antonius., MT

NIK. 210202033

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Teknik,

Ir. H. Rachmat Mudiyo, MT., Ph.D

NIK. 210293018

MOTTO

- Al-Qur'an surat Ali Imran ayat 110.
وَلَوْ ۙ بِاللَّهِ وَتَوَكَّلْتُمْ عَلَيْهِ لَنَهَدَنَّكُمْ لَتَمُنَّوْنَ عَلَيْهِمْ وَتَكْفُرُونَّ ۗ
الْفَاسِقُونَ ۖ أَكْثَرُهُمْ الْمُؤْمِنُونَ مِنْهُمْ ۗ لَهُمْ خَيْرٌ لِّكَانَ الْكِتَابِ أَهْلُ آمَنَ
- **Artinya :** “Kalian 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.”
- Sebaik-baik waktumu adalah kapan engkau menyadari kekuranganmu, dan engkau pun kembali mengakui kerendahanmu. (Ibnu Athaillah)
- Ridha Allah SWT tergantung pada keridhaan Orang Tua
- “Yakinlah ada sesuatu yang menantimu selepas banyak kesabaran (yang kau jalani) yang akan membuatmu terpana hingga kau lupa pedihnya rasa sakit”. [Iman Ali Bin Abu Thalib AS]
- Rosulullah Muhammad SAW bersabda:
بِالْعِلْمِ فَعَلَيْهِ أَرَادَهُمَا وَمَنْ بِالْعِلْمِ فَعَلَيْهِ الْآخِرَةُ أَرَادَ وَمَنْ بِالْعِلْمِ فَعَلَيْهِ الدُّنْيَا أَرَادَ مَنْ
“Barang siapa menginginkan dunia, maka carilah ilmu dan barang siapa yang menginginkan akhirat, maka carilah ilmu dan barang siapa yang menginginkan keduanya, maka carilah ilmu.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayahNya, sehingga penulis bisa menyelesaikan Tesis ini penulis persembahkan untuk :

1. Kedua orang tua tercinta Bapak Sanadi dan Ibu Rosinah atas semua cinta, pengertian, kasih sayang, kesabaran, dan doa.
2. Dr. Ir. H. Sumirin, MS sebagai dosen pembimbing 1 yang senantiasa membimbing dan sabar terhadap penulis selama pengerjaan tesis ini.
3. Dr. Ir. H. Kartono Wibowo, MM.,MT sebagai dosen pembimbing 2 yang senantiasa membimbing dan sabar terhadap penulis selama pengerjaan tesis ini.
4. Muhammad Farid Mahasin, Iqbal Delfiero, Khoirul Anwar, Irwan Yulianto dan Try Apriatna yang sabar membantu dan mengajari dalam pengerjaan Tesis ini.
5. Angkringan Burjo Genuk selaku penyedia konsumsi di setiap malam.
6. Teman – teman teknik sipil B 2017 yang selalu mendukung dan memberi semangat.
7. Teman magister teknik sipil se-Angkatan 47 yang telah memberikan dukungan dan semangat.

Muhamad Yusuf Khanafi

20202100031

ANALISIS SIFAT-SIFAT MEKANIS BETON *SELF COMPACTING CONCRETE* (SCC) DENGAN PENAMBAHAN FILLER ABU ECENG GONDOK

Oleh :

Muhamad Yusuf Khanafi ¹⁾,
Sumirin ²⁾ M.Kartono Wibowo ³⁾

ABSTRAK

Beton merupakan salah satu pilihan dari bahan struktur yang saat ini penggunaannya cukup pesat pada berbagai bidang struktur seperti jalan, jembatan, gedung dan sebagainya, salah satu inovasi penggunaan beton adalah *SCC (SELF COMPACTING CONCRETE)* yaitu campuran beton yang dapat memadat sendiri tanpa menggunakan alat vibrator untuk memperoleh konsolidasi yang baik. Dengan kemampuan berkonsolidasi sendiri *SELF COMPACTING CONCRETE (SCC)* mampu menjangkau ruang yang banyak tulangnya atau ruang-ruang sempit tanpa alat penggetar, tanaman eceng merupakan tumbuhan air yang sampai dengan saat ini masih dianggap hama pengganggu dan sangat sulit untuk dimusnahkan. Hal ini diakibatkan karena eceng gondok mempunyai sifat pertumbuhan yang sangat cepat dan ketahanan hidup yang baik. Eceng gondok merupakan tanaman air yang banyak menyerap air sehingga menyebabkan banyak air permukaan banyak berkurang hingga mencapai empat kali lipat jika dibandingkan pada permukaan air yang terbuka dan dapat menyebabkan terjadinya pendangkalan pada sungai atau rawa, penutupan pada alur sungai atau daerah daerah rawa lainnya. Namun disisi lain eceng gondok dapat mendatangkan manfaat lain bagi kita, yaitu karena mempunyai kandungan serat yang sangat tinggi apabila eceng gondok ini dibakar akan menghasilkan abu yang mengandung *silika (SiO₂)* yang bisa untuk campuran beton. Tujuan tesis ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan abu eceng gondok terhadap sifat-sifat mekanis beton *SELF COMPACTING CONCRETE (SCC)* terhadap Kuat tekan beton, Kuat belah, Kuat Lentur.

Dalam tesis ini digunakan metode pengumpulan data berupa study literatur dari jurnal, skripsi, tesis, buku, dan internet sebagai rujukan pengerjaan tesis ini, selain itu di gunakan juga pengujian laboratorium guna mengetahui hasil uji agregat kasar dan halus dan pengaruh abu eceng gondok terhadap kuat tekan, kuat lentur, kuat tarik belah betondan modulus elastisitas beton.

Nilai kuat tekan pada penambahan abu eceng gondok 5% mengalami penurunan 2,008 Mpa, namun dengan penambahan 10 % eceng gondok dapat meningkatkan nilai kuat tekan sebesar 1,02 nilai kuat tekan, sedangkan nilai kuat tarik belah pada penambahan abu eceng gondok sebesar 5% terjadi peningkatan nilai kuat tarik belah sebesar 0,255 Mpa, sedangkan dengan penambahan 10% abu eceng gondok meningkatkan 0,669 Mpa, dan nilai kuat lentur pada penambahan abu eceng gondok sebesar 5% terjadi peningkatan nilai kuat tarik belah sebesar 0,515 Mpa, sedangkan dengan penambahan 10% abu eceng gondok terjadi penurunan sebesar 1,006 Mpa.

Kata Kunci : Beton SCC, Abu eceng gondok, Kuat tekan beton SCC, Kuat lentur beton SCC, Kuat tarik belah beton SCC.

ANALYSIS OF MECHANICAL CHARACTERISTICS OF *SELF COMPACTING CONCRETE (SCC)* WITH THE ADDITION OF WATER HYACINTH ASH FILLER

By :

Muhamad Yusuf Khanafi ¹⁾,
Sumirin ²⁾ M.Kartono Wibowo ³⁾

ABSTRAC

Concrete is one of the choices of structural materials that are currently used quite rapidly in various structural fields such as roads, bridges, buildings and so on, one of the innovations in the use of concrete is *SCC (SELF COMPACTING CONCRETE)*, which is a concrete mixture that can compact itself without using a vibrator to obtain good consolidation. With the ability to consolidate itself *SELF COMPACTING CONCRETE (SCC)* is able to reach spaces that are a lot of reinforcement or narrow spaces without vibrating tools, the water hyacinth plant is an aquatic plant that is still considered a nuisance pest and is very difficult to eradicate. This is because water hyacinth has very fast growth characteristics and good survival. Water hyacinth is a water plant that absorbs a lot of water so that it causes a lot of surface water to decrease up to four times when compared to open water surfaces and can cause siltation in rivers or swamps, closure of river channels or other swamp areas. But on the other hand water hyacinth can bring other benefits to us, namely because it has a very high fiber content if this water hyacinth is burned it will produce ash containing silica (SiO_2) which can be used for concrete mixes. The purpose of this thesis is to determine the effect of water hyacinth ash addition on the mechanical properties of *SELF COMPACTING CONCRETE (SCC)* on concrete compressive strength, split strength, flexural strength, and elastic modulus of concrete.

In this thesis, data collection methods are used in the form of literature studies from journals, theses, books, and the internet as a reference for this thesis, besides that laboratory tests are also used to determine the test results of coarse and fine aggregates and the effect of water hyacinth ash on compressive strength, flexural strength, split tensile strength and modulus elasticity of concrete.

The compressive strength value in the addition of 5% water hyacinth ash decreased 2.008 Mpa, but with the addition of 10% water hyacinth can increase the compressive strength value 1.02 compressive strength values, while the split tensile strength value in the addition of 5% water hyacinth ash increased the split tensile strength value 0, 255 Mpa, while the addition of 10% water hyacinth ebu increased 0.669 Mpa, and the flexural strength value in the addition of 5% water hyacinth ash increased the split tensile strength value 0.515 Mpa, while the addition of 10% water hyacinth ebu decreased 1.006 Mpa.

Keyword : Concrete *SCC*, Water hyacinth ash, compressive strength of Concrete *SCC*, flexural strength of Concrete *SCC*, split tensile strength of Concrete *SCC*.

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhamad Yusuf Khanafi

NIM : 20202100031

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tesis yang berjudul:

**(ANALISIS SIFAT-SIFAT MEKANIS BETON *SELF COMPACTING*
CONCRETE (SCC) DENGAN PENAMBAHAN FILLER ABU ECENG
GONDOK)**

Adalah benar hasil karya saya dan dengan penuh kesadaran bahwa saya tidak melakukan tindakan plagiasi atau mengambil alih seluruh atau sebagian besar karya tulis orang lain tanpa menyebutkan sumbernya. Jika saya terbukti melakukan tindakan plagiasi, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan aturan yang berlaku.

Semarang, 30 Agustus 2023



Muhamad Yusuf Khanafi

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur kehadirat Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga tesis dengan judul **“ANALISIS SIFAT-SIFAT MEKANIS BETON SELF COMPACTING CONCRETE (SCC) DENGAN PENAMBAHAN FILLER ABU ECENG GONDOK”** ini dapat terselesaikan dengan baik. Penyelesaian laporan ini dimaksudkan untuk menyelesaikan Program Studi magister teknik sipil (S2) di Fakultas Teknik Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

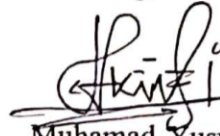
Penulis menyadari kelemahan serta keterbatasan yang ada sehingga dalam menyelesaikan skripsi ini memperoleh bantuan dari berbagai pihak, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. H. Rachmat Mudiyono, MT, Ph.D selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
2. Bapak Prof. Ir. Antonius.,MT selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang
3. Bapak Dr.Ir. H Sumirin MS. selaku Dosen Pembimbing I, yang memberikan bimbingan dengan penuh kesabaran, pemikiran, kritik, saran, dan dorongan semangat.
4. Bapak Dr. Ir. H. Kartono Wibowo, MM.,MT selaku Dosen Pembimbing II, yang memberikan bimbingan dengan penuh kesabaran,pemikiran, kritik, saran, dan dorongan semangat.
5. Semua pihak yang membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu.Penulis menyadari bahwa Tesis ini masih banyak kekurangan

baik isi maupun susunannya. Semoga Tesis ini dapat bermanfaat tidak hanya bagi penulis juga bagi para pembaca.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Semarang,



Muhamad Yusuf Khanafi
NIM : 20202100031



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN UNTUK TESIS	ii
HALAMAN PENGESAHAN TESIS	iii
MOTTO	iv
PERSEMBAHAN.....	v
ABSTRAK	vi
ASBTRACT	vii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN.....	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xx
DAFTAR NOTASI	xxii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Keaslian Penelitian	3
1.5 Tujuan Penelitian	4
1.6 Manfaat Penelitian	5
1.6.1 Manfaat Teoritis Manfaat Penelitian	5
1.6.2 Manfaat Praktis	5
1.6.2.1 Bagi Mahasiswa	5

1.6.2.2 Peneliti Lain	6
-----------------------------	---

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka.....	7
2.2 Landasan Teori	9
2.2.1 Definisi	9
2.2.2 Karakteristik	9
2.2.3 Kelebihan dan kekurangan	10
2.2.4 Material pembentuk	11
2.2.4.1 Portland Semen	11
2.2.4.1.1 Syarat Material Portland Semen.....	12
2.2.4.1.2 senyawa kimia Portland Semen.....	13
2.2.4.2 Agregat.....	14
2.2.4.3 Air	15
2.2.4.4 Bahan Tambah.....	15
2.2.4.4.1 Eceng Gondok.....	16
2.2.4.4.1.1 Klasifikasi Eceng Gondok.....	17
2.2.4.4.1.2 Komposisi Kimia Eceng gondok.....	17
2.2.4.5 Penelitian Sejenis	19

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Tempat Pelaksanaan	25
3.2 Flow Chart Penelitian	25
3.3 Metode Penelitian	26
3.4 Metode Pengumpulan Data.....	26

3.5 Material dan Bahan yang Digunakan	26
3.5.1 Bahan Pembuatan Beton.....	26
3.5.2 Peralatan Pembuatan Beton	27
3.6 Perhitungan Mix Design	27
3.6.1 Tahapan Perhitungan Mix Design	28
3.7 Langkah Penelitian	30
3.7.1 Jumlah benda Uji	30
3.7.2 Benda Uji	32
3.7.3 Abu eceng gondok.....	32
3.7.4 Uji Slump Flow	33
3.7.5 Uji Kuat Tekan	34
3.7.6 Uji Kuat Lentur.....	35
3.7.7 Uji Kuat Tarik Belah	36
3.8 Metode Analisis Hasil	37

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Umum	39
4.2 Analisa Material.....	40
4.2.1 Agregat Halus (Pasir).....	40
4.2.1.1 Hasil Pengujian Kelembaban Pasir (ASTM C 566-89).....	40
4.2.1.2 Hasil Pengujian Berat Jenis Pasir (ASTM C 128 – 01).....	41
4.2.1.3 Hasil Pengujian Air Resapan Pasir (ASTM C 128 – 01).....	41

4.2.1.4	Pengujian Berat Volume Pasir (ASTM C 29/C 29M– 97 Reapproved 2003)	42
4.2.1.5	Hasil Pengujian Kebersihan Pasir Terhadap Lumpur (ASTM C 117 – 03)).....	42
4.2.1.6	Hasil Analisa Saringan Pasir.....	43
4.2.2	Agregat Kasar (Kerikil)	44
4.2.2.1	Hasil Pengujian Kelembaban Kerikil (ASTM C 566– 89).....	45
4.2.2.2	Hasil Pengujian Berat Jenis Kerikil (ASTM C 127 –88 Reapproved 2001).....	45
4.2.2.3	Hasil Pengujian Berat Volume Kerikil (ASTM C29/ C 29M – 97 Reapproved 2003)	46
4.2.2.4	Hasil Pengujian Air Resapan Kerikil (ASTM C 127– 88 Reapproved 2001)).....	46
4.2.2.5	Hasil Analisa Saringan kerikil	47
4.3	Komposisi dan Pengujian Beton Segar Benda Uji	48
4.3.1	Benda uji NS.....	49
4.3.2	Benda uji AS 5 %	50
4.3.3	Benda uji AS 10%.....	51
4.3.4	Benda uji NS (2)	51
4.3.5	Benda uji AS (2) 5%	52
4.3.6	Benda uji AS (2) 10%	52
4.3.7	Benda uji NB	53
4.3.8	Benda uji AB 5%	54
4.3.9	Benda uji AB 10%	54

4.4 Hasil pengujian beton kondisi keras	55
4.4.1 Uji kuat tekan.....	55
4.4.2 Pengujian Kuat Tarik Belah.....	58
4.4.3 Pengujian Kuat Lentur	59
4.4.4 Analisa Pola Retak Balok	61
4.4.4.1 Balok NB 1	62
4.4.4.2 Balok NB 2.....	63
4.4.4.3 Balok NB 3.....	64
4.4.4.4 Balok AB 5% 1	65
4.4.4.5 Balok AB 5% 2	66
4.4.4.6 Balok AB 5% 3	67
4.4.4.7 Balok AB 10% 1	68
4.4.4.8 Balok AB 10% 2	69
4.4.4.9 Balok AB 10% 3	70
4.4 Hubungan Kuat Tekan Dan Kuat Lentur Beton	71

BAB V PENUTUP

5.1 kesimpulan	75
5.2 Saran	75

DAFTAR PUSTAKA	76
-----------------------------	----

Lampiran

DAFTAR TABEL

BAB I PENDAHULUAN

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Tabel 2.1 Susunan Unsur Semen Portland (Tjokrodimuljo,1996)...	13
Tabel 2.2 Analisa Material	18
Tabel 2.3 Komposisi Kimia Abu Eceng Gondok.....	18
Tabel 2.4 Perbandingan Penambahan Filler Eceng Gondok Dengan Fly Ash,Silica Fume Dan Serbuk Besi	19

BAB III METODE PENELITIAN

Tabel 3.1 Perkiraan Kuat Tekan.....	28
Tabel 3.2 Kadar Air Bebas	28
Tabel 3.3 Matrix Ortogonal Array $L_9 (3^1)$	30
Tabel 3.4 Variasi benda uji.....	31
Tabel 3.5 Form data benda uji.....	38

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Tabel 4.1 Kelembaban Pasir.....	40
Tabel 4.2 Berat Jenis Pasir	41
Tabel 4.3 Air Resapan pada Pasir.....	41
Tabel 4.4 Berat Volume Pasir	42
Tabel 4.5 Kebersihan Pasir Terhadap Lumpur.....	42
Tabel 4.6 Gradasi Pasir.....	43
Tabel 4.7 Hasil Ayakan Kerikil.....	43
Tabel 4.8 Pengujian Kelembaban Kerikil	45
Tabel 4.9 Pengujian Berat Jenis Kerikil	45
Tabel 4.10 Berat Volume Kerikil	46
Tabel 4.11 Air Resapan pada Kerikil	46
Tabel 4.12 Hasil Ayakan Kerikil.....	47
Tabel 4.13 Kebutuhan Material Benda Uji NS	49
Tabel 4.14 Hasil pengujian Benda Uji NS	50

Tabel 4.15	Kebutuhan Material Benda Uji AS 5%	50
Tabel 4.16	Hasil pengujian Benda Uji AS 5%	50
Tabel 4.17	Kebutuhan Material Benda Uji AS 10%	51
Tabel 4.18	Hasil pengujian Benda Uji AS 10%	51
Tabel 4.19	Kebutuhan Material Benda Uji NS (2).....	51
Tabel 4.20	Hasil pengujian Benda Uji Segar NS (2).....	52
Tabel 4.21	Kebutuhan Material Benda Uji AS(2) 5%	52
Tabel 4.22	Hasil pengujian Benda Uji Segar AS (2) 5%	52
Tabel 4.23	Kebutuhan Material Benda Uji AS(2) 10%	52
Tabel 4.24	Hasil pengujian Benda Uji Segar AS(2) 10%	53
Tabel 4.25	Kebutuhan Material Benda Uji NB	53
Tabel 4.26	Hasil pengujian Benda Uji Segar NB.....	53
Tabel 4.27	Kebutuhan Material Benda Uji AB 5%	54
Tabel 4.28	Hasil pengujian Benda Uji Segar AB 5%	54
Tabel 4.29	Kebutuhan Material Benda Uji AB 10%.....	54
Tabel 4.30	Hasil pengujian Benda Uji Segar AB 10%	55
Tabel 4.31	Hasil pengujian Kuat Tekan Benda Uji Silinder.....	56
Tabel 4.32	Hasil pengujian Kuat Tarik Belah Benda Uji Silinder	58
Tabel 4.33	Hasil pengujian Kuat Lentur Benda Uji Balok	60
Tabel 4.34	Data Analisa Keretakan Balok NB1.....	62
Tabel 4.35	Data Analisa Keretakan Balok NB2.....	63
Tabel 4.36	Data Analisa Keretakan Balok NB3	64
Tabel 4.37	Data Analisa Keretakan Balok AB 5% 1	65
Tabel 4.38	Data Analisa Keretakan Balok AB 5% 2	66
Tabel 4.39	Data Analisa Keretakan Balok AB 5% 3	67
Tabel 4.40	Data Analisa Keretakan Balok AB 10% 1	68
Tabel 4.41	Data Analisa Keretakan Balok AB 10% 2	69
Tabel 4.42	Data Analisa Keretakan Balok AB 10% 3	70
Tabel 4.43	Data Xi dan Yi dari hasil pengujian	72
Tabel 4.44	Hubungan Kuat Tekan dengan Lentur Beton.....	74

BAB V PENUTUP

DAFTAR GAMBAR

BAB I PENDAHULUAN

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Gambar 2.1 Grafik Kadar Optimum Penggunaan Fly Ash	20
Gambar 2.2 Grafik Kadar Optimum Penggunaan Fly Ash	21
Gambar 2.3 Grafik Nilai kuat tekan Penggunaan Silica Fume	22
Gambar 2.4 Grafik Nilai kuat tekan Penggunaan Silica Fume	22
Gambar 2.5 Grafik Nilai kuat tekan Penggunaan Serbuk Besi	23
Gambar 2.6 Grafik Nilai kuat tekan Penggunaan Serbuk Besi	24

BAB III METODE PENELITIAN

Gambar 3.1 Grafik Hubungan Kuat Tekan dan FAS	29
Gambar 3.2 Hubungan Berat Isi Beton Dan Kadar Air.....	29
Gambar 3.3 Alat uji slump flow	33
Gambar 3.4 Alat uji kuat tekan beton.....	35
Gambar 3.5 Alat uji kuat Lentur beton.....	36
Gambar 3.6 Alat uji kuat Tarik Belah beton	37

