



**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JAKARTA**  
**FAKULTAS TEKNIK**

**KEPUTUSAN DEKAN**

Nomor: 122 Tahun 2023

Tentang:

**DOSEN PENGUJI TA**  
**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JAKARTA**  
**TAHUN AKADEMIK 2023/2024**

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta

- Menimbang : a. bahwa TA merupakan mata kuliah wajib di dalam kurikulum Program Studi S1 Teknik Sipil, yang dalam pelaksanaannya melibatkan proses pengujian terhadap mahasiswa.
- b. bahwa berdasarkan butir a tersebut di atas, perlu ditetapkan dosen penguji untuk setiap mahasiswa.
- c. bahwa nama-nama yang tercantum pada lampiran keputusan ini dipandang mampu melaksanakan tugas sebagai dosen penguji TA Prodi S1 Teknik Sipil Fakultas Teknik UMJ.
- d. bahwa untuk itu perlu ditetapkan dengan Keputusan Dekan.
- Mengingat : 1. Undang-undang Republik Indonesia, Nomor: 20 tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional;
2. Undang-undang Nomor: 12 Tahun 2012 tanggal 10 Agustus 2012 tentang Pendidikan Tinggi;
3. Peraturan Pemerintah Nomor: 04 Tahun 2014 tentang Penyelenggaraan Pendidikan Tinggi dan Pengelolaan Perguruan Tinggi;
4. Undang-undang Replublik Indonesia Nomor: 14 Tahun 2005 tentang Guru dan Dosen.
5. Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor: 3 Tahun 2020 tentang Standar Nasional Pendidikan Tinggi;
6. Pedoman Pimpinan Pusat Muhammadiyah Nomor: 02/PED/I.0/B/2012 tanggal 16 April 2012 tentang Perguruan Tinggi Muhammadiyah;
7. Statuta Universitas Muhammadiyah Jakarta Tahun 2022;
8. Keputusan Rektor Universitas Muhammadiyah Jakarta Nomor: 364 Tahun 2020 tanggal 9 Juli 2020 tentang Pengangkatan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta masa jabatan 2020-2024.
- Memperhatikan : Surat dari Ketua Program Studi S1 Teknik Sipil tentang dosen penguji TA Prodi Teknik Sipil Tahun Akademik 2023/2024.


**MEMUTUSKAN:**

- Menetapkan : Keputusan Dekan tentang Dosen Penguji TA Program Studi S1 Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta Tahun Akademik 2023/2024.
- Pertama : Mengangkat nama-nama sebagaimana tercantum dalam lampiran keputusan ini sebagai dosen Penguji TA Program Studi S1 Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta.
- Kedua : Salinan keputusan ini disampaikan kepada yang bersangkutan dan pihak-pihak terkait untuk diketahui, dipedomani, dan dilaksanakan dengan sebaik-baiknya.
- Ketiga : Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan, dan apabila di kemudian hari terdapat kekeliruan akan diadakan perbaikan sebagaimana mestinya.

Ditetapkan di: Jakarta

Pada tanggal: 26 Shafar 1445

11 September 2023

Dekan,  
  
Irfan Purnawan, S.T., M.Chem.Eng.  
NID: 20.773

Tembusan:

1. Dekanat
2. Kaprodi Teknik Sipil

Lampiran Keputusan Dekan FT-UMJ  
Nomor : 122 Tahun 2023  
Tanggal : 26 Shafar 1445 / 11 September 2023

**DOSEN PENGUJI TA  
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JAKARTA  
TAHUN AKADEMIK 2023/2024**

No.	N a m a	Jabatan Akademik
1	Prof. Dr. Ir. Sarwono Hardjomuljadi, M.T., M.H.	Guru Besar
2	Dr. Ir. Saihul Anwar, M.Eng, M.M.	Lektor Kepala
3	Ir. Andi Maddeppungeng, M.T.	Lektor Kepala
4	Dr. Ir. Haryo Koco Buwono, M.T.	Lektor
5	Dr. Nurlaelah, S.T., M.T.	Lektor
6	Dr. Mohammad Imamuddin, S.T., M.T.	Lektor
7	Ir. Trijeti, M.T.	Lektor
8	Tanjung Rahayu Raswitaningrum, S.T., M.T.	Lektor
9	Ir. Harwidyo Eko Prasetyo, S.T., M.T.	Lektor
10	Dr. Ir. Heri Khoeri, M.T.	Asisten Ahli
11	Ir. Muhammad Aswanto, ST., M.T.	Asisten Ahli
12	Budi Satiawan, S.T., M.T.	Asisten Ahli
13	Ir. Hidayat Mughnie, M.T.	Asisten Ahli
14	Andika Setiawan, S.T., M.T.	Asisten Ahli
15	Ir. Basit Al Hanif, S.T., M.T.	Asisten Ahli
16	Budiman, S.T., M.T.	Asisten Ahli
17	Ir. Irnanda Satya Soerjatmodjo, S.T., M.Sc.	Asisten Ahli
18	Rachmad Irwanto, S.T., M.Sc., M.Pet.Eng.	Asisten Ahli

Dekan,  
  
K. Irfan Purnawan, S.T., M.Chem.Eng.   
NID: 20.773

TUGAS AKHIR

**RASIO OPTIMAL *HIGH RANGE WATER REDUCING* SEBAGAI *ADMIXTURE*  
DENGAN KARBON AKTIF ORGANIK PADA CAMPURAN BETON UNTUK  
MENCAPAI KUAT TEKAN BETON MINIMUM 45 MPa**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik Bidang Ilmu Teknik Program Studi Teknik Sipil



DISUSUN OLEH :

**NAMA : Satria Bagus Perdana**  
**NIM : 2018410037**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL – FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JAKARTA  
2024**

## KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji dan syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT Tuhan Yang Maha Esa. atas segala limpahan rahmat dan karunia-nya. Tak lupa shalawat dan salam semoga selalu tercurahkan kepada junjungan Nabi Muhammad SAW, karena keridhaan-nya sehingga dapat menyelesaikan Tugas akhir yang berjudul Rasio Optimal *High Range Water Reducing* Sebagai *Admixture* Dengan Karbon Aktif Organik Pada Campuran Beton Untuk Mencapai Kuat Tekan Beton Minimum 45 MPa. Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat strata satu (S1) di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta.

Kami mengucapkan terima kasih atas semua bantuan yang telah diberikan, baik secara langsung maupun tidak langsung selama penyusunan tugas akhir ini hingga selesai. Berkaitan dengan ini, ingin mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Bapak Darto dan Ibu Siti Maemunah orang tua yang telah berkorban begitu banyak baik material maupun spiritual hingga selesainya tugas akhir ini.
2. Ir. Trijeti, MT selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta.
3. Tanjung Rahayu R, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir.
4. Andhika Setiawan, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir.
5. Basit Al Hanif, ST., MT. selaku kepala laboratorium Prodi Teknik Sipil Ft – Umj
6. Jajaran *management* dan *staff* PT. Pionirbeton Industri Plant Kasablanka atas pemberian material penyusun beton.
7. Eliya Shinta Prihardini, S.Ked. terima kasih atas dukungan dan do'anya.
8. Yusran Imasuli, Haikal Ghazwan, Muhammad Adnan Yufi dan Rafi Zufar yang telah membantu penelitian Tugas Akhir ini.
9. Seluruh teman-teman Angkatan 2018 Teknik Sipil FT-UMJ
10. Rekan-rekan mahasiswa Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Jakarta

Laporan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna, baik dari segi materi maupun penyajiannya. Oleh karena itu segala kritik dan saran dari pembaca sangat di butuhkan. Besar harapan semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak yang membacanya.

Jakarta, Februari 2024

**Satria Bagus Perdana**

## ABSTRAK

Beton merupakan material primer yang digunakan pada pembuatan bangunan. Banyak sekali penelitian dan percobaan sudah dilakukan sebagai cara untuk meningkatkan kualitas beton, serta menjawab tuntutan yang meningkat terhadap pemakaian beton untuk mengatasi kendala yang seringkali terjadi pada pengerjaan di lapangan. Penelitian ini bertujuan Untuk menganalisis persentase aditif yang optimal pada beton agar mencapai kuat tekan minimum 45 MPa dan mengetahui persentase selisih kenaikan nilai kuat tekan beton dari setiap variasi rasio beton campuran terhadap beton normal. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan eksperimen di laboratorium, yaitu mencari nilai kuat tekan beton dari masing-masing sampel beton. Persyaratan yang digunakan SNI 03-2834-2000 dalam perencanaan *mix design*. Dari hasil penelitian beton normal diperoleh kuat tekan rata-rata sebesar 50,190 MPa. Untuk beton campuran kuat tekan rata-rata tertinggi dengan penambahan karbon aktif tempurung kelapa 1 % dan *superplasticizer* 1 % yaitu sebesar 64,779 MPa, sedangkan pada benda uji karbon aktif tempurung kelapa 2 % dan *superplasticizer* 1 % menunjukkan hasil terendah dalam beton campuran yaitu sebesar 57,790 MPa. Simpulan penelitian ini adalah pada persentase beton campuran karbon aktif tempurung kelapa 1 % dan *superplasticizer* 1 % menunjukkan hasil optimal yaitu dengan kuat tekan sebesar 64,420 MPa, serta setiap persentase pada beton campuran mengalami kenaikan kuat tekan terhadap beton normal dan melebihi target kuat tekan rencana sebesar 45 MPa.

**Kata kunci:** *Kuat Tekan, Beton Mutu Tinggi, Karbon Aktif Tempurung Kelapa, Superplasticizer.*

## **ABSTRACT**

Concrete is the primary material used in the manufacture of buildings. A lot of research and experiments have been carried out as a way to improve the quality of concrete, as well as answer the increasing demands for the use of concrete to overcome obstacles that often occur in work in the field. This study aims to analyze the optimal percentage of additives in concrete in order to achieve a minimum compressive strength of 45 MPa and determine the percentage difference in the increase in the compressive strength value of concrete from each variation in the ratio of mixed concrete to normal concrete. The method used in this study is an experimental approach in the laboratory, which is looking for the compressive strength value of concrete from each concrete sample. Requirements used SNI 03-2834-2000 in mix *design* planning. From the results of normal concrete research, an average compressive strength of 50,190 MPa was obtained. For mixed concrete, the highest average compressive strength with the addition of 1% *coconut shell activated carbon* and 1% *superplasticizer* is 64.779 MPa, while the 2% *coconut shell activated carbon* test and 1% *superplasticizer* show the lowest results in mixed concrete, which is 57.790 MPa. The conclusion of this study is that the percentage of concrete mixture of coconut shell activated carbon 1% and superplasticizer 1% shows optimal results, namely with compressive strength of 64,420 MPa, and each percentage of mixed concrete has increased compressive strength against normal concrete and exceeds the planned compressive strength target of 45 MPa.

**Keywords:** *Compressive Strength, High Strenght Concrete, Coconut Shell Activated Carbon, Superplasticizer.*



# DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>ii</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>ix</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>I-1</b>
1.1. Latar Belakang .....	I-1
1.2. Identifikasi Masalah .....	I-4
1.3. Rumusan Masalah.....	I-4
1.4. Batasan Masalah.....	I-4
1.5. Tujuan Penelitian.....	I-5
1.6. Hipotesis.....	I-5
1.7. Fishbone.....	I-6
<b>BAB II LANDASAN TEORI .....</b>	<b>II-1</b>
2.1. Beton .....	II-1
2.2. Air .....	II-2
2.3. Agregat.....	II-3
2.3.1 Agregat kasar.....	II-3
2.3.2 Agregat Halus .....	II-4
2.4. Semen Portland.....	II-5
2.5. Faktor Air Semen (W/C) .....	II-6
2.6. Bahan Tambah .....	II-7
2.7. Superplasticizer .....	II-9
2.8. Karbon Aktif Tempurung Kelapa.....	II-9
2.9. Mix Design.....	II-11
2.10. Slump .....	II-18
2.11. Perawatan Beton ( <i>Curing</i> ).....	II-18
2.12. Kuat Tekan Beton.....	II-19
2.13. Student-T.....	II-19
2.14. Penelitian Terkait.....	II-21
2.15. Kajian Islami .....	II-22

<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>III-1</b>
3.1. Alur Penelitian .....	III-1
3.2. Ruang Lingkup Penelitian.....	III-3
3.3. Tempat Penelitian.....	III-3
3.4. Metode Penelitian.....	III-4
3.5. Variasi Rasio Campuran Benda Uji .....	III-4
3.6. Material.....	III-5
3.7. Pengujian Material.....	III-6
3.7.1. Pengujian Berat Jenis (BJ) Agregat .....	III-6
3.7.2. Pengujian Kadar Air Agregat.....	III-10
3.7.3. Pengujian Kadar Lumpur Agregat.....	III-11
3.7.4. Analisa Saringan .....	III-13
3.8. Mix Design.....	III-15
3.9. Pembuatan dan Perawatan Benda Uji.....	III-15
3.10. Pengujian Kuat Tekan Benda Uji.....	III-16
3.11. Analisis Data.....	III-16
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>IV-1</b>
4.1. Pengujian Material.....	IV-1
4.1.1. Pengujian Kadar Air Agregat.....	IV-1
4.1.2. Pengujian Kadar Lumpur Agregat.....	IV-2
4.1.3. Analisa Saringan .....	IV-3
4.1.4. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan .....	IV-8
4.2. Mix Design.....	IV-10
4.3. Nilai Slump .....	IV-13
4.4. Perhitungan Pengujian Kuat Tekan .....	IV-14
4.5. Analisa Student-T .....	IV-16
<b>BAB V KESIMPULAN .....</b>	<b>V-1</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Fishbone.....	I-6
Gambar 2.1 Karbon aktif tempurung kelapa.....	II-10
Gambar 2.2 Grafik 1 hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen.....	II-12
Gambar 2.3 Grafik gradasi pasir zona 1.....	II-14
Gambar 2.4 Grafik gradasi pasir zona 2.....	II-15
Gambar 2.5 Grafik gradasi pasir zona 3.....	II-15
Gambar 2. 6 Grafik gradasi pasir zona 4.....	II-15
Gambar 2.7 Grafik persen pasir perhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk .....	II-16
Gambar 2.8 Grafik 16 Perkiraan berat isi beton basah yang telah .....	II-16
Gambar 2.9 Kerucut abrasi .....	II-18
Gambar 2.10 Proses curing beton .....	II-19
Gambar 2.11 Grafik penyebaran student-T.....	II-20
Gambar 3.1 Alur penelitian.....	viii
Gambar 3.2 Powder karbon aktif tempurung kelapa .....	III-5
Gambar 3.3 Superplasticizer .....	III-6
Gambar 4.1 Grafik zone I gradasi agregat halus.....	IV-5
Gambar 4.2 Grafik zone III gradasi agregat kasar .....	IV-8
Gambar 4.3 Grafik nilai slump pada tiap variasi.....	IV-13
Gambar 4.4 Gaya sebaran berdasarkan nilai T tabel.....	IV-17
Gambar 4.5 Grafik hasil pengujian kuat tekan rata-rata student-T.....	IV-22

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Batas-batas tertentu gradasi agregat kasar.....	II-4
Tabel 2.2 Batasan gradasi untuk agregat halus (ASTM, 1995).....	II-5
Tabel 2.3 Jenis-jenis semen portland.....	II-6
Tabel 2.4 Klasifikasi jenis bahan tambah .....	II-7
Tabel 2.5 Standar kualitas karbon aktif menurut SNI 06-3730-1995.....	II-10
Tabel 2.6 Faktor pengali untuk deviasi standar .....	II-11
Tabel 2.7 Perkiraan kekuatan tekan (MPa) beton dengan faktor air semen.....	II-11
Tabel 2.8 Perkiraan kadar air bebas (Kg/m <sup>3</sup> ) yang dibutuhkan untuk beberapa...	II-12
Tabel 2.9 Ketentuan untuk beton yang berhubungan dengan air tanah.....	II-13
Tabel 2.10 Persyaratan batas-batas susunan besar butir .....	II-14
Tabel 2.11 Batas gradasi pasir.....	II-14
Tabel 2.12 Formula mix design .....	II-17
Tabel 2. 13 Distribusi T pada kurva simetris – Student T.....	II-20
Tabel 3.1 Perbandingan variasi campuran benda uji .....	III-4
Tabel 3.2 Daftar benda uji minimum.....	III-10
Tabel 3.3 Daftar berat contoh agregat kering minimum .....	III-11
Tabel 4.1 Kadar air agregat halus .....	IV-1
Tabel 4.2 Kadar air agregat kasar .....	IV-1
Tabel 4.3 Kadar lumpur agregat halus .....	IV-2
Tabel 4.4 Kadar lumpur agregat kasar .....	IV-2
Tabel 4.5 Analisa saringan agregat halus sampel 1 .....	IV-3
Tabel 4.6 Analisa saringan agregat halus sampel 2.....	IV-4
Tabel 4.7 Analisa saringan agregat halus sampel 3.....	IV-4
Tabel 4. 8 Analisa saringan agregat halus sampel 4.....	IV-5
Tabel 4.9 Analisa saringan agregat kasar sampel 1 .....	IV-6
Tabel 4. 10 Analisa saringan agregat kasar sampel 2.....	IV-6
Tabel 4. 11 Analisa saringan agregat kasar sampel 3.....	IV-7
Tabel 4. 12 Analisa saringan agregat kasar sampel 4.....	IV-7
Tabel 4.13 Berat jenis dan penyerapan agregat kasar .....	IV-8
Tabel 4. 14 Berat jenis dan penyerapan agregat halus.....	IV-9
Tabel 4.15 Mix design beton $f_c'$ 45 MPa .....	IV-10
Tabel 4.16 Proporsi campuran beton normal (1 m <sup>3</sup> ).....	IV-11

Tabel 4.17 Proporsi campuran beton normal (8 silinder).....	IV-11
Tabel 4. 18 Proporsi campuran beton karbon aktif tempurung kelapa 0,5 % dan Superplastisizer 1 % (8 silinder) .....	IV-11
Tabel 4.19 Proporsi campuran beton karbon aktif tempurung kelapa 1 % dan Superplastisizer 1 % (8 silinder) .....	IV-12
Tabel 4. 20 Proporsi campuran beton karbon aktif tempurung kelapa 1,5 % dan Superplastisizer 1 % (8 silinder) .....	IV-12
Tabel 4. 21 Proporsi campuran beton karbon aktif tempurung kelapa 2 % dan Superplastisizer 1 % (8 silinder) .....	IV-12
Tabel 4. 22 Hasil uji slump .....	IV-13
Tabel 4.23 Konversi umur beton .....	IV-14
Tabel 4.24 Data hasil konversi umur pengujian kuat tekan beton normal .....	IV-14
Tabel 4.25 Hasil pengujian kuat tekan .....	IV-15
Tabel 4.26 Distribusi ambang batas nilai T tabel.....	IV-16
Tabel 4.27 Analisa nilai kuat tekan beton dengan uji student-T beton normal .....	IV-18
Tabel 4.28 Analisa nilai kuat tekan beton dengan uji student-T beton campuran karbon aktif tempurung kelapa 0,5 % dan superplasticizer 1 % .....	IV-18
Tabel 4.29 Analisa nilai kuat tekan beton dengan uji student-T beton campuran karbon aktif tempurung kelapa 1 % dan superplasticizer 1 % .....	IV-19
Tabel 4.30 Analisa nilai kuat tekan beton dengan uji student-T beton campuran karbon aktif tempurung kelapa 1,5 % dan superplasticizer 1 % .....	IV-19
Tabel 4.31 Analisa nilai kuat tekan beton dengan uji student-T beton campuran karbon aktif tempurung kelapa 2 % dan superplasticizer 1 % .....	IV-20
Tabel 4. 32 Rekapitulasi hasil uji student-T yang diterima .....	IV-21
Tabel 4.33 Persentase perubahan kuat tekan rata-rata .....	IV-22

### **1.1. Latar Belakang**

Beton merupakan salah satu material yang sangat penting dan paling dominan digunakan pada struktur bangunan seperti seperti kolom, balok, pelat, dan lain sebagainya. Beton merupakan konstruksi yang mempunyai banyak kelebihan, antara lain kuat menahan gaya tekan, tahan terhadap perubahan cuaca, lebih tahan terhadap suhu tinggi, mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan dan mudah dikerjakan dengan cara mencampur semen, agregat, air, dan bahan tambahan lain bila diperlukan (Kandi, 2012).

Beton umumnya tersusun dari tiga bahan penyusun utama yaitu semen, agregat, dan air. Jika diperlukan, bahan tambah (*admixture*) dapat ditambahkan untuk mengubah sifat-sifat tertentu dari beton agar berfungsi lebih baik dan lebih ekonomis. Beton merupakan material primer yang digunakan pada pembuatan bangunan. Beton banyak digunakan karena keunggulan-keunggulannya antara lain sebab beton dapat dengan mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi, mampu memikul beban yang berat, tahan terhadap temperatur yang tinggi, dan biaya pemeliharaan yang kecil atau praktis dalam perawatan (Mulyono, 2006).

Banyak sekali penelitian dan percobaan sudah dilakukan sebagai cara untuk meningkatkan kualitas beton. Teknologi bahan serta teknik aplikasi yang diperoleh dari hasil penelitian dan percobaan tersebut dimaksudkan untuk menjawab tuntutan yang meningkat terhadap pemakaian beton serta mengatasi kendala yang seringkali terjadi pada pengerjaan di lapangan. Hal lain yang mendasari pemilihan serta penggunaan beton sebagai bahan konstruksi merupakan faktor efektifitas dan taraf efisiensinya seperti harganya relatif murah, mempunyai kekuatan tekan yang besar, tahan lama, tahan terhadap api, bahan baku mudah didapat dan tidak mengalami pembusukan. Secara umum bahan tambah beton terbuat dari bahan-bahan yang mudah diperoleh, mudah diolah (*workability*) dan mempunyai keawetan (*durability*) serta kekuatan (*strength*) yang sangat dibutuhkan pada suatu konstruksi.

Sesuai dengan perkembangan teknologi, keperluan beton yang kukuh serta kuat semakin diminati. Pada tahun 1950an, beton dengan kuat tekan 30 Mpa telah dikategorikan sebagai beton mutu tinggi. Pada tahun 1960an sampai awal 1970an, kriteri lebih lazim menjadi 40 MPa. Beton mutu tinggi (*high strength concrete*) yang

tercantum dalam SNI No. 03-6468-2000 (Pd T-18-1999-03) didefinisikan sebagai beton yang mempunyai kuat tekan yang disyaratkan lebih besar sama dengan 41,4 MPa.

Pencampuran kimia seperti *superplasticizers* dapat meningkatkan kekuatan beton dengan mengurangi kebutuhan air pencampuran untuk penurunan yang konstan, dengan mendispersi partikel semen, dengan atau tanpa perubahan kadar air pencampuran, memungkinkan hidrasi yang lebih efisien. Pertimbangan utama ketika menggunakan *superplasticizer* dalam beton adalah harus memperhatikan *mix design*, jika tidak akan terjadi penurunan nilai *slump*. Proporsi rasio penggunaan *superplasticizer* yang optimum untuk beton mutu tinggi dari 0,73 % sampai 2,95 % (Ravitheja, 2021).

Tempurung kelapa adalah salah satu bahan karbon aktif yang kualitasnya cukup baik untuk dijadikan sebagai karbon aktif. Tempurung kelapa merupakan bagian yang paling keras dibandingkan dengan bagian kelapa lainnya. Struktur yang keras disebabkan silikat (SiO<sub>2</sub>) yang cukup tinggi di dalam cangkang. Berat dan ketebalan batok kelapa sangat bergantung pada jenis tanaman kelapa. Berat tempurung kelapa sekitar 15 % - 19 % dari berat total buah kelapa, sedangkan ketebalannya sekitar 3 mm – 5 mm (Asrullah, 2020).

(Mahoutian, 2015) mempelajari karakteristik pori-pori udara pada beton yang mengandung *fly ash* dan karbon aktif. Proporsi karbon aktif yang digunakan adalah 0 %, 2 %, 5 % dan 10 % dari berat *fly ash*. Hasil yang didapat menunjukkan bahwa karbon aktif mengurangi rongga udara dalam beton, yang mengarah ke kuat tekan yang lebih tinggi. Tempurung kelapa dapat dimanfaatkan sebagai bahan karbon dengan nilai kegunaan yang lebih tinggi.

(Zhang, 2017) meneliti karbon aktif berbahan dasar tempurung kelapa dan karbon aktif berbahan dasar batu bara dicampur dengan semen dalam percobaan, dengan proporsi campuran masing-masing 0 %, 1 %, 3 %, 5 %, 10 %, 15 %. Dengan meningkatnya proporsi campuran karbon aktif, kekuatan tekan 28 hari sedikit berubah, dan berkisar antara 45 – 50 MPa. Penambahan karbon aktif hanya menyerap air bebas, tetapi tidak menyerap air untuk hidrasi semen. Dari penambahan karbon aktif ini mempengaruhi hasil *bleeding* dan *slump* awal beton sehingga menurunkan kemampuan alir beton, tetapi tidak mempengaruhi kuat tekan. Pada proporsi 1 % didapatkan kuat tekan tertinggi sebesar 49,7 MPa.

(Chin, 2020) melakukan penelitian karbon aktif sebagai pengganti agregat kasar. Karbon aktif tersebut dihasilkan dari cangkang sawit melalui proses pirolisis dan aktivasi. Hasil karakterisasi karbon aktif memiliki daya serap air yang lebih tinggi karena strukturnya yang berpori dan stabilitas termal yang lebih baik pada temperatur tinggi dibandingkan dengan cangkang sawit biasa. Hasil percobaan menunjukkan bahwa beton dengan karbon aktif cangkang sawit dan *superplasticizers* menunjukkan *workability*, densitas, kuat tekan yang lebih tinggi, kekuatan tarik belah dan ketahanan terhadap penetrasi air dibandingkan beton cangkang sawit biasa. Beton karbon aktif cangkang sawit dapat digolongkan sebagai beton ringan dengan kuat tekan sampai sekitar 50 Mpa pada umur 28 hari.

Hasil penelitian (Adamu, 2023) pada beton campuran serat pohon kurma dengan serbuk karbon aktif yang ditambahkan pada proporsi 1 %, 2 %, dan 3 % dari berat semen. Penambahan serbuk karbon aktif menghasilkan peningkatan kekuatan beton berdasarkan hasil optimalisasi, beton bertulang serat pohon kurma diproduksi dengan proporsi 1 % serat pohon kurma, dan 2,27 % serbuk karbon aktif sebagai aditif dan mencapai suhu 300 °C selama 2 jam menghasilkan kehilangan massa terendah sebesar 2,05%, kuat tekan tertinggi dan kekuatan relatif masing-masing sebesar 45,85 MPa.

Berdasarkan penelitian Zhang (2017) dengan penambahan karbon aktif sebagai bahan tambah semen sebesar 1 % dan penelitian Adamu (2023) melakukan penambahan serbuk karbon aktif sebesar 2,27 % dari berat semen. Hasil dari kedua penelitian tersebut mendapatkan nilai kuat tekan diatas 45 MPa maka dalam penelitian ini bertujuan untuk meneliti lebih lanjut dengan melakukan percobaan untuk menemukan rasio optimum bahan tambah *superplasticizer* dan karbon aktif tempurung kelapa guna mencapai nilai kuat tekan minimum 45 MPa pada campuran beton mutu tinggi. Pada percobaan ini variasi rasio *superplasticizer* 1 % serta karbon aktif tempurung kelapa 0,5 %, 1 %, 1,5 % dan 2 %. Penambahan *high range water reducing* sebagai *admixture* akan menjadi kebaruan dalam penelitian ini sebagai pembanding antara penelitian yang sudah dilakukan hanya menggunakan serbuk karbon aktif tanpa penambahan *high range water reducing* sebagai *admixture*.



## 1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan penjelasan pada latar belakang, maka didapat identifikasi masalah sebagai berikut:

1. Apakah penambahan *superplasticizer* sebagai *high range water reducing admixture* serta karbon aktif tempurung kelapa dapat mempengaruhi nilai kuat tekan beton mutu tinggi?
2. Bagaimana penambahan *superplasticizer* serta karbon aktif tempurung kelapa yang baik agar beton campuran mencapai kuat tekan rencana?
3. Apakah ada perbedaan signifikan terhadap kuat tekan beton normal pada setiap variasi yang ditinjau pada umur 28 hari dengan penambahan *superplasticizer* dan karbon aktif tempurung kelapa?

## 1.3. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berapa rasio optimal campuran *superplasticizer* dan karbon aktif tempurung kelapa untuk mencapai kuat tekan minimum 45 MPa?
2. Berapa persentase selisih kenaikan nilai kuat tekan dari setiap variasi rasio optimal beton campuran terhadap beton normal?

