

**PENGARUH TEMPURUNG KELAPA SEBAGAI BAHAN
TAMBAH TERHADAP KUAT TEKAN BETON**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Dalam
Ujian Sidang Sarjana Teknik Sipil Strata Satu
Universitas Medan Area

Disusun Oleh :

RICKY WAHYUDI MENDROFA
NPM: 178110098



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
2022**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 28/12/22

Access From (repository.uma.ac.id)28/12/22

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH TEMPURUNG KELAPA SEBAGAI BAHAN TAMBAH TERHADAP KUAT TEKAN BETON

SKRIPSI

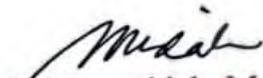
Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Dalam
Ujian Sidang Sarjana Teknik Sipil Strata Satu
Universitas Medan Area

Disusun Oleh :

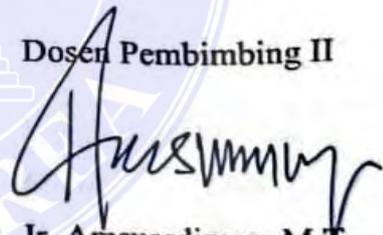
RICKY WAHYUDI MENDROFA
NPM: 178110098

Disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing I


I. Nurmaidah, M.T
NIDN: 0108016101

Dosen Pembimbing II


Ir. Amsuardiman, M.T
NIDN: 0031126097

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik


Prasetyo Syah, S. Kom, M. Kom
NIDN: 0105058804


Prasetyo Syah, S. Kom, M. Kom
NIDN: 0105058804

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 28/12/22

Access From (repository.uma.ac.id)28/12/22

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ricky Wahyudi Mendrofa

NPM : 178110098

Judul Skripsi : **Pengaruh Tempurung Kelapa Sebagai Bahan Tambah Terhadap Kuat Tekan Beton**

menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi ini merupakan karya saya sendiri. Apabila terdapat karya orang lain yang saya kutip, maka saya akan mencantumkan sumber secara jelas. Jika dikemudian hari ditemukan ketidak benaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi dengan aturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat tanpa ada paksaan dari pihak manapun.

Medan, 10 Oktober 2022



Ricky Wahyudi Mendrofa

178110098

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ricky Wahyudi Mendrofa

NPM : 178110098

Program Studi : Teknik Sipil

Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul: Analisis Kuat Tekan Beton Pasca Bakar Terhadap Kuat Tekan Karakteristik Beton. Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan

Pada tanggal : 10 Oktober 2022

Yang menyatakan



(Ricky Wahyudi Mendrofa)

RIWAYAT HIDUP

1. Informasi Pribadi

Nama : Ricky Wahyudi Mendrofa
NPM : 178110098
Tempat, Tanggal Lahir : Tetehosi, 27 November 1999
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Kristen Protestan
Negara : Indonesia
Alamat : Desa Biouti, Kecamatan Idanogawo, Kabupaten Nias
Program Studi : Teknik Sipil
No. HP : 0822-7749-8789

2. Data Keluarga

Nama Ayah : Fatiziduhu Mendrofa (Alm)
Nama Ibu : Yulima Telaumbanua
Alamat : Desa Biouti, Kecamatan Idanogawo, Kabupaten Nias

3. Pendidikan

2005 – 2011 : SD Negeri No. 074057 Maliwa'a
2011 – 2014 : SMP Negeri 1 Idanogawo
2014 – 2017 : SMA Negeri Unggulan Sukma Nias
2017 – 2022 : Universitas Medan Area

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat dan karuniannya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi. Serta penulis mengucapkan syukur telah diberikan pengetahuan, kesehatan, pengalaman, dan kesempatan untuk dapat menyelesaikan skripsi ini.

Skripsi ini berjudul PENGARUH TEMPURUNG KELAPA SEBAGAI BAHAN TAMBAH TERHADAP KUAT TEKAN BETON. Skripsi ini sebagai syarat yang harus diselesaikan setiap mahasiswa untuk menyelesaikan pendidikan di Fakultas Teknik dari Universitas Medan Area. Sesuai dengan judulnya tugas akhir ini membahas mengenai pengaruh bahan tambah terhadap kuat tekan beton. Dalam tugas akhir ini juga penyusun menyajikan data yang telah diperoleh dari hasil penelitian, dan melakukan analisis perbandingan dengan teori yang selama ini telah diperoleh di bangku perkuliahan.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini dapat terselesaikan karena bantuan banyak pihak, oleh karena itu penulis menyampaikan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan M.Eng, M.Sc selaku Rektor Universitas Medan Area.
2. Bapak Dr. Rahmad Syah, S.Kom, M.Kom, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
3. Bapak Hermansyah, S.T. M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Medan Area.

4. Ibu Ir. Nurmaidah, M.T. selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan bagi penyusun dalam melaksanakan dan menyelesaikan skripsi ini.
5. Bapak Ir. Amsuardiman, M.T. selaku dosen pembimbing II skripsi yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan bagi penyusun dalam melaksanakan dan menyelesaikan skripsi ini.
6. Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada kedua orang tua saya ayah dan ibu saya yang telah banyak memberi kasih sayang dan dukungan moral maupun materi serta Doa yang tiada henti untuk penulis.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis menyadari bahwa isi maupun teknik penulisannya jauh dari kesempurnaan, maka untuk itu penulis mengharapkan kritikan maupun saran dari para pembaca yang bersifat positif demi menyempurnakan skripsi ini.

Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis maupun semua pihak yang membaca skripsi ini, dan dapat menambah wawasan terutama di dunia pendidikan khususnya dalam bidang Teknik Sipil.

Medan, 10 Oktober 2022

Penyusun,

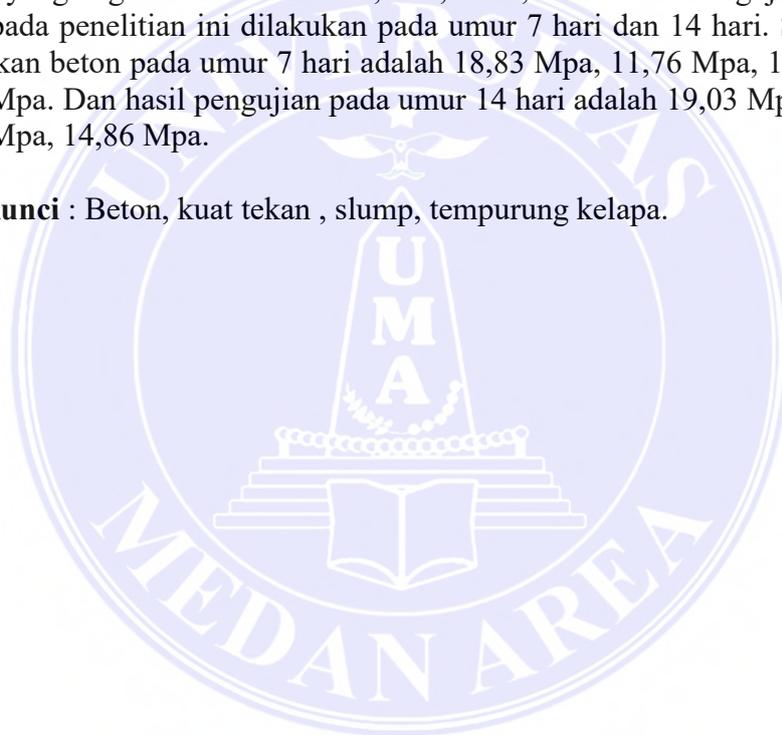


Ricky Wahyudi Mendrofa

ABSTRAK

Pada pembangunan beton banyak di gunakan umumnya bangunan sipil. Bahan dasar dari beton ialah campuran semen, air, agregat halus dan agregat kasar, sedangkan beton yang menggunakan tulangan baja disebut beton bertulang. Sesuai perkembangan zaman dengan teknologi yang mendukung mengakibatkan terus bertambahnya jumlah barang bekas dan berbagai macam limbah yang keberadaannya menjadi masalah bagi kehidupan, salah satunya adalah limbah tempurung kelapa. Tempurung kelapa ini dapat diperoleh di berbagai tempat dan dapat diolah pada industri pabrik seperti obat nyamuk, arang menjadi karbon aktif, pinsil dan lain sebagainya. Penelitian ini tempurung kelapa digunakan sebagai bahan tambahan pada campuran beton normal. Variasi penambahan tempurung kelapa pada beton normal untuk mengetahui kuat tekan beton yang diharapkan dapat meningkatkan kualitas beton berupa kuat tekan. Adapun variasi tempurung kelapa yang digunakan adalah 0%, 5%, 10%, dan 15%. Pengujian kuat tekan beton pada penelitian ini dilakukan pada umur 7 hari dan 14 hari. Sehingga hasil kuat tekan beton pada umur 7 hari adalah 18,83 Mpa, 11,76 Mpa, 13,83 Mpa, dan 12,10 Mpa. Dan hasil pengujian pada umur 14 hari adalah 19,03 Mpa, 14,92 Mpa, 16,17 Mpa, 14,86 Mpa.

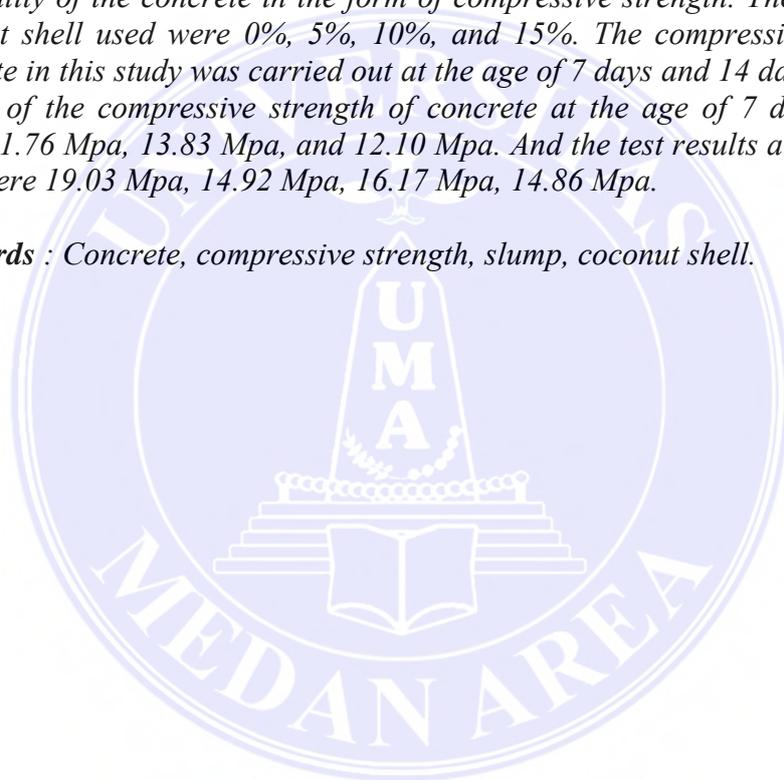
Kata kunci : Beton, kuat tekan , slump, tempurung kelapa.



ABSTRACT

In the construction of concrete, it is generally used in civil buildings. The basic material of concrete is a mixture of cement, water, fine aggregate and coarse aggregate, while concrete that uses steel reinforcement is called reinforced concrete. In accordance with the times with supporting technology, this has resulted in the continued increase in the number of used goods and various kinds of waste whose existence is a problem for life, one of which is coconut shell waste. This coconut shell can be obtained in various places and can be processed in industrial factories such as mosquito repellent, charcoal into activated carbon, pencil and so on. In this study, coconut shell was used as an additive in normal concrete mixtures. The variation of adding coconut shell to normal concrete is to determine the compressive strength of the concrete which is expected to improve the quality of the concrete in the form of compressive strength. The variations of coconut shell used were 0%, 5%, 10%, and 15%. The compressive strength of concrete in this study was carried out at the age of 7 days and 14 days. So that the results of the compressive strength of concrete at the age of 7 days are 18.83 Mpa, 11.76 Mpa, 13.83 Mpa, and 12.10 Mpa. And the test results at the age of 14 days were 19.03 Mpa, 14.92 Mpa, 16.17 Mpa, 14.86 Mpa.