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Gambar 4.1 Proses Analisa Material Agregat Halus.....	40
Gambar 4.2 Grafik Analisa Saringan Agregat Halus	44
Gambar 4.3 Proses Analisa Material Agregat Kasar.....	44
Gambar 4.4 Grafik Analisa Saringan Agregat Kasar	47
Gambar 4.5 Beton Segar Dalam Bekesting.....	49
Gambar 4.6 Beton Silinder Umur 28 Hari	49
Gambar 4.7 Benda uji Umur 28 Hari	55
Gambar 4.8 Pengujian Kuat Tekan Benda Uji Silinder Umur 28 Hari	56
Gambar 4.9 Diagram Batang Hasil Pengujian Kuat Tekan Benda Uji Silinder.....	57
Gambar 4.10 Diagram Garis Hasil Pengujian Kuat Tekan	

Benda Uji Silinder.....	57
Gambar 4.11 Pengujian Kuat Tarik Belah Benda Uji Silinder Umur 28 Hari	58
Gambar 4.12 Diagram Batang Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton	59
Gambar 4.13 Diagram Garis Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton	59
Gambar 4.14 Pengujian Kuat Lentur Benda Uji Balok Umur 28 Hari	60
Gambar 4.15 Diagram Batang Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton.....	61

BAB V PENUTUP



DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1, Grafik Hubungan Kuat Tekan dan FAS
- Lampiran 2, Hubungan Berat Isi Beton Dan Kadar Air
- Lampiran 3, Tabel 4.6 Gradasi Pasir
- Lampiran 4, Tabel 2.2. Sifat Abu Eceng Gondok
- Lampiran 5, Tabel 3.1. Perkiraan Kuat Tekan
- Lampiran 6 Tabel 3.2. Kadar Air Bebas
- Lampiran 7, Tabel 2.1 Susunan Unsur Semen Portland (Tjokrodimuljo,1996)
- Lampiran 8, Eceng gondok kering
- Lampiran 9, Proses pembakaran eceng gondok kering
- Lampiran 10, Pendetangan agregat kasar,halus dan semen
- Lampiran 11, Alat bantu mix beton
- Lampiran 12, alat bantu uji kuat lentur beton
- Lampiran 13, *Compression Machine*
- Lampiran 14, Uji Gradasi agregat kasar
- Lampiran 15, Gelas ukur
- Lampiran 16, Uji Kadar lumpur pasir
- Lampiran 17, Uji kelembapan
- Lampiran 18, Uji Kelembapan
- Lampiran 19, Uji Belerang
- Lampiran 20, Proses Mencairkan Belerang
- Lampiran 21, Cetakan Caping Beton silinder
- Lampiran 22, Hasil Caping
- Lampiran 23, Proses Mix Beton

Lampiran 24, Semen

Lampiran 25, Agregat Halus

Lampiran 26, Agregat Kasar

Lampiran 27, Uji Slump Flow

Lampiran 28, Hasil Slump Flow

Lampiran 29, Hasil Mix beton dalam bekesting

Lampiran 30, Curing 27 Hari

Lampiran 31, Proses Pengujian

Lampiran 32, beton setelah di uji



ARTI SIMBOL DAN SINGKATAN

F'_c	= Perhitungan kekuatan tekan beton dengan satuan Mpa dengan benda uji silinder
SCC	= SELF COMPACTING CONCRETE
Ca(OH) ₂	= kapur bebas
SiO ₂	= Silika
Mpa	= MegaPascal
SNI	= Standart Nasional Indonesia
EFNARC	= sepecification and guidelines for self-compacting concrete
SSD	= saturated surface dry
PC	= Portland cement
f'_{cr}	= kuat tekan rata-rata pada perencanaan beton
M	= Nilai tambah (margin)
Sd	= Standar deviasi
K	= Faktor pengali standar deviasi
P	= Beban maksimum yang dapat ditahan oleh benda uji
A	= Luas penampang benda uji
Mhb	= Modulus halus butir
Fas	= Faktor air semen
T50	= Diameter slump flow 50 cm
SII	= Standar Industri Indonesia
AL202	= Alumunium
Fe ₂ O ₃	= Besi
MgO	= Magnesia
K ₂ O+Na ₂ O	= Alkali
SO ₃	= Sulfur
C ₃ S	= Trikalsium silica
C ₂ S	= Dikalsium silika
C ₄ A	= Trikalsium aluminat

<i>C4AF</i>	= Tetrakalsium aluminoforit
<i>CO₂</i>	= Karbon dioksida
<i>OA</i>	= Orthogonal Array
<i>NS</i>	= Beton <i>SCC</i> berbentuk silinder dengan kadar eceng gondok 0% dengan pengujian kuat tekan
<i>AS 5%</i>	= Beton <i>SCC</i> berbentuk silinder dengan kadar eceng gondok 5% dengan pengujian kuat tekan
<i>AS 10%</i>	= Beton <i>SCC</i> berbentuk silinder dengan kadar eceng gondok 10% dengan pengujian kuat tekan
<i>NS (2)</i>	= Beton <i>SCC</i> berbentuk silinder dengan kadar eceng gondok 0% dengan pengujian kuat belah
<i>AS 5% (2)</i>	= Beton <i>SCC</i> berbentuk silinder dengan kadar eceng gondok 5% dengan pengujian kuat belah
<i>AS 10% (2)</i>	= Beton <i>SCC</i> berbentuk silinder dengan kadar eceng gondok 10% dengan pengujian kuat belah
<i>NB</i>	= Beton <i>SCC</i> berbentuk balok dengan kadar eceng gondok 0% dengan pengujian kuat lentur
<i>NB 5%</i>	= Beton <i>SCC</i> berbentuk balok dengan kadar eceng gondok 5% dengan pengujian kuat lentur
<i>NB 10%</i>	= Beton <i>SCC</i> berbentuk balok dengan kadar eceng gondok 10% dengan pengujian kuat lentur
<i>ASTM</i>	= American Society for Testing and Material
<i>E%</i>	= Presentase yang tertinggal diatas ayakan
<i>F_m</i>	= Modulus kehalusan pasir

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton merupakan salah satu pilihan dari bahan struktur yang saat ini penggunaannya cukup pesat pada berbagai bidang struktur seperti jalan, jembatan, gedung dan sebagainya.

Salah satu inovasi penggunaan beton adalah *SCC (SELF COMPACTING CONCRETE)* *SELF COMPACTING CONCRETE (SCC)*, yaitu campuran beton yang dapat memadat sendiri tanpa menggunakan alat vibrator untuk memperoleh konsolidasi yang baik. Dengan kemampuan berkonsolidasi sendiri *SELF COMPACTING CONCRETE (SCC)* mampu menjangkau ruang yang banyak tulangnya atau ruang-ruang sempit tanpa alat penggetar. Metode *SELF COMPACTING CONCRETE (SCC)* merupakan hasil riset di Jepang pada awal tahun 1980an dengan menghasilkan suatu prototype yang sukses pada tahun 1988 (Okamura dan Ouchi 2003).

Tanaman eceng gondok yang dalam istilah latinya disebut sebagai *Eichhornia crassipes* adalah merupakan tumbuhan air yang sampai dengan saat ini masih dianggap hama pengganggu dan sangat sulit untuk dimusnahkan. Hal ini diakibatkan karena eceng gondok mempunyai sifat pertumbuhan yang sangat cepat dan ketahanan hidup yang baik. Eceng gondok merupakan tanaman air yang banyak menyerap air sehingga menyebabkan banyak air permukaan banyak berkurang hingga mencapai empat kali lipat jika dibandingkan pada permukaan air yang terbuka dan dapat menyebabkan terjadinya pendangkalan pada sungai atau rawa, penutupan pada alur sungai atau daerah-daerah rawa lainnya. Namun disisi lain eceng gondok dapat mendatangkan manfaat lain bagi kita, yaitu karena mempunyai kandungan serat yang sangat tinggi apabila eceng gondok ini dibakar akan menghasilkan abu yang mengandung silika (SiO_2) yang bisa untuk campuran beton.

Berdasarkan masalah tersebut munculah ide untuk menciptakan beton yang ramah lingkungan, yaitu dengan memanfaatkan Penambahan abu eceng gondok yang berfungsi sebagai filler. Berdasarkan hasil analisa **BBTPPI Semarang**, eceng gondok memiliki kadar silika yang memadai yakni mencapai 13,04%, eceng gondok memiliki kesamaan unsur penyusun dengan semen yang sangat jarang dimiliki oleh bahan pengganti lainnya sehingga penambahan abu eceng gondok pada campuran beton dapat menghasilkan penambahan kuat tekan pada beton. Komposisi yang paling optimal dalam menambahkan abu hycinth air sebagai bahan alami tambahan untuk beton adalah dengan menambahkan 5% eceng gondok akan meningkatkan kekuatan tekan hingga 15% dari beton normal. (**Anam, Syaiful, 2015**),selain itu sumber lain menyatakan bahwa dengan penambahan 10,5 % kadar eceng gondok dapat meningkatkan kuat tekan sebesar 13,86 % ,yaitu (**A.junaidi,Nurnilam Oemiati 2022**).

Namun ada 2 penelitian yang menunjukkan penurunan pada penambahan abu eceng gondok pada beton yaitu pada penelitian yang di lakukan oleh iqbal jatmiko putra dari universitas muhamadiyah purwokerto yang meniliti tentang pengaruh penambahan serbuk eceng gondok terhadap kuat tekan beton memadat sendiri mendapatkan hasil hasil pengujian kuat tekan beton memadat mandiri campuran serbuk eceng gondok dengan 5 variasi dengan proporsi 0%, 3%, 5%, 7%, dan 10% dan menghasilkan kuat tekan 47,095 Mpa, 23,720 Mpa, 16,049 Mpa, 13,14 Mpa, 4,06 Mpa ,sehingga menurut penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin besar komposisi abu eceng gondok yang dipakai maka semakin rendah juga kuat tekanya,penelitian kedua dilakukan oleh surya hadi dari unizar mataram yang meniliti tentang pengaruh penambahan serbuk eceng gondok terhadap kuat tekan beton dengan 4 variasi dengan proporsi 0%, 2%, 4%, dan 6% dan menghasilkan kuat tekan 21,99 Mpa, 18,16 Mpa, 16,049 Mpa, 14,44 Mpa, yang menunjukkan hasil penambahan serbuk eceng gondok ternyata mengurangi kuat tekan beton.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang diuraikan diatas, maka permasalahan yang dibahas dalam proposal ini adalah

Bagaimana pengaruh penambahan abu eceng gondok terhadap sifat-sifat mekanis beton *SELF COMPACTING CONCRETE (SCC)* ?

1.3 Batasan Masalah

- 1) Mutu beton *SELF COMPACTING CONCRETE (SCC)* yang direncanakan $f'_c = 25$ MPa.
- 2) Hanya menganalisa mengenai sifat mekanis beton *SCC* yang berupa kuat tekan, kuat Lentur dan Kuat Tarik belah.
- 3) Tes karakteristik beton *SCC* yang digunakan hanya menggunakan Slump flow test.

1.4 Keaslian Penelitian

Untuk menentukan keaslian penelitian peneliti dan berdasarkan pengetahuan peneliti sebagai penulis penelitian dengan judul “Analisa Sifat-Sifat Mekanis Beton *SELF COMPACTING CONCRETE (SCC)* Dengan Penambahan Filler Abu Eceng Gondok”peneliti yakin tidak ada penelitian yang memiliki judul yang sama dengan penelitian saya, tapi mungkin ada penelitian serupa dengan penelitian yg ditulis oleh peneliti, seperti:

- 1) A.junaidi,Nurnilam Oemiati, Pemanfaatan Abu Eceng Gondok Sebagai Bahan Tambah Untuk Meningkatkan Kuat Tekan Beton,2022.

Penelitian ini memiliki kesamaan variabel terkait, yaitu penggunaan abu eceng gondok guna menemukan kadar presentase pencampuran yang optimal untuk menaikkan kuat tekan beton, tetapi ada perbedaan variabel bebasnya, yaitu penggunaan abu eceng gondok pada beton *SCC* dan penganalisaan mengenai sifat mekanisnya,penelitian tersebut menambahkan komposisi abu eceng gondok dengan variasi 8 variasi yaitu penambahan 0%, 6%,7,5%,9%,10,5%,12%,13,5% dan 15% setelah itu di

uji pada umur 28 hari sehingga menghasilkan kuat tekan 22,36 Mpa,24,05 Mpa,24,69 Mpa,25,18 Mpa,25,46 Mpa,24,25 Mpa,23,20 Mpa dan 22,55 sehingga dapat di simpulkan terjadi peningkatan kuat tekan optimal pada penambahan 10,5%.

- 2) Suryahadi,Unizar Mataram, Pengaruh Penambahan Serbuk Eceng Gondok Terhadap Kuat Tekan Beton,2019.

Penelitian ini memiliki kesamaan variabel terkait, yaitu penggunaan eceng gondok,tetapi ada perbedaan variabel bebasnya, yaitu penggunaan eceng gondok pada penelitian tersebut menggunakan eceng gondok yang di potong kecil-kecil,se sedangkan pada penelitian yang saya buat menggunakan abu eceng gondok,pengaruh penambahan serbuk eceng gondok terhadap kuat tekan beton dengan 4 variasi dengan proporsi 0%, 2%, 4%, dan 6% dan menghasilkan kuat tekan 21,99 Mpa, 18,16 Mpa, 16,049 Mpa, 14,44 Mpa, yang menunjukan hasil penambahan serbuk eceng gondok ternyata mengurangi kuat tekan beton.

- 3) Iqbal jatmiko putra,M.Agus salim al fathoni,Amris Azizi,Universitas muhamadiyah purwokerto, pengaruh penambahan serbuk eceng gondok terhadap kuat tekan beton,2018

Penelitian ini memiliki kesamaan variabel terkait, yaitu penggunaan eceng gondok,tetapi ada perbedaan pada seleksi saringan, yaitu penggunaan saringan abu eceng gondok pada penelitian tersebut menggunakan saringan abu eceng gondok no 30 yaitu 0,6 mm ,se sedangkan pada penelitian yang saya buat menggunakan abu eceng gondok dengan lolos saringan 80 yaitu 0,2 mm.Penelitian tersebut terdiri dari 4 variasi dengan proporsi 0%, 2%, 4%, dan 6% dan menghasilkan kuat tekan 21,99 Mpa, 18,16 Mpa, 16,049 Mpa, 14,44 Mpa, yang menunjukan hasil penambahan serbuk eceng gondok ternyata mengurangi kuat tekan beton.

1.5 Tujuan penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang diuraikan diatas, maka tujuan yang dibahas dalam proposal ini adalah :

Mengetahui pengaruh penambahan abu eceng gondok terhadap sifat-sifat mekanis beton *SELF COMPACTING CONCRETE (SCC)* antara lain :

- 1.Nilai Kuat Tekan
- 2.Nilai Kuat Tarik Belah
- 3.Nilai Kuat Lentur

1.6 Manfaat penelitian

Manfaat penelitian adalah untuk menyelidiki keadaan dari, alasan untuk, dan konsekuensi terhadap suatu set keadaan khusus. Penelitian tersebut dilakukan untuk meningkatkan pemahaman kita.

1.6.1 Manfaat Teoritis

Manfaat teoretis merupakan manfaat yang berhubungan dengan pengembangan ilmu. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat berguna dalam pengembangan ilmu kedepannya.

Berikut manfaat yang terdapat dalam penelitian ini :

- 1.Penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangan ilmiah bagi wahana perkembangan ilmu keteknikan, khususnya Teknik sipil. terutama yang berhubungan dengan penelitian beton yang menggunakan filler abu eceng gondok.
- 2.Memberi pengetahuan mengenai sifat-sifat mekanis beton *self compacting concrete (SCC)*.
3. Meningkatkan pengetahuan mengenai cara dan mix design pembuatan beton *SELF COMPACTING CONCRETE (SCC)* dengan penambahan abu eceng gondok sebagai filler abu eceng gondok.

1.6.2. Manfaat Praktis

Manfaat praktis merupakan manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini oleh peneliti itu sendiri dan pembaca.

1.6.2.1 Bagi mahasiswa.

Penelitian ini diharapkan bisa memberikan informasi pada mahasiswa baik yang menjalankan tesis dan yang akan menghadapinya,

sehingga dapat meningkatkan motivasinya dengan lebih baik. Agar dalam pengerjaan tesisnya dapat berjalan dengan lancar.

1.6.2.2. Peneliti Lain.

1. Penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi salah satu sumber informasi bagi peneliti lain yang ingin meneliti di bidang beton menggunakan abu eceng gondok.
2. Sebagai acuan bagi praktisi untuk mengembangkan beton *self compacting concrete (SCC)*.
3. Memberi referensi untuk mengembangkan teknologi beton *SELF COMPACTING CONCRETE (SCC)*.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

Kemampuan campuran beton yang dapat memadat sendiri tanpa menggunakan alat vibrator untuk memperoleh konsolidasi yang baik. Dengan kemampuan berkonsolidasi sendiri *Self Compacting Concrete (SCC)* mampu menjangkau ruang yang banyak tulangnya atau ruang-ruang sempit tanpa alat penggetar. Metode *Self Compacting Concrete (SCC)* merupakan hasil riset di Jepang pada awal tahun 1980an dengan menghasilkan suatu prototype yang sukses pada tahun 1988 (Okamura dan Ouchi 2003).

Penelitian oleh praktisi mengenai beton SCC hingga sekarang masih terus dilakukan dengan beberapa aspek kajian, misalnya ketahanan (durability), permeabilitas dan kuat tekan (compressive strength) seperti penelitian yang dilakukan oleh A.junaidi, Nurnilam Oemiati, Pemanfaatan Abu Eceng Gondok Sebagai Bahan Tambah Untuk Meningkatkan Kuat Tekan Beton, 2022. yang menyatakan bahwa dengan adanya variasi penambahan abu eceng gondok menunjukkan adanya peningkatan kuat tekan beton. Peningkatan kuat tekan ini dimulai dari kondisi penambahan abu eceng gondok dari 6%, 7,5 %, 9%, dan peningkatan optimumnya terjadi pada penambahan abu eceng gondok sebanyak 10,5% dengan kuat tekan yang dihasilkan adalah sebesar 25,46 Mpa dan ini artinya terjadi persentase peningkatan kuat tekanya dari beton normal sebesar 13,86%. Untuk penambahan abu eceng gondok sebesar 12%, 13,5% dan 15% menunjukkan adanya penurunan dari kuat tekan optimumnya, bahkan pada kondisi penambahan abu eceng gondok sebesar 15% terhadap beton normal menghasilkan kuat tekan yang lebih rendah dari kuat tekan pada beton normal. Terjadinya peningkatan kuat tekan ini akibat penambahan abu eceng gondok mulai dari 6% s/d 10,5 % terjadi karena kapur bebas atau Ca(OH)_2 yang dihasilkan dari reaksi beton normal masih dapat bereaksi dengan SiO_2 yang berasal dari abu eceng gondok sehingga menghasilkan C-S H yang lebih stabil, sedangkan untuk penambahan abu eceng gondok dari 12% s/d 15,5% yang mengandung SiO_2 pada campuran

beton, tidak lagi bereaksi dengan kapur bebas yang dihasilkan dari proses reaksi semen dengan air atau dengan kata lain sudah mengalami kejenuhan SiO_2 yang diberikan, Hal inilah yang menyebabkan kuat tekan pada penambahan abu eceng gondok sebanyak 12% s/d 15 % mengalami penurunan kuat tekan beton dibandingkan dengan kuat ditambah dan kondisi ini juga yang campuran mengalami kekurangan air karena silika yang ditambahkan justru menyerap air pada campuran beton ini menyebabkan proses hidrasi pada semen terganggu, dan kondisi ini juga menyebabkan nilai slump test nya menjadi sangat kecil.

Penelitian lainnya yang dilakukan Suryahadi,Unizar Mataram, Pengaruh Penambahan Serbuk Eceng Gondok Terhadap Kuat Tekan Beton,2019. menunjukkan bahwa hasil kuat tekan maksimum yaitu pada beton normal sebesar 30,38 Mpa, hal ini dikarenakan beton normal tanpa penambahan bahan tambah, sehingga menghasilkan beton yang homogen, dan berpengaruh terhadap kuat tekan yang dihasilkan.Sedangkan untuk beton dengan penambahan serbuk eceng gondok dengan kadar 2%, 4% dan 6% diperoleh kuat tekan rata rata berturut turut sebesar 21,99 Mpa, 18,16 Mpa, dan 14,44 Mpa. .Pada beton dengan penambahan serbuk eceng gondok dengan kadar 2%, 4%, dan 6% berturut-turut terus mengalami penurunan hal ini dikarenakan bahan tambah serbuk eceng gondok menyerap air dengan cepat dan menyebabkan nilai kuat tekan beton semakin menurun. Dari hasil kuat tekan tersebut diketahui bahwa kuat tekan beton normal lebih besar dibandingkan dengan beton dengan penambahan serbuk eceng gondok. Perbedaan kuat tekan antara beton normal dan beton dengan penambahan serbuk eceng gondok tersebut disebabkan karena pada beton normal tanpa penambahan bahan tambah, sehingga menghasilkan beton yang homogen, dan berpengaruh terhadap kuat tekan yang dihasilkan. Pada beton dengan penambahan serbuk eceng gondok dengan kadar 2%, 4%, dan 6% berturut-turut terus mengalami penurunan hal ini dikarenakan bahan tambah serbuk eceng gondok menyerap air dengan cepat sehingga proses hidrasi semen belum sempurna yang menyebabkan nilai kuat tekan beton semakin menurun. Kuat tekan beton dengan penambahan serbuk eceng gondok dengan kadar 6% memiliki kuat tekan terkecil, hal ini di

sebabkan karena kadar serbuk eceng gondok yang ditambahkan semakin banyak.

Berdasarkan penelitian penelitian yang telah dilakukan ini, maka penulis ingin menganalisa sifat-sifat mekanis beton *self compacting concrete (SCC)* dengan penambahan filler abu eceng gondok.