## 1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengujian penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Jakarta
2. Mutu beton dengan campuran aditif diharapkan lebih dari  $f_c'$  45 MPa.
3. Bahan penambah *superplasticizer* 1 % dari berat semen
4. Bahan penambah karbon aktif tempurung kelapa 0,5 %, 1 %, 1,5 % dan 2 % dari berat semen
5. Agregat halus yang digunakan adalah pasir Tayan dengan ukuran butiran 0,075 - 4,75 mm.
6. Agregat kasar yang digunakan adalah batu pecah dari Pamoyangan Bogor yang berukuran maksimum 20 - 25 mm.
7. Semen yang digunakan adalah semen *portland* tipe I dengan merk Tiga Roda.
8. Karbon aktif tempurung kelapa tidak dilakukan pencucian

9. Karbon aktif tempurung kelapa powder yang digunakan merupakan produksi dari Ashita Carb
10. *Superplasticizer* yang akan digunakan yaitu tipe F Bitaplas super yang diproduksi oleh Bital Asia.
11. Cetakan benda uji berbentuk silinder ( $d=15\text{cm}$ ,  $t=30\text{cm}$ ).
12. Metode *mix design* menggunakan ketentuan SNI 03-6468-2000 dan Pd T-04-2004-c tentang tata cara pembuatan dan pelaksanaan beton berkekuatan tinggi.
13. Pembuatan benda uji menggunakan ketentuan dari ASTM C31 tentang tata cara pembuatan dan perawatan spesimen uji beton di lapangan.
14. Benda uji dibuat 5 variasi
15. 1 variasi terdiri dari 8 sampel
16. Pada penelitian ini dengan menambahkan aditif untuk penggunaan mengurangi semen dan air

### **1.5. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan yang didapat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

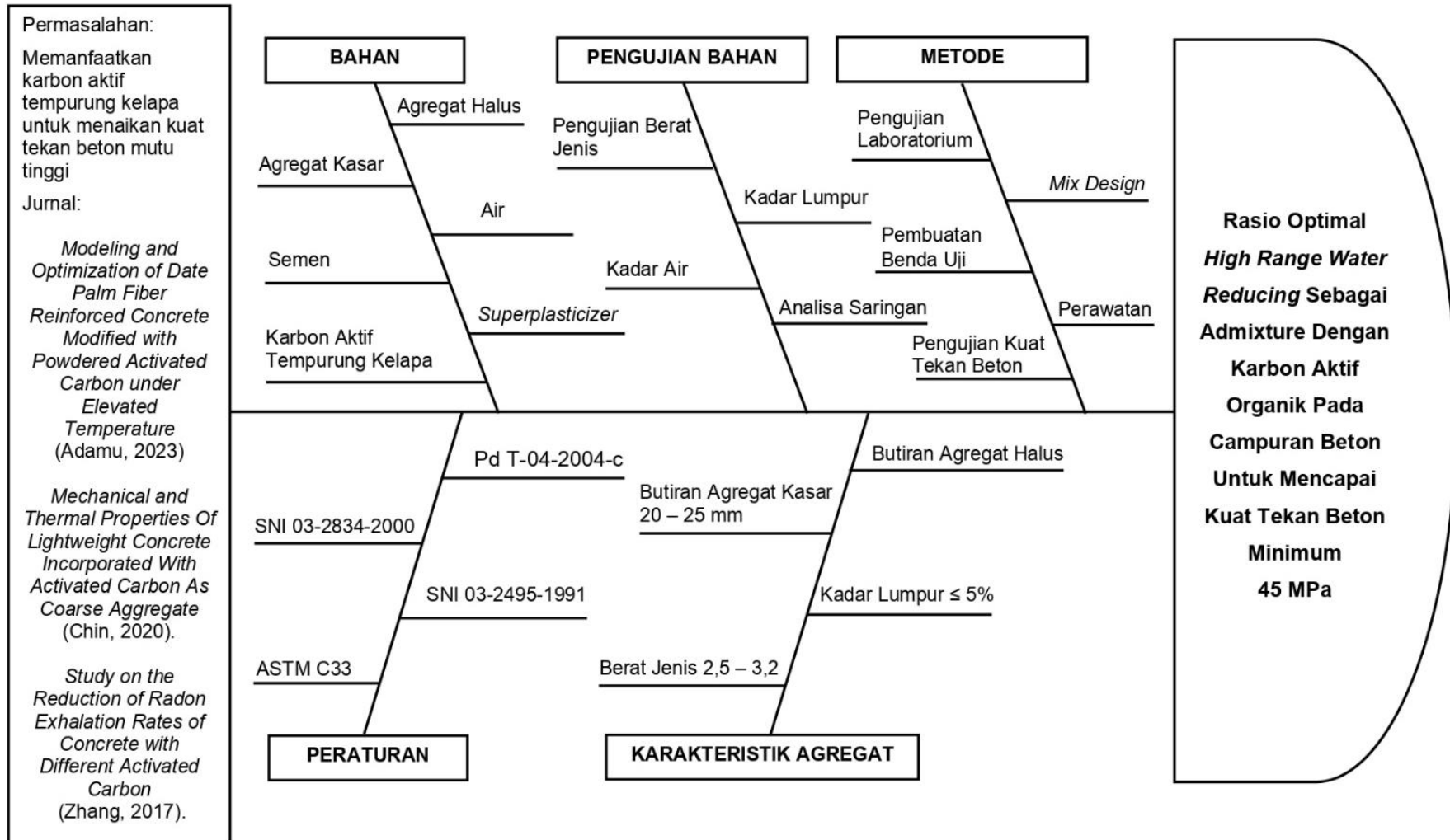
1. Untuk menganalisis hasil persentase aditif tertinggi pada beton agar mencapai kuat tekan minimum 45 MPa.
2. Untuk mengetahui persentase selisih kenaikan nilai kuat tekan beton dari setiap variasi rasio beton campuran terhadap beton normal.

### **1.6. Hipotesis**

Dari penjelasan di atas maka didapat hipotesis sebagai berikut:

1. Kuat tekan beton pada persentase campuran *superplasticizer* 1% serta karbon aktif tempurung kelapa 1% akan mencapai kuat tekan minimum 45 MPa.
2. Penambahan variasi rasio optimal campuran *superplasticizer* 1% serta karbon aktif tempurung kelapa 1% akan mengalami kenaikan 2% – 5% dari beton normal.

## 1.7. Fishbone



Gambar 1.1 Fishbone

## BAB II LANDASAN TEORI

### 2.1. Beton

Berdasarkan SNI 2847:2013, beton adalah campuran antara semen portland atau semen hidrolik yang lain, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk massa padat. Seiring dengan penambahan umur, beton akan semakin mengeras dan akan mencapai kekuatan rencana ( $f'c$ ) pada usia 28 hari. Berikut adalah pengertian beton normal dan beton mutu tinggi:

1. Beton normal, adalah beton yang menggunakan agregat pasir sebagai agregat halus dan batu pecah sebagai agregat kasar sehingga mempunyai berat jenis beton antara 2200 kg/m<sup>3</sup> 2400 kg/m<sup>3</sup>.
2. Beton mutu tinggi, pada Pd T-04-2004-c tata cara pembuatan dan pelaksanaan beton berkekuatan tinggi diartikan sebagai beton yang berorientasikan pada kekuatan yang tinggi yang mempertimbangkan keawetan beton serta kemudahan pengerjaan beton dengan kekuatan tekan yang disyaratkan ( $f'c$ ) 40 sampai dengan 80 MPa.

Secara umum adapun kelebihan dan kelemahan penggunaan beton (Tjokrodimuljo, 2007) adalah:

Kelebihan beton adalah sebagai berikut:

1. Beton mampu menahan gaya tekan dengan baik, serta mempunyai sifat tahan terhadap korosi dan pembusukan oleh kondisi lingkungan.
2. Beton segar dapat dengan mudah dicetak sesuai dengan keinginan.
3. Beton segar dapat disemprotkan pada permukaan beton lama yang retak maupun dapat diisikan ke dalam retakan beton dalam proses perbaikan.
4. Beton segar dapat dipompakan sehingga memungkinkan untuk dituang pada tempat-tempat yang posisinya sulit.
5. Beton tahan aus dan tahan bakar, sehingga perawatannya lebih murah.

Kekurangan beton adalah sebagai berikut.

1. Beton dianggap tidak mampu menahan gaya tarik, sehingga mudah retak, oleh karena itu perlu diberikan baja tulangan sebagai penahan gaya teriknya.

2. Beton keras menyusut dan mengembang bila terjadi perubahan suhu, sehingga perlu dibuat dilatasi untuk mengatasi retakan-retakan akibat terjadinya perubahan suhu.
3. Untuk mendapatkan beton kedap air secara sempurna, harus dilakukan dengan pengerjaan yang teliti.
4. Beton bersifat getas (tidak daktil) sehingga harus dihitung dan diteliti secara seksama agar setelah dikompositkan dengan baja tulangan menjadi bersifat daktil, terutama pada struktur tahan gempa.

## 2.2. Air

Air merupakan bahan dasar pembuat beton yang penting. Berdasarkan SK SNI S-04-1989-F, air berfungsi untuk melangsungkan proses hidrasi antara air dengan semen, sehingga dapat meningkatkan kekuatan beton. Air untuk pembuatan beton tidak boleh mengandung asam, alkali, bahan padat/organik, minyak, lumut, gula, sulfat, dan chlorida yang melebihi batas persyaratan yang telah ditetapkan. Untuk bereaksi dengan semen, air yang diperlukan kurang lebih 25 % dari berat semen. Namun, dalam kenyataannya nilai faktor air semen yang kurang dari 0,35 sulit dilaksanakan. Kelebihan air yang ada digunakan sebagai pelumas. Penambahan air untuk pelumas tidak boleh terlalu banyak karena kekuatan beton akan berkurang. Selain itu, akan menimbulkan *bleeding*. Hasil *bleeding* ini berupa lapisan tipis yang mengurangi lekatan antara lapisan beton. Air yang digunakan harus memenuhi syarat kelayakan penggunaan pada beton yang di atur pada SNI 03-6861.1-2002, persyaratan air untuk campuran beton adalah sebagai berikut:

- a. Harus bersih, tidak mengandung lumpur, minyak dan benda terapung lainnya yang dapat dilihat secara visual.
- b. Tidak mengandung benda-benda tersuspensi lebih dari 2 gram/liter
- c. Tidak mengandung garam-garam yang dapat larut dan merusak beton ( asam-asam, zat organik, dan lain-lain)
- d. Kandungan klorida (Cl) < 0.50 gram/liter, dan senyawa sulfat < 1 gram/liter sebagai SO<sub>3</sub>
- e. Bila dibandingkan dengan kekuatan tekan adukan beton yang menggunakan air suling, maka penurunan kekuatan beton

- f. khusus untuk beton pratekan, kecuali syarat-syarat diatas air mengandung klorida lebih dari 0.05 gram/liter. Untuk air yang digunakan sebagai perawatan beton, dapat digunakan air yang digunakan pada saat pengadukan. Namun air tersebut adalah air yang tidak menimbulkan noda atau endapan yang merusak warna permukaan agar permukaan beton tetap sedap dipandang.

### 2.3. Agregat

Agregat adalah sekumpulan butir-butir batu pecah kerikil, pasir atau mineral lainnya berupa hasil alam maupun buatan (SNI No 1737-1989-F). Agregat biasanya menyumbang volume yang terbesar dalam isi total beton yaitu sekitar 60 %–75 %. Oleh karena itu agregat mempunyai pengaruh besar terhadap perilaku dari beton yang sudah mengeras. Dalam penilaian terhadap mutu agregat harus dipertimbangkan dari beberapa aspek yaitu; keberhasilan agregat, sifat abrasi, *durability*, ukuran dan gradasi, keseragaman bentuk, dan bentuk permukaan. Berdasarkan ukuran butirannya agregat dibagi menjadi:

1. Ukuran dengan besar butiran  $\geq 40$  mm disebut batu
2. Ukuran dengan besar butiran 4,8 mm – 40 mm disebut agregat kasar atau kerikil
3. Ukuran dengan besar butiran 0,15 mm – 4,8 mm disebut agregat halus atau pasir
4. Ukuran dengan besar butiran  $\leq 0,15$  mm disebut debu (*silt*)

#### 2.3.1 Agregat kasar

Agregat dengan ukuran butir antara 4,8 mm sampai dengan 40 mm. agregat kasar dapat berupa kerikil alam ataupun batu pecah, hasil pemecahan batu gunung dengan alat pemecah / *stone crusher*. Ukuran besar maksimum agregat kasar harus memenuhi ketentuan SNI 03-2947-1992, yaitu:

- a) 1/5 lebar minimum acuan;
- b) 1/3 tebal pelat beton; atau
- c) 3/4 jarak bersih minimum antar batang tulangan, atau kabel prategang

Syarat gradasi agregat kasar (kerikil) menurut SNI 03-2834-2000 pada tabel di bawah ini.

Tabel 2.1 Batas-batas tertentu gradasi agregat kasar

Ukuran Saringan (mm)	Persentase Lolos (%)		
	Gradasi Agregat		
	40 mm	19 – 37,5 mm	37,5 - 75 mm
76	100	0	0
38	90 – 100	100	0
19	20 – 55	95 – 100	100
9,6	0 -10	30 – 60	50 – 85
4,8	0 - 5	0 -10	0 – 10

Sumber: SNI 03-2834-2000

### 2.3.2 Agregat Halus

Agregat halus adalah mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton yang memiliki ukuran butiran kurang dari 5 mm atau lolos saringan no.4 dan tertahan pada saringan no. 200. Agregat halus berasal dari hasil disintegrasi alami dari batuan alam atau pasir buatan yang dihasilkan dari alat pemecah batu (*stone crusher*). Spesifikasi dari Agregat halus Agregat halus yang akan digunakan harus memenuhi spesifikasi yang telah ditetapkan oleh ASTM. Jika seluruh spesifikasi yang ada telah terpenuhi maka barulah dapat dikatakan agregat tersebut bermutu baik. Adapun spesifikasi tersebut adalah:

1. Gradasi atau susunan butiran pada analisa saringan akan memperlihatkan jenis dari agregat halus tersebut. Melalui analisa saringan maka akan diperoleh angka *fine modulus* dan digolongkan 3 jenis pasir yaitu :
  - a) Pasir kasar :  $2.9 \leq FM \leq 3.2$
  - b) Pasir sedang :  $2.6 \leq FM \leq 2.9$
  - c) Pasir halus :  $2.2 \leq FM \leq 2.6$

Selain itu ada juga batasan gradasi untuk agregat halus, sesuai dengan ASTM C 33 – 74a.

Tabel 2.2 Batasan gradasi untuk agregat halus (ASTM, 1995)

Ukuran Saringan ASTM	Persentase berat yang lolos pada tiap saringan
9.5 mm (3/8 in)	100
4.76 mm (No. 4)	95 – 100
2.36 mm ( No.8)	80 – 100
1.19 mm (No.16)	50 – 85
0.595 mm ( No.30)	25 – 60
0.300 mm (No.50)	10 – 30
0.150 mm (No.100)	2 - 10

2. Kadar lumpur atau bagian yang lebih kecil dari 75 mikron (ayakan no.200), tidak boleh melebihi 5 % (ternadap berat kering). Apabila kadar Lumpur melampaui 5 % maka agragat harus dicuci.
3. Kadar liat tidak boleh melebihi 1 % (terhadap berat kering).
4. Agregat halus harus bebas dari pengotoran zat organik yang akan merugikan beton, atau kadar organik jika diuji di laboratorium tidak menghasilkan warna yang lebih tua dari standart percobaan *abrams-harder*.
5. Agregat halus yang digunakan untuk pembuatan beton dan akan mengalami basah dan lembab terus menerus atau yang berhubungan dengan tanah basah, tidak boleh mengandung bahan yang bersifat reaktif terhadap alkali dalam semen, yang jumlahnya cukup dapat menimbulkan pemuaihan yang berlebihan di dalam mortar atau beton dengan semen kadar alkalinnya tidak lebih dari 0,60 % atau dengan penambahan yang bahannya dapat mencegah pemuaihan.
6. Sifat kekal (keawetan) diuji dengan larutan garam sulfat :
  - a) Jika dipakai natrium–sulfat, bagian yang hancur maksimum 10 %.
  - b) Jika dipakai magnesium–sulfat, bagiam yang hancur maksimum 15 %

#### 2.4. Semen Portland

Semen *portland* adalah suatu bahan pengikat hidrolis (*hydraulic binder*) yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari kalsium silikat hidrolik, yang umumnya mengandung satu atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama-sama dengan bahan utamanya. Komposisi yang sebenarnya



dari berbagai senyawa yang ada berbeda-beda dari jenis semen yang satu dengan yang lain, untuk berbagai jenis semen ditambahkan berbagai jenis material mentah lainnya, sesuai dengan kebutuhan pemakaian semen yang disebabkan oleh kondisi lokasi maupun kondisi tertentu yang dibutuhkan pada pelaksanaan konstruksi.

Bahan utama untuk pembentuk semen *portland* adalah kapur (CaO), silika (SiO<sub>3</sub>), alumina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), sedikit magnesia (MgO), dan terkadang sedikit alkali. Untuk mengontrol komposisinya, terkadang ditambahkan oksidasi besi, sedangkan *gypsum* (CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O) ditambahkan untuk mengatur waktu ikat, klinker dibuat dari batu kapur (CaCO<sub>3</sub>), tanah liat dan berkadar besi.

Berdasarkan SNI 15-2049-2004 membagi semen portland menjadi 5 jenis.

Tabel 2.3 Jenis-jenis semen portland

Jenis Semen	Karakteristik Umum
Tipe I	semen <i>portland</i> yang dalam penggunaannya tidak memerlukan persyaratan khusus seperti pada jenis – jenis lainnya.
Tipe II	semen <i>portland</i> yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang
Tipe III	Semen <i>portland</i> yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada fase permulaan setelah pengikat terjadi.
Tipe IV	Semen <i>portland</i> yang dalam penggunaannya memerlukan panas hidrasi yang rendah
Tipe V	Semen <i>portland</i> yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan yang tinggi terhadap sulfat.

## 2.5. Faktor Air Semen (W/C)

Faktor Air Semen (FAS) adalah indikator yang penting dalam perancangan campuran beton karena FAS merupakan perbandingan jumlah air terhadap jumlah semen dalam suatu campuran beton. Secara umum bahwa semakin tinggi nilai FAS maka semakin rendah kekuatan beton. Jika FAS semakin rendah, maka beton akan semakin sulit untuk dipadatkan. Dengan demikian, ada suatu nilai FAS yang optimal yang dapat menghasilkan kuat tekan beton yang maksimal. umumnya nilai FAS yang

diberikan dalam praktek pembuatan beton min. 0,4 dan max. 0,65 menurut (Tjokrodinuljo, 2007).

## 2.6. Bahan Tambah

Berdasarkan SK SNI S-18-1990-03 bahan tambah adalah suatu bahan berupa bubuk atau cairan, yang ditambahkan ke dalam campuran material beton selama pengadukan, dengan tujuan untuk mengubah sifat beton tersebut. Bahan tambah digunakan untuk memodifikasi sifat dan karakteristik dari beton misalnya untuk kemudahan pengerjaan atau untuk lain yaitu penghematan energi. Berdasarkan ACI (*American Concrete Institute*), bahan tambah adalah material selain air, agregat dan semen hidrolik yang dicampurkan dalam beton atau mortar yang ditambahkan sebelum atau selama pengadukan berlangsung.

Penambahan bahan tambahan pada campuran beton atau mortar tidak mengubah komposisi bahan lainnya, karena penggunaan bahan tambah tersebut cenderung sebagai substitusi campuran beton itu sendiri. Karena tujuannya adalah untuk memperbaiki atau mengubah sifat dan karakteristik beton atau mortar tertentu yang akan dihasilkan, maka kecenderungan untuk mengubah komposisi berat-volume tidak secara langsung dirasakan dibandingkan dengan komposisi awal beton tanpa penambahan bahan tambah.

Tabel 2.4 Klasifikasi jenis bahan tambah

<b>Tipe</b>	<b>Klasifikasi Fungsi</b>
A	<i>Water reducing</i>
B	<i>Retarding</i>
C	<i>Accelerating</i>
D	<i>Water reducing + retarding</i>
E	<i>Water reducing + accelerating</i>
F	<i>High range water reducing</i>
G	<i>High range water reducing</i>

Adapun tujuan yang diharapkan penggunaan bahan tambah zat kimia pada campuran beton diantaranya sebagai berikut:

1. *Water reduction* dimana bahan kimia ini bertujuan untuk mengurangi penggunaan air pada beton sehingga diperoleh campuran tanpa mengubah nilai FAS dengan kekentalan yang sama atau dengan komposisi FAS yang tetap. Tetapi akan mendapatkan campuran beton yang lebih encer, hal ini bertujuan agar memperoleh kuat tekan yang lebih tinggi. Dengan campuran beton yang dibuat menjadi encer dapat memudahkan pada saat pelaksanaan penuangan berlangsung.
2. *Retarder* bahan kimia ini bertujuan untuk memperlambat proses ikatan dalam campuran beton. Kegunaannya adalah untuk menunda waktu pengikatan beton, misalnya karena cuaca panas, atau untuk memperpanjang waktu pemadatan untuk menghindari *cold joints* dan efek pengendapan pada saat pelaksanaan penuangan beton segar. Zat kimia ini diantaranya berupa gula, *sucrose*, *sodium gluconate*, *glucose*, *citric acid*, dan *tartaric acid*.
3. *Accelerators*, bahan kimia ini bertujuan untuk mempercepat ikatan dan pengerasan campuran beton. Jenis ini diperlukan agar mempercepat proses pekerjaan beton sehingga mengurangi lamanya waktu pengeringan (hidrasi) dan mempercepat pencapaian kekuatan beton. Zat kimia yang digunakan adalah  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  dan  $\text{NaNO}_3$ . Namun lebih dianjurkan untuk menggunakan senyawa kimia nitrat.
4. *Water reducing dan retarding admixture* digunakan untuk tujuan menambah kekuatan beton karakteristik jangka panjang. Penggunaan bahan tambah tipe ini pada umumnya tidak mengubah kadar semen dan komposisi agregat yang digunakan saat berlangsungnya *mix design* direncanakan.
5. *Water reducing dan accelerating admixture* digunakan untuk tujuan mendapatkan efek kekuatan awal yang lebih tinggi dari bahan tambah *accelerating* saja. Penggunaan bahan tambah tipe ini pada umumnya tidak mengubah kadar semen dan komposisi agregat yang digunakan saat berlangsungnya *mix design* direncanakan.
6. *High range water reducing (HRWR)* digunakan untuk mendapatkan tingkat konsistensi yang ditetapkan spesifikasi dengan mengurangi berat air sebesar

12% atau lebih sampai 40%. Tujuan penggunaannya sama dengan tipe A dengan pengurangan berat air  $\geq 12\%$ . Pada umumnya diaplikasikan di site pengecoran. Salah satu jenis bahan tambah ini adalah *superplasticizer*.

7. *High range water reducing* (HRWR) dan *retarding* bertujuan untuk mendapatkan efek serupa dengan bahan tambah tipe D dengan pengurangan berat air yang digunakan sebesar 12% atau lebih sampai 40%. Pencampuran bahan tambah tipe ini dapat dilakukan di *batching plant* atau *site project*.

## 2.7. Superplasticizer

*Superplasticizer* adalah bahan tambah yang dimasukkan kedalam beton segar yang berfungsi dapat meningkatkan nilai *slump* untuk memudahkan *workability*. *Superplasticizer* juga dapat meningkatkan mutu beton akibat pengurangan pemakaian air sehingga faktor air semen menjadi lebih rendah dengan *slump* yang meningkat. *Superplasticizer* tidak lagi menjadi hal baru, terutama untuk konstruksi yang mensyaratkan mutu beton yang tinggi. Beton mutu tinggi pada dasarnya memiliki faktor air semen (*water/cement ratio*) yang rendah sehingga adukan menjadi kental dan proses pengisian campuran beton ke dalam cetakan atau *bekisting* menjadi sulit. Faktor air semen yang merupakan faktor utama penentu mutu beton dengan rendahnya faktor air semen dapat meningkatkan kuat tekan beton.

## 2.8. Karbon Aktif Tempurung Kelapa

Karbon aktif adalah suatu produk yang diperoleh dari proses karbonasi dan merupakan residu yang sebagian besar komponennya adalah karbon dan terjadi karena penguraian akibat perlakuan panas buatan karbon aktif dipengaruhi oleh proses aktivasi. Proses aktivasi merupakan suatu perlakuan terhadap karbon yang bertujuan memperbesar pori yaitu dengan cara memecahkan ikatan hidrokarbon untuk memperluas luas permukaan karbon dan meningkatkan daya adsorpsi karbon. Kemampuan serap ditimbulkan karena terbentuknya pori-pori pada arang tersebut akibat proses karbonisasi yang dilanjutkan dengan proses aktivasi. Dalam pengolahan air, karbon aktif digunakan sebagai adsorben untuk menyisihkan rasa, bau, dan warna yang disebabkan oleh kandungan bahan organik dalam air. Selain itu karbon aktif berfungsi sebagai filter untuk menjernihkan air, pemurnian gas, industri minuman, farmasi, katalisator, dan berbagai macam penggunaan lain.

Tabel 2.5 Standar kualitas karbon aktif menurut SNI 06-3730-1995

Uraian	Prasyarat Kualitas	
	Butiran	Serbuk
Bagian yang hilang pada pemanasan 950° C, %	Maks. 15	Maks. 25
Kadar air, %	Maks. 4,5	Maks. 15
Kadar abu, %	Maks. 2,5	Maks. 10
Bagian tidak mengarang	0	0
Daya serap terhadap I <sub>2</sub> , mg/g	Min. 750	Min. 750
Karbon aktif murni, %	Min. 80	Min. 65
Daya serap terhadap benzena, %	Min. 25	-
Daya serap terhadap biru metilen, mg/g	Min. 60	Min. 120
Berat jenis curah, g/ml	0,45 – 0,55	0,3 – 0,35
Lolos mesh 325, %	-	Min. 90
Jarak mesh, %	90	-
Kekerasan, %	80	-

Sumber : Pusat Dokumentasi dan Informasi Ilmiah LIPI, 1997

Dipilihnya tempurung kelapa sebagai bahan baku pembuatan karbon aktif dikarenakan memiliki potensi untuk diproduksi secara masal, dari hasil penelitian yang ada luas permukaan yang diperoleh juga cukup besar yaitu berkisar antara 524 – 704 m<sup>2</sup>/gr. Luas permukaan merupakan parameter pemilihan material karena pada aplikasi adsorpsi gas, semakin besar luas permukaan maka semakin besar pula kapasitas adsorpsi dari karbon aktif. Tempurung kelapa merupakan lapisan keras yang tersusun dari lignin, metoksi hemiselulosa selulosa dan berbagai mineral. Kandungan bahan-bahan tersebut berbeda-beda tergantung dari jenis kelapanya. Strukturnya yang keras disebabkan oleh kandungan silikat (SiO<sub>2</sub>) yang cukup kaya pada tempurung kelapa. Berat tempurung sekitar 15-19% dari berat total kelapa. Batok kelapa termasuk dalam kelompok kayu keras dengan kadar air sekitar 6-9 % (Lestari, 2010).



Gambar 2.1 Karbon aktif tempurung kelapa

## 2.9. Mix Design

*Mix design* adalah proses memilih bahan-bahan campuran beton yang tepat dan mempertimbangkan kuantitas ketergantungan dari bahan-bahan tersebut dengan indikator syarat kualitas mutu beton, kekuatan (*strength*), ketahanan (*durability*) dan kemudahan pengerjaan (*workability*) serta nilai ekonomis yang didapat. Berikut adalah perencanaan proporsi campuran beton menurut SNI 03-2834-2000:

### a. Deviasi standar

Deviasi standar adalah statistik yang mengukur penyebaran kumpulan data relatif terhadap rata-rata dan dihitung sebagai akar kuadrat dari varian.

Tabel 2.6 Faktor pengali untuk deviasi standar

Jumlah Pengujian	Faktor Pengali Deviasi Standar
Kurang dari 15	Lihat butir 4.2.3.1 1) (5)
15	1,16
20	1,08
25	1,03
30 atau lebih	1,00

Sumber: SNI 03-2834-2000

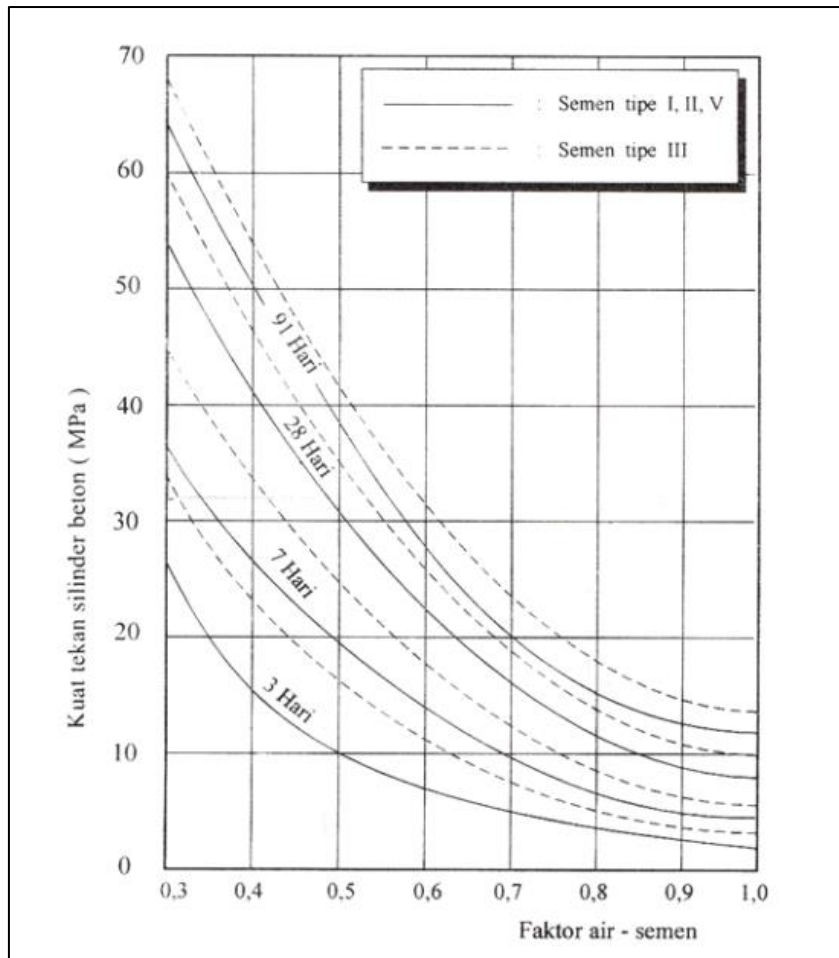
### b. Faktor air semen bebas

Faktor air semen adalah angka perbandingan antara berat air bebas dan berat semen dalam beton.