Keywords : Concrete, compressive strength, slump, coconut shell.



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN

HALAMAN PERNYATAAN

RIWAYAT HIDUP

KATA PENGANTAR	i
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	x
NOTASI	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Maksud dan Tujuan	4
1.2.1 Maksud	4
1.2.2 Tujuan	4
1.3 Rumusan Masalah.....	4
1.4 Lingkup Penelitian.....	5
1.5 Manfaat	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Penelitian Terdahulu	7
2.2 Beton	10
2.2.1 Jenis-Jenis Beton	10
2.2.2 Material Pembentuk Beton	13

2.2.3 Kelebihan dan Kelemahan	18
2.2.4 Sifat-Sifat Beton	19
2.3 Perancangan Campuran	21
2.4 Pengujian <i>Slump</i>	21
2.5 Perawatan Beton	23
2.6 Pengujian Kuat Tekan	24
2.7 Bahan Tambah Tempurung Kelapa	25
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	30
3.1 Lokasi Penelitian	30
3.2 Bahan Penelitian	31
3.3 Tahapan Penelitian	31
3.3.1 Persiapan	32
3.3.2 Pemeriksaan Bahan	32
3.3.3 Perencanaan Campuran (<i>Mix Design</i>)	32
3.3.4 Pembuatan dan Perawatan Benda Uji	32
3.3.5 Pengujian Beton	33
3.3.6 Kesimpulan	34
3.4 Analisa Data	34
3.4.1 Analisa Agregat Halus	34
3.4.2 Analisa Agregat Kasar	42
3.4.3 Bahan Tambah Tempurung Kelapa	48
3.5 Perencanaan Campuran Beton (<i>Mix Design</i>) K-175	49
3.6 Pengujian <i>Slump</i>	61
3.7 Pengujian Kuat Tekan Beton	63

3.8 Bagan Alir Penelitian	64
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	65
4.1 Hasil Pengujian Agregat	65
4.1.1 Hasil Pengujian Agregat Halus	66
4.1.2 Hasil Pengujian Agregat Kasar	67
4.2 Hasil Perhitungan Rancangan <i>Mix Design</i>	69
4.3 Hasil Pengujian <i>Slump</i>	72
4.4 Hasil Pemeriksaan Berat Beton	73
4.4.1 Hasil Pemeriksaan Berat Beton Umur 7 Hari	73
4.4.2 Hasil Pemeriksaan Berat Beton Umur 14 Hari	74
4.5 Pengujian Kuat Tekan Beton Kubus (15 × 15 × 15)	75
4.6 Pembahasan	77
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	80
5.1 Kesimpulan	80
5.2 Saran	80
DAFTAR PUSTAKA	82
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Bagian-Bagian Buah Kelapa	2
Gambar 2.1	Sketsa kerucut <i>abrams</i>	24
Gambar 2.2	Pengujian <i>slump test</i>	24
Gambar 2.3	Sketsa Benda Uji	26
Gambar 3.1	Lokasi Penelitian Universitas Katolik Santo Thomas Medan	32
Gambar 3.2	Grafik Analisa Ayakan	39
Gambar 3.3	Grafik pemeriksaan berat jenis pasir	41
Gambar 3.4	Grafik Hasil Pemeriksaan Berat Isi Pasir	44
Gambar 3.5	Hasil Penelitian Kadar Lumpur	45
Gambar 3.6	Grafik Hasil Analisa Saringan Agregat Kasar.....	48
Gambar 3.7	Grafik Berat Jenis Kerikil.....	49
Gambar 3.8	Grafik Berat Isi Kerikil.....	52
Gambar 3.9	Faktor Air Semen Untuk Kubus $15 \times 15 \times 15$	55
Gambar 3.10	Persentase jumlah pasir daerah no. 1, 2, 3, 4.....	59
Gambar 3.11	Perkiraan berat jenis beton basah yang dimampatkan secara penuh	60
Gambar 3.12	Pengujian slump	66
Gambar 3.13	Grafik Nilai slump.....	67
Gambar 3.14	Bagan Alir Penelitian	69
Gambar 4.1	Grafik Berat Benda Uji Umur 7 Hari	79
Gambar 4.2	Grafik Berat Benda Uji Umur 14 Hari	80
Gambar 4.3	Grafik hasil uji kuat tekan beton umur 7 hari	82

Gambar 4.4	Grafik hasil uji kuat tekan beton umur 14 hari	83
Gambar 4.5	Grafik hasil uji kuat tekan beton umur 7 hari dan 14 hari.....	83



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Gradasi Kerikil	17
Tabel 2.2	Gradasi Pasir	18
Tabel 2.3	Beton menurut kuat tekannya	20
Tabel 2.4	Berat jenis beton yang digunakan untuk Konstruksi Bangunan	20
Tabel 2.5	Kandungan tempurung kelapa	30
Tabel 2.6	Kandungan arang tempurung kelapa	31
Tabel 3.1	Gradasi Kekasaran Pasir	37
Tabel 3.2	Hasil pemeriksaan ayakan agregat halus	38
Tabel 3.3	Hasil pemeriksaan berat jenis pasir	41
Tabel 3.4	Hasil Pemeriksaan Berat Isi Pasir	43
Tabel 3.5	Hasil Penelitian Kadar Lumpur Pasir	44
Tabel 3.6	Kesimpulan Pemeriksaan agregat halus	45
Tabel 3.7	Hasil pemeriksaan analisa saringan agregat kasar	46
Tabel 3.8	Gradasi Agrregat Kasar	47
Tabel 3.9	Hasil pemeriksaan berat jenis kerikil	49
Tabel 3.10	Hasil Penelitian Berat Isi Kerikil	51
Tabel 3.11	Kesimpulan Hasil Pengujian Agregat Kasar	52
Tabel 3.12	Kuat tekan rata-rata perlu jika data tidak tersedia untuk menetapkan deviasi standar	54
Tabel 3.13	Persyaratan faktor air semen maksimum untuk berbagai pembetonan dan lingkungan khusus	55
Tabel 3.14	Menentukan nilai slump	56

Tabel 3.15	Perkiraan kadar air bebas (kg/m ³)	57
Tabel 3.16	Perhitungan <i>Mix Design</i>	64
Tabel 3.17	Data hasil pengujian slump	67
Tabel 4.1	Berat benda uji umur 7 hari	79
Tabel 4.2	Berat benda uji umur 14 hari	80
Tabel 4.3	Hasil uji kuat tekan beton umur 7 hari	81
Tabel 4.4	Hasil uji kuat tekan beton umur 14 hari	82



NOTASI

$f'c$ = Kuat tekan beton (kg/cm^2)

P = Beban maksimal (kg)

A = Luas penampang benda uji (cm^2)



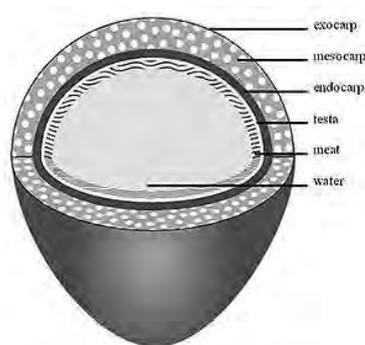
BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman kelapa merupakan salah satu komoditas yang memiliki nilai ekonomis yang tinggi apabila dikelola dengan baik. Indonesia sendiri merupakan negara penghasil kelapa, karena sebagai tanaman serbaguna yang telah memberikan kehidupan kepada petani di Indonesia, hal ini dibuktikan dengan tingkat penguasaan tanaman kelapa di Indonesia, yaitu 98% merupakan perkebunan rakyat (Thantiyo, 2010:1).

Buah kelapa terdiri dari beberapa bagian, yaitu epicarp, mesocarp, endocarp, dan endosperm. Epicarp yaitu kulit bagian luar yang permukaannya licin agak keras dan tebalnya $\pm 1/7$ mm. Mesocarp yaitu kulit bagian tengah yang disebut sabut. Bagian ini terdiri dari serat-serat yang keras, tebalnya 3-5 cm. Endocarp yaitu bagian tempurung yang sangat keras. Tebalnya 3-6 mm. Bagian dalam melekat pada kulit luar dari endosperm yang tebalnya 8-10 mm. Buah kelapa yang telah tua terdiri dari 35% sabut, 12% tempurung, 28% endosperm, dan 25% air (Purnama, 2013).



Gambar 1.1 Bagian-Bagian Buah Kelapa
Sumber : *google.com*

Klasifikasi ilmiah tanaman kelapa ialah:

- a. Kerajaan : Plantae
- b. Ordo : Arecales
- c. Famili : Arecaceae
- d. Upafamili : Arecoideae
- e. Bangsa : Cocoeae
- f. Genus :Cocos
- g. Spesies : C. nucifera
- h. Nama binomial : Cocos nucifera

Pohon kelapa bermanfaat bagi manusia mulai dari akar sebagai bahan obat – obatan, daun sebagai alat pembersih (sapu), batang sebagai bahan konstruksi, hingga buahnya sebagai santan atau sebagainya.

Pembangunan struktur maupun infrastruktur dan kebutuhan akan tempat tinggal memacu inovasi dalam bidang rekayasa struktur, khususnya di bidang teknologi bahan konstruksi. Inovasi yang dilakukan bertujuan untuk menghasilkan material struktur yang mempunyai sifat-sifat yang baik dengan metode dan biaya yang ekonomis.

Salah satu bahan konstruksi yang banyak digunakan adalah beton, beton merupakan salah satu bahan konstruksi pekerjaan sipil yang sangat berperan penting dalam pembangunan. Keistimewaan dari beton adalah mudah dibentuk sesuai dengan keinginan, memiliki nilai kuat tekan yang tinggi, memiliki ketahanan dalam jangka panjang dengan perawatan yang sederhana dan relatif murah karena menggunakan bahan dasar dari bahan lokal (Tjokrodimuljo, 1992).

Beton merupakan salah satu material konstruksi yang terdiri dari campuran

agregat kasar (kerikil) dan agregat halus (pasir) sebagai bahan pengisi, serta semen dan air sebagai bahan pengikat.

Terkadang pada daerah tertentu sangat sulit untuk mendapatkan agregat, khususnya agregat kasar dan halus sebagai bahan utama dalam pembuatan beton. Untuk mengatasi hal tersebut, maka perlu melakukan penelitian ini dengan menggunakan limbah sebagai penambahan dalam pembuatan beton. Selain itu, jika pemanfaatan limbah dapat dibuktikan secara teknis sebagai bahan tambah untuk campuran, maka diharapkan juga dapat mengurangi dampak pencemaran lingkungan dan mempunyai nilai tambah secara ekonomi bagi masyarakat.

Limbah adalah bahan – bahan yang tidak bisa di pakai lagi sebagai fungsi yang sama. Akan tetapi sebagian besar limbah dapat di daur ulang dengan manfaat yang berbeda dan berkualitas baik. Tempurung kelapa adalah limbah dimana banyak industri mengubah tempurung kelapa sebagai pensil, obat nyamuk dan sebagainya

Limbah tempurung kelapa bisa dimanfaatkan dalam konstruksi bangunan yaitu sebagai bahan tambah agregat kasar. Tempurung merupakan lapisan keras yang terdiri dari lignin, selulosa, metoksil dan berbagai mineral. Kandungan bahan-bahan tersebut beragam sesuai dengan jenis kelapanya. Struktur yang keras disebabkan oleh silikat (SiO_2) yang cukup tinggi kadarnya pada tempurung. Berat tempurung sekitar 15-19 % dari berat keseluruhan buah kelapa. Tempurung kelapa diperoleh setelah melakukan pemisahan buah daging kelapa yang menempel pada tempurung dan memanfaatkan tempurung kelapa untuk keperluan yang lebih berguna sehingga lebih efektif dan bernilai.