2.2 Landasan Teori

Landasan teori adalah alur logika atau penalaran yang merupakan seperangkat konsep, definisi, dan proporsi yang disusun secara sistematis. Suatu penelitian baru tidak bisa terlepas dari penelitian yang terlebih dahulu sudah dilakukan oleh peneliti yang lain. (Sugiyono (2010 : 54))

2.2.1 Definisi

Beton adalah campuran antara semen *portland* atau semen hidrolis lain, agregat halus, agregat kasar, dan air dengan atau tanpa bahan tambah dengan perbandingan tertentu yang kemudian membentuk suatu massa yang padat. Dari bahan-bahan pembentuk beton tersebut semen merupakan bahan yang memiliki sifat adhesif dan kohesif yang memungkinkan melekatnya fragmen fragmen mineral menjadi suatu massa yang padat.

Self Compacting Concrete (SCC) adalah campuran beton yang dapat memadat sendiri tanpa menggunakan alat vibrator untuk memperoleh konsolidasi yang baik. Dengan kemampuan berkonsolidasi sendiri *Self Compacting Concrete (SCC)* mampu menjangkau ruang yang banyak tulangnya atau ruang-ruang sempit tanpa alat penggetar. Metode *Self Compacting Concrete (SCC)* merupakan hasil riset di Jepang pada awal tahun 1980an dengan menghasilkan suatu prototype yang sukses pada tahun 1988 (Okamura dan Ouchi 2003).

2.2.2 Karakteristik

Beton dikategorikan *Self Compacting Concrete (SCC)* apabila beton tersebut memiliki sifat-sifat yang diisyaratkan. Diantaranya memiliki slump flow yang menunjukkan campuran atau pasta beton yang memiliki kuat geser dan lentur rendah sehingga dapat masuk dan mengalir dalam celah

ruang dalam formwork dan tidak diizinkan memiliki segregasi akibat nilai slump yang tinggi. Karakteristik *Self Compacting Concrete (SCC)* memiliki nilai slump flow berkisar antara 550-850 mm (Nagataki dan Fujiwara 1995).

Kriteria workability campuran beton yang baik pada *Self Compacting Concrete (SCC)* adalah mampu memenuhi kriteria berikut (EFNARC 2005):

1. Fillingability : kemampuan campuran beton mengisi ruangan.
2. Passingability : kemampuan campuran beton melewati struktur ruangan yang rapat.
3. Segregation resistance : ketahanan campuran beton segar terhadap efek segregasi.

2.2.3 Kelebihan dan kekurangan

Kelebihan dari penggunaan *Self Compacting Concrete (SCC)* (Himawan, 2006) :

1. Keuntungan bagi kontraktor:
 - a. Tidak memerlukan pemadatan dengan vibrator.
 - b. Tenaga kerja yang dibutuhkan lebih sedikit.
 - c. Pemakaian alat – alat berat seperti crane menjadi lebih sedikit.
 - d. Waktu pengerjaan pengecoran menjadi lebih cepat.
 - e. Pengecoran pada bagian – bagian elemen struktur yang sulit dipadatkan dengan vibrator menjadi lebih mudah.
 - f. Pekerjaan finishing menjadi berkurang karena permukaan beton yang dihasilkan homogen, khususnya pada elemen pelat.
2. Keuntungan bagi produsen Ready – mix:
 - a. Peningkatan kapasitas produksi karena singkatnya waktu pengiriman dan pengecoran.
 - b. *Self Compacting Concrete (SCC)* mudah dipompakan.
3. Keuntungan bagi pemilik proyek (owner):
 - a. Waktu pelaksanaan proyek menjadi lebih cepat.

- b. Struktur bangunan dapat dibuat lebih ekonomis, memungkinkan pembuatan elemen struktur yang lebih tipis.
- c. Memungkinkan pembangunan bermacam – macam bentuk arsitektural karena *Self Compacting Concrete (SCC)* dapat mengisi ke semua bagian formwork struktur.
- d. Pekerjaan finishing lantai menjadi lebih mudah karena pelat lantai yang dihasilkan sangat halus.
- e. Meningkatkan durabilitas struktur.

4. Kekurangan penggunaan *Self Compacting Concrete (SCC)* antara lain :

- a. *Self Compacting Concrete (SCC)* lebih mahal daripada beton konvensional. Dikarenakan penggunaan semen yang lebih banyak, juga menggunakan bahan tambahan admixture.
- b. Pembuatan bekisting cetakan beton harus diperhatikan karena mudah terjadi kebocoran akibat sangat enceranya campuran beton yang dihasilkan. Dikhawatirkan beton mengalami segregasi apabila air terlalu banyak yang meluber akibat kebocoran.

2.2.4 Material pembentuk

Berikut ini akan dijabarkan mengenai bahan-bahan pembentuk beton yang juga dipakai sebagai bahan beton yang akan diteliti pada penelitian ini. Adapun material-material dalam pembentuk beton adalah sebagai berikut:

2.2.4.1. Portland Semen

Semen merupakan bahan campuran yang secara kimiawi aktif setelah berhubungan dengan air. Agregat tidak memainkan peranan yang penting dalam reaksi kimia tersebut, tetapi berfungsi sebagai bahan pengisi mineral yang dapat mencegah perubahan-perubahan volume beton setelah pengadukan selesai dan memperbaiki keawetan beton yang dihasilkan (Mulyono, 2004).

Fungsi utama semen adalah untuk merekatkan butiran-butiran agregat agar terjadi suatu massa yang kompak atau padat. Selain itu juga untuk mengisi ronggarongga diantara butiran agregat. Walaupun semen hanya mengisi 10% saja dari volume beton, namun karena merupakan bahan yang aktif maka perlu dipelajari maupun dikontrol secara ilmiah (Tjokrodinuljo, 1996). Semen yang

digunakan untuk bahan beton pada penelitian ini adalah semen Portland, berupa semen hidrolik yang berfungsi sebagai bahan perekat bahan susun beton. Dengan jenis semen tersebut diperlukan air guna berlangsungnya reaksi kimiawi pada proses hidrasi. Pada proses hidrasi semen mengeras dan mengikat bahan susun beton membentuk masa padat. Semen portland yang pada awalnya ditemukan di dekat kota Dorset, Inggris, adalah bahan yang umumnya digunakan untuk keperluan tersebut (Dipohusodo, 1994).

2.2.4.1.1.Syarat Material Portland Semen

Semen Portland yang dipakai harus memenuhi syarat (SNI 0013-81) dibagi menjadi 5 type yaitu adalah sebagai berikut (**Mulyono, 2004**).

1. Tipe I, semen Portland yang dalam penggunaannya tidak memerlukan persyaratan khusus seperti jenis-jenis lainnya.
2. Tipe II, semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.
3. Tipe III, semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan awal yang tinggi dalam fase permulaan setelah pengikatan terjadi.
4. Tipe IV, semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan panas hidrasi yang rendah.
5. Tipe V, semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan yang lebih tinggi terhadap sulfat. Semen Portland yang dipakai untuk struktur harus mempunyai kualitas tertentu yang telah ditentukan agar dapat berfungsi secara efektif. Pemeriksaan secara berkala perlu dilakukan, baik masih berbentuk bubuk kering maupun yang pasta.

Secara umum komposisi kimia senyawa-senyawa pada semen dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Susunan Unsur Semen Portland (Tjokrodimuljo,1996)

No	Komposisi	Jumlah (%)
1.	Kapur (CaO)	60 – 65
2.	Silika (SiO ₂)	17 – 25
3.	Alumina (Al ₂ O ₃)	3 – 8
4.	Besi (Fe ₂ O ₃)	0,5 – 6,0
5.	<i>Magnesia</i> (MgO)	0,5 – 4,0
6.	Alkali (K ₂ O + Na ₂ O)	0,5 – 1,0
7.	<i>Sulfur</i> (SO ₃)	1 – 2

Bahan dasar semen ialah batu kapur dan tanah liat dari alam yang memiliki berbagai oksida. Standar Industri Indonesia (SII 0013-1981) mendefinisikan bahwa semen Portland ialah semen hidrolis, dibuat dengan menghaluskan klinker yang mengandung *silikat kalsium* (bersifat hidrolis) dan gypsum.

2.2.4.1.2. senyawa kimia Portland Semen

Semen portland secara garis besar terdiri dari 4 (empat) senyawa kimia utama yang masing-masing berfungsi sebagai (Mulyono, 2004):

1. *Trikalsium silica (C3S)*

Trikalsium silica dalam semen memiliki fungsi sebagai berikut :

- a. Berpengaruh terhadap pengerasan semen, terutama sebelum umur 14 hari setelah mempengaruhi kekuatan awal beton.
- b. Apabila tercampur air *Trikalsium silica* segera mulai berhidrasi dan menghasilkan panas hidrasi yang cukup tinggi.

2. *Dikalsium silika (C2S)*

Dikalsium silika dalam semen memiliki fungsi sebagai berikut:

- a. Dikalsium silika bereaksi dengan air lebih lambat dan panas hidrasi lebih rendah.
- b. Pengaruh dikalsium silika terhadap pengerasan semen setelah berumur lebih dari 7 hari dan memberikan kekuatan akhir pada beton.

3. Trikalsium aluminat (C4A)

Trikalsium aluminat dalam semen memiliki fungsi sebagai berikut:

- a. Hidrasi yang dialaminya sangat cepat dan hidrasi yang dihasilkan sangat tinggi.
- b. Berpengaruh pada pengerasan awal dan pengerasan berikutnya yang panjang.
- c. Kadar trikalsium aluminat tidak boleh lebih dari 10% karena akan menghasilkan beton yang kurang bagus.

4. Tetrakalsium aluminoforit (C4AF)

Tetrakalsium aluminoforit dalam semen memiliki fungsi sebagai berikut:

- a. Bereaksi cepat dengan air, dan pasta berbentuk dalam beberapa menit.
- b. Kurang besar pengaruhnya terhadap kekerasan semen.

2.2.4.2. Agregat

Agregat menurut SNI 03-2847-2019 menyebutkan, agregat adalah material granular, misalnya pasir, kerikil, batu pecah, dan kerak tungku pijar, yang dipakai bersama-sama dengan suatu media pengikat untuk membentuk suatu beton atau adukan semen hidraulik.

1. Agregat Kasar

Agregat kasar adalah kerikil sebagai hasil desintegrasi alami dari batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir antara 5 - 40mm. Menurut ukurannya, kerikil terbagi atas a) ukuran butir 5 - 10 mm disebut kerikil halus, b) ukuran butir 10 - 20 mm disebut kerikil sedang, c) ukuran butir 20

40 mm disebut kerikil kasar, d) ukuran butir 40 - 70 mm disebut kerikil kasar sekali, dan e) ukuran butir > 70 mm digunakan untuk konstruksi beton siklop (*cyclopean* beton).

2. Agregat Halus

Agregat halus adalah pasir alam sebagai hasil desintegrasi secara alami dari batu atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir terbesar 5,0 mm.

2.2.4.3. Air

Air adalah bahan dasar pembuatan beton yang paling murah. Fungsi air dalam pembuatan 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.

2.2.4.4. Bahan Tambah

Bahan tambah adalah suatu bahan bubuk atau cairan, yang ditambahkan ke dalam campuran adukan beton selama pengadukan, dengan tujuan untuk mengubah sifat adukan atau betonnya. Bahan tambah ada 2 jenis yaitu additive dan admixture.

Bahan Tambah (Additive) adalah bahan tambah yang ditambahkan pada saat proses pembuatan semen di pabrik, bahan tambah additive yang ditambahkan pada beton untuk meningkatkan kinerja kuat tekan beton. Beton yang kekurangan butiran halus dalam agregat menjadi tidak kohesif dan mudah bleeding, untuk

mengatasi kondisi ini biasanya ditambahkan bahan tambah additive yang berbentuk butiran padat yang halus. Penambahan additive dilakukan pada beton yang kekurangan agregat halus dan beton dengan kadar semen biasa tetapi perlu dipompa pada jarak yang jauh. Yang termasuk jenis additive adalah pozzolan, fly ash, slag, dan silica fume.

Adapun keuntungan penggunaan additive adalah (Mulyono T,2003) adalah dapat memperbaiki workability beton, mengurangi panas hidrasi beton, mengurangi biaya pekerjaan beton, mempertinggi daya tahan terhadap serangan sulfat, meningkatkan usia beton, dan mengurangi penyusutan.

Bahan tambah (Admixture) adalah bahan atau material selain air, semen dan agregat ditambahkan ke dalam beton selama pengadukan. Admixture digunakan untuk memodifikasi sifat dan karakteristik beton. Tujuan penggunaan admixture pada beton segar adalah untuk memperbaiki workability beton, mengatur faktor air semen pada beton segar, mengatur waktu pengikatan aduk beton, meningkatkan kekuatan beton keras, meningkatkan sifat kedap air pada beton keras, dan meningkatkan sifat tahan

2.2.4.4.1. Eceng Gondok

Eceng gondok adalah tanaman air yang mengambang. Eceng gondok memiliki kecepatan pertumbuhan yang tinggi sehingga tanaman ini dianggap sebagai gulma yang dapat merusak lingkungan perairan yang menjadi tempat tumbuhnya tanaman ini. Pertumbuhan eceng gondok dapat mencapai 1,9% per hari dengan ketinggian antara 0,3-0,5 m. Pertumbuhannya yang cepat dirasakan sangat merugikan karena eceng gondok yang menutupi permukaan air akan mengurangi kandungan oksigen. Secara umum, eceng gondok tumbuh secara vegetatif dengan menggunakan stolon. Kondisi optimal untuk penggandaan membutuhkan rentang waktu antara 11-18 hari. Eceng gondok akan mempengaruhi tingkat CO₂ yang terkandung dalam air. Tingginya kandungan selulosa dan lignin dalam eceng gondok menyebabkannya sulit terurai secara alami.

2.2.4.4.1.1.Klasifikasi Eceng Gondok

Klasifikasi eceng gondok menurut **VAN Steenis, (1978)** adalah sebagai berikut :

<i>Kingdom</i>	: <i>Plantae</i>
<i>Sub kingdom</i>	: <i>Tracheobionta</i>
<i>Super Divisi</i>	: <i>Spermatophyta</i>
<i>Divisi</i>	: <i>Magnoliophyta</i>
<i>Kelas</i>	: <i>Liliopsida</i>
<i>Ordo</i>	: <i>Alismatales</i>
<i>Famili</i>	: <i>Butomaceae</i>
<i>Genus</i>	: <i>Eichornia</i>
<i>Spesies</i>	: <i>Eichornia crassipes solms</i>

2.2.4.4.1.2.Komposisi Kimia Eceng gondok

Komposisi kimia eceng gondok tergantung pada kandungan unsur hara tempatnya tumbuh, dan sifat daya serap tanaman tersebut. Eceng gondok mempunyai sifat-sifat yang baik antara lain dapat menyerap logam-logam berat, senyawa sulfida, selain itu mengandung protein lebih dari 11,5% dan mengandung selulosa yang lebih tinggi dari non selulosanya seperti lignin, abu, lemak, dan zat-zat lain (**Forth, 2008**).

Hasil analisa kimia dari eceng gondok dalam keadaan segar diperoleh bahan organik 36,59%, C-organik 21,23%, N total 0,28%, P total 0,0011% dan K total 0,016% (Wardini, 2008). Sedangkan menurut Rochyati (1998) kandungan kimia pada tangkai eceng gondok segar adalah air 92,6%, abu 0,4 % , serat kasar, 2,09%, karbohidrat 0,17%, lemak 0,35%, protein 0,16%, fosfor 0,52%, kalium 0,42%, klorida 0,26%, alkanoid 2,22%. Dan pada keadaan

kering eceng gondok mempunyai kandungan selulosa 64,51%, pentosa 15,61%, silika 5,56%, abu 12% dan lignin 7,69%. Tingginya kandungan selulosa dan lignin pada eceng gondok menyebabkan bahan tersebut sulit terdekomposisi secara alami.

Dalam jurnal menurut **anam syaiful,2015** Menambahkan abu eceng gondok sebagai bahan alami tambahan untuk beton meningkatkan kekuatan tekan .Komposisi yang paling optimal dalam menambahkan abu hycinth air sebagai bahan alami tambahan untuk beton adalah dengan menambahkan 5% eceng gondok akan meningkatkan kekuatan tekan hingga 15% dari beton normal. (**Anam, Syaiful, 2015**).

Tabel 2.2. Sifat Abu Eceng Gondok

No.	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Metode
1.2.	Silika	%	13,04	Gravimetri
	Kalsium (Ca)	%	0,33	SSA

Sumber : uji laboratorium BBTPI Semarang

Dalam jurnal yang di tulis oleh A.Junaidi dan Nurnilam Oemiati yang berjudul “Pemanfaatan Abu Eceng Gondok Sebagai Bahan Tambah Untuk Meningkatkan Kuat Tekan Beton” Tumbuhan eceng gondok ini kalau dibakar dengan suhu dan waktu tertentu maka akan banyak menghasilkan SiO₂ ini sangat baik kalau dimanfaatkan untuk sebagai bahan tambah atau pengganti pada campuran beton. Setelah dilakukan pengujian di laboratorium terhadap abu eceng gondok ini , maka diperoleh kadar silika seperti pada tabel dibawah ini :

Tabel 2.3. Komposisi Kimia Abu Eceng Gondok

Parameter Uji	Satuan	Standar	Hasil Uji U-270	Metode Uji
Silika (SiO ₂)	%	-	47,82	SNI.15-0351-1989

Sumber : Balai Riset dan Standardisasi Industri dan Perdagangan

Disamping untuk mengatasi permasalahan lingkungan yang ditimbulkan seperti pendangkalan perairan dan memperlancar arus transportasi perairan. Dengan mengetahui kandungan silica pada eceng gondok maka hal ini akan baik apabila kita jadikan sebagai additive atau substitution pada beton karena kandungan SiO₂ yang ada pada abu eceng gondok akan menghasilkan kuat tekan yang lebih baik.

2.2.5 Penelitian Sejenis

Didalam suatu penelitian terkadang ada penelitian lain yang sejenis atau yang mengarah pada fungsi yang sama, dalam hal ini kesamaan itu berupa penambahan filler dengan bahan yang berbeda, berikut adalah perbandingan penggunaan abu eceng gondok dengan penggunaan filler yang lain :

Tabel 2.4. Perbandingan Penambahan Filler Eceng Gondok Dengan Fly Ash, Silica Fume Dan Serbuk Besi

	Abu Eceng Gondok	Fly Ash	Silica Fume	Serbuk Besi
Tinjauan Umum	Merupakan hasil pembakaran eceng gondok, yaitu tanaman air yang mengambang yang memiliki kecepatan pertumbuhan yang tinggi sehingga tanaman ini dianggap sebagai gulma yang dapat merusak lingkungan perairan yang menjadi tempat	merupakan limbah padat yang dihasilkan dari pembakaran batu bara pada pembangkit tenaga listrik.	merupakan hasil sampingan dari produk logam silikon atau aloi ferosilikon. Silica fume berupa partikel-partikel halus bulet dengan ukuran partikel rata-rata	Bagian dari hasil sisa potongan atau sisa pembubutan besi tuang yang merupakan hasil di pemakaian industri

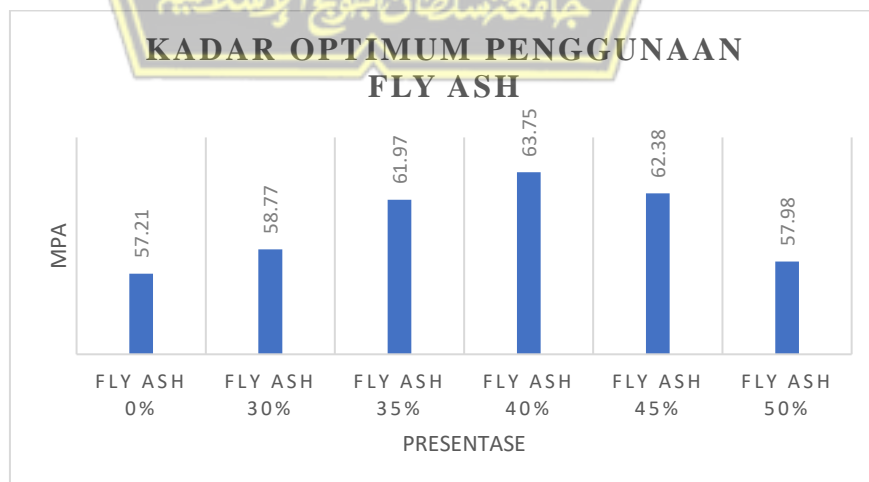
	tum buhnya tanam an ini.		antara 0,1-0,2 u, m.	
Komposisi	SiO2 47,82% Oksida 52,18%	SiO2 58,75%, Al2O3 25,82%, Fe2O3 5,30%, CaO 4,66%, alkali 1,36%, MgO 3,30% dll 0,81%.	SiO2 93,09%, Al2O3 1,42%, MgO 0.93 MnO 0.08 P2O5 0,23 SO3 0,10 TiO2 0,08 Fe2O3 4,09 C 2,19 LO1 1,49	Fe 99%

Selain itu juga terdapat perbedaan dari nilai optimum yang di gunakan untuk bahan tambah atau filler dalam pembuatan beton, sebagai berikut :

1. Fly Ash

Menurut penelitian yang berjudul optimasi penggunaan fly ash dengan kadar semen minimum pada beton mutu tinggi Mohammad Erfan, Sriliani Surbakti dan Nenny Roostrianawaty dari institut teknologi malang, kadar optimum penggunaan fly ash adalah 40%.