Tabel 2.7 Perkiraan kekuatan tekan (MPa) beton dengan faktor air semen dan agregat kasar yang biasa dipakai di Indonesia

Jenis Semen	Jenis agregat Kasar	Kekuatan tekan (MPa)				Bentuk Uji
		Pada umur (hari)				
		3	7	28	29	
Semen Portland Tipe 1	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	25	32	45	54	
Semen Portland 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



Sumber : SNI 03-2834-2000

Gambar 2.2 Grafik 1 hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen

c. Faktor air semen maksimum

Tabel 2.8 Perkiraan kadar air bebas (Kg/m<sup>3</sup>) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaan adukan

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

Catatan : Koreksi suhu udara :

Untuk suhu di atas 25 °C, setiap kenaikan 5 °C harus ditambah air 5 liter per m<sup>2</sup> adukan beton.

d. Kadar air bebas

Kadar air bebas adalah jumlah air yang dicampur ke dalam beton untuk mencapai konsistensi tertentu, tidak termasuk air yang diserap oleh agregat.

Tabel 2.9 Ketentuan untuk beton yang berhubungan dengan air tanah yang mengandung sulfat

Kadar gangguan sulfat	Konsentrasi Sulfat Sebagai SO <sub>3</sub>			Tipe semen	Kandungan semen minimum ukuran nominal agregat			Factor air semen
	Dalam tanah		Sulfat (SO <sub>3</sub> ) Dalam air Tanah		40 mm	20 mm	10 mm	
	Total SO <sub>3</sub> (%)	SO <sub>3</sub> dalam campuran Air : Tanah						
1	Kurang dari 0,2	Kurang dari 1,0	Kurang dari 0,3	Tipe I dengan atau tanpa Pozola	80	300	350	0,50
2	0,2-0,5	1,0-1,9	0,3-1,2	Tipe I dengan atau tanpa Pozola	290	330	350	0,50
				Tipe I Pozolan (15-40%) atau Semen	270	310	360	0,55
				Tipe II atau Tipe III	250	290	340	0,55
3	0,5-1	1,9-3,1	1,2-2,5	Tipe I Pozolan (15-40%) atau Semen	340	380	430	0,45
				Tipe II atau Tipe III	290	330	380	0,50
4	1,0-2,0	3,1-5,6	2,5-5,0	Tipe II atau Tipe III	330	370	420	0,45
5	Lebih dari 2,0	Lebih dari 5,6	Lebih dari 5,0	Tipe II atau Tipe V Lapisan	330	370	420	0,45

Sumber: SNI 03-2834-2000



e. Tabel susunan agregat

Tabel 2.10 Persyaratan batas-batas susunan besar butir agregat kasar (kerikil atau koral)

Ukuran mata ayakan (mm)	Persentase berat bagian yang lewat ayakan		
	Ukuran nominal agregat (mm)		
	38-	19.0-4.76	9.6-4.76
38.	95-	10	
19.	37-	95-	10
9.5	10-	30-	50-
4.7	0-	0-	0-

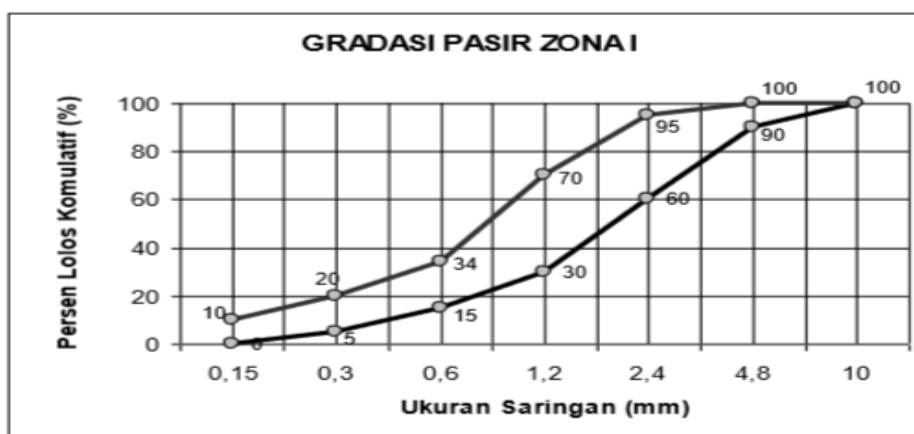
Sumber: SNI 03-2834-2000

f. Gradasi

Tabel 2.11 Batas gradasi pasir

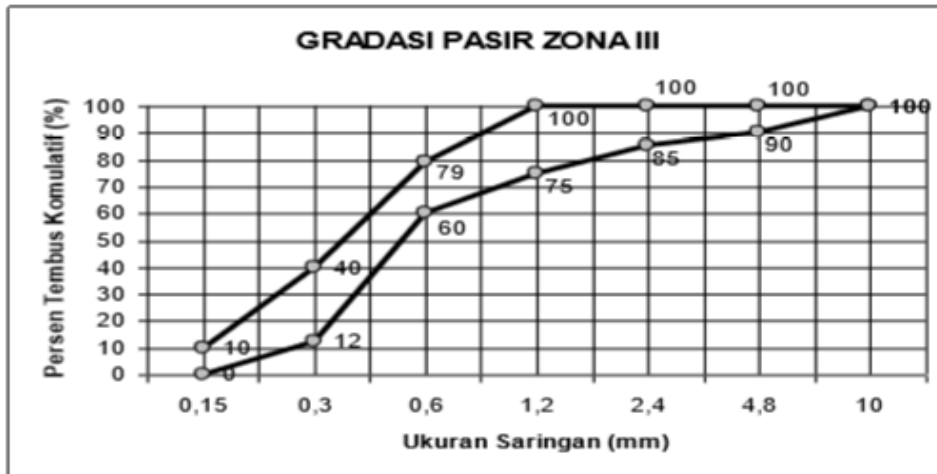
Lubang Ayakan (mm)	Persen berat butir yang lewat ayakan			
	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
10	100	100	100	100
4,8	90 – 100	90 – 100	90 – 100	95 – 100
2,4	60 – 95	75 – 100	85 – 100	95 – 100
1,2	30 – 70	55 – 90	75 – 100	95 – 100
0,6	15 – 34	35 – 59	60 – 79	80 – 100
0,3	5 – 20	8 – 30	12 – 40	15 – 50
0,15	0 – 10	0 – 10	0 – 10	0 – 15

Sumber: SNI 03-2834-2000



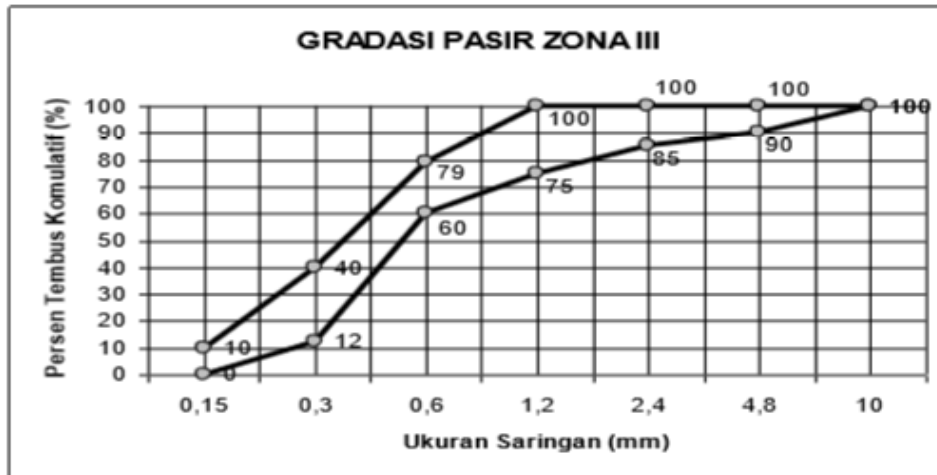
Sumber: SNI 03-2834-2000

Gambar 2.3 Grafik gradasi pasir zona 1



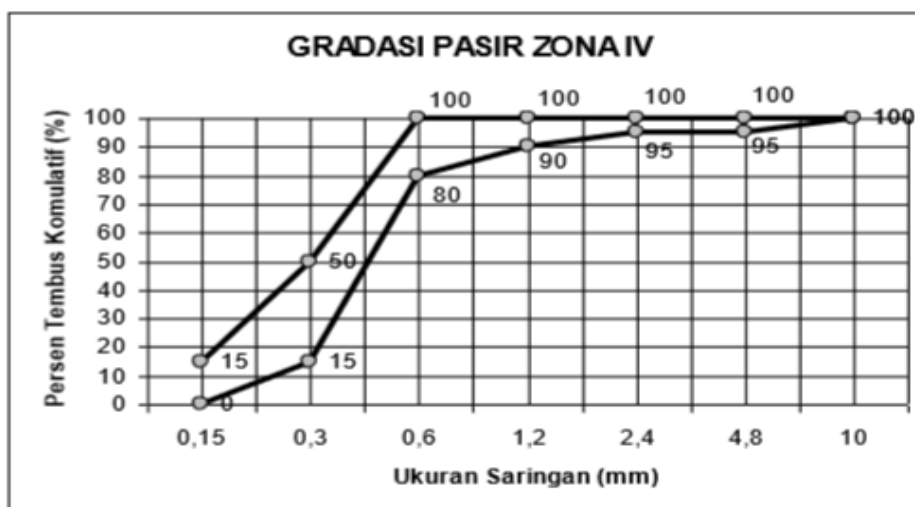
Sumber: SNI 03-2834-2000

Gambar 2.4 Grafik gradasi pasir zona 2



Sumber: SNI 03-2834-2000

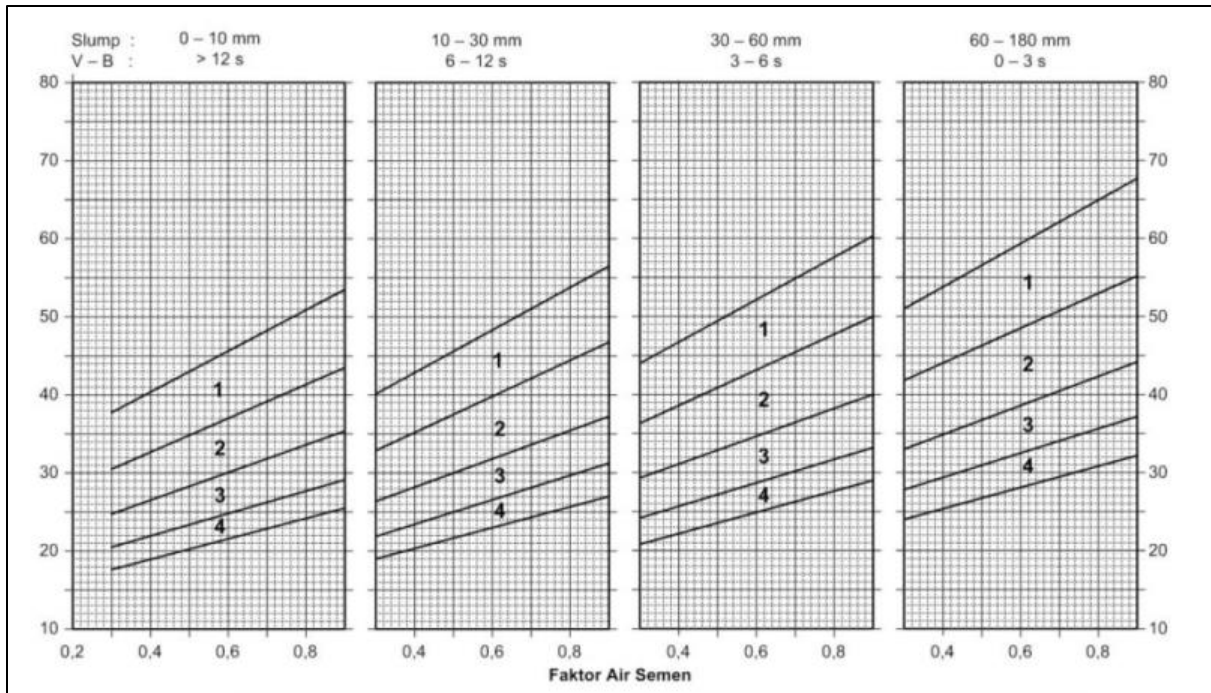
Gambar 2.5 Grafik gradasi pasir zona 3



Sumber: SNI 03-2834-2000

Gambar 2. 6 Grafik gradasi pasir zona 4

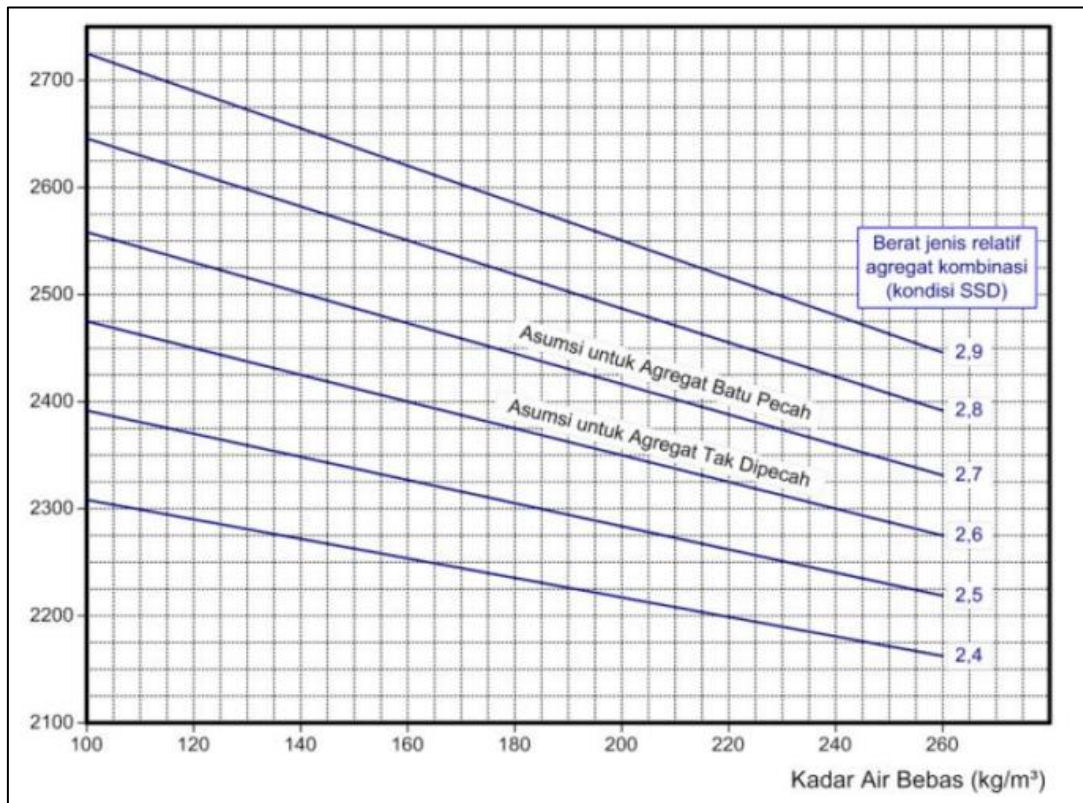
g. Perbandingan agregat halus dan kasar



Sumber: SNI 03-2834-2000

Gambar 2.7 Grafik persen pasir perhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 20 mm

h. Berat beton segar



Gambar 2.8 Grafik 16 Perkiraan berat isi beton basah yang telah

Sumber: SNI 03-2834-2000

i. Tabel formula *mix design*

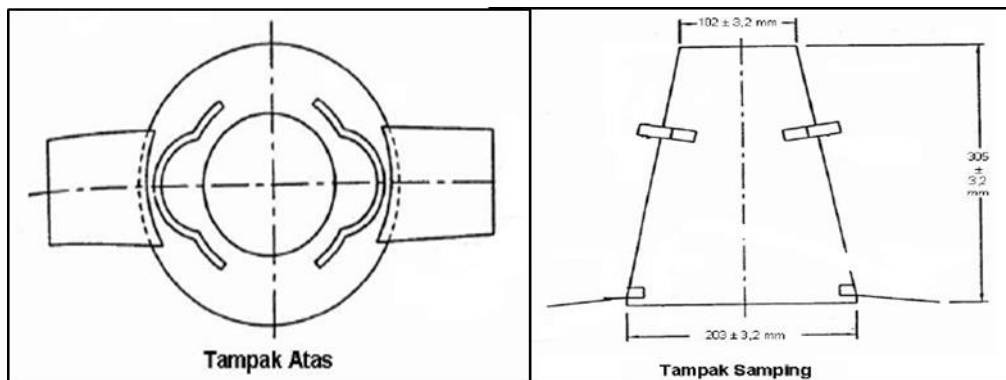
Tabel 2.12 Formula *mix design*

NO	URAIAN	TABEL/GRAFIK HITUNGAN	NILAI
1	Kuat tekan yang disyaratkan	Ditetapkan	Mpa pada 28 hari
2	Deviasi standar	Tabel 1 / Diketahui	
3	Nilai tambah (margin)	1,64 x SD	Mpa
4	Target kuat tekan rata-rata	1+3	
5	Jenis semen <i>portland</i>	Ditetapkan	
6	Jenis agregat kasar	Alami/Batu Pecah	
	Jenis agregat halus	Alami/Batu Pecah	
7	Faktor air semen (FAS) bebas	Tabel 2, Grafik 1	
8	Faktor air semen maksimum	Tabel 3, ambil nilai terkecil	
9	<i>Slump</i>	Ditetapkan	Mm
10	Ukuran agregat maksimum	Ditetapkan	Mm
11	Kadar air bebas	Tabel 5	Ltr
12	Kadar semen	11/8	Kg
13	Kadar semen Minimum	Ditetapkan	Kg
14	FAS yang disesuaikan		Ltr
15	Susunan butir agregat	Tabel 7	
16	Perbandingan agregat halus dan kasar	Grafik 2a, b, c	%
17	Berat jenis agregat campuran	Dihitung	
18	Berat beton segar	Grafik 3	Kg/ m <sup>3</sup>
19	Kadar agregat gabungan	18 - 11 - 12	Kg/ m <sup>3</sup>
20	Kadar agregat halus	16 x 19	Kg/ m <sup>3</sup>
21	Kadar agregat kasar	19 -20	Kg/ m <sup>3</sup>

Sumber: SNI 03-2834-2000

## 2.10. Slump

*Slump* adalah ukuran tingkat kekentalan adukan beton dinyatakan dalam millimeter, ditentukan dengan alat kerucut *Abrams* SNI 03-1972-1990. Kualitas sebuah *mix design* beton, perlu dilakukan pengujian kadar kekentalan beton agar mencapai kuat tekan beton rencana dan slump yang direncanakan berkisar 30-60 mm. Dikarenakan beton mutu tinggi menggunakan nilai FAS rendah, berarti air yang digunakan sangat sedikit, sehingga nilai *slump* rendah.



Gambar 2.9 Kerucut *abrams*

## 2.11. Perawatan Beton (*Curing*)

Perawatan beton dilakukan saat beton sudah mulai mengeras yang bertujuan untuk menjaga agar beton tidak cepat kehilangan air dan sebagai tindakan menjaga kelembaban/suhu beton sehingga beton dapat mencapai mutu beton yang diinginkan. Pelaksanaan perawatan beton dilakukan setelah beton mengalami atau memasuki fase *hardening* (untuk permukaan beton yang terbuka) atau setelah bekisting beton dilakukan bongkaran dengan durasi tertentu yang dimaksudkan untuk memastikan terjaganya kondisi yang diperlukan untuk proses reaksi senyawa kimia yang terkandung dalam campuran beton. Proses *curing* pada beton memainkan peran penting pada pengembangan kekuatan dan daya tahan beton. Proses *curing* ini meliputi pemeliharaan kelembaban dan kondisi suhu, baik dalam beton maupun di permukaan beton dalam periode waktu tertentu. Proses *curing* yang di gunakan untuk penelitian ini adalah dengan cara merendam beton selama 28 hari.



Gambar 2.10 Proses *curing* beton

### 2.12. Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan. dalam proses pengujiannya, benda yang berasal dari beton akan ditekan menggunakan mesin tekan untuk melihat seberapa jauh kekuatan tekanannya. kuat tekan beton menjadi sifat yang paling penting dalam kualitas beton dibandingkan dengan sifat lainnya. Hal ini karena banyak sifat-sifat fisik utama beton bisa ditentukan dari berbagai kuat tekan beton seperti kuat geser beton, modulus elastisitas beton, kuat tarik belah beton, syarat kedap air, syarat keawetan beton dan lain sebagainya (Prayitno, 2018).

### 2.13. Student-T

Untuk membandingkan nilai tengah populasi dengan nilai tertentu atau dengan nilai tengah populasi lainnya bisa dilakukan dengan uji z. Namun uji z hanya bisa digunakan apabila data berdistribusi normal serta ragam populasi diketahui. Pada kenyataannya, jarang sekali bisa mengetahui nilai parameter suatu populasi dengan pasti, sehingga hanya bisa menduga parameter populasi tersebut dari sampel yang diambil. Untuk mengetahui berapa simpangan baku populasi,  $\sigma$ , maka nilai ini ditaksir dengan simpangan baku sampel,  $s$ , yang dihitung dari sampel. Hanya saja, untuk sampel berukuran kecil,  $s$  bukanlah nilai taksiran yang akurat untuk  $\sigma$  sehingga tidak valid lagi apabila menggunakannya untuk uji z. Untuk ukuran sampel yang kecil, bisa mendekatinya dengan menggunakan uji student -T.

*Student-T* adalah uji yang mengukur tingkat signifikansi perbedaan mean sekelompok data dengan sebuah nilai mean dari kelompok tertentu atau mean yang telah ditentukan.

Rumus *student* -T adalah:

$$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{s/\sqrt{n}}$$

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

Keterangan:

- t : t hitung
- x : Nilai sampel
- x<sub>i</sub> : Nilai x ke-*i*
- $\bar{x}$  : Rata-rata sampel
- $\mu_0$  : Rata-rata spesifik (yang menjadi perbandingan)
- S : Standar deviasi sampel
- N : Jumlah sampel



Gambar 2.11 Grafik penyebaran *student*-T

Penolakan dan penerimaan suatu sampel pengujian T-Student ditentukan oleh pemilihan angka dari T tabel sesuai dengan jumlah sampel yang diuji. T hitung dapat diterima apabila nilai datanya diantara yang sudah ditetapkan pada nilai T tabel, jika sebaliknya apabila nilai datanya kurang atau lebih dari batas yang ditetapkan maka data ditolak.

Tabel 2. 13 Distribusi T pada kurva simetris – *Student* T

<b>t Table</b>											
cum. prob	<i>t</i> <sub>.50</sub>	<i>t</i> <sub>.75</sub>	<i>t</i> <sub>.80</sub>	<i>t</i> <sub>.85</sub>	<i>t</i> <sub>.90</sub>	<i>t</i> <sub>.95</sub>	<i>t</i> <sub>.975</sub>	<i>t</i> <sub>.99</sub>	<i>t</i> <sub>.995</sub>	<i>t</i> <sub>.999</sub>	<i>t</i> <sub>.9995</sub>
one-tail	0.50	0.25	0.20	0.15	0.10	0.05	0.025	0.01	0.005	0.001	0.0005
two-tails	1.00	0.50	0.40	0.30	0.20	0.10	0.05	0.02	0.01	0.002	0.001
df											
1	0.000	1.000	1.376	1.963	3.078	6.314	12.71	31.82	63.66	318.31	636.62
2	0.000	0.816	1.061	1.386	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	22.327	31.599
3	0.000	0.765	0.978	1.250	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	10.215	12.924
4	0.000	0.741	0.941	1.190	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	7.173	8.610
5	0.000	0.727	0.920	1.156	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	5.893	6.869
6	0.000	0.718	0.906	1.134	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	5.208	5.959
7	0.000	0.711	0.896	1.119	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	4.785	5.408
8	0.000	0.706	0.889	1.108	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	4.501	5.041
9	0.000	0.703	0.883	1.100	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	4.297	4.781
10	0.000	0.700	0.879	1.093	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	4.144	4.587
11	0.000	0.697	0.876	1.088	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	4.025	4.437
12	0.000	0.695	0.873	1.083	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	3.930	4.318
13	0.000	0.694	0.870	1.079	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	3.852	4.221
14	0.000	0.692	0.868	1.076	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	3.787	4.140



#### 2.14. Penelitian Terkait

Jurnal berkaitan dengan *superplastizer* dan karbon aktif tempurung kelapa:

1. Penelitian Mahoutian (2015) dalam jurnal yang berjudul "*Effect of powdered activated carbon on the air void characteristics of concrete containing fly ash*". mempelajari karakteristik pori-pori udara pada beton yang mengandung *fly ash* dan karbon aktif. Proporsi karbon aktif yang digunakan adalah 0 %, 2 %, 5 % dan 10 % dari berat *fly ash*. Pada proporsi serbuk karbon aktif sebesar 5 % menunjukkan adsorpsi puncak dan dapat mengurangi rongga udara dalam beton, yang mengarah ke kuat tekan yang lebih tinggi. Tempurung kelapa dapat dimanfaatkan sebagai bahan karbon dengan nilai kegunaan yang lebih tinggi.
2. Penelitian Zhang (2017) dalam jurnal yang berjudul "*Study on the Reduction of Radon Exhalation Rates of Concrete with Different Activated Carbon*". Hasil penelitian yang diperoleh dari karbon aktif berbahan dasar tempurung kelapa dan karbon aktif berbahan dasar batu bara dicampur dengan semen dalam percobaan, dengan proporsi campuran masing-masing 0 %, 1 %, 3 %, 5 %, 10 %, 15 %. Dengan meningkatnya proporsi campuran karbon aktif, kekuatan tekan 28 hari sedikit berubah, dan berkisar antara 45 – 50 MPa. Penambahan karbon aktif hanya menyerap air bebas, tetapi tidak menyerap air untuk hidrasi semen. Dari penambahan karbon aktif ini mempengaruhi hasil *bleeding* dan *slump* awal beton sehingga menurunkan kemampuan alir beton, tetapi tidak mempengaruhi kuat tekan. Pada proporsi 1 % kuat tekan tertinggi sebesar 49,7 MPa.



3. Penelitian Chin (2020) dalam jurnal yang berjudul “*Mechanical and Thermal Properties Of Lightweight Concrete Incorporated With Activated Carbon As Coarse Aggregate*”. melakukan penelitian karbon aktif sebagai pengganti agregat kasar. Karbon aktif tersebut dihasilkan dari cangkang sawit melalui proses pirolisis dan aktivasi. Hasil karakterisasi karbon aktif memiliki daya serap air yang lebih tinggi karena strukturnya yang berpori dan stabilitas termal yang lebih baik pada temperatur tinggi dibandingkan dengan cangkang sawit biasa. Hasil percobaan menunjukkan bahwa beton dengan karbon aktif cangkang sawit dan *superplasticizers* menunjukkan *workability*, densitas, kuat tekan yang lebih tinggi, kekuatan tarik belah dan ketahanan terhadap penetrasi air dibandingkan beton cangkang sawit biasa. Beton karbon aktif cangkang sawit dapat digolongkan sebagai beton ringan dengan kuat tekan sampai sekitar 50 Mpa pada umur 28 hari.
4. Penelitian Adamu (2023) dalam jurnal yang berjudul “*Modeling and Optimization of Date Palm Fiber Reinforced Concrete Modified with Powdered Activated Carbon under Elevated Temperature*”. Hasil penelitian pada beton campuran serat pohon kurma dengan serbuk karbon aktif yang ditambahkan pada proporsi 1 %, 2 %, dan 3 % dari berat semen. Penambahan serbuk karbon aktif menghasilkan peningkatan kekuatan beton berdasarkan hasil optimalisasi, beton bertulang serat pohon kurma diproduksi dengan proporsi 1 % serat pohon kurma, dan 2,27 % serbuk karbon aktif sebagai aditif dan mencapai suhu 300 °C selama 2 jam menghasilkan kehilangan massa terendah sebesar 2,05 %, kuat tekan tertinggi dan kekuatan relatif masing-masing sebesar 45,85 MPa.