Berdasarkan hal tersebut peneliti tertarik untuk melakukan penelitian guna mengaplikasikan campuran tempurung kelapa sebagai bahan tambah campuran beton. Pemilihan tempurung kelapa sebagai bahan campuran dikarenakan mudah didapat dan lebih ekonomis. Dalam penelitian ini, penggunaan bahan tambah diharapkan mampu meningkatkan kekuatan beton tanpa mengurangi mutunya. Untuk itu, peneliti melakukan penelitian dengan judul “Pengaruh Tempurung Kelapa Sebagai Bahan Tambah Terhadap Kuat Tekan Beton”.

1.2 Maksud dan Tujuan

Maksud dan tujuan penelitian ini adalah:

1.2.1 Maksud

Maksud dari penelitian ini adalah mengkaji penambahan bahan tambah tempurung kelapa terhadap kuat tekan beton agar memenuhi syarat proporsi dalam mengaplikasikannya pada campuran beton.

1.2.2 Tujuan

Tujuan dari penelitian adalah untuk mengetahui bagaimana pengaruh tempurung kelapa sebagai bahan tambah terhadap kuat tekan beton.

1.3 Rumusan Masalah

Dari latar belakang di atas, terdapat beberapa rumusan masalah pada penelitian ini, yaitu:

1. Berapa proporsi bahan tambah (tempurung kelapa) terhadap kuat tekan beton dengan presentase penambahan 0%, 5%, 10%, 15% sehingga memenuhi syarat?

2. Bagaimana pengaruh tempurung kelapa sebagai bahan tambah terhadap kuat tekan beton?

1.4 Lingkup Penelitian

Batasan masalah dalam skripsi ini adalah:

1. *Mix Design* menggunakan metode SNI 03-2834- 2000.
2. Benda uji yang digunakan adalah berbentuk kubus dengan ukuran 15 cm × 15 cm × 15 cm.
3. Penambahan tempurung kelapa sebagai agregat halus sebesar 0%, 5%, 10%, 15% terhadap agregat halus.
4. Waktu pengujian umur 7 hari, 14 hari.

1.5 Manfaat

- a Sebagai informasi dan refensi terhadap penggunaan bahan tambah tempurung kelapa pada kuat tekan beton agar memiliki karakteristik.
- b Penelitian ini sebagai acuan dalam bidang pengetahuan teknologi bahan konstruksi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Rahmat Hidayat (2016), dengan judul Pengaruh Penggunaan Tempurung Kelapa Sebagai Penambah Agregat Kasar Mutu Beton Fc' 17 Mpa Terhadap Kuat Tekan Beton. Pada penelitian ini tempurung kelapa digunakan sebagai bahan tambah agregat kasar dalam campuran beton. Penelitian ini tempurung kelapa digunakan sebagai bahan tambahan pada campuran beton normal. Variasi penambahan tempurung kelapa pada beton normal untuk mengetahui kuat tekan beton yang diharapkan dapat meningkatkan kualitas beton berupa kuat tekan. Adapun variasi tempurung kelapa yang digunakan adalah 0%, 10%, 20%, dan 30%. Sehingga hasil kuat tekan beton yang di peroleh dari variasi tersebut adalah 54,72 ton , 28,75 ton , 28,59 ton dan 22,969 ton. <https://docplayer.info/59006992-Pengaruh-penggunaan-tempurung-kelapasebagai-penambah-agregat-kasar-mutu-beton-fc-17-mpa-terhadap-kuat-tekan-beton-penelitian.html>

Nawati, dkk (2019), Variasi tempurung kelapa yang digunakan dalam campuran beton normal adalah 0%, 2,5%, 5%, 7,5%, dan 10% terhadap berat 8 agregat kasar (batu pecah $\frac{1}{2}$), dimana tempurung kelapa yang digunakan dipecah secara manual kemudian diayak hingga lolos saringan 19 mm dan tertahan saringan 4,75 mm. Pembuatan benda uji berbentuk kubus dengan ukran 15x15x15 cm. Umur rencana beton adalah 7, 14, 28 dan 56 hari. Adapun total benda uji adalah 120 buah dengan komposisi 3 benda uji kubus untuk kuat tekan beton dan 3 benda uji silinder untuk pengujian kuat tarik belah untuk setiap variasinya.

Penambahan tempurung kelapa pada campuran beton normal dapat mempengaruhi nilai kuat tekan beton, dimana semakin banyak jumlah tempurung kelapa yang digunakan semakin menurun nilai kuat tekannya, dengan hasil kuat tekan sesuai komposisi 2.5% = 19.854 Mpa, 5% = 18.738 Mpa, 7,5% = 17.049 Mpa, 10% = 16.137 Mpa terhadap beton normal dengan kuat tekan sebesar 18.443 Mpa. Sedangkan penambahan tempurung kelapa tidak memberikan pengaruh pada nilai kuat tarik belah beton, hal ini di buktikan dengan nilai pengujian kuat tarik belah pada umur 14, 21 dan 28 hari terbesar berada pada kadar 0% tempurung kelapa. Namun, pada umur pengujian 56 hari nilai kuat tarik belah dengan kadar 2,5% tempurung kelapa meningkat sebesar 0,08 MPa dari beton normal.

<https://repository.ummat.ac.id/1009/>

Pau, dkk (2018), Dalam penelitian akan diteliti yaitu pengaruh penggunaan sekam padi dan tempurung kelapa sebagai pengganti agregat halus dan agregat kasar terhadap kuat tekan beton yang dihasilkan. Sekam yang digunakan yaitu sekam yang berasal dari limbah penggilingan padi yang lolos saringan 5 mm dan tempurung kelapa yang telah dihancurkan dan telah lolos saringan 25,4 mm. Pengujian kuat tekan dilakukan pada beton berumur 7 hari dan dikonversikan ke 28 hari dengan komposisi sekam padi dan tempurung kelapa 10 %, 20 %, 30 %, 50 %. Penggunaan sekam padi dan tempurung kelapa sebagai pengganti agregat halus dan agregat kasar dalam campuran beton berpengaruh terhadap kuat tekan beton yang dihasilkan ditandai dengan semakin besar persentase penggantinya maka semakin kecil nilai kuat tekan yang dihasilkan. Sekam padi yang digunakan adalah sekam yang berasal dari limbah penggilingan padi yang telah lolos saringan 5 mm. Tempurung kelapa yang digunakan pada penelitian ini adalah

tempurung kelapa yang telah dibersihkan, dicuci dan dijemur kering selama 1 hari sehingga tempurung memiliki tingkat kering yang seragam dan kemudian 9 tempurung kelapa dihancurkan serta memiliki ukuran antara 5 x 5 mm sampai dengan 20 x 20 mm atau tempurung kelapa yang lolos saringan 25,4 mm. Berdasarkan hasil penelitian sekam padi dan tempurung kelapa sebagai pengganti agregat halus dan agregat kasar dapat disimpulkan bahwa Penggunaan sekam padi dan tempurung kelapa sebagai pengganti agregat halus dan agregat kasar dalam campuran beton berpengaruh terhadap kuat tekan beton yang dihasilkan ditandai dengan semakin besar persentase penggantian maka semakin kecil nilai kuat tekan yang dihasilkan. Penurunan kuat tekan beton terbesar terjadi pada campuran BTS50% dengan kuat tekan beton yang dihasilkan adalah 21,65 kg/cm². Semakin besar presentase sekam padi dan tempurung kelapa sebagai pengganti agregat halus dan agregat kasar dalam campuran beton berpengaruh terhadap penurunan density beton. Campuran beton BTS10%, BTS20%, BTS30%, BTS50%, BTK30%, BTK50%, BTS20%K30% dan BTS30%BTK20 dapat dikategorikan sebagai beton ringan karena memiliki berat kurang dari 1900 kg/m³. Penurunan kuat tekan dan penurunan berat jenis dengan sekam padi lebih nyata dibanding dengan tempurung kelapa. Beton modifikasi dengan penggantian ganda (multiple replacement) atas pasir dan kerikil menghasilkan kuat tekan beton yang jauh lebih kecil dari proporsi pengganti material tunggal.

<https://repository.ummat.ac.id/1009/>.

2.2 Beton

Beton adalah sebuah bahan bangunan komposit yang terbuat dari kombinasi agregat dan pengikat semen, bentuk paling umum dari beton adalah campuran material bangunan yang dibuat dari semen, agregat kasar, agregat halus, dan air sehingga membentuk suatu campuran material yang padat. Dalam perkembangannya campuran beton dapat ditambahkan dengan bahan tambah lainnya sesuai dengan kebutuhan untuk mencapai tujuan tertentu. Beton memiliki sifat yaitu kuat terhadap tekan dan lemah terhadap tarik, karena beton merupakan material yang getas.

Tri Mulyono (2004), Proses awal terjadinya beton adalah pasta semen yaitu proses hidrasi antara air dengan semen, selanjutnya jika ditambahkan dengan agregat halus menjadi mortar dan jika ditambahkan dengan agregat kasar menjadi beton. Penambahan material lain akan membedakan jenis beton, misalnya yang ditambahkan adalah tulangan baja akan terbentuk beton bertulang.

Berdasarkan SNI 03-4431-1997 beton yang mempunyai berat isi antara 2200 kg/m^3 sampai 2500 kg/m^3 , beton dengan bahan penyusun semen, air, agregat kasar, dan agregat halus, serta bahan tambah apabila diperlukan dengan perbandingan tertentu yang bersifat plastis pada saat pertama dibuat dan kemudian secara perlahan-lahan akan mengeras seperti batu.

2.2.1 Jenis-Jenis Beton

Pada umumnya beton sering digunakan sebagai struktur dalam konstruksi suatu bangunan. Dalam teknik sipil, beton digunakan untuk bangunan fondasi, kolom, balok dan pelat. Menurut Mulyono (2005). Terdapat beberapa jenis beton yang dipakai dalam konstruksi suatu bangunan yaitu sebagai berikut:

1. Beton Ringan

Beton ringan struktural adalah beton yang memiliki agregat ringan atau campuran agregat kasar ringan dan pasir alam sebagai pengganti agregat kasar dengan ketentuan tidak boleh melampaui berat isi maksimum beton 1850 kg/m³ dan harus memenuhi ketentuan kuat tekan dan kuat tarik belah beton ringan untuk tujuan struktural (SNI 03-3449-2002). Beton ringan umumnya dihasilkan dengan cara mengurangi agregat kasar sehingga beton akan berpori dan berongga dan menghasilkan berat yang ringan hal ini bisa dilakukan dengan menggunakan foam agent. Selain dengan mengurangi bagian agregat kasar, bisa juga dengan mengganti agregat kasar tersebut dengan agregat kasar lain yang lebih ringan. Umumnya agregat kasar pada beton normal adalah agregat yang mempunyai ukuran 5 mm hingga 40 mm dengan berat isi mencapai lebih dari 2 gr/cm³ (SNI 03-2834-2000).

2. Beton Normal

Beton normal yaitu beton yang memiliki berat isi berkisar (2200-2500) kg/m³ dengan menggunakan agregat alam yang dipecah atau tanpa dipecah. Beton jenis ini paling banyak digunakan dalam pelaksanaan proyek konstruksi dikarenakan proses pembuatannya (*Mix Design*) yang relatif mudah untuk dikerjakan. Beton normal umumnya digunakan untuk keperluan proyek dengan beban yang relatif kecil dan sedang misalnya rumah tinggal, ruko, kantor, gedung sekolah dll.

3. Beton Bertulang

Beton bertulang adalah beton yang menggunakan tulangan dengan jumlah dan luas tulangan tanpa pratekan dan direncanakan berdasarkan asumsi

bahwa kedua material bekerja secara bersama-sama dalam menahan gaya yang bekerja.

4. Beton Berat

Beton berat adalah beton yang dihasilkan dari agregat yang mempunyai berat isi lebih besar dari pada beton normal atau lebih dari 2400 kg/m^3 .

Beton jenis ini biasanya digunakan untuk kepentingan tertentu seperti menahan radiasi, menahan benturan dan lainnya.