Berikut adalah hasil pengujian kuat tekan umur 28 hari :



Gambar 2.1 Grafik Kadar Optimum Penggunaan Fly Ash

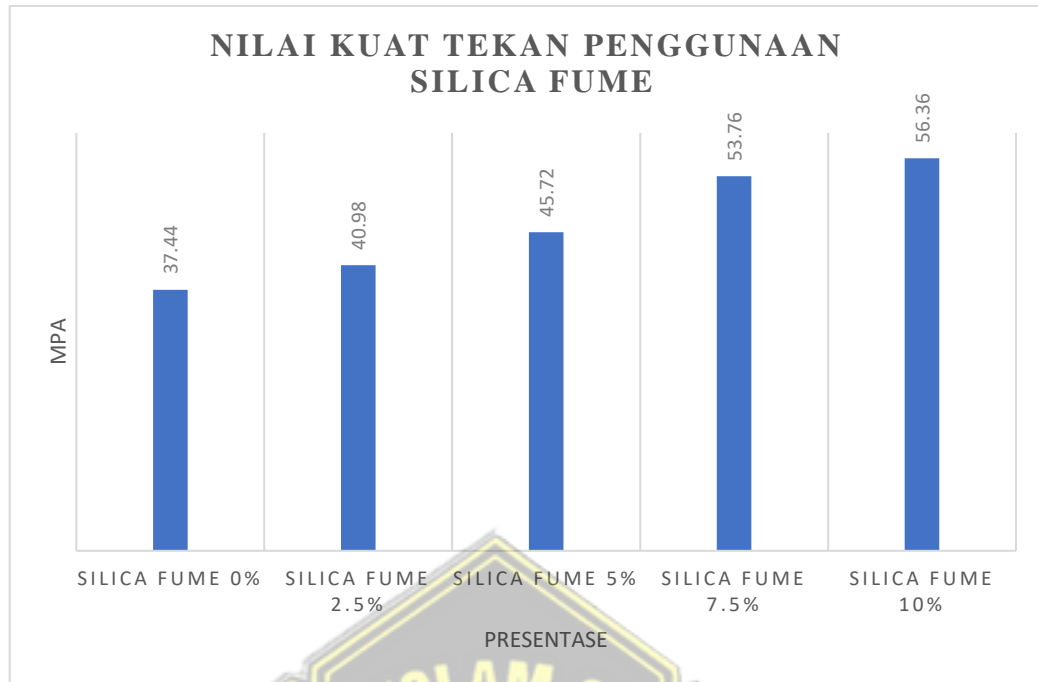
Sedangkan menurut Suarnita, I. Wayan. "Kuat tekan beton dengan aditif fly ash ex. PLTU Mpanau Tavaeli." SMARTek 9.1 (2011) Penggunaan abu terbang sebagai bahan tambah pada umur 28 hari dengan variasi 5 % menghasilkan kuat tekan rata-rata sebesar 33,9137 MPa, variasi 10 % 35,3291 MPa, variasi 15 % 36,1783 MPa, variasi 20 % 36,8011 Mpa dan variasi 25 % 37,2541 MPa. Atau mengalami peningkatan kuat tekan terhadap beton normal.



Gambar 2.2 Grafik nilai kuat tekan penambahan fly ash

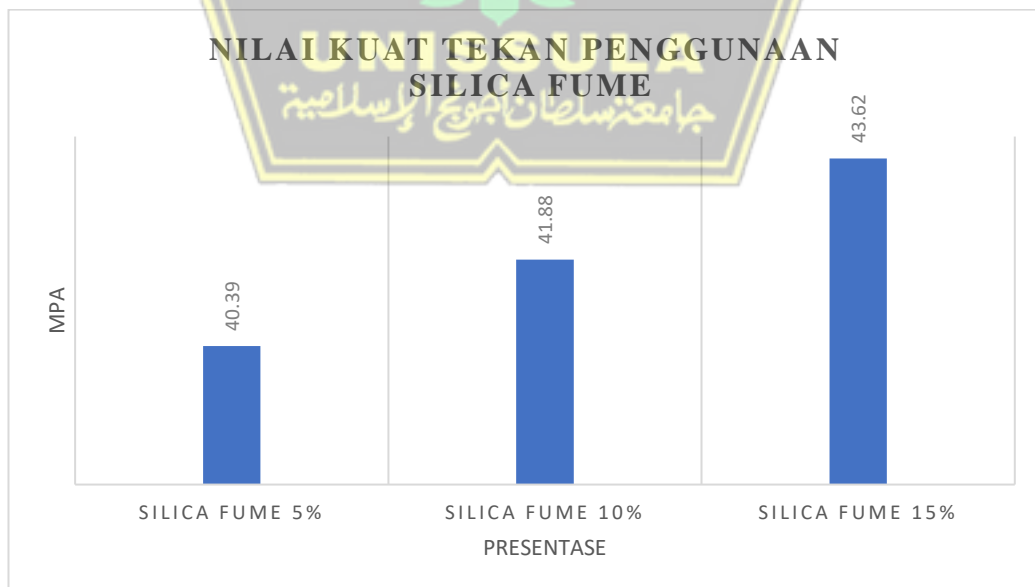
2.Silica Fume

Menurut penelitian yang di buat oleh ardi novianto yang berjudul “pengaruh penambahan silica fume dan superplasticizer terhadap kuat desak beton” dari universitas islam indonesia yang mengatakan bahwa penggunaan silica fume paling optimal adalah pada presentase 10% pada umur beton 28 hari



Gambar 2.3 Grafik Nilai kuat tekan Penggunaan silica fume

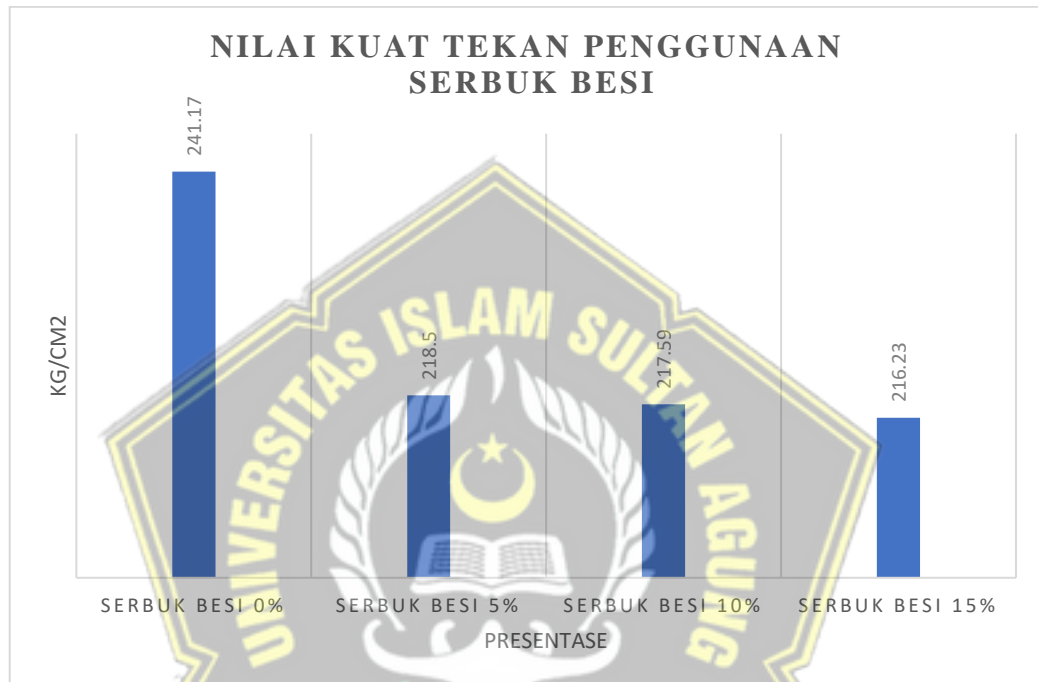
Sedangkan menurut Tarru, Reni Oktaviani. "Studi penggunaan silica fume sebagai bahan pengisi (filler) pada campuran beton." *Journal Dynamic Saint* 3.1 (2017): 472-485. Pada hari ke 28 hari kuat tekan rata-rata 37,10 Mpa sementara kuat tekan rata-rata benda uji yang menggunakan silica fume 5%, 10%, dan 15% sebesar 40,39 Mpa, 41,88 Mpa, dan 43,62 Mpa.



Gambar 2.4 Grafik Nilai kuat tekan Penggunaan silica fume

3.Serbuk Besi

Menurut penelitian yang di buat oleh herri puwanto dan utari cakra wardani yang berjudul “Pengaruh Penambahan Serbuk Besi Terhadap Kuat Tekan Beton Mutu K225” universitas PGRI palembang menyatakan bahwa penambahan serbuk besi menyebabkan penurunan terhadap nilai kuat tekan beton .



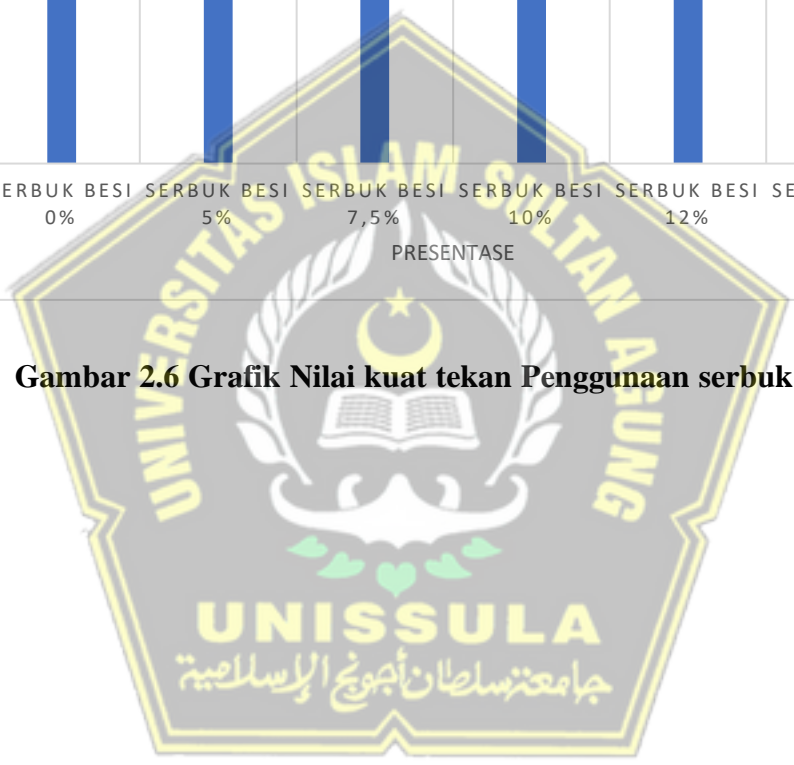
Gambar 2.5 Grafik Nilai kuat tekan Penggunaan serbuk besi

Sedangkan menurut Ibrahim, Ibrahim, Nadra Mutiara Sari, and Yuri Khairizal. "Analisis Pengaruh Limbah Serbuk Besi Terhadap Kuat Tekan Beton." CIVED 10.2 (2023): 610-615 menyatakan variasi benda uji terutama pada kondisi umur 28 hari yang memiliki nilai kuat tekan tertinggi adalah variasi substitusi campuran limbah serbuk besi sebesar 5%. Untuk kondisi perbandingan dengan beton normal sebagai acuan awal penelitian, didapatkan bahwa dengan penambahan serbuk besi pada persentase substitusi sebesar 5% terjadi peningkatan nilai kuat tekan beton. Sehingga diambil kesimpulan kondisi, peningkatan mutu kuat tekan secara optimal didapatkan pada variasi substitusi

sebesar 5% dan kondisi yang lebih daripada itu tidak didapatkan mutu kuat tekan lebih besar.



Gambar 2.6 Grafik Nilai kuat tekan Penggunaan serbuk besi



BAB III

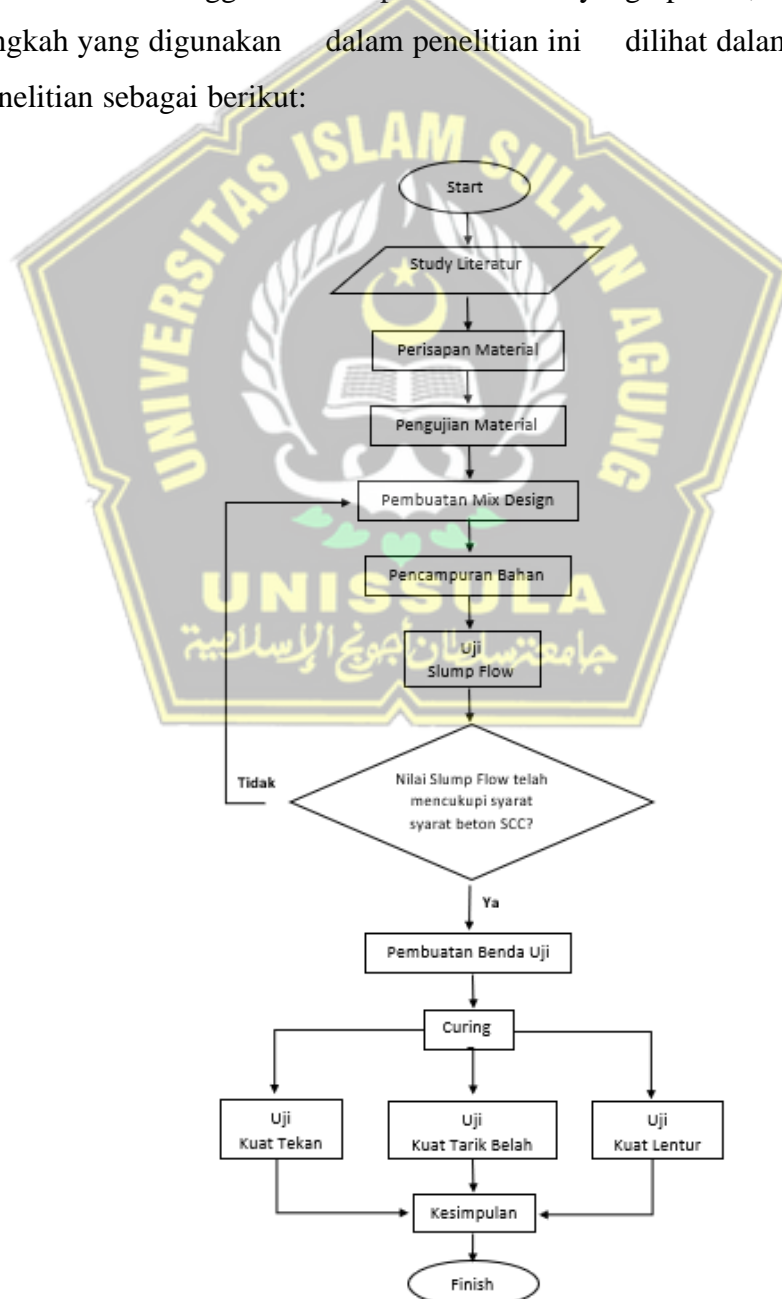
METODE PENELITIAN

3.1 Tempat Pelaksanaan

Pengujian beton umur 28 hari dilakukan di Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

3.2 Flow Chart Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan berbagai langkah kerja yang sistematis sehingga mendapatkan hasil yang optimal, adapun langkah langkah yang digunakan dalam penelitian ini dilihat dalam flowchart penelitian sebagai berikut:



3.3 Metode Penelitian

Metode penelitian yang di gunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimental. Metode eksperimental pada penelitian ini dilakukan dengan cara membandingkan pengaruh penambahan abu eceng gondok sebanyak 0%, 5% dan 10% terhadap nilai kuat tekan, nilai kuat tarik belah dan nilai kuat lentur pada beton.

3.4 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dalam pembuatan beton ini adalah sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Metode studi literatur ini dilakukan dengan cara menghimpun data-data atau sumber-sumber yang berhubungan dengan topik yang diangkat. Studi literatur ini bias didapatkan dari berbagai sumber seperti jurnal, buku dokumentasi, pustaka dan internet.

2. Pengujian Laboratorium

Metode pengujian laboratorium ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui hasil pengujian yang dilakukan, serta memperoleh data-data dari pengujian tersebut. Pengujian dilakukan sesuai dengan standar yang ada, sesuai dengan peraturan dan ketentuan-ketentuan yang berlaku.

3.5 Material dan Bahan yang Digunakan

3.5.1. Bahan Pembuatan Beton

Bahan pembuatan beton ini sebagai berikut:

1. semen pcc tipe 1 dengan merk semen gresik dalam zak dengan satuan, 40 kg/zak.
2. Agregat kasar berupa batu pecah.
3. Agregat halus berupa pasir.
4. Air yang digunakan berasal dari instalasi air bersih di Laboratorium Fakultas Teknik Unissula Semarang.
5. Bahan tambahan yang digunakan sebagai filler abu eceng gondok 5% dan 10%
6. *Admixture superplasticizer* berupa visocrete 8050

3.5.2. Peralatan Pembuatan Beton

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Timbangan
2. Satu set saringan
3. Oven
4. Mesin pengaduk beton
5. Cetakan silinder diameter 15 cm tinggi 30 cm
6. Cetakan balok ukuran 15 x 15 x 60 cm
7. Sekop
8. Slump Cone
9. Plat baja yang kedap air
10. tongkat baja diameter 16 mm dan panjangnya 600 mm dengan ujung tongkat baja ini dibulatkan
11. Palu Karet
12. kalkulator dan laptop
13. Mesin penguji kuat tekan beton (*Compression Tention Strength Machine*)
14. Mesin penguji kuat Lentur beton (*Hydraulic Concrete Beam*)

3.6 Perhitungan Mix Design

Mengacu pada ketentuan **EFNARC Standard, 2005** Penentuan komposisi bahan adalah sebagai berikut :

1. Agregat kasar dibatasi jumlahnya sekitar kurang dari 50 % dari total volume beton agar mampu mengalir dan memadatsendiri tanpa alat pemadat.
2. Perbandingan volume agregat halus dan agregat kasar adalah 50% : 50% .
3. Kadar *admixture superplasticizer* : 1,1 % terhadap berat semen.
4. Variasi abu eceng gondok 0%,5% dan 10%

Untuk mendapatkan *mix design* yang optimal pada penelitian ini, dilakukan penyesuaian - penyesuaian dengan menggunakan acuan standar **SNI-03-2834-2000** sebagai dasar.

3.6.1 Tahapan Perhitungan Mix Design

Berikut adalah tahapan dalam pelaksanaan *mix design* beton *Self Compacting Concrete (SCC)* :

1. Menentukan kuat tekan rencana pada tabel 3.1, kemudian dilakukan penambahan margin akibat standart deviasi sebesar $1,64 \times$ standart deviasi yang diinginkan.

Tabel 3.1. Perkiraan Kuat Tekan

Jenis Semen	Jenis Agregat Kasar	Kuat Tekan (MPa)				Benda Uji
		Pada Umur (hari)				
		3	7	28	91	
Semen <i>Portland</i> Tipe I	Batu tak dipecahkan	17	23	33	40	Silinder
	Batu pecah	19	27	37	45	
Semen tahan sulfat Tipe II, V	Batu tak dipecahkan	20	28	40	48	Kubus
	Batu pecah	23	32	45	54	
Semen <i>Portland</i> Tipe III	Batu tak dipecahkan	21	28	38	44	Silinder
	Batu pecah	25	33	44	48	
	Batu tak dipecahkan	25	31	46	53	Kubus
	Batu pecah	30	40	53	60	

Sumber : SNI-03-2834-2000

Kuat tekan rencana ditentukan berdasarkan jenis semen, jenis agregat dan cetakan benda uji melalui tabel 3.1.

2. Menentukan ukuran agregat maksimum yang digunakan pada tabel 3.2.

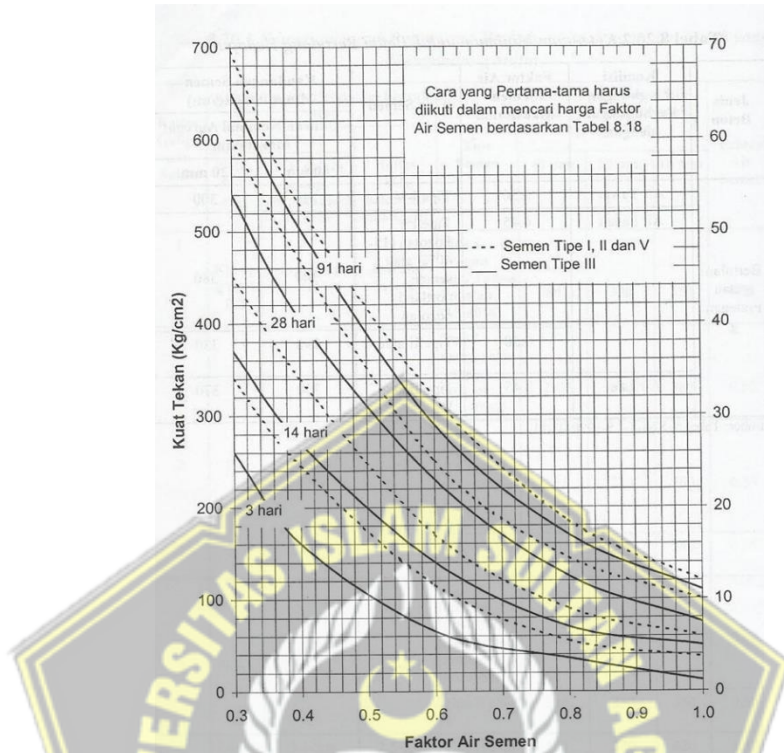
Tabel 3.2. Kadar Air Bebas

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

Sumber: SNI 03-2834-2000

Ukuran agregat maksimum pada tabel 3.2 ditentukan berdasarkan slump rencana.