### 2.15. Kajian Islami

Dalam membangun sebuah bangunan hampir sama dengan prinsip Allah SWT ketika menciptakan langit dan bumi. Prinsip tersebut difirmankan oleh Allah SWT secara tersirat yaitu:

هُوَ الَّذِي خَلَقَ لَكُمْ مَا فِي الْأَرْضِ جَمِيعًا ثُمَّ أَسْتَوَىٰ إِلَى السَّمَاءِ فَسَوَّاهُنَّ سَبْعَ سَمَوَاتٍ وَهُوَ بِكُلِّ شَيْءٍ عَلِيمٌ

Artinya:

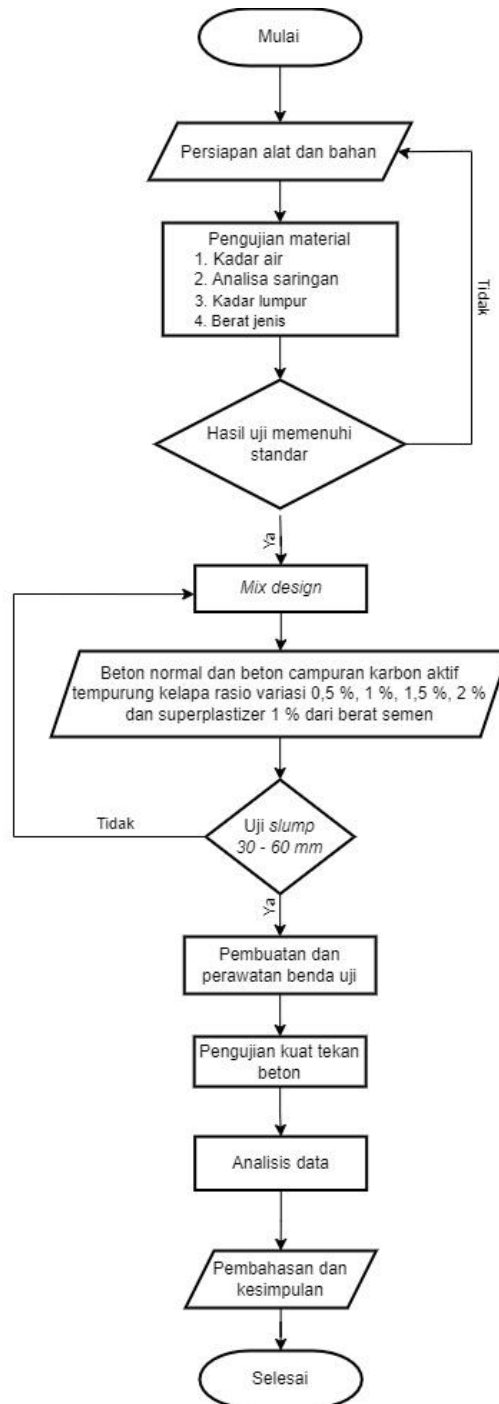
“Dialah Allah SWT, yang menjadikan segala yang ada di bumi untuk kamu dan dia berkehendak (menciptakan) langit, lalu dijadikannya tujuh langit. Dan dia maha mengetahui segala sesuatu”

(Surat Al- Baqarah Ayat 29)

Imam Ibnu Katsir dalam tafsirnya menjelaskan ayat di atas, bahwa Allah SWT memulai ciptaannya dengan menciptakan bumi, kemudian setelahnya menciptakan tujuh lapis langit. Memang demikianlah cara membangun sesuatu, yaitu dimulai dari bagian bawah, setelah itu baru bagian atasnya. Penjelasan ini tampak jelas mengindikasikan sebuah prinsip dalam membangun sebuah bangunan gedung yang sejatinya dimulai dari mendirikan pondasi kemudian setelahnya merangkai atap. Dengan kata lain, bumi diibaratkan sebagai pondasi dan langit diibaratkan sebagai atap.

Dalam ilmu teknik sipil, hal tersebut sama dengan sistem *bottom-up*. Dimana sebuah bangunan dibangun mulai dari bawah lalu merangkak naik keatas, yaitu dimulai dari pondasi, lantai, kolom, balok, dan terakhir atap. Pada penelitian ini sama halnya seperti sistem *bottom-up* dari pemilihan bahan material yang mempunyai kualitas tinggi untuk mencapai mutu beton dengan kekuatan tinggi.

3.1. Alur Penelitian



Gambar 3.1 Alur penelitian

Penjelasan alur kegiatan:

1. Tahap pertama

Pada tahap pertama dilakukan persiapan meliputi bahan maupun peralatan yang akan digunakan dalam pembuatan benda uji. Bahan-bahan yang akan digunakan antara lain pasir tayan dari Sanggau, batu pecah dari pamoyangan Bogor, karbon aktif tempurung kelapa sebagai bahan tambah dan bahan aditif *superplasticizer*. Setelah alat dan bahan tersedia kemudian dilakukan pengujian karakteristik bahan, meliputi uji fisik pada bahan yang akan digunakan.

2. Tahap kedua

Pada tahap ini dilakukan pengujian kadar air, analisa saringan, kadar lumpur dan berat jenis. Jika pengujian kadar air dan analisa saringan terpenuhi maka lanjut ke pengujian selanjutnya yaitu agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5 % dan agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1 % tahap terakhir dilakukan uji berat jenis agregat kasar dan halus, diharuskan mendapat data berat jenis antara 2,5 - 3,2. Apabila persyaratan tidak terpenuhi maka kembali pada tahap persiapan.

3. Tahap ketiga

Apabila semua persyaratan terpenuhi maka bisa dilanjutkan ke tahap berikutnya jika ada persyatan ada yang tidak terpenuhi maka kembali pada tahap persiapan.

4. Tahap kelima

Pada tahap kelima adalah pembuatan *mix design* dengan metode SNI 03-2834-2000, Ditetapkan mutu beton  $fc'$  45 MPa.

5. Tahap keenam

Pada tahap keenam pembuatan benda uji dengan variasi rasio benda uji sebagai berikut:

a) Beton normal

b) Beton campuran karbon aktif tempurung kelapa 0,5 % dan *superplasticizer* 1 % dari massa semen.

c) Beton campuran karbon aktif tempurung kelapa 1 % dan *superplasticizer* 1 % dari massa semen.

- d) Beton campuran karbon aktif tempurung kelapa 1,5 % dan *superplasticizer* 1 % dari massa semen.
  - e) Beton campuran karbon aktif tempurung kelapa 2 % dan *superplasticizer* 1 % dari massa semen.
6. Tahap ketujuh
- Pada tahap ini lakukan pengujian slump dengan syarat tinggi 30–60 mm. Apabila pengujian *slump* terpenuhi maka pengujian dilanjutkan ke tahap berikutnya, jika tidak terpenuhi maka kembali lagi pada *mix design*.
7. Tahap kedelapan
- Pembuatan sampel uji sebanyak 8 buah dari masing-masing variasi rasio benda uji berbentuk silinder ( $d=15\text{cm}$ ,  $t=30\text{cm}$ ) dan perawatan (*curing*) benda uji dengan cara perendaman selama 28 hari di dalam air.
8. Tahap kesepuluh
- Pada tahap ini yaitu melakukan pengujian kuat tekan pada beton normal dan beton campuran.
9. Tahap kesebelas
- Pada tahap kesebelas dilakukan pengolahan data dengan statistik *student-T*.
10. Tahap kesebelas
- Pada tahap kesebelas pembahasan hasil dan kesimpulan dalam penelitian yang dilakukan.

### **3.2. Ruang Lingkup Penelitian**

Penelitian ini merupakan suatu percobaan di laboratorium yang dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh karbon aktif tempurung kelapa dan bahan aditif *superplasticizer* sebagai bahan tambah semen. Dengan cara mencampur agregat halus, agregat kasar, semen, bahan tambah karbon aktif tempurung kelapa dan bahan aditif *superplasticizer*. Dilihat dari nilai kuat tekan beton yang diuji pada saat umur perawatan (umur hidrasi) 28 hari.

### **3.3. Tempat Penelitian**

Pengujian material dan kuat tekan beton penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Jakarta.

### 3.4. Metode Penelitian

Metode penelitian ini dilakukan dengan pendekatan eksperimen di laboratorium, yaitu mencari nilai kuat tekan beton dari masing-masing sampel beton dengan menggunakan karbon aktif tempurung kelapa, bahan aditif *superplasticizer* sebagai bahan tambah semen dengan persentase dari massa semen. Untuk peralatan maupun persyaratan-persyaratan yang digunakan mengacu pada peraturan-peraturan konstruksi yang digunakan di Indonesia, seperti SNI 03-2834-2000 dalam perencanaan *mix design*.

### 3.5. Variasi Rasio Campuran Benda Uji

Dalam penelitian ini adalah beton mutu tinggi yang menggunakan bahan tambah berupa karbon aktif tempurung kelapa berupa *powder* dengan variasi 0,5 %, 1 %, 1,5 %, 2 % dan *superplasticizer* 1 % dari berat semen. Pengujian kuat tekan beton akan dilakukan sebanyak 40 sampel uji, yang terbagi menjadi 8 sampel uji pada setiap variasi rasio campuran. Dengan benda uji berupa silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, kemudian pengujian akan dilakukan pada umur rencana beton 28 hari. Perincian benda uji penggunaan semen dan bahan tambah dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 3.1 Perbandingan variasi campuran benda uji

No	Kode Benda Uji	Semen (%)	Air (%)	Karbon Aktif Tempurung Kelapa (%)	<i>Superplasticizer</i> (%)	Jumlah Sampel
1	BN	100	100	0	0	8
2	KATK 0,5	99,5	99	0,5	1	8
3	KATK 1	99	99	1	1	8
4	KATK 1,5	98,5	99	1,5	1	8
5	KATK 2	98	99	2	1	8
Total Sampel						40 Buah

Catatan: BN adalah beton normal

KATK adalah karbon aktif tempurung kelapa

### 3.6. Material

Material yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. Semen

Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen *portland* tipe I produksi PT. Tiga Roda.

2. Agregat

Agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir Tayan sedangkan agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini batu pecah dari Pamoyangan Bogor.

3. Air

Air yang digunakan dalam pencampuran beton pada penelitian ini adalah Air tawar yang tersedia di lingkungan laboratorium FT – UMJ.

4. Karbon aktif tempurung kelapa

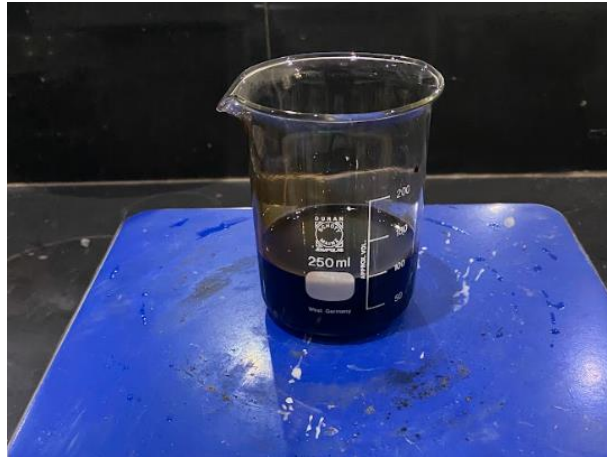
Pada penelitian ini karbon aktif tempurung kelapa berfungsi sebagai bahan tambah dari semen. Penggunaan karbon aktif tempurung kelapa dengan variasi rasio penambahan 0,5 %, 1 %, 1,5 %, 2 %. Karbon aktif yang digunakan berbentuk *powder* produksi dari Ashita Carb



Gambar 3.2 *Powder* karbon aktif tempurung kelapa

5. *Superplasticizer*

Pada penelitian ini *superplasticizer* berfungsi sebagai *admixture* dari semen sehingga dapat meningkatkan nilai *slump* untuk memudahkan *workability*. *Superplasticizer* yang akan digunakan tipe F yaitu Bitaplas super produksi Bital Asia.



Gambar 3.3 Superplasticizer

### 3.7. Pengujian Material

Sebelum melakukan *mix design* perlu dilakukan pengujian terlebih dahulu terhadap material yang akan digunakan seperti, agregat halus, agregat kasar, penyerapan agregat, pengujian kadar lumpur, kadar air dan gradasi.

#### 3.7.1. Pengujian Berat Jenis (BJ) Agregat

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan berat jenis (*bulk*), berat jenis kering permukaan jenuh (*saturated surface dry = SSD*), berat jenis semu (*apparent*) dan penyerapan dari agregat.

Berat Jenis (*bulk specific gravity*) adalah perbandingan antara berat agregat kering dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu.

Berat jenis kering permukaan jenuh (SSD) adalah perbandingan antara berat agregat kering permukaan jenuh dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu.

Berat jenis semu (*apparent specific gravity*) adalah perbandingan antara berat agregat kering dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan kering pada suhu tertentu.

Penyerapan adalah persentase berat air yang dapat diserap pori terhadap berat agregat kering.

Berikut langkah-langkah pengujian berat jenis agregat:



a. Agregat halus:

1. Benda uji

Benda uji adalah agregat yang melewati saringan no. 4 diperoleh dari alat pemisah.

2. Peralatan

Peralatan yang dipakai dalam pengujian berat jenis agregat halus adalah sebagai berikut:

- a) Timbangan, kapasitas 1 kg atau lebih dengan ketelitian 0.1 gr.
- b) Piknometer dengan kapasitas 500 ml
- c) Kerucut terpancung (*cone*), diameter bagian atas ( $40 \pm 3$ ) mm, diameter bagian bawah ( $90 \pm 3$ ) mm dan tinggi ( $75 \pm 3$ ) mm dibuat dari logam tebal minimum 0.8 mm
- d) Batang penumbuk yang mempunyai bidang penumbuk rata, berat ( $340 \pm 15$ ) gr, diameter permukaan penumbuk ( $25 \pm 3$ ) mm
- e) Saringan no 4
- f) Oven yang dilengkapi pengatur suhu untuk memanasi sampai ( $110 \pm 5$ )°C
- g) Pengukur suhu dengan ketelitian pembacaan 1°C
- h) Talam
- i) Bejana tempat air
- j) Pompa hampa udara (*vacum pump*) atau tungku
- k) Air
- l) Desikator.

3. Pelaksanaan pengujian

Urutan proses pengujian adalah sebagai berikut:

- a) Keringkan benda uji dalam oven pada suhu ( $110 \pm 5$ ) °C, sampai berat tetap. Yang dimaksud dengan berat tetap adalah keadaan berat benda uji selama 3 kali proses penimbangan dan pemanasan dalam oven dengan selang waktu 2 jam berturut-turut, tidak akan mengalami perubahan kadar air lebih besar dari pada 0,1 %. Dinginkan pada suhu ruang kemudian rendam dalam air selama ( $24 \pm 4$ ) jam.
- b) Buang air perendam hati-hati, jangan ada butiran yang hilang, tebarkan agregat di atas talam, keringkan di udara panas dengan

cara membalik-balikan benda uji. Lakukan pengeringan sampai tercapai keadaan kering permukaan jenuh.

- c) Periksa keadaan kering permukaan jenuh dengan mengisikan benda uji ke dalam kerucut terpancung, padatkan dengan batang penumbuk sebanyak 25 kali, angkat kerucut terpancung. Keadaan kering permukaan jenuh tercapai bila benda uji runtuh akan tetapi masih dalam keadaan tertetak.
- d) Segera setelah tercapai keadaan kering permukaan jenuh masukkan 500 gr benda uji ke dalam piknometer. Masukkan air suling sampai mencapai 90 % isi piknometer, puter sambil diguncangkan sampai tidak terlihat gelembung udara di dalamnya. Untuk mempercepat proses ini dapat dipergunakan pompa hampa udara tetapi harus diperhatikan jangan sampai ada air yang ikut terisap, dapat juga dilakukan dengan merebus piknometer.
- e) Rendam piknometer dalam air dan ukur suhu air untuk penyesuaian perhitungan kepada suhu standart 25 °C.
- f) Tambahkan air sampai mencapai tanda batas.
- g) Timbang piknometer berisi air dan benda uji sampai ketelitian 0.1 gr (Bt).
- h) Keluarkan benda uji, keringkan dalam oven dengan suhu (110 ± 5) °C sampai berat tetap kemudian dinginkan benda uji dalam desikator.
- i) Setelah benda uji dingin kemudian timbanglah (Bk).
- j) Tentukan berat piknometer berisi air penuh dan ukur suhu air guna penyesuaian dengan suhu standar 25 °C (B).

#### 4. Perhitungan

a) *Berat jenis curah* = 
$$\frac{Bk}{(B + 500 - Bt)}$$

b) *Berat jenis jenuh kering permukaan* = 
$$\frac{500}{(B + 500 - Bt)}$$

c) *Berat jenis semu* = 
$$\frac{Bk}{(B + Bk - Bt)}$$

d) *Penyerapan* = 
$$\frac{(500 - Bk)}{Bk} \times 100 \%$$

b. Agregat kasar

1. Benda uji

Benda uji adalah agregat yang lewat saringan no 4 yang diperoleh dari alat pemisah.

2. Peralatan

- a) Keranjang kawat ukuran 3,35 mm (No. 6) atau 2,36 mm (No. 8) dengan kapasitas kira-kira 5 kg.
- b) Tempat air dengan kapasitas dan bentuk yang sesuai untuk pemeriksaan. Tempat ini harus dilengkapi dengan pipa sehingga permukaan air selalu tetap.
- c) Timbangan dengan kapasitas 5 kg dan ketelitian 0,1 % dari berat contoh yang ditimbang dan dilengkapi dengan alat penggantung keranjang.
- d) Timbangan SSD.
- e) Oven, yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai  $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ .
- f) Alat pemisah contoh (*Splinter*).
- g) Saringan no. 4 (4,75 mm).
- h) Air suling (*aquades*).

3. Jalan percobaan

Langkah-langkah BJ kasar adalah sebagai berikut:

- a) Cuci benda uji untuk menghilangkan debu atau bahan-bahan lain yang melekat pada permukaan.
- b) Keringkan benda uji dalam oven pada suhu  $(110^{\circ} \pm 5)^{\circ}\text{C}$  sampai berat tetap.
- c) Dinginkan benda uji pada suhu kamar selama 1-3 jam, kemudian timbang dengan ketelitian 0,5 gram (Bk).
- d) Rendam benda uji dalam air pada suhu kamar selama  $24 \pm 4$  jam.
- e) Keluarkan benda uji dari air, lap dengan kain penyerap sampai selaput air pada permukaan hilang, untuk butiran yang besar pengeringan halus satu persatu.
- f) Timbang benda uji kering-permukaan jenuh (Bj).
- g) Letakkan benda uji didalam keranjang, goncangan batunya untuk mengeluarkan udara yang tersekap dan tentukan beratnya di

dalam air ( $B_a$ ), dan ukur suhu air untuk penyesuaian perhitungan kepada suhu standar ( $25^\circ\text{C}$ ).

#### 4. Perhitungan

$$\text{a) Berat jenis (bulk specific gravity)} = \frac{B_k}{B_j - B_a}$$

$$\text{b) Berat jenis jenuh kering permukaan} = \frac{B_j}{B_j - B_a}$$

$$\text{c) Berat jenis semu} = \frac{B_k}{B_k - B_a}$$

$$\text{d) Penyerapan} = \frac{(500 - B_k)}{B_k} \times 100 \%$$

### 3.7.2. Pengujian Kadar Air Agregat

Pengujian ini dilakukan untuk menentukan kadar air agregat, dan memperoleh angka persentase dari kadar air yang dikandung oleh agregat.

Berikut ini adalah langkah-langkah pengujian kadar air agregat halus:

#### 1. Benda uji

Berat benda uji untuk pemeriksaan agregat minimum tergantung pada ukuran butir maksimum sesuai tabel 3.2.

Tabel 3.2 Daftar benda uji minimum

Ukuran butir maksimum		Berat (W) agregat minimum
mm	inci	(kg)
6,3	1/4	0,5
9,5	3/8	1,5
12,7	1/2	2,0
19,1	3/4	3,0
25,4	1	4,0
38,1	1 1/2	6,0
50,8	2	8,0
63,5	2 1/2	10,0
76,2	3	13,0
88,9	3 1/2	16,0
101,6	4	25
152,4	6	50

Sumber: SNI 03-2834-2000

#### 2. Peralatan

Peralatan Peralatan yang dipakai dalam pengujian kadar air adalah sebagai berikut:

- a) Timbangan dengan ketelitian 0,1 % berat contoh.

- b) Oven, yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai  $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ .
- c) Talam logam tahan karat berkapasitas cukup besar untuk mengeringkan benda uji.

3. Jalan percobaan

Urutan proses pengujian adalah sebagai berikut:

- a) Ambil talam, timbang dan catatlah beratnya (M1).
- b) Masukkan benda uji ke dalam talam kemudian timbang dan catat beratnya (M2)
- c) Hitunglah berat benda uji ( $M3 = M2 - M1$ ).
- d) Keringkan benda uji beserta dalam oven dengan suhu  $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$  selama 24 jam (sampai beratnya tetap).
- e) Setelah kering timbang dan catat berat benda uji beserta talam (M4).
- f) Hitunglah berat benda uji kering ( $M5 = M4 - M1$ ).

4. Perhitungan

$$\text{Kadar air agregat} = \frac{M3 - M5}{M5}$$

### 3.7.3. Pengujian Kadar Lumpur Agregat

Pemeriksaan pasir dengan cara ayakan nomor 200 bertujuan untuk mengetahui besarnya kadar lumpur (tanah liat dan *silt*) dalam split tersebut. Berikut adalah langkah-langkah pengujian kadar lumpur agregat:

a. Agregat kasar

1. Benda uji

Berat contoh agregat kering minimum tergantung pada ukuran agregat maksimum sesuai tabel berikut.

Tabel 3.3 Daftar berat contoh agregat kering minimum

Ukuran Butir Maksimum		Berat Contoh Kering Minimum (gr)
mm	Inci	
2,36	No. 8	100
1,18	No. 4	500
9,5	3/8	2000
19,1	3/4	2500
38,1	1,5	5000

Sumber: SNI 03-2834-2000

## 2. Peralatan

Peralatan yang dipakai dalam pengujian kadar lumpur adalah sebagai berikut:

- a) Ayakan no. 16 dan no. 200.
- b) Nampan pencuci.
- c) Tungku pengering (oven).
- d) Timbangan dengan ketelitian 0.1% berat pasir contoh.

## 3. Jalan percobaan

Urutan proses pengujian adalah sebagai berikut:

- a) Ambil benda uji kering oven ( $M_1$ ).
- b) Masukkan ke dalam nampan pencuci dan ditambahkan air secukupnya sampai semuanya terendam.
- c) Nampan digoncang-goncangkan, kemudian air cucian dituangkan ke dalam ayakan no. 16 dan no. 200 (butir-butir besar dijaga jangan sampai masuk ke ayakan supaya tidak merusak ayakan).
- d) Ulangi langkah (c) sampai cucian tampak bersih.
- e) Benda uji yang tersisa di ayakan no. 16 dan no. 200 di masukkan ke dalam nampan yang sudah diketahui beratnya ( $M_2$ ), kemudian dimasukkan ke dalam oven untuk dikeringkan kembali.
- f) Setelah kering timbang dan catat ( $M_3$ )
- g) Hitung berat kering oven ( $M_4 = M_3 - M_2$ )

## 4. Perhitungan

a) 
$$\text{Jumlah kadar lumpur} = \frac{M_1 - M_4}{M_1} \times 100\%$$

### b. Agregat kasar

#### 1. Benda uji

Pasir lolos ayakan 4,8 mm seberat 500 gr.

#### 2. Peralatan

- a) Tabung gelas ukur (500 cc)
- b) Wadah/talam
- c) Oven dengan pengatur suhu ( $110 \pm 5$  °C)
- d) Timbangan dengan ketelitian 0,1 % berat contoh.

3. Jalan percobaan
  - a) Keringkan pasir kedalam oven selama  $\pm 24$  jam.
  - b) Ambil pasir kering oven 200 gr (A)
  - c) Tuangkan pasir kedalam gelas ukur dan tambahkan air sampai tinggi air tersebut  $\pm 12$  cm diatar permukaan pasir
  - d) Biarkan selama 1 jam
  - e) Aduk pasir selama  $\pm 15$  detik.
  - f) Tunggu sampai  $\pm 1$  menit.
  - g) Buang seluruh air dengan hati-hati jangan sampai butiran pasir ikut terbang.
  - h) Ulangi percobaan poin 3-7 sampai air bening.
  - i) Setelah air bening buang air.
  - j) Tuang pasir kedalam wadah yang sudah diketahui beratnya (M1)
  - k) Kemudian kering kedalam oven selama  $\pm 24$  jam.
  - l) Keluarkan pasir kemudian timbang (M2)
  - m) Hitung berat pasir kering ( $B = M2 - M1$ )
4. Perhitungan

$$\text{Kadar lumpur pasir} = \frac{A - B}{A} \times 100\%$$

#### 3.7.4. Analisa Saringan

Metode ini dimaksudkan untuk menentukan pembagian butir (gradasi) agregat halus dan agregat kasar dengan menggunakan saringan. Tujuan pengujian ini ialah untuk memperoleh distribusi besaran atau jumlah persentase butiran baik agregat halus dan agregat kasar.

Langkah-langkah pengujian analisa saringan adalah:

##### 1. Benda uji

Benda uji didapat dari alat pemisah/splitter  $\frac{1}{2}$ , dan ambil salah satu:

##### a. Agregat halus:

- 1) Ukuran maksimum No. 4 = massa minimum 500 gr
- 2) Ukuran maksimum No. 8 = massa minimum 100 gr

##### b. Agregat kasar:

- 1) Ukuran maksimum 3,5" = massa minimum 35 kg
- 2) Ukuran maksimum 3" = massa minimum 30 kg

- 3) Ukuran maksimum 2,5" = massa minimum 25 kg
- 4) Ukuran maksimum 2" = massa minimum 20 kg
- 5) Ukuran maksimum 1,5" = massa minimum 15 kg
- 6) Ukuran maksimum 1" = massa minimum 10 kg
- 7) Ukuran maksimum  $\frac{3}{4}$ " = massa minimum 5 kg
- 8) Ukuran maksimum  $\frac{1}{2}$ " = massa minimum 2,5 kg
- 9) Ukuran maksimum  $\frac{3}{8}$ " = massa minimum 1 kg

## 2. Peralatan

- a. Timbangan dan neraca dengan ketelitian 0,2 % dari berat benda uji.
- b. Satu set saringan ; 3,75 mm (3"); 63,5 mm (2  $\frac{1}{2}$ "), 50,8 mm (2"); 37,5 mm (1  $\frac{1}{2}$ "); 25 mm (1"); 19,1 mm ( $\frac{3}{4}$ "); 12,5 mm ( $\frac{1}{2}$ "); 9,5 mm ( $\frac{3}{8}$ "); No.4 (4,75 mm); No.8 (2,36 mm); No.16 (1,18 mm); No.30 (0,6 mm); No.50 (0,3 mm); No.100 (0,150 mm); No.200 (0,075 mm).
- c. Oven, yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai  $(110 + 5)^{\circ}\text{C}$ .
- d. Alat pemisah contoh.
- e. Mesin pengguncang saringan.
- f. Talam-talam.
- g. Kuas, sikat kuningan, sendok, dan alat-alat lainnya.

## 3. Jalan percobaan

- a. Benda uji dikeringkan dalam oven dengan suhu  $(110 + 5)^{\circ}\text{C}$ , sampai berat tetap.
- b. Timbang masing-masing saringan.
- c. Saring benda uji lewat susunan saringan dengan ukuran saringan paling besar ditempatkan paling atas. Saringan diguncang dengan tangan atau mesin pengguncang selama 15 menit.
- d. Diamkan 5 menit, biarkan debu mengendap.
- e. Timbang masing-masing saringan berikut isinya.
- f. Hitung masa agregat tertahan pada masing-masing saringan

## 4. Perhitungan

- a. Menghitung persentase benda uji tertahan di atas masing-masing saringan terhadap masa total benda uji setelah disaring.
- b. Modulus kehalusan agregat dihitung dengan rumus:



$$\text{Modulus kehalusan} = \frac{\text{persen massa tertahan saringan no.200}}{100}$$

### 3.8. Mix Design

Apabila semua data-data telah ditetapkan melalui serangkaian pengujian yang dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Jakarta maka dapat dilakukan perencanaan campuran beton (*Mix Design*) berdasarkan peraturan SNI 03-2834-2000 yang akan disampaikan pada bab selanjutnya.

### 3.9. Pembuatan dan Perawatan Benda Uji

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pembuatan dan perawatan benda uji adalah sebagai berikut:

1. Bahan dan alat-alat yang akan digunakan untuk pembuatan beton (benda uji) telah dipersiapkan terlebih dahulu
2. Dilakukan pemeriksaan laboratorium terhadap material yang akan digunakan agar mutu beton yang direncanakan mencapai kekuatan maksimal sesuai dengan perhitungan, yaitu pemeriksaan agregat yang meliputi gradasi agregat (Modulus Halus Butiran), pemeriksaan berat jenis, pemeriksaan berat volume agregat
3. Merencanakan campuran beton (*mix design*). Setiap ingin melakukan pengadukan maka kadar air material seperti agregat kasar dan pasir diperiksa lagi, agar kebutuhan air yang dipakai dihitung lagi
4. Menimbang bahan yang dibutuhkan sesuai dengan yang telah ditentukan dalam perencanaan
5. Pengadukan bahan didahului dengan memasukkan pasir dan semen *portland* kemudian diaduk, masukkan agregat kasar, air dan bahan tambah (jika menggunakannya) secara bergantian sampai semua bahan habis
6. Setelah adukan homogen, tuang adukan ke alas campuran beton
7. Diukur nilai *slump* dari adukan tersebut, jika belum sesuai dengan nilai *slump* yang direncanakan masukkan kembali ke dalam bak pengadukan untuk dilakukan penyesuaian dengan penambahan air
8. Setelah *slump* yang didapat sesuai dengan rencana, kemudian adukan beton dimasukkan kedalam cetakan silinder. Pengisian adukan dilakukan tiga tahap, masing-masing 1/3 dari tinggi cetakan. Setiap tahap dipadatkan dengan tongkat

baja (dengan ukuran diameter 16 mm dan panjang 60 cm yang ujungnya dibulatkan) sebanyak 25 kali

9. Setelah padat dan cetakan penuh, kemudian permukaannya diratakan,
10. Setelah itu simpan cetakan ditempat yang sejuk, diletakan ditempat yang rata dan bebas dari getaran dan gangguan lain dan dibiarkan 24 jam. Setelah 24 jam benda uji dikeluarkan dari cetakan. Diukur tinggi, diameter dan beratnya serta beri tanda seperlunya. Perawatan dilakukan dengan merendam benda uji di dalam kolam perendaman selama 28 hari
11. Pengujian dilakukan dengan mesin desak beton sesuai dengan umur yang telah ditentukan.