5. Beton Pracetak

Beton pracetak (*precast*) adalah komponen beton tanpa atau dengan tulangan yang dicetak terlebih dahulu sebelum dirangkai menjadi bangunan, atau sebagai komponen beton yang dicor ditempat bukan merupakan posisi akhir didalam struktur. Beton pracetak (*precast*) diproduksi secara massal dan berulang-ulang. Elemen-elemen beton pracetak (*precast*) yang dibuat dilapangan (pabrik) disambung dilokasi bangunan sampai membentuk suatu struktur yang utuh. Pabrikasi dapat dilakukan ditempat pembangunan proyek tersebut atau diperusahaan industri beton pracetak yang dibuat dengan cara pre-tension (penegangan sebelum pengecoran) maupun posttension (penegangan setelah pengecoran)

6. Beton Prategang

Beton prategang dapat didefinisikan sebagai beton yang telah diberikan tegangan-tegangan dalam, dalam jumlah dan distribusi tertentu sehingga dapat menetralsir sejumlah tertentu tegangan-tegangan yang dihasilkan oleh beban luar sesuai dengan yang direncanakan. Proses prategang memberikan tegangan tekan dalam beton. Gaya prategang ini berupa tendon yang

diberikan tegangan awal sebelum memikul beban kerjanya yang berfungsi mengurangi atau menghilangkan tegangan tarik pada saat beton mengalami beban kerja serta menggantikan tulangan tarik pada struktur beton bertulang biasa. Pemberian gaya prategang pada beton akan memberikan tegangan tekan pada penampang. Tegangan ini akan menahan beban luar yang bekerja pada penampang. Pemberian gaya prategang dapat dilakukan sebelum atau sesudah beton dicor. Pemberian gaya prategang yang dilakukan sebelum pengecoran disebut sistem pratarik (pretension), sedangkan pemberian gaya prategang yang dilakukan sesudah pengecoran disebut sistem pascatarik (posttension).

2.2.2 Material Pembentuk Beton

Seperti telah diketahui bersama bahwa beton itu dibuat dari campuran material-material tertentu yang memiliki standar. Adapun material-material pembentuk beton normal ini terdiri dari semen, air, dan agregat. Untuk penjelasan lebih terperinci adalah sebagai berikut.

1. Semen

Mulyonono Tri (2003), Material semen adalah material yang mempunyai sifatsifat adhesif dan kohesif yang diperlukan untuk mengikat agregat-agregat menjadi suatu massa yang padat yang mempunyai kekuatan yang cukup. Semen merupakan hasil industri dari paduan bahan baku : batu gamping/kapur sebagai bahan utama, yaitu bahan alam yang mengandung senyawa Calcium Oksida (CaO), dan lempung/tanah liat yaitu bahan alam yang mengandung senyawa: Siliki Oksida (SiO_2), Alumunium Oksida (Al_2O_3), Besi Oksida (Fe_2O_3) dan Magnesium Oksida (MgO) atau bahan

pengganti lainnya dengan hasil akhir berupa padatan berbentuk bubuk (bulk), tanpa memandang proses pembuatannya, yang mengeras atau membatu pada pencampuran dengan air. Untuk menghasilkan semen, bahan baku tersebut dibakar sampai meleleh, sebagian untuk membentuk clinkernya, yang kemudian dihancurkan dan ditambah dengan gips (gypsum) dalam jumlah yang sesuai.

Semen dapat digolongkan menjadi dua bagian yaitu semen hidraulik dan semen nonhidraulik. Semen hidraulik mempunyai kemampuan untuk mengikat dan mengeras di dalam air. Contoh semen hidraulik antara lain kapur hidraulik, semen pozollan, semen terak, semen alam, semen portland, semen alumina dan semen ekspansif. Contoh lainnya adalah semen portland putih, semen warna, dan semen-semen untuk keperluan khusus. Sedangkan semen non-hidraulik adalah semen yang tidak dapat mengikat dan mengeras di dalam air, akan tetapi dapat mengeras di udara. Contoh utama dari semen non-hidraulik adalah kapur.

Semen juga memiliki beberapa tipe yaitu tipe I, II, III, IV, dan V. Tipe-tipe semen tersebut diurutkan berdasarkan kekuatan awalnya dalam merekatkan suatu bangunan yang dibentuk. Semen yang digunakan dalam pembuatan beton adalah semen hidraulik.

2. Air

Air sangat diperlukan dalam pembuatan beton, beton tidak akan terbentuk tanpa adanya air sebagai campurannya. Karena semen tidak akan bereaksi dan menjadi pasta apabila tidak ada air. Air selalu diperlukan dalam campuran beton, tidak saja untuk proses hidrasi semen, tapi juga mengubah

semen menjadi pasta sehingga beton menjadi lecek dan mudah dikerjakan terutama pada saat penuangan beton dalam cetakan. Karena pengerasan beton berdasarkan reaksi antara semen dan air, maka sangat diperlukan agar memeriksa apakah air yang akan digunakan memenuhi syarat-syarat tertentu. Air tawar yang dapat diminum, tanpa diagukan boleh dipakai. Dan bila tidak ada disarankan untuk mengamati apakah air tersebut tidak mengandung bahan-bahan yang merusak beton. (R.sagel, 1997) Karena pengerasan beton berdasarkan reaksi antara semen dan air, maka sangat diperlukan agar memeriksa apakah air yang akan digunakan memenuhi syarat-syarat tertentu. Air tawar yang dapat diminum, tanpa diagukan boleh dipakai. Dan bila tidak ada disrankan untuk mengamati apakah air tersebut tidak mengandung bahan-bahan yang merusak beton.

Berdasarkan SK SNI – 04 – 1989, persyaratan air secara umum yang dapat digunakan untuk beton adalah :

- a. Air harus bersih
- b. Tidak mengandung lumpur, minyak dan benda terapung lainnya yang dapat secara visual.
- c. Tidak mengandung benda-benda tersuspensi lebih dari 2 gr/liter.
- d. Tidak mengandung garam-garam yang dapat larut dan merusak beton (asam, zat organik dan sebagainya).
- e. Bila dibandingkan dengan kuat tekan yang memakai air suling, maka penurunan kuat tekan adukan beton yang memakai air biasa tidak lebih dari 10%.

f. Semua air yang mutunya meragukan harus dianalisa secara kimia dan dievaluasi mutunya menurut pemakaiannya.

3. Agregat kasar

Agregat adalah suatu butiran alami atau buatan yang dipergunakan sebagai bahan pengisi beton dan mengisi hampir 70 % dari volume beton (Yudianto, 2011). Agregat kasar adalah berasal dari batu alam yang dipecah sehingga menjadi sedemikian rupa melalui industri pemecah batu dan mempunyai ukuran berkisar antara 5 mm–40 mm (SNI 03-2834-2000). Menurut *British Standard* (B.S), gradasi agregat kasar (kerikil/batu pecah) yang baik sebaiknya masuk dalam batas.

Adapun gradasi kerikil seperti yang tercantum dalam Tabel 2.1

Tabel 2.1 Gradasi Kerikil

Lubang Ayakan (mm)	Persen Berat Butir Lewat Ayakan	
	Berat Butir Maksimum	
	40 mm	20 mm
40	95 - 100	100
20	30 - 70	95 - 100
10	10 - 35	25 - 55
4.8	0 - 5	0 - 10

Sumber: SNI 03-2834-2000

Besar butir maksimum yang diizinkan tergantung pada maksud pemakaian. Ukuran agregat sangat mempengaruhi kekuatan tekan beton. Semakin besar agregat maksimum yang digunakan, semakin berkurang kekuatan beton yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan semakin besar agregat kasar, ruang antar agregat yang dihasilkan semakin besar sehingga potensi terjadinya rongga udara akan semakin tinggi dan dapat menyebabkan semakin kecilnya kekuatan tekan yang dihasilkan.

4. Agregat halus

Agregat dikatakan sebagai agregat halus jika besar butirannya kurang lebih sebesar 4,75 mm (ASTM C33). Di dalam SNI 03- 2834-2000 dikatakan bahwa agregat halus merupakan pasir alam yang berasal dari hasil desintegrasi batuan atau pasir secara alami yang mempunyai ukuran butir sebesar 5,0 mm.

SK. SNI T-15-1990-03 memberikan syarat-syarat untuk agregat halus yang diadopsi dari *British Standard* di Inggris. Agregat halus dikelompokkan dalam empat *zone* (daerah) berdasarkan gradasinya.

Tabel 2.2 Gradasi Pasir

Lubang Ayakan (mm)	Persen Bahan Butiran Yang Lewat 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	85 - 100	85 - 100	95 - 100
1.2	30 – 70	75 - 100	75 - 100	90 - 100
0.6	15 – 34	60 - 79	60 - 79	80 - 100
0.3	5 – 20	12 - 40	12 - 40	15 - 50
1.15	0 – 10	0 - 10	0 - 10	0 - 15

Sumber: SNI 03-2834-2000

Keterangan :

1. Daerah I : Pasir kasar
2. Daerah II : Pasir agak kasar
3. Daerah III : Pasir agak halus
4. Daerah IV : Pasir halus

Agregat halus berfungsi mengisi pori-pori yang ada di antara agregat kasar, sehingga diharapkan dapat meminimalkan kandungan udara dalam beton yang dapat mengurangi kekuatan beton. Gradasi dan keseragaman agregat

halus lebih menentukan kelecakan (*workability*) dari pada gradasi dari keseragaman agregat kasar karena mortar berfungsi sebagai pelumas sedangkan agregat kasar hanya mengisi ruang saja pada beton.

2.2.3 Kelebihan dan Kelemahan Beton

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

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

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

1. Bahan dasar penyusun beton agregat halus maupun agregat kasar bermacam-macam sesuai dengan lokasi pengambilannya, sehingga cara perencanaan dan cara pembuatannya bermacam-macam,
2. Beton mempunyai beberapa kelas kekuatannya sehingga harus direncanakan sesuai dengan bagian bangunan yang akan dibuat, sehingga cara perencanaan dan cara pelaksanaan bermacam-macam pula,
3. Beton mempunyai kuat tarik yang rendah, sehingga getas atau rapuh dan mudah retak. Oleh karena itu perlu diberikan cara-cara untuk mengatasinya, misalnya dengan memberikan baja tulangan, serat baja dan sebagainya agar memiliki kuat tarik yang tinggi

2.2.4 Sifat-Sifat Beton

Beton bersifat getas, sehingga mempunyai kuat tekan tinggi namun kuat tariknya rendah. Kuat tekan beton biasanya berhubungan dengan sifat-sifat lain, maksudnya bila kuat tekannya tinggi, umumnya sifat-sifat yang lain juga baik. Menurut (Tjokrodimuljo, 2012) beton memiliki beberapa sifat yang dimiliki beton dan sering di pergunakan untuk acuan adalah sebagai berikut:

1. Kekuatan

Beton bersifat getas sehingga mempunyai kuat tekan tinggi namun kuat tariknya rendah. Oleh karena itu kuat tekan beton sangat berpengaruh pada sifat yang lain dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 2.3 Beton menurut kuat tekannya

Jenis Beton	Kuat Tekan (Mpa)
Beton sederhana	Sampai 10 Mpa
Beton normal	15-30 Mpa
Beton prategang	30-40 Mpa
Beton kuat tekan tinggi	40-80 Mpa
Beton kuat tekan sangat tinggi	> 80 Mpa

Sumber: Tjokrodimuljo, 2007

2. Berat jenis

Tabel 2.4 Berat jenis beton yang digunakan untuk konstruksi bangunan

Jenis Beton	Berat Jenis	Pemakaian
Beton sangat ringan	< 1,00	Non struktur
Beton ringan	1,00-2,00	Struktur ringan
Beton normal	2,30-2,40	Struktur
Beton Berat 3. M	> 3,00	Perisai sinar X

Sumber: Tjokrodinuljo, 2007

3. Kerapatan Air

Pada bangunan tertentu beton diharapkan dapat rapat air (kedap air) agar tidak bocor, misalnya plat atap, dinding basement dan sebagainya. Selain itu juga untuk mencegah terjadinya karat pada baja tulangan, diperlukan beton yang rapat air. Beton rapat air (kedap air) ialah beton yang sangat padat sehingga air tidak dapat meresap ke dalamnya atau rembes melalui pori-pori dalam beton. Pembuatan beton kedap air (Spesifikasi Beton Bertulang Kedap Air, SNI-03-2941-1992) dapat diusahakan dengan cara:

- a. Menambah butiran pasir halus (yaitu semen dan pasir yang lebih kecil dari 0,30 mm) sampai sekitar 400 - 520 kg per meter kubik beton,
- b. Menambah jumlah semen sampai sekitar 280 - 380 kg per meter kubik beton,
- c. Faktor air semen maksimum 0,45-0,50 (tergantung kedap air tawar, atau kedap air payau / air laut),
- d. Memakai jenis semen portland tertentu (tergantung kedap air tawar, atau kedap air payau / air laut).

