

TUGAS AKHIR

KAJIAN PENGARUH PENAMBAHAN SERABUT KELAPA DAN DAMDEX TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BETON (*THE EFFECT OF ADDITION OF COCONUT FIBER AND DAMDEX ON THE COMPRESSIVE STRENGTH AND TENSILE STRENGTH OF CONCRETE*)

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Teknik Sipil**



Yusuf Faraz Mawardhi

20511083

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

2024

TUGAS AKHIR

KAJIAN PENGARUH PENAMBAHAN SERABUT KELAPA DAN DAMDEX TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BETON

Disusun oleh

Yusuf Faraz Mawardhi
20511083

Telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh derajat Sarjana Teknik Sipil

Diuji pada tanggal 23 Oktober 2024
Oleh Dewan Penguji

Pembimbing I :

Ir. Yunalia Muntafi, ST., MT., Ph.D.(Eng).,IPM.

NIK : 095110101

Penguji I :

Prof. Ir. Mochamad Teguh, MSCE., Ph.D.

NIK : 855110201

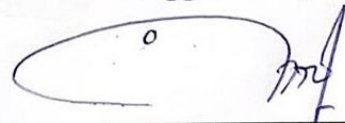
Penguji II :

Jafar S.T., MURP., M.T

NIK : 185111305

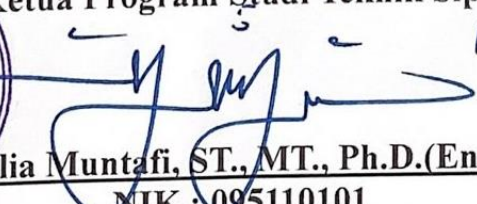

Tanggal : 9 Desember 2024


Tanggal : 12/12/2024


Tanggal : 9/12 2024



Mengesahkan,
Ketua Program Studi Teknik Sipil


Ir. Yunalia Muntafi, ST., MT., Ph.D.(Eng).,IPM.
NIK : 095110101

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa l Tugas Akhir yang saya susun sebagai syarat untuk memenuhi salah satu persyaratan pada Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia merupakan hasil karya saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan laporan Tugas Akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan dalam sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan karya ilmiah. Apabila di kemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian laporan \ Tugas Akhir ini bukan hasil karya saya sendiri atau adanya plagiasi dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi, termasuk pencabutan gelar akademik yang saya sandang sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

Yogyakarta, 1 Oktober 2024

Yang membuat pernyataan,



Yusuf Faraz Mawardi

(20511083)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas petunjuk dan bimbingannya sehingga Tugas Akhir yang berjudul Kajian Pengaruh Penambahan Serabut Kelapa dan Damdex Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton dapat terselesaikan dengan baik. Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat sarjana di Prodi Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini, berbagai hambatan telah dihadapi. Namun, berkat saran, kritik, dan dukungan semangat dari berbagai pihak, Alhamdulillah Tugas Akhir ini berhasil diselesaikan. Sehubungan dengan hal tersebut, saya ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ir. Yunalia Muntafi, ST., MT., Ph.D. (Eng)., IPM. selaku Dosen Pembimbing dan Ketua Program Studi Teknik Sipil Program Sarjana, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia yang telah memberikan bimbingan, saran, nasihat dan motivasi untuk terus menyelesaikan tugas akhir hingga selesai.
2. Prof. Ir. Mochamad Teguh, MSCE., Ph.D. selaku Dosen Penguji II dalam sidang tugas akhir yang telah memberikan saran dan masukan yang membangun demi kebaikan tugas akhir yang telah dilakukan.
3. Jafar S.T., MURP., M.T. selaku Dosen Penguji III dalam sidang tugas akhir yang telah memberikan saran dan masukan yang membangun demi kebaikan tugas akhir yang telah dilakukan.
4. Bapak Dadan Pramadhana Wijaya, S.H., M.H., dan almh. Ibu Lellynita Honey, S.Ak. Selaku kedua orang tua penulis yang telah berkorban begitu banyak, baik material maupun spiritual, hingga selesainya tugas akhir ini, dan

5. Semua pihak yang telah membantu terlaksananya Tugas Akhir sekaligus membantu dalam proses penyusunan laporan Tugas Akhir ini.

Akhirnya penulis berharap agar Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak yang membacanya.

Yogyakarta, 15 Oktober 2024

Penulis,

Yusuf Faraz Mawardhi

(20511083)

DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xi
ABSTRAK	xii
ABSTRACT	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Beton dengan Bahan Tambah Serabut Kelapa	5
2.2 Beton dengan Bahan Tambah Damdex	5
2.3 Perbedaan Penelitian Terdahulu	5
2.4 Keaslian Penelitian	11
BAB III LANDASAN TEORI	12
3.1 Material Beton	12
3.2 Bahan Penyusun Beton	12
3.3 Damdex	17
3.4 Beton Serat	18
3.5 Perencanaan Campuran Beton	19
3.6 Kuat Tekan Beton	23
3.7 Kuat Tarik Belah Beton	23
BAB IV METODE PENELITIAN	24

4.1	Umum	24
4.2	Variabel Penelitian	24
4.3	Bahan yang Digunakan	24
4.4	Alat yang digunakan	26
4.5	Benda Uji	31
4.6	Pelaksanaan Penelitian	33
BAB V DATA, ANALISIS, DAN PEMBAHASAN		40
5.1	Hasil Pengujian Agregat	40
5.2	Perencanaan Campuran Beton (<i>Mix Design</i>)	58
5.3	Hasil Pengujian <i>Slump</i>	67
5.4	Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton	69
5.5	Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton	74
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		79
6.1	Kesimpulan	79
6.2	Saran	80
DAFTAR PUSTAKA		81
LAMPIRAN		83

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu Dengan Penelitian yang Dilakukan	8
Tabel 5. 1 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus	41
Tabel 5. 2 Rekapitulasi Analisis Saringan Agregat Halus Sampel 1	44
Tabel 5. 3 Rekapitulasi Analisis Saringan Agregat Halus Sampel 2	44
Tabel 5. 4 Gradasi Agregat Halus	45
Tabel 5. 5 Hasil Pengujian Berat Volume Gembur Agregat Halus	48
Tabel 5. 6 Hasil Pengujian Berat Volume Padat Agregat Halus	48
Tabel 5. 7 Hasil Uji Lolos Saringan No.200	49
Tabel 5. 8 Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar	51
Tabel 5. 9 Hasil Pengujian Analisis Saringan Agregat Kasar Sampel 1	53
Tabel 5. 10 Hasil Pengujian Analisis Saringan Agregat Kasar Sampel 2	53
Tabel 5. 11 Gradasi Agregat Kasar	54
Tabel 5. 12 Hasil Pengujian Berat Volume Gembur Agregat Kasar	57
Tabel 5. 13 Hasil Pengujian Berat Volume Padat Agregat Kasar	57
Tabel 5. 14 Perkiraan Kuat Tekan Beton (MPa) dengan FAS = 0,5.	59
Tabel 5. 15 Perkiraan Kadar Air per-meter kubik Beton	60
Tabel 5. 16 Persyaratan Jumlah Semen Minimum dan Faktor Air Semen Maksimum untuk Berbagai Macam Pembetonan dalam Lingkungan Khusus	61
Tabel 5. 17 Hasil Perencanaan Campuran Beton	65
Tabel 5. 18 Proporsi Campuran Beton dengan Bahan Tambah Damdex dan Serabut Kelapa	67
Tabel 5. 19 Nilai <i>Slump</i> Beton dan Pengurangan Air	68
Tabel 5. 20 Rekapitulasi Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton	71
Tabel 5. 21 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton	76
Tabel 5. 22 Persentase Kuat Tarik Belah dari Kuat Tekan Beton	79

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Damdex	18
Gambar 4. 1 Semen Portland I Tiga Roda	25
Gambar 4. 2 Agregat Halus	25
Gambar 4. 3 Agregat Kasar	26
Gambar 4. 5 Serabut Kelapa	26
Gambar 4. 6 Set Saringan Agregat	27
Gambar 4. 7 Timbangan Digital	27
Gambar 4. 8 Piknometer	28
Gambar 4. 9 Oven	28
Gambar 4. 10 <i>Concrete Mixer</i>	29
Gambar 4. 11 Sekop	29
Gambar 4. 12 Kerucut Abrams	30
Gambar 4. 13 Bekisting	30
Gambar 4. 14 Mesin Uji Tekan Beton	31
Gambar 4. 15 Mesin Uji Tarik Belah Beton	31
Gambar 4. 16 Perletakan Plat Kayu dan Silinder Beton Pada Uji Kuat Tarik Belah	36
Gambar 4. 17 Diagram Alir Penelitian	37
Gambar 5. 1 Kurva Gradasi Agregat Halus Daerah II Sampel 1	46
Gambar 5. 2 Kurva Gradasi Agregat Halus Daerah II Sampel 2	46
Gambar 5. 3 Kurva Gradasi Agregat Kasar Maksimum 20 mm Sampel 1	55
Gambar 5. 4 Kurva Gradasi Agregat Kasar Maksimum 20 mm Sampel 2	55
Gambar 5. 5 Hubungan Kuat Tekan dan Faktor Air Semen (FAS) untuk Benda Uji Silinder dengan Diameter 150 mm dan Tinggi 300 mm	59
Gambar 5. 6 Grafik Persen Agregat Halus Terhadap Kadar Total yang Dianjurkan untuk Ukuran Butir Maksimum 20mm	62
Gambar 5. 7 Perkiraan Isi Beton Basah yang Telah Selesai Dipadatkan	64
Gambar 5. 8 Hubungan Nilai <i>Slump</i> dengan Damdex dan Variasi Serabut Kelapa pada Campuran Beton	68
Gambar 5. 9 Grafik Nilai Kuat Tekan Beton	73
Gambar 5. 10 Grafik Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton	77

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Laporan Hasil Pemeriksaan Agregat

Lampiran 2 Formulir Perencanaan Campuran Beton

Lampiran 3 Surat Keterangan Plagiasi

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

SNI	= Standar Nasional Indonesia
f'_c	= Kuat tekan beton (MPa)
MPa	= <i>Megapascal</i>
M	= Nilai Tambah
Sr	= Deviasi standar
f'_{cr}	= Kuat tekan beton rerata yang ditargetkan
w	= Kadar air bebas (kg/m^3)
Wh	= Perkiraan jumlah air untuk agregat halus (kg/m^3)
Wk	= Perkiraan jumlah air untuk agregat kasar (kg/m^3)
fas	= Faktor air semen
BJgab	= Berat jenis gabungan agregat
BJAg. Halus	= Berat jenis agregat halus
BJAg. Kasar	= Berat jenis agregat kasar
WAg. Halus	= Kadar agregat halus (kg/m^3)
P	= Beban maksimum (N)
A	= Luas penampang benda uji (mm^2)
mm	= Milimeter
cm	= Centimeter
d	= Diameter tabung silinder (mm)
kg	= Kilogram
m	= meter
SSD	= <i>Saturated surface dry</i>

ABSTRAK

Kelemahan beton dalam hal menahan kuat tarik menjadi hal yang sangat menarik bagi para peneliti untuk melakukan penelitian, termasuk penggunaan bahan tambah alami seperti serabut kelapa, yang terbukti dapat meningkatkan kekuatan tarik beton dan memberikan sifat daktil yang lebih baik, meskipun dapat menurunkan kuat tekannya. Di sisi lain, bahan tambah Damdex dapat meningkatkan kuat tekan beton, bahkan hingga 14,8% dengan kadar tertentu. Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada beton dengan bahan tambah Damdex dan variasi serabut kelapa untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kuat tekan dan kuat tarik beton.

Penelitian dilakukan menggunakan bahan tambah Damdex sebesar 8% dan serabut kelapa dengan variasi 0%, 0,5%, 1%, 1,5%, dan 2% dari berat semen. Perhitungan perencanaan campuran beton menggunakan SNI 2834-2000 dengan f'_c rencana 25 MPa. Pengujian yang dilakukan yaitu uji tekan beton dan uji tarik belah beton sesuai SNI 1974-2011 dan SNI 03-2491-2002.

Hasil penelitian menunjukkan adanya kenaikan nilai kuat tekan beton yang terjadi pada kadar Damdex 8% dan serabut kelapa 1% dengan nilai kuat tekan sebesar 25,37 MPa atau lebih besar 1,36% dari beton normal. Nilai kuat tarik beton mengalami peningkatan pada variasi beton dengan kadar Damdex 8% dan serabut kelapa 1% dengan nilai kuat tarik sebesar 2,23 MPa atau lebih besar 7,6% dari beton normal. Dengan demikian penambahan Damdex 8% dan variasi serabut kelapa berpengaruh terhadap kenaikan kuat tekan dan kuat tarik beton sampai kadar variasi serabut kelapa 1%, namun justru menurunkan kuat tekan dan kuat tarik beton dengan kadar serabut kelapa lebih dari 1%.

Kata kunci: Beton, Damdex, Serabut kelapa, Kuat tekan, Kuat tarik

ABSTRACT

The weakness of concrete in terms of resisting tensile strength is of great interest to researchers, including the use of natural additives such as coconut fibers, which are proven to increase the tensile strength of concrete and provide better ductile properties, although they can reduce its compressive strength. On the other hand, Damdex additives can increase the compressive strength of concrete, even up to 14.8% at certain levels. Therefore, this study focuses on concrete with Damdex additives and variations in coconut fibers to determine their effect on the compressive and tensile strength of concrete.

The research was conducted using Damdex additives at 8% and coconut fibers with variations of 0%, 0,5%, 1%, 1,5%, and 2% by weight of cement. Calculation of concrete mix planning using SNI 2834-2000 with f'_c plan 25 MPa. The tests carried out are concrete compressive test and concrete split tensile test according to SNI 1974-2011 and SNI 03-2491-2002.

The results showed an increase in the compressive strength value of concrete that occurred at 8% Damdex content and 1% coconut fiber with a compressive strength value of 25,37 MPa or 1,36% greater than normal concrete. The tensile strength value of concrete has increased in concrete variations with 8% Damdex content and 1% coconut fiber with a tensile strength value of 2,23 MPa or 7,6% greater than normal concrete. Thus the addition of Damdex 8% and variations of coconut fibers affect the increase in compressive strength and tensile strength of concrete up to 1% coconut fiber variation level, but it decreases the compressive strength and tensile strength of concrete with more than 1% coconut fiber content.

Keywords: Concrete, Damdex, Coconut fiber, Compressive strength, Tensile strength

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton adalah material yang banyak digunakan dalam dunia konstruksi, seperti perkerasan jalan, struktur bangunan, jembatan, dan pondasi. Beton banyak digunakan karena memiliki banyak kelebihan contohnya yaitu mampu menahan beban tekan, mudah dibentuk, dan tahan terhadap temperatur yang tinggi. Akan tetapi beton juga memiliki kekurangan salah satunya lemah terhadap beban tarik.

Beton memiliki sifat kuat tekan yang baik tetapi lemah terhadap beban tarik. Hal tersebut membuat banyak perkembangan penelitian untuk membuat beton lebih baik pada kuat tarik, namun tetap mempertahankan kuat tekannya. Penelitian-penelitian dapat dilakukan menggunakan bahan tambah pada beton baik alami maupun zat kimia. Bahan serat dapat digunakan sebagai bahan tambah beton salah satunya serat tumbuh-tumbuhan (rami, bambu, kelapa, ijuk). Penambahan serat pada beton untuk mencegah terjadinya retak-retak, yang menjadikan beton dengan penambahan serat lebih daktil dibanding dengan beton normal biasa (Tjokrodinuljo, 2007).

Serabut kelapa merupakan salah satu bahan alami yang dapat digunakan sebagai bahan tambah pada campuran beton. Serabut kelapa dapat menyerap dan juga dapat digunakan sebagai bahan yang dicampur dengan semen (Wahyudi dkk., 2013). Serabut kelapa memiliki sifat dan keunggulan seperti tahan terhadap air, mikroorganisme, pelapukan dan juga terhadap pengerjaan mekanis yaitu gesekan dan pukulan (Jasman, 2022). Penambahan serabut kelapa dapat meningkatkan kuat tarik beton dengan kadar optimum sebesar $0,66 \text{ kg/m}^3$, namun penambahan serabut kelapa berpengaruh pada menurunnya kuat tekan beton (Tobing & Risdianto, 2019).

Selain serabut kelapa terdapat bahan campuran lain yang dapat digunakan untuk meningkatkan kuat tekan beton pada beton yaitu Damdex. Penambahan kadar Damdex sampai 5% terjadi peningkatan nilai kuat tekan beton yang apabila

dibandingkan dengan kuat tekan beton normal, terjadi peningkatan sebesar 17,53% atau 41,47 kg/cm² (Nurmaidah, 2016). Selain itu, Damdex mengklaim juga bahwa sebagai bahan tambah Damdex dapat meningkatkan kuat tekan beton hingga 35% dengan kadar Damdex 2% dari berat semen. Penelitian yang dilakukan oleh Akbar (2021) dengan penambahan kadar Damdex sebesar 5% hingga 8% menunjukkan hasil bahwa penambahan kadar Damdex sebesar 8% meningkatkan kuat tekan paling tinggi dengan nilai hasil kuat tekan sebesar 31,534 MPa atau 14,8% lebih tinggi dari kuat tekan beton normal. Berdasarkan kedua penelitian tersebut, digunakan kadar 8% Damdex sebagai bahan tambah campuran beton karena dengan kadar Damdex yang semakin besar dapat meningkatkan kuat tekan beton menjadi lebih tinggi.

Berdasarkan hasil penelitian dan penjelasan di atas, serabut kelapa dan Damdex dapat digunakan sebagai bahan tambah campuran beton. Serabut kelapa dapat meningkatkan kuat tarik beton, namun dapat membuat kuat tekannya menurun, sedangkan bahan campuran Damdex dapat menambah kuat tekan beton hingga 35%. Penelitian ini melanjutkan penelitian yang telah dilakukan oleh Akbar (2021) berdasarkan hasil kuat tekan maksimum yaitu dengan menggunakan Damdex 8%. Belum adanya penelitian tentang pengaruh penggunaan serabut kelapa dan Damdex sebagai bahan campuran beton dan adanya dugaan mengenai pengaruhnya menjadi latar belakang betapa pentingnya penelitian ini untuk dilakukan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan pada latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut.

1. Bagaimana pengaruh penambahan serabut kelapa dan Damdex terhadap kuat tekan beton?
2. Berapakah kadar bahan tambah serabut kelapa dan Damdex pada campuran beton yang dapat meningkatkan kuat tekan tertinggi beton?
3. Bagaimana pengaruh penambahan serabut kelapa dan Damdex pada campuran beton terhadap kuat tarik beton?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui pengaruh penggunaan bahan tambah serabut kelapa dan Damdex mutu beton
2. Mengetahui kadar bahan tambah serabut kelapa dan Damdex pada campuran beton yang menghasilkan kuat tekan tertinggi.
3. Mengetahui pengaruh penambahan serabut kelapa dan Damdex dengan pada campuran beton terhadap kuat tarik beton.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh melalui penelitian ini antara lain sebagai berikut.

1. Memberikan informasi mengenai kegunaan bahan tambah serabut kelapa dan Damdex dengan kadar 8% dari berat semen dalam meningkatkan kuat tarik, dan kuat tekan beton.
2. Memberikan kontribusi dalam dunia konstruksi berupa informasi terkait penggunaan bahan tambah serabut kelapa dan Damdex sebagai campuran beton.
3. Memberikan informasi tentang campuran beton dengan bahan tambah serabut kelapa dan Damdex, sehingga dapat dibuat alternatif bahan tambah lain yang lebih ekonomis.

1.5 Batasan Penelitian

Batasan penelitian diterapkan untuk memastikan bahwa penelitian yang dilakukan tetap sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan. Adapun batasan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Kuat tekan beton rencana (f'_c) sebesar 25 MPa
2. Metode *mix design* menggunakan SNI 2834-2000.
3. Bahan tambah yang digunakan adalah Damdex dan serabut kelapa.
4. Variasi kadar bahan tambah serabut kelapa yang digunakan adalah sebesar 0%, 0,5%, 1%, 1,5%, dan 2% dari berat semen.

5. Kadar bahan tambah Damdex adalah 8% dari berat semen.
6. Semen yang digunakan adalah semen tipe 1 dengan merk Tiga Roda.
7. Agregat kasar (kerikil) berasal dari Clereng.
8. Agregat halus (pasir) berasal dari Progo.
9. Air berasal dari Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
10. Benda uji yang digunakan adalah benda uji silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm untuk pengujian kuat tarik dan kuat tekan beton.
11. Pengujian dilakukan pada beton umur 28 hari.
12. Macam pengujian yang dilakukan sebagai berikut.
 - a. Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus mengacu pada SNI 1970-1990.
 - b. Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar mengacu pada SNI 1969-1990.
 - c. Pengujian analisis saringan agregat halus dan kasar mengacu pada SNI 1968-1990.
 - d. Pengujian berat volume padat dan gembur agregat halus mengacu pada SNI 4804-1998.
 - e. Pengujian berat volume padat dan gembur agregat kasar mengacu pada SNI 4804-1998.
 - f. Pengujian butiran lolos saringan no. 200 mengacu pada SNI 4142-1996.
 - g. Pengujian *slump* mengacu pada SNI 1972-2008.
 - h. Pengujian kuat tekan beton mengacu pada SNI 1974-2011.
 - i. Pengujian kuat tarik belah beton mengacu pada SNI 03-2491-2002.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton dengan Bahan Tambah Serabut Kelapa

Beton adalah campuran semen, agregat halus, kasar dan air dengan atau tanpa bahan tambah (*admixture*) (SNI 2847-2019). Bahan tambah alami yang dapat digunakan salah satunya serabut kelapa. Hal tersebut dikarenakan serabut kelapa dapat dicampur dengan semen serta menyerap air. Penambahan ijuk dan sabut kelapa sebagai agregat halus mengalami peningkatan dari 0%,0,25%,0,75%,1% sedangkan setelah melebihi 1% nilai kuat tekan mengalami penurunan (Wahyudi dkk, 2013).

2.2 Beton dengan Bahan Tambah Damdex

Bahan tambah beton campuran beton terdiri dari dua jenis yaitu kimia dan bahan tambah mineral. Bahan tambah ini dapat berupa cairan ataupun bubuk yang ditambahkan pada campuran beton selama proses mixing (SNI 03-2495-1991). Bahan tambah kimia terdiri dari berbagai jenis yang memiliki fungsi yang berbeda-beda, seperti menambah kuat tekan beton, mempercepat waktu pengerasan beton, membuat beton lebih kedap air dan sebagainya. Salah satu bahan tambah kimia yang dapat meningkatkan kuat tekan beton yakni Damdex.

2.3 Perbedaan Penelitian Terdahulu

Perbandingan beberapa penelitian terdahulu dengan penelitian yang dilakukan dijabarkan sebagai berikut.