### **3.10. Pengujian Kuat Tekan Benda Uji**

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

1. Alat-alat dan benda uji yang akan digunakan dipersiapkan terlebih dahulu
2. Benda uji diuji dengan mesin desak. Letakkan benda uji pada mesin tekan secara sentris (tepat di tengah) lalu diberikan beban tekan dengan penambahan beban yang konstan berkisar antara 2 – 4 kg/cm<sup>2</sup> per detik
3. Lakukan pembebanan sampai benda uji menjadi hancur dan mencatat beban maksimum yang terjadi selama pemeriksaan benda uji
4. Perhatikan dan catatlah keadaan benda uji.

### **3.11. Analisis Data**

Setelah bahan dan alat uji siap serta sampel uji telah dibuat, maka siap untuk diuji sesuai prosedur penelitian. Hasil dari pengujian berupa data-data kasar yang masih perlu diolah lebih lanjut untuk mengetahui hubungan/korelasi antara satu pengujian dengan pengujian lainnya. Secara umum dari pengujian-pengujian yang dilakukan nantinya akan menghasilkan pengaruh perawatan dan penambahan *additif* pada mutu beton. Pengujian analisis ini menggunakan *student-T* untuk mengukur tingkat signifikan perbedaan *mean* sekelompok data dengan sebuah nilai *mean* dari kelompok tertentu atau *mean* yang telah ditentukan.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengujian Material

Agregat yang akan digunakan sebagai bahan material campuran beton pada benda uji diperiksa parameternya. Parameter agregat yang diuji meliputi kadar air agregat, kadar lumpur agregat, berat jenis agregat dan analisa saringan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Jakarta.

4.1.1. Pengujian Kadar Air Agregat

Pengujian dilakukan untuk mengetahui kadar air di dalam agregat halus dan agregat kasar untuk mencakup penentuan persentase air yang dapat menguap dari dalam contoh agregat yang akan digunakan. Berikut ini tabel hasil pengujian kadar air agregat halus dan agregat kasar.

Tabel 4.1 Kadar air agregat halus

No	Keterangan	Sat	Sampel			
			1	2	3	4
1	Massa wadah (M <sub>1</sub> )	gr	52	52	54	53
2	Massa wadah + contoh basah (M <sub>2</sub> )	gr	1052	1052	1054	1053
3	Massa contoh basah (M <sub>3</sub> )	gr	1000	1000	1000	1000
4	Massa wadah + contoh kering (M <sub>4</sub> )	gr	1050	1043	1053	1049
5	Massa contoh kering (M <sub>5</sub> )	gr	998	991	999	996
6	Kadar air (M <sub>6</sub> )	%	0,2	0,9	0,1	0,4
Rata-rata		%	0,4 %			

Sumber: Hasil penelitian, 2024

Tabel 4.2 Kadar air agregat kasar

No	Keterangan	Sat	Sampel			
			1	2	3	4
1	Massa wadah (M <sub>1</sub> )	gr	221	200	155	154
2	Massa wadah + contoh basah (M <sub>2</sub> )	gr	1221	1200	1155	1154
3	Massa contoh basah (M <sub>3</sub> )	gr	1000	1000	1000	1000
4	Massa wadah + contoh kering (M <sub>4</sub> )	gr	1201	1174	1130	1124
5	Massa contoh kering (M <sub>5</sub> )	gr	980	974	974	970
6	Kadar air (M <sub>6</sub> )	%	2	2,7	2,6	3,2

No	Keterangan	Sat	Sampel			
			1	2	3	4
	Rata-rata	%	2,6			

Sumber: Hasil penelitian, 2024

Dari hasil tabel di atas, menurut SNI 03-1971-1990 tentang kadar air agregat, syarat kadar air agregat adalah 3 % - 5 %, dapat diperoleh bahwa agregat halus mengandung kadar air sebesar 0,4 % dan agregat kasar mengandung kadar air sebesar 2,6 %. Dengan diketahuinya kadar air yang terkandung dalam agregat, maka perencanaan *mix design* menjadi lebih akurat karena adanya faktor koreksi kadar air campuran beton.

#### 4.1.2. Pengujian Kadar Lumpur Agregat

Kadar lumpur dilakukan untuk mengetahui berapa besar kadar lumpur yang terkandung di dalam agregat. Menurut SNI S-04-1989-F, agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5 % dan agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1 %. Berikut ini tabel hasil pengujian kadar lumpur agregat halus dan agregat kasar.

Tabel 4.3 Kadar lumpur agregat halus

No	Keterangan	Sat	Sampel			
			1	2	3	4
1	Volume lumpur (ml)	ml	0,5	0,8	0,8	1
2	Volume seluruh (ml)	ml	195	195	198	204
3	Kadar lumpur	%	0,256	0,410	0,404	0,490
4	Rata-rata	%	0,390			

Sumber: Hasil penelitian, 2024

Tabel 4.4 Kadar lumpur agregat kasar

No	Keterangan	Sat	Sampel			
			1	2	3	4
1	Massa benda uji semula ( $M_1$ )	gr	1000	1000	1000	1000
2	Massa talam ( $M_2$ )	gr	110	162	148	107
3	Massa kering oven benda uji ( $M_3$ )	gr	1,078	1,132	1,118	1,074
4	Benda uji tertahan saringan no. 200( $M_4$ )	gr	968	970	970	967
6	Kadar lumpur	%	3,2	3	3	3,3
	Rata – rata	%	3,12			

Sumber: Hasil penelitian, 2024

Dari hasil tabel di atas, diperoleh bahwa agregat halus mengandung kadar lumpur kurang dari 5 % yaitu sebesar 0,390 % dan untuk agregat kasar mengandung kadar lumpur lebih dari 1 % yaitu sebesar 3,12 %. Menurut SK SNI S-04-1989-F tentang kadar lumpur agregat, maka agregat kasar perlu dicuci terlebih dahulu sebelum digunakan dan agregat halus tidak perlu dicuci dahulu sebelum digunakan untuk campuran *mix design*.

#### 4.1.3. Analisa Saringan

Analisa saringan dilakukan untuk mengetahui agregat gradasi dari agregat. Untuk agregat halus mempunyai variasi butir (gradasi) yang baik, sehingga rongganya sedikit. Menurut SNI 03-2847-2000, untuk syarat gradasi agregat halus yaitu *zone I* (pasir kasar), *zone II* (pasir agak kasar), *zone III* (pasir agak halus), *zone IV* (pasir halus) dan untuk syarat agregat kasar mempunyai ukuran maks 10 mm, ukuran maks 20 mm dan ukuran maks 40 mm.

Tabel 4.5 Analisa saringan agregat halus sampel 1

Sampel 1					
No. Saringan	Diameter Saringan	Massa Tertahan (gr)	Persen Massa Sisa (%)	Persen Massa Sisa Kumulatif (%)	Persen Massa Lolos Kumulatif (%)
3/8	9,6 / 10	0	0	0	100
4	4,8	3	0	0	100
8	2,4	40	3	3	97
16	1,2	539	36	39	61
30	0,6	644	43	83	17
50	0,3	173	12	94	6
100	0,15	55	4	98	2
200	0,075	26	2	100	0
PAN		4	0	100	0
Jumlah		1484	100		
Modulus Kehalusan (FM)				3,17	

Sumber: Hasil penelitian, 2024

Tabel 4.6 Analisa saringan agregat halus sampel 2

<b>Sampel 2</b>					
<b>No. Saringan</b>	<b>Diameter Saringan</b>	<b>Massa Tertahan (gr)</b>	<b>Persen Massa Sisa (%)</b>	<b>Persen Massa Sisa Kumulatif (%)</b>	<b>Persen Massa Lolos Kumulatif (%)</b>
3/8	9,6 / 10	0	0	0	100
4	4,8	2	0	0	100
8	2,4	36	2	3	97
16	1,2	430	29	32	68
30	0,6	663	45	76	24
50	0,3	243	16	93	7
100	0,15	66	4	97	3
200	0,075	35	2	100	0
PAN		5	0	100	0
Jumlah		1480	100		
Modulus kehalusan (FM)				3	

Sumber: Hasil penelitian, 2024

Tabel 4.7 Analisa saringan agregat halus sampel 3

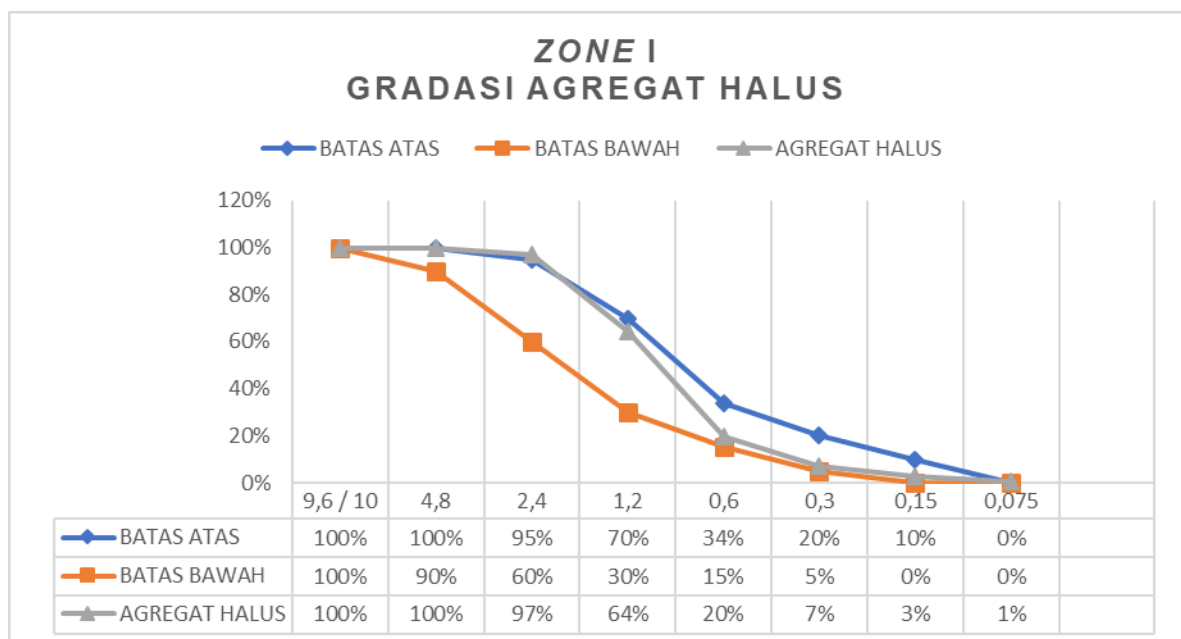
<b>Sampel 3</b>					
<b>No. Saringan</b>	<b>Diameter Saringan</b>	<b>Massa Tertahan (gr)</b>	<b>Persen Massa Sisa (%)</b>	<b>Persen Massa Sisa Kumulatif (%)</b>	<b>Persen Massa Lolos Kumulatif (%)</b>
3/8	9,6 / 10	0	0	0	100
4	4,8	2	0	0	100
8	2,4	45	3	3	97
16	1,2	414	28	31	69
30	0,6	724	49	80	20
50	0,3	190	13	93	7
100	0,15	62	4	97	3
200	0,075	33	2	100	0
PAN		5	0	100	0
Jumlah		1475	100		
Modulus kehalusan (FM)				3,05	

Sumber: Hasil penelitian, 2024

Tabel 4. 8 Analisa saringan agregat halus sampel 4

Sampel 4						
No. Saringan	Diameter Saringan	Massa Tertahan (gr)	Persen Massa Sisa (%)	Persen Massa Sisa Kumulatif (%)	Persen Massa Lolos Kumulatif (%)	Rata – Rata (%)
3/8	9,6 / 10	0	0	0	100	100
4	4,8	0	0	0	100	100
8	2,4	37	3	3	97	97
16	1,2	586	40	42	58	64
30	0,6	609	41	84	16	20
50	0,3	152	10	94	6	7
100	0,15	52	4	98	2	3
200	0,075	33	2	100	0	1
PAN		3	0	100	0	0
Jumlah		1475	100			
Modulus kehalusan (FM)				3,20		3,10

Sumber: Hasil penelitian, 2024



Sumber: Analisis, 2024

Gambar 4.1 Grafik zone I gradasi agregat halus

Berdasarkan tabel pengujian dari 4 sampel diatas, maka sampel material diambil dari persentase lewat rata-rata untuk menentukan zona batas gradasi agregat halus. Menurut SNI 03-2834-2000, gradasi pasir Tayan yang digunakan masuk dalam kategori gradasi zone I (pasir kasar).

Tabel 4.9 Analisa saringan agregat kasar sampel 1

<b>Sampel 1</b>				
<b>Diameter Saringan</b>	<b>Massa Tertahan (gr)</b>	<b>Persen Massa Sisa (%)</b>	<b>Persen Massa Sisa Kumulatif (%)</b>	<b>Persen Massa Lolos Kumulatif (%)</b>
80	0	0	0	100
60	0	0	0	100
50	0	0	0	100
40	0	0	0	100
25	0	0	0	100
20	71	5,255	5	95
15	343	25,389	31	69
10	702	51,962	83	17
4	235	17,395	100	0
2,5	0	0	100	0
1,2	0	0	100	0
0,6	0	0	100	0
0,3	0	0	100	0
Pan				
Jumlah	1351	100	619	
Modulus kehalusan (FM)			6,19	

Sumber: Hasil penelitian, 2024

Tabel 4. 10 Analisa saringan agregat kasar sampel 2

<b>Sampel 2</b>				
<b>Diameter Saringan</b>	<b>Massa Tertahan (gr)</b>	<b>Persen Massa Sisa (%)</b>	<b>Persen Massa Sisa Kumulatif (%)</b>	<b>Persen Massa Lolos Kumulatif (%)</b>
80	0	0	0	100
60	0	0	0	100
50	0	0	0	100
40	0	0	0	100
25	0	0	0	100
20	77	5,528	6	94
15	354	25,413	31	69
10	752	53,984	85	15
4	210	15,075	100	0
2,5	0	0	100	0
1,2	0	0	100	0
0,6	0	0	100	0
0,3	0	0	100	0
Pan				
Jumlah	1393	100	622	
Modulus kehalusan (FM)			6,22	

Sumber: Hasil penelitian, 2024



Tabel 4. 11 Analisa saringan agregat kasar sampel 3

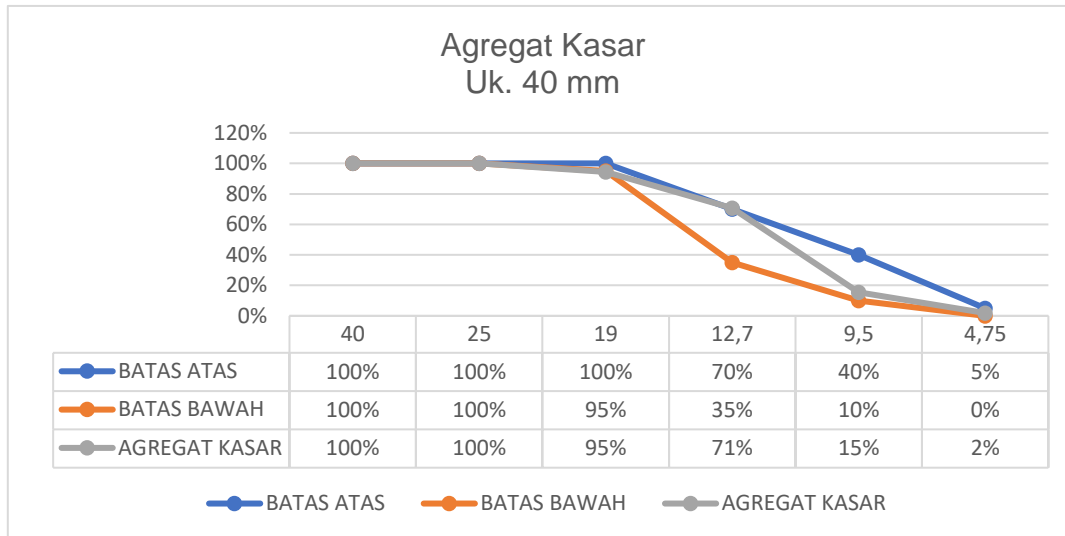
<b>Sampel 3</b>				
<b>Diameter Saringan</b>	<b>Massa Tertahan (gr)</b>	<b>Persen Massa Sisa (%)</b>	<b>Persen Massa Sisa Kumulatif (%)</b>	<b>Persen Massa Lolos Kumulatif (%)</b>
80	0	0	0	100
60	0	0	0	100
50	0	0	0	100
40	0	0	0	100
25	0	0	0	100
20	84	6,186	6	94
15	352	25,920	32	68
10	781	57,511	90	10
4	141	10,383	100	0
2,5	0	0	100	0
1,2	0	0	100	0
0,6	0	0	100	0
0,3	0	0	100	0
Pan				
Jumlah	1358	100	628	
Modulus kehalusan (FM)			6,28	

Sumber: Hasil penelitian, 2024

Tabel 4. 12 Analisa saringan agregat kasar sampel 4

<b>Sampel 4</b>					
<b>Diameter Saringan</b>	<b>Massa Tertahan (gr)</b>	<b>Persen Massa Sisa (%)</b>	<b>Persen Massa Sisa Kumulatif (%)</b>	<b>Persen Massa Lolos Kumulatif (%)</b>	<b>Rata-Rata (%)</b>
80	0	0	0	100	100
60	0	0	0	100	100
50	0	0	0	100	100
40	0	0	0	100	100
25	0	0	0	100	100
20	75	5,443	5	95	95
15	283	20,537	26	74	71
10	846	61,393	87	13	15
4	174	12,627	100	0	2
2,5	0	0	100	0	0
1,2	0	0	100	0	0
0,6	0	0	100	0	0
0,3	0	0	100	0	0
Pan					
Jumlah	1378	100	618		
Modulus kehalusan (FM)			6,18		6,21

Sumber: Hasil penelitian, 2024



Sumber: Analisis, 2024

Gambar 4.2 Grafik zone III gradasi agregat kasar

Dari hasil tabel di atas, diperoleh hasil bahwa gradasi batu pecah Pamoyanan Bogor masuk ke dalam gradasi ukuran maks. 40 mm.

#### 4.1.4. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan

Berat jenis dan penyerapan dilakukan untuk mengetahui berat jenis dan daya serap air dari material yang akan digunakan pada *mix design*. Menurut SNI 1969-2008 tentang cara pengujian berat jenis agregat kasar dan penyerapan air. SNI 1970-2008 tentang cara pengujian berat jenis agregat halus dan penyerapan air, bahwa agregat normal memiliki berat jenis 2,5 dan penyerapan air maksimal 3 %.

Tabel 4.13 Berat jenis dan penyerapan agregat kasar

No	Keterangan	Sat	Sampel			
			1	2	3	4
1	Berat benda uji kering oven ( $B_k$ )	gr	1,897	2,275	2,201	1,902
2	Berat benda uji jenuh kering ( $B_j$ )	gr	1,962	2,334	2,261	1,972
3	Berat benda uji dalam air ( $B_a$ )	gr	1,198	1,429	1,366	1,204
4	Berat keranjang dalam air	gr	0,396	0,388	0,407	0,396
5	Berat keranjang dalam air + material	gr	1,594	1,817	1,773	1,6
6	Berat jenis ( <i>bulk specific gravity</i> )	gr	2,483	2,514	2,459	2,477
	Rata-rata berat jenis	gr	2,483			
7	Berat jenis kering permukaan jenuh ( <i>saturated surface dry</i> )	gr	2,568	2,579	2,526	2,568
	Rata-rata berat jenis kering <i>bulk</i>	gr	2,560			
8	Berat jenis semu ( <i>apparent specific gravity</i> )	gr	2,714	2,689	2,636	2,725

No	Keterangan	Sat	Sampel			
			1	2	3	4
	Rata-rata berat jenis semu	gr	2,691			
9	Penyerapan	%	3,426	2,593	2,726	3,680
	Rata-rata penyerapan	%	3,107			

Sumber: Hasil penelitian, 2024

Tabel 4. 14 Berat jenis dan penyerapan agregat halus

No	Keterangan	Sat	Sampel			
			1	2	3	4
1	Berat piknometer	gr	172	174	162	149
2	Berat benda uji	gr	500	500	500	500
3	Berat piknometer + air (B)	gr	669	670	658	645
4	Berat piknometer + benda uji + air (B <sub>t</sub> )	gr	982	984	958	969
5	Berat benda uji kering oven (B <sub>k</sub> )	gr	498	498	497	497
6	Berat jenis curah	gr	2,663	2,677	2,485	2,824
	Rata-rata berat jenis	gr	2,662			
7	Berat jenis jenuh kering permukaan	gr	2,674	2,688	2,500	2,841
	Rata-rata berat jenis jenuh kering	gr	2,676			
8	Berat jenis semu	gr	2,692	2,707	2,523	2,873
	Rata-rata berat jenis semu	gr	2,699			
9	Penyerapan	%	0,404	0,402	0,604	0,604
	Rata-rata penyerapan	%	0,503			

Sumber: Hasil penelitian, 2023

Dari hasil tabel di atas, bahwa agregat kasar mengandung berat jenis sebesar 2,560 dengan penyerapan 3,107 dan agregat halus mengandung berat jenis sebesar 2,676 dengan penyerapan 0,503, maka agregat kasar dan agregat halus masuk dalam spesifikasi standar pengujian dari SNI 03-1969-2008 dan SNI 03-1970-2008.

#### 4.2. Mix Design

*Mix design* dilakukan untuk merencanakan proporsi campuran beton untuk menghasilkan mutu beton sesuai dengan rencana. Tabel perencanaan campuran *mix design* menggunakan SNI 03-2834-2000.

Tabel 4.15 *Mix design* beton  $f_c'$  45 Mpa

NO	URAIAN	TABEL / GRAFIK HITUNGAN	NILAI
1	Kuat Tekan Rencana ( $F_c'$ )	<i>Ditetapkan</i>	45 Mpa pada 28 hari (silinder)
2	Standart Deviasi (SD)	<i>Tabel 1 / Diketahui</i>	0
3	Nilai Tambah (Margin)	$1,64 \times SD$	12 Mpa
4	Target Kuat Tekan Rata-Rata ( $F_c'r$ )	$1 + 3$	57
5	Jenis Semen Portland	<i>Ditetapkan</i>	Tiga Roda Type 1
6	Jenis Agregat Kasar	<i>Alami/Batu Pecah</i>	Batu Pecah Pamoyangan
7	Jenis Agregat Halus	<i>Alami/Batu Pecah</i>	Pasir Tayan
8	Faktor Air Semen (FAS) Bebas	<i>Tabel 2, Grafik 1</i>	0,36
9	Faktor Air Semen Maksimum	<i>Tabel 3 (ambil nilai terkecil)</i>	0,6
10	Nilai Slump	<i>Ditetapkan</i>	30 - 60 mm
11	Ukuran Agregat Maksimum	<i>Ditetapkan</i>	40 mm
12	Kadar Air Bebas	<i>Tabel 5</i>	170 Ltr
13	Kadar Semen	$12/9$	472 Kg
14	Kadar Semen Minimum	<i>Tabel 6a</i>	275 Kg
15	FAS Yang Disesuaikan	<i>Dihitung</i>	165 Ltr
16	Susunan Analisa Butir Agregat	<i>Tabel 7</i>	Zona 1 (Kasar)
17	Persentase Agregat Halus	<i>Grafik 2a / b / c</i>	34 %
18	Persentase Agregat Kasar	$100\% - 17$	66 %
19	Berat Jenis Agregat Halus	<i>Ditetapkan</i>	2,67
20	Berat Jenis Agregat Kasar	<i>Ditetapkan</i>	2,56
21	Berat Jenis Agregat Campuran	<i>Dihitung</i>	2,60
22	Berat Isi Beton Segar	<i>Grafik 3</i>	2390 $Kg/m^3$
23	Kadar Agregat Gabungan	$22 - 12 - 13$	1748 $Kg/m^3$
24	Kadar Agregat Halus	$17 \times 23$	594 $Kg/m^3$
25	Kadar Agregat Kasar	$23 - 24$	1154 $Kg/m^3$

Tabel 4.16 Proporsi campuran beton normal (1 m3)

No	Material	Keterangan	Jumlah Kebutuhan
1	Semen	Tabel formula <i>mix design</i> no. 13	472 Kg
2	Air	Tabel formula <i>mix design</i> no. 12	170 Kg
3	Agregat halus	Tabel formula <i>mix design</i> no. 24	594 Kg
4	Agregat kasar	Tabel formula <i>mix design</i> no. 25	1154 Kg

Menentukan volume silinder

$$\begin{aligned} \text{Volume silinder} &= \pi \times r^2 \times t \\ &= 3,14 \times 0,075^2 \times 0,3 \\ &= 0,0053 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Faktor aman} = 1,1 \%$$

Tabel 4.17 Proporsi campuran beton normal (8 silinder)

No	Material	Keterangan	Jumlah Kebutuhan
1	Semen	473 x volume silinder (0,0053 m <sup>3</sup> ) x faktor aman (1,1) x 8 silinder	22,02 Kg
2	Air	170 x volume silinder (0,0053 m <sup>3</sup> ) x faktor aman (1,1) x 8 silinder	7,93 Kg
3	Agregat halus	594 x volume silinder (0,0053 m <sup>3</sup> ) x faktor aman (1,1) x 8 silinder	27,72 Kg
4	Agregat kasar	1154 x volume silinder (0,0053 m <sup>3</sup> ) x faktor aman (1,1) x 8 silinder	53,80 Kg

Tabel 4. 18 Proporsi campuran beton karbon aktif tempurung kelapa 0,5 % dan *Superplastisizer* 1 % (8 silinder)

No	Material	Keterangan	Jumlah Kebutuhan
1	Semen	Tabel formula <i>mix design</i> no. 13	21,91 Kg
2	Air	Tabel formula <i>mix design</i> no. 12	7,70 Kg
3	Agregat halus	Tabel formula <i>mix design</i> no. 24	27,72 Kg
4	Agregat kasar	Tabel formula <i>mix design</i> no. 25	53,80 Kg
5	Karbon Aktif TK	0,5 % dari berat semen	0,11 Kg
6	<i>Superplastisizer</i>	1 % dari berat semen	0,22 Kg

Tabel 4.19 Proporsi campuran beton karbon aktif tempurung kelapa 1 % dan *Superplastisizer* 1 % (8 silinder)

No	Material	Keterangan	Jumlah Kebutuhan
1	Semen	Tabel formula <i>mix design</i> no. 13	21,80 Kg
2	Air	Tabel formula <i>mix design</i> no. 12	7,70 Kg
3	Agregat halus	Tabel formula <i>mix design</i> no. 24	27,72 Kg
4	Agregat kasar	Tabel formula <i>mix design</i> no. 25	53,80 Kg
5	Karbon Aktif TK	1 % dari berat semen	0,22 Kg
6	<i>Superplastisizer</i>	1 % dari berat semen	0,22 Kg

Tabel 4. 20 Proporsi campuran beton karbon aktif tempurung kelapa 1,5 % dan *Superplastisizer* 1 % (8 silinder)

No	Material	Keterangan	Jumlah Kebutuhan
1	Semen	Tabel formula <i>mix design</i> no. 13	21,80 Kg
2	Air	Tabel formula <i>mix design</i> no. 12	7,70 Kg
3	Agregat halus	Tabel formula <i>mix design</i> no. 24	27,72 Kg
4	Agregat kasar	Tabel formula <i>mix design</i> no. 25	53,80 Kg
5	Karbon Aktif TK	1,5 % dari berat semen	0,22 Kg
6	<i>Superplastisizer</i>	1 % dari berat semen	0,33 Kg

Tabel 4. 21 Proporsi campuran beton karbon aktif tempurung kelapa 2 % dan *Superplastisizer* 1 % (8 silinder)

No	Material	Keterangan	Jumlah Kebutuhan
1	Semen	Tabel formula <i>mix design</i> no. 13	21,80 Kg
2	Air	Tabel formula <i>mix design</i> no. 12	7,70 Kg
3	Agregat halus	Tabel formula <i>mix design</i> no. 24	27,72 Kg
4	Agregat kasar	Tabel formula <i>mix design</i> no. 25	53,80 Kg
5	Karbon Aktif TK	2 % dari berat semen	0,22 Kg
6	<i>Superplastisizer</i>	1 % dari berat semen	0,44 Kg

### 4.3. Nilai Slump

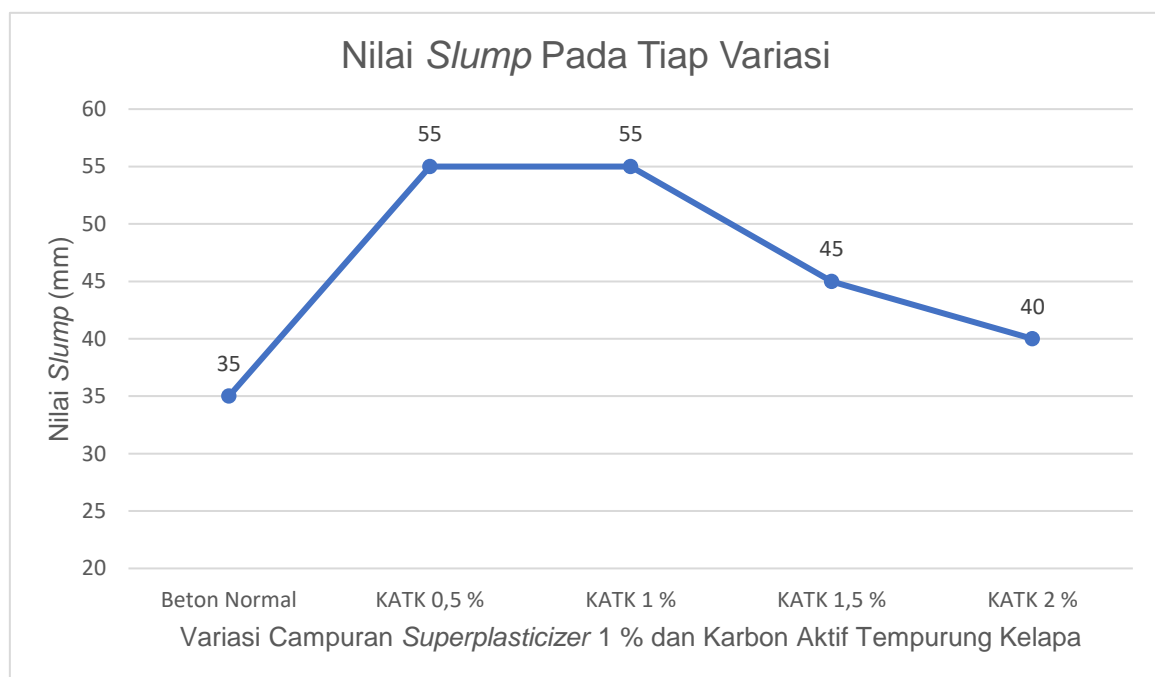
Beton mutu tinggi menggunakan nilai FAS rendah, berarti air yang digunakan sangat sedikit, sehingga nilai *slump* rendah. Pada penelitian ini nilai *slump* yang direncanakan berkisar antara 30-60 mm sesuai dengan syarat SNI 03-2834-2000.