4. Susutan Pengeras

Volume beton setelah keras sedikit lebih kecil dari pada volume beton waktu masih segar, karena pada waktu mengeras beton mengalami sedikit

penyusutan karena penguapan air. Bagian yang susut adalah pastinya karena agregat tidak merubah volume. Oleh karena itu semakin besar pastinya semakin besar penyusutan beton. Sedangkan pasta semakin besar faktor air semennya maka semakin besar susutannya. Semakin besar pastinya semakin besar penyusutan beton. Sedangkan pasta semakin besar faktor air semennya maka semakin besar susutannya

2.3 Perancangan Campuran

Campuran beton merupakan perpaduan dari komposit material penyusunnya. Karakteristik dan sifat bahan akan mempengaruhi untuk mengetahui komposisi atau proporsi bahan-bahan penyusun beton. Proporsi campuran dari bahan-bahan penyusun beton ini ditentukan melalui sebuah perancangan beton (*mix design*). Hal ini dilakukan agar proporsi campuran dapat memenuhi syarat teknis serta ekonomis.

Perencanaan campuran beton merupakan suatu hal yang kompleks jika dilihat dari perbedaan sifat dan karakteristik bahan penyusunnya. Karena bahan penyusun tersebut akan menyebabkan variasi dari produk beton yang dihasilkan. Pada dasarnya perancangan campuran dimaksudkan untuk menghasilkan suatu proporsi campuran bahan yang optimal dengan kekuatan yang maksimum. Pengertian optimal adalah penggunaan bahan yang minimum dengan tetap mempertimbangkan kriteria standard ekonomis dilihat dari biaya keseluruhan untuk membuat struktur beton tersebut.

2.4 Pengujian Slump

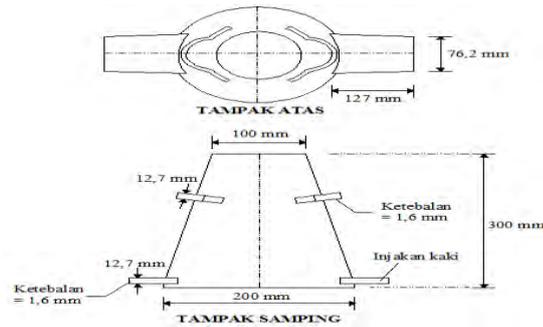
Uji slump merupakan suatu uji empiris atau metode yang digunakan untuk

menentukan konsistensi atau kekakuan dari campuran beton segar (*fresh concrete*). Uji slump dapat menunjukkan kekurangan, kelebihan, atau kecukupan air yang digunakan dalam pembuatan beton tersebut.

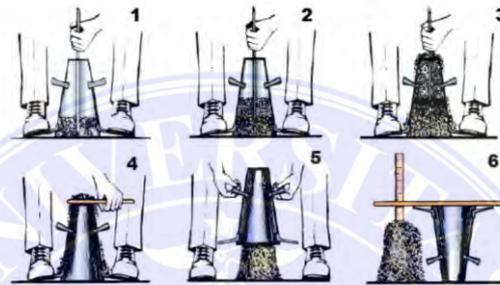
Nilai slump ditentukan oleh besarnya penurunan adukan beton dalam slump setelah alat slump diangkat. Nilai slump yang dihasilkan jika lebih besar dari nilai slump rencana maka adukan encer dan nilai workability akan semakin tinggi, dan sebaliknya jika nilai slump lebih kecil dari nilai slump rencana maka adukan kental dan nilai workability akan semakin rendah. *Slump* adalah salah satu ukuran kekentalan adukan beton yang dinyatakan dalam mm dan ditentukan dengan alat kerucut *abrams* (SNI 03-1972-1990 tentang Metode Pengujian Slump Beton Semen *Portland*). Keleccakan (*workability*) adalah sifat-sifat fisik adukan beton yang menentukan sejumlah usaha pekerjaan mekanikal (*mechanical works*), atau sejumlah energi tertentu yang dibutuhkan untuk menghasilkan beton yang padat dan monolit tanpa segregasi.

Uji slump ini mengacu pada SNI 1972-2008. Beton dengan nilai *slump* kurang dari 15 mm mungkin tidak cukup plastis dan beton yang nilai slump lebih dari 230 mm mungkin tidak cukup kohesif untuk pengujian ini.

Pada percobaan ini menggunakan corong baja yang berbentuk konus berlubang pada kedua ujungnya, yang disebut kerucut *Abrams*. Bagian bawah berdiameter 20 cm, bagian atas berdiameter 10 cm, dan tinggi 30 cm.



Gambar 2.1 Sketsa kerucut *abrams*
Sumber: SNI 1972 (2008)



Gambar 2.2 Pengujian *slump test*
Sumber : Modul Rancangan Campuran Beton final pu

2.5 Perawatan Beton

Perawatan beton ialah suatu tahap akhir pekerjaan pembetonan, yaitu menjaga agar permukaan beton segar selalu lembab, sejak dipadatkan sampai proses hidrasi cukup sempurna (kira-kira selama 28 hari). Kelembaban permukaan beton itu harus dijaga agar air didalam beton segar tidak keluar. Hal ini untuk menjamin proses hidrasi semen (reaksi semen dan air) berlangsung dengan sempurna. Bila hal ini tidak dilakukan, karena udara yang panas maka akan terjadi proses penguapan air dari permukaan beton segar, sehingga air dari dalam beton segar mengalir keluar, dan beton segar kekurangan air untuk hidrasi, sehingga timbul retak-retak pada permukaannya (Tjokrodimuljo, 2007).

Perawatan beton (*curing*) dilakukan setelah beton mencapai *final setting*, artinya beton telah mengeras. Perawatan ini dilakukan agar proses hidrasi

selanjutnya tidak mengalami gangguan. Jika hal ini terjadi, beton akan mengalami keretakan karena kehilangan air yang begitu cepat. Perawatan ini dilakukan minimal selama 7 hari dan untuk beton berkekuatan awal tinggi minimal 3 hari serta harus dipertahankan dalam kondisi lembab.

Perawatan ini tidak hanya dimaksudkan untuk mendapatkan kekuatan tekan beton yang tinggi tapi juga untuk memperbaiki mutu dari keawetan beton, kedap terhadap air, ketahanan terhadap aus dan stabilitas dari dimensi struktur.

Perawatan tersebut dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu sebagai berikut (Mulyono, 2003):

1. Menaruh beton segar dalam ruangan yang lembab
2. Menaruh beton segar dalam ruangan air
3. Menaruh beton segar dalam air
4. Menyelimuti permukaan beton dengan air
5. Menyelimuti permukaan beton dengan karung basah
6. Menyirami permukaan beton secara kontinyu
7. Melapisi permukaan beton dengan air dengan melakukan *compound*

2.6 Pengujian Kuat Tekan

SNI 03-1974-2011 memberikan pengertian kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan.

Benda uji yang digunakan dalam penelitian ini sebagai pengujian kuat tekan beton berbentuk kubus dengan ukuran 15cm × 15cm × 15 cm. Nilai kuat tekan

beton dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

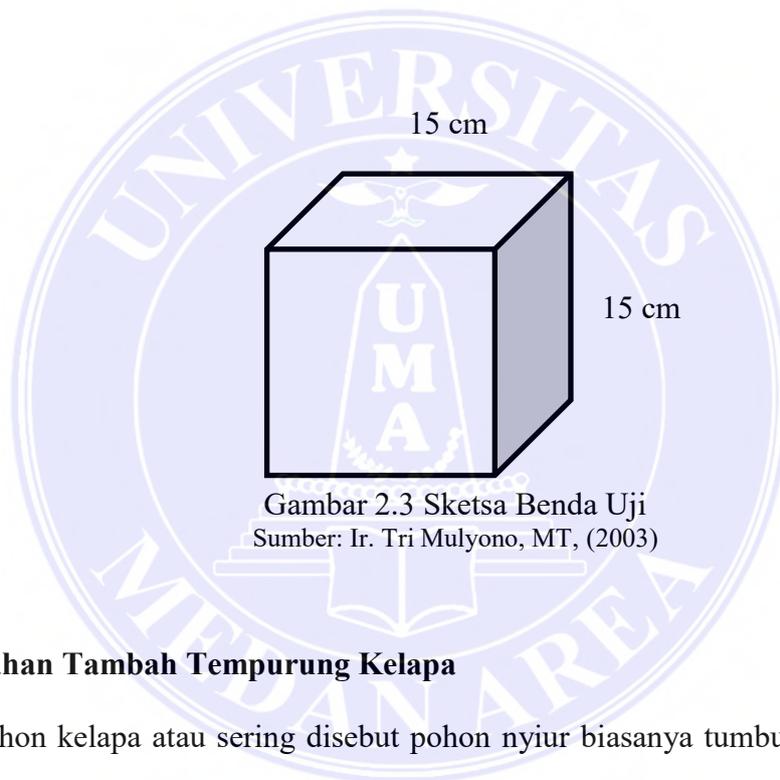
$$f_c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana:

f_c = kuat tekan (MPa)

P = beban maksimum yang bekerja, terbaca dalam alat

A = luas penampang (mm^2)



Gambar 2.3 Sketsa Benda Uji
Sumber: Ir. Tri Mulyono, MT, (2003)

2.7 Bahan Tambah Tempurung Kelapa

Pohon kelapa atau sering disebut pohon nyiur biasanya tumbuh pada daerah atau kawasan tepi pantai. Kelapa (*Cocos nucifera*) adalah anggota tunggal dalam marga *Cocos* dari suku aren – arenan atau *Arecaceae*. Tumbuhan ini dimanfaatkan hampir semua bagiannya oleh manusia sehingga dianggap sebagai tumbuhan serbaguna, terutama bagi masyarakat pesisir. Tumbuhan ini diperkirakan berasal dari pesisir Samudera Hindia di sisi Asia, namun kini telah menyebar luas di seluruh pantai tropika dunia.

Pohon dengan batang tunggal atau kadang – kadang bercabang. Akar serabut, tebal dan berkayu, berkerumun membentuk bonggol, adaptasi pada lahan berpasir pantai. Batang beruas – ruas namun bila sudah tua tidak terlalu tampak, khas tipe monokotil dengan pembuluh menyebar (tidak konsentrik), berkayu. Kayunya kurang baik digunakan untuk bangunan. Daun merupakan dauntunggal dengan pertulangan menyirip, daun bertoreh sangat dalam sehingga nampak seperti daun majemuk. Bunga tersusun majemuk pada rangkaian yang dilindungi oleh bractea; terdapat bunga jantan dan betina, berumah satu, bunga betina terletak di pangkal karangan, sedangkan bunga jantan di bagian yang jauh dari pangkal. Besar buah diameter 10 cm sampai 20 cm atau bahkan lebih, berwarna kuning, hijau, atau coklat. Buah tersusun dari mesokarp berupa serat yang ber lignin, disebut sabut, melindungi bagian endokarp yang keras (disebut batok) dan kedap air, endokarp melindungi biji yang hanya dilindungi oleh membran yang melekat pada sisi dalam endokarp. Endospermium berupa cairan yang mengandung banyak enzim, dan fase padatnya mengendap pada dinding endokarp seiring dengan semakin tuanya buah, embrio kecil dan baru membesar ketika buah siap untuk berkecambah (disebut kentos).