3. Menentukan faktor air semen dengan acuan gambar 3.3

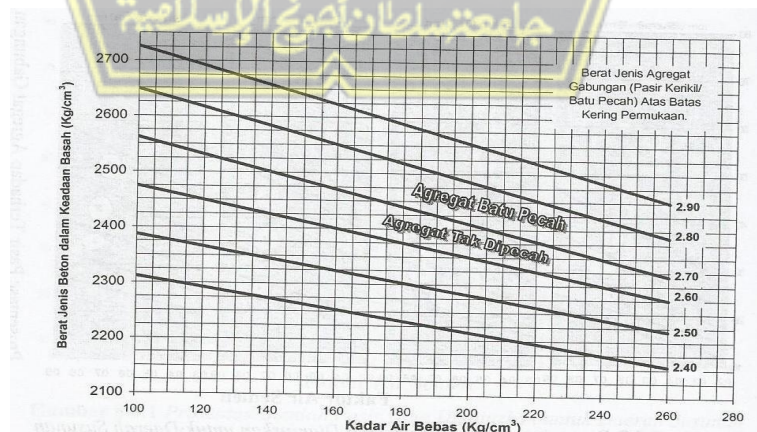


Gambar 3.1 Grafik Hubungan Kuat Tekan dan FAS

(Sumber : SNI-03-2834-2000)

4. Menentukan berat jenis gabungan dari masing-masing berat jenis agregat.

5. Menentukan berat isi beton dengan acuan gambar 3.4



Gambar 3.2 Hubungan Berat Isi Beton Dan Kadar Air

(Sumber : SNI-03-2834-2000)

6. Menentukan jumlah kebutuhan material dalam 1 kali pelaksanaan pengecoran.

3.7 Langkah Penelitian

Penelitian eksperimental berikut dilakukan di laboratorium. Untuk benda uji tekan direncanakan dengan menggunakan silinder berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Benda uji tekan direncanakan dengan mutu 25 Mpa. Benda uji balok berukuran 15 cm x 25 cm x 60 cm. Setiap benda uji akan menggunakan campuran abu eceng gondok dan dengan metode SCC yang menambahkan Superplasticizer sebanyak 1,1% dari jumlah semen. Setelah penentuan mix desain akan dilakukan pencampuran agregat dengan metode SCC dan akan diuji slump menggunakan Slump Cone lalu dicetak pada bekisting. Setelah itu benda uji akan melalui proses perawatan (27 hari) dan pengujian yaitu uji tekan untuk benda uji silinder dan uji lentur untuk benda uji balok ketika berumur 28 hari. Dengan hasil yang sudah didapat dari masing-masing pengujian, akan dilakukan analisa kuat tekan dan lentur.

3.7.1 Jumlah benda Uji

Optimasi variabel-variabel penelitian dalam pembuatan *SELF COMPACTING CONCRETE (SCC)* menggunakan Metode Taguchi dengan Orthogonal Array (OA). Berikut Tabel Taguchi yang dalam penelitian ini :

$L_9 (3^1)$

Dengan,

9 : banyaknya eksperimen yang dilakukan

3 : banyaknya level dari setiap faktor

(3) : banyaknya kolom dari Orthogonal Array (OA)

Tabel 3.3 Matrix Ortogonal Array $L_9 (3^1)$

KODE SAMPEL	KADAR ABU ECENG GONDOK
NS	1
AS 5%	2
AS 10%	3
NS (2)	1

AS (2) 5%	2
AS (2) 10%	3
NB	1
AB 5%	2
AB 10%	3

Berdasarkan metode taguchi di atas, dapat disimpulkan sampling yang akan diteliti adalah sebagai berikut :

Tabel 3.4 Variasi benda uji

KODE SAMPEL	BENTUK BENDA UJI	KADAR ABU ECENG GONDOK	JUMLAH
NS	Silinder	0%	3 buah
AS 5%	Silinder	5%	3 buah
AS 10%	Silinder	10%	3 buah
NS (2)	Silinder	0%	3 buah
AS (2) 5%	Silinder	5%	3 buah
AS (2) 10%	Silinder	10%	3 buah
NB	Balok	0%	3 buah
AB 5%	Balok	5%	3 buah
AB 10%	Balok	10%	3 buah

Keterangan :

- NS : Beton SCC berbentuk silinder dengan kadar eceng gondok 0% dengan pengujian kuat tekan
- AS 5% : Beton SCC berbentuk silinder dengan kadar eceng gondok 5% dengan pengujian kuat tekan
- AS 10% : Beton SCC berbentuk silinder dengan kadar eceng gondok 10% dengan pengujian kuat tekan
- NS (2) : Beton SCC berbentuk silinder dengan kadar eceng gondok 0% dengan pengujian kuat belah
- AS 5% (2) : Beton SCC berbentuk silinder dengan kadar eceng gondok 5% dengan pengujian kuat belah

- AS 10% (2) : Beton SCC berbentuk silinder dengan kadar eceng gondok 10% dengan pengujian kuat belah
- NB : Beton SCC berbentuk balok dengan kadar eceng gondok 0% dengan pengujian kuat lentur
- NB 5% : Beton SCC berbentuk balok dengan kadar eceng gondok 5% dengan pengujian kuat lentur
- NB 10% : Beton SCC berbentuk balok dengan kadar eceng gondok 10% dengan pengujian kuat lentur

3.7.2 Benda Uji

Langkah Pembuatan benda uji dilakukan dengan cara :

1. Analisis agregat halus, agregat kasar meliputi kadar air, analisis berat jenis dalam keadaan SSD, analisis berat isi dan penyerapan agregat
2. Campurkan semua bahan kedalam mixer mulai dari agregat kasar, agregat halus, abu eceng gondok, semen, air, dan superplasticizer sesuai dengan mix desain yang sudah direncanakan
3. Lakukan uji kelecakan pada setiap campuran dengan slump flow test
4. Cetak campuran beton kedalam cetakan besi benda uji silinder
5. Pelepasan beton dari cetakan dan perawatan beton dengan direndam pada kolam air bersih
6. Uji kuat tekan beton pada umur 28 hari

3.7.3 Abu eceng gondok

Langkah Pengujian eceng gondok dilakukan dengan cara :

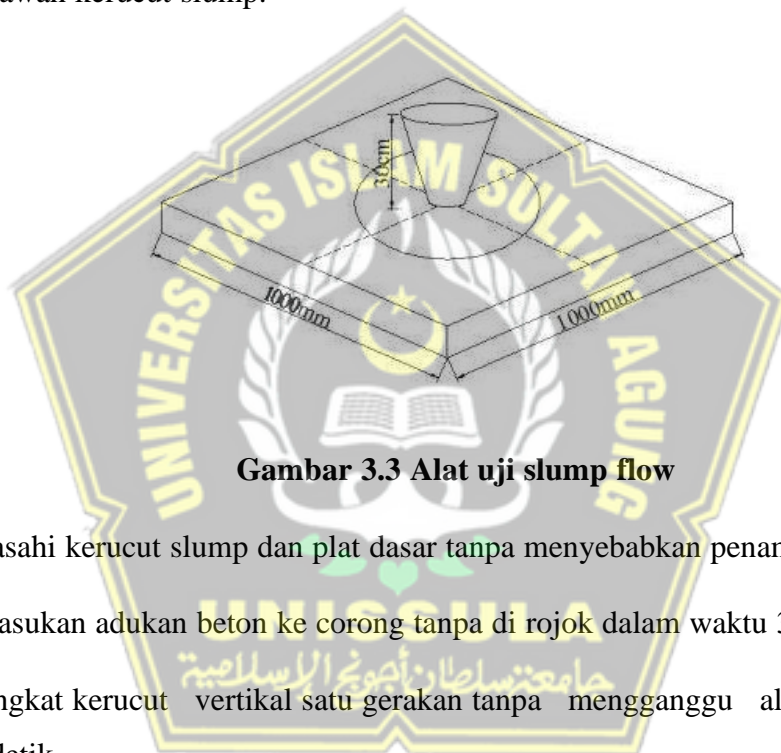
1. Mencuci bahan eceng gondok untuk memisahkan kandungan lumpur pada akar, batang, dan daunnya.
2. Eceng gondok di jemur selama \pm 1 minggu sampai benar – benar mengering.

3. Setelah mengering eceng gondok di bakar hingga menjadi abu
4. abu Eceng gondok diayak menggunakan saringan no 80 (0,2 mm)

3.7.4 Uji Slump Flow

Menurut *EFNARC 2005* Langkah Pelaksanaan :

1. Cek kepresisian plat dasar dengan menggunakan waterpass
2. Siapkan kerucut slump dan plat dasar, letakan kerucut slump bagian bawah (203 mm) pada lokasi Diameter (200 mm), tahan alat slump tersebut pada posisi berdiri. Pastikan tidak ada beton yang keluar pada bagian bawah kerucut slump.



Gambar 3.3 Alat uji slump flow

3. Basahi kerucut slump dan plat dasar tanpa menyebabkan penambahan air.
4. Masukkan adukan beton ke corong tanpa di rojok dalam waktu 30 detik.
5. Angkat kerucut vertikal satu gerakan tanpa mengganggu aliran beton 1-3 detik.
6. Ukur penyebaran aliran terbesar tanpa mengganggu plat dasar dan beton.
7. Perhatikan apakah terbentuknya cincin mortar yang menandakan adanya segregasi pada campuran sehingga bisa disimpulkan tes tersebut tidak memuaskan.
8. Ukur penyebaran aliran terbesar pada D1 dan ukur aliran terbesar pada D2
Jika $A D1/D2 \gg 50$ mm maka harus dilakukan pengtesan ulang, jika hasil

dua tes berurutan menunjukkan hal yang sama maka pengetesan tersebut tidak cocok tes ini.

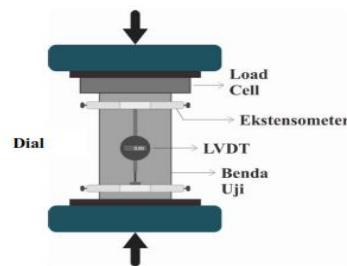
3.7.5 Uji Kuat Tekan

Menurut *SNI 1974-2011* Pada tahapan persiapan pengujian, benda uji harus diperlakukan sebagai berikut:

1. Mengambil benda uji dari bak perendam.
2. Membersihkan kotoran yang menempel dengan kain basah.
3. Menentukan berat dan ukuran benda uji.
4. Melapisi permukaan atas dan bawah benda uji dengan mortar belerang (capping) dengan cara sebagai berikut;
 - a. melelehkan mortar belerang di dalam pot peleleh yang dinding dalamnya telah dilapisi tipis dengan lemak,
 - b. meletakkan benda uji tegak lurus pada cetakan,
 - c. angkat benda uji dari cetakan lalu angin-anginkan (SNI 03-6369-2000).

Untuk melaksanakan pengujian kuat tekan beton harus diikuti beberapa tahapan sebagai berikut :

1. Letakkan benda uji pada mesin tekan secara sentris
2. Jalankan mesin tekan dengan penambahan beban yang konstan berkisar antara sampai 4 kg/cm² per detik.
3. Lakukan pembebanan sampai benda uji menjadi hancur dan catatlah beban maksimum yang terjadi selama pemeriksaan benda uji (data mentah kuat tekan).



Gambar 3.4 Alat uji kuat tekan beton

3.7.6 Uji Kuat Lentur

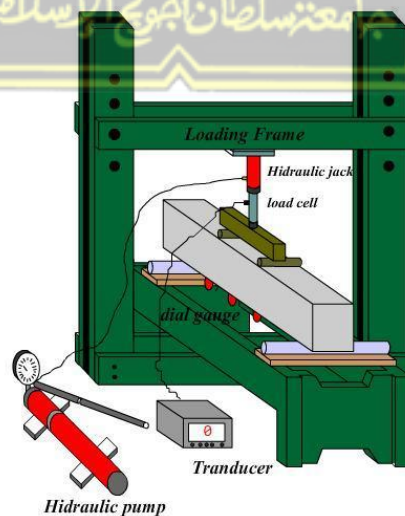
Menurut *SNI 03-4431-2011* Persiapan pengujian dilakukan sebagai berikut :

1. siapkan mesin uji dan blok-blok tumpuan
2. letakan balok uji
3. letakan blok beban
4. turunkan blok beban dan berikan beban
5. ukur dalamnya celah antara permukaan balok dengan permukaan blok
6. ratakan permukaan beton

Lakukan pengujian sebagai berikut :

1. berikan pembebanan
2. catat besarnya beban maksimum yang mengakibatkan keruntuhan;
3. ukur penampang runtuh
4. hitung kuat lentur
5. isikan semua nilai hasil pengukuran dan perhitungan

Lakukan pengujian dengan tahapan sebagai berikut:



Gambar 3.5 Alat uji kuat Lentur beton

3.7.7 Uji Kuat Tarik Belah

Menurut *SNI 03-2491-2014* tahapan pengujian dilakukan sebagai berikut :

1. Pemberian tanda pada benda uji

Tarik garis tengah pada setiap sisi ujung silinder benda uji dengan mempergunakan peralatan bantu yang sesuai hingga dapat memastikan bahwa kedua garis tengah tadi berada dalam bidang aksial yang sama.

2. Peralatan bantu perletakan benda uji pada posisi uji

Peralatan bantu ini terdiri dari tiga bagian, sebagai berikut:

- a. bagian alas tempat untuk meletakkan bantalan banyu pembebanan bagian bawah dan benda uji silinder.
- b. pelat atau batang bantu penekanan yang memenuhi persyaratan pada sus pasal 4.1, baik ukuran maupun kerataanya
- c. dua buah bagian tegak yang kegunaanya untuk meletakkan benda uji pada posisi uji lengkap dengan pelat atau batang penekan tambahan dan bantalan bantu pembebenanya.

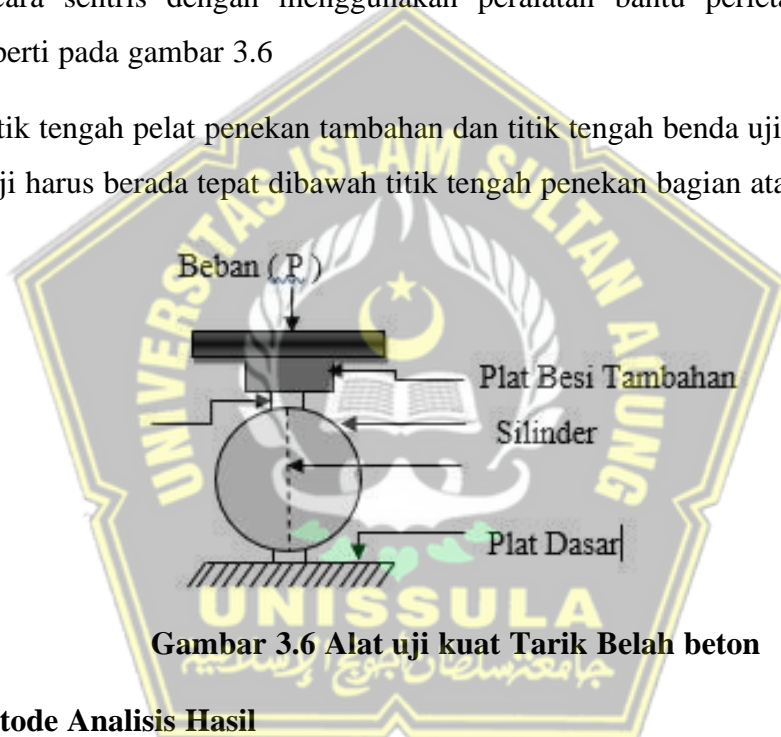
3. Pengukuran

Tentukan diameter benda uji dengan ketelitian sampai 0.25cm

4. Perletakan benda uji pada posisi uji dengan berpedoman pada tanda garis tengah pada kedua ujung

- a. letakkan sebuah dari dua bantalan bantu pembebanan yang terbuat dari kayu lapis pada tengah – tengah pelat menekan bagian – bagian bawah dari mesin uji.
- b. letakkan benda uji di atas bantalan bantu dari kayu lapis tersebut sedemikian rupa hingga tanda garis tengah pada benda uji terlihat tegak lurus terhadap titik tengah dan bantalan kayu lapis

- c. letakkan bantalan kayu lapis lainnya memanjang di atas silinder sedemikian rupa hingga bagian tengahnya tepat berpotongan dengan tanda garis tengah yang ada pada ujung silinder
 - d. atur posisi pengujian
5. Perletakan benda uji pada posisi uji dengan menggunakan peralatan bantu benda uji Cara meletakkannya adalah sebagai berikut :
- a. letakkan bantalan – bantalan bantu pembebanan dari kayu lapis, benda uji dan peralatan tambahan penekan (batang atau pelat penekan tambahan) secara sentris dengan menggunakan peralatan bantu perletakan benda uji seperti pada gambar 3.6
 - b. titik tengah pelat penekan tambahan dan titik tengah benda uji pada posisi uji harus berada tepat dibawah titik tengah penekan bagian atas.



3.8 Metode Analisis Hasil

1. Analisis teoritis

Dapat memprediksi beban maksimum dan lendutan yang terjadi dengan menggunakan teori pada tinjauan pustaka sehingga dapat menghasilkan nilai-nilai teoritis.

2. Analisis data eksperimental

Analisis dari hasil data yang didapat dari pengujian benda uji agar mendapatkan hasil yang akan digunakan untuk menyusun kesimpulan tentang pengaruh penambahan abu eceng gondok terhadap kuat tekan beton SCC.

Berdasarkan hasil uji balok tersebut akan didapatkan nilai beban maksimum dan nilai lendutan yang akan dimasukkan ke dalam tabel berikut :

Tabel 3.5 Form data benda uji

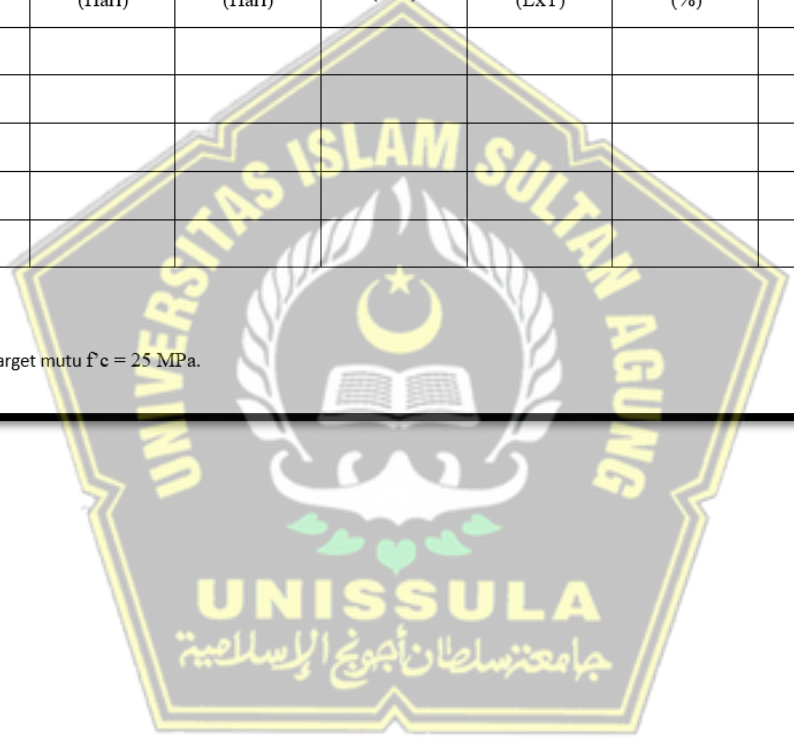


DATA HASIL PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON
 LABORATORIUM TEKNOLOGI BAHAN KONSTRUKSI
 FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG

Kode sampel	Tnggal Cor (Hari)	Tanggal Pengetesan (Hari)	Slump (mm)	Ukuran Benda Uji (LxT)	Kadar Eceng Gondok (%)	Berat Beton (Kg)	Kuat Tekan (Mpa)

Catatan :

1.Target mutu $f'c = 25$ MPa.



BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Umum

Bab 4 (empat) menjelaskan hasil pengujian dan analisa data selama penelitian *Self Compacting Concrete (SCC)* dengan pemanfaatan abu eceng gondok sebagai filler.

Pengujian bahan-bahan penyusun beton yang dilakukan di awal penelitian bertujuan untuk mendapatkan data berupa kualitas tiap bahan penyusun beton. Data tersebut akan digunakan untuk dapat mengetahui dan merencanakan mix -design yang menentukan kekuatan dari beton yang akan dibuat.

Pengujian bahan yang dimaksud terdiri dari :

1. Analisa agregat halus
2. Analisa agregat kasar

Analisa yang dilakukan berupa analisa gradasi agregat halus, analisa kadar air, analisa berat isi, berat jenis dan penyerapan. Hasil analisa semen PCC yang digunakan pada bahan penyusun beton ini tidak dilaksanakan penelitian karena sudah terdapat standart mutu dari PT. SEMEN GRESIK, sedangkan superplastisizer berupa Viscocrete.

Setelah analisa mengenai agregat selesai, maka di lakukan analisa terhadap beton segar yang berupa :

1. Slump Flow Spread

Selain itu dilakukan pengujian beton keras, yaitu untuk mengetahui pengaruh penambahan abu eceng gondok terhadap sifat-sifat mekanis beton *self compacting concrete (SCC)* antara lain :

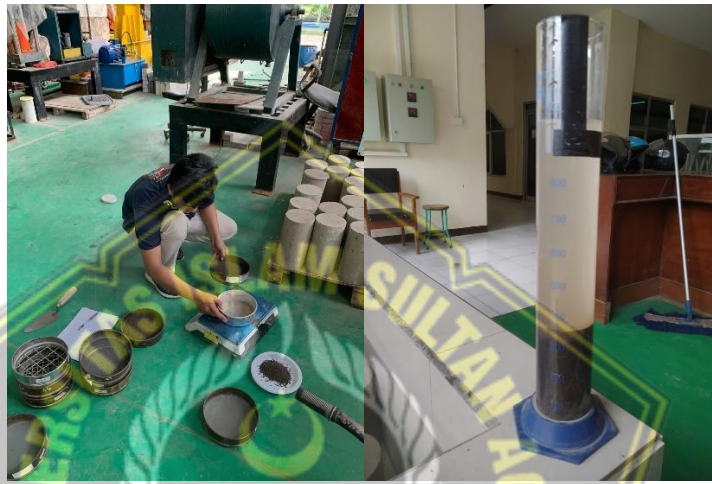
1. Kuat tekan beton
2. Kuat Tarik belah
3. Kuat Lentur

4.2 Analisa Material

Hasil analisa agregat dari material yang akan digunakan adalah sebagai berikut :

4.2.1 Agregat Halus (Pasir)

Agregat halus yang digunakan berasal muntilan, kemudian dilakukan analisa material di Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.