1. Pengaruh Pemanfaatan Campuran Serabut Kelapa Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tekan dan Kuat Lentur pada Beton (Sulaeman, 2022).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemanfaatan serabut kelapa terhadap kuat tekan dan kuat lentur beton. Persentase kadar serabut kelapa yang digunakan 0%, 0,2%, dan 0,3% dengan benda uji silinder 15x30 cm dan balok 60x15x14 cm. Pengujian dilakukan pada umur beton 28 hari dengan mutu rencana

25 MPa. Penelitian ini menghasilkan kuat tekan beton lebih besar 27,76% dari kuat tekan rencana pada variasi serabut kelapa dengan Panjang 3 cm dan persentase 0,2%.

2. Pengaruh Penambahan Serat Serabut Kelapa (*Coconut Fiber*) Terhadap Kuat Tekan, Kuat Tarik, dan Kuat Lentur Pada Beton (Tobing & Risdianto, 2019).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui persentase antara 2%, 4%, dan 6% penambahan serabut kelapa agar didapat campuran beton dengan kuat tekan, tarik belah dan kuat lentur yang optimal. Mutu beton yang direncanakan adalah 24.9 MPa dengan benda uji silinder beton 15 x 30 cm dan balok beton 15x15x60 cm pada umur 7,14,21, dan 28 hari. Penelitian ini menghasilkan data yakni penambahan serat serabut kelapa 2% memiliki pengaruh paling besar nilai kuat tarik belah sebesar 2,56 MPa dan kuat lentur sebesar 5,705 MPa. Akan tetapi hasil tersebut berbanding terbalik dengan kuat tekan yang mengalami penurunan.

3. Pengaruh Penambahan Genteng *Press* Jatiwangi dan Damdex Terhadap Kuat Tekan Beton (Putranto & Syaiful, 2019).

Penelitian yang dilakukan oleh Putranto dan Syaiful bertujuan untuk mengetahui pengaruh masing-masing penambahan genteng *press* Jatiwangi dan Damdex terhadap kuat tekan beton. Pengujian yang dilakukan menggunakan kadar Damdex 1%, 1,5%, 2%, 2,5% dengan benda uji kubus 15x15x15 cm yang diuji pada umur 7, 14, 21, dan 28 hari. Berdasarkan hasil uji kuat tekan beton rata –rata pada sampel dengan penambahan agregat kasar genteng *press* jatiwangi sebanyak 40% dan bahan additive Damdex sebesar 1,5%, terjadi peningkatan kuat tekan beton sebesar 92,41%, dan pada sampel dengan penambahan agregat kasar genteng *press* jatiwangi sebanyak 50% dan bahan additive Damdex sebesar 2,5%, terjadi peningkatan kuat tekan beton sebesar 87,18%

4. Pengaruh Variasi Kadar Bahan Tambah *Waterproofing* Damdex terhadap Kuat Tekan dan Absorpsi Beton (Akbar, 2022).

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan Damdex 5-8% terhadap campuran beton serta kuat tekan beton. Metode pencampuran yang dilakukan oleh peneliti berdasarkan SNI dengan rencana mutu beton 25 MPa.

Pengujian yang dilakukan berupa kuat tekan dan absorpsi dengan benda uji silinder beton 15x30 cm dan kubus beton 15x15x15 cm pada umur 7, 14, dan 28 hari. Penambahan Damdex yang memberikan peningkatan kuat tekan paling tinggi terjadi pada penambahan Damdex sebanyak 8% mendapatkan nilai 31,524 MPa atau 14,8% lebih tinggi dari kuat tekan beton normal.

5. Pengaruh Penambahan Admixture terhadap Kuat Tekan Beton dari Berbagai Merek Semen (Fitrawansyah et al., 2020).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan admixture Damdex terhadap kuat tekan beton dari berbagai merk semen. Penelitian yang dilakukan oleh Dian Fitrawansyah dkk berfokus pada kuat tekan beton berdasarkan penambahan Damdex dengan kadar 0%, 1%, 1,5%, 2%, dan 3% terhadap berbagai merk semen yang ada di Kota Kendari. Pengujian dilakukan pada umur beton 28 hari dengan benda uji kubus beton 15x15x15 cm. Hasil penelitian menunjukkan penggunaan kadar Damdex 2% dengan semen Tonasa mencapai kuat tekan 385,24 Kg/cm² atau mengalami kenaikan 23,52% dari beton normal yaitu 311,89 Kg/cm². Perbedaan penelitian terdahulu dengan penelitian yang dilakukan secara lebih detail ditampilkan pada dalam Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu Dengan Penelitian yang Dilakukan

Peneliti	Sulaeman, 2022	Tobing & Risdianto, 2019	Putranto & Syaiful, 2019	Akbar, 2022	Fitrawansyah et al., 2020	Mawardhi, 2024
Judul Penelitian	Pengaruh Pemanfaatan Campuran Serabut Kelapa Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tekan dan Kuat Lentur pada Beton	Pengaruh Penambahan Serat Serabut Kelapa (Coconut Fiber) Terhadap Kuat Tekan, Kuat Tarik, dan Kuat Lentur Pada Beton	Pengaruh Penambahan Genteng <i>Press</i> Jatiwangi dan Damdex Terhadap Kuat Tekan Beton	Pengaruh Variasi Kadar Bahan Tambah <i>Waterproofing</i> Damdex terhadap Kuat Tekan dan Absorpsi Beton	Pengaruh Penambahan Admixture terhadap Kuat Tekan Beton dari Berbagai Merek Semen	Kajian Pengaruh Penambahan Serabut Kelapa dan Damdex terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton
Tujuan Penelitian	Mengetahui pengaruh penambahan serabut kelapa dalam campuran beton terhadap nilai kuat tekan dan lentur beton.	1. Untuk mendapatkan hasil Indeks Plastisitas dari penambahan kapur gamping Madura pada tanah lempung ekspansif di daerah Wiyung Surabaya. 2. Untuk mengetahui persentase antara 2%, 4% atau 6% penambahan serat serabut kelapa (coconut fiber) agar didapat campuran beton dengan	Mengetahui pengaruh dari genteng press dan Damdex terhadap kuat tekan beton.	Mengetahui pengaruh penambahan Damdex terhadap kuat tekan, absorpsi, dan akselerasi peningkatan kuat tekan beton.	Mengetahui sejauh mana pengaruh peningkatan kuat tekan beton apabila pada campuran beton diberi admixture (Damdex) kurang dari 2 % dan lebih dari 2 % untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penambahan admixture (Damdex).	Mengetahui pengaruh penambahan serabut kelapa dan Damdex terhadap kuat tekan dan kuat tarik beton.

Peneliti	Sulaeman, 2022	Tobing & Risdianto, 2019	Putranto & Syaiful, 2019	Akbar, 2022	Fitrawansyah et al., 2020	Mawardhi, 2024
		uat tekan, kuat tarik belah dan kuat lentur yang optimal				
Kuat Tekan Rencana	25 MPa	24.9 MPa	K-250	25 MPa	Beton K-300	25 MPa
Kadar Serabut Kelapa	0%, 0.2%, dan 0.3%	2%, 4%, dan 6%	-			0%, 0.5%, 1%, 1.5%, dan 2%
Kadar Damdex	-	-	1,5%, 2%, dan 2.5%	5%-8%	1%, 1.5%, 2%, 2.5%, dan 3%	8%
Jenis Pengujian	Kuat tekan dan kuat lentur	kuat tekan, kuat tarik, kuat lentur	Kuat Tekan	kuat tekan, absorpsi	Kuat tekan	Kuat tekan dan kuat tarik beton
Benda Uji	Silinder beton 15x30 cm dan balok beton 15x15x60 cm	Silinder beton 15x30 cm dan balok beton 15x15x60 cm	Kubus beton 15x15x15 cm	Silinder beton 15x30 cm dan kubus beton 15x15x15 cm	Kubus beton 15x15x15 cm	Silinder beton 15x30 cm
Umur Beton	28 hari	7, 14, 21, dan 28 hari	7, 14, 21, dan 28 hari	7, 14, dan 28 hari	28 hari	28 hari
Hasil Pengujian	1. Peningkatan nilai kuat tekan beton sebesar 27,76% dari kuat tekan rencana 25 MPa, pada penambahan	Penambahan serat serabut kelapa 2% mempunyai pengaruh terhadap peningkatan kuat tarik belah dan kuat lentur, namun mengalami penurunan	benda uji beton dengan campuran agregat genteng press jatiwangi sebesar 40% dan bahan additive Damdex sebesar 2% pada umur 7 hari, hasil yang	Penambahan Damdex yang memberikan peningkatan kuat tekan paling tinggi terjadi pada penambahan Damdex sebanyak 8% mendapatkan nilai	Hasil penelitian menunjukkan penggunaan kadar Damdex 2% dengan semen Tonasa mencapai kuat tekan 385.24 Kg/cm ² atau mengalami	Diharapkan diperoleh hasil berupa pengaruh dari penggunaan serabut kelapa dan Damdex terhadap kuat tekan dan kuat tarik beton.

Peneliti	Sulaeman, 2022	Tobing & Risdianto, 2019	Putranto & Syaiful, 2019	Akbar, 2022	Fitrawansyah et al., 2020	Mawardhi, 2024
	<p>variasi serabut kelapa dengan panjang 3 cm dan persentase 0,2%.</p> <p>2. Peningkatan nilai kuat lentur beton sebesar 18,70% dari kuat lentur beton normal, pada penambahan variasi serabut kelapa dengan panjang 3 cm dan persentase 0,3%.</p>	<p>kuat tekan. Sehingga, kadar optimum penambahan serat serabut kelapa terhadap kuat lentur dan kuat tarik belah tertinggi terjadi pada penambahan sebesar 2% diperoleh rata-rata kuat tarik belah sebesar 2,56 MPa dan kuat lentur sebesar 5,705 MPa</p>	<p>diperoleh yaitu 364,41 kg/cm² dan benda uji beton dengan campuran agregat genteng press jatiwangi sebesar 50% dan bahan additive Damdex sebesar 2,5% pada umur 7 hari dan 14 hari, hasil yang diperoleh yaitu 359,18 kg/cm² dan 369,64 kg/cm².</p>	<p>31,524 MPa atau 14.8% lebih tinggi dari kuat tekan beton normal.</p>	<p>kenaikkan 23.52% dari beton normal yaitu 311.89 Kg/cm².</p>	

2.4 Keaslian Penelitian

Berdasarkan beberapa penelitian di atas, dilakukan penelitian yang berbeda dengan penelitian terdahulu, yaitu dengan menggunakan bahan tambah serabut kelapa 0%, 0,5%, 1%, 1,5%, dan 2% serta Damdex 8% dari berat semen dengan mutu rencana 25 MPa. Benda uji yang digunakan adalah silinder beton 15x30 cm. Pengujian yang dilakukan adalah uji tekan dan uji tarik belah yang dilakukan pada umur 28 hari. Pada pengujian sebelumnya belum ada yang mencampur penggunaan bahan tambah serabut kelapa dan Damdex yang dilakukan uji kuat tekan dan kuat tarik belah menggunakan benda uji silinder beton. Berdasarkan uraian tersebut, maka penelitian yang dilakukan dapat dipertanggungjawabkan keasliannya.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Material Beton

Beton sangat banyak dipakai secara luas sebagai bahan bangunan. Bahan tersebut diperoleh dengan cara mencampurkan semen Portland, air, dan agregat (dan kadang-kadang bahan tambah yang sangat bervariasi mulai dari bahan kimia tambahan, serat, sampai bahan buangan non-kimia) (Tjokrodinuljo K, 1992). Beton memiliki mutu yang dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti, mutu material penyusunnya, perencanaan, pengolahan dan pengangkutannya. Mutu beton yang diinginkan dapat terpenuhi dengan penyusunan material sesuai dengan standar tertentu. Untuk memperoleh mutu yang diinginkan perlu ditentukan perbandingan material penyusun beton dalam perencanaan pencampuran. Selanjutnya, mendapatkan mutu beton yang baik beton harus dicampur dan diaduk dengan benar dan merata, sehingga hasilnya homogen. Setelah mutu beton yang diinginkan, maka selanjutnya proses pengangkutan menjadi aspek penting yang perlu diperhatikan agar beton tidak mengalami kerusakan.

3.2 Bahan Penyusun Beton

Beton merupakan material komposit yang tersusun oleh beberapa material, yaitu agregat kasar, agregat halus, semen Portland, dan air. Campuran beton juga dapat ditambah dengan bahan tambah untuk mendapat beton dengan karakteristik yang diinginkan. Bahan tambah beton dapat berupa bahan alami dan bahan kimia. Setiap penyusun beton memiliki fungsi dan pengaruh yang berbeda-beda serta persyaratan tertentu.

3.2.1 Agregat

Agregat merupakan bahan material yang berfungsi menjadi pengisi pada campuran beton. Volume agregat dalam suatu campuran beton berkisar sebesar 70% dari volume total beton. Agregat yang digunakan pada campuran beton terdapat dua jenis yaitu agregat halus dan agregat kasar.

1. Agregat Halus

Berdasarkan SNI 2834-2000, agregat halus didefinisikan sebagai pasir alami yang terbentuk dari proses pecahan alami batuan atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu, dengan ukuran butir maksimum sebesar 5,0 mm. Syarat agregat halus yang digunakan untuk campuran beton adalah sebagai berikut.

- a. Agregat halus terdiri dari butiran-butiran tajam dan keras, tidak mudah pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca seperti hujan dan terik matahari.
- b. Agregat halus tidak diperbolehkan mengandung lumpur dengan kadar lebih dari 5% dari berat total agregat kering. Jika kadar lumpur melebihi 5%, agregat halus harus dicuci terlebih dahulu sebelum digunakan.
- c. Agregat halus tidak boleh mengandung bahan-bahan organik yang berlebihan.
- d. Agregat halus terdiri dari butiran-butiran yang memiliki ukuran beragam dan apabila diayak harus memenuhi beberapa syarat yang sebagai berikut.
 - 1) Berat sisa minimum harus 2% berat agregat di atas ayakan 4 mm.
 - 2) Berat sisa minimum harus 10% berat agregat di atas ayakan 1 mm.
 - 3) Berat sisa harus berkisar 80%-90% berat agregat di atas ayakan 0.25 mm'
- e. Pasir laut tidak boleh digunakan untuk semua campuran beton, kecuali terdapat petunjuk-petunjuk dari lembaga pemeriksaan bahan yang diakui.

2. Agregat Kasar

Berdasarkan SNI 2834-2000, agregat kasar merupakan kerikil yang terbentuk dari proses disintegrasi alami batuan atau berupa batu pecah yang dihasilkan oleh industri pemecah batu, dengan ukuran butir berkisar antara 5 mm hingga 40 mm. Adapun ketentuan agregat kasar untuk campuran beton adalah sebagai berikut.

- a. Agregat kasar terdiri dari butiran-butiran keras dan tidak berpori.
- b. Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1%, bila lebih dari 1% maka agregat kasar perlu dicuci.
- c. Agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang dapat merusak beton, seperti zat-zat yang reaktif alkali.
- d. Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam besarnya dengan syarat sebagai berikut.

- 1) Sisa diatas ayakan 31,5 mm, harus 0% berat agregat.
 - 2) Sisa di atas ayakan 4 mm, harus berkisar antara 90%-98%.
 - 3) Sisa antara sisa-sisa kumulatif diatas dua ayakan yang berurutan maksimum 60% dan minimum 10% berat agregat.
- e. Besar butiran agregat maksimum tidak boleh lebih dari syarat maksimum yang sebagai berikut.
- 1) $\frac{1}{5}$ jarak terkecil antara bidang-bidang samping dari cetakan.
 - 2) $\frac{1}{3}$ dari tebal pelat.
 - 3) $\frac{3}{4}$ dari jarak bersih minimum di antara batang-batang atau berkas-berkas tulangan.

3.2.2 Semen Portland

Material penyusun beton lainnya yaitu semen yang memiliki fungsi untuk merekatkan agregat dan menjadi pengisi rongga antar butiran agregat. Sedangkan, Semen Portland menurut SNI 15-2049-2004 adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen Portland terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambah lain. Adapun jenis semen Portland adalah sebagai berikut.

1. Jenis I
Semen Portland jenis I merupakan semen Portland yang dalam penggunaannya tidak memerlukan persyaratan khusus.
2. Jenis II
Semen Portland jenis II merupakan semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau kalor hidrasi sedang.
3. Jenis III
Semen Portland jenis III merupakan semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah peningkatan terjadi.
4. Jenis IV

Semen Portland jenis IV merupakan semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan kalor hidrasi rendah.

5. Jenis V

Semen Portland jenis V merupakan semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat.

3.2.3 Air

Air merupakan salah satu bahan dasar penyusun beton yang berfungsi sebagai reactor proses kimiawi dari semen. Semen juga berfungsi untuk membasahi agregat dan membuat pekerjaan pencampuran beton menjadi lebih mudah. Akan tetapi, penggunaan jumlah air dalam pencampuran beton harus diperhatikan, karena pasta semen merupakan hasil reaksi kimia antara semen dan air. Menurut SNI 03-6861.1-2002, persyaratan air untuk campuran beton sebagai berikut.

1. Harus dalam kondisi bersih dan bebas dari lumpur, minyak, serta benda terapung lainnya yang dapat terdeteksi secara visual.
2. Tidak mengandung benda-benda tersuspensi lebih dari 2 gram/liter.
3. Tidak boleh mengandung garam-garam yang mudah larut, seperti asam atau zat organik, yang dapat merusak beton dengan konsentrasi lebih dari 15 gram per liter..
4. Kandungan khlorida (Cl) $< 0,50$ gram/liter, dan senyawa sulfat < 1 gram/liter sebagai SO_3 .
5. Bila dibandingkan dengan kekuatan tekan adukan beton yang menggunakan air suling, maka penurunan kekuatan beton yang menggunakan air yang diperiksa tidak lebih dari 10%.
6. Khusus untuk beton pratekan, kecuali syarat-syarat diatas, air tidak boleh mengandung klorida lebih dari 0,05 gram/liter.

Kebutuhan air pada campuran beton ditentukan oleh beberapa faktor berikut.

1. Ukuran agregat maksimum

Kebutuhan air pada pencampuran beton berbanding terbalik dengan ukuran agregat. Semakin besar ukuran butir agregat, maka kebutuhan air semakin sedikit. Hal tersebut dikarenakan luas permukaan agregat yang perlu diselimuti oleh air menjadi lebih kecil.

2. Bentuk butir agregat

Agregat berbentuk membutuhkan air lebih sedikit dibandingkan dengan agregat batu pecah.

3. Gradasi agregat

Jumlah kebutuhan air pada campuran beton akan semakin menurun apabila gradasi agregat semakin baik. Gradasi agregat yang baik yaitu ukuran agregat beragam dan tersusun sepadat mungkin dengan rongga udara hingga mendekati nol.

4. Kotoran dalam agregat

Kotoran pada agregat dapat berupa lanau, tanah liat, dan lumpur yang dapat meningkatkan kebutuhan air pada campuran beton.

3.2.4 Bahan Tambah (*Admixture*)

Campuran beton tersusun oleh agregat, semen, dan air namun, campuran beton juga dapat ditambah dengan bahan tambah (*Admixture*). Menurut SNI 03-2495-1991 bahan tambahan adalah suatu bahan berupa bubuk atau cairan, yang dibubuhkan ke dalam campuran beton selama pengadukan dalam jumlah tertentu untuk merubah beberapa sifatnya. Penambahan *admixture* ini dapat berfungsi mengubah sifat-sifat dari beton, sehingga lebih cocok untuk pekerjaan yang akan dilakukan ataupun untuk menghemat biaya. Bahan tambah dibedakan menjadi dua, yaitu bahan tambah kimia dan bahan tambah mineral.

1. Bahan tambah kimia menurut SNI 03-2495-1991 tipe bahan kimia dibedakan sebagai berikut.

- a. Bahan tambah tipe A adalah suatu bahan tambahan yang digunakan untuk mengurangi jumlah air campuran untuk menghasilkan beton sesuai dengan konsistensi yang ditetapkan.
- b. Bahan tambah tipe B adalah suatu bahan tambahan yang digunakan untuk memperlambat waktu pengikatan beton.
- c. Bahan tambah tipe C adalah suatu bahan tambahan yang digunakan untuk mempercepat waktu pengikatan dan menambah kekuatan awal beton.

- d. Bahan tambah tipe D adalah suatu bahan tambahan yang digunakan untuk mengurangi campuran untuk menghasilkan beton sesuai dengan konsistensi yang ditetapkan dan juga untuk memperlambat waktu pengikatan beton.
- e. Bahan tambah tipe E adalah suatu bahan tambahan yang digunakan untuk mengurangi jumlah air campuran untuk menghasilkan beton sesuai dengan konsistensi yang telah diterapkan dan juga untuk mempercepat waktu pengikatan serta menambah kekuatan awal beton.
- f. Bahan tambah tipe F adalah suatu bahan tambahan yang digunakan untuk mengurangi jumlah air campuran sebesar 12% atau lebih, untuk menghasilkan beton sesuai dengan konsistensi yang telah diterapkan.
- g. Bahan tambah tipe G adalah suatu bahan tambahan yang digunakan untuk mengurangi jumlah air campuran sebesar 12% atau lebih, untuk menghasilkan beton sesuai dengan konsistensi yang telah ditetapkan dan juga untuk memperlambat waktu pengikatan beton.

2. Bahan tambah mineral (*Additive*)

Bahan tambah mineral merupakan bahan tambah yang digunakan untuk memperbaiki kinerja beton dan mencapai kriteria tertentu. Bahan tambah mineral lebih banyak digunakan untuk meningkatkan nilai kuat tekan beton. Bahan tambah mineral yang digunakan seperti abu terbang, pozzolan, silika fume, dan lain-lain.

Dalam penelitian ini, bahan tambah yang digunakan adalah serabut kelapa dan *Damdex*. *Damdex* termasuk dalam bahan tipe C yang berfokus pada penambahan kekuatan beton. *Damdex* secara detail dijelaskan pada sub bab 3.3.

3.3 **Damdex**

Damdex merupakan salah satu bahan tambah yang dapat ditambahkan pada campuran beton yang dapat meningkatkan kuat tekan beton dan membantu mempercepat waktu proses pengerasan beton. *Damdex* Indonesia menyatakan bahwa, sebagai bahan tambah campuran beton *Damdex* dapat meningkatkan kualitas beton dengan meningkatkan daya tekan beton. Tampilan produk *Damdex* dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut.



Damdex 5 Liter Multi Fungsi
Pencampur Semen | Cemen Additive

Gambar 3.1 Damdex
(Sumber: www.tbsinarkarya.com)

3.4 Beton Serat

Beton serat merupakan material komposit yang terdiri dari beton normal dengan penambahan bahan tambah berupa serat. Bahan serat yang dapat digunakan sebagai bahan tambah beton diantaranya serat asbestos, serat tumbuh-tumbuhan (rami, bambu, kelapa, ijuk), serat plastik, dan lain-lain. Penambahan serat pada beton untuk mencegah terjadinya retak-retak, yang menjadikan beton dengan penambahan serat lebih daktail dibanding dengan beton normal biasa (Tjokrodinuljo , 2007).