Kelapa secara alami tumbuh di pantai dan pohonnya mencapai ketinggian 30 m. Ia berasal dari pesisir Samudera Hindia, namun kini telah tersebar di seluruh daerah tropika. Tumbuhan ini dapat tumbuh hingga ketinggian 1.000 m dari permukaan laut, namun seiring dengan meningkatnya ketinggian, ia akan mengalami pelambatan pertumbuhan.

Klasifikasi ilmiah tanaman kelapa ialah:

- Kerajaan : Plantae

- Ordo : Arecales
- Famili : Areaceae
- Upafamili : Arecoideae
- Bangsa : Cocoeae
- Genus : Cocos
- Spesies : *C. nucifera*
- Nama binomial : *Cocos nucifera*

Tanaman yang bisa beradaptasi dengan baik di area berpasir seperti pantai ini memiliki ciri – ciri umum yang mudah dikenali, antara lain :

1. Pohon terdiri dari batang tunggal , akar berbentuk serabut, dengan struktur yang tebal dan berkayu, berkerumun membentuk bonggol.
2. Batang pohon beruas – ruas dan bila pohon sudah tua, ruas-ruas tersebut akan berkurang. Batang kelapa merupakan jenis kayu yang cukup kuat , tapi sayangnya kurang baik untuk bangunan.
3. Daun kelapa merupakan daun tunggal dengan pertulangan menyirip.
4. Bunga majemuk dan terletak pada rangkaian yang dilindungi oleh bractea, bunga terdiri dari bunga jantan dan betina. Bunga betina terletak di pangkal karangan, sedangkan bunga jantan di bagian yang jauh dari pangkal.
5. Buah kelapa umumnya besar, dengan diameter sekitar 10 cm – 20 cm bahkan bisa lebih. Warna buah kelapa tergantung dari jenis pohonnya (bisa berwarna kuning atau hijau), untuk buah yang sudah tua akan berubah warna menjadi coklat.

Ada beberapa manfaat yang dihasilkan oleh pohon kelapa dari bagian daun sampai dengan bagian akarnya, yaitu:

1. Daun Kelapa Daun kelapa dapat dibuat menjadi berbagai macam benda. Misalnya bingkai lemari, hiasan janur, keranjang sampah, sapu lidi, sarang ketupat, tatakan, dan tempat buah. Sementara pucuk daunnya dapat dibuat makanan, seperti asinan. Kemudian manggar atau pangkal pelepahnya dapat dimanfaatkan untuk membuat ragi dan gula. Sementara pelepah keringnya dapat dibuat kipas, sandal, tas tangan, dan topi.
2. Batang Kelapa Batang kelapa dapat dimanfaatkan untuk membuat perabotan rumah tangga. Misalnya meja, kursi, bingkai lukisan, dan lainnya. Selain itu, batang kelapa bisa digunakan untuk membuat bahan dasar pembangunan rumah, seperti genteng, papan, dan sebagainya.
3. Buah Kelapa Buah kelapa terdiri dari kulit luar, sabut, tempurung, kulit daging (testa), daging buah, air kelapa, dan lembaga (bakal buah). Banyak dari bagian buah kelapa ini yang bisa dimanfaatkan. Di antaranya, sabut, tempurung, daging buah, dan air kelapa.
4. Tempurung Kelapa Buah kelapa terdiri dari kulit luar, sabut, tempurung, kulit daging (testa), daging buah, air kelapa dan lembaga. Buah kelapa yang sudah tua memiliki bobot sabut (35%), tempurung (12%), endosperm (28%) dan air (25%) (Setyamidjaja, D., 1995). Tempurung kelapa adalah salah satu bahan karbon aktif yang kualitasnya cukup baik dijadikan arang aktif. Bagian tempurung kelapa merupakan bagian yang paling keras dibandingkan dengan bagian kelapa lainnya. Struktur yang keras disebabkan oleh silikat (SiO_2) yang cukup tinggi kadarnya di tempurung tersebut. Berat dan tebal tempurung kelapa sangat ditentukan oleh jenis tanaman kelapa. Berat tempurung kelapa sekitar 15% – 19% dari berat keseluruhan buah kelapa, sedangkan tebalnya

sekitar 3 mm – 5 mm. Komposisi atau kandungan zat yang terdapat dalam tempurung kelapa dapat dilihat pada tabel. Tempurung kelapa memiliki kadar air mencapai ± 8 , jika dihitung berdasarkan berat kering atau setara dengan 12% dari berat kelapa. Sedangkan abu yang terdapat pada sabut kelapa merupakan komposisi terendah.

Tabel 2.5 Kandungan tempurung kelapa

Komponen	Persentase
Selulosa	26,6 %
Hemiselulosa	27,7 %
Lignin	29,4 %
Abu	0,6 %
Komponen ekstraktif	4,2 %
Uronat anhidrat	3,5 %
Nitrogen	0,1 %
Air	8,0 %

Sumber : *google.com*

Pada penelitian ini tempurung kelapa dibakar sampai semua bagian berubah menjadi arang, kemudian di tumbuk menjadi butiran halus berwarna hitam pekat. Dan dilakukan pengayakan untuk mendapatkan abu yang lolos saringan no 200 agar abu tempurung kelapa dapat mengisi ruang-ruang kosong antar butiran sebagai bahan pengikat dan diharapkan mampu meningkatkan kuat tekan beton.

Tabel 2.6 Kandungan arang tempurung kelapa

Komponen	Persentase
Volatile	10,60 %
Karbon	76,32 %
Abu	13,08 %

Sumber : *google.com*

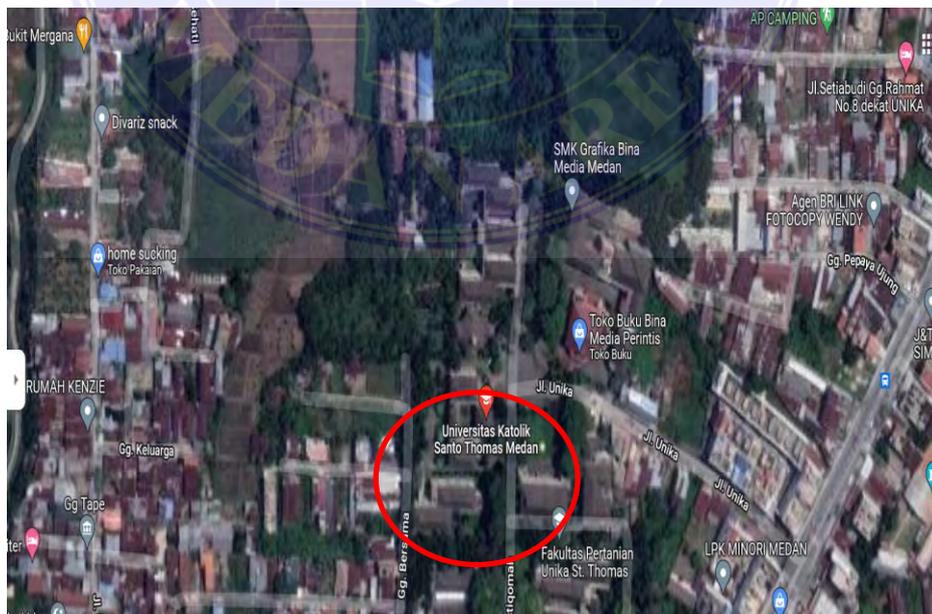
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian adalah suatu cara mengambil, menganalisis data yang dilakukan untuk memecahkan masalah dari topik masalah yang diambil sebelumnya. Menurut Sugiyono (2010), metode penelitian adalah cara ilmiah untuk mendapatkan data yang valid, dengan tujuan yang ditemukan, dikembangkan dan dibuktikan, sehingga pada gilirannya dapat digunakan untuk memahami, memecahkan, dan mengantisipasi masalah.

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Beton Teknik Sipil Universitas Katolik Santo Thomas Medan, yang beralamat di Jalan Setia Budi, Kampung Tengah, Kecamatan Medan Tuntungan, Kota Medan.



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian Universitas Katolik Santo Thomas Medan
Sumber *Google Maps*

3.2 Bahan Penelitian

Adapun bahan penelitian yang digunakan yaitu :

1. Semen

Semen yang digunakan adalah semen *Portland* merek Semen Andalas

2. Agregat halus (pasir)

Agregat halus diambil dari Panglong Jaya Makmur, Jalan Setia Budi No.

8. Tanjung Sari, Kec. Medan Selayang, Kota Medan, Sumatera Utara

3. Agregat kasar (kerikil)

Agregat kasar diambil dari Panglong Jaya Makmur, Jalan Setia Budi

No. 8. Tanjung Sari, Kec. Medan Selayang, Kota Medan, Sumatera Utara

4. Air

Air yang digunakan dari Laboratorium Beton Fakultas Teknik

Universitas Katolik Santo Thomas Medan

5. Bahan tambah tempurung kelapa (halus)

6. Oli bekas

3.3 Tahapan Penelitian

Ada beberapa tahapan pada penelitian ini yaitu:

3.3.1 Persiapan

Persiapan yang dilakukan meliputi persiapan studi pustaka (literatur), pengadaan alat dan bahan yang digunakan termasuk bahan tambah yang digunakan yaitu tempurung kelapa yang telah dibakar untuk mendapatkan abunya, dan persiapan laboratorium.

3.3.2 Pemeriksaan Bahan

Pemeriksaan bahan dilakukan untuk mengetahui sifat dan karakteristik bahan yang akan digunakan dalam pembuatan beton. Hal ini dilakukan untuk mengetahui apakah bahan yang akan digunakan memenuhi persyaratan yang sudah ditentukan atau tidak apabila digunakan dalam pencampuran beton.

3.3.3 Perencanaan Campuran Beton (*Mix Design*)

Perencanaan campuran (*mix design*) yang dilakukan mengacu pada SNI-03-2834-2000. Perencanaan yang dilakukan berdasarkan hasil pemeriksaan dari masing-masing bahan sebelumnya untuk merencanakan campuran beton, mulai dari semen, agregat halus, agregat kasar dan air. Hasil dari *mix design* ini berupa perbandingan antara bahan-bahan penyusun beton yang selanjutnya akan digunakan sebagai dasar dalam pembuatan benda uji.

3.3.4 Pembuatan dan Perawatan Benda Uji

Pembuatan benda uji cukup sederhana namun tetap memperhatikan beberapa hal agar beton yang akan buat sesuai dengan apa yang kita harapkan. Adapun beberapa langkah yang kita lakukan dalam pembuatan dan perawatan benda uji beton sebagai berikut:

1. Mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan dalam pembuatan benda uji.
2. Menimbang bahan yang akan kita butuhkan dalam pembuatan benda uji sesuai dengan *mix design* yang telah kita buat.
3. Mencampur bahan-bahan yang telah kita siapkan kedalam mesin pengaduk (molen), kemudian aduk hingga tercampur rata. Dan pastikan agar adukan beton yang kita buat tidak terlalu cair dan tidak terlalu padat.

4. Untuk beton yang menggunakan bahan tambah campurkan juga bahan tambah tempurung kelapa dengan presentasi yang telah kita tentukan yaitu 5%, 10%, 15%.
5. Setelah campuran beton tercampur secara merata, kemudian ukur nilai *slump* nya dengan menggunakan kerucut *abrams*.
6. Setelah nilai *slump* didapat, kemudian adukan beton dimasukkan kedalam cetakan kubus dengan ukuran 15×15×15 yang telah diolesi dengan oli. Kemudian gunakan *Concrete vibrator* untuk memadatkan adukan dalam cetakan serta untuk mengurangi rongga udara dalam adukan beton
7. Setelah pemadatan selesai, ratakan permukaan beton.
8. Cetakan diletakkan di tempat yang rata dan bebas dari gangguan dan dibiarkan selama 24 jam.
9. Setelah 24 jam benda uji dikeluarkan dari cetakan, kemudian dilakukan perawatan beton (beton tanpa bahan tambah dan beton yang menggunakan bahan tambah) sesuai dengan umur yang telah kita tentukan yaitu 7 dan 14 hari.

3.3.5 Pengujian Beton

Pengujian Kuat tekan beton dilakukan pada umur beton 7 hari, dan 14 hari.