4.1 Proses Analisa Material Agregat Halus

4.2.1.1 Hasil Pengujian Kelembaban Pasir (ASTM C 566-89)

Berikut hasil pengujian kelembaban pasir :

Tabel 4.1 Kelembaban Pasir

PERCOBAAN NOMOR	1	2
Berat Pasir Asli (W1)	500 gram	500 gram
Berat Pasir oven (W2)	485 gram	484 gram
Kelembaban Pasir = $(W1-W2)/W2 \times 100\%$	3 %	3,2 %
Rata-rata kelembaban pasir	3,1 %	

Berdasarkan standar ASTM C 556-89, selisih antara dua percobaan kelembaban pasir yang dilakukan oleh operator yang sama dan dengan agregat yang sama tidak lebih dari 0,28%. Rata-

rata kelembaban pasir pada percobaan sebesar 3,1 % dan selisih analisa 1 dan 2 sebesar 0,2 %, sehingga dapat ditarik kesimpulan, material pasir memenuhi persyaratan kelembaban pasir ASTM C 566-89.

4.2.1.2 Hasil Pengujian Berat Jenis Pasir (ASTM C 128 – 01)

Berikut hasil pengujian berat jenis pasir :

Tabel 4.2 Berat Jenis Pasir

PERCOBAAN NOMOR	1	2
Berat Labu + Pasir + Air (W1)	1538 gram	1536 gram
Berat Pasir SSD	500 gram	500 gram
Berat Labu + Air (W2)	1227 gram	1226 gram
Berat Jenis Pasir = $500 / (500 + W2 - W1)$	2,645 gram/cm ³	2,631 gram/cm ³
Rata-Rata Berat Jenis Pasir	2,638 gram/cm ³	

Berdasarkan ASTM C 128 – 01, selisih antara dua percobaan berat jenis pasir berkisar antara 1,6 gram/cm³ sampai 3,2 gram/cm³. Rata-rata percobaan berat jenis pasir tabel 4.2 sebesar 2,638 gram/cm³, sehingga memenuhi persyaratan berat jenis ASTM C 128-01.

4.2.1.3 Hasil Pengujian Air Resapan Pasir (ASTM C 128 – 01)

Berikut hasil pengujian resapan air pada material pasir :

Tabel 4.3 Air Resapan pada Pasir

PERCOBAAN NOMOR	1	2
Berat Pasir SSD	500 gram	500 gram
Berat Pasir oven (W1)	490 gram	491 gram
Kadar Air Resapan = $((500 - W1) / W1) \times 100\%$	2,01%	1,83 %
Rata-rata Resapan	1,92 %	

Berdasarkan standar ASTM C 128 – 01. Selisih antara dua percobaan resapan air tidak lebih dari 0,31 %. Besarnya resapan air pada pasir antara 0,2 % hingga 2 %. Rata-rata kadar resapan air pada tabel 4.3 sebesar 1,21 % dan selisih analisa 1 dan 2 adalah 0,18 %, sehingga material pasir memenuhi persyaratan kadar resapan air ASTM C 128- 01.

4.2.1.4 Pengujian Berat Volume Pasir (ASTM C 29/C 29M– 97 Reapproved 2003)

Berikut pengujian berat volume pasir :

Tabel 4.4 Berat Volume Pasir

PERCOBAAN NOMOR	Dengan Rojokan	Tanpa Rojokan
Berat Silinder (W1)	140 gram	140 gram
Berat Silinder + Pasir (W2)	715 gram	710 gram
Volume Silinder (V)	345 cm ³	345 cm ³
Berat Volume (W2 – W1)/V	1,66 gram/cm ³	1,65 gram/cm ³
Rata-Rata Berat Volume	1,655 gram/cm ³	

Berdasarkan standar ASTM C 29/C 29M – 97 reapproved 2003, berat volume pasir yang dirojok dengan yang tidak dirojok tidak lebih dari 0,14 gram/cm³. Pada tabel 4.4 selisih analisa 1 dan 2 sebesar 0,01 gram/cm³ dan rata-rata berat volume pasir adalah 1,655 gram/cm³, sehingga Berat volume pasir memenuhi persyaratan berat volume ASTM C 29/C 29M– 97 reapproved 2003.

4.2.1.5 Hasil Pengujian Kebersihan Pasir Terhadap Lumpur (ASTM C 117 – 03)

Berikut hasil pengujian kebersihan pasir terhadap lumpur :

Tabel 4.5 Kebersihan Pasir Terhadap Lumpur

PERCOBAAN NOMOR	1	2
Tinggi Lumpur (h)	0,25	0,27
Tinggi Pasir (H)	3,45	3,5
Kadar Lumpur (h/H) x 100%	7,24 %	7,71 %
Rata-rata Kadar Lumpur	7,475 %	

Berdasarkan ASTM C 117 – 03, kadar lumpur yang diperbolehkan maksimal 6 %. Rata-rata kadar lumpur dalam pengujian tabel 4.6 sebesar 7,475 %. Sehingga pasir tidak memenuhi standar kadar lumpur pasir pada ASTM C 117 – 03 yaitu maksimal 6 %.

4.2.1.6 Hasil Analisa Saringan Pasir

Menurut SNI 03-2834-2000, definisi agregat halus adalah pasir alam sebagai hasil desintegrasi secara alami dari batu atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir terbesar 5,0 mm. Agregat halus memiliki zona-zona berdasarkan ukuran lolos saringannya. Menurut SK-SNI-T-15-1990-03, gradasi pasir dibagi menjadi empat kelompok yaitu pasir kasar, pasir agak kasar, pasir agak halus, dan pasir halus seperti tersaji pada Tabel 2.3.

Tabel 4.6 Gradasi Pasir

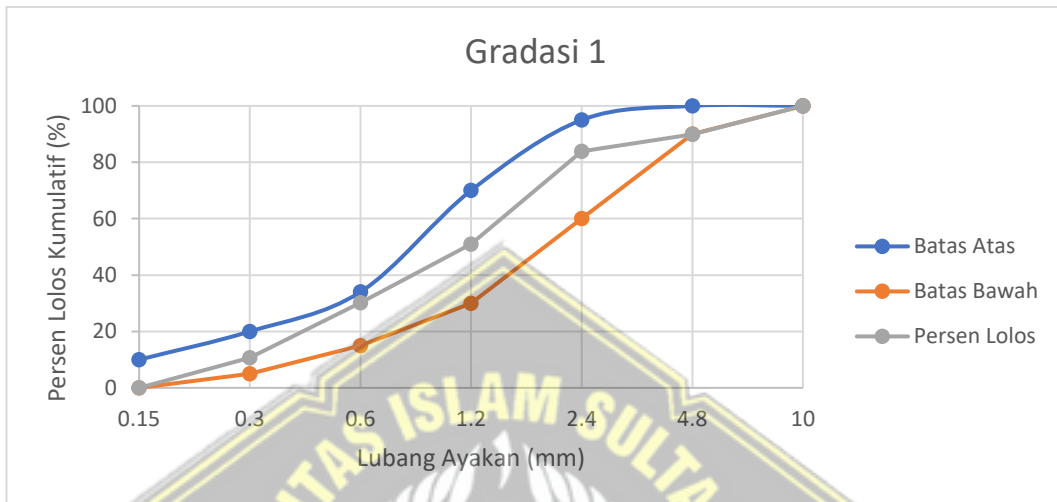
Lubang Ayakan (mm)	persen bahan butiran yang lewat ayakan			
	daerah 1	daerah 2	daerah 3	daerah 4
10	100	100	100	100
4,8	90-100	90-100	95-100	95-100
2,4	60-95	75-100	85-100	95-100
1,2	30-70	55-90	75-100	90-100
0,6	15-34	33-59	60-79	80-100
0,3	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-10

Berikut hasil analisa saringan ayakan pasir :

Tabel 4.7 Hasil Ayakan Kerikil

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40,00	0	0.00%	0.00%	100.00%
20,00	0	0.00%	0.00%	100.00%
10,00	0	0.00%	0.00%	100.00%
4,80	80	5.19%	5.19%	94.81%
2,40	75	4.87%	10.06%	89.94%
1,20	600	38.96%	49.03%	50.97%
0,60	320	20.78%	69.81%	30.19%

0,30	300	19.48%	89.29%	10.71%
0,15	165	10.71%	100.00%	0.00%
Sisa	0	0.00%	100.00%	0.00%
	1540	100.00%	323.38%	



Gambar 4.2 Grafik Analisa Saringan Agregat Halus

Dari grafik tersebut, uji analisa pasir menunjukkan gradasi pasir masuk dalam daerah 1.

4.2.2 Agregat Kasar (Kerikil)

Agregat kasar yang digunakan berasal Jepara, kemudian dilakukan analisa material di Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.



Gambar 4.3 Proses Analisa Material Agregat Kasar

Dalam pengujian agregat kasar, ada beberapa percobaan yang akan dilakukan sama seperti pada percobaan pada agregat halus, antara lain:

4.2.2.1 Hasil Pengujian Kelembaban Kerikil (ASTM C 566– 89)

Berikut hasil pengujian kelembaban kerikil :

Tabel 4.8 Pengujian Kelembaban Kerikil

PERCOBAAN NOMOR	1	2
Berat Kerikil Asli (W1)	500 gram	500 gram
Berat Kerikil oven (W2)	493 gram	494 gram
Kelembapan Kerikil = (W1-W2)/W2 x 100%	1,42 %	1,21 %
Rata-rata kelembapan Kerikil	1,32 %	

Berdasarkan standar ASTM C 556-89. Selisih antara dua percobaan kelembaban kerikil tidak lebih dari 0,28%. Rata-rata kelembaban kerikil pada tabel 4.8 sebesar 1,32 %. Kemudian selisih analisa 1 dan 2 sebesar 0,21 %. Sehingga memenuhi persyaratan kelembaban kerikil ASTM C 566-89.

4.2.2.2 Hasil Pengujian Berat Jenis Kerikil (ASTM C 127 – 88 Reapproved 2001)

Berikut hasil pengujian berat jenis kerikil :

Tabel 4.9 Pengujian Berat Jenis Kerikil

PERCOBAAN NOMOR	1	2
Berat Kerikil di Udara (W1)	3000 gram	3000 gram
Berat Kerikil di Air (W2)	1895 gram	1915 gram
Berat Jenis Kerikil = $W1 / (W1 - W2)$	2,71 gram/cm ³	2,76 gram/cm ³
Rata-Rata Berat Jenis Kerikil	2,74 gram/cm ³	

Berdasarkan ASTM C 127 – 88 Reapproved 2001, selisih antara dua percobaan berat jenis kerikil berkisar antara 1,6 gram/cm³ sampai 3,2 gram/cm³. Rata-rata berat jenis kerikil pada tabel 4.9 adalah 2,74 gram/cm³. Sehingga kerikil memenuhi persyaratan berat jenis ASTM C 127 – 88 reapproved 2001.

4.2.2.3 Hasil Pengujian Berat Volume Kerikil (ASTM C29/C 29M – 97 Reapproved 2003)

Berikut hasil pengujian berat volume kerikil :

Tabel 4.10 Berat Volume Kerikil

PERCOBAAN NOMOR	Dengan Rojokan	Tanpa Rojokan
Berat Silinder (W1)	140 gram	140 gram
Berat Silinder + Kerikil (W2)	730 gram	727 gram
Volume Silinder (V)	345 cm ³	345 cm ³
Berat Volume (W2 – W1)/V	1,71 gram/cm ³	1,70 gram/cm ³
Rata-Rata Berat Volume	1,503 gram/cm ³	

Berdasarkan standar ASTM C 29/C 29M – 97 reapproved 2003, berat volume kerikil berkisar 1,2 gram/ cm³ – 1,61 gram/ cm³. Selisih analisa 1 dan 2 pada tabel 4.11 sebesar 0,08 gram/cm³ dan rata-rata berat volume kerikil sebesar 1,44 gram/cm³. Sehingga memenuhi persyaratan berat volume ASTM C 29/C 29M – 97 reapproved 2003.

4.2.2.4 Hasil Pengujian Air Resapan Kerikil (ASTM C 127– 88 Reapproved 2001)

Berikut hasil pengujian resapan air pada material kerikil :

Tabel 4.11 Air Resapan pada Kerikil

PERCOBAAN NOMOR	1	2
Berat Kerikil SSD	1000 gram	1000 gram
Berat Kerikil oven (W1)	985 gram	980 gram
Kadar Air Resapan = ((500 – W1) / W1) x 100%	1,52%	2,04 %
Rata-rata Resapan	1,78 %	

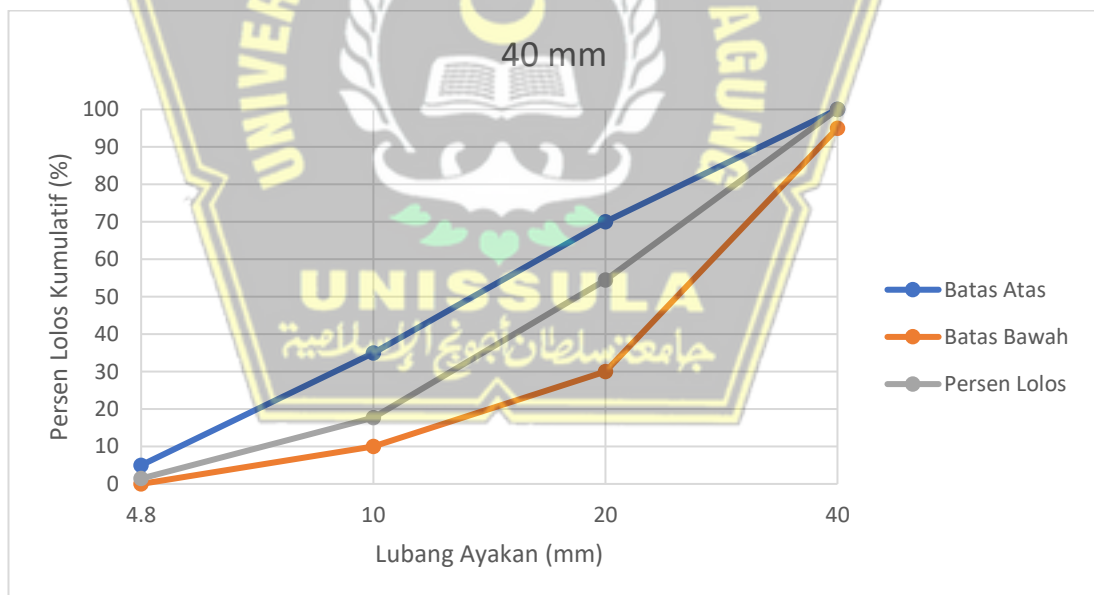
Berdasarkan standar ASTM C 127 – 88 reapproved 2001. Besarnya resapan air pada kerikil antara 0,2 % hingga 2 %. Rata-rata kadar resapan air pada tabel 4.10 sebesar 1,78 %. Sehingga memenuhi persyaratan ASTM C 127 – 88 reapproved 2001 yaitu antara 0,2 % hingga 2 %.

4.2.2.5 Hasil Analisa Saringan Kerikil

Berikut hasil analisa saringan ayakan pasir :

Tabel 4.12 Hasil Ayakan Kerikil

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40,00	0	0.00%	0.00%	100.00%
20,00	1402	28.18%	28.18%	71.82%
10,00	2876	57.81%	85.99%	14.01%
4,80	439	8.82%	94.81%	5.19%
2,40	172	3.46%	98.27%	1.73%
1,20	72	1.45%	99.72%	0.28%
0,60	0	0.00%	99.72%	0.28%
0,30	0	0.00%	99.72%	0.28%
0,15	0	0.00%	99.72%	0.28%
Sisa	14	0.28%	100.00%	0.00%
Jumlah	4975		706.13%	



Gambar 4.4 Grafik Analisa Saringan Agregat Kasar

Dari grafik tersebut dapat di simpulkan bahwa agregat kasar masuk dalam kriteria lolos saringan 40 mm

4.3 Komposisi dan Pengujian Beton Segar Benda Uji

Komposisi untuk beton normal silinder di gunakan sebagai perbandingan dengan beton silinder lain yang di tambahkan 5% dan 10% eceng gondok.

Berikut adalah tahapan dalam pelaksanaan *mix design* beton *Self Compacting Concrete (SCC)* :

1. Menentukan kuat tekan rencana

$$f'c = 25 \text{ Mpa} + 6,185 \\ = 31.185 \text{ Mpa} / 385 \text{ kg/cm}^2$$

2. Menentukan faktor air semen (FAS) dengan acuan gambar 3.3

$$FAS = 0.4765$$

3. Menentukan kadar air bebas berdasarkan tabel 3.2

$$0,67 \times 0,33 = 184,9 \text{ L/m}^3 \\ 175 \quad 205$$

4. Menentukan Jumlah semen

$$\text{Kadar air bebas} = 184,9 = 388 \text{ kg/m}^3 \\ FAS \quad 0,4765$$

5. Menentukan Berat jenis campuran

$$(\text{Bj ag.kasar} \times 50\%) + (\text{Bj ag.halus} \times 50\%) \\ (2,74 \times 50\%) + (2,638 \times 50\%) = 2,689$$

6. Menentukan bj campuran basah berdasarkan Gambar 3.2

$$\text{Bj beton basah} = 2550 \text{ kg/m}^3$$

7. Menentukan agregat campuran

$$\text{Bj beton basah} - \text{Jumlah semen} - \text{Kadar air bebas} \\ 2550 - 388 - 184,9 = 1977$$

8. Menentukan Jumlah berat agregat kasar dan halus

$$\text{Agregat Kasar} = \text{Agregat campuran} \times 50\%$$

$$1977 \times 50\% = 988$$

$$\text{Agregat Halus} = \text{Agregat campuran} \times 50\%$$

$$1977 \times 50\% = 988$$



Gambar 4.5 Beton Segar Dalam Bekesting



Gambar 4.6 Beton Siinder Umur 28 Hari

4.3.1 Benda uji NS

Berikut kebutuhan material pengecoran benda uji NS yang merupakan Beton SCC berbentuk silinder dengan kadar eceng gondok 0% dengan pengujian kuat tekan :

Tabel 4.13 Kebutuhan Material Benda Uji NS

No	Material	Jumlah	Satuan	Keterangan
1	Pasir	988,5	Kg/m ³	
2	Kerikil	988,5	Kg/m ³	
3	Air	160	Kg/m ³	
4	Semen	388	Kg/m ³	

5	Superplasticizier Viscocrete 8050	1,1% 4,18	Liter/m ³	
6	Abu Eceng Gondok	0	Kg/m ³	

Berikut hasil pengujian beton segar NS yang dilakukan :

Tabel 4.14 Hasil pengujian Benda Uji NS

No	Pengujian	Hasil	Syarat Efnarc 2005
1	Slump Flow	581 mm	550-850 mm

4.3.2 Benda uji AS 5 %

Berikut kebutuhan material pengecoran benda uji AS 5% yang merupakan Beton SCC berbentuk silinder dengan kadar eceng gondok 5% dengan pengujian kuat tekan :

Tabel 4.15 Kebutuhan Material Benda Uji AS 5%

No	Material	Jumlah	Satuan	Keterangan
1	Pasir	988,5	Kg/m ³	
2	Kerikil	988,5	Kg/m ³	
3	Air	160	Kg/m ³	
4	Semen	388	Kg/m ³	
5	Superplasticizier Viscocrete 8050	1,1% 4,18	Liter/m ³	
6	Abu Eceng Gondok	19,4	Kg/m ³	

Berikut hasil pengujian beton segar AS 5% yang dilakukan :

Tabel 4.16 Hasil pengujian Benda Uji AS 5%

No	Pengujian	Hasil	Syarat Efnarc 2005
1	Slump Flow	573 mm	550-850 mm

4.3.3 Benda uji AS 10%

Berikut kebutuhan material pengecoran benda uji AS 10% yang merupakan Beton SCC berbentuk silinder dengan kadar eceng gondok 10% dengan pengujian kuat tekan :

Tabel 4.17 Kebutuhan Material Benda Uji AS 10%

No	Material	Jumlah	Satuan	Keterangan
1	Pasir	988,5	Kg/m ³	
2	Kerikil	988,5	Kg/m ³	
3	Air	160	Kg/m ³	
4	Semen	388	Kg/m ³	
5	Superplasticizier Viscocrete 8050	1,1% 4,18	Liter/m ³	
6	Abu Eceng Gondok	38,8	Kg/m ³	

Berikut hasil pengujian beton segar AS 10% yang dilakukan :

Tabel 4.18 Hasil pengujian Benda Uji AS 10%

No	Pengujian	Hasil	Syarat Efnarc 2005
1	Slump Flow	564 mm	550-850 mm

4.3.4 Benda uji NS (2)

Berikut kebutuhan material pengecoran benda uji NS (2) yang merupakan Beton SCC berbentuk silinder dengan kadar eceng gondok 0% dengan pengujian kuat tekan :

Tabel 4.19 Kebutuhan Material Benda Uji NS (2)

No	Material	Jumlah	Satuan	Keterangan
1	Pasir	988,5	Kg/m ³	
2	Kerikil	988,5	Kg/m ³	
3	Air	160	Kg/m ³	
4	Semen	388	Kg/m ³	
5	Superplasticizier Viscocrete 8050	1,1% 4,18	Liter/m ³	
6	Abu Eceng Gondok	0	Kg/m ³	

Berikut hasil pengujian beton segar NS (2) yang dilakukan :

Tabel 4.20 Hasil pengujian Benda Uji Segar NS (2)

No	Pengujian	Hasil	Syarat Efnarc 2005
1	Slump Flow	581 mm	550-850 mm

4.3.5 Benda uji AS (2) 5%

Berikut kebutuhan material pengecoran benda uji AS (2) 5% yang merupakan Beton SCC berbentuk silinder dengan kadar eceng gondok 5% dengan pengujian kuat tekan :

Tabel 4.21 Kebutuhan Material Benda Uji AS(2) 5%

No	Material	Jumlah	Satuan	Keterangan
1	Pasir	988,5	Kg/m ³	
2	Kerikil	988,5	Kg/m ³	
3	Air	160	Kg/m ³	
4	Semen	388	Kg/m ³	
5	Superplasticizier Viscocrete 8050	1,1% 4,18	Liter/m ³	
6	Abu Eceng Gondok	19,4	Kg/m ³	

Berikut hasil pengujian beton segar AS (2) 5% yang dilakukan :

Tabel 4.22 Hasil pengujian Benda Uji Segar AS (2) 5%

No	Pengujian	Hasil	Syarat Efnarc 2005
1	Slump Flow	573	550-850 mm

4.3.6 Benda uji AS (2) 10%

Berikut kebutuhan material pengecoran benda uji AS(2) 10% yang merupakan Beton SCC berbentuk silinder dengan kadar eceng gondok 10% dengan pengujian kuat tekan :

Tabel 4.23 Kebutuhan Material Benda Uji AS(2) 10%

No	Material	Jumlah	Satuan	Keterangan
1	Pasir	988,5	Kg/m ³	

2	Kerikil	988,5	Kg/m ³	
3	Air	160	Kg/m ³	
4	Semen	388	Kg/m ³	
5	Superplasticizier Viscocrete 8050	1,1% 4,18	Liter/m ³	
6	Abu Eceng Gondok	38,8	Kg/m ³	

Berikut hasil pengujian beton segar AS(2) 10% yang dilakukan :

Tabel 4.24 Hasil pengujian Benda Uji Segar AS(2) 10%

No	Pengujian	Hasil	Syarat Efnarc 2005
1	Slump Flow	564	550-850 mm

4.3.7 Benda uji NB

Komposisi untuk beton normal balok di gunakan sebagai perbandingan dengan beton balok lain yang di tambahkan 5% dan 10% eceng gondok.