Tabel 4. 22 Hasil uji *slump*

Benda Uji	H (mm)	Syarat (mm)	Keterangan
Beton Normal	35	30-60	Memenuhi
KATK 0,5 %	55	30-60	Memenuhi
KATK 1 %	55	30-60	Memenuhi
KATK 1,5 %	45	30-60	Memenuhi
KATK 2,5 %	40	30-60	Memenuhi

Catatan: KATK adalah karbon aktif tempurung kelapa

Sumber: Hasil penelitian, 2024



Sumber: Analisis, 2024

Gambar 4.3 Grafik nilai slump pada tiap variasi

Pada Tabel 4.22 di atas menjelaskan tentang berapa perubahan nilai *slump* yang terjadi untuk setiap variasi campuran apabila dibandingkan dengan beton normal tanpa ditambahkan karbon aktif tempurung kelapa dan *superplasticizer*.

#### 4.4. Perhitungan Pengujian Kuat Tekan

Data perhitungan kuat tekan didapat dari hasil pengujian sampel penelitian yang diambil dan selanjutnya akan ditentukan besarnya kuat tekan beton pada masing-masing variasi yaitu 0 %, 0,5 %, 1 %, 1,5% dan 2 %. Sebelum melakukan perhitungan umur benda uji 28 hari pada 3 sampel beton normal yang telah dilakukan uji tekan di umur 7 hari dengan tujuan memberikan gambaran dalam perkembangan kekuatan beton untuk mencapai kekuatan beton rencana. Sehingga dilakukan konversi terlebih dahulu ke umur 28 hari untuk menghitung kuat tekan rata-rata beton normal.

Tabel 4.23 Konversi umur beton

Umur beton (hari)	0	3	7	14	21	28	90
PBI N.I.-2 1971	0	0,40	0,65	0,88	0,95	1,00	1,20
SNI 03-2843-2000	0	0,51	0,73	-	-	1,00	1,22
Beton Normal	0	0,60	0,70	0,82	0,90	1,00	1,07
Beton Mutu Tinggi	0	0,73	0,81	0,88	0,92	1,00	1,12
Beton Ringan	0	0,48	0,58	0,76	0,89	1,00	1,07

Sumber: Peraturan beton bertulang indonesia

Tabel 4.24 Data hasil konversi umur pengujian kuat tekan beton normal

Sampel	Umur	Kuat Tekan (MPa)	Faktor Konversi	Kuat Tekan (MPa) 28 Hari
BN 1	7	41,27	0,81	50,95
BN 2	7	40,76	0,81	50,32
BN 3	7	41,61	0,81	51,37

Sumber: Analisis, 2024

Contoh perhitungan umur 28 hari Kode KATK 0,5 % :

$$P = 1245 \text{ kN} \longrightarrow = 1245000 \text{ N}$$

$$\begin{aligned}
 F'c &= \frac{P}{A} \\
 &= \frac{1245000}{17662,5} \\
 &= 70,48 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

Keterangan

F'c = Kuat tekan benda uji (MPa)

A = Luas penampang (mm<sup>2</sup>)

P = Beban yang bekerja (N)

Dengan cara yang sama selanjutnya akan dibuat pada tabel 4.25.



Tabel 4.25 Hasil pengujian kuat tekan

No	Kode Benda Uji	Luas Penampang (mm <sup>2</sup> )	Gaya Tekan (N)	Kuat Tekan (MPa)	Rata-Rata (MPa)
1	BN 1	17662,5	729000	50,96	50,08
2	BN 2	17662,5	720000	50,33	
3	BN 3	17662,5	735000	51,37	
4	BN 4	17662,5	850000	48,12	
5	BN 5	17662,5	895000	50,67	
6	BN 6	17662,5	880000	49,82	
7	BN 7	17662,5	870000	49,26	
8	BN 8	17662,5	885000	50,11	
9	KATK 0,5 % 1	17662,5	1045000	59,16	63,45
10	KATK 0,5 % 2	17662,5	1070000	60,58	
11	KATK 0,5 % 3	17662,5	1190000	67,37	
12	KATK 0,5 % 4	17662,5	1090000	61,71	
13	KATK 0,5 % 5	17662,5	1150000	65,11	
14	KATK 0,5 % 6	17662,5	1245000	70,49	
15	KATK 0,5 % 7	17662,5	1115000	63,13	
16	KATK 0,5 % 8	17662,5	1060000	60,01	
17	KATK 1 % 1	17662,5	975000	55,20	61,71
18	KATK 1 % 2	17662,5	1180000	66,81	
19	KATK 1 % 3	17662,5	1115000	63,13	
20	KATK 1 % 4	17662,5	1165000	65,96	
21	KATK 1 % 5	17662,5	1175000	66,53	
22	KATK 1 % 6	17662,5	880000	49,82	
23	KATK 1 % 7	17662,5	1110000	62,85	
24	KATK 1 % 8	17662,5	1120000	63,41	
25	KATK 1,5 % 1	17662,5	1190000	67,37	60,83
26	KATK 1,5 % 2	17662,5	1135000	64,26	
27	KATK 1,5 % 3	17662,5	1185000	67,09	
28	KATK 1,5 % 4	17662,5	885000	50,11	
29	KATK 1,5 % 5	17662,5	1195000	67,66	
30	KATK 1,5 % 6	17662,5	885000	50,11	
31	KATK 1,5 % 7	17662,5	1035000	58,60	
32	KATK 1,5 % 8	17662,5	1085000	61,43	
33	KATK 2 % 1	17662,5	940000	53,22	54,14
34	KATK 2 % 2	17662,5	1015000	57,47	
35	KATK 2 % 3	17662,5	1060000	60,01	
36	KATK 2 % 4	17662,5	1105000	62,56	
37	KATK 2 % 5	17662,5	1125000	63,69	
38	KATK 2 % 6	17662,5	1145000	64,83	
39	KATK 2 % 7	17662,5	755000	42,75	
40	KATK 2 % 8	17662,5	505000	28,59	

Catatan: BN adalah beton normal

KATK adalah karbon aktif tempurung kelapa

Sumber: Hasil penelitian, 2024

#### 4.5. Analisa Student-T

Data-data dari hasil pengujian kuat tekan beton yang telah dikumpulkan kemudian diuji dengan *student-T*, hal ini bertujuan untuk mengukur tingkat signifikansi data yang telah didapatkan. Pada pengujian ini digunakan interval konfiden 98 % dengan toleransi kesalahan yang diijinkan sebesar 2 %, sedangkan sisanya yaitu 98 % adalah data-data yang dapat dipercaya.

Jumlah variabel (k) = 1

Jumlah sampel (n) = 8

Taraf sig. (2 sisi)  $\alpha$  = 2 %

Derajat bebas dk = n - k = 8 - 1 = 7

P = 100 % -  $\alpha$  = 100 % - 2 % = 98 % = 0,98

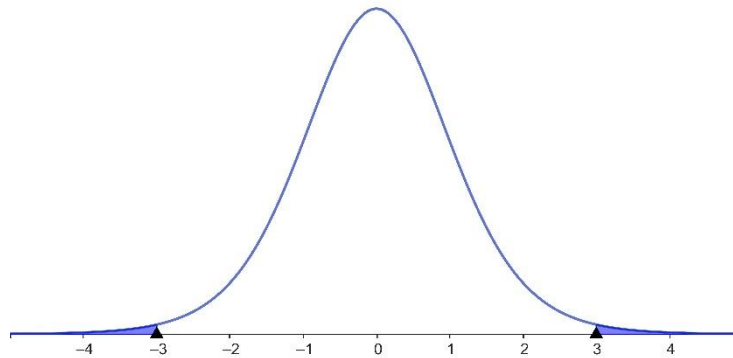
Luas batas kiri kanan =  $\frac{1}{2}(1 - 0,98) = 0,01$

$t_p = 0,95 +$  luas daerah yang lebih kecil dari  $-t_p = 0,98 + 0,01 = 0,99$

Tabel 4.26 Distribusi ambang batas nilai T tabel

<b>t Table</b>											
cum. prob	$t_{.50}$	$t_{.75}$	$t_{.80}$	$t_{.85}$	$t_{.90}$	$t_{.95}$	$t_{.975}$	$t_{.99}$	$t_{.995}$	$t_{.999}$	$t_{.9995}$
one-tail	0.50	0.25	0.20	0.15	0.10	0.05	0.025	0.01	0.005	0.001	0.0005
two-tails	1.00	0.50	0.40	0.30	0.20	0.10	0.05	0.02	0.01	0.002	0.001
df											
1	0.000	1.000	1.376	1.963	3.078	6.314	12.71	31.82	63.66	318.31	636.62
2	0.000	0.816	1.061	1.386	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	22.327	31.599
3	0.000	0.765	0.978	1.250	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	10.215	12.924
4	0.000	0.741	0.941	1.190	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	7.173	8.610
5	0.000	0.727	0.920	1.156	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	5.893	6.869
6	0.000	0.718	0.906	1.134	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	5.208	5.959
7	0.000	0.711	0.896	1.119	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	4.785	5.408
8	0.000	0.706	0.889	1.108	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	4.501	5.041
9	0.000	0.703	0.883	1.100	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	4.297	4.781
10	0.000	0.700	0.879	1.093	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	4.144	4.587
11	0.000	0.697	0.876	1.088	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	4.025	4.437
12	0.000	0.695	0.873	1.083	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	3.930	4.318
13	0.000	0.694	0.870	1.079	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	3.852	4.221
14	0.000	0.692	0.868	1.076	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	3.787	4.140
15	0.000	0.691	0.866	1.074	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	3.733	4.073
16	0.000	0.690	0.865	1.071	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	3.686	4.015
17	0.000	0.689	0.863	1.069	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.646	3.965
18	0.000	0.688	0.862	1.067	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.610	3.922
19	0.000	0.688	0.861	1.066	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.579	3.883
20	0.000	0.687	0.860	1.064	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.552	3.850
21	0.000	0.686	0.859	1.063	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.527	3.819
22	0.000	0.686	0.858	1.061	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.505	3.792
23	0.000	0.685	0.858	1.060	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.485	3.768
24	0.000	0.685	0.857	1.059	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.467	3.745
25	0.000	0.684	0.856	1.058	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.450	3.725
26	0.000	0.684	0.856	1.058	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.435	3.707
27	0.000	0.684	0.855	1.057	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.421	3.690
28	0.000	0.683	0.855	1.056	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.408	3.674
29	0.000	0.683	0.854	1.055	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.396	3.659
30	0.000	0.683	0.854	1.055	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.385	3.646
40	0.000	0.681	0.851	1.050	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	3.307	3.551
60	0.000	0.679	0.848	1.045	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660	3.232	3.460
80	0.000	0.678	0.846	1.043	1.292	1.664	1.990	2.374	2.639	3.195	3.416
100	0.000	0.677	0.845	1.042	1.290	1.660	1.984	2.364	2.626	3.174	3.390
1000	0.000	0.675	0.842	1.037	1.282	1.646	1.962	2.330	2.581	3.098	3.300
<b>Z</b>	0.000	0.674	0.842	1.036	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	3.090	3.291
	0%	50%	60%	70%	80%	90%	95%	98%	99%	99.8%	99.9%
	<b>Confidence Level</b>										

Berdasarkan tabel 4.24 tentang distribusi ambang batas nilai T tabel (*two tail*), analisa *student-T* menggunakan nilai T tabel =  $t_{0,98(7)} = 2,998$  sehingga  $t = \pm 2,998$  dan nilai T hitung setiap 8 sampel per variasi dari benda uji dapat diterima jika memiliki nilai T hitung yang berada diantara nilai T- tabel dan nilai T+ tabel.



Sumber: Analisis, 2024

Gambar 4.4 Gaya sebaran berdasarkan nilai T tabel

Penolakan dan penerimaan suatu sampel pengujian ditentukan oleh pemilihan angka dari Nilai T tabel sesuai dengan jumlah sampel yang diuji. Nilai T tabel akan semakin teliti datanya apabila nilai T tabel semakin mendekati nilai nol. Nilai T hitung dapat diterima apabila nilai datanya berada di antara dari nilai T tabel yang sudah ditetapkan. Jika sebaliknya, apabila nilai datanya kurang atau lebih dari nilai T tabel yang sudah ditetapkan, maka nilai T hitung ditolak.

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{(n-1)}} \quad T = \frac{(x_i - \bar{x}) \cdot \sqrt{n}}{S}$$

Dimana :

$\Sigma$  = Jumlah

T = Nilai T hitung

S = Standar deviasi

$x_i$  = Nilai sampel

$\bar{x}$  = Nilai rata-rata sampel

n = Banyak sampel

Tabel 4.27 Analisa nilai kuat tekan beton dengan uji *student-T* beton normal

No	Kuat Tekan (Mpa)	$\bar{x}$	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$	s	T Hitung	T Tabel		Keterangan
							Batas Kiri	Batas kanan	
1	50,96	50,08	0,88	0,77	1,03	2,40	-2,998	2,998	Diterima
2	50,33		0,25	0,06		0,68			Diterima
3	51,37		1,29	1,68		3,56			Ditolak
4	48,12		-1,96	3,82		-5,37			Ditolak
5	50,67		0,59	0,35		1,63			Diterima
6	49,82		-0,26	0,07		-0,71			Diterima
7	49,26		-0,82	0,68		-2,26			Diterima
8	50,11		0,03	0,00		0,07			Diterima
$\Sigma$	371,63			7,43					
<b>Rata-rata hasil yang diterima adalah</b>						<b>50,190 MPa</b>			

Sumber: Hasil penelitian, 2024

Tabel 4.28 Analisa nilai kuat tekan beton dengan uji *student-T* beton campuran karbon aktif tempurung kelapa 0,5 % dan *superplasticizer* 1 %

No	Kuat Tekan (Mpa)	$\bar{x}$	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$	s	T Hitung	T Tabel		Keterangan
							Batas Kiri	Batas kanan	
1	59,16	63,45	-4,28	18,33	3,95	-3,07	-2,998	2,998	Ditolak
2	60,58		-2,87	8,22		-2,05			Diterima
3	67,37		3,93	15,43		2,81			Diterima
4	61,71		-1,73	3,01		-1,24			Diterima
5	65,11		1,66	2,77		1,19			Diterima
6	70,49		7,04	49,59		5,04			Ditolak
7	63,13		-0,32	0,10		-0,23			Diterima
8	60,01		-3,43	11,78		-2,46			Diterima
$\Sigma$	507,57			109,22					
<b>Rata-rata hasil yang diterima adalah</b>						<b>62,987 MPa</b>			

Sumber: Hasil penelitian, 2024

Tabel 4.29 Analisa nilai kuat tekan beton dengan uji student-T beton campuran karbon aktif tempurung kelapa 1 % dan *superplasticizer* 1 %

No	Kuat Tekan (Mpa)	$\bar{x}$	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$	s	T Hitung	T Tabel		Keterangan
							Batas Kiri	Batas kanan	
1	55,20	61,71	-6,51	42,39	6,06	-3,04	-2,998	2,998	Ditolak
2	66,81		5,10	25,96		2,38			Diterima
3	63,13		1,42	2,00		0,66			Diterima
4	65,96		4,25	18,03		1,98			Diterima
5	66,53		4,81	23,16		2,25			Diterima
6	49,82		-11,89	141,36		-5,55			Ditolak
7	62,85		1,13	1,28		0,53			Diterima
8	63,41		1,70	2,88		0,79			Diterima
$\Sigma$	493,70			257,08					
<b>Rata-rata hasil yang diterima adalah</b>						<b>64,779 MPa</b>			

Sumber: Hasil penelitian, 2024

Tabel 4.30 Analisa nilai kuat tekan beton dengan uji student-T beton campuran karbon aktif tempurung kelapa 1,5 % dan *superplasticizer* 1 %

No	Kuat Tekan (Mpa)	$\bar{x}$	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$	s	T Hitung	T Tabel		Keterangan
							Batas Kiri	Batas kanan	
1	67,37	60,83	6,55	42,39	7,33	2,53	-2,998	2,998	Diterima
2	64,26		3,43	25,96		1,33			Diterima
3	67,09		6,26	2,00		2,42			Diterima
4	50,11		-10,72	18,03		-4,14			Ditolak
5	67,66		6,83	23,16		2,64			Diterima
6	50,11		-10,72	141,36		-4,14			Ditolak
7	58,60		-2,23	1,28		-0,86			Diterima
8	61,43		0,60	2,88		0,23			Diterima
$\Sigma$	486,62			257,08					
<b>Rata-rata hasil yang diterima adalah</b>						<b>64,420 MPa</b>			

Sumber: Hasil penelitian, 2024

Tabel 4.31 Analisa nilai kuat tekan beton dengan uji student-T beton campuran karbon aktif tempurung kelapa 2 % dan *superplasticizer* 1 %

No	Kuat Tekan (Mpa)	$\bar{x}$	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$	s	T Hitung	T Tabel		Keterangan
							Batas Kiri	Batas Kanan	
1	53,22	54,14	-0,92	0,85	12,57	-0,21	-2,998	2,998	Diterima
2	57,47		3,33	11,06		0,75			Diterima
3	60,01		5,87	34,50		1,32			Diterima
4	62,56		8,42	70,93		1,90			Diterima
5	63,69		9,55	91,28		2,15			Diterima
6	64,83		10,69	114,20		2,41			Diterima
7	42,75		-11,39	129,83		-2,56			Diterima
8	28,59		-25,55	652,72		-5,75			Ditolak
$\Sigma$	433,12			1105,3					
<b>Rata-rata hasil yang diterima adalah</b>						<b>57,790 MPa</b>			

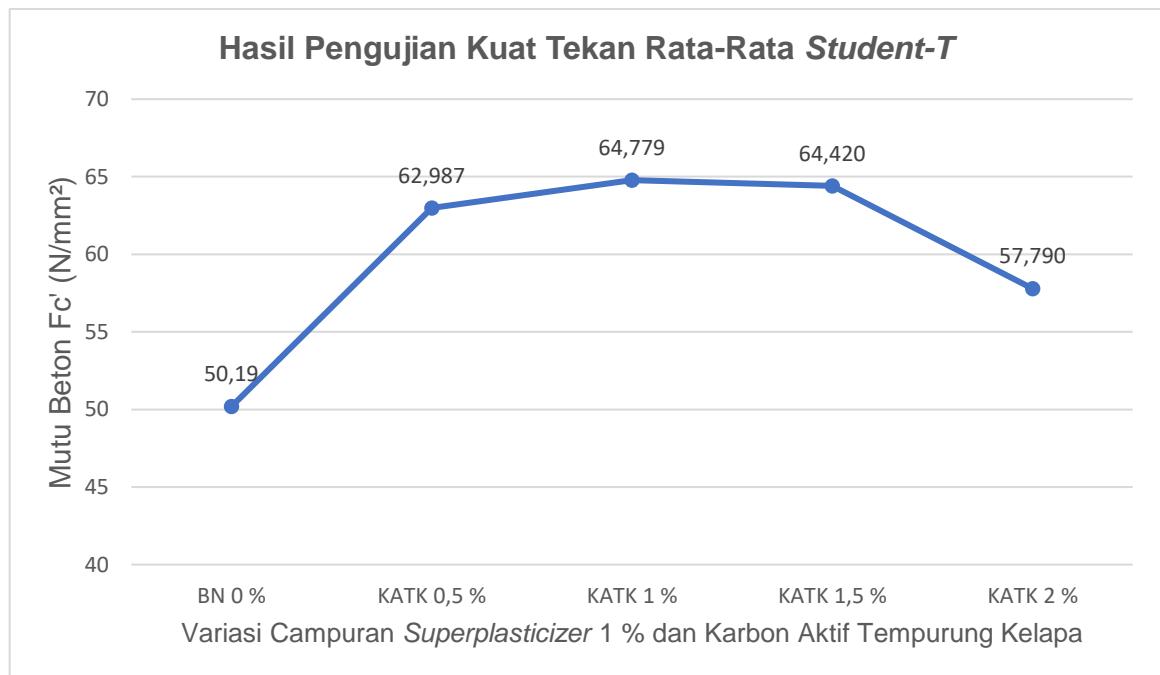
Sumber: Hasil penelitian, 2024

Hasil analisis perhitungan nilai kuat tekan beton dengan *student-T*, menunjukkan hasil analisa perhitungan terjadi beberapa penolakan dalam perbandingan hasil akhir. Untuk hasil yang tidak diterima berdasarkan nilai kritis ambang batas yaitu T tabel =  $t_{0,99(7)} = 2,998$  dengan masing-masing persentase tambahan campuran.

Tabel 4. 32 Rekapitulasi hasil uji student-T yang diterima

No	Variasi Campuran	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rata-Rata (MPa)	Keterangan
1	Beton Normal	50,96	50,190	Diterima
		50,33		
		50,67		
		49,82		
		49,26		
		50,11		
2	KATK 0,5 % dan <i>Superplasticizer</i> 1 %	60,58	62,987	Diterima
		67,37		
		61,71		
		65,11		
		63,13		
3	KATK 1 % dan <i>Superplasticizer</i> 1 %	66,81	64,779	Diterima
		63,13		
		65,96		
		66,53		
		62,85		
4	KATK 1,5 % dan <i>Superplasticizer</i> 1 %	67,37	64,420	Diterima
		64,26		
		67,09		
		67,66		
		58,60		
		61,43		
5	KATK 2 % dan <i>Superplasticizer</i> 1 %	53,22	57,790	Diterima
		57,47		
		60,01		
		62,56		
		63,69		
		64,83		
		42,75		

Catatan: KATK adalah karbon aktif tempurung kelapa  
 Sumber: Hasil penelitian, 2024



Sumber: Analisis, 2024

Gambar 4.5 Grafik hasil pengujian kuat tekan rata-rata *student-T*

Tabel 4.33 Persentase perubahan kuat tekan rata-rata

Kode Benda Uji	Kuat Tekan Rencana (MPa)	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)	Persentase Perubahan Terhadap Kuat Tekan (%)
BN 0 %	45	50,190	0
KATK 0,5 %	45	62,987	25,49
KATK 1 %	45	64,779	29,06
KATK 1,5 %	45	64,420	28,35
KATK 2 %	45	57,790	15,14

Catatan: BN adalah beton normal

KATK adalah karbon aktif tempurung kelapa

Sumber: Analisis, 2024

Dari hasil penelitian menggunakan analisa *student-T* beton normal diperoleh kuat tekan rata-rata sebesar 50,190 MPa. Pada Gambar 4.5 dapat dilihat bahwa kuat tekan rata-rata beton tertinggi dengan penambahan karbon aktif tempurung kelapa 1 % dan *superplasticizer* 1 % yaitu sebesar 64,779 MPa dan mengalami peningkatan sebesar 29,06 % terhadap beton normal. Kuat tekan terendah beton campuran terdapat pada penambahan karbon aktif tempurung kelapa 2 % dan *superplasticizer* 1 % yaitu sebesar 57,790 MPa dengan selisih perubahan 15,14 % terhadap beton normal.



## **BAB V**

### **KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis data yang dilakukan serta pembahasan yang telah diuraikan, maka dapat ditarik kesimpulan:

1. Beton campuran karbon aktif tempurung kelapa 1 % dan *superplasticizer* 1 % menunjukkan hasil optimal yaitu dengan kuat tekan sebesar 64,779 MPa.
2. Setiap persentase beton campuran mengalami kenaikan kuat tekan terhadap beton normal dengan persentase tertinggi sebesar 29,06 % pada beton campuran karbon aktif tempurung kelapa 1 % dan *superplasticizer* 1 %. Untuk persentase terendah yaitu sebesar 15,14 % pada beton campuran karbon aktif tempurung kelapa 2 % dan *superplasticizer* 1 %.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adamu, M., Ibrahim, Y. E., Elalaoui, O., Alanazi, H., & Ali, N. M. (2023). Modeling and Optimization of Date Palm Fiber Reinforced Concrete Modified with Powdered Activated Carbon under Elevated Temperature. *Sustainability (Switzerland)*, 15(8). <https://doi.org/10.3390/su15086369>
- Annual Book of ASTM Standars. (2002). *ASTM C 31 Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field*.
- Asrullah, A. (2020). Analisa Kuat Tekan Beton Dengan Menggunakan Sika Concrete Refair Mortar Dan Tempurung Kelapa Pada Campuran Beton K 300. *Jurnal Teknik Sipil*, 9(1), 10–15. <https://doi.org/10.36546/tekniksipil.v9i1.264>
- Badan Standarisasi Nasional. (1990). *SNI 03-1972-1990 Metode pengujian slump beton*.
- Badan Standarisasi Nasional. (2000a). *SNI 03-2834-2000 Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal*.
- Badan Standarisasi Nasional. (2000b). *SNI No. 03-6468-2000 (Pd T-18-1999-03)*.
- Badan Standarisasi Nasional. (2004). *Standar Nasional Indonesia 15-2049-2004 tentang Semen Portland Pozolan*.
- Chin, C. O., Yang, X., Kong, S. Y., Paul, S. C., Susilawati, & Wong, L. S. (2020). Mechanical and thermal properties of lightweight concrete incorporated with activated carbon as coarse aggregate. *Journal of Building Engineering*, 31(January), 101347. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2020.101347>
- Departemen Pekerjaan Umum. (1971). *Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBI - 1971)*.
- Departemen Pekerjaan Umum. (1990a). *SK SNI S-18-1990-03 Tentang Spesifikasi Bahan Tambahan untuk Beton*. Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- Departemen Pekerjaan Umum. (1990b). *SK SNI S -04-1989-F Spesifikasi Agregat sebagai Bahan Bangunan*.
- Departemen Pekerjaan Umum. (1990c). *SNI – 03 – 1974 – 1990 Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*.
- Kandi, Y. S., Ramang, R., & Cornelis, R. (2012). Substitusi Agregat Halus Beton Menggunakan Kapur Alam dan Menggunakan Pasir Laut pada Campuran Beton. *Jurnal Teknik Sipil*, 1(4), 74–86.
- Lestari, R. (2010). *Uji Kapasitas Adsorpsi Karbon Aktif Dari Barubara dan Tempurung Kelapa Untuk Penyimpanan Gas Hidrogen dan Metana*. Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- Mahoutian, M., Lubell, A. S., & Bindiganavile, V. S. (2015). Effect of powdered activated carbon on the air void characteristics of concrete containing fly ash. *Construction and Building Materials*, 80, 84–91. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.01.019>
- Mulyono, T. (2006). *Teknologi Beton Edisi II*. ed: Yogyakarta, Andi.
- Prayitno, S. (2018). *PENGARUH TERAK TUNGKU PABRIK GULA MADUKISMO SEBAGAI BAHAN TAMBAH TERHADAP KUAT TEKAN DAN TARIK BETON MUTU TINGGI (THE EFFECT OF SLAG MADUKISMO SUGAR MILLFURNACE AS THE ADDITIONAL MATERIAL TO THE COMPRESSIVE STRENGTH AND TENSILE STRENGTH OF HIGH QUALITY CO.*

- Ravitheja, A., Pavan Kumar, G., & Madhu Anjaneyulu, C. (2021). Impact on cementitious materials on high strength concrete-A review. *Materials Today: Proceedings*, 46(xxxx), 21–23. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.03.659>
- Tjokrodimuljo, K. (2007). Teknologi Beton. Biro Penerbit Teknik Sipil Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil dan Lingkungan. *Universitas Gadjah Mada Yogyakarta, Yogyakarta*.
- Zhang, Y., Wang, Y., Yang, C., Li, G., & Yan, H. (2017). Study on the reduction of radon exhalation rates of concrete with different activated carbon. *Key Engineering Materials*, 726 KEM(2), 558–563. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.726.558>

## LAMPIRAN



Material agregat halus dan agregat kasar



pencucian agregat halus



Pencucian agregat kasar



Oven agregat kasar dan agregat halus





Perendaman agregat halus



Perendaman agregat kasar



Analisa saringan agregat halus



Analisa saringan agregat kasar



Agregat untuk *mixing*



*Trial mix*





*Trial mix*



*Trial Mix*



*Trial Mix*



Karbon aktif tempurung kelapa



*Slump*



Perawatan beton



Caping beton





Benda uji



Hasil kuat tekan



Benda uji setelah di tekan

*Lampiran 1*

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JAKARTA**  
**FAKULTAS TEKNIK – JURUSAN SIPIL**

Jakarta, 01 Desember 2023

Hal : Tugas Akhir  
Lamp : 1. Foto Copy Transkrip  
2. Foto Copy Tanda Bukti  
Pembayaran K.R.S

Kepada Yth,  
Ketua Program Studi Teknik Sipil  
Fakultas Teknik UMJ  
di - Jakarta

*Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Yang bertanda tangan dibawah ini saya:

Nama : Satria Bagus Perdana  
No. Pokok : 2018410037  
Jurusan : **Teknik Sipil**

Mengajukan permohonan untuk melaksanakan Tugas Akhir di dalam semester ganjil, dimana persyaratan yang telah memungkinkan untuk pengambilan mata kuliah seperti dibawah ini disertai bukti – bukti terlampir :

1. Telah mengambil mata kuliah > 110 SKS atau semester 1 s/d VIII
2. Telah melunasi biaya kuliah (uang pokok dan pembayaran SKS Tugas Akhir)
3. Telah menyelesaikan Tugas Besar dari semester 1 s/d VIII dan tanda buktinya.
4. Telah lulus Ujian Seminar

Demikian permohonan ini saya ajukan untuk mendapatkan persetujuan. Atas persetujuan tersebut saya ucapkan terima kasih.

*Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Pemohon,



Satria Bagus Perdana

Tembusan :

1. Koordinator Tugas Akhir
2. Arsip

Lampiran 2

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JAKARTA**  
**FAKULTAS TEKNIK – JURUSAN SIPIL**

## **PENGAJUAN TUGAS AKHIR**

1. Permohonan No. : 026 / F4.1.1-UMJ / TA / X / 2023
2. Tanggal : 01 Oktober 2023
3. Materi Pembahasan : Material Konstruksi
4. Judul Tugas Akhir : Rasio Optimal *High Range Water Reducing*  
Sebagai *Admixture* dengan Karbon Aktif Organik  
Pada Campuran Beton Untuk Mencapai Kuat  
Tekan Beton Minimum 45 MPa.
5. Tugas akhir ini sebagai salah satu persyaratan untuk menempuh Ujian Sarjana  
Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Jakarta
6. Tugas Akhir ini dibuat oleh :  
Nama : Satria Bagus Perdana  
No. Pokok : 2018410037

Jakarta, 01 Desember 2023

Disetujui oleh,  
Pembimbing I

Tanjung Rahayu, ST., MT.

Mengetahui / Menyetujui  
Ketua Program Studi Teknik Sipil FT – UMJ

Ir. Trijeti, MT.

Lampiran 3

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JAKARTA**  
**FAKULTAS TEKNIK – JURUSAN SIPIL**

## **PENGAJUAN TUGAS AKHIR**

1. Permohonan No. : 026 / F4.1.1-UMJ / TA / X / 2023
2. Tanggal : 01 Oktober 2023
3. Materi Pembahasan : Material Konstruksi
4. Judul Tugas Akhir : Rasio Optimal *High Range Water Reducing*  
Sebagai *Admixture* dengan Karbon Aktif Organik  
Pada Campuran Beton Untuk Mencapai Kuat  
Tekan Beton Minimum 45 MPa.
5. Tugas akhir ini sebagai salah satu persyaratan untuk menempuh Ujian Sarjana  
Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Jakarta
6. Tugas Akhir ini dibuat oleh :  
Nama : Satria Bagus Perdana  
No. Pokok : 2018410037

Jakarta, 01 Desember 2023

Disetujui oleh,  
Pembimbing II

Andika Setiawan, ST., MT.

Mengetahui / Menyetujui  
Ketua Program Studi Teknik Sipil FT – UMJ

Ir. Trijeti, MT.



*Lampiran 4*

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JAKARTA**  
**FAKULTAS TEKNIK – JURUSAN SIPIL**

Jakarta, 01 Desember 2023

Nomor : 026 / F4.1.1-UMJ / TA / X / 2023 Kepada Yth,  
Hal : **Bimbingan Tugas Akhir** Tanjung Rahayu, ST., MT.  
Dosen Pembimbing I  
di - Jakarta

*Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Menerangkan bahwa mahasiswa yang tersebut dibawah ini :

Nama : Satria Bagus Perdana  
No. Pokok : 2018410037  
Jurusan : Teknik Sipil FT – UMJ

Sudah dapat diijinkan untuk mengambil Tugas Akhir dibawah bimbingan saudara.

Sebagai tambahan kami sampaikan bahwa Tugas Akhir ini harus diselesaikan oleh mahasiswa ybs. Pada akhir semester Ganjil / Genap 2023 / 2024, dengan catatan bila pada waktu tersebut Tugas Akhir belum selesai, maka Tugas Akhir tersebut dapat dilanjutkan setelah mendapat persetujuan dari Ketua Jurusan.

Demikian atas kesediaan dan persetujuannya, kami ucapkan terimakasih

*Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JAKARTA**  
**FAKULTAS TEKNIK**

---

Ketua Program Studi Teknik Sipil

Ir. Trijeti, MT.

*Lampiran 5*

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JAKARTA**  
**FAKULTAS TEKNIK – JURUSAN SIPIL**

Jakarta, 01 Desember 2023

Nomor : 026 / F4.1.1-UMJ / TA / X / 2023      Kepada Yth,  
Hal : **Bimbingan Tugas Akhir**                      Andika Setiawan, ST., MT.  
Dosen Pembimbing II  
di - Jakarta

*Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Menerangkan bahwa mahasiswa yang tersebut dibawah ini :

Nama : Satria Bagus Perdana  
No. Pokok : 2018410037  
Jurusan : Teknik Sipil FT – UMJ

Sudah dapat diijinkan untuk mengambil Tugas Akhir dibawah bimbingan saudara.

Sebagai tambahan kami sampaikan bahwa Tugas Akhir ini harus diselesaikan oleh mahasiswa ybs. Pada akhir semester Ganjil / Genap 2023 / 2024, dengan catatan bila pada waktu tersebut Tugas Akhir belum selesai, maka Tugas Akhir tersebut dapat dilanjutkan setelah mendapat persetujuan dari Ketua Jurusan.

Demikian atas kesediaan dan persetujuannya, kami ucapkan terimakasih

*Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JAKARTA**  
**FAKULTAS TEKNIK**

---

Ketua Program Studi Teknik Sipil

Ir. Trijeti, MT.

Lampiran 6

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JAKARTA**  
**FAKULTAS TEKNIK – JURUSAN SIPIL**

**TANDA BUKTI PERSETUJUAN**  
**BIMBINGAN TUGAS AKHIR**

Nama : Tanjung Rahayu, ST., MT.  
Dosen Pembimbing : I (satu)  
Jurusan : Teknik Sipil FT – UMJ

Dengan ini menyatakan persetujuan untuk membimbing mahasiswa dibawah ini dalam menyelesaikan Tugas Akhir :

Nama : Satria Bagus Perdana  
No. Pokok : 2018410037  
Judul : Rasio Optimal High Range Water Reducing  
Sebagai Admixture dengan Karbon Aktif Organik Pada  
Campuran Beton Untuk Mencapai Kuat Tekan Beton  
Minimum 45 MPa.  
Tahun Ajaran : 2023 / 2024

Jakarta, 01 Desember 2023

Mahasiswa Yang Bersangkutan

Dosen Pembimbing I



Satria Bagus Perdana

Tanjung Rahayu, ST., MT.

Mengetahui dan Menyetujui

Ketua Program Studi Teknik Sipil FT – UMJ

Ir. Trijeti, MT

Lampiran 7

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JAKARTA**  
**FAKULTAS TEKNIK – JURUSAN SIPIL**

**TANDA BUKTI PERSETUJUAN**  
**BIMBINGAN TUGAS AKHIR**

Nama : Andika Setiawan, ST., MT.  
Dosen Pembimbing : II (dua)  
Jurusan : Teknik Sipil FT – UMJ

Dengan ini menyatakan persetujuan untuk membimbing mahasiswa dibawah ini dalam menyelesaikan Tugas Akhir :

Nama : Satria Bagus Perdana  
No. Pokok : 2018410037  
Judul : Rasio Optimal High Range Water Reducing  
Sebagai Admixture dengan Karbon Aktif Organik Pada  
Campuran Beton Untuk Mencapai Kuat Tekan Beton  
Minimum 45 MPa.  
Tahun Ajaran : 2023 / 2024

Jakarta, 01 Desember 2023

Mahasiswa Yang Bersangkutan

Dosen Pembimbing II



Satria Bagus Perdana

Andika Setiawan, ST., MT.

Mengetahui dan Menyetujui

Ketua Program Studi Teknik Sipil FT – UMJ

Ir. Trijeti, MT.

*Lampiran 10*

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JAKARTA**  
**FAKULTAS TEKNIK – JURUSAN SIPIL**

Jakarta, 01 Desember 2023

Nomor : 026 / F4.1.1-UMJ / TA / X / 2023  
Hal : **Perpanjangan Bimbingan Tugas Akhir**

Kepada Yth,  
Tanjung Rahayu, ST., MT.  
Dosen Pembimbing I  
di - Jakarta

*Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Menerangkan bahwa mahasiswa yang tersebut dibawah ini :

Nama : Satria Bagus Perdana  
No. Pokok : 2018410037  
Jurusan : Teknik Sipil FT – UMJ

Sudah dapat diijinkan untuk mengambil Tugas Akhir dibawah bimbingan saudara.

Sebagai tambahan kami sampaikan bahwa Tugas Akhir ini harus diselesaikan oleh mahasiswa ybs. Pada akhir semester Ganjil / Genap 2023 / 2024, dengan catatan bila pada waktu tersebut Tugas Akhir belum selesai, maka Tugas Akhir tersebut dapat dilanjutkan setelah mendapat persetujuan dari Ketua Jurusan.

Demikian atas kesediaan dan persetujuannya, kami ucapkan terimakasih

*Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JAKARTA**  
**FAKULTAS TEKNIK**

---

Ketua Program Studi Teknik Sipil

Ir. Trijeti, MT.

*Lampiran 11*

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JAKARTA**  
**FAKULTAS TEKNIK – JURUSAN SIPIL**

Jakarta, 01 Desember 2023

Nomor : 026 / F4.1.1-UMJ / TA / X / 2023  
Hal : **Perpanjangan Bimbingan Tugas Akhir**

Kepada Yth,  
Andika Setiawan, ST., MT.  
Dosen Pembimbing II  
di - Jakarta

*Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Menerangkan bahwa mahasiswa yang tersebut dibawah ini :

Nama : Satria Bagus Perdana  
No. Pokok : 2018410037  
Jurusan : Teknik Sipil FT – UMJ

Sudah dapat diijinkan untuk mengambil Tugas Akhir dibawah bimbingan saudara.

Sebagai tambahan kami sampaikan bahwa Tugas Akhir ini harus diselesaikan oleh mahasiswa ybs. Pada akhir semester Ganjil / Genap 2023 / 2024, dengan catatan bila pada waktu tersebut Tugas Akhir belum selesai, maka Tugas Akhir tersebut dapat dilanjutkan setelah mendapat persetujuan dari Ketua Jurusan.

Demikian atas kesediaan dan persetujuannya, kami ucapkan terimakasih

*Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JAKARTA**  
**FAKULTAS TEKNIK**






---





Ketua Program Studi Teknik Sipil

Ir. Trijeti, MT.

**BIMBINGAN TUGAS AKHIR**

Nama : Satria Bagus Perdana  
NIM : 2018410037  
Judul : Rasio Optimal *High Range Water Reducing* Sebagai *Admixture* dengan Karbon Aktif Organik Pada Campuran Beton Untuk Mencapai Kuat Tekan Beton Minimum 45 MPa  
Tahun Ajaran : 2022 / 2023  
Pembimbing I : Tanjung Rahayu, ST., MT.





No	Hari / Tanggal	Catatan Pembimbing	Paraf
1.	02/11/2023	<ul style="list-style-type: none"><li>- gunakan material yang memenuhi spesifikasi SNI</li><li>- cari informasi material pada perusahaan beton ready mix</li></ul>	
2.	23/11/2023	<ul style="list-style-type: none"><li>- pengujian material mengacu pada standar</li><li>- cari nilai standar untuk mutu agregat halus dan kasar</li></ul>	
3.	29/11/2023	<ul style="list-style-type: none"><li>- pelajari perhitungan <i>mix design</i> berdasarkan SNI</li><li>- perbaiki grafik fas</li></ul>	
4.	11/01/2024	<ul style="list-style-type: none"><li>- kuat tekan beton rata-rata diambil dari pengujian kuat tekan yang telah diuji statistik student t</li><li>- cantumkan nilai standar untuk hasil uji material</li><li>- tampilkan nilai persentase perubahan setiap variasi</li></ul>	
5.	18/01/2024	<ul style="list-style-type: none"><li>- perbaiki penulisan judul tabel</li><li>- Beri penjelasan perhitungan volume dan faktor aman</li><li>- Buat tabel sendiri untuk hasil uji tekan pada 7 hari</li><li>- Gunakan konversi kuat tekan dari 7 hari ke 28 hari</li></ul>	





		- Grafik perubahan nilai kuat tekan di pindahkan ke analisa <i>student-T</i>	
6.	25/01/2024	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tambahkan sumber konversi kuat tekan</li> <li>- Buat tabel student t yang diterima dan tampilkan yang diterima saja bukan yang ditolak</li> <li>- Konsisten pada identifikasi masalah pernyataan atau pertanyaan</li> </ul>	
7.	01/02/2024	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lengkapi daftar isi, daftar gambar, dan daftar tabel</li> <li>- Tambahkan abstrak</li> <li>- Tambahkan daftar isi, daftar gambar dan daftar tabel</li> <li>- Tambahkan daftar pustaka</li> <li>- sesuaikan rumusan masalah, tuju-an, dan hipotesis</li> <li>- Cek sumber pada tabel batas gradasi apakah memang dikosongkan</li> <li>- Beri sumber dengan spasi 1</li> <li>- Spasi tabel 1, bukan 1,5</li> <li>- Konsisten penggunaan kata</li> <li>- Cek batas penulisan sub bab</li> <li>- Teliti penulisan istilah bahasa asing</li> <li>- Konsiten dengan tebal pada judul tabel</li> <li>- Cek kembali dan sesuaikan hasil penelitian</li> </ul>	
8.	06/02/2024	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sesuaikan tujuan penelitian dengan hipotesis</li> <li>- Perjelas refrensi nilai slump</li> <li>- Tabel perubahan persentase kuat tekan mengambil kuat tekan rata-rata bukan kuat tekan rencana</li> <li>- Kesimpulan harus sesuai dengan tujuan penelitian dan hipotesis</li> </ul>	
9	07/02/2024	<i>ACC untuk Sidang TA</i>	



**BIMBINGAN TUGAS AKHIR**

Nama : Satria Bagus Perdana  
NIM : 2018410037  
Judul : Rasio Optimal *High Range Water Reducing* Sebagai *Admixture* dengan Karbon Aktif Organik Pada Campuran Beton Untuk Mencapai Kuat Tekan Beton Minimum 45 MPa  
Tahun Ajaran : 2022 / 2023  
Pembimbing II : Andika Setiawan, ST., MT.

No	Hari / Tanggal	Catatan Pembimbing	Paraf
1.	01/12/2023	<ul style="list-style-type: none"><li>- uji kuat tekan 7 hari dari 3 sampel beton normal</li><li>- timbang beton</li><li>- cari jurnal beton mutu rendah</li><li>- cari jurnal perhitungan statistik beton terhadap kuat tekan</li></ul>	
2.	15/11/2023	<ul style="list-style-type: none"><li>- uji kuat tekan 14 dari 1 sampel dari setiap variasi</li><li>- perbaiki penulisan bab I dan bab III</li></ul>	
3.	08/01/2024	<ul style="list-style-type: none"><li>- perbaiki identifikasi masalah diubah menjadi sebuah pernyataan</li><li>- perbaiki penulisan tujuan penelitian</li></ul>	
4.	12/01/2024	<ul style="list-style-type: none"><li>- perbaiki penulisan flowchart bab III</li><li>- tambahkan tabel penambahan karbon aktif tempurung kelapa</li><li>- hasil dari perhitungan di bab IV menjawab perhitungan di bab III</li><li>- lampirkan data hasil analisis kuat tekan dan student-t</li></ul>	

5.	15/01/2024	<ul style="list-style-type: none"> <li>- perbaiki penulisan di tujuan penelitian untuk menjawab hipotesis</li> <li>- tambahkan tabel pengurangan airnya</li> <li>- perbaiki tabel lalu diberikan repeat header row</li> </ul>	
6.	26/01/2024	<ul style="list-style-type: none"> <li>- perbaiki penulisan cover</li> <li>- perbaiki daftar isi</li> <li>- perbaiki penulisan tujuan penelitian dan hipotesis bab I</li> </ul>	
7.	03/02/2024	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lakukan pengecekan kembali pada abstrak</li> <li>- Cek kembali tujuan penelitian</li> <li>- Tambahkan narasi sebelum membuat tabel</li> <li>- Sumber berada dipinggir kiri</li> <li>- Ceritakan tentang slump saja jangan keluar konteks</li> <li>- Cantumkan catatan singkatan benda uji di setiap selesai tabel yang ada kata tersebut</li> <li>- Tabel jangan berupa jpeg, buat ulang tabel dan hapus yang sekiranya tidak di gunakan dan ukuran font minimal 10</li> <li>- Repeat header tabel</li> <li>- Korelasi dimunculkan</li> <li>- Hapus grafik perubahan nilai kuat tekan tiap variasi</li> <li>- Perbaiki kalimat pada kesimpulan dan sesuaikan dengan tabel 4.33</li> </ul>	
8.	07/02/2024	<i>Disetujui untuk sidang Tugas Akhir</i>	



**RASIO OPTIMAL HIGH RANGE WATER REDUCING  
SEBAGAI ADMIXTURE DENGAN KARBON AKTIF  
ORGANIK PADA CAMPURAN BETON UNTUK MENCAPAI  
KUAT TEKAN BETON MINIMUM 45 MPa**

**Satria Bagus Perdana  
2018410037**

**Dosen Pembimbing I  
Tanjung Rahayu, ST., MT.**

**Dosen Pembimbing II  
Andika Setiawan, ST., MT.**

## BAB I PENDAHULUAN

Latar belakang, identifikasi masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian dan hipotesis

**BAB II LANDASAN TEORI**  
Beton, bahan tambah,  
superplasticizer dan karbon aktif

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Alur penelitian, ruang lingkup, variasi campuran, metode penelitian dan material

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian material, nilai *slump*, *pengujian kuat tekan* dan *student-T*

## BAB V KESIMPULAN

# LATAR BELAKANG

Beton merupakan salah satu material yang sangat penting digunakan pada struktur bangunan. Umumnya tersusun dari tiga bahan penyusun utama yaitu semen, agregat, dan air. Jika diperlukan dapat ditambahkan bahan tambah (*admixture*).

Sesuai dengan perkembangan teknologi, keperluan beton yang kukuh serta kuat semakin diminati. Beton mutu tinggi yang tercantum dalam SNI 03-6468-2000 disyaratkan lebih besar sama dengan 41,4 MPa.

Banyak penelitian dan percobaan sudah dilakukan sebagai cara untuk meningkatkan kualitas beton dan menjawab tuntutan yang meningkat terhadap pemakaian beton.

Dengan melakukan pencampuran aditif seperti *superplasticizers* diharapkan dapat meningkatkan kekuatan beton dan karbon aktif mengurangi rongga udara dalam beton, yang mengarah ke kuat tekan yang lebih tinggi.

← Back

## IDENTIFIKASI MASALAH

1. Apakah penambahan superplasticizer sebagai high range water reducing admixture serta karbon aktif tempurung kelapa dapat mempengaruhi nilai kuat tekan beton mutu tinggi?
2. Bagaimana penambahan superplasticizer serta karbon aktif tempurung kelapa yang baik agar beton campuran mencapai kuat tekan rencana?
3. Apakah ada perbedaan signifikan terhadap kuat tekan beton normal pada setiap variasi yang ditinjau pada umur 28 hari dengan penambahan superplasticizer dan karbon aktif tempurung kelapa?

## RUMUSAN MASALAH

1. Berapa rasio optimal campuran superplasticizer dan karbon aktif tempurung kelapa untuk mencapai kuat tekan minimum 45 MPa?
2. Berapa persentase selisih kenaikan nilai kuat tekan dari setiap variasi rasio optimal beton campuran terhadap beton normal?

## TUJUAN PENELITIAN

1. Untuk menganalisis hasil persentase aditif tertinggi pada beton agar mencapai kuat tekan minimum 45 MPa.
2. Untuk mengetahui persentase selisih kenaikan nilai kuat tekan beton dari setiap variasi rasio beton campuran terhadap beton normal.

## HIPOTESIS

1. Kuat tekan beton pada persentase campuran superplasticizer 1% serta karbon aktif tempurung kelapa 0 %, 0,5 %, 1 %, 1,5 % dan 2 % akan mencapai kuat tekan minimum 45 MPa.
2. Penambahan variasi rasio optimal campuran superplasticizer 1% serta karbon aktif tempurung kelapa 0,5 %, 1 %, 1,5 % dan 2 % akan mengalami kenaikan 2 % – 5 % dari beton normal.

# LANDASAN TEORI

## PENGERTIAN BETON

Berdasarkan SNI 2847:2013, beton adalah campuran antara semen portland atau semen hidrolis yang lain, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk massa padat. Seiring dengan penambahan umur, beton akan semakin mengeras dan akan mencapai kekuatan rencana ( $f'_c$ ) pada usia 28 hari.

## BAHAN TAMBAH

Bahan tambah adalah suatu bahan berupa bubuk atau cairan, yang ditambahkan ke dalam campuran material beton selama pengadukan, dengan tujuan untuk mengubah sifat dan karakteristik beton. karena penggunaan bahan tambah tersebut cenderung sebagai substitusi campuran beton itu sendiri.



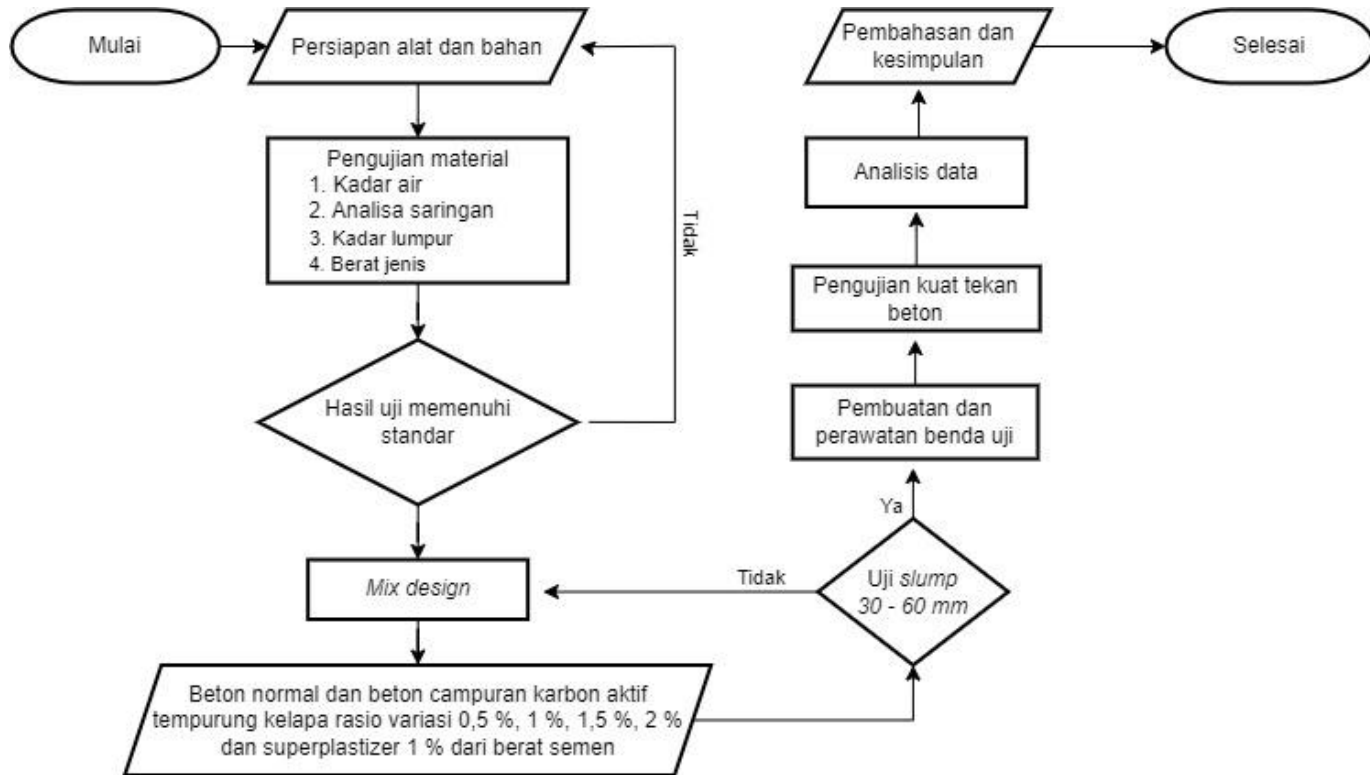
## Superplasticizer

*Superplasticizer* adalah salah satu jenis bahan tambah *High range water reducing* (HRWR) digunakan untuk mendapatkan tingkat konsistensi yang ditetapkan spesifikasi dengan mengurangi berat air dengan tujuan dapat meningkatkan nilai *slump* untuk memudahkan *workability*.

## Karbon Aktif

Karbon aktif adalah suatu produk yang diperoleh dari proses karbonasi dan merupakan residu yang sebagian besar komponennya adalah karbon dan terjadi karena penguraian akibat perlakuan panas buatan karbon aktif dipengaruhi oleh proses aktivasi.

# Alur Penelitian



## RUANG LINGKUP PENELITIAN

Penelitian ini merupakan suatu percobaan di laboratorium yang dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh karbon aktif tempurung kelapa dan bahan aditif superplasticizer sebagai bahan tambah semen.

## VARIASI RASIO CAMPURAN BENDA UJI

Dalam penelitian ini adalah beton mutu tinggi yang menggunakan bahan tambah berupa karbon aktif tempurung kelapa dengan variasi 0 %, 0,5 %, 1 %, 1,5 %, 2 % dan superplasticizer 1 % dari berat semen. Dengan jumlah benda uji 40 sampel dan masing-masing variasi terdiri dari 8 sampel.

## METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini dilakukan dengan pendekatan eksperimen di laboratorium, yaitu mencari nilai kuat tekan beton dari masing-masing sampel beton. mengacu pada peraturan-peraturan konstruksi yang digunakan di Indonesia yaitu SNI 03-2834-2000

# MATERIAL

## SEMEN

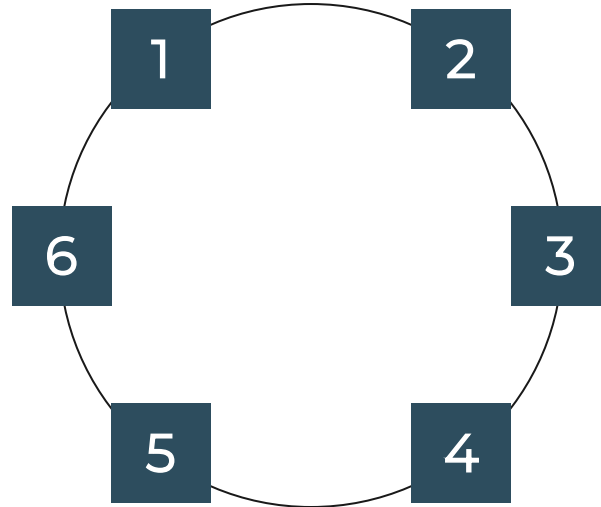
Semen *Portland* tipe I

## *SUPERPLASTICIZER*

Bitaplas super Bital Asia

## KARBON AKTIF

Berbahan Tempurung Kelapa Ashita Carb



## AGREGAT HALUS

Pasir Tayan

## AGREGAT KASAR

Batu pecah dari Pamoyangan Bogor

## AIR

Air tawar  
Laboratorium FT-UMJ



# PENGUJIAN MATERIAL

## Kadar Air

### AGREGAT HALUS

No	Keterangan	Sat	Sampel			
			1	2	3	4
1	Massa wadah ( $M_1$ )	gr	52	52	54	53
2	Massa wadah + contoh basah ( $M_2$ )	gr	1052	1052	1054	1053
3	Massa contoh basah ( $M_3$ )	gr	1000	1000	1000	1000
4	Massa wadah + contoh kering ( $M_4$ )	gr	1050	1043	1053	1049
5	Massa contoh kering ( $M_5$ )	gr	998	991	999	996
6	Kadar air ( $M_6$ )	%	0,2	0,9	0,1	0,4
Rata-rata		%	0,4 %			

Sumber: Hasil penelitian, 2024

### AGREGAT KASAR

No	Keterangan	Sat	Sampel			
			1	2	3	4
1	Massa wadah ( $M_1$ )	gr	221	200	155	154
2	Massa wadah + contoh basah ( $M_2$ )	gr	1221	1200	1155	1154
3	Massa contoh basah ( $M_3$ )	gr	1000	1000	1000	1000
4	Massa wadah + contoh kering ( $M_4$ )	gr	1201	1174	1130	1124
5	Massa contoh kering ( $M_5$ )	gr	980	974	974	970
6	Kadar air ( $M_6$ )	%	2	2,7	2,6	3,2
Rata-rata		%	2,6			

Sumber: Hasil penelitian, 2024

Dari hasil tabel di atas, menurut SNI 03-1971-1990 tentang kadar air agregat, syarat kadar air agregat adalah 3 % - 5 %, dapat diperoleh bahwa agregat halus mengandung kadar air sebesar 0,4 % dan agregat kasar mengandung kadar air sebesar 2,6 %. Dengan diketahuinya kadar air yang terkandung dalam agregat, maka perencanaan mix design menjadi lebih akurat karena adanya faktor koreksi kadar air campuran beton.