Langkah-langkah pengujian Kuat Tekan Beton (SNI 03-1974-2011) adalah sebagai berikut:

1. Kubus beton diangkat dari rendaman, kemudian dianginkan atau dilap hingga kering permukaan.
2. Menimbang dan mencatat berat sampel beton.
3. Pengujian kuat tekan dengan menggunakan alat (*Compression Testing*)

Machine).

4. Meletakkan sampel beton ke dalam alat penguji, lalu menghidupkan mesin dan secara perlahan alat menekan sampel beton.
5. Mencatat hasil kuat tekan beton untuk tiap sampelnya

3.3.6 Kesimpulan

Tahapan ini adalah tahapan terakhir dari penelitian. Dalam tahap ini semua hasil dari analisa dibuat kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan.

3.4 Analisa Data

3.4.1 Analisa Agrerat Halus

1. Analisa ayakan agregat halus

Analisa ayakan (saringan) bertujuan untuk mengetahui gradasi agregat yang akan digunakan dengan menggunakan saringan. Gradasi digunakan untuk menentukan komposisi material pembentuk beton.

Tabel 3.1 Gradasi Kekasaran Pasir

Lubang (mm)	Daerah 2
10	100
4,8	90-100
2,4	75-100
1,2	55-90
0,6	35-59
0,3	8-30
0,15	0-10

Sumber : *Ir.Kardiyono Tjokrodinuljo, M.E. Teknologi Beton. 2007*

Derajat kehalusan atau kekerasan suatu agregat ditentukan oleh modulus kehalusan atau *finelless modulus*.

Nilai FM dapat dicari dengan rumus :

$$FM = \frac{\sum \% \text{ tertahan komulatif}}{100}$$

Pada umumnya pasir dapat dikelompokkan menjadi 3 tingkat kehalusan, yaitu:

- Pasir halus : 2,20 – 2,60
- Pasir sedang : 2,60 – 2,90
- Pasir kasar : 2,90 – 3,20

Alat yang digunakan untuk pengujian :

- a. Pan
- b. Ayakan
- c. Mesin ayakan (*shieve sheker machine*)
- d. Timbangan

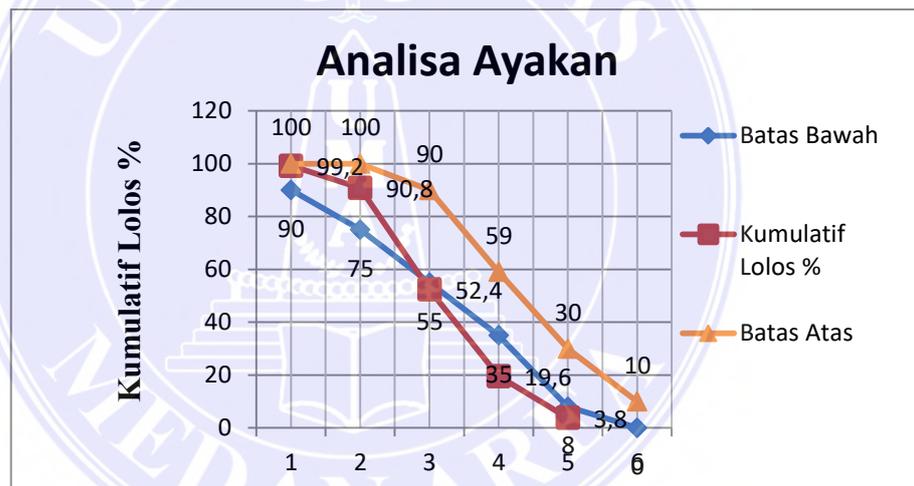
Tahapan pengujian :

- a. Ambil pasir yang kering dengan berat sampel 500 gram.
- b. Sediakan ayakan dan susun berurut dari atas kebawah sesuai ukurannya 4.75, 2.36, 1.18, 0.6, 0.3, 0.15 dan pan.
- c. Masukkan pasir kedalam ayakan kemudian tutup.
- d. Letakan ayakan diatas mesin penggetar (*shieve sheker machine*)
- e. Hidupkan mesin selama 15 menit
- f. Timbang sampel yang tertahan pada masing-masing ayakan

Tabel 3.2 Hasil pemeriksaan ayakan agregat halus

Ukuran Lubang Saringan (mm)	Berat Sampel (gr)	Berat Tertahan (%)	Kumulatif Tertahan	Kumulatif Lolos (%)
38	0	0	0	0
19	0	0	0	0
9,5	0	0	0	0
4,8	0	0	0	100
2,4	4	0,8	0,8	99,2
1,2	42	8,4	9,2	90,8
0,6	192	38,4	47,6	52,4
0,3	164	32,8	80,4	19,6
0,15	79	15,8	96,2	3,8
0,075	11	2,2	98,4	1,6
Pan	9	1,8	100	0
	500	100		

Sumber : Hasil penelitian, 2022



Gambar 3.2 Grafik Analisa Ayakan

Sumber : Hasil Penelitian, 2022

Nilai *finelless modulus* :

$$FM = \frac{282}{100} = 2,82$$

Dari hasil percobaan diperoleh *finelless modulus* (FM) sebesar 2,82 dapat disimpulkan bahwa pasir yang dipakai adalah pasir sedang.

2. Berat jenis dan penyerapan agregat halus

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui berat jenis (*bulk*), berat kering permukaan jenuh atau *Saturated Surface Dry* (SSD) dan berat jenis semu (*apparent*), serta penyerapan air oleh agregat halus.

Alat yang digunakan untuk pengujian :

- a. Pan
- b. Piknometer
- c. Timbangan
- d. Cetakan kerucut (mould)
- e. Batang penumbuk
- f. Saringan no. 4

Tahapan pengujian :

- a. Sediakan pasir secukupnya.
- b. Rendam pasir kedalam air selama 24 jam.
- c. Setelah 24 jam keringkan pasir dengan cara dianginkan hingga kering permukaan.
- d. Untuk menentukan pasir dalam kondisi SSD yaitu, masukkan pasir kedalam mould 1/3 tinggi mould, lalu tumbuk 25 kali, kemudian isi lagi sebanyak 2/3 tinggi, tumbuk lagi sebanyak 25 kali, demikian seterusnya isi hingga penuh dan tumbuk sebanyak 25 kali. Setelah itu angkat mould secara perlahan. Dan apabila pasir runtuh pada bagian tepi atasnya berarti pasir dalam keadaan SSD.
- e. Sediakan pasir dalam keadaan SSD dengan berat 500 gram. Kemudian masukkan pasir kedalam piknometer dan kemudian

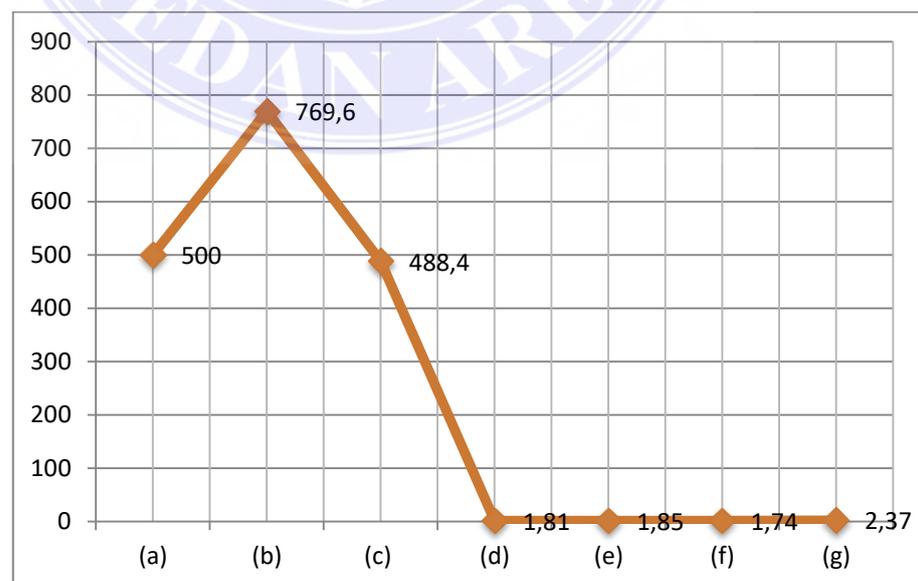
- diisi dengan air dan diguncang berulang-ulang dengan tujuan agar udara dalam pasir keluar, yang ditandai dengan adanya buih dalam air. Buih yang terdapat dalam piknometer dibuang.
- f. Timbang berat piknometer + air + pasir.
 - g. Buang isi piknometer lalu isi dengan air bersih hingga batas maksimum air
 - h. Timbang berat piknometer yang berisi air, dan catat hasilnya
 - i. Untuk pasir yang sudah dikeringkan lakukan penimbangan.

Hasil penelitian :

Tabel 3.3 Hasil pemeriksaan berat jenis pasir

Uraian	Hasil sampel (gr)
Berat agregat dalam keadaan SSD (a)	500
Berat dalam air (b)	769,6
Berat kering oven (c)	488,4
Berat jenis kering (d) = $c / (b-a)$	1,81
Berat jenis SSD (e) = $a / (a-b)$	2,60
Berat jenis semu (f) = $c / (c-b)$	1,74
Absorsi % (g) = $(a-c) \times 100 / c$	2,37

Sumber : Hasil penelitian, 2022



Gambar 3.3 Grafik pemeriksaan berat jenis pasir

Sumber : Hasil Penelitian, 2022

Persyaratan untuk berat SSD harus berada diantara berat jenis kering dan berat jenis semu, sedangkan untuk spesifikasi absorbs harus $< 5\%$ dari hasil pemeriksaan yang didapat, maka material tersebut memenuhi persyaratan.

3. Berat isi agregat halus

Berat isi agregat sangat dipengaruhi oleh beberapa factor seperti jenis, gradasi agregat, diameter maksimum agregat. Dalam SII No.52-1989, berat isi agregat beton disyaratkan harus lebih dari 1,2 kg/liter.

Alat yang digunakan dalam pengujian :

- a. Bejana
- b. Timbangan
- c. Tongkat penumbuk

Tahapan pengujian :

- a. Dengan cara gembur :
 - Timbang berat bejana dan catat
 - Masukkan pasir kedalam bejana dan ratakan permukaan bejana
 - Timbang bejana yang sudah berisi pasir lalu catat
 - Kemudian timbang bejana yang berisi air lalu catat
- b. Dengan cara padat :
 - Masukkan pasir 1/3 bagian bejana lalu dirojok sebanyak 25 kali, tambahkan pasir 2/3 bagian bejana dan dirojok sebanyak 25 kali, kemudian masukkan pasir pada bejana sampai penuh lalu dirojok sebanyak 25 kali, dan ratakan permukaan bejana
 - Timbang bejana yang sudah berisi pasir lalu catat

- Kemudian timbang bejana yang sudah berisi air lalu catat.