Berikut kebutuhan material pengecoran benda uji NB yang merupakan Beton SCC berbentuk silinder dengan kadar eceng gondok 0% dengan pengujian kuat tekan :

Tabel 4.25 Kebutuhan Material Benda Uji NB

No	Material	Jumlah	Satuan	Keterangan
1	Pasir	988,5	Kg/m ³	
2	Kerikil	988,5	Kg/m ³	
3	Air	160	Kg/m ³	
4	Semen	388	Kg/m ³	
5	Superplasticizier Viscocrete 8050	1,1% 4,18	Liter/m ³	
6	Abu Eceng Gondok	0	Kg/m ³	

Berikut hasil pengujian beton segar NB yang dilakukan :

Tabel 4.26 Hasil pengujian Benda Uji Segar NB

No	Pengujian	Hasil	Syarat Efnarc 2005
1	Slump Flow	578	550-850 mm

4.3.8 Benda uji AB 5%

Berikut kebutuhan material pengecoran benda uji AB yang merupakan Beton SCC berbentuk silinder dengan kadar eceng gondok 5% dengan pengujian kuat tekan :

Tabel 4.27 Kebutuhan Material Benda Uji AB 5%

No	Material	Jumlah	Satuan	Keterangan
1	Pasir	988,5	Kg/m ³	
2	Kerikil	988,5	Kg/m ³	
3	Air	160	Kg/m ³	
4	Semen	388	Kg/m ³	
5	Superplasticizier Viscocrete 8050	1,1% 4,18	Liter/m ³	
6	Abu Eceng Gondok	19,4	Kg/m ³	

Berikut hasil pengujian beton segar AB 5% yang dilakukan :

Tabel 4.28 Hasil pengujian Benda Uji Segar AB 5%

No	Pengujian	Hasil	Syarat Efnarc 2005
1	Slump Flow	569	550-850 mm

4.3.9 Benda uji AB 10%

Berikut kebutuhan material pengecoran benda uji AB 10% yang merupakan Beton SCC berbentuk silinder dengan kadar eceng gondok 0% dengan pengujian kuat tekan :

Tabel 4.29 Kebutuhan Material Benda Uji AB 10%

No	Material	Jumlah	Satuan	Keterangan
1	Pasir	988,5	Kg/m ³	
2	Kerikil	988,5	Kg/m ³	
3	Air	160	Kg/m ³	
4	Semen	388	Kg/m ³	
5	Superplasticizier Viscocrete 8050	1,1% 4,18	Liter/m ³	

6	Abu Eceng Gondok	38,8	Kg/m ³	
---	------------------	------	-------------------	--

Berikut hasil pengujian beton segar AB 10% yang dilakukan :

Tabel 4.30 Hasil pengujian Benda Uji Segar AB 10%

No	Pengujian	Hasil	Syarat Efnarc 2005
2	Slump Flow	558	550-850 mm

4.4 Hasil pengujian beton kondisi keras

Pengujian beton keras dengan umur 28 hari meliputi pengujian kuat tekan ,kuat tarik belah dan kuat lentur.



Gambar 4.7 Benda uji Umur 28 Hari

4.4.1 Uji kuat tekan

Uji kuat tekan merupakan salah satu sifat teknis atau uji kuat tekan yang umum digunakan dalam mekanika batuan untuk mengetahui titik runtuh.

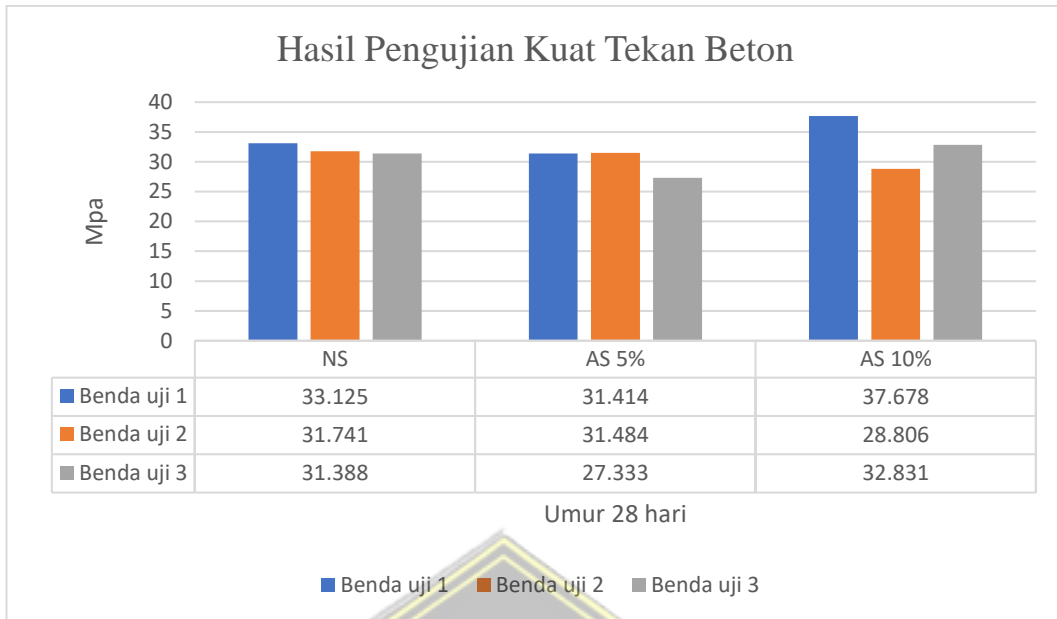


Gambar 4.8 Pengujian Kuat Tekan Benda Uji Silinder Umur 28 Hari

Menurut *SNI 1974-2011* Hasil pengujian kuat tekan beton self compacting concrete (SCC) setiap variasi penambahan eceng gondok pada umur 28 hari sebagai berikut :

Tabel 4.31 Hasil pengujian Kuat Tekan Benda Uji Silinder

Kode Sampel	No benda uji	Kuat Tekan (KN)	Kuat tekan (f'c)	Rata-rata kuat tekan (f'c)	Umur (Hari)	Simpangan Standar (Mpa)
NS	1	585,351	33,125	32.085	28	1,737
	2	560,911	31,741		28	0,353
	3	554,664	31,388		28	0
AS 5%	1	555,116	31,414	30.077	28	0
	2	556,367	31,484		28	0,07
	3	483,012	27,333		28	4,081
AS 10%	1	665,818	37,678	33.105	28	4,847
	2	509,041	28,806		28	4,025
	3	580,172	32,831		28	0



Gambar 4.9 Diagram Batang Hasil Pengujian Kuat Tekan Benda Uji Silinder



Gambar 4.10 Diagram Garis Hasil Pengujian Kuat Tekan Benda Uji Silinder

Dari data di atas dapat disimpulkan bahwa dengan penambahan abu eceng gondok berpengaruh terhadap nilai kuat tekan beton, yaitu dengan penambahan 5% abu eceng gondok mengalami penurunan 6,68%, namun dengan penambahan 10% eceng gondok dapat meningkatkan nilai kuat tekan sebesar 2,49%.

4.4.2 Pengujian Kuat Tarik Belah

Menurut *SNI 03-2491-*

2014 Kuat tarik belah ialah nilai kuat tarik tidak langsung dari benda uji beton berbentuk silinder yang diperoleh dari hasil pembebanan benda uji tersebut yang diletakkan mendatar sejajar dengan permukaan meja penekanan uji desak.



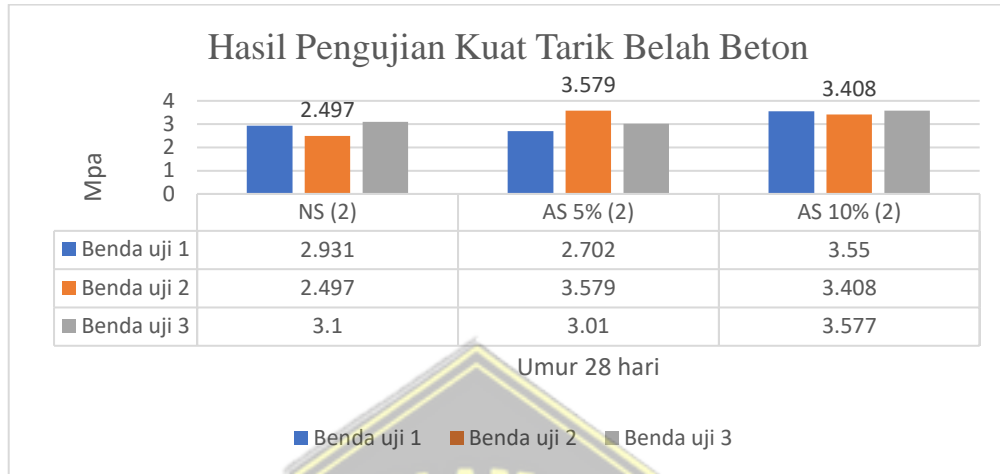
Gambar 4.11 Pengujian Kuat Tarik Belah Benda Uji Silinder Umur 28 Hari

Berikut adalah hasil pengujian kuat tarik belah beton *Self Compacting Concrete*(SCC) dengan filler abu eceng gondok,

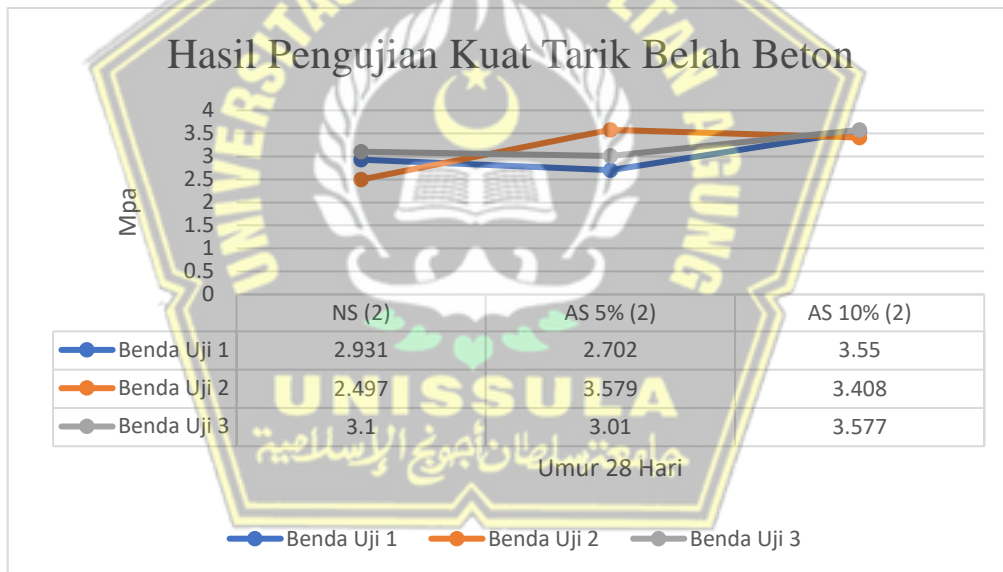
Tabel 4.32 Hasil pengujian Kuat Tarik Belah Benda Uji Silinder

Kode Sampel	No benda uji	Kuat Tarik belah (KN)	Kuat Tarik belah (Mpa)	Rata-rata kuat tarik belah (Mpa)	Umur (Hari)	Simpangan Standar (Mpa)
NS (2)	1	207,191	2,931	2.842	28	0
	2	176,505	2,497		28	0,434
	3	219,131	3,100		28	0,169
AS 5% (2)	1	190,979	2,702	3.097	28	0,308
	2	253,015	3,579		28	0,569
	3	212,761	3,010		28	0
	1	250,968	3,550	3.511	28	0
	2	240,888	3,408		28	0,142

AS 10% (2)	3	252,872	3,577		28	0,027
---------------------------	---	---------	-------	--	----	-------



Gambar 4.12 Diagram Batang Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton



Gambar 4.13 Diagram Garis Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

Berdasarkan data hasil pengujian kuat tarik belah beton dapat diketahui bahwa untuk sampel beton 28 hari dengan penambahan abu eceng gondok sebesar 5% terjadi peningkatan nilai kuat tarik belah sebesar 8,23%, sedangkan dengan penambahan 10% abu eceng gondok meningkatkan 19 % nilai kuat tarik belah.

4.4.3 Pengujian Kuat Lentur

Menurut *SNI 03-4431-2011* Pengujian kuat lentur balok dalam penelitian ini dilakukan di laboratorium teknologi bahan konstruksi fakultas teknik universitas islam sultan agung semarang. Total benda uji balok yang akan diuji sebanyak 9 buah dengan dimensi balok yaitu 60 cm x 15 cm x 15 cm. Pengujian dilakukan pada usia beton 28 hari. Pengujian kuat lentur berguna untuk mengetahui respon lentur dari benda uji balok. Dimana diantaranya mendapat beban maksimum dan juga pola retakan yang dapat dianalisa. Balok yang siap diuji diberi garis di tengah bentang dan 5 cm ke arah kanan dan kiri sebagai grid. Penambahan grid pada benda uji balok yang akan diuji adalah untuk mempermudah menganalisa pola retak yang terjadi.



Gambar 4.14 Pengujian Kuat Lentur Benda Uji Balok Umur 28 Hari

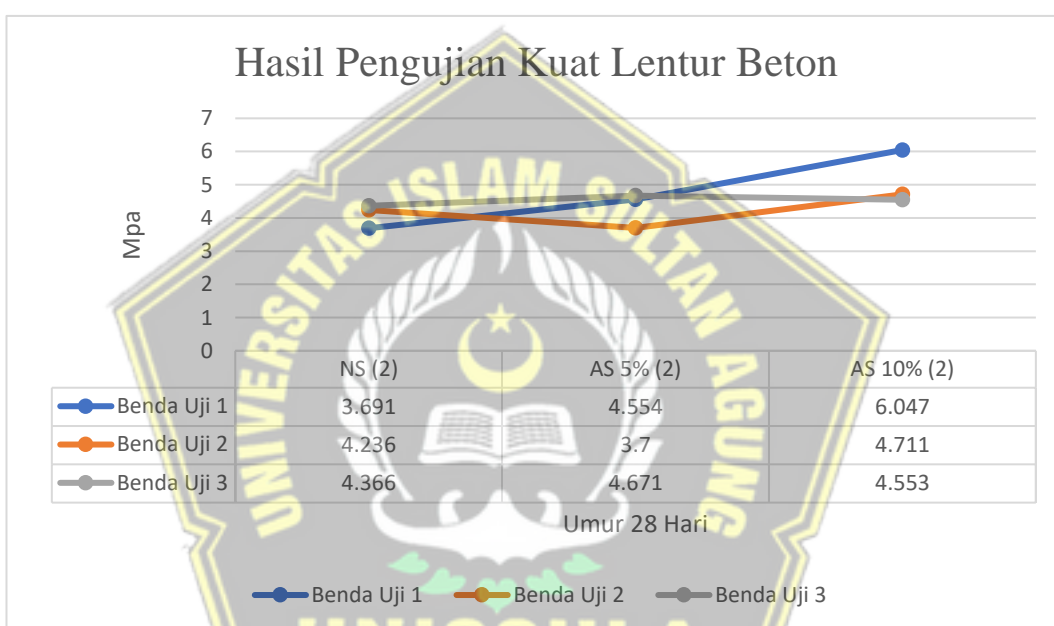
Dalam pengujian balok dengan metode *Self Compacting Concrete (SCC)* didapatkan nilai beban yang dapat ditahan balok. Pengujian balok dilakukan dengan cara menambah beban secara konstan hingga balok tersebut runtuh .

Berikut adalah hasil pengujian kuat lentur balok pada setiap benda uji:

Tabel 4.33 Hasil pengujian Kuat Lentur Benda Uji Balok

Kode Sampel	No benda uji	Kuat Lentur (kgf)	Kuat Lentur (f'r)	Rata-rata kuat lentur (f'r)	Umur
NB	1	27,68	3,691	4,098	28 Hari
	2	31,768	4,236		28 Hari

	3	32,742	4,366		28 Hari
AB 5%	1	34,158	4,554	4,613	28 Hari
	2	27,752	3,7		28 Hari
	3	35,032	4,671		28 Hari
AB 10%	1	45,353	6,047	5,104	28 Hari
	2	35,335	4,711		28 Hari
	3	34,150	4,553		28 Hari



Gambar 4.15 Diagram Batang Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton

Berdasarkan data hasil pengujian kuat Lentur beton dapat diketahui bahwa untuk sampel beton 28 hari dengan penambahan abu eceng gondok sebesar 5% terjadi peningkatan nilai kuat tarik belah sebesar 11.16%, sedangkan dengan penambahan 10% abu eceng gondok terjadi penurunan sebesar 19.71% nilai kuat Lentur beton.

4.4.4 Analisa Pola Retak Balok





Analisa pola retak dilakukan guna mengetahui hubungan antara pola retak terhadap beban maksimum yang dapat ditahan oleh benda uji balok. Pola retak dilakukan dengan mengelompokkan hasil-hasil benda uji menjadi tiga berdasarkan penambahan abu eceng gondok. Analisis ini juga bertujuan untuk

mengetahui respon retak serta keruntuhan yang terjadi pada balok bermetode Self Compacted Concrete (SCC). Pengamatan pola retak saat pengujian dilakukan dengan memberi tanda menggunakan spidol berwarna yang melapisi retak yang terjadi dan mencatat beban saat retak terjadi agar mempermudah pengamatan. Berikut ini dijelaskan analisa pola retak tiap benda uji :

4.4.4.1 Balok NB 1

Pada uji balok NB 1 (Tabel 4.33) yang dilakukan pada saat umur beton 28 hari, yaitu pada tanggal 12 april 2023 di laboratorium fakultas teknik sipil unissula semarang mengalami retak lentur pada saat mendapat beban 3,691 Mpa. Retak pada balok tidak diawali dengan retak rambut. Retak terjadi di 4 Cm ke sebelah kiri dari tengah betang . Detail dapat dilihat pada tabel 4.33

Tabel 4.34 Data Analisa Keretakan Balok NB1





	Kiri	Kanan
Kondisi Balok Sebelum Di Uji		
Kondisi Balok Setelah Di Uji		
		
Berat Balok	13,68 Kg	18,46 Kg

Berat Balok utuh	32,12 Kg
Panjang & Lebar Balok	60x15x15 Cm
Posisi krek	4 cm ke arah kiri

4.4.4.2 Balok NB 2

Pada uji balok NB 2 (Tabel 4.34) yang dilakukan pada saat umur beton 28 hari, yaitu pada tanggal 12 april 2023 di laboratorium fakultas teknik sipil unissula semarang mengalami retak lentur pada saat mendapat beban 4,236 Mpa. Retak pada balok tidak diawali dengan retak rambut. Retak terjadi di 3 Cm ke sebelah kanan dari tengah betang . Detail dapat dilihat pada tabel 4.34

Tabel 4.35 Data Analisa Keretakan Balok NB2


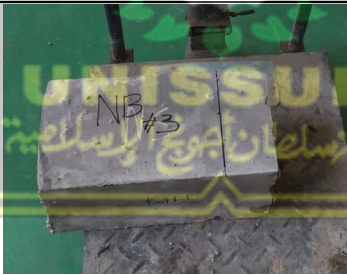


	Kiri	Kanan
Kondisi Balok Sebelum Di Uji		
Kondisi Balok Setelah Di Uji		
		
Berat Balok	17,7 Kg	13,84 Kg
Berat Balok	31,54 Kg	

utuh	
Panjang & Lebar Balok	60x15x15 Cm
Posisi krek	3 cm ke arah kanan

4.4.4.3 Balok NB 3

Pada uji balok NB 3 (Tabel 4.35) yang dilakukan pada saat umur beton 28 hari, yaitu pada tanggal 12 april 2023 di laboratorium fakultas teknik sipil unissula semarang mengalami retak lentur pada saat mendapat beban 4,366 Mpa. Retak pada balok tidak diawali dengan retak rambut. Retak terjadi di tengah betang . Detail dapat dilihat pada tabel 4.35