1. Serabut Kelapa

Serat serabut kelapa adalah bahan berserat dengan ketebalan sekitar 5 cm, merupakan bagian terluar dari buah kelapa. Buah kelapa sendiri terdiri atas serabut 35%, tempurung 12%, daging buah 28%, dan air buah 25%. Adapun sabut kelapa terdiri atas 78% dinding sel dan 22,2% rongga. Serabut kelapa memiliki sifat yang menguntungkan, seperti mempunyai Panjang 15-30 cm, tahan serangan mikroorganisme, pelapukan, dan lebih ringan dari serat lain (Suhardiyono 1999 dalam penelitian Wahyudi dkk, 2013). Serabut kelapa juga mampu menyerap air dan kuat tarik yang baik, sehingga dapat digunakan sebagai bahan tambah campuran beton.

Beton yang diperkuat dengan serat akan mengalihkan beban deformasi kepada serat. Selain itu, serat dapat berperan sebagai penahan keretakan menjalar, serat berperan menjebak setiap ujung retakan agar retakan tersebut tidak cepat melintasi matrik, sehingga regangan retakan ultimit komposit meningkat jika dibandingkan dengan beton yang tidak menggunakan serat. Serabut kelapa yang memiliki mutu yang bagus dapat dilihat secara visual dan non visual, serat yang bagus memiliki warna yang cerah cemerlang dan persentase berat kotoran kurang dari 2% serta tidak mengandung lumpur.

3.5 Perencanaan Campuran Beton

Pada penelitian ini perencanaan pencampuran beton (*mix design*) menggunakan metode sesuai dengan SNI 2834-2000 tentang tata cara pembuatan rencana campuran beton normal. Adapun Langkah-langkah perencanaan campuran beton (*mix design*) secara urut sebagai berikut.

1. Menentukan kuat tekan beton yang disyaratkan (f'_c) pada umur serta bentuk benda uji tertentu.
2. Menghitung standar deviasi.

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

Dengan:

s = Deviasi standar

x_i = Kuat tekan beton didapat masing-masing benda uji

$\bar{x}$ = Kuat tekan beton rata-rata

n = Jumlah benda uji

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

3. Menghitung nilai tambah dengan persamaan 3.2 berikut.

$$M = 1.64 \times S_r \quad (3.2)$$

Keterangan;

M = Nilai tambah

S_r = Deviasi standar

4. Menghitung kuat tekan beton rata-rata yang dirtargetkan dengan persamaan 3.3 yang sebagai berikut.

$$f'_{cr} = f'_c + M \quad (3.3)$$

Keterangan:

f'_{cr} = Kuat tekan beton rata-rata yang direncanakan (MPa)

f'_c = Kuat tekan beton rencana (MPa)

M = Nilai tambah

5. Menentukan jenis semen yang digunakan pada campuran beton.
6. Menentukan jenis agregat yang digunakan dalam campuran, baik agregat halus dan kasar.
7. Menentukan faktor air semen (FAS)
 - a. Menentukan nilai kuat tekan pada umur 28 hari menggunakan Tabel 2 pada SNI 03-2834 (2000) berdasarkan jenis semen dan agregat yang digunakan.
 - b. Menentukan kurva lengkung baru berdasarkan hubungan antara nilai kuat tekan yang diperoleh pada butir 7a di atas dengan faktor air semen sebesar 0,5 pada Grafik 1
 - c. Menentukan faktor air semen yang diperlukan dengan menghubungkan kuat tekan beton rencana yang diperoleh pada butir 4 dengan kurva lengkung baru pada butir 7b.
8. Menetapkan faktor air semen yang mana diambil nilai terkecil antara hasil perhitungan poin 7 dengan poin 8.
9. Menetapkan *slump*
10. Menetapkan ukuran agregat maksimum berdasarkan hasil pengujian *properties* agregat.

11. Menentukan nilai kadar air bebas menggunakan Tabel 3 dan persamaan 3.4 yang sebagai berikut.

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

Keterangan:

w = Kadar air bebas (kg/m^3)

W_h = Perkiraan jumlah air untuk agregat halus (kg/m^3)

W_k = Perkiraan jumlah air untuk agregat kasar (kg/m^3)

12. Menetapkan jumlah semen yang dibutuhkan dalam campuran dengan persamaan 3.5 sebagai berikut.

$$c = \frac{w}{fas} \quad (3.5)$$

Keterangan;

c = Jumlah semen (kg)

w = Kadar air bebas (kg/m^3)

fas = Faktor air semen

13. Menetapkan jumlah semen minimum berdasarkan lokasi penggunaan beton rencana seperti pada Tabel 4.
14. Menentukan jumlah semen yang digunakan dengan mengambil jumlah semen terbanyak dari hasil perhitungan, jumlah semen maksimum (apabila ditetapkan), dan jumlah semen minimum.
15. Menghitung faktor air semen bila terjadi perubahan jumlah semen dari hasil perhitungan pada butir 12 menjadi jumlah semen maksimum atau minimum.
16. Menentukan susunan gradasi agregat halus berdasarkan hasil uji saringan agregat.
17. Menentukan susunan gradasi agregat kasar berdasarkan hasil uji saringan agregat.
18. Menentukan persentase agregat halus yang disesuaikan pada ukuran butir maksimum agregat kasar nilai *slump*, dan gradasi agregat halus. Persentase agregat halus ditentukan menggunakan grafik 13 sampai dengan grafik 15.

19. Menghitung berat jenis gabungan agregat menggunakan persamaan 2.6 berikut.

$$BJ_{gab} = \%Ag. Halus \times BJ_{ag. halus} + \%Ag. Kasar \times BJ_{ag. kasar} \quad (3.6)$$

Keterangan:

BJ_{gab} = Berat jenis gabungan agregat

$\%Ag. Halus$ = Persentase agregat halus (%)

$\%Ag. Kasar$ = Persentase agregat kasar (%)

$BJ_{ag. halus}$ = Berat jenis agregat halus

$BJ_{ag. kasar}$ = Berat jenis agregat kasar

20. Menentukan berat isi beton bersarkan kadar air bebas dan berat jenis gabungan agregat menggunakan grafik 16.
21. Menghitung kadar agregat gabungan dengan persamaan 3.7 berikut.

$$W_{ag. gab.} = W_{beton} - W_{semen} - w \quad (3.7)$$

Keterangan:

$W_{ag. gab.}$ = Kadar agregat gabungan (kg/m^3)

W_{beton} = Berat isi beton (kg/m^3)

W_{semen} = Kadar semen (kg/m^3)

w = Kadar air bebas (kg/m^3)

22. Menghitung kadar agregat halus dengan persamaan 3.8 berikut.

$$W_{ag. halus} = \%Ag. Halus \times W_{ag. gab.} \quad (3.8)$$

Keterangan:

$W_{ag. halus}$ = Kadar agregat halus (kg/m^3)

$\%Ag. Halus$ = Persentase agregat halus (%)

$W_{ag. gab.}$ = Kadar agregat gabungan (kg/m^3)

23. Menghitung kadar agregat kasar dengan persamaan 3.9 berikut,

$$W_{ag. kasar} = W_{ag. gab.} - W_{ag. halus} \quad (3.9)$$

Keterangan:

$W_{ag. kasar}$ = Kadar agregat kasar (kg/m^3)

$W_{ag. halus}$ = Kadar agregat halus (kg/m^3)

$W_{ag. gab.}$ = Kadar agregat gabungan (kg/m^3)

24. Menghitung koreksi proporsi campuran untuk agregat yang tidak dalam kondisi jenuh kering permukaan (SSD). Koreksi ini dilakukan terhadap kandungan air yang berada dalam agregat.

3.6 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton adalah kemampuan beton keras dalam menerima gaya tekan aksial per satuan luas. Nilai kuat tekan dapat ditentukan melalui pengujian dengan mesin uji tekan yaitu besarnya beban tekan aksial per satuan luas, sehingga menyebabkan benda uji beton hancur. Berdasarkan SNI 1974 (2011), kuat tekan beton dapat dihitung dengan persamaan 3.10 sebagai berikut.

$$f'_c = \frac{P}{A} \quad (3.10)$$

Dengan keterangan sebagai berikut.

f'_c = Kuat tekan beton (MPa)

P = Gaya tekan aksial (N)

A = Luas penampang melintang benda uji (mm²)

3.7 Kuat Tarik Belah Beton

Pengujian kuat tarik belah beton bertujuan untuk memperoleh nilai kuat tarik beton dengan cara pengujian belah benda uji silinder beton dengan menggunakan mesin uji desak. Pengujian ini lebih banyak digunakan dibandingkan dengan pengujian menggunakan mesin uji tarik beton. Hal tersebut dikarenakan kesulitan dalam pelaksanaan dan adanya tegangan sekunder yang selalu timbul di tempat pegangan. Kuat tarik beton dapat dihitung dengan rumus seperti 3.11.

$$f = \frac{2P}{\pi LD} \quad (3.11)$$

Dengan keterangan sebagai berikut.

f = Kuat tarik beton (MPa)

P = Beban maksimum (N)

L = Panjang silinder (mm)

D = Diameter silinder (mm)

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Umum

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen yang dilaksanakan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Penelitian ini dilakukan dengan menambahkan dan memodifikasi kadar serabut kelapa serta Damdex dalam campuran beton normal. Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan variasi serabut kelapa dan penambahan Damdex.

4.2 Variabel Penelitian

Variabel-variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Variabel bebas pada penelitian ini meliputi kadar bahan tambah serabut kelapa dan kadar Damdex.
2. Variabel terikat pada penelitian ini meliputi kuat tekan beton dan kuat tarik belah beton.
3. Variabel kontrol pada penelitian ini meliputi bentuk benda uji, dimensi benda uji, dan kuat tekan beton rencana (f'_c).

4.3 Bahan yang Digunakan

Berikut merupakan bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini.

1. Semen *Portland*

Jenis semen yang digunakan adalah semen Portland tipe I dengan merek Tiga Roda dengan berat 40 kg. Semen yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut.



Gambar 4. 1 Semen Portland I Tiga Roda

2. Agregat Halus

Agregat halus atau pasir yang digunakan berasal dari Sungai Progo dengan dilakukan analisis saringan terlebih dahulu untuk menentukan gradasi agregat. Agregat halus yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 4.2 berikut.



Gambar 4. 2 Agregat Halus

3. Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan pada penelitian ini berasal dari Clereng, Daerah Istimewa Yogyakarta. Material agregat kasar atau kerikil yang digunakan pada Gambar 4.3 berikut.



Gambar 4. 3 Agregat Kasar

4. Air

Air yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Air tersebut tampak jernih dan bebas dari kontaminasi benda lain yang terlihat secara visual.

5. Damdex

Bahan tambah yang digunakan pada penelitian kali ini salah satunya adalah Damdex. Damdex dapat dilihat pada Gambar 4.4 berikut.

6. Serabut Kelapa

Bahan tambah yang digunakan pada penelitian ini selain Damdex yaitu serabut kelapa. Serabut kelapa yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 4.5 berikut.



Gambar 4. 4 Serabut Kelapa

4.4 Alat yang digunakan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Set Saringan Agregat

Set saringan agregat berfungsi untuk mengelompokkan agregat sesuai dengan ukuran butirnya, Alat ini digunakan pada pengujian analisis saringan agregat halus dan agregat kasar. Set saringan agregat dapat dilihat pada Gambar 4.6 berikut



Gambar 4. 5 Set Saringan Agregat

2. Timbangan

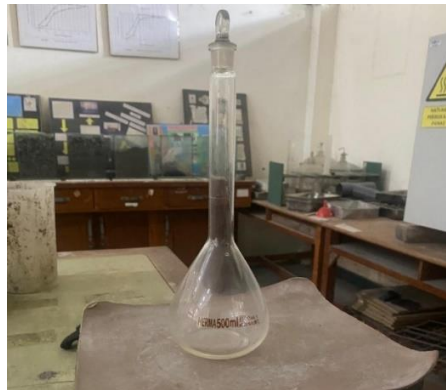
Timbangan berfungsi sebagai alat untuk menimbang bahan-bahan yang digunakan sesuai dengan hasil perencanaan *mix design*. Timbangan dapat dilihat pada Gambar 4.7 berikut.



Gambar 4. 6 Timbangan Digital

3. Piknometer

Piknometer adalah alat yang digunakan untuk pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus. Piknometer dapat dilihat pada Gambar 4.8 berikut.



Gambar 4. 7 Piknometer

4. Oven

Oven digunakan untuk mengeringkan agregat halus dan agregat kasar. Alat ini berfungsi untuk pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat. Oven dapat dilihat pada Gambar 4.9 berikut



Gambar 4. 8 Oven

5. *Concrete Mixer*

Concrete mixer adalah alat yang digunakan untuk mengaduk campuran beton dengan perbandingan yang sesuai dengan hasil perhitungan dari perencanaan campuran beton. *Concerete mixer* dapat dilihat pada Gambar 4.10 berikut.



Gambar 4. 9 Concrete Mixer

6. Sekop

Sekop adalah suatu alat yang digunakan untuk memindahkan beton segar ke dalam cetakan beton. Sekop yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 4.11 berikut



Gambar 4. 10 Sekop

7. Kerucut Abrams

Kerucut abrams adalah alat yang digunakan untuk pengujian *slump*. Kerucut Abrams yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 4.12 berikut.



Gambar 4. 11 Kerucut Abrams

8. Bekisting Beton

Bekisting beton adalah suatu alat atau media yang digunakan sebagai cetakan beton sesuai dengan dimensi yang direncanakan. Bekisting beton yang digunakan dalam penelitian ini berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Bekisting yang digunakan seperti pada Gambar 4.13 berikut.



Gambar 4. 12 Bekisting

9. Mesin Uji Tekan

Mesin uji tekan adalah alat yang digunakan untuk mengetahui nilai beban yang diterima benda uji hingga benda uji tersebut hancur. Alat ini digunakan untuk pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah. Mesin uji tekan yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 4.14 berikut.



Gambar 4. 13 Mesin Uji Tekan Beton

10. **Mesin Uji Tarik Belah**

Mesin uji tarik adalah alat yang digunakan untuk mengetahui nilai kuat tarik dengan memberikan beban hingga benda uji terbelah. Mesin uji tarik belah dapat dilihat pada Gambar 4.15 berikut.



Gambar 4. 14 Mesin Uji Tarik Belah Beton

4.5 Benda Uji

Benda uji pada penelitian ini yaitu beton normal dan beton yang diberi penambahan 8% Damdex dan serabut kelapa dengan variasi kadar 0%, 0,5%, 1%,

1,5%. dan 2%. Benda uji tersebut dicetak berbentuk silinder dengan ukuran 15x30 cm yang diuji pada umur 28 hari. Pengujian yang dilakukan berupa uji kuat tekan dan uji kuat tarik belah beton. Menurut SNI 2493-2011, jumlah sampel silinder untuk uji tekan biasanya berjumlah tiga atau lebih. Adapun rincian benda uji yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut.

Tabel 4.1 Rincian Benda Uji

Pengujian	Kadar Damdex	Serabut kelapa	Umur Benda uji (hari)	Kode Benda Uji	Jumlah sampel
Kuat Tekan Beton	0%	0%	28	T-0-0	3
	8%	0%	28	T-8-0	3
	8%	0,5%	28	T-8-0.5	3
	8%	1,0%	28	T-8-1	3
	8%	1,5%	28	T-8-1.5	3
	8%	2,0%	28	T-8-2	3
Kuat Tarik Belah Beton	0%	0%	28	K-0-0	3
	8%	0%	28	K-8-0	3
	8%	0,5%	28	K-8-0.5	3
	8%	1,0%	28	K-8-1	3
	8%	1,5%	28	K-8-1.5	3
	8%	2,0%	28	K-8-2	3
Total Sampel					36

Keterangan:

T-0-0 = Uji kuat tekan, kadar Damdex 0%, kadar serabut kelapa 0%, umur beton 28 hari.

T-8-0 = Uji kuat tekan, kadar Damdex 8%, kadar serabut kelapa 0%, umur beton 28 hari.

T-8-0.5= Uji kuat tekan, kadar Damdex 8%, kadar serabut kelapa 0,5%, umur beton 28 hari.

T-8-1 = Uji kuat tekan, kadar Damdex 8%, kadar serabut kelapa 1,0%, umur beton 28 hari.

T-8-1.5= Uji kuat tekan, kadar Damdex 8%, kadar serabut kelapa 1,5%, umur beton 28 hari.

T-8-2 = Uji kuat tekan, kadar Damdex 8%, kadar serabut kelapa 2,0%, umur beton 28 hari.

K-0-0 = Uji kuat tarik belah, kadar Damdex 0%, kadar serabut kelapa 0%, umur beton 28 hari.

K-8-0 = Uji kuat tarik belah, kadar Damdex 8%, kadar serabut kelapa 0%, umur beton 28 hari.

K-8-0.5= Uji kuat tarik belah, kadar Damdex 8%, kadar serabut kelapa 0,5%, umur beton 28 hari.

K-8-1 = Uji kuat tarik belah, kadar Damdex 8%, kadar serabut kelapa 1,0%, umur beton 28 hari.

K-8-1.5= Uji kuat tarik belah, kadar Damdex 8%, kadar serabut kelapa 1,5%, umur beton 28 hari.

K-8-2 = Uji kuat tarik belah, kadar Damdex 8%, kadar serabut kelapa 2,0%, umur beton 28 hari.

4.6 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu persiapan, pengujian agregat, perencanaan campuran, pembuatan benda uji, perawatan benda uji, pengujian benda uji, olah data, analisis data, pembahasan, dan kesimpulan.

4.6.1 Persiapan Penelitian

Persiapan penelitian merupakan tahap awal kegiatan yang dilakukan meliputi studi literatur, penyiapan bahan, penyiapan alat-alat yang digunakan selama penelitian.

4.6.2 Pengujian Agregat

Pengujian agregat adalah proses uji yang dilakukan terhadap agregat halus dan agregat kasar. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk menentukan sifat dan karakteristik agregat yang digunakan dalam campuran beton.. Hasil pengujian ini

kemudian digunakan sebagai dasar dalam perencanaan campuran beton. Berikut macam-macam pengujian agregat.

1. Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus mengacu pada SNI 1970-1990.
2. Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar mengacu pada SNI 1969-1990.
3. Pengujian analisis saringan agregat halus mengacu pada SNI 1968-1990.
4. Pengujian analisis saringan agregat kasar mengacu pada SNI 1968-1990.
5. Pengujian berat volume padat dan gembur mengacu agregat halus mengacu pada SNI 4804-1998.
6. Pengujian berat volume padat dan gembur mengacu agregat kasar mengacu pada SNI 4804-1998.
7. Pengujian butiran lolos saringan no.200 (uji kadar lumpur dalam pasir) mengacu pada SNI 4142-1996.

Hasil macam-macam pengujian yang disebutkan di atas kemudian dilakukan pengecekan terhadap persyaratan *properties* agregat. Setelah itu, dapat ditentukan apakah agregat memenuhi persyaratan atau tidak.

4.6.3 Perencanaan Campuran Beton (*Mix Design*)

Setelah melakukan pengujian agregat dilakukan perencanaan campuran beton yang berdasarkan pada hasil pengujian agregat. Perencanaan campuran yang dilakukan mengacu pada SNI 2834-2000. Detail perhitungan perencanaan campuran beton dapat dilihat pada bab V pembahasan.

4.6.4 Pembuatan dan Perawatan Benda Uji

Pada tahap sebelumnya didapatkan komposisi bahan penyusun beton yang kemudian bahan-bahan tersebut dicampur menggunakan alat *concrete mixer*. Selanjutnya dicampur beton segar diuji *slump* dan dimasukkan ke dalam cetakan. Setelah beton mengeras, cetakan dilepas dari beton dan dilakukan perawatan. Perawatan yang digunakan berupa perendaman beton di dalam air hingga umur rencana beton.

4.6.5 Pengujian Benda Uji

Pengujian benda uji dilakukan saat beton mencapai umur rencananya. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian kuat tekan beton dan pengujian kuat tarik belah beton. Pelaksanaan pengujian adalah sebagai berikut.

1. Uji Kuat Tekan Beton

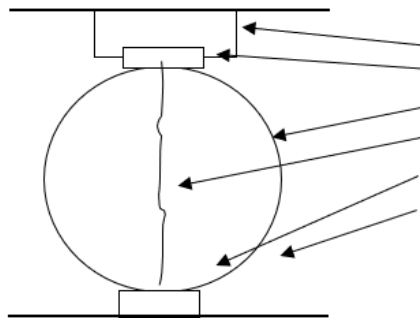
Uji kuat tekan beton menggunakan benda uji silinder berukuran 15x30 cm. Mengacu pada SNI 1974-2011, pengujian kuat tekan beton dilaksanakan dengan tahapan sebagai berikut.

- a. Benda uji dikeluarkan dari bak perendaman kemudian didiamkan selama ± 24 jam.
- b. Mengukur dimensi dan menimbang berat benda uji
- c. Meletakkan benda uji pada landasan tekan bawah dan memastikan penunjuk beban berada di angka nol.
- d. Menjalankan mesin penguji dengan kecepatan pembebanan 0.15 MPa/detik sampai 0,35 MPa/detik.
- e. Melakukan pembebanan hingga benda uji hancur dan mencatat beban maksimum yang diterima benda uji.

2. Uji Kuat Tarik Belah Beton

Uji kuat tarik belah beton menggunakan benda uji silinder yang sama dengan uji kuat tekan beton. Mengacu pada SNI 03-2491-2002, pengujian kuat tarik belah beton dilaksanakan dengan tahapan sebagai berikut.

- a. Benda uji dikeluarkan dari bak perendaman kemudian didiamkan selama ± 24 jam.
- b. Mengukur dimensi dan menimbang berat benda uji.
- c. Menaruh plat tipis kayu diatas blok mesin desak yang bawah, dengan melalui pusat diameter bloknya. Perletakkan plat kayu dan silinder beton dapat dilihat pada Gambar 4.10 berikut.



Gambar 4. 15 Perletakan Plat Kayu dan Silinder Beton Pada Uji Kuat Tarik Belah

(Sumber: Materi Kuliah Tema Spesial)

- d. Meletakkan benda uji di atas plat kayu.
- e. Meletakkan plat kayu diatas silinder beton.
- f. Menjalankan mesin penguji dengan pemberian beban dilakukan secara terus menerus tanpa sentakan dengan pembebanan konstan yang berkisar 0,7 MPa hingga 1,4 MPa per menit sampai benda uji hancur. Kecepatan pembebanan berkisar antara 50 sampai 100 kN per menit.

4.6.6 Olah Data

Olah data adalah tahapan pengolahan data mentah dari pengujian kuat tekan dan tarik belah beton berdasarkan kode dan landasan teori. Olah data ini bertujuan memperoleh parameter yang memiliki makna.

4.6.7 Analisis Data

Analisis data adalah sebuah tahapan dimana dilakukan perbandingan dari hasil olah data berdasarkan kelompok variabel tertentu untuk mengetahui perbedaan nilai yang terjadi.

4.6.8 Pembahasan

Pembahasan dilakukan untuk memberikan jawaban dan penafsiran terhadap perbedaan nilai yang didapatkan pada tahap sebelumnya yaitu analisis data.