Hasil penelitian :

$$\begin{aligned} \text{Volume Silinder} &= \pi \times r^2 \times t \\ &= 3,14 \times 8^2 \times 15 \\ &= 3014,4 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

Data silinder :

$$t = 15 \text{ cm}$$

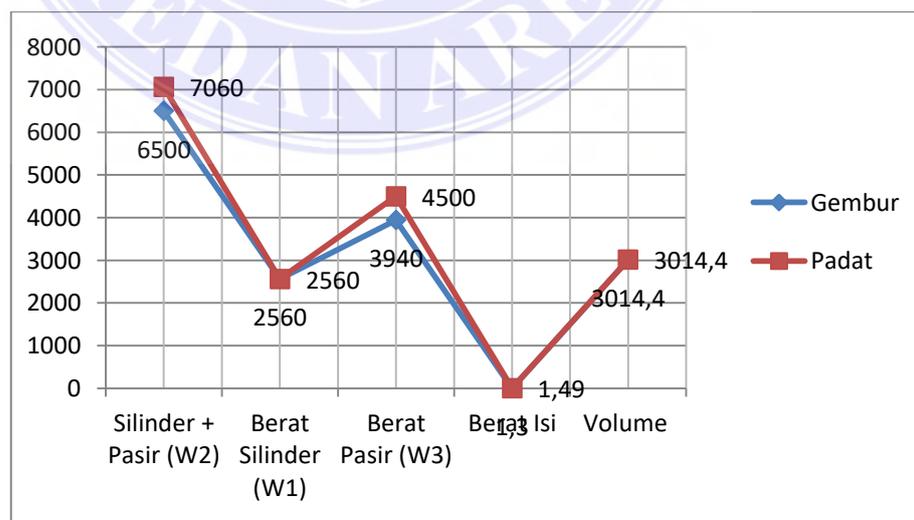
$$d = 16 \text{ cm}$$

$$\text{berat} = 2,56 \text{ kg}$$

Tabel 3.4 Hasil Pemeriksaan Berat Isi Pasir

Gembur		Padat	
Berat Silinder + Pasir (W2)	6500	Berat Silinder + Pasir (W2)	7060
Berat Silinder (W1)	2560	Berat Silinder (W1)	2560
Berat Pasir (W3)	3940	Berat Pasir (W3)	4500
Berat Isi	1,30 kg/cm ³	Berat Isi	1,49 kg/cm ³
Volume	3014,4 cm ³	Volume	3014,4 cm ³

Sumber : Hasil Penelitian, 2022



Gambar 3.4 Grafik Hasil Pemeriksaan Berat Isi Pasir

Sumber : Hasil Penelitian, 2022

4. Kadar lumpur agregat halus

Tujuan penelitian :

Menerangkan prosedur pemeriksaan kadar air pada agregat dan menghitung persentase kadar air pada agregat.

Pedoman Penelitian :

Kandungan lumpur tidak dibenarkan melebihi 5% apabila melebihi maka pasir harus dicuci.

Prosedur Pengujian :

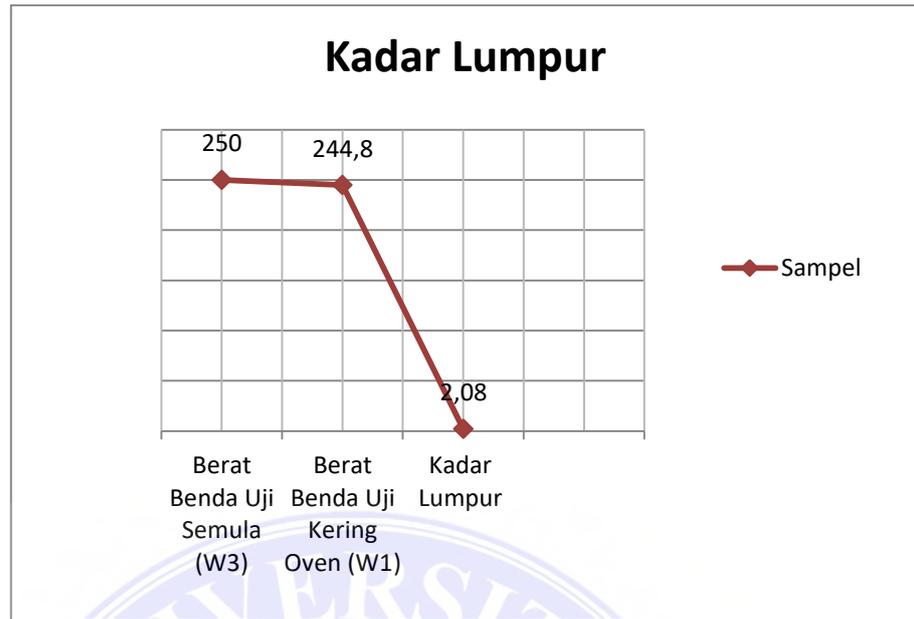
- a. Timbang pasir seberat 250 gr
- b. Rendam pasir dengan menggunakan air selama 24 jam
- c. Masukkan pasir kedalam ayakan lalu cuci pasir dengan cara di remas – remas, sampai air cucian dalam ayakan terlihat jernih.
- d. Pasir yang telah bersih diletakkan kedalam pan, dan keringkan pasir sampai kering. Timbang dan catat beratnya.

Hasil Penelitian :

Tabel 3.5 Hasil Penelitian Kadar Lumpur Pasir

Uraian		Berat Sampel (gr)
Berat benda uji semula	(W3)	250
Berat benda uji kering oven	(W5)	244,8
Kadar lumpur	$\frac{W3 - W5}{W5} \times 100\%$	2,08

Sumber : Hasil Penelitian, 2022



Gambar 3.5 Hasil Penelitian Kadar Lumpur
Sumber : Hasil Penelitian, 2022

5. Kesimpulan pemeriksaan agregat halus

Tabel 3.6 Kesimpulan Pemeriksaan agregat halus

Uraian	Hasil
Analisa Ayakan	2,82
Berat Jenis (SSD)	1,85
Absorsi	2,37 %
Kadar Lumpur	2,08

Sumber : Hasil Penelitian, 2022

3.4.2 Analisa Agregat Kasar

1. Analisa ayakan Agregat Kasar

Tujuan analisa ayakan :

Untuk mengetahui gradasi dari agregat kasar dan menghitung finenes modulus (modulus Kehalusan) FM kerikil tersebut.

Nilai FM dicari dengan menggunakan rumus :

$$FM = \frac{\sum \% \text{ tertahan komulatif}}{100}$$

Prosedur pengujian :

- a. Benda uji dikeringkan terlebih dahulu.

- b. Timbang benda uji sesuai dengan berat yang disyaratkan.
- c. Susun saringan ayakan.
- d. Masukkan agregat kasar dari atas dan tutup.
- e. Letakkan saringan di alat penggetar dan mulai di ayak selama ± 15 menit.
- f. Timbang berat agregat yang tertahan di setiap ayankannya.

Hasil penelitian :

Tabel 3.7 Hasil pemeriksaan analisa saringan agregat kasar

Ukuran Lubang Saringan	Berat Tertahan (gr)	Tertahan (%)	Kumulatif Tertahan	Kumulatif Lolos (%)
38	37	3,7	3,7	96,3
19	813	81,3	85	15
9,5	150	15	100	0
4,8	0	0	100	0
2,4	0	0	100	0
1,2	0	0	100	0
0,6	0	0	100	0
0,3	0	0	100	0
0,15	0	0	100	0
0,075	0	0	100	0
Pan	0	0	100	0
	1000	100%		

Sumber : Hasil Penelitian, 2022

Nilai FM :

$$FM = \frac{688,7}{100} = 6,88$$

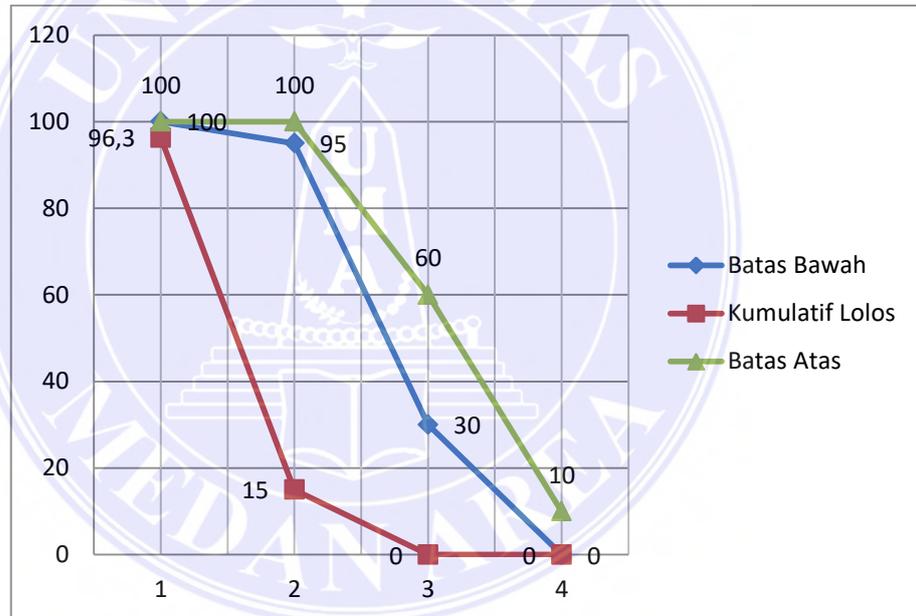
Modulus kehalusan yang digunakan dalam campuran beton antara 5,5 – 7,5. Dari hasil penelitian diperoleh nilai FM sebesar 6,88 sehingga agregat dapat digunakan dalam percobaan.

Tabel 3.8 Gradasi Agrergat Kasar

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

Sumber : SNI (03-2834-2000)

Gradasi yang digunakan adalah gradasi untuk analisa saringan terhadap penelitian ini adalah gradasi untuk ukuran maksimal 20 mm.



Gambar 3.6 Grafik Hasil Analisa Saringan Agregat Kasar

Sumber : Hasil Penelitian, 2022

2. Berat Jenis Agregat Kasar

Tujuan :

Untuk menentukan berat jenis dan persentase air yang dapat diserap oleh agregat kasar .

Prosedur penelitian :

a. Timbang kerikil seberat 1000 gram

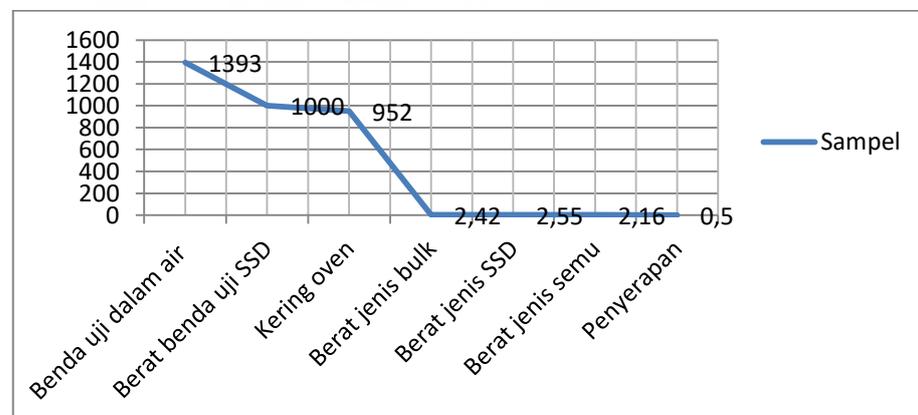
- b. Rendam kerikil selama 24 jam , lalu keringkan dengan menggunakan lap kain, sample dalam keadaan ini disebut dalam keadaan SSD
- c. Ambil kerikil yang jenuh kering permukaan (SSD) masukkan kedalam bejana bercorong dan isi air sampai penuh.
- d. Keluarkan air dari bejana sampai air yang dikeluarkan habis.
- e. Masukkan sample kedalam keranjang, timbang dan catat beratnya
- f. Lalu sample dihampar diatas pan dan masukkan kedalam oven selama 24jam.

Hasil penelitian :

Tabel 3.9 Hasil pemeriksaan berat jenis kerikil

Uraian		Sampel
Berat benda uji dalam air	(Ba)	1392
Berat Benda Uji SSD	(Bj)	1000
Berat benda uji kering oven	(Bk)	952
Berat jenis bulk	$\frac{Bk}{Bj - Ba}$	2,42
Berat jenis SSD	$\frac{Bj}{Bj - Ba}$	2,55
Berat jenis semu	$\frac{Bk}{Bk - Ba}$	2,16
Penyerapan	$\frac{Bj - Bk}{Bk} \times 100\%$	0,5

Sumber : Hasil Penelitian, 2022



Gambar 3.7 Grafik Berat Jenis Kerikil

Sumber : Hasil Penelitian, 2022

3. Berat Isi Agregat Kasar

Tujuan :

Untuk mengetahui berat isi dari pada agregat kasar (kerikil) dalam satuan isi.

Prosedur Pengujian:

a. Berat isi lepas :

- Ambil sampel dengan menggunakan sekop, tuangkan kedalam bejana secara berlahan – lahan, jarak antara sekop dengan bejana 5 cm
- Pengisian dilakukan sampai bejana penuh dan diratakan
- Kemudian bejana dengan isinya ditimbang beratnya dan di catat
- Buang isi bejana, kemudian isi air dan ukur air dengan thermometer