Tabel 4.36 Data Analisa Keretakan Balok NB3





	Kiri	Kanan
Kondisi Balok Sebelum Di Uji		
Kondisi Balok Setelah Di Uji		
		
Berat Balok	15,7 Kg	15,82 Kg
Berat Balok	31,56 Kg	

utuh	
Panjang & Lebar Balok	60x15x15 Cm
Posisi krek	Tengah bentang

4.4.4.4 Balok AB 5% 1

Pada uji balok **AB 5% 1** (Tabel 4.36) yang dilakukan pada saat umur beton 28 hari, yaitu pada tanggal 12 april 2023 di laboratorium fakultas teknik sipil unissula semarang mengalami retak lentur pada saat mendapat beban 4,554 Mpa. Retak pada balok tidak diawali dengan retak rambut. Retak berbentuk miring, yaitu terjadi di 4 cm ke kiri hingga 2 cm ke kanan dari tengah bentang. Detail dapat dilihat pada tabel 4.36

Tabel 4.37 Data Analisa Keretakan Balok AB 5% 1




	Kiri	Kanan
Kondisi Balok Sebelum Di Uji		
Kondisi Balok Setelah Di Uji		
		

Berat Balok	13,48 Kg	17,16 Kg
Berat Balok utuh	32,64 Kg	
Panjang & Lebar Balok	60x15x15 Cm	
Posisi krek	4 cm ke kiri dan 2 cm ke kanan	

4.4.4.5 Balok AB 5% 2

Pada uji balok **AB 5% 2** (Tabel 4.37) yang dilakukan pada saat umur beton 28 hari, yaitu pada tanggal 12 april 2023 di laboratorium fakultas teknik sipil unissula semarang mengalami retak lentur pada saat mendapat beban 3,7 Mpa. Retak pada balok tidak diawali dengan retak rambut. Retak berbentuk miring, yaitu terjadi di 4 cm ke kanan hingga 2,5 cm ke kiri dari tengah bentang. Detail dapat dilihat pada tabel 4.37

Tabel 4.38 Data Analisa Keretakan Balok AB 5% 2





	Kiri	Kanan
Kondisi Balok Sebelum Di Uji		
Kondisi Balok Setelah Di Uji		
Berat Balok	16 Kg	15,72 Kg
Berat Balok utuh	31,76 Kg	

Panjang & Lebar Balok	60x15x15 Cm
Posisi krek	4 cm ke kanan dan 2,5 cm ke kiri

4.4.4.6 Balok AB 5% 3

Pada uji balok AB 5% 3 (Tabel 4.38) yang dilakukan pada saat umur beton 28 hari, yaitu pada tanggal 12 april 2023 di laboratorium fakultas teknik sipil unissula semarang mengalami retak lentur pada saat mendapat beban 4,671 Mpa. Retak pada balok tidak diawali dengan retak rambut. Retak terjadi di 2,5 cm ke kiri dari tengah bentang. Detail dapat dilihat pada tabel 4.38

Tabel 4.39 Data Analisa Keretakan Balok AB 5% 3

	Kiri	Kanan
Kondisi Balok Sebelum Di Uji		
Kondisi Balok Setelah Di Uji		
		
Berat Balok	16,08Kg	16,6 Kg

Berat Balok utuh	32,68 Kg
Panjang & Lebar Balok	60x15x15 Cm
Posisi krek	2,5 cm ke kiri

4.4.4.7 Balok AB 10% 1

Pada uji balok AB 10% 1 (Tabel 4.39) yang dilakukan pada saat umur beton 28 hari, yaitu pada tanggal 12 april 2023 di laboratorium fakultas teknik sipil unissula semarang mengalami retak lentur pada saat mendapat beban 6,047 Mpa. Retak pada balok tidak diawali dengan retak rambut. Retak terjadi di 5 cm ke kiri dari tengah bentang . Detail dapat dilihat pada tabel 4.39

Tabel 4.40 Data Analisa Keretakan Balok AB 10% 1

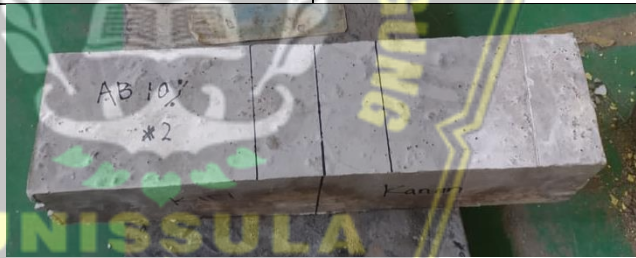
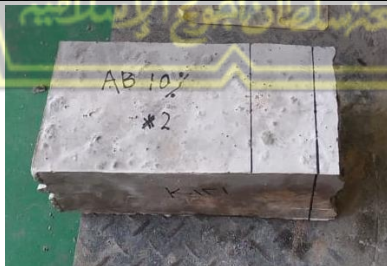


	Kiri	Kanan
Kondisi Balok Sebelum Di Uji		
Kondisi Balok Setelah Di Uji		
		

Berat Balok	15,1 Kg	17,38 Kg
Berat Balok utuh	32,52 Kg	
Panjang & Lebar Balok	60x15x15 Cm	
Posisi krek	5 cm ke kiri	

4.4.4.8 Balok AB 10% 2

Pada uji balok AB 10% 2 (Tabel 4.40) yang dilakukan pada saat umur beton 28 hari, yaitu pada tanggal 12 April 2023 di laboratorium fakultas teknik sipil unissula Semarang mengalami retak lentur pada saat mendapat beban 4,711 Mpa. Retak pada balok tidak diawali dengan retak rambut. Retak terjadi di 3,5 cm ke kiri dari tengah bentang. Detail dapat dilihat pada tabel 4.40

Tabel 4.41 Data Analisa Keretakan Balok AB 10% 2

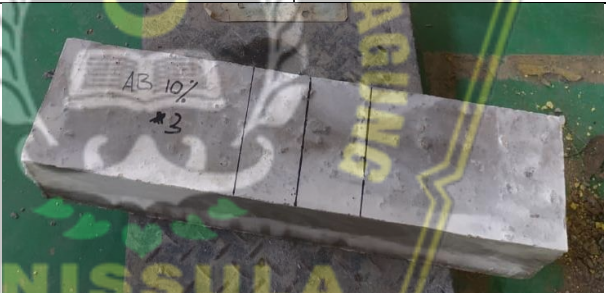



	Kiri	Kanan
Kondisi Balok Sebelum Di Uji		
Kondisi Balok Setelah Di Uji		
		

Berat Balok	17,14 Kg	15,58 Kg
Berat Balok utuh	32,72 Kg	
Panjang & Lebar Balok	60x15x15 Cm	
Posisi krek	3,5 cm ke kiri	

4.4.4.9 Balok AB 10% 3

Pada uji balok AB 10% 3 (Tabel 4.41) yang dilakukan pada saat umur beton 28 hari, yaitu pada tanggal 12 april 2023 di laboratorium fakultas teknik sipil unissula semarang mengalami retak lentur pada saat mendapat beban 4,553 Mpa. Retak pada balok tidak diawali dengan retak rambut. Retak terjadi di 6 cm ke kanan dari tengah bentang. Detail dapat dilihat pada tabel 4.41

Tabel 4.42 Data Analisa Keretakan Balok AB 10% 3

	Kiri	Kanan
Kondisi Balok Sebelum Di Uji		
Kondisi Balok Setelah Di Uji		
		

Berat Balok	19,24 Kg	12,92 Kg
Berat Balok utuh	32,24 Kg	
Panjang & Lebar Balok	60x15x15 Cm	
Posisi krek	6 cm ke kanan	

Berdasarkan data hasil pengujian kuat lentur beton dapat diketahui bahwa untuk sampel beton 28 hari dengan penambahan abu eceng gondok sebesar 0% terjadi crack terbesar ke arah kiri sebesar 4 cm dan kanan 3 cm, sedangkan dengan penambahan 5% abu eceng gondok terjadi crack terbesar 4 cm ke kiri dan 4 cm ke kanan, sedangkan dengan penambahan 10% abu eceng gondok terjadi crack terbesar 5 cm ke kiri dan 6 cm ke kanan.

4.5 Hubungan Kuat Tekan Dan Kuat Lentur Beton

Kuat tekan (f_c') dan kuat tarik belah (f_{ct}) pada beton dengan campuran abu eceng gondok dapat dihubungkan dengan persamaan :

$$F_{ct} = a\sqrt{f_c'}$$

Harga koefisien pada hubungan f_c' dan f_{ct} dapat ditentukan dengan membuat curve fitting dengan menggunakan metode least squares approximation. Berikut pengolahan data dengan metode tersebut:

Diketahui persamaan :

$$Y_i = f_{ct}$$

$$X_i = f_c'$$

$$F_{ct} = a\sqrt{f_c'}$$

$$Y_i = a\sqrt{X_i}$$

$$E_1 = Y_i - y_i$$

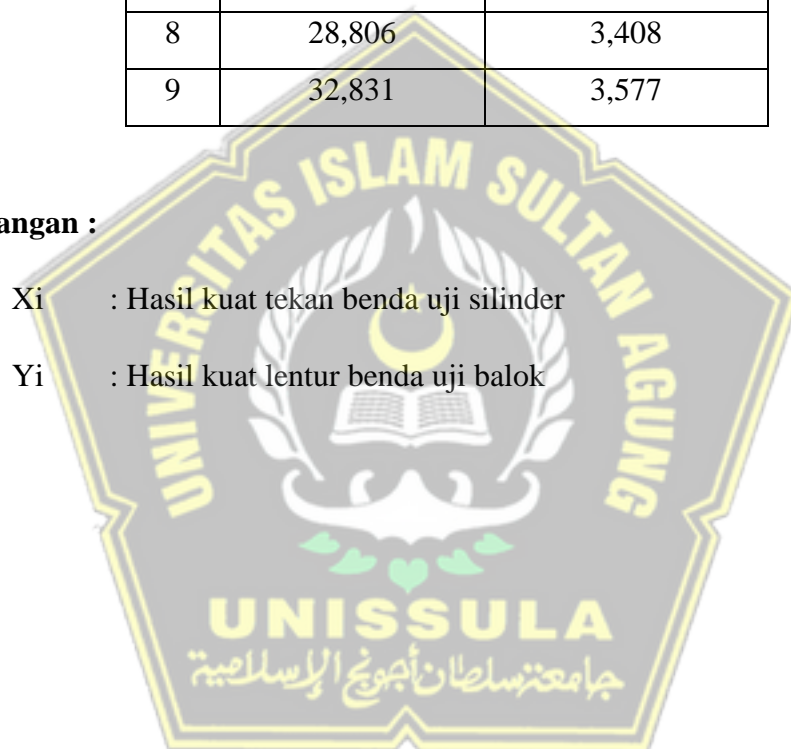
Tabel 4.43 Data Xi dan Yi dari hasil pengujian

No	Xi (Mpa)	Yi (Mpa)
1	33,125	2,931
2	31,741	2,497
3	31,388	3,1
4	31,414	2,702
5	31,484	3,579
6	27,333	3,010
7	37,678	3,550
8	28,806	3,408
9	32,831	3,577

Keterangan :

Xi : Hasil kuat tekan benda uji silinder

Yi : Hasil kuat lentur benda uji balok



Jadi perhitungan 9 hasil pengujian dengan metode curve fitting :

$$\sum_0^2 = Y_0^2 + a^2 X_0 - 2 Y_0 \cdot a \sqrt{X_0}$$

$$\sum_1^2 = Y_1^2 + a^2 X_1 - 2 Y_1 \cdot a \sqrt{X_1}$$

$$\sum_2^2 = Y_2^2 + a^2 X_2 - 2 Y_2 \cdot a \sqrt{X_2}$$

$$\sum_3^2 = Y_3^2 + a^2 X_3 - 2 Y_3 \cdot a \sqrt{X_3}$$

$$\sum_4^2 = Y_4^2 + a^2 X_4 - 2 Y_4 \cdot a \sqrt{X_4}$$

$$\sum_5^2 = Y_5^2 + a^2 X_5 - 2 Y_5 \cdot a \sqrt{X_5}$$

$$\sum_6^2 = Y_6^2 + a^2 X_6 - 2 Y_6 \cdot a \sqrt{X_6}$$

$$\sum_7^2 = Y_7^2 + a^2 X_7 - 2 Y_7 \cdot a \sqrt{X_7}$$

$$\sum_8^2 = Y_8^2 + a^2 X_8 - 2 Y_8 \cdot a \sqrt{X_8}$$

$$\sum_9^2 = Y_9^2 + a^2 X_9 - 2 Y_9 \cdot a \sqrt{X_9}$$

$$S = \sum_{i=0}^9 (Y_i^2 + a^2 X_i - 2 Y_i \cdot a \sqrt{X_i})$$

Kemudian s disederhanakan menjadi :

$$\frac{ds}{da} = 0$$

$$\sum_{i=0}^9 (2aX_i - 2 Y_i \sqrt{X_i}) = 0$$

$$\sum_{i=0}^9 (aX_i - Y_i \sqrt{X_i}) = 0$$

Koefisien persamaan kuat tarik belah beton :

$$(aX_0 - Y_0 \sqrt{X_0}) + (aX_1 - Y_1 \sqrt{X_1}) + (aX_2 - Y_2 \sqrt{X_2}) + (aX_3 - Y_3 \sqrt{X_3}) + (aX_4 - Y_4 \sqrt{X_4}) + (aX_5 - Y_5 \sqrt{X_5}) + (aX_6 - Y_6 \sqrt{X_6}) + (aX_7 - Y_7 \sqrt{X_7}) + (aX_8 - Y_8 \sqrt{X_8}) + (aX_9 - Y_9 \sqrt{X_9}) = 0$$

$$\begin{aligned}
& a_0 - 0\sqrt{0}) + (a_{33,125} - 2,931\sqrt{33,125}) + (a_{31,741} - 2,497\sqrt{31,741}) + \\
& (a_{31,388} - 3,1\sqrt{31,388}) + (a_{31,414} - 2,702\sqrt{31,414}) + (a_{31,484} - \\
& 3,579\sqrt{31,484}) + (a_{27,333} - 3,010\sqrt{27,333}) + (a_{37,678} - 3,550\sqrt{37,678}) + \\
& (a_{28,806} - 3,577\sqrt{28,806}) + (a_{32,831} - 3,577\sqrt{32,831}) = 0 \\
& (a_{285,800} - 159,8451) \text{ Mpa} = 0
\end{aligned}$$

$$a = 0,55929 / a = 0,56 \text{ ,Jadi untuk persamaanya} = 0,56\sqrt{f'C}$$

Tabel 4.44 Hubungan Kuat Tekan dengan Lentur Beton

No	Umur (Hari)	Hasil Uji (Mpa)		Nilai Kuat lentur teoritis $F_r = 0,56\sqrt{F_c'}$ Mpa
		Kuat Tekan ($f'C$)	Kuat Lentur ($F'r$)	
1	28	585,351	3,691	3,223
2	28	560,911	4,236	3,154
3	28	554,664	4,366	3,137
4	28	555,116	4,554	3,139
5	28	556,367	3,7	3,142
6	28	483,012	4,671	2,928
7	28	665,818	6,047	3,437
8	28	509,041	4,711	3,005
9	28	580,172	4,553	3,179

Dari hasil perhitungan di atas menunjukkan bahwa nilai kuat lentur benda uji yang di buat di laboratorium lebih tinggi daripada nilai kuat lentur yang di peroleh berdasarkan nilai uji kuat tekan ($0,56\sqrt{f'C}$). ini sesuai dengan yang dinyatakan oleh H. S. Lew and T. W. Reichard dalam James G. MacGregor (2012) bahwa nilai kuat lentur beton meningkat dengan cepat dibanding kuat tekannya.

Menurut SNI 2847:2013 dapat kita ketahui kesesuaian antara hubungan kuat tekan dengan kuat lentur beton mengalami peningkatan. sesuai dengan formula SNI 2847 :2013 yaitu dengan rumus ($F'r=0,4-0,62\lambda(\sqrt{f'C})$).

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian beton SELF COMPACTING CONCRETE (SCC) dengan penambahan filler abu eceng gondok ini ditemukan beberapa kesimpulan yang dapat diambil khususnya perbedaan antara beton SCC normal dengan beton yang di beri filler abu eceng gondok. Kesimpulan yang dapat diambil sebagai berikut :

1. Nilai kuat tekan pada penambahan abu eceng gondok berpengaruh terhadap nilai kuat tekan beton,yaitu dengan penambahan 5% abu eceng gondok mengalami penurunan 6.68%,namun dengan penambahan 10 % eceng gondok dapat meningkatkan nilai kuat tekan sebesar 3,08%.
2. Nilai kuat tarik belah pada penambahan abu eceng gondok sebesar 5% terjadi peningkatan nilai kuat tarik belah sebesar 8,23% ,sedangkan dengan penambahan 10% abu eceng gondok meningkatkan 19,05%.
3. Nilai kuat lentur pada penambahan abu eceng gondok sbesar 5% terjadi peningkatan nilai kuat tarik belah sebesar 11.16%,sedangkan dengan penambahan 10% abu eceng gondok terjadi penurunan sebesar 19.71%, sehingga dari penambahan nilai kuat lentur yang cukup besar,penambahan eceng gondok ini sangat cocok untuk konstruksi perkerasan jalan rigid.

5.2 Saran

1. Pada penelitian beton *SELF COMPACTING CONCRETE (SCC)* ini tidak membahas mengenai uji v funnel dan L-box,sehingga di harapkan ada penelitian lanjutan membahas mengenai hal tersebut.
2. Beberapa bekesting yang digunakan pada pencetakan balok mengalami cekung kedalam akibat penggunaan yang sudah terlalu lama,sehingga di harapkan kedepanya menggunakan bekesting yang lebih ideal.
3. Pada nilai kuat tekan terdapat penyimpangan yang besar pada kenaikan dan penurunanya yang kemungkinan di karenakan terdapat faktor *human eror* pada saat pencampuran bahan,sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- A.junaidi, N. O. (2022). *Pemanfaatan Abu Eceng Gondok Sebagai Bahan Tambah Untuk Meningkatkan Kuat Tekan Beton*.
- ardi novianto. (2005). pengaruh penambahan silica fume dan superplasticizer terhadap kuat desak beton. *Universitas Islam Indonesia* .
- Badan Standarisasi Nasional. (1981). *Mutu dan Cara Uji Semen Portland (SII 0013-1981)*. BSN.
- Badan Standarisasi Nasional. (2002). *Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton: Vol. SNI 03-2491-2002*. BSN.
- Badan Standarisasi Nasional. (2005). *Standar Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2002)*.
- Dipohusodo, I. (1994). *Struktur Beton Bertulang*. Gramedia pustaka utama.
- EFNARC. (2005). *Specification and Guidelines for SELF COMPACTING CONCRETE . Association. 99 West Street Farnham. U.K.*
- Forth dalam Muhtar Ahmad. (2008). Penggunaan Tanaman Enceng Gondok Sebagai Pre-Treatmen Pengolahan Air Minum Pada Air Selokan Mataram. *Tugas Akhir Strata-1 Teknik Lingkungan:Tugas Akhir Tidak Diterbitkan. Yogyakarta: UII*.
- herri puwanto dan utari cakra wardani. (2002). Pengaruh Penambahan Serbuk Besi Terhadap Kuat Tekan Beton Mutu K225. *Universitas PGRI Palembang*.
- Ibrahim, I. N. M. S. and Y. K. (2023). Analisis Pengaruh Limbah Serbuk Besi Terhadap Kuat Tekan Beton. *Cived ANDI. Yogyakarta*.
- Kriswiyanti, E. dan E. (2009). Kinetika Hidrolisa Selulosa Dari Eceng Gondok Dengan Metode Arkenol Untuk Variabel Perbandingan Berat Eceng Gondok Dan Volume Pemasakan. *Ekuilibrum*.
- Mohammad Erfan, S. S. dan N. R. (2019). kadar optimum penggunaan fly ash. *Institut Teknologi Malang*.
- Nagataki, S. & F. H. (1995). *Self-Compacting Property of Highly Flowable Concrete*.

- Okamura, H. & O. M. (2023). *Journal of Advance Technology . Tokyo, Japan Concrete Institute.*
- Risdianto, Y. (2010). Penerapan SELF COMPACTING CONCRETE (Scc) Pada Beton Mutu Normal. *Teknik Waktu.*
- Setiawan, D. dan W. S. (2013). Efek Variasi Faktor Air Semen Terhadap Kuat Lentur Pasangan Beton Ringan Aerasi (Autoclaved Aerated Concrete) Dengan Menggunakan Thin Bed Mortar. *Tugas Akhir, Universitas Negeri Yogyakarta.*
- Standar Industri Indonesia (SII). (1981). Mutu dan Cara Uji Semen. Portland. Departemen Perindustrian Republik Indonesia. *BSN. Silitonga, J.*
- Suarnita, I. W. (2011). Kuat tekan beton dengan aditif fly ash ex. PLTU Mpanau Tavaeli. *SMARTek 9.1.*
- Sugiatmo, D. (2017). Sifat Mekanis Pada Beton SELF COMPACTING CONCRETE Dengan Menggunakan Bahan Tambah Viscocrete 1003 Dan Viscoflow 3211 N. *Surakarta, Universitas Muhammadiyah Surakarta.*
- Sugiyono. (2010). Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, kualitatif, dan R&D. *Bandung, Alfabeta.*
- Suryahadi. (2019). Pengaruh Penambahan Serbuk Eceng Gondok Terhadap Kuat Tekan Beton. *Unizar Mataram.*
- Tarru, R. O. (2017). Studi penggunaan silica fume sebagai bahan pengisi (filler) pada campuran beton. *Journal Dynamic Saint 3.1.*
- Tjokrodinuljo, K. (1985). Teknologi Beton. *Yogyakarta: Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada. Nawy, Edward G.*
- Van Steenis, C. G. G. J. (n.d.). FLORA. *Pradnya Paramita. Jakarta .*
- Willy dkk. (2015). Perbandingan Kuat Tekan dan Tegangan-Regangan Bata Beton Ringan dengan Penambahan Mineral Alami Zeolit Tertahan Saringan No. 80 (0,180 mm) dan Tertahan Saringan No. 200 (0,075 mm). *Rekayasa Sipil, 9(3), Universitas Brawijaya.*