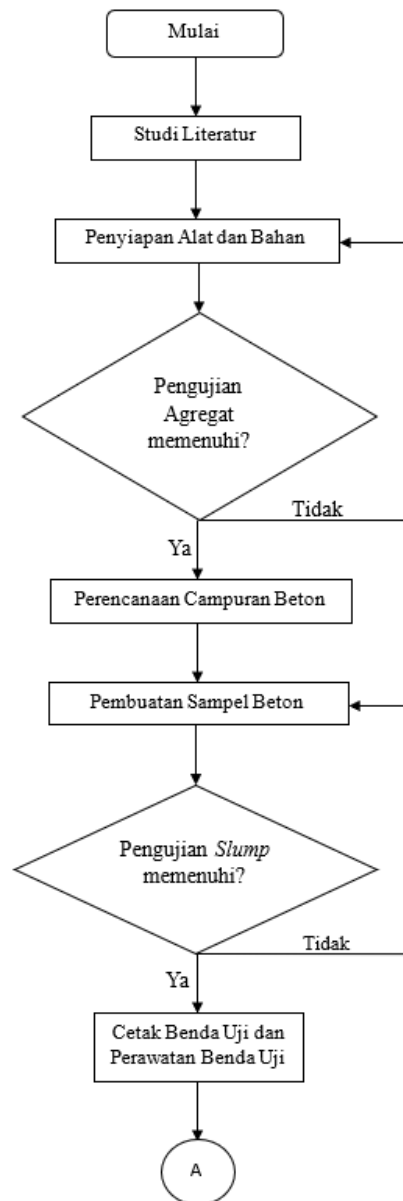
4.6.9 Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini hasil dari analisis data dan pembahasan dibuat menjadi sebuah kesimpulan yang mengacu pada tujuan penelitian. Pada tahap ini juga

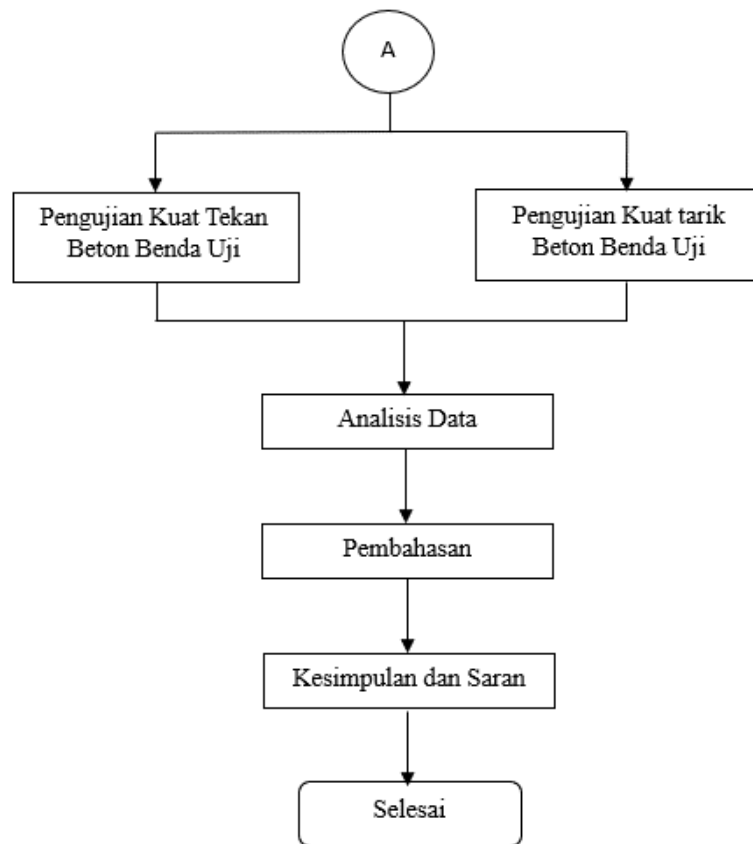
memberikan saran untuk penelitian-penelitian selanjutnya berdasarkan kesimpulan yang didapat.

4.6.10 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4.17 berikut.



Gambar 4. 16 Diagram Alir Penelitian



Lanjutan Gambar 4.17 Diagram Alir Penelitian

4.6.11 Tabel Pelaksanaan Penelitian

Tabel pelaksanaan dapat dilihat pada Tabel 4.2 berikut.

Tabel 4. 2 Jadwal Pelaksanaan Penelitian

Uraian Kegiatan	Jam Kerja (Jam)	Bulan ke-1				Bulan ke-2				Bulan ke-3				Bulan ke-4				Bulan ke-5			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Persiapan																					
testing alat	5	2.5	2.5																		
kalibrasi alat	5			2	2																
trial campuran	3					3															
Pengumpulan data																					
pengambilan sampel	30							12	12	6											
pengujian	30											12	12	6							
analisis dan pembahasan																					
tabulasi hasil	30												12	12	6						
analisis statistik	30													12	12	6					
Penyusunan laporan																					
laporan sementara	15															5	5	5			
laporan akhir	15																		5	5	5
Jumlah Total	163																				
Rencana Mingguan (Jam)		2.5	2.5	2	2	3	0	12	12	6	0	12	24	30	18	11	5	5	5	5	5
Jam Kerja Kumulatif (Jam)		2.5	5	7	9	12	12	24	36	42	42	54	78	108	126	137	142	147	152	157	162

BAB V

DATA, ANALISIS, DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Pengujian Agregat

Agregat memiliki karakteristik dan sifat yang berbeda-beda, sehingga diperlukan pengujian agregat untuk memeriksa dan mengetahui hal tersebut. Agregat yang digunakan sebagai bahan penyusun beton harus memenuhi beberapa persyaratan sebelum perencanaan campuran dilakukan. Pengujian agregat dilakukan pada dua jenis, yaitu agregat kasar dan agregat halus.

5.1.1 Hasil Pengujian Agregat Halus

Pengujian agregat halus mencakup uji berat jenis, analisis saringan, berat volume, dan uji kadar lumpur. Hasil dari pengujian agregat halus adalah sebagai berikut.

1. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus

Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus mengacu pada SNI 1970-1990. Data pengujian dapat dilihat pada tabel 5.1 dan perhitungan berat jenis dan penyerapan air sampel satu adalah sebagai berikut.

a. Berat Jenis Curah

$$\begin{aligned}\text{Berat jenis curah} &= \frac{Bk}{(B+500-Bt)} \\ &= \frac{484}{(690+500-989)} \\ &= 2,41\end{aligned}$$

b. Berat Jenis Jenuh Kering Muka

$$\begin{aligned}\text{Berat jenis jenuh kering muka} &= \frac{500}{(B+500-Bt)} \\ &= \frac{500}{(690+500-989)} \\ &= 2,49\end{aligned}$$

c. Berat Jenis Semu

$$\begin{aligned}
 \text{Berat jenis semu} &= \frac{Bk}{(B+Bk-Bt)} \\
 &= \frac{484}{(690+500-989)} \\
 &= 2,62
 \end{aligned}$$

d. Penyerapan Air

$$\begin{aligned}
 \text{Penyerapan air} &= \frac{Bj-Bk}{Bk} \times 100\% \\
 &= \frac{500-484}{484} \times 100\% \\
 &= 3,31\%
 \end{aligned}$$

Perhitungan nilai berat jenis dan penyerapan air pada sampel 2 dilakukan dengan metode yang serupa, kemudian dihitung rata-rata dari kedua sampel tersebut. Rekapitulasi hasil perhitungan pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus disajikan pada Tabel 5.1 berikut.

Tabel 5. 1 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus

Uraian	Hasil Pengamatan	Hasil Pengamatan	Rata-rata
	Sampel 1	Sampel 2	
Berat pasir kering mutlak, gram (Bk)	484	487	485,5
Berat pasir kondisi jenuh kering muka (SSD), gram	500	500	500
Berat piknometer berisi pasir dan air, gram (Bt)	989	1006	997,5
Berat piknometer berisi air, gram (B)	690	699	694,5
Berat Jenis Curah BK/(BJ-Ba)	2,41	2,52	2,47
Berat Jenis jenuh kering muda (SSD) Bj/ (Bj-Ba)	2,49	2,59	2,54
Berat Jenis semu Bk/(Bk-Ba)	2,62	2,71	2,66
Penyerapan Air (Bj-Bk)/Bk x 100%	3,31%	2,67%	2,99%

2. Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus

Pengujian analisis saringan dilakukan dengan mengacu pada SNI 1968-1990 dengan sampel sebesar 2 kg. Pada pengujian analisis saringan diperoleh data berat tertinggal pada masing-masing nomor saringan yang

dapat dilihat pada Tabel 5.2 dan 5.3. Berikut merupakan perhitungan analisis saringan agregat halus sampel 1.

a. Presentase Berat Tertinggal

Presentase berat tertinggal	$= \frac{\text{Berat tertinggal}}{\Sigma \text{Berat tertinggal}} \times 100\%$
Lubang ayakan 4,8 mm	$= \frac{3}{1998} \times 100\%$ $= 0,15\%$
Lubang ayakan 2,4 mm	$= \frac{218}{1998} \times 100\%$ $= 10,91\%$
Lubang ayakan 2,4 mm	$= \frac{385}{1998} \times 100\%$ $= 19,27\%$
Lubang ayakan 0,6 mm	$= \frac{597}{1998} \times 100\%$ $= 29,88\%$
Lubang ayakan 0,3 mm	$= \frac{497}{1998} \times 100\%$ $= 24,87\%$
Lubang ayakan 0,15 mm	$= \frac{237}{1998} \times 100\%$ $= 11,86\%$
Pan	$= \frac{61}{1998} \times 100\%$ $= 3,05\%$

b. Presentase Berat Tertinggal Kumulatif

Lubang ayakan 4,8 mm	$= 0,15\%$
Lubang ayakan 2,4 mm	$= 0,15\% + 10,91\%$ $= 11,06\%$
Lubang ayakan 2,4 mm	$= 11,06\% + 19,27\%$ $= 30,33\%$
Lubang ayakan 0,6 mm	$= 30,33\% + 29,88\%$ $= 60,21\%$
Lubang ayakan 0,3 mm	$= 60,21\% + 24,87\%$ $= 85,09\%$

$$\begin{aligned}
 \text{Lubang ayakan 0,15 mm} &= 85,09\% + 11,86\% \\
 &= 96,95\% \\
 \text{Pan} &= 96,95\% + 3,05\% \\
 &= 100\%
 \end{aligned}$$

c. Presentase Lolos Kumulatif

$$\begin{aligned}
 \text{Lubang ayakan 4,8 mm} &= 100\% - 0,15\% \\
 &= 99,85\% \\
 \text{Lubang ayakan 2,4 mm} &= 100\% - 11,06\% \\
 &= 88,94\% \\
 \text{Lubang ayakan 2,4 mm} &= 100\% - 30,33\% \\
 &= 69,67\% \\
 \text{Lubang ayakan 0,6 mm} &= 100\% - 60,21\% \\
 &= 39,79\% \\
 \text{Lubang ayakan 0,3 mm} &= 100\% - 24,87\% \\
 &= 14,91\% \\
 \text{Lubang ayakan 0,15 mm} &= 100\% - 11,86\% \\
 &= 3,05\% \\
 \text{Pan} &= 100\% - 100\% \\
 &= 0\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas didapatkan rekapitulasi seperti pada Tabel 5.2. Perhitungan yang sama dilakukan pada sampel 2 dengan rekapitulasi hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 5.3 berikut.

Tabel 5. 2 Rekapitulasi Analisis Saringan Agregat Halus Sampel 1

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40,00	0	0,00	0,00	100,00
20,00	0	0,00	0,00	100,00
10,00	0	0,00	0,00	100,00
4,80	3	0,15	0,15	99,85
2,40	218	10,91	11,06	88,94
1,20	385	19,27	30,33	69,67
0,60	597	29,88	60,21	39,79
0,30	497	24,87	85,09	14,91
0,15	237	11,86	96,95	3,05
Sisa	61	3,05	100,00	0,00
Jumlah	1998	100,00	283,78	616,22

Tabel 5. 3 Rekapitulasi Analisis Saringan Agregat Halus Sampel 2

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40,00	0,00	0,00	0,00	100,00
20,00	0,00	0,00	0,00	100,00
10,00	0,00	0,00	0,00	100,00
4,80	0,00	0,00	0,00	100,00
2,40	157,00	7,85	7,85	92,15
1,20	343,00	17,16	25,01	74,99
0,60	649,00	32,47	57,48	42,52
0,30	550,00	27,51	84,99	15,01
0,15	238,00	11,91	96,90	3,10
Sisa	62,00	3,10	100,00	0,00
Jumlah	1999,00	100,00	272,24	627,76

d. Modulus Halus Butir (MHB)

Perhitungan modulus halus butir agregat dapat dihitung berdasarkan hasil pengujian analisis saringan yang sebagai berikut.

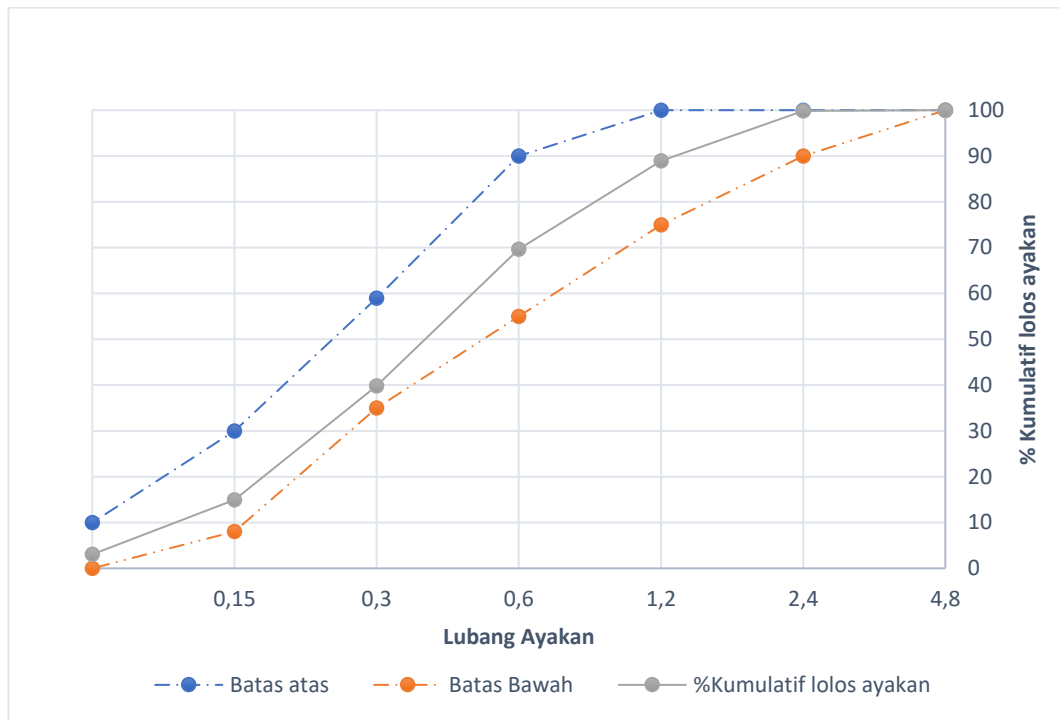
$$\begin{aligned}
 \text{MHB} &= \frac{\sum \text{Presentase berat tertinggal kumulatif}}{100} \\
 \text{MHB sampel 1} &= \frac{283,78}{100} \\
 &= 2,84 \\
 \text{MHB sampel 2} &= \frac{272,24}{100} \\
 &= 2,72 \\
 \text{MHB rata-rata} &= \frac{2,84+2,72}{2} \\
 &= 2,78
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan modulus halus di atas didapat nilai 2,78 yang memenuhi kriteria SK SNI S-04-1989-F. Menurut SK SNI S-04-1989-F, nilai modulus halus butir agregat halus berkisar antara 1,5 - 3,8. Selain itu, hasil analisis saringan digunakan untuk menentukan daerah gradasi agregat berdasarkan Tabel 5.4. Data dari Tabel 5.4 dibuat kurva gradasi agregat halus yang dapat dilihat pada Gambar 5.1 dan 5.2. Berdasarkan Gambar 5.17 dan 5.18 diperoleh agregat halus berada pada gradasi daerah II yang berupa pasir agak kasar.

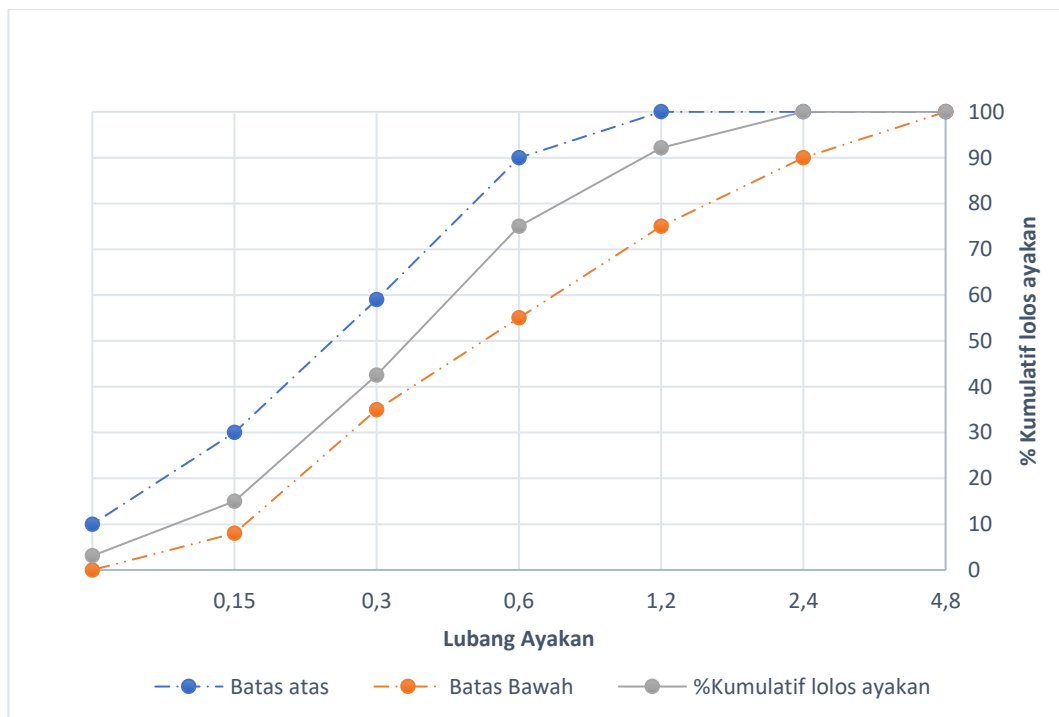
Tabel 5. 4 Gradasi Agregat Halus

Gradasi Agregat Halus				
Lubang ayakan (mm)	Persen Butir Agregat Lolos Ayakan (%)			
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
10,00	100	100	100	100
4,80	90-100	90-100	90-100	95-100
2,40	60-95	75-100	85-100	95-100
1,20	30-70	55-90	75-100	90-100
0,60	15-34	35-59	60-79	80-100
0,30	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15
	Pasir kasar	Pasir agak kasar	Pasir agak halus	Pasir halus

(Sumber: SNI 2834-2000)



Gambar 5. 1 Kurva Gradasi Agregat Halus Daerah II Sampel 1



Gambar 5. 2 Kurva Gradasi Agregat Halus Daerah II Sampel 2

3. Pengujian Berat Volume Gembur dan Padat Agregat halus

Pengujian berat volume gembur dan padat agregat halus ini mengacu pada SNI 4804-1998. Rekap hasil pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 5.5 dan Tabel 5.6. Perhitungan berat volume gembur dan padat agregat halus sampel 1 adalah sebagai berikut.

a. Berat Volume Gembur

$$\begin{aligned}
 \text{Berat agregat (W3)} &= W_2 - W_1 \\
 &= 18278 - 10278 \\
 &= 8000 \text{ gram} \\
 \text{Volume tabung (V)} &= \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times t \\
 &= \frac{1}{4} \times \pi \times 15,1^2 \times 30,3 \\
 &= 5417,1 \text{ cm}^3 \\
 \text{Berat volume Gembur} &= \frac{W_3}{V} \\
 &= \frac{8000}{5417,1} \\
 &= 1,48 \text{ gram/cm}^3
 \end{aligned}$$

b. Berat volume padat

$$\begin{aligned}
 \text{Berat agregat (W3)} &= W_2 - W_1 \\
 &= 19491 - 10278 \\
 &= 9213 \text{ gram} \\
 \text{Volume tabung (V)} &= \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times t \\
 &= \frac{1}{4} \times \pi \times 15,1^2 \times 30,3 \\
 &= 5417,1 \text{ cm}^3 \\
 \text{Berat volume padat} &= \frac{W_3}{V} \\
 &= \frac{9213}{5417,1} \\
 &= 1,7 \text{ gram/cm}^3
 \end{aligned}$$

Perhitungan sampel volume gembur dan padat agregat halus dilakukan dengan cara yang sama, sehingga didapat rekapitulasi hasil pengujian berat

volume gembur dan padat agregat halus yang dapat dilihat pada Tabel 5.5 dan Tabel 5.6 berikut.

Tabel 5. 5 Hasil Pengujian Berat Volume Gembur Agregat Halus

Uraian	Hasil Pengamatan			Satuan
	sampel 1	sampel 2	rata-rata	
Berat Tabung (W1)	10278	10476	10377	gram
Berat Tabung + Agregat SSD (W2)	18278	17516	17897	gram
Berat Agregat (W3)	8000	7040	7520	gram
Diameter Tabung (d)	15,09	15,09	15,09	cm
Tinggi Tabung (t)	30,29	30,29	30,29	cm
Volume Tabung (V)	5417,1	5417,1	5417,1	cm ³
Berat Volume Gembur	1,48	1,30	1,39	gram/cm ³

Tabel 5. 6 Hasil Pengujian Berat Volume Padat Agregat Halus

Uraian	Hasil Pengamatan			Satuan
	sampel 1	sampel 2	rata-rata	
Berat Tabung (W1)	10278	10476	10377	gram
Berat Tabung + Agregat kering tungku (W2)	19491	18950	19221	gram
Berat Agregat (W3)	9213	8474	8844	gram
Diameter Tabung (d)	15,09	15,09	15,09	cm
Tinggi Tabung (t)	30,29	30,29	30,29	cm
Volume Tabung (V)	5417,1	5417,1	5417,1	cm ³
Berat Volume Padat	1,70	1,56	1,63	gram/cm ³

Dari hasil pengujian volume gembur dan padat agregat di atas diperoleh berat volume gembur sebesar 1,39 gram/cm³ dan berat volume padat sebesar 1,63 gram/cm³. Berat volume padat agregat halus lebih besar daripada berat volume gembur karena pada pengujian berat volume padat dilakukan 25 kali tusukan menggunakan batang penusuk tiap 1/3 bagian silinder. Hal tersebut membuat rongga udara dalam tumpukan agregat halus berkurang, sehingga semakin padat.

4. Pengujian Lolos Saringan No. 200 (Uji Kadar Lumpur)

Pengujian lolos saringan no.200 atau uji kadar lumpur ini mengacu pada SNI 4142-1996. Data hasil pengujian kadar lumpur dapat dilihat pada Tabel 5.7. Berikut perhitungan kadar lumpur untuk sampel 1 dan sampel 2.

$$\begin{aligned}
 \text{Kadar lumpur sampel 1} &= \frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100\% \\
 &= \frac{500 - 492}{492} \times 100\% \\
 &= 1,6\% \\
 \text{Kadar lumpur sampel 2} &= \frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100\% \\
 &= \frac{500 - 493}{493} \times 100\% \\
 &= 1,4\%
 \end{aligned}$$

Perhitungan pada sampel 2 dilakukan dengan langkah-langkah yang sama dengan perhitungan di atas. Hasil perhitungan uji kadar lumpur dapat dilihat pada Tabel 5.7. Nilai rata-rata kadar lumpur pada agregat halus yang diperoleh sebesar 1,5%. Hasil tersebut sudah sesuai dengan SK SNI-04-1989-F dengan batas maksimal kandungan lumpur pada agregat halus yaitu sebesar 5%.

Tabel 5. 7 Hasil Uji Lolos Saringan No.200

Uraian	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Berat Agregat Kering Oven (W1), gram	500	500	500
Berat Agregat Kering Oven setelah di cuci (W2), gram	492	493	492,5
Berat yang Lolos Ayakan No. 200	1,60%	1,40%	1,50%

5.1.2 Hasil Pengujian Agregat Kasar

Pengujian agregat kasar dilakukan dengan prosedur yang hampir sama dengan agregat halus, mencakup uji berat jenis dan penyerapan air, analisis

saringan, serta uji berat volume. Berikut adalah hasil pengujian agregat kasar tersebut.

1. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar

Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar mengacu pada SNI 1969-1990. Hasil pengamatan pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 5.8, sedangkan contoh perhitungan berat jenis dan penyerapan air agregat kasar sampel 1 adalah sebagai berikut.

a. Berat Jenis Curah

$$\begin{aligned}\text{Berat jenis curah} &= \frac{Bk}{(Bj - Ba)} \\ &= \frac{4896}{(5000 - 3032)} \\ &= 2,49\end{aligned}$$

b. Berat Jenis Jenuh Kering Muka

$$\begin{aligned}\text{Berat jenis jenuh kering muka} &= \frac{Bj}{(Bj - Ba)} \\ &= \frac{5000}{(5000 - 3032)} \\ &= 2,54\end{aligned}$$

c. Berat Jenis Semu

$$\begin{aligned}\text{Berat jenis semu} &= \frac{Bk}{(Bk - Ba)} \\ &= \frac{4896}{(4896 - 3032)} \\ &= 2,63\end{aligned}$$

d. Penyerapan Air

$$\begin{aligned}\text{Penyerapan air} &= \frac{(Bj - Bk)}{(Bk)} \times 100\% \\ &= \frac{(5000 - 4896)}{(4896)} \times 100\% \\ &= 2,12 \%\end{aligned}$$

Perhitungan yang sama dilakukan pada sampel 2 untuk menentukan berat jenis dan penyerapan air. Hasil perhitungan sampel 1 dan sampel 2 kemudian dihitung rata-ratanya. Adapun hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air direkap pada Tabel 5.8 berikut.

Tabel 5. 8 Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar

Uraian	Hasil Pengamatan	Hasil Pengamatan	Rata-rata
	Sampel 1	Sampel 2	
Berat Kerikil Mutal (Bk)	4896	4895	4895,5
Berat kerikil Jenuh kering muka (bj)	5000	5000	5000
Berat kerikil dalam air, gram (Ba)	3032	3038	3035
Berat Jenis Curah BK/(BJ-Ba)	2,49	2,49	2,49
Berat Jenis jenuh kering muda (SSD) Bj/ (Bj-Ba)	2,54	2,55	2,54
Berat Jenis semu Bk/(Bk-Ba)	2,63	2,64	2,63
Penyerapan Air (Bj-Bk)/Bk x 100%	2,12%	2,15%	2,13%

2. Pengujian Analisis Saringan Agregat Kasar

Pengujian analisis saringan agregat kasar dilakukan dengan mengacu pada SNI 1968-1990 dengan berat sampel 5000 gram. Pada pengujian ini diperoleh berat agregat yang tertinggal di masing-masing nomor saringan. Data berat tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.9 dan 5.10. Perhitungan analisis saringan agregat kasar sampel 1 adalah sebagai berikut.

a. Presentase Berat Tertinggal

$$\text{Presentase berat tertinggal} = \frac{\text{Berat tertinggal}}{\sum \text{Berat tertinggal}} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} \text{Lubang ayakan 40 mm} &= \frac{0}{4999} \times 100\% \\ &= 0,00\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lubang ayakan 20 mm} &= \frac{52}{4999} \times 100\% \\ &= 1,04\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lubang ayakan 10 mm} &= \frac{3706}{4999} \times 100\% \\ &= 74,13\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lubang ayakan 4,8 mm} &= \frac{1104}{4999} \times 100\% \\ &= 22,08\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lubang ayakan 2,4 mm} &= \frac{97}{4999} \times 100\% \\ &= 1,94\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Lubang ayakan 1,2 mm} &= \frac{11}{4999} \times 100\% \\ &= 0,22\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Pan} &= \frac{29}{4999} \times 100\% \\ &= 0,58\%\end{aligned}$$

b. Presentase Berat Tertinggal Kumulatif

$$\text{Lubang ayakan 40 mm} = 0,00\%$$

$$\begin{aligned}\text{Lubang ayakan 20 mm} &= 0,00\% + 1,04\% \\ &= 1,04\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Lubang ayakan 10 mm} &= 1,04\% + 74,13\% \\ &= 75,18\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Lubang ayakan 4,8 mm} &= 75,18\% + 22,08\% \\ &= 97,28\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Lubang ayakan 2,4 mm} &= 97,28\% + 1,94\% \\ &= 99,20\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Lubang ayakan 1,2 mm} &= 99,20\% + 0,22\% \\ &= 99,42\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Pan} &= 99,42\% + 0,58\% \\ &= 100\%\end{aligned}$$

c. Presentase Lolos Kumulatif

$$\begin{aligned}\text{Lubang ayakan 40 mm} &= 100\% - 0\% \\ &= 100\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Lubang ayakan 20 mm} &= 100\% - 1,04\% \\ &= 98,96\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Lubang ayakan 10 mm} &= 100\% - 75,18\% \\ &= 24,82\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Lubang ayakan 4,8 mm} &= 100\% - 97,26\% \\ &= 2,74\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Lubang ayakan 2,4 mm} &= 100\% - 99,2\% \\ &= 0,80\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Lubang ayakan 1,2 mm} &= 100\% - 99,42\% \\
 &= 0,58\% \\
 \text{Pan} &= 100\% - 100\% \\
 &= 0\%
 \end{aligned}$$

Perhitungan pada sampel 2 dilakukan dengan langkah-langkah yang sama seperti di atas. Rekapitulasi hasil perhitungan analisis saringan agregat kasar sampel 1 dan sampel 2 dapat dilihat pada Tabel 5.9 dan Tabel 5.10 berikut.

Tabel 5. 9 Hasil Pengujian Analisis Saringan Agregat Kasar Sampel 1

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40,00	0	0,00	0,00	100,00
20,00	52	1,04	1,04	98,96
10,00	3706	74,13	75,18	24,82
4,80	1104	22,08	97,26	2,74
2,40	97	1,94	99,20	0,80
Sisa	29	0,58	100,00	0,00
Jumlah	4999	100,00	770,35	229,65

Tabel 5. 10 Hasil Pengujian Analisis Saringan Agregat Kasar Sampel 2

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40,00	0	0,00	0,00	100,00
20,00	44	0,88	0,88	99,12
10,00	3704	74,11	74,99	25,01
4,80	1057	21,15	96,14	3,86
2,40	93	1,86	98,00	2,00
1,20	16	0,32	98,32	1,68
Sisa	84	1,68	100,00	0,00

d. Modulus Halus Butir (MHB)

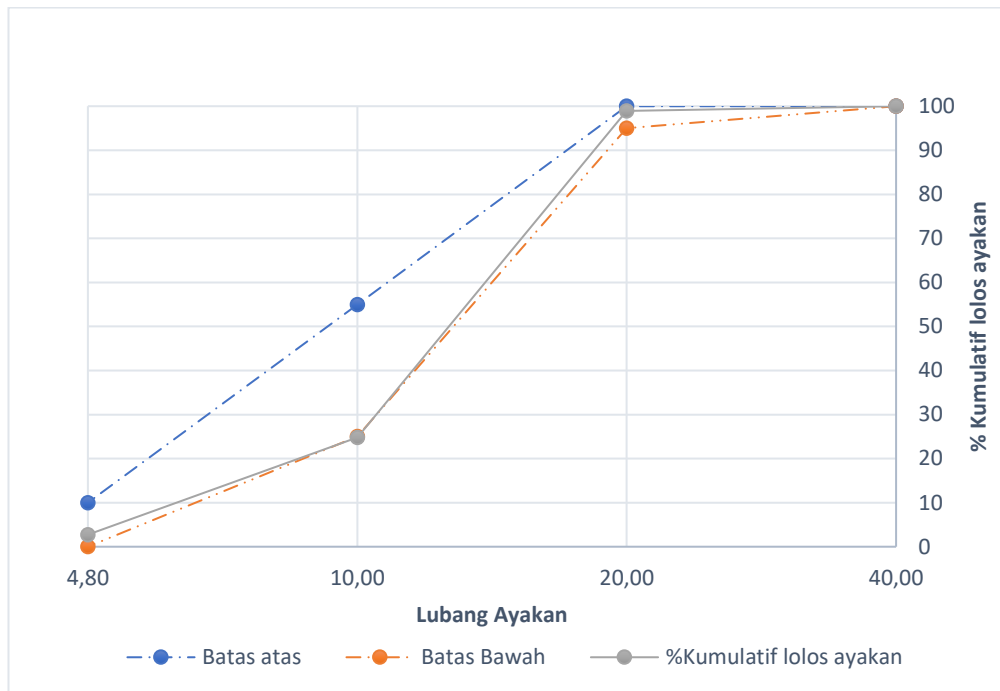
$$\begin{aligned}
 \text{MHB} &= \frac{\sum \text{Presentase berat tertinggal kumulatif}}{100} \\
 \text{MHB sampel 1} &= \frac{770,35}{100} \\
 &= 7,70 \\
 \text{MHB sampel 2} &= \frac{763,29}{100} \\
 &= 7,63 \\
 \text{MHB rata-rata} &= \frac{7,7+7,63}{2} \\
 &= 7,66
 \end{aligned}$$

Menurut SK SNI S-04-1989-F, nilai modulus halus butir agregat kasar berkisar antara 5-8. Dengan demikian, modulus halus butir agregat kasar dalam pengujian ini sudah memenuhi standar yang ditetapkan. Selain itu, hasil analisis saringan juga digunakan untuk menentukan ukuran agregat maksimum sesuai dengan Tabel 5.11. Dari tabel gradasi tersebut, dibuat kurva gradasi agregat kasar yang dapat dilihat pada Gambar 5.19 dan Gambar 5.20, yang menunjukkan ukuran agregat maksimum sebesar 20 mm.

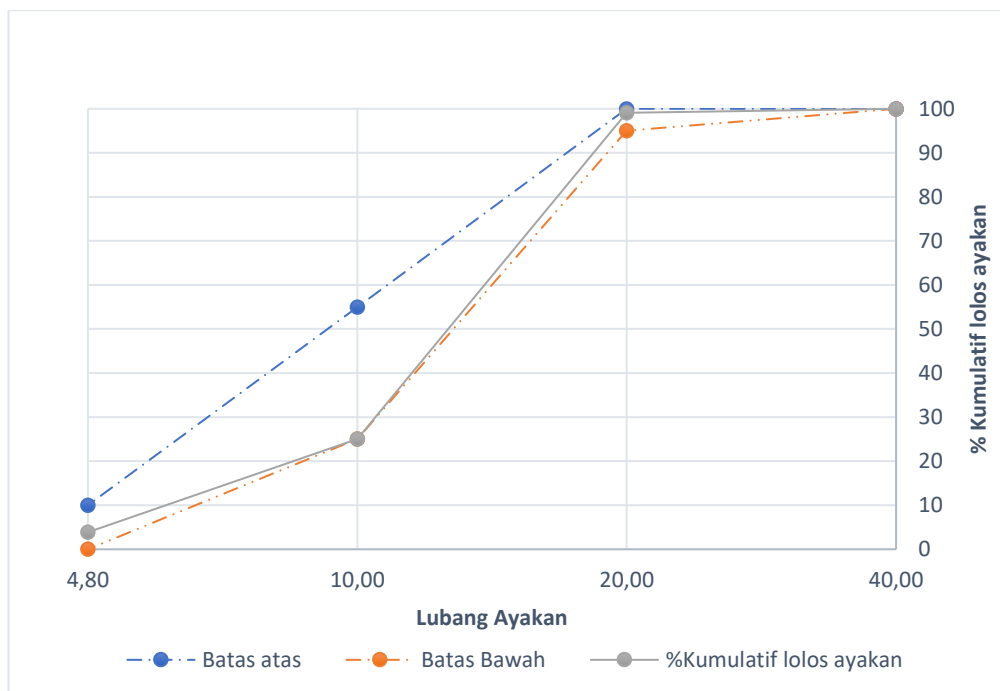
Tabel 5. 11 Gradasi Agregat Kasar

Gradasi Kerikil			
Lubang ayakan (mm)	Persen Butir Agregat Lolos Ayakan / Besar Butiran Maksimum		
	40mm	20mm	10 mm
40,00	95-100	100	
20,00	30-70	95-100	100
10,00	10-35	25-55	50-85
4,80	0-5	0-10	0-10

(Sumber: SNI 2834-2000)



Gambar 5. 3 Kurva Gradasi Agregat Kasar Maksimum 20 mm Sampel 1



Gambar 5. 4 Kurva Gradasi Agregat Kasar Maksimum 20 mm Sampel 2

3. Pengujian Berat Volume Gembur dan Padat Agregat Kasar

Pengujian berat volume gembur dan padat agregat kasar mengacu pada SNI 4804-1998. Hasil dari pengujian tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.12 dan 5.13. Berikut adalah perhitungan berat volume gembur dan padat untuk agregat kasar sampel 1.

a. Berat Volume Gembur

$$\begin{aligned}
 \text{Berat agregat (W3)} &= W_2 - W_1 \\
 &= 17645 - 10278 \\
 &= 7367 \text{ gram} \\
 \text{Volume tabung (V)} &= \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times t \\
 &= \frac{1}{4} \times \pi \times 15,1^2 \times 30,3 \\
 &= 5417,1 \text{ cm}^3 \\
 \text{Berat volume Gembur} &= \frac{W_3}{V} \\
 &= \frac{7367}{5417,1} \\
 &= 1,36 \text{ gram/cm}^3
 \end{aligned}$$

b. Berat Volume Padat

$$\begin{aligned}
 \text{Berat agregat (W3)} &= W_2 - W_1 \\
 &= 18617 - 10278 \\
 &= 8339 \text{ gram} \\
 \text{Volume tabung (V)} &= \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times t \\
 &= \frac{1}{4} \times \pi \times 15,1^2 \times 30,3 \\
 &= 5417,1 \text{ cm}^3 \\
 \text{Berat volume Gembur} &= \frac{W_3}{V} \\
 &= \frac{8339}{5417,1} \\
 &= 1,54 \text{ gram/cm}^3
 \end{aligned}$$

Perhitungan berat volume gembur dan padat sampel 2 dilakukan dengan langkah-langkah yang sama. Rekapitulasi hasil pengujian berat volume gembur dan padat agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 5.12 dan Tabel 5.13 berikut.

Tabel 5. 12 Hasil Pengujian Berat Volume Gembur Agregat Kasar

Uraian	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Diameter Silinder (cm)	15,09	15,09	15,09
Tinggi Silinder (cm)	30,29	30,29	30,29
Berat Tabung (W1), gram	10278	10476	10377
Berat Tabung + Agregat kering tungku (W2), gram	17645	17685	17665
Berat Agregat (W3), gram	7367	7209	7288
Volume Tabung (V), cm ³	5417,11	5417,11	5417,11
Berat Volume Gembur, gram/cm ³	1,36	1,33	1,35

Tabel 5. 13 Hasil Pengujian Berat Volume Padat Agregat Kasar

Uraian	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Diameter Silinder (cm)	15,09	15,09	15,09
Tinggi Silinder (cm)	30,29	30,29	30,29
Berat Tabung (W1), gram	10278	10476	10377
Berat Tabung + Agregat kering tungku (W2), gram	18617	18625	18621
Berat Agregat (W3), gram	8339	8149	8244
Volume Tabung (V), cm ³	5417,11	5417,11	5417,11
Berat Volume Padat, gram/cm ³	1,54	1,50	1,52

Dari hasil pengujian di atas diperoleh nilai rata-rata berat volume gembur agregat padat sebesar 1,35 gram/cm³ dan nilai rata-rata berat volume padat agregat kasar sebesar 1,52 gram/cm³. Nilai berat volume padat agregat lebih kecil dibandingkan dengan berat volume gembur agregat kasar karena pada pengujian berat volume padat dilakukan pemadatan dengan menusuk sebanyak 25 kali tiap 1/3 bagian silinder. Hal tersebut membuat agregat

lebih padat karena rongga udara pada tumpukan agregat berkurang. Hasil pengujian agregat secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran Nomor 1.

5.2 Perencanaan Campuran Beton (*Mix Design*)

Perencanaan campuran beton (*mix design*) berdasarkan SNI 2834-2000.

Perhitungan rencana campuran beton adalah sebagai berikut.

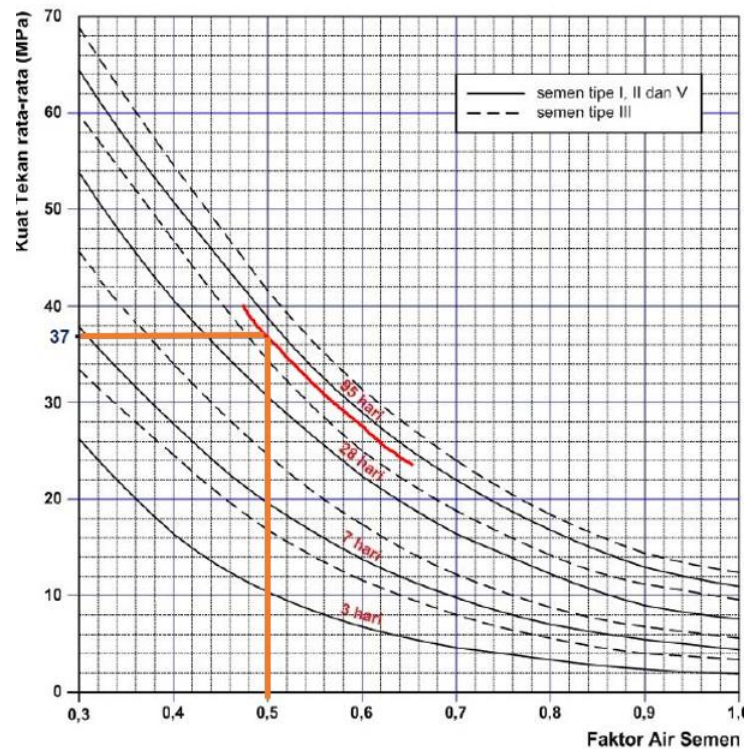
1. Kuat tekan rencana (f'_c) sebesar 25 MPa menggunakan benda uji silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
2. Semen yang digunakan yaitu semen tipe I Tiga Roda.
3. Berat jenis agregat halus sebesar 2,54 dan berat jenis kasar sebesar 2,54 yang diperoleh dari pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat.
4. Ukuran agregat kasar maksimum 20 mm yang diperoleh dari hasil pengujian analisis saringan agregat kasar.
5. Agregat halus masuk dalam gradasi daerah II yang diperoleh dari hasil pengujian analisis saringan agregat halus.
6. Sampel benda uji yang digunakan adalah silinder 5 buah, maka berdasarkan SNI 2834-2000 digunakan margin (M) sebesar 12 MPa. Oleh karena itu, f'_{cr} harus diambil tidak kurang dari ($f'_c + 12$ MPa).
7. Nilai kuat tekan beton rata-rata yang ditargetkan.

$$\begin{aligned} f'_{cr} &= f'_c + 12 \text{ MPa} \\ &= 25 + 12 \\ &= 37 \text{ MPa} \end{aligned}$$
8. Nilai faktor air semen (FAS) ditentukan berdasarkan Tabel 5.15 dan Gambar 5.21 berikut.

Tabel 5. 14 Perkiraan Kuat Tekan Beton (MPa) dengan FAS = 0,5.

Jenis Semen	Jenis Agregat Kasar	Kuat Tekan (MPa)				benda uji
		pada umur (hari)				
		3	7	28	91	
Semen Portland tipe I atau	Batu tak dipecahkan	17	23	33	40	Silinder
	Batu pecah	19	27	37	45	
Semen Tahan Sulfat tipe II, V	Batu tak dipecahkan	20	28	40	48	Kubus
	Batu pecah	23	32	45	54	
Semen 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 2834-2000)



Gambar 5. 5 Hubungan Kuat Tekan dan Faktor Air Semen (FAS) untuk Benda Uji Silinder dengan Diameter 150 mm dan Tinggi 300 mm

(Sumber: SNI 2834-2000)

- Pada penelitian ini menggunakan semen tipe I, jenis agregat kasar batu pecah, dengan benda uji silinder dan kuat tekan pada umur 28 hari. Berdasarkan Tabel 5.14 perkiraan kuat tekan beton dengan FAS 0,5 yaitu sebesar 37MPa.

- b. Selanjutnya dengan Gambar 5.5, buat garis vertikal ke atas dari nilai FAS 0,5 dan garis horizontal dari kuat tekan 37 MPa ke kanan hingga bersinggungan dengan garis vertikal sebelumnya.
 - c. Kemudian dibuat kurva baru seperti di Gambar 5.5 yang memotong titik singgung pada butir b.
 - d. Tarik garis horizontal dari nilai kuat tekan rata-rata yang ditargetkan sebesar 37 MPa ke kanan hingga menyentuh kurva baru.
 - e. Tarik garis vertikal dari titik singgung horizontal pada butir d ke arah bawah, sehingga didapat nilai FAS 0,5.
9. Menentukan kadar air yang diperlukan.
- a. Ukuran maksimum butir agregat kasar yaitu 20 mm yang diperoleh dari hasil uji analisis saringan agregat kasar.
 - b. Jenis batuan atau agregat terdiri dari agregat halus (batu yang tak dipecahkan) dan agregat kasar (batu pecah).
 - c. Nilai *slump* yang direncanakan adalah 10 ± 2 cm, sehingga masuk pada rentang *slump* 60-180 mm.
 - d. Kadar air yang diperlukan dalam campuran beton ini ditentukan berdasarkan Tabel 5.15 berikut.

Tabel 5. 15 Perkiraan Kadar Air per-meter kubik Beton

Ukuran maksimum Agregat (mm)	Jenis Batuan	Slump (mm)			
		0 - 10	10 - 30	30 - 60	60 - 180
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

e. Berikut perhitungan kadar air yang diperlukan.

$$\begin{aligned}
 w &= \frac{2}{3}Wh + \frac{2}{3}Wk \\
 &= \frac{2}{3}195 + \frac{2}{3}225 \\
 &= 205 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

10. Menentukan jumlah semen minimum dan FAS maksimum.

Jumlah semen minimum dan FAS maksimum ditentukan berdasarkan Tabel 5.16 berikut.

Tabel 5. 16 Persyaratan Jumlah Semen Minimum dan Faktor Air Semen Maksimum untuk Berbagai Macam Pembetonan dalam Lingkungan Khusus

Jenis Pembetonan	Jumlah Semen minimum per-m ³ beton (kg)	Nilai fas maksimum
Beton di dalam ruang bangunan		
a. keadaan keliling non-korosif	275	0,60
b. keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	325	0,52
Beton di luar ruangan bangunan		
a. tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325	0,60
b. terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275	0,60
Beton masuk ke dalam tanah		
a. mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325	0,55
b. mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah		tabel 5
Beton yang kontinu berhubungan dengan air tawar dan air laut		tabel 6

(Sumber: SNI 2834-2000)

Beton yang direncanakan pada tugas akhir ini yaitu beton di dalam ruangan dengan keadaan keliling non-korosif. Maka dari itu, berdasarkan tabel diatas didapat jumlah semen minimum dan FAS maksimum secara berurutan yaitu 275 kg/m³ dan 0,60.

11. Menentukan kadar semen yang digunakan.

- a. Hasil pembacaan grafik pada Gambar 5.5 diperoleh nilai FAS 0,5 dan FAS maksimum berdasarkan jenis pembetonan pada Tabel 5.16 sebesar 0,6. Nilai FAS diambil nilai yang paling kecil yaitu 0,5 dari hasil pembacaan grafik.

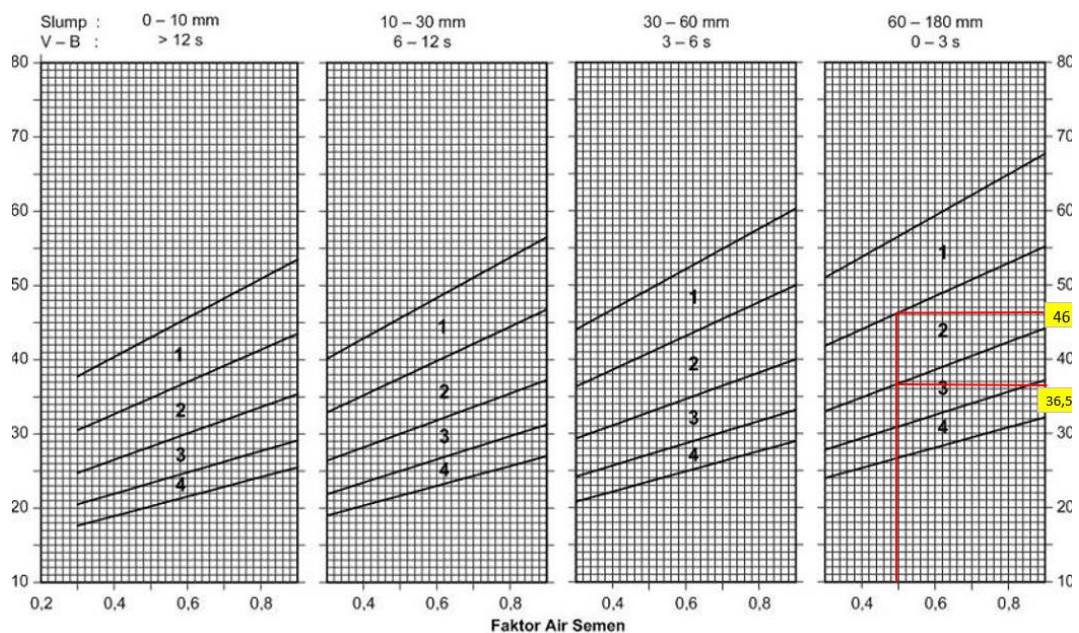
- b. Perhitungan kadar semen berdasarkan nilai FAS dan kadar air adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 c \quad &= \frac{w}{f_{as}} \\
 &= \frac{205}{0,5} \\
 &= 410 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

- c. Kadar semen hasil perhitungan diperoleh sebesar 410 kg/m^3 dan kadar semen minimum berdasarkan jenis pembetonan pada Tabel 5.16 sebesar 275 kg/m^3 . Kadar semen yang digunakan adalah yang paling besar yaitu 410 kg/m^3 .

12. Menentukan persen agregat halus dan agregat kasar.

Presentase agregat halus dan agregat kasar ditentukan berdasarkan Gambar 5.22 di bawah ini.



Grafik 14: Persen Pasir terhadap Kadar Total Agregat yang dianjurkan Untuk ukuran butir maksimum 20 mm

Gambar 5. 6 Grafik Persen Agregat Halus Terhadap Kadar Total yang Dianjurkan untuk Ukuran Butir Maksimum 20mm
(Sumber: SNI 2834-2000)

- a. Nilai *slump* yang digunakan berada pada rentang 60-180 mm dan ukuran maksimum butir agregat 20 mm. Nilai FAS yang digunakan sebesar 0,5 dan agregat halus masuk pada gradasi daerah II.
- b. Tarik garis vertikal ke atas hingga berpotongan dengan garis batas gradasi daerah II dari nilai FAS 0,5.
- c. Dari garis vertikal yang berpotongan dengan batas atas dan bawah daerah gradasi II tarik garis horizontal ke kanan. Diperoleh hasil presentase batas atas agregat halus sebesar 46% dan batas bawah agregat halus sebesar 36,5%.

- d. Perhitungan persentase agregat halus sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\text{Persentase agregat halus} &= \frac{46\% + 36,5\%}{2} \\ &= 41,25\%\end{aligned}$$

- e. Perhitungan nilai agregat kasar adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\text{Persentase agregat kasar} &= 100\% - \text{Persentase agregat halus} \\ &= 100\% - 41,25\% \\ &= 58,75\%\end{aligned}$$

13. Menentukan berat jenis relatif agregat gabungan kondisi jenuh kering permukaan.

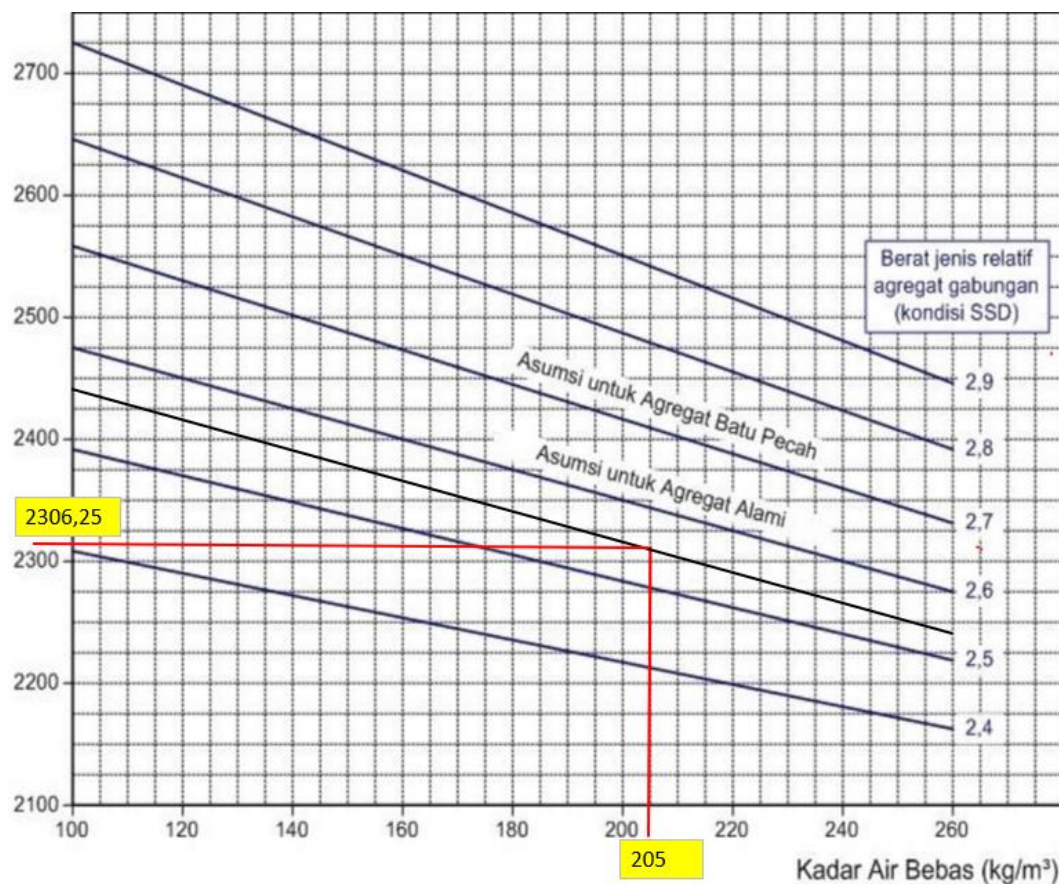
$$\begin{aligned}\text{Berat jenis gabungan} &= (\text{Persen agregat halus} \times \text{Berat jenis agregat halus}) + (\text{Persen agregat kasar} \times \text{Berat jenis agregat kasar}) \\ &= (41,25\% \times 2,54) + (58,75\% \times 2,54) \\ &= 2,54\end{aligned}$$

14. Menentukan berat isi beton.

Berat isi beton ditentukan menggunakan SNI 2834-2000 pada Gambar 5.7 berikut.

- a. Dari hasil perhitungan berat jenis relatif gabungan sebesar 2,54 dibuat kurva baru.

- b. Tarik garis vertikal dari nilai kadar air sebesar 205 kg hingga memotong kurva baru pada butir a.
- c. Dari hasil perpotongan yang dijelaskan pada butir b, tarik horizontal ke kiri, didapatkan nilai perkiraan berat isi beton sebesar 2306,50 kg/m³.



Grafik 16: Perkiraan Berat Isi Beton Basah yang telah selesai dipadatkan

Gambar 5. 7 Perkiraan Isi Beton Basah yang Telah Selesai Dipadatkan
(Sumber: SNI 2834-2000)

15. Menentukan kadar agregat pada campuran beton.

$$\begin{aligned}
 \text{Kadar agregat} &= \text{Berat isi beton} - \text{Kadar semen} - \text{Kadar air} \\
 &= 2306,50 - 410 - 205 \\
 &= 1691,50 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

16. Menentukan kadar agregat campuran beton.

$$\text{Kadar agregat halus} = \text{Persen agregat halus} \times \text{Kadar agregat}$$

$$= 41,50\% \times 1691,50$$

$$= 697,74 \text{ kg/m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar agregat kasar} &= \text{kadar agregat} - \text{kadar agregat halus} \\ &= 1691,50 - 697,74 \\ &= 997,76 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

17. Proporsi susunan campuran beton per m^3

Berikut merupakan proporsi campuran beton per 1 m^3 .

- a. Semen = 410 kg
- b. Air = 205 kg
- c. Agregat halus = 697,74 kg
- d. Agregat kasar = 997,76 kg

18. Proporsi campuran beton per 1 m^3 ditambah dengan angka penyusutan.

Pada penelitian ini angka penyusutan yang digunakan adalah 20%, sehingga proporsi campuran beton ditambah dengan angka penyusutan adalah sebagai berikut.

- a. Semen = 492 kg
- b. Air = 837,29 kg
- c. Agregat halus = 1192,51 kg
- d. Agregat kasar = 246 kg

19. Hasil perencanaan campuran (*mix design*)

Hasil dari perencanaan campuran beton direkapitulasi pada Tabel 5.17 berikut.

Tabel 5. 17 Hasil Perencanaan Campuran Beton

Uraian	Nilai	Satuan
Kuat tekan beton yang disyaratkan	25	MPa
Standar Deviasi	-	-
Nilai Tambah / Margin (M)	12	MPa
Kuat tekan beton rerata yang ditargetkan	37	
Jenis Semen	Tipe 1	
Jenis Agregat Kasar	batu pecah	
Jenis Agregat Halus	Alami	
Faktor air semen bebas (Fas)	0,5	
Faktor air semen maksimum	0,6	

Uraian	Nilai	Satuan
FAS digunakan	0,5	
Slump	60-180	mm
Ukuran agregat maksimum	20	mm
Kadar air bebas	205	kg/m ³
kadar semen	410,00	kg/m ³
kadar semen maksimum	-	
Kadar semen minimum	275	kg/m ³
Kadar semen digunakan	410,00	kg/m ³
Fas disesuaikan	0,5	
Susunan besar butir agregat halus	Gradasi 2	
Berat jenis agregat kasar (SSD)	2,54	
Berat jenis agregat halus (SSD)	2,54	
Persen Agregat Halus	41,250%	%
Persen Agregat Kasar	58,75%	%
Berat jenis relatif agregat gabungan (SSD)	2,54	
Berat isi Beton	2306,5	kg/m ³
Kadar agregat gabungan	1691,50	kg/m ³
Kadar agregat halus	697,74	kg/m ³
Kadar agregat kasar	993,76	kg/m ³
kadar semen dengan angka penyusutan	492,00	kg/m ³
kadar agregat halus dengan angka penyusutan	837,29	kg/m ³
Kadar agregat kasar dengan angka penyusutan	1192,51	kg/m ³
kadar air dengan angka penyusutan	246,00	kg/m ³

20. Volume benda uji

Pada penelitian ini benda uji yang digunakan untuk tiap variasi terdiri dari 10 silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Volume benda uji dihitung berdasarkan jumlah benda uji dalam tiap satu kali adukan. Pembuatan benda uji pada penelitian ini dilakukan dengan satu kali adukan. Berikut merupakan perhitungan volume untuk satu kali adukan.

$$\begin{aligned}
 \text{Volume adukan} &= 10 \times V_{\text{silinder}} \\
 &= 10 \times \frac{1}{4} \pi \times d^2 \times t \\
 &= 10 \times \frac{1}{4} \pi \times 0,15^2 \times 0,3 \\
 &= 0,053 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

21. Proporsi campuran untuk setiap satu kali mixing

Berikut merupakan perhitungan untuk proporsi campuran setiap satu kali mixing.

- a. Semen $= 0,032 \times 492 = 15,65 \text{ kg}$
- b. Air $= 0,032 \times 246 = 7,82 \text{ kg}$
- c. Agregat halus $= 0,032 \times 837,29 = 26,63 \text{ kg}$
- d. Agregat kasar $= 0,032 \times 1192,51 = 37,93 \text{ kg}$

Rekapitulasi proporsi campuran untuk tiap variasi dapat dilihat pada Tabel 5.18 berikut.

Tabel 5. 18 Proporsi Campuran Beton dengan Bahan Tambah Damdex dan Serabut Kelapa

Kadar Damdex (%)	Kadar serabut kelapa (%)	Benda Uji silinder 10 (m3)	semen (kg)	air (kg)	pasir (kg)	kerikil (kg)	damdex (kg)	serabut kelapa (kg)
0	0	0,032	15,65	7,82	26,63	37,93	0,0	0,00
8	0	0,032	15,65	7,82	26,63	37,93	1,3	0,00
8	0,5	0,032	15,65	7,82	26,63	37,93	1,3	0,08
8	1	0,032	15,65	7,82	26,63	37,93	1,3	0,16
8	1,5	0,032	15,65	7,82	26,63	37,93	1,3	0,23
8	2	0,032	15,65	7,82	26,63	37,93	1,3	0,31
Total			93,90	46,95	159,80	227,59	6,26	0,78

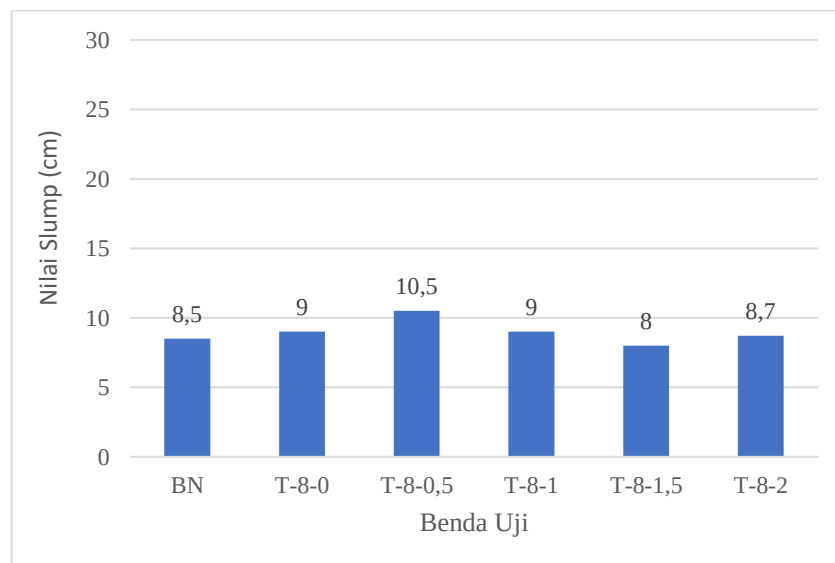
5.3 Hasil Pengujian *Slump*

Pengujian *slump* merupakan metode untuk dapat mengetahui tingkat kemudahan pengerjaan (*workability*) pada beton. Nilai *slump* yang semakin tinggi membuat campuran beton akan semakin sulit dikerjakan. Sebaliknya, bila nilai *slump* semakin rendah maka tingkat pengerjaan campuran beton akan semakin mudah. Penambahan bahan kimia Damdex berpengaruh pada jumlah air yang

digunakan. Saat pelaksanaan dilakukan pengurangan air agar tercapai *slump* yang ditargetkan. Hasil pengujian *slump* dan hubungannya dengan Damdex dan variasi serabut kelapa dapat dilihat pada tabel 5.19 dan Gambar 5.8.

Tabel 5. 19 Nilai *Slump* Beton dan Pengurangan Air

No	Kode Beton	Kadar		Nilai Slump (cm)	Pengurangan air (ml)	Persentase pengurangan air
		Damdex	Serabut Kelapa			
1	BN	0%	0,0%	8,5	0	0%
2	T-8-0	8%	0,0%	9	1043	8%
3	T-8-0,5	8%	0,5%	10,5	635	5%
4	T-8-1	8%	1,0%	9	216	2%
5	T-8-1,5	8%	1,5%	8	0	0%
6	T-8-2	8%	2,0%	8,7	0	0%



Gambar 5. 8 Hubungan Nilai *Slump* dengan Damdex dan Variasi Serabut Kelapa pada Campuran Beton

Berdasarkan Gambar 5.8, dapat dilihat nilai *slump* tertinggi adalah 10,5 cm yaitu pada campuran beton dengan kadar Damdex 8% dan serabut kelapa 0,5%. Sedangkan nilai *slump* terkecil diperoleh pada campuran beton dengan Damdex 8% dan serabut kelapa 1,5% yang sebesar 8 cm.

Pada 5.19 dapat dilihat jumlah pengurangan air terbanyak terjadi pada variasi campuran beton dengan Damdex 8% dan serabut kelapa 0% yang berjumlah 1043 mL. Pengurangan air pada campuran beton mengalami penurunan seiring bertambahnya persentase kadar serabut kelapa hingga 0%. Pengurangan air hingga 0% ditemukan pada variasi serabut kelapa 1,5% dan 2%. Hal tersebut dikarenakan kondisi serabut kelapa yang kering dan sifat serabut kelapa yang dapat menyerap air dengan cepat.

5.4 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Pada penelitian ini pengujian sampel beton silinder dilakukan pada umur beton 28 hari setelah dilakukan perawatan (*curing*). Sampel beton melewati proses *capping* menggunakan sulfur sebelum diuji menggunakan mesin uji tekan. Perhitungan kuat tekan beton adalah sebagai berikut.

1. Kuat tekan beton tanpa serabut kelapa dengan Damdex 8% (T-8-0) sampel 1

$$\begin{aligned} f'_c &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{491,7 \times 10^3}{17844,669} \\ &= 27,54 \text{ MPa} \end{aligned}$$

2. Kuat tekan beton tanpa serabut kelapa dengan Damdex 8% (T-8-0) sampel 1

$$\begin{aligned} f'_c &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{514,7 \times 10^3}{17860,457} \\ &= 28,82 \text{ MPa} \end{aligned}$$

3. Kuat tekan beton tanpa serabut kelapa dengan Damdex 8% (T-8-0) sampel 1

$$\begin{aligned} f'_c &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{445,31 \times 10^3}{17773,708} \\ &= 25,05 \text{ MPa} \end{aligned}$$

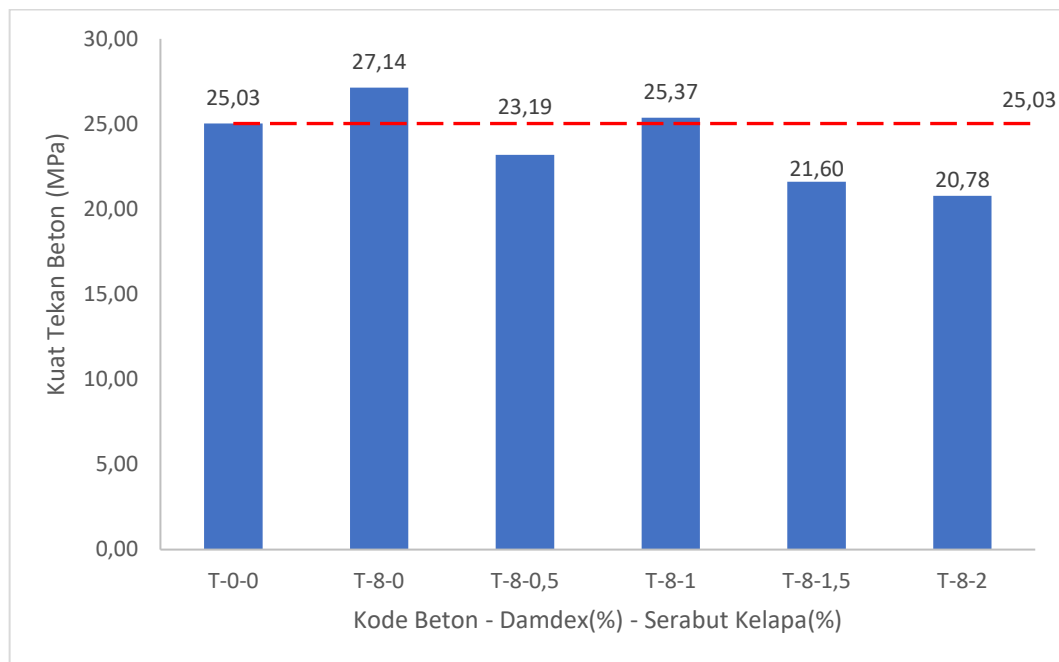
Perhitungan yang sama dilakukan pada sampel beton yang lain, sehingga didapat rekapitulasi hasil pengujian kuat tekan beton seperti pada Tabel 5.20 berikut.

Tabel 5. 20 Rekapitulasi Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

No	Kode Beton	Sampel	Tinggi (mm)			Diameter (mm)	Diameter (mm)			Tinggi (mm)	Luas Penampang (mm ²)	Kuat Tekan Alat (kN)	Kuat Tekan Alat (Mpa)	Kuat Tekan Analisis f'c = P/A
1	T-0-0	1	302,90	300,40	302,50	301,93	150,50	150,20	150,40	150,37	17757,96	441,20	24,90	24,85
		2	304,20	300,45	302,20	302,28	150,25	149,80	150,60	150,22	17722,55	435,35	24,64	24,56
		3	301,90	305,25	306,20	304,45	150,40	150,30	150,10	150,27	17734,35	455,18	25,76	25,67
		Rata - Rata									17738,28	443,91	25,10	25,03
2	T-8-0	1	298,90	300,50	302,40	300,60	150,80	150,90	150,50	150,73	17844,67	491,37	27,60	27,54
		2	303,20	297,90	302,00	301,03	151,50	150,50	150,40	150,80	17860,46	514,70	28,91	28,82
		3	300,40	305,80	308,30	304,83	150,40	150,60	150,30	150,43	17773,71	445,31	25,20	25,05
		Rata - Rata									17826,28	483,79	27,24	27,14
3	T-8-0,5	1	301,50	302,00	305,00	302,83	150,60	150,40	150,30	150,43	17773,71	416,86	23,59	23,45
		2	306,70	300,20	304,90	303,93	150,50	151,10	151,30	150,97	17899,96	414,52	23,46	23,16
		3	307,90	307,40	304,20	306,50	152,10	150,20	151,30	151,20	17955,33	412,14	23,32	22,95
		Rata - Rata									17876,33	414,51	23,46	23,19

Lanjutan Tabel 5.20 Rekapitulasi Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

No	Kode Beton	Sampel	Tinggi (mm)			Diameter (mm)	Diameter (mm)			Tinggi (mm)	Luas Penampang (mm ²)	Kuat Tekan Alat (kN)	Kuat Tekan Alat (Mpa)	Kuat Tekan Analisis f'c = P/A
4	T-8-1	1	305,70	310,00	301,80	305,83	150,60	148,10	149,20	149,30	17506,91	438,77	24,83	25,06
		2	302,50	303,30	305,90	303,90	149,40	150,70	150,50	150,20	17718,61	435,24	24,63	24,56
		3	300,20	310,00	307,60	305,93	152,10	150,20	150,90	151,07	17923,68	474,52	26,85	26,47
		Rata - Rata									17716,40	449,51	25,44	25,37
5	T-8-1,5	1	298,90	300,50	302,40	300,60	150,80	150,90	150,50	150,73	17844,67	351,31	19,88	19,69
		2	301,40	304,30	304,60	303,43	151,60	150,90	149,90	150,80	17860,46	400,99	22,69	22,45
		3	306,10	304,10	304,00	304,73	151,00	152,10	150,80	151,30	17979,09	407,47	23,06	22,66
		Rata - Rata									17894,74	386,59	21,88	21,60
6	T-8-2	1	301,40	304,30	304,60	303,43	151,60	150,90	149,90	150,80	17860,46	345,07	19,53	19,32
		2	304,40	307,80	301,60	304,60	150,50	150,00	150,20	150,23	17726,48	389,10	22,02	21,95
		3	305,00	308,50	307,50	307,00	151,40	151,00	150,50	150,97	17899,96	377,32	21,35	21,08
		Rata - Rata									17828,96	370,50	20,97	20,78



Gambar 5. 9 Grafik Nilai Kuat Tekan Beton

Berdasarkan Gambar 5.9 dan Tabel 5.20 di atas diperoleh nilai kuat tekan beton rata-rata pada variasi beton T-0-0; T-8-0; T-8-0,5; T-8-1; T-8-1,5; T-8-2 dengan umur uji 28 hari secara berturut-turut sebesar 25,03 MPa; 27,14 MPa; 23,19 MPa; 25,37 MPa; 21,6 MPa; 20,78 MPa. Variasi beton T-8-0 dengan penambahan Damdex sebesar 8% menghasilkan nilai kuat tekan yang lebih tinggi 8% dibandingkan dengan beton normal (T-0-0). Artinya penggunaan Damdex terbukti sesuai dengan teori bahwa Damdex dapat meningkatkan kuat tekan beton.

Penambahan Damdex 8% dan serabut kelapa 1% dapat meningkatkan kuat tekan beton. Penambahan Damdex 8% dan serabut kelapa 1% mendapatkan nilai kuat tekan sebesar 25,37 MPa atau lebih besar 1,36%. Kadar serabut kelapa yang lebih dari 1% menunjukkan hasil yang menurun. Hal ini menunjukkan pada kadar tertentu penggunaan Damdex dan serabut kelapa dapat meningkatkan kuat tekan beton.

Penurunan nilai kuat tekan beton dengan bahan tambah Damdex 8% dan serabut kelapa lebih dari 1% disebabkan semakin banyak penambahan serat yang di tambahkan maka akan semakin besar pori-pori yang dihasilkan serat dalam

adukan beton, sehingga didapatkan beton yang kurang padat dan kuat tekan yang dihasilkan semakin kecil (Tobing & Risdianto, 2019).

5.5 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

Pengujian kuat tarik belah dilakukan pada saat umur beton 28 hari dan telah melewati proses perawatan (*curing*). Sebelum pengujian dilakukan benda uji diukur dimensinya terlebih dahulu, sehingga didapatkan luas penampang benda uji. Pengujian ini dilakukan menggunakan mesin uji tekan dengan benda uji diletakkan secara horizontal. Adapun contoh perhitungan kuat tarik belah pada beton variasi (K-8-1) sampel 1 adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} f'_{ct} &= \frac{2P}{\pi LD} \\ &= \frac{2 \times 181000}{\pi \times 307,333 \times 151,067} \\ &= 2,48 \text{ MPa} \end{aligned}$$

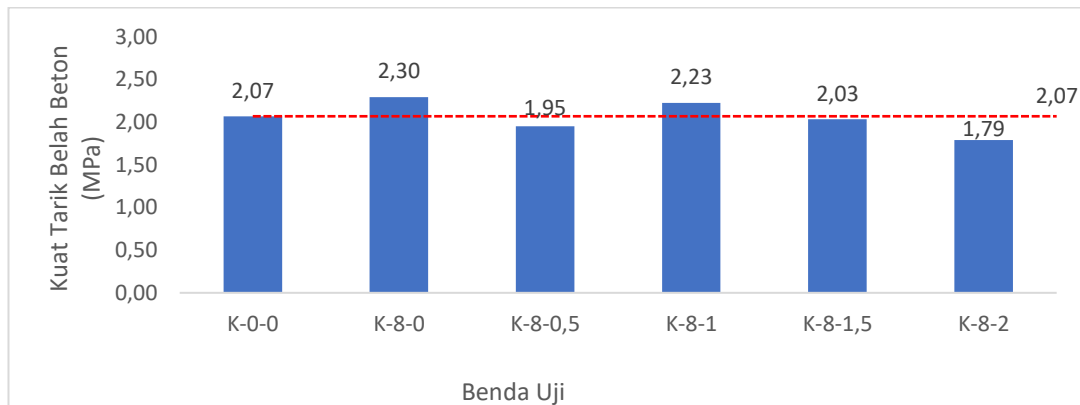
Perhitungan dengan langkah yang sama dilakukan pada sampel kuat tarik belah yang lain, sehingga diperoleh nilai hasil kuat tarik belah beton seperti pada Tabel 5.23 dan grafik kuat tarik belah beton dapat dilihat pada Gambar 5.10 berikut.

Tabel 5. 21 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

No	Kode Beton	Sampel	Tinggi (mm)	Diameter (mm)	Luas Penampang (mm ²)	Kuat Tarik Alat (kN)	Kuat Tarik $T = 2P/\phi L_d$ (MPa)
1	K-0-0	1	304,800	150,300	143920,883	146	2,03
		2	303,533	151,467	144435,295	148	2,05
		3	302,583	150,217	142794,999	152	2,13
	Rata - Rata				143717,059	148,667	2,07
2	K-8-0	1	302,200	150,667	143041,321	180	2,52
		2	305,133	150,133	143918,510	186	2,58
		3	303,300	150,633	143530,226	128	1,78
	Rata - Rata				143496,686	164,667	2,30
3	K-8-0,5	1	300,600	150,733	142346,945	125	1,76
		2	307,200	150,333	145086,289	166	2,29
		3	305,467	150,433	144363,625	131	1,81
	Rata - Rata				143932,286	140,667	1,95

Lanjutan Tabel 5. 21 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

No	Kode Beton	Sampel	Tinggi (mm)	Diameter (mm)	Luas Penampang (mm ²)	Kuat Tarik Alat (kN)	Kuat Tarik $T = 2P/\phi L_d$ (MPa)
4	K-8-1	1	307,333	151,067	145857,305	181	2,48
		2	303,700	150,600	143687,714	154	2,14
		3	302,767	150,733	143372,955	147	2,05
	Rata - Rata				144305,991	160,667	2,23
5	K-8-1,5	1	304,267	151,867	145166,602	154	2,12
		2	304,733	151,300	144846,753	142	1,96
		3	307,000	150,967	145602,662	147	2,02
	Rata - Rata				145205,339	147,667	2,03
6	K-8-2	1	305,333	151,4	145227,870	112	1,54
		2	304,000	149,667	142938,277	120	1,68
		3	305,133	149,733	143535,068	154	2,15
	Rata - Rata				143900,405	128,667	1,79



Gambar 5. 10 Grafik Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

Berdasarkan Gambar 5.10 di atas nilai kuat tarik belah tertinggi sebesar 2,30 MPa didapat pada variasi beton K-8-0 (Damdex 8% dan serabut kelapa 0%). Sedangkan nilai kuat tarik belah beton K-0-0 (beton normal) yakni sebesar 2,07 MPa. Nilai kuat tarik belah dengan variasi serabut kelapa K-8-0,5; K-8-1; K-8-1,5; dan K-8-2 secara berturut-turut adalah 1,95 MPa; 2,23 MPa; 2,03 MPa; dan 1,79 MPa. Kadar Damdex 8% dan serabut kelapa 1% menunjukkan hasil yang meningkat dibandingkan dengan variasi K-0-0 dan K-8-0,5 dengan nilai 2,23 MPa. Nilai tersebut lebih besar 7,6% dibandingkan beton normal (K-0-0), dan juga nilai ini paling tinggi dibandingkan dengan variasi beton yang ditambahkan dengan serabut kelapa. Hal ini menunjukkan dengan kadar Damdex 8% dan serabut kelapa 1% dapat meningkatkan kuat tarik beton dari kuat tarik beton normal. Akan tetapi penambahan serabut kelapa yang lebih dari 1% dapat menurunkan nilai kuat tarik beton. Hal tersebut dikarenakan serabut kelapa mengikat agregat kasar dan menyerap air pada campuran beton, sehingga butiran agregat tidak bisa mengisi ruang cetakan dengan sempurna saat proses pemadatan (Prahara et al., 2015).

Beton pada umumnya memiliki kuat tarik belah sebesar 8%-15% dari nilai kuat tekan (DPUPKP Kulon Progo, 2022). Nilai kuat tarik beton tidak berbanding lurus dengan nilai kuat tekan beton, kenaikan nilai kuat tekan beton hanya akan memengaruhi peningkatan yang relatif kecil dari kuat tariknya (Mulyono T, 2004). Perhitungan persentase kuat tarik belah dari kuat tekan beton pada beton K-0-0 adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Persentase (\%)} &= \frac{f'_{ct \text{ rata-rata}}}{f'_{ct \text{ rata-rata}}} \times 100 \\
 &= \frac{25,026}{2,07} \times 100 \\
 &= 8,27\%
 \end{aligned}$$

Dengan langkah-langkah yang sama diperoleh hasil persentase kuat tarik belah terhadap kuat tekan beton seperti pada Tabel 5.24 berikut.

Tabel 5. 22 Persentase Kuat Tarik Belah dari Kuat Tekan Beton

Benda Uji	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tarik (MPa)	Persentase (%)
K-0-0	25,026	2,07	8,27
K-8-0	27,136	2,30	8,46
K-8-0,5	23,188	1,95	8,42
K-8-1	25,367	2,23	8,77
K-8-1,5	21,601	2,03	9,42
K-8-2	20,783	1,79	8,61

Berdasarkan tabel 5.22 persentase nilai kuat tarik terhadap kuat tekan beton pada masing-masing variasi menunjukkan hasil yang telah memenuhi standar pada umumnya yaitu 8%-15% nilai kuat tekan beton menurut DPUKP Kulon Progo (2022). Tekstur serabut serat serabut kelapa yang kasar membuat ikatan antara serabut kelapa dengan pasta semen menjadi lebih kuat, sehingga saat terjadi pembebanan, permukaan beton yang mulai retak dan mengalami kehancuran serat serabut kelapa masih mengikat pasta semen dan sulit terlepas (Prahara et al., 2015).

Nilai kuat tarik optimum penggunaan serabut kelapa dan Damdex sebagai bahan tambah campuran beton dapat menaikkan kuat tarik beton hingga 7,6% dari nilai kuat tarik beton normal pada variasi K-8-1. Nilai kuat tarik pada variasi K-8-1 sebesar 2,23 MPa dan persentase kuat tariknya sebesar 8,77% dari kuat tekan. Sedangkan nilai kuat tarik terendah sebesar 1,79 MPa pada variasi K-8-2 mendapatkan persentase nilai kuat tarik 8,61% terhadap kuat tekan beton.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pada beton dengan bahan tambah Damdex dan Serabut kelapa yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Penambahan Damdex 8% dari berat semen tanpa serabut kelapa (T-8-0) dapat mempengaruhi mutu beton, yaitu meningkatkan kuat tekan hingga 8,43% dan beton dengan bahan tambah Damdex 8% dan serabut kelapa 1% dari berat semen dapat meningkatkan kuat tekan beton sebesar 1,36%. Sedangkan penambahan serabut kelapa yang lebih dari 1% menunjukkan hasil yang menurun dengan nilai paling rendah yaitu 20,78 MPa pada variasi beton T-8-2.
2. Persentase kadar Damdex dan serabut kelapa yang dapat meningkatkan kuat tekan beton tertinggi adalah sebagai berikut
 - a. Beton dengan bahan tambah Damdex 8% dan serabut kelapa 1% mendapatkan nilai kuat tekan tertinggi yaitu 25,37 MPa yang lebih tinggi 1,36% dari beton normal. Nilai kuat tekan tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan variasi beton dengan bahan tambah Damdex dan yang terdapat kadar serabut kelapa.
 - b. Beton yang ditambahkan dengan Damdex 8% tanpa serabut kelapa mendapatkan nilai tertinggi dibandingkan dengan variasi beton lainnya yaitu sebesar 27,14 MPa. Nilai tersebut lebih tinggi 8,43% dari nilai kuat tekan beton normal.
3. Pengaruh penambahan serabut kelapa dan Damdex 8% terhadap kuat tarik beton dalam penelitian ini didapatkan hasil sebagai berikut.
 - a. Beton dengan bahan tambah Damdex 8% dan serabut kelapa 1% mendapat nilai tertinggi dibandingkan variasi beton dengan bahan tambah Damdex dan serabut kelapa lainnya yaitu sebesar 2,23 MPa. Nilai

tersebut lebih besar 7,6% dibandingkan beton normal. Penambahan serabut kelapa lebih dari 1% menunjukkan hasil yang menurun dengan nilai terendah sebesar 1,79 MPa pada variasi K-8-2.

- b. Kuat tarik beton tertinggi diperoleh pada beton dengan bahan tambah Damdex 8% tanpa serabut kelapa sebesar 2,30 MPa.

6.2 Saran

Berdasarkan hasil dari penelitian pada beton dengan bahan tambah Damdex dan serabut kelapa terdapat beberapa hal yang dapat dijadikan sebagai saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

1. Saat pembuatan beton sebaiknya dilakukan lebih teliti agar didapatkan hasil yang lebih bagus, terutama saat proses pengadukan karena serabut kelapa rawan menggumpal. Selain itu juga proses pemadatan juga harus dilakukan secara merata dan memperhatikan komposisi campuran agar tidak terjadi beton yang berongga, sehingga beton menjadi keropos.
2. Penelitian selanjutnya perlu ditambah dengan modulus elastisitas beton saat pengujian kuat tekan beton. Selain itu juga untuk penelitian selanjutnya perlu dilakukan benda uji dengan umur beton yang berbeda seperti 7, 14, dan 28 hari, sehingga dapat mengetahui karakteristik beton lebih spesifik.
3. Penelitian selanjutnya sebaiknya menggunakan kadar serabut kelapa dengan rentang yang lebih rapat, misal rentang 0,10% – 0,25%. Selain itu, perlu dicoba menggunakan Damdex sesuai dengan anjuran penggunaannya yaitu 2% dari berat semen.
4. Dengan kadar Damdex 8%, penelitian selanjutnya dapat menggunakan kadar serabut kelapa antara 0,5% - 1,5% dengan rentang yang lebih rapat.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, M. K. (2022). *Pengaruh Variasi Kadar Bahan Tambah Waterproofing Damdex Terhadap Kuat Tekan dan Absorpsi Beton*. Universitas Islam Indonesia.
- Badan Standardisasi Nasional. 1989. SK SNI S-04-1989-F: Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A (Bahan Bangunan Bukan Logam). Bandung: Departemen Pekerjaan Umum, Yayasan LPMB.
- Badan Standardisasi Nasional. 2000. SNI 03-2834: Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. 2002. SNI 03-2491: Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. 1991. SNI 03-2955: Spesifikasi Bahan Tambah Untuk Beton. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. 1996. SNI 03-4142: Metode Pengujian Jumlah Bahan Dalam Agregat yang Lolos Saringan Nomor 200(0,0075 mm). Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. 1998. SNI 03-4804: Metode Pengujian Berat Isi dan Rongga Udara Dalam Agregat. Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. 2002. SNI 03-6861.1: Spesifikasi Bahan Bangunan – Bagian A: Bahan Bangunan Bukan Logam. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. 2004. SNI 15-2049: Semen Portland. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. 2011. SNI 1974: Cara Uji Kuat Tekan Beton Dengan Benda Uji Silinder. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. 1991. SNI 2495: Spesifikasi Bahan Tambahan untuk Beton. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. 2000. SNI 2834: Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. 2019. SNI 2847: Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.

- Fitrawansyah, D., Lakawa, I., & Sulaiman, S. (2020). Pengaruh Penambahan Admixture Terhadap Kuat Tekan Beton Dari Berbagai Merek Semen. *Sultra Civil Engineering Journal*, 1(2), 27–43.
- Jasman, J. (2022). Pengaruh Penambahan Sabut Kelapa Terhadap Kuat Tekan Beton. *Jurnal Karajata Engineering*, 2(1), 53–57.
- Mulyono, T. (2006). Teknologi Beton. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Nurmaidah, U. M. A. (2016). Penggunaan Bahan Tambah Damdex (Waterproofing) Pada Campuran Beton Terhadap Kuat Tekan Beton. *ARBITEK: Jurnal Teknik Sipil & Arsitektur*, 2(1).
- Peraturan Beton Bertulang Indonesia. 1971. *Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971 (Cetakan ke 7)*. Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan. Jakarta.
- Prahara, E., Liong, G. T., & Rachmansyah, R. (2015). Analisa pengaruh penggunaan serat serabut kelapa dalam presentase tertentu pada beton mutu tinggi. *ComTech: Computer, Mathematics and Engineering Applications*, 6(2), 208–214.
- Putranto, F. R., & Syaiful, S. (2019). Pengaruh Penambahan Genteng Press Jatiwangi Dan Damdex Terhadap Kuat Tekan Beton. *Jurnal Komposit: Jurnal Ilmu-Ilmu Teknik Sipil*, 3(1), 15–18.
- Sulaeman, A. (2022). *Pengaruh Pemanfaatan Campuran Serabut Kelapa Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Lentur Pada Beton*.
- Tjokrodinuljo K. 1992. *Buku Ajar Teknologi Beton*. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Tjokrodinuljo K. 2007. *Teknologi Beton*. Biro Penerbit Teknik Sipil Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil dan Lingkungan, Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Tobing, G. R. L., & Risdianto, Y. (2019). Pengaruh penambahan serat sabut kelapa (coconut fiber) terhadap kuat tekan, kuat tarik belah dan kuat lentur pada beton. *Rekayasa Tek. Sipil*, 1(2), 1–8.
- Wahyudi, T., Edison, B., & Ariyanto, A. (2013). *Penggunaan Ijuk Dan Sabut Kelapa Terhadap Kuat Tekan Pada Beton K-100*. Universitas Pasir Pengaraian.

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1

**PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AIR AGREGAT
HALUS
(SNI 03-1970-1990)**

Nama Peneliti	Yusuf Faraz Mawardhi
NIM	20511083
Tanggal Pengujian	20 Juni 2024
Asal Pasir	Progo
Keperluan	Penelitian Tugas Akhir

Uraian	Hasil Pengamatan	Hasil Pengamatan	Rata-rata
	Sampel 1	Sampel 2	
Berat pasir kering mutlak, gram (Bk)	484	487	485,5
Berat pasir kondisi jenuh kering muka (SSD), gram	500	500	500
Berat piknometer berisi pasir dan air, gram (Bt)	989	1006	997,5
Berat piknometer berisi air, gram (B)	690	699	694,5
Berat Jenis Curah BK/(BJ-Ba)	2,41	2,52	2,47
Berat Jenis jenuh kering muda (SSD) Bj/ (Bj-Ba)	2,49	2,59	2,54
Berat Jenis semu Bk/(Bk-Ba)	2,62	2,71	2,66
Penyerapan Air (Bj-Bk)/Bk x 100%	3,31%	2,67%	2,99%

Keterangan:

- 500: Berat benda uji dalam kondisi jenuh kering muka, dalam gram

**PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AIR AGREGAT
KASAR
(SNI 03-1969-1990)**

Nama Peneliti	Yusuf Faraz Mawardhi
NIM	20511083
Tanggal Pengujian	20 Juni 2024
Asal Kerikil	Progo
Keperluan	Penelitian Tugas Akhir

Uraian	Hasil Pengamatan	Hasil Pengamatan	Rata-rata
	Sampel 1	Sampel 2	
Berat Kerikil Mutal (Bk)	4896	4895	4895,5
Berat kerikil Jenuh kering muka (bj)	5000	5000	5000
Berat kerikil dalam air, gram (Ba)	3032	3038	3035
Berat Jenis Curah BK/(BJ-Ba)	2,49	2,49	2,49
Berat Jenis jenuh kering muda (SSD) Bj/ (Bj-Ba)	2,54	2,55	2,54
Berat Jenis semu Bk/(Bk-Ba)	2,63	2,64	2,63
Penyerapan Air (Bj-Bk)/Bk x 100%	2,12%	2,15%	2,13%

Keterangan:

- 5000: Berat benda uji dalam kondisi jenuh kering muka, dalam gram

**MODULUS HALUS BUTIR (MHB) / ANALISIS SARINGAN AGREGAT
HALUS
(SNI 03-1968-1990)**

Nama Peneliti	Yusuf Faraz Mawardhi
NIM	20511083
Tanggal Pengujian	20 Juni 2024
Asal Pasir	Progo
Keperluan	Penelitian Tugas Akhir
Sampel	1

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40,00	0	0,00	0,00	100,00
20,00	0	0,00	0,00	100,00
10,00	0	0,00	0,00	100,00
4,80	3	0,15	0,15	99,85
2,40	218	10,91	11,06	88,94
1,20	385	19,27	30,33	69,67
0,60	597	29,88	60,21	39,79
0,30	497	24,87	85,09	14,91
0,15	237	11,86	96,95	3,05
Sisa	61	3,05	100,00	0,00
Jumlah	1998	100,00	283,78	616,22

$$\begin{aligned}\text{Modulus Halus Butir} &= \frac{283,78}{100} \\ &= 2,84\end{aligned}$$

Lubang Ayakan (mm)	Persen Butir Agregat yang Lolos Ayakan			
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
10	100	100	100	100
4,8	90-100	90-100	90-100	95-100
2,4	60-95	75-100	85-100	95-100
1,2	30-70	55-90	75-100	90-100
0,6	15-34	35-59	60-79	80-100
0,3	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

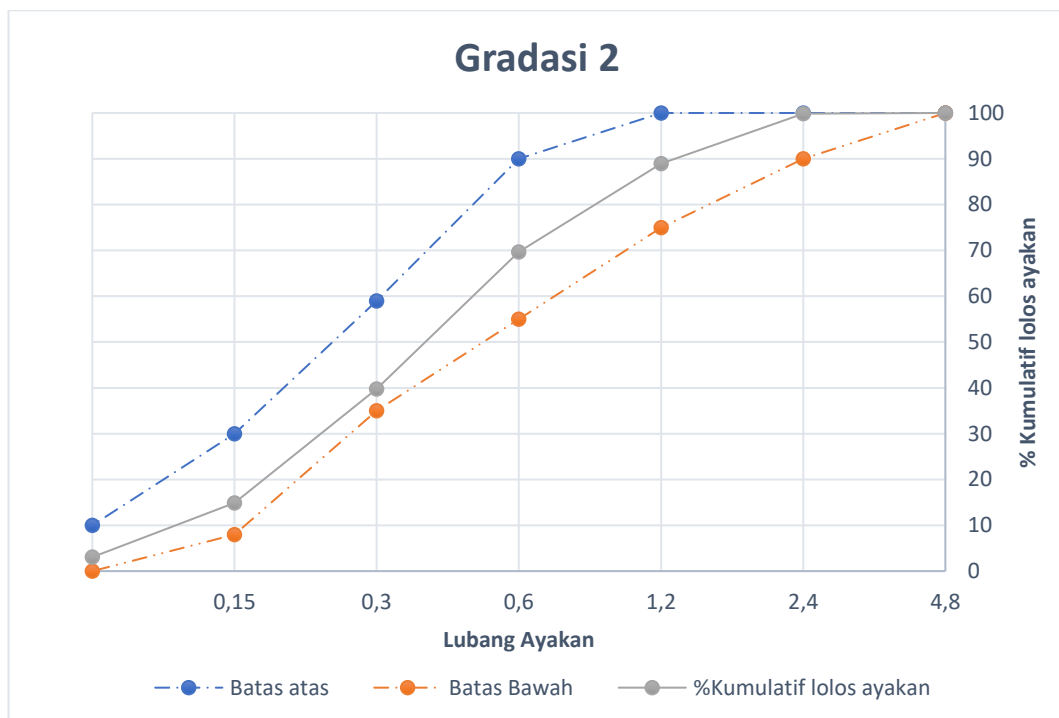
(Sumber: SNI 2834-2000)

Keterangan: Daerah I : Pasir Kasar Daerah III : Pasir Agak Halus
 Daerah II : Pasir Agak Kasar Daerah IV : Pasir Halus

**MODULUS HALUS BUTIR (MHB) / ANALISIS SARINGAN AGREGAT
HALUS
(SNI 03-1968-1990)**

Hasil Analisis Saringan:

- Pasir masuk daerah : Daerah II
- Jenis Pasir : Pasir agak kasar



**MODULUS HALUS BUTIR (MHB) / ANALISIS SARINGAN AGREGAT
HALUS
(SNI 03-1968-1990)**

Nama Peneliti	Yusuf Faraz Mawardhi
NIM	20511083
Tanggal Pengujian	20 Juni 2024
Asal Pasir	Progo
Keperluan	Penelitian Tugas Akhir
Sampel	2

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40,00	0,00	0,00	0,00	100,00
20,00	0,00	0,00	0,00	100,00
10,00	0,00	0,00	0,00	100,00
4,80	0,00	0,00	0,00	100,00
2,40	157,00	7,85	7,85	92,15
1,20	343,00	17,16	25,01	74,99
0,60	649,00	32,47	57,48	42,52
0,30	550,00	27,51	84,99	15,01
0,15	238,00	11,91	96,90	3,10
Sisa	62,00	3,10	100,00	0,00
Jumlah	1999,00	100,00	272,24	627,76

$$\begin{aligned}\text{Modulus Halus Butir} &= \frac{272,24}{100} \\ &= 2,72\end{aligned}$$

Lubang Ayakan (mm)	Persen Butir Agregat yang Lolos Ayakan			
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
10	100	100	100	100
4,8	90-100	90-100	90-100	95-100
2,4	60-95	75-100	85-100	95-100
1,2	30-70	55-90	75-100	90-100
0,6	15-34	35-59	60-79	80-100
0,3	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

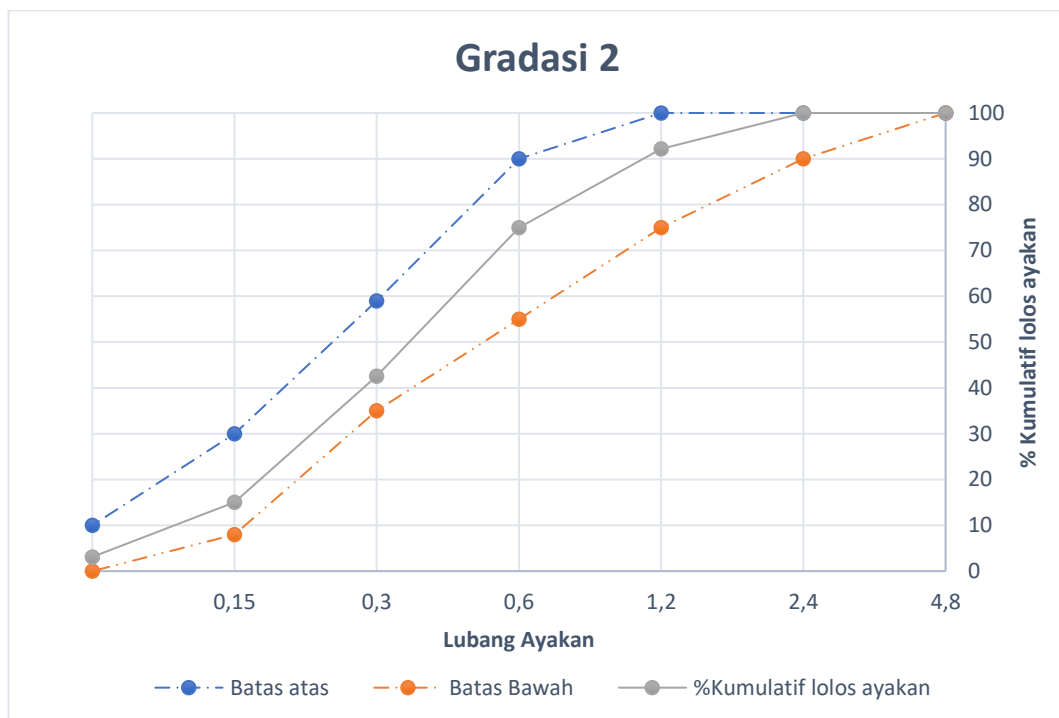
(Sumber: SNI 2834-2000)

Keterangan: Daerah I : Pasir Kasar Daerah III : Pasir Agak Halus
 Daerah II : Pasir Agak Kasar Daerah IV : Pasir Halus

**MODULUS HALUS BUTIR (MHB) / ANALISIS SARINGAN AGREGAT
HALUS
(SNI 03-1968-1990)**

Hasil Analisis Saringan:

- Pasir masuk daerah : Daerah II
- Jenis Pasir : Pasir agak kasar



**MODULUS HALUS BUTIR (MHB) / ANALISIS SARINGAN AGREGAT
KASAR
(SNI 03-1968-1990)**

Nama Peneliti	Yusuf Faraz Mawardhi
NIM	20511083
Tanggal Pengujian	20 Juni 2024
Asal Kerikil	Progo
Keperluan	Penelitian Tugas Akhir
Sampel	1

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40,00	0	0,00	0,00	100,00
20,00	52	1,04	1,04	98,96
10,00	3706	74,13	75,18	24,82
4,80	1104	22,08	97,26	2,74
2,40	97	1,94	99,20	0,80
Sisa	29	0,58	100,00	0,00
Jumlah	4999	100,00	770,35	229,65

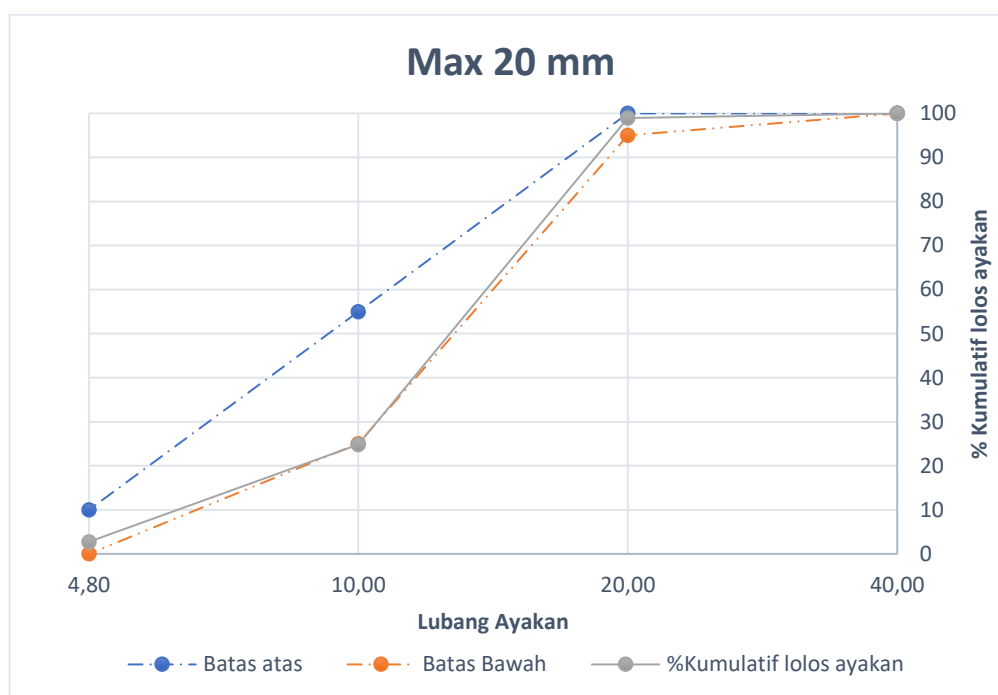
$$\begin{aligned}\text{Modulus Halus Butir} &= \frac{770,35}{100} \\ &= 7,7\end{aligned}$$

Lubang Ayakan (mm)	Persen Butiran Agregat Lolos Saringan	
	40 mm	20 mm
40	95-100	100
20	30-70	95-100
10	10-35	25-55
4,8	0-5	0-10

**MODULUS HALUS BUTIR (MHB) / ANALISIS SARINGAN AGREGAT
KASAR
(SNI 03-1968-1990)**

Hasil Analisis Saringan:

- Kerikil masuk gradasi : Gradasi 20mm
- Ukuran butir maksimum : 20mm



**MODULUS HALUS BUTIR (MHB) / ANALISIS SARINGAN AGREGAT
KASAR
(SNI 03-1968-1990)**

Nama Peneliti	Yusuf Faraz Mawardhi
NIM	20511083
Tanggal Pengujian	20 Juni 2024
Asal Kerikil	Progo
Keperluan	Penelitian Tugas Akhir
Sampel	2

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40,00	0	0,00	0,00	100,00
20,00	44	0,88	0,88	99,12
10,00	3704	74,11	74,99	25,01
4,80	1057	21,15	96,14	3,86
2,40	93	1,86	98,00	2,00
1,20	16	0,32	98,32	1,68
Sisa	84	1,68	100,00	0,00

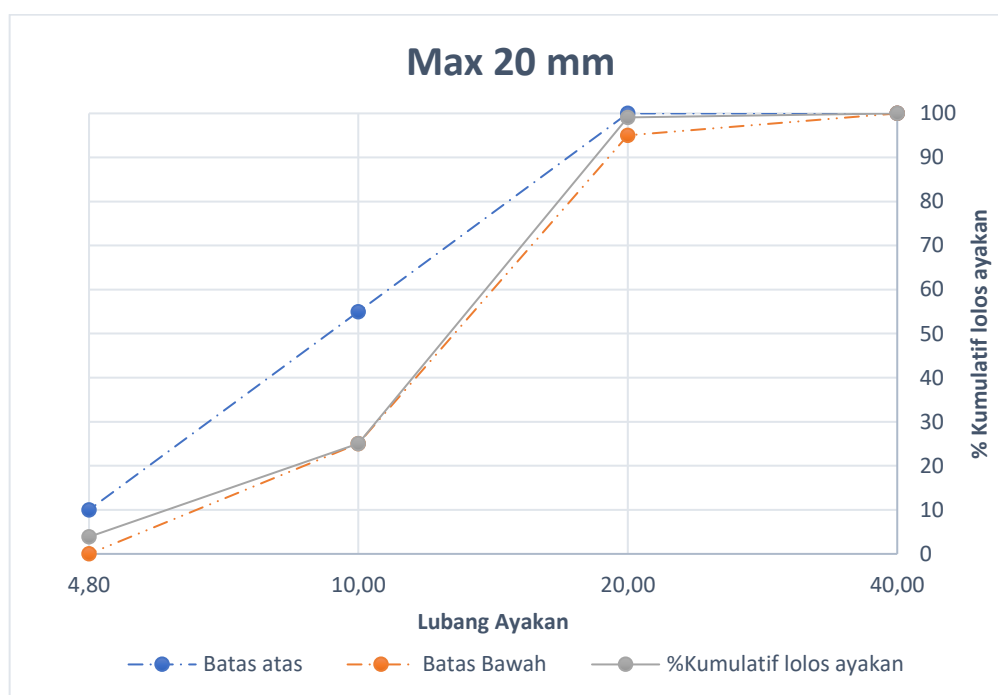
$$\begin{aligned}\text{Modulus Halus Butir} &= \frac{763,29}{100} \\ &= 7,63\end{aligned}$$

Lubang Ayakan (mm)	Persen Butiran Agregat Lolos Saringan	
	40 mm	20 mm
40	95-100	100
20	30-70	95-100
10	10-35	25-55
4,8	0-5	0-10

**MODULUS HALUS BUTIR (MHB) / ANALISIS SARINGAN AGREGAT
KASAR
(SNI 03-1968-1990)**

Hasil Analisis Saringan:

- Kerikil masuk gradasi : Gradasi 20mm
- Ukuran butir maksimum : 20mm



**PEMERIKSAAN BERAT ISI GEMBUR AGREGAT HALUS
(SNI 03-4804-1998)**

Nama Peneliti	Yusuf Faraz Mawardhi
NIM	20511083
Tanggal Pengujian	20 Juni 2024
Asal Pasir	Progo
Keperluan	Penelitian Tugas Akhir

Uraian	Hasil Pengamatan			Satuan
	sampel 1	sampel 2	rata-rata	
Berat Tabung (W1)	10278	10476	10377	gram
Berat Tabung + Agregat SSD (W2)	18278	17516	17897	gram
Berat Agregat (W3)	8000	7040	7520	gram
Diameter Tabung (d)	15,09	15,09	15,09	cm
Tinggi Tabung (t)	30,29	30,29	30,29	cm
Volume Tabung (V)	5417,1	5417,1	5417,1	cm ³
Berat Volume Gembur	1,48	1,30	1,39	gram/cm ³

**PEMERIKSAAN BERAT ISI PADAT AGREGAT HALUS
(SNI 03-4804-1998)**

Nama Peneliti	Yusuf Faraz Mawardhi
NIM	20511083
Tanggal Pengujian	20 Juni 2024
Asal Pasir	Progo
Keperluan	Penelitian Tugas Akhir

Uraian	Hasil Pengamatan			Satuan
	sampel 1	sampel 2	rata-rata	
Berat Tabung (W1)	10278	10476	10377	gram
Berat Tabung + Agregat kering tungku (W2)	19491	18950	19221	gram
Berat Agregat (W3)	9213	8474	8844	gram
Diameter Tabung (d)	15,09	15,09	15,09	cm
Tinggi Tabung (t)	30,29	30,29	30,29	cm
Volume Tabung (V)	5417,1	5417,1	5417,1	cm ³
Berat Volume Padat	1,70	1,56	1,63	gram/cm ³

**PEMERIKSAAN BERAT ISI GEMBUR AGREGAT KASAR
(SNI 03-4804-1998)**

Nama Peneliti	Yusuf Faraz Mawardhi
NIM	20511083
Tanggal Pengujian	20 Juni 2024
Asal Kerikil	Progo
Keperluan	Penelitian Tugas Akhir

Uraian	Sampel 1	Sampel 2	Rata- rata
Diameter Silinder (cm)	15,09	15,09	15,09
Tinggi Silinder (cm)	30,29	30,29	30,29
Berat Tabung (W1), gram	10278	10476	10377
Berat Tabung + Agregat kering tungku (W2), gram	17645	17685	17665
Berat Agregat (W3), gram	7367	7209	7288
Volume Tabung (V), cm ³	5417,11	5417,11	5417,11
Berat Volume Gembur, gram/cm ³	1,36	1,33	1,35

**PEMERIKSAAN BERAT ISI PADAT AGREGAT KASAR
(SNI 03-4804-1998)**

Nama Peneliti	Yusuf Faraz Mawardhi
NIM	20511083
Tanggal Pengujian	20 Juni 2024
Asal Kerikil	Progo
Keperluan	Penelitian Tugas Akhir

Uraian	Sampel 1	Sampel 2	Rata- rata
Diameter Silinder (cm)	15,09	15,09	15,09
Tinggi Silinder (cm)	30,29	30,29	30,29
Berat Tabung (W1), gram	10278	10476	10377
Berat Tabung + Agregat kering tungku (W2), gram	18617	18625	18621
Berat Agregat (W3), gram	8339	8149	8244
Volume Tabung (V), cm ³	5417,11	5417,11	5417,11
Berat Volume Gembur, gram/cm ³	1,54	1,50	1,52

**PEMERIKSAAN BUTIRAN YANG LOLOS AYAKAN NO. 200/UJI
KANDUNGAN LUMPUR DALAM PASIR
(SNI 03-4142-1996)**

Nama Peneliti	Yusuf Faraz Mawardhi
NIM	20511083
Tanggal Pengujian	20 Juni 2024
Asal Kerikil	Progo
Keperluan	Penelitian Tugas Akhir

Ukuran Butir Maksimum (mm)	Berat Minimum (gram)	Keterangan
4,80	500	Pasir
9,60	1000	Kerikil
19,20	1500	Kerikil
38,00	2500	Kerikil

Uraian	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Berat Agregat Kering Oven (W1), gram	500	500	500
Berat Agregat Kering Oven setelah di cuci (W2), gram	492	493	492,5
Berat yang Lolos Ayakan No. 200	1,60%	1,40%	1,50%

LAMPIRAN 2

**FORMULIR PERENCANAAN CAMPURAN BETON
METODE SNI
(SNI 2834-2000)**

Uraian	Nilai	Satuan
Kuat tekan beton yang disyaratkan	25	MPa
Standar Deviasi	-	-
Nilai Tambah / Margin (M)	12	MPa
Kuat tekan beton rerata yang ditargetkan	37	
Jenis Semen	Tipe 1	
Jenis Agregat Kasar	batu pecah	
Jenis Agregat Halus	Alami	
Faktor air semen bebas (Fas)	0,5	
Faktor air semen maksimum	0,6	
FAS digunakan	0,5	
Slump	60-180	mm
Ukuran agregat maksimum	20	mm
Kadar air bebas	205	Kg/m ³
kadar semen	410,00	Kg/m ³
kadar semen maksimum	-	
Kadar semen minimum	275	Kg/m ³
Kadar semen digunakan	410,00	Kg/m ³
Fas disesuaikan	0,5	
Susunan besar butir agregat halus	Gradasi 2	
Berat jenis agregat kasar (SSD)	2,54	
Berat jenis agregat halus (SSD)	2,54	
Persen Agregat Halus	41,250%	%
Persen Agregat Kasar	58,75%	%
Berat jenis relatif agregat gabungan (SSD)	2,54	
Berat isi Beton	2306,5	Kg/m ³
Kadar agregat gabungan	1691,50	Kg/m ³
Kadar agregat halus	697,74	Kg/m ³
Kadar agregat kasar	993,76	Kg/m ³
kadar semen dengan angka penyusutan		Kg/m ³
kadar agregat halus dengan angka penyusutan	837,29	Kg/m ³
Kadar agregat kasar dengan angka penyusutan	1192,51	Kg/m ³
kadar air dengan angka penyusutan	246,00	Kg/m ³

LAMPIRAN 3



Direktorat Perpustakaan Universitas Islam Indonesia
Gedung Moh. Hatta
Jl. Kaliurang Km 14,5 Yogyakarta 55584
T. (0274) 898444 ext.2301
F. (0274) 898444 psw.2091
E. perpustakaan@uii.ac.id
W. library.uui.ac.id

SURAT KETERANGAN HASIL CEK PLAGIASI

Nomor: 2545880182/Perpus./10/Dir.Perpus/XI/2024

Bismillaahirrahmaanirrahiim

Assalamualaikum Wr. Wb.

Dengan ini, menerangkan Bahwa:

Nama : Yusuf Faraz Mawardhi
Nomor Mahasiswa : 20511083
Pembimbing : Ir. Yunalia Muntafi, ST., MT., Ph.D.(Eng).,IPM.
Fakultas / Prodi : Teknik Sipil dan Perencanaan/ Teknik Sipil
Judul Karya Ilmiah : KAJIAN PENGARUH PENAMBAHAN SERABUT KELAPA DAN DAMDEX TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BETON

Karya ilmiah yang bersangkutan di atas telah melalui proses cek plagiasi menggunakan **Turnitin** dengan hasil kemiripan (*similarity*) sebesar **19 (Sembilan Belas) %**.

Demikian Surat Keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 12/9/2024

Direktur



Muhammad Jamil, SIP.