# PENGUJIAN MATERIAL

## Kadar Lumpur

### AGREGAT HALUS

No	Keterangan	Sat	Sampel			
			1	2	3	4
1	Volume lumpur (ml)	ml	0,5	0,8	0,8	1
2	Volume seluruh (ml)	ml	195	195	198	204
3	Kadar lumpur	%	0,256	0,410	0,404	0,490
4	Rata-rata	%	0,390			

Sumber: Hasil penelitian, 2024

### AGREGAT KASAR

No	Keterangan	Sat	Sampel			
			1	2	3	4
1	Massa benda uji semula ( $M_1$ )	gr	1000	1000	1000	1000
2	Massa talam ( $M_2$ )	gr	110	162	148	107
3	Massa kering oven benda uji ( $M_3$ )	gr	1,078	1,132	1,118	1,074
4	Benda uji tertahan saringan no. 200( $M_4$ )	gr	968	970	970	967
6	Kadar lumpur	%	3,2	3	3	3,3
Rata – rata		%	3,12			

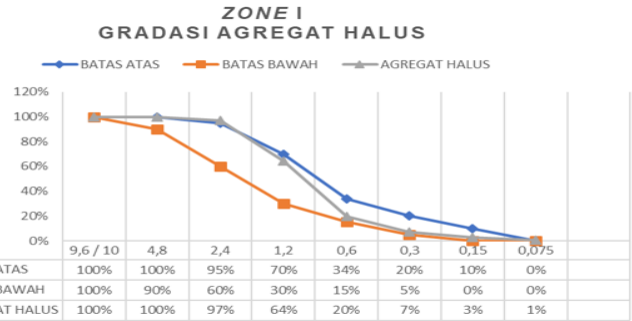
Sumber: Hasil penelitian, 2024

Dari hasil tabel di atas, diperoleh bahwa agregat halus mengandung kadar lumpur kurang dari 5 % yaitu sebesar 0,390 % dan untuk agregat kasar mengandung kadar lumpur lebih dari 1 % yaitu sebesar 3,12 %. Menurut SK SNI S-04-1989-F tentang kadar lumpur agregat, maka agregat kasar perlu dicuci terlebih dahulu sebelum digunakan dan agregat halus tidak perlu dicuci dahulu sebelum digunakan untuk campuran *mix design*.

# PENGUJIAN MATERIAL

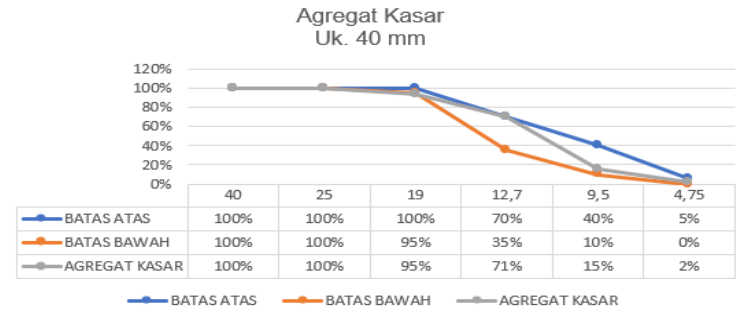
## Analisa Saringan

### AGREGAT HALUS



Sumber: Analisis, 2024

### AGREGAT KASAR



Sumber: Analisis, 2024

Berdasarkan zona batas gradasi agregat halus. Menurut SNI 03-2834-2000, gradasi pasir Tayan yang digunakan masuk dalam kategori gradasi zone I (pasir kasar) dengan modulus kehalusan rata-rata sebesar 3,10. Sedangkan agregat kasar diperoleh hasil bahwa gradasi batu pecah Pamoyanan Bogor masuk ke dalam gradasi ukuran maks. 40 mm dengan modulus kehalusan rata-rata sebesar 6,21.

# MIX DESIGN

Mix design dilakukan untuk merencanakan proporsi campuran beton untuk menghasilkan mutu beton sesuai dengan rencana. Tabel perencanaan campuran mix design menggunakan SNI 03-2834-2000

## PROPORSI CAMPURAN BETON NORMAL

No	Material	Keterangan	Jumlah Kebutuhan
1	Semen	473 x volume silinder (0,0053 m <sup>3</sup> ) x faktor aman (1,1) x 8 silinder	22,02 Kg
2	Air	170 x volume silinder (0,0053 m <sup>3</sup> ) x faktor aman (1,1) x 8 silinder	7,93 Kg
3	Agregat halus	594 x volume silinder (0,0053 m <sup>3</sup> ) x faktor aman (1,1) x 8 silinder	27,72 Kg
4	Agregat kasar	1154 x volume silinder (0,0053 m <sup>3</sup> ) x faktor aman (1,1) x 8 silinder	53,80 Kg

## Mix design beton fc' 45 Mpa

NO	URAIAN	TABEL / GRAFIK HITUNGAN	NILAI	
1	Kuat Tekan Rencana (Fc')	<i>Ditetapkan</i>	45	Mpa pada 28 hari (silinder)
2	Standart Deviasi (SD)	<i>Tabel 1 / Diketahui</i>	0	
3	Nilai Tambah (Margin)	<i>1,64 x SD</i>	12	Mpa
4	Target Kuat Tekan Rata-Rata (Fc'r)	<i>1 + 3</i>	57	
5	Jenis Semen Portland	<i>Ditetapkan</i>	Tiga Roda Type 1	
6	Jenis Agregat Kasar	<i>Alami/Batu Pecah</i>	Batu Pecah Pamoyangan	
7	Jenis Agregat Halus	<i>Alami/Batu Pecah</i>	Pasir Tayan	
8	Faktor Air Semen (FAS) Bebas	<i>Tabel 2, Grafik 1</i>	0,36	
9	Faktor Air Semen Maksimum	<i>Tabel 3 (ambil nilai terkecil)</i>	0,6	
10	Nilai Slump	<i>Ditetapkan</i>	30 - 60	mm
11	Ukuran Agregat Maksimum	<i>Ditetapkan</i>	40	mm
12	Kadar Air Bebas	<i>Tabel 5</i>	170	Ltr
13	Kadar Semen	<i>12/9</i>	472	Kg
14	Kadar Semen Minimum	<i>Tabel 6a</i>	275	Kg
15	FAS Yang Disesuaikan	<i>Dihitung</i>	165	Ltr
16	Susunan Analisa Butir Agregat	<i>Tabel 7</i>	Zona 1 (Kasar)	
17	Persentase Agregat Halus	<i>Grafik 2a / b / c</i>	34	%
18	Persentase Agregat Kasar	<i>100% - 17</i>	66	%
19	Berat Jenis Agregat Halus	<i>Ditetapkan</i>	2,67	
20	Berat Jenis Agregat Kasar	<i>Ditetapkan</i>	2,56	
21	Berat Jenis Agregat Campuran	<i>Dihitung</i>	2,60	
22	Berat Isi Beton Segar	<i>Grafik 3</i>	2390	Kg/m <sup>3</sup>
23	Kadar Agregat Gabungan	<i>22 - 12 - 13</i>	1748	Kg/m <sup>3</sup>
24	Kadar Agregat Halus	<i>17 x 23</i>	594	Kg/m <sup>3</sup>
25	Kadar Agregat Kasar	<i>23 - 24</i>	1154	Kg/m <sup>3</sup>



## PROPORSI BETON CAMPURAN KATK 0,5 % DAN SUPERPLASTICIZER 1 %

No	Material	Keterangan	Jumlah Kebutuhan
1	Semen	Tabel formula <i>mix design</i> no. 13	21,91 Kg
2	Air	Tabel formula <i>mix design</i> no. 12	7,70 Kg
3	Agregat halus	Tabel formula <i>mix design</i> no. 24	27,72 Kg
4	Agregat kasar	Tabel formula <i>mix design</i> no. 25	53,80 Kg
5	Karbon Aktif TK	0,5 % dari berat semen	0,11 Kg
6	<i>Superplastisizer</i>	1 % dari berat semen	0,22 Kg

## PROPORSI BETON CAMPURAN KATK 1 % DAN SUPERPLASTICIZER 1 %

No	Material	Keterangan	Jumlah Kebutuhan
1	Semen	Tabel formula <i>mix design</i> no. 13	21,80 Kg
2	Air	Tabel formula <i>mix design</i> no. 12	7,70 Kg
3	Agregat halus	Tabel formula <i>mix design</i> no. 24	27,72 Kg
4	Agregat kasar	Tabel formula <i>mix design</i> no. 25	53,80 Kg
5	Karbon Aktif TK	1 % dari berat semen	0,22 Kg
6	<i>Superplastisizer</i>	1 % dari berat semen	0,22 Kg

## PROPORSI BETON CAMPURAN KATK 1,5 % DAN SUPERPLASTICIZER 1 %

No	Material	Keterangan	Jumlah Kebutuhan
1	Semen	Tabel formula <i>mix design</i> no. 13	21,80 Kg
2	Air	Tabel formula <i>mix design</i> no. 12	7,70 Kg
3	Agregat halus	Tabel formula <i>mix design</i> no. 24	27,72 Kg
4	Agregat kasar	Tabel formula <i>mix design</i> no. 25	53,80 Kg
5	Karbon Aktif TK	1,5 % dari berat semen	0,22 Kg
6	<i>Superplastisizer</i>	1 % dari berat semen	0,33 Kg

## PROPORSI BETON CAMPURAN KATK 2 % DAN SUPERPLASTICIZER 1 %

No	Material	Keterangan	Jumlah Kebutuhan
1	Semen	Tabel formula <i>mix design</i> no. 13	21,80 Kg
2	Air	Tabel formula <i>mix design</i> no. 12	7,70 Kg
3	Agregat halus	Tabel formula <i>mix design</i> no. 24	27,72 Kg
4	Agregat kasar	Tabel formula <i>mix design</i> no. 25	53,80 Kg
5	Karbon Aktif TK	2 % dari berat semen	0,22 Kg
6	<i>Superplastisizer</i>	1 % dari berat semen	0,44 Kg

# NILAI *SLUMP*

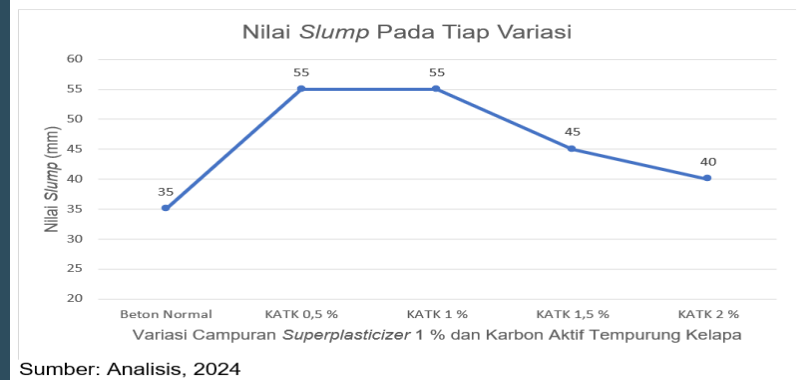
## HASIL UJI *SLUMP*

Benda Uji	H (mm)	Syarat (mm)	Keterangan
Beton Normal	35	30-60	Memenuhi
KATK 0,5 %	55	30-60	Memenuhi
KATK 1 %	55	30-60	Memenuhi
KATK 1,5 %	45	30-60	Memenuhi
KATK 2,5 %	40	30-60	Memenuhi

Catatan: KATK adalah karbon aktif tempurung kelapa

Sumber: Hasil penelitian, 2024

## GRAFIK NILAI *SLUMP*



Beton mutu tinggi menggunakan nilai FAS rendah, berarti air yang digunakan sangat sedikit, sehingga nilai slump rendah. Pada penelitian ini nilai slump yang direncanakan berkisar antara 30–60 mm sesuai dengan syarat SNI 03–2834–2000.

# PENGUJIAN KUAT TEKAN

Data perhitungan kuat tekan didapat dari hasil pengujian sampel penelitian yang diambil dan selanjutnya akan ditentukan besarnya kuat tekan beton pada masing-masing variasi yaitu 0 %, 0,5 %, 1 %, 1,5% dan 2 %.

## Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton 7 Hari

Sampel	Umur	Kuat Tekan (MPa)	Faktor Konversi	Kuat Tekan (MPa) 28 Hari
BN 1	7	41,27	0,81	50,95
BN 2	7	40,76	0,81	50,32
BN 3	7	41,61	0,81	51,37

Sumber: Analisis, 2024

## Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton 28 Hari

No	Kode Benda Uji	Luas Penampang (mm <sup>2</sup> )	Gaya Tekan (N)	Kuat Tekan (MPa)	Rata-Rata (MPa)
1	BN 1	17662,5	729000	50,96	50,08
2	BN 2	17662,5	720000	50,33	
3	BN 3	17662,5	735000	51,37	
4	BN 4	17662,5	850000	48,12	
5	BN 5	17662,5	895000	50,67	
6	BN 6	17662,5	880000	49,82	
7	BN 7	17662,5	870000	49,26	
8	BN 8	17662,5	885000	50,11	
9	KATK 0,5 % 1	17662,5	1045000	59,16	63,45
10	KATK 0,5 % 2	17662,5	1070000	60,58	
11	KATK 0,5 % 3	17662,5	1190000	67,37	
12	KATK 0,5 % 4	17662,5	1090000	61,71	
13	KATK 0,5 % 5	17662,5	1150000	65,11	
14	KATK 0,5 % 6	17662,5	1245000	70,49	
15	KATK 0,5 % 7	17662,5	1115000	63,13	
16	KATK 0,5 % 8	17662,5	1060000	60,01	
17	KATK 1 % 1	17662,5	975000	55,20	61,71
18	KATK 1 % 2	17662,5	1180000	66,81	
19	KATK 1 % 3	17662,5	1115000	63,13	
20	KATK 1 % 4	17662,5	1165000	65,96	
21	KATK 1 % 5	17662,5	1175000	66,53	
22	KATK 1 % 6	17662,5	880000	49,82	
23	KATK 1 % 7	17662,5	1110000	62,85	
24	KATK 1 % 8	17662,5	1120000	63,41	
25	KATK 1,5 % 1	17662,5	1190000	67,37	60,83
26	KATK 1,5 % 2	17662,5	1135000	64,26	
27	KATK 1,5 % 3	17662,5	1185000	67,09	
28	KATK 1,5 % 4	17662,5	885000	50,11	
29	KATK 1,5 % 5	17662,5	1195000	67,66	
30	KATK 1,5 % 6	17662,5	885000	50,11	
31	KATK 1,5 % 7	17662,5	1035000	58,60	
32	KATK 1,5 % 8	17662,5	1085000	61,43	
33	KATK 2 % 1	17662,5	940000	53,22	54,14
34	KATK 2 % 2	17662,5	1015000	57,47	
35	KATK 2 % 3	17662,5	1060000	60,01	
36	KATK 2 % 4	17662,5	1105000	62,56	
37	KATK 2 % 5	17662,5	1125000	63,69	
38	KATK 2 % 6	17662,5	1145000	64,83	
39	KATK 2 % 7	17662,5	755000	42,75	
40	KATK 2 % 8	17662,5	505000	28,59	

Catatan: BN adalah beton normal


KATK adalah karbon aktif tempurung kelapa

Sumber: Hasil penelitian, 2024



## ANALISA *STUDENT-T*

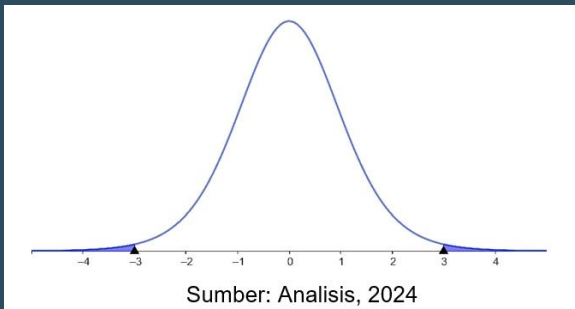
Data-data dari hasil pengujian kuat tekan beton yang telah dikumpulkan kemudian diuji dengan student-T, hal ini bertujuan untuk mengukur tingkat signifikansi data yang telah didapatkan. Pada pengujian ini digunakan interval konfiden 98 % dengan toleransi kesalahan yang diijinkan sebesar 2 %, sedangkan sisanya yaitu 98 % adalah data-data yang dapat dipercaya.



# Batas Nilai T tabel

Berdasarkan tabel tentang distribusi ambang batas nilai T tabel (two tail), analisa student-T menggunakan nilai T tabel =  $t_{0,98}(7) = 2,998$  sehingga  $t = \pm 2,998$  dan nilai T hitung setiap 8 sampel per variasi dari benda uji dapat diterima jika memiliki nilai T hitung yang berada diantara nilai T-tabel dan nilai T+ tabel.

## Gaya Sebaran Berdasarkan Nilai T tabel



# Distribusi ambang batas nilai T tabel

<b>t Table</b>		$t_{.50}$	$t_{.75}$	$t_{.90}$	$t_{.95}$	$t_{.98}$	$t_{.99}$	$t_{.995}$	$t_{.999}$	$t_{.9995}$		
cum. prob one-tail	two-tails	0.50	0.25	0.20	0.15	0.10	0.05	0.025	0.01	0.005	0.002	0.0005
1	0.000	1.000	1.376	1.963	3.078	6.314	12.71	31.82	63.66	318.31	636.62	31.599
2	0.000	0.816	1.061	1.386	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	22.327	31.599	12.924
3	0.000	0.765	0.978	1.250	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	10.215	12.924	8.610
4	0.000	0.741	0.941	1.190	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	7.173	8.610	6.869
5	0.000	0.727	0.920	1.156	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	5.893	6.869	5.959
6	0.000	0.718	0.906	1.134	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	5.208	5.959	5.408
7	0.000	0.711	0.896	1.119	1.416	1.896	2.365	2.998	3.499	4.785	5.408	5.041
8	0.000	0.706	0.889	1.108	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	4.501	5.041	4.781
9	0.000	0.703	0.883	1.100	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	4.297	4.781	4.587
10	0.000	0.700	0.879	1.093	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	4.144	4.587	4.437
11	0.000	0.697	0.876	1.088	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	4.025	4.437	4.318
12	0.000	0.695	0.873	1.083	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	3.930	4.318	4.221
13	0.000	0.694	0.870	1.079	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	3.852	4.221	4.140
14	0.000	0.692	0.868	1.076	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	3.787	4.140	4.073
15	0.000	0.691	0.866	1.074	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	3.733	4.073	4.015
16	0.000	0.690	0.865	1.071	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	3.686	4.015	3.965
17	0.000	0.689	0.863	1.069	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.646	3.965	3.922
18	0.000	0.688	0.862	1.067	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.610	3.922	3.883
19	0.000	0.688	0.861	1.066	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.579	3.883	3.850
20	0.000	0.687	0.860	1.064	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.552	3.850	3.819
21	0.000	0.686	0.859	1.063	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.527	3.819	3.792
22	0.000	0.686	0.858	1.061	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.505	3.792	3.768
23	0.000	0.685	0.858	1.060	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.485	3.768	3.745
24	0.000	0.685	0.857	1.059	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.467	3.745	3.725
25	0.000	0.684	0.856	1.058	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.450	3.725	3.707
26	0.000	0.684	0.856	1.058	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.435	3.707	3.690
27	0.000	0.684	0.855	1.057	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.421	3.690	3.674
28	0.000	0.683	0.855	1.056	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.408	3.674	3.659
29	0.000	0.683	0.854	1.055	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.396	3.659	3.646
30	0.000	0.683	0.854	1.055	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.385	3.646	3.551
40	0.000	0.681	0.851	1.050	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	3.307	3.551	3.460
60	0.000	0.679	0.848	1.045	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660	3.232	3.460	3.416
80	0.000	0.678	0.846	1.043	1.292	1.664	1.990	2.374	2.639	3.195	3.416	3.390
100	0.000	0.677	0.845	1.042	1.290	1.660	1.984	2.364	2.626	3.174	3.390	3.300
1000	0.000	0.675	0.842	1.037	1.282	1.646	1.962	2.330	2.581	3.098	3.300	3.291
<b>Z</b>	0.000	0.674	0.842	1.036	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	3.090	3.291	3.291
		0%	50%	60%	70%	80%	90%	95%	98%	99%	99.8%	99.9%
		<b>Confidence Level</b>										

## BETON NORMAL

No	Kuat Tekan (Mpa)	$\bar{x}$	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$	s	T Hitung	T Tabel		Keterangan
							Batas Kiri	Batas kanan	
1	50,96	50,08	0,88	0,77	1,03	2,40	-2,998	2,998	Diterima
2	50,33		0,25	0,06		0,68			Diterima
3	51,37		1,29	1,68		3,56			Ditolak
4	48,12		-1,96	3,82		-5,37			Ditolak
5	50,67		0,59	0,35		1,63			Diterima
6	49,82		-0,26	0,07		-0,71			Diterima
7	49,26		-0,82	0,68		-2,26			Diterima
8	50,11		0,03	0,00		0,07			Diterima
$\Sigma$	371,63		7,43						
Rata-rata hasil yang diterima adalah						50,190 MPa			

Sumber: Hasil penelitian, 2024

## PROPORSI BETON CAMPURAN KATK 0,5 % DAN SUPERPLASTICIZER 1 %

No	Kuat Tekan (Mpa)	$\bar{x}$	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$	s	T Hitung	T Tabel		Keterangan
							Batas Kiri	Batas kanan	
1	59,16	63,45	-4,28	18,33	3,95	-3,07	-2,998	2,998	Ditolak
2	60,58		-2,87	8,22		-2,05			Diterima
3	67,37		3,93	15,43		2,81			Diterima
4	61,71		-1,73	3,01		-1,24			Diterima
5	65,11		1,66	2,77		1,19			Diterima
6	70,49		7,04	49,59		5,04			Ditolak
7	63,13		-0,32	0,10		-0,23			Diterima
8	60,01		-3,43	11,78		-2,46			Diterima
$\Sigma$	507,57		109,22						
Rata-rata hasil yang diterima adalah						62,987 MPa			

Sumber: Hasil penelitian, 2024

## PROPORSI BETON CAMPURAN KATK1 % DAN SUPERPLASTICIZER 1 %

No	Kuat Tekan (Mpa)	$\bar{x}$	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$	s	T Hitung	T Tabel		Keterangan
							Batas Kiri	Batas kanan	
1	55,20	61,71	-6,51	42,39	6,06	-3,04	-2,998	2,998	Ditolak
2	66,81		5,10	25,96		2,38			Diterima
3	63,13		1,42	2,00		0,66			Diterima
4	65,96		4,25	18,03		1,98			Diterima
5	66,53		4,81	23,16		2,25			Diterima
6	49,82		-11,89	141,36		-5,55			Ditolak
7	62,85		1,13	1,28		0,53			Diterima
8	63,41		1,70	2,88		0,79			Diterima
$\Sigma$	493,70		257,08						
Rata-rata hasil yang diterima adalah						64,779 MPa			

Sumber: Hasil penelitian, 2024

## PROPORSI BETON CAMPURAN KATK 1,5 % DAN SUPERPLASTICIZER 1 %

No	Kuat Tekan (Mpa)	$\bar{x}$	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$	s	T Hitung	T Tabel		Keterangan
							Batas Kiri	Batas kanan	
1	67,37	60,83	6,55	42,39	7,33	2,53	-2,998	2,998	Diterima
2	64,26		3,43	25,96		1,33			Diterima
3	67,09		6,26	2,00		2,42			Diterima
4	50,11		-10,72	18,03		-4,14			Ditolak
5	67,66		6,83	23,16		2,64			Diterima
6	50,11		-10,72	141,36		-4,14			Ditolak
7	58,60		-2,23	1,28		-0,86			Diterima
8	61,43		0,60	2,88		0,23			Diterima
$\Sigma$	486,62		257,08						
Rata-rata hasil yang diterima adalah						64,420 MPa			

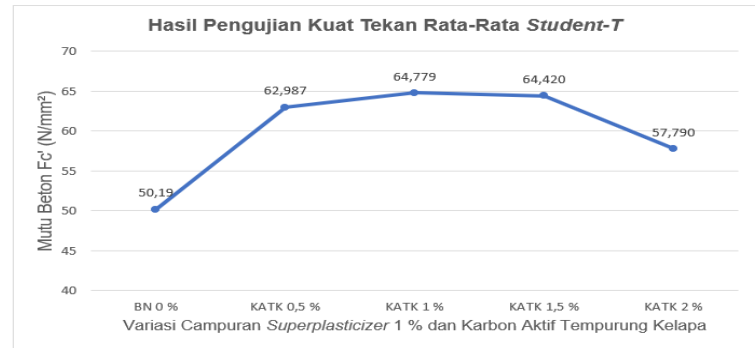
Sumber: Hasil penelitian, 2024

## BETON CAMPURAN KATK 2 % DAN SUPERPLASTICIZER 1 %

No	Kuat Tekan (Mpa)	$\bar{x}$	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$	s	T Hitung	T Tabel		Keterangan
							Batas Kiri	Batas kanan	
1	53,22	54,14	-0,92	0,85	12,57	-0,21	-2,998	2,998	Diterima
2	57,47		3,33	11,06		0,75			Diterima
3	60,01		5,87	34,50		1,32			Diterima
4	62,56		8,42	70,93		1,90			Diterima
5	63,69		9,55	91,28		2,15			Diterima
6	64,83		10,69	114,20		2,41			Diterima
7	42,75		-11,39	129,83		-2,56			Diterima
8	28,59		-25,55	652,72		-5,75			Ditolak
$\Sigma$	433,12			1105,3					
<b>Rata-rata hasil yang diterima adalah</b>						<b>57,790 MPa</b>			

Sumber: Hasil penelitian, 2024

## GRAFIK HASIL PENGUJIAN KUAT TEKAN RATA-RATA STUDENT-T



Sumber: Analisis, 2024

## PERSENTASE PERUBAHAN KUAT TEKAN RATA-RATA

Kode Benda Uji	Kuat Tekan Rencana (MPa)	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)	Persentase Perubahan Terhadap Kuat Tekan (%)
BN 0 %	45	50,190	0
KATK 0,5 %	45	62,987	25,49
KATK 1 %	45	64,779	29,06
KATK 1,5 %	45	64,420	28,35
KATK 2 %	45	57,790	15,14

Catatan: BN adalah beton normal

KATK adalah karbon aktif tempurung kelapa

Sumber: Analisis, 2024

Dari hasil penelitian menggunakan analisa *student-T* beton normal diperoleh kuat tekan rata-rata sebesar 50,190 MPa. Pada Gambar 4.5 dapat dilihat bahwa kuat tekan rata-rata beton tertinggi dengan penambahan karbon aktif tempurung kelapa 1 % dan *superplasticizer* 1 % yaitu sebesar 64,779 MPa dan mengalami peningkatan sebesar 29,06 % terhadap beton normal. Kuat tekan terendah beton campuran terdapat pada penambahan karbon aktif tempurung kelapa 2 % dan *superplasticizer* 1 % yaitu sebesar 57,790 MPa dengan selisih perubahan 15,14 % terhadap beton normal.

## KESIMPULAN

1. Beton campuran karbon aktif tempurung kelapa 1 % dan *superplasticizer* 1 % menunjukkan hasil optimal yaitu dengan kuat tekan sebesar 64,779 MPa.
2. Setiap persentase beton campuran mengalami kenaikan kuat tekan terhadap beton normal dengan persentase tertinggi sebesar 29,06 % pada beton campuran karbon aktif tempurung kelapa 1 % dan *superplasticizer* 1 %. Untuk persentase terendah yaitu sebesar 15,14 % pada beton campuran karbon aktif tempurung kelapa 2 % dan *superplasticizer* 1 %.





TERIMAKASIH



## Berita Acara dan Penilaian Sidang TA

Setiap penguji wajib mengisikan untuk Berita Acara Revisi dan Nilai Hasil Sidang Tugas Akhir.

[nurlaelah@umj.ac.id](mailto:nurlaelah@umj.ac.id) [Ganti akun](#)

 Tidak dibagikan

 Draf disimpan

\* Menunjukkan pertanyaan yang wajib diisi

NIM \*

2018410037 (Satria Bagus Perdana)

Nama Penguji \*

Dr. Nurlaelah, S.T., M.T

Hasil Perbaikan \*

Mohon dapat diisikan hasil perbaikannya dengan memberikan nomer didepan kalimat dan diakhir kalimat diberikan tanda titik koma (;). Contoh : 1. Perbaiki fish bone; 2. Pertajam untuk batasan masalah; 3. Analisis pada kapasitas dihitung ulang; 4. Lampirkan data yang telah dihitung.

perbaiki metode dan analisis statistik

Nilai \*

Nilai dan Huruf

85 - 100 = A

80 - 84.99 = A-

75 - 79.99 = B+

70 - 74.99 = B

65 - 69.99 = B-

60 - 64.99 = C+

55 - 59.99 = C

50 - 54.99 = C-

45 - 49.99 = D

0 - 44.99 = E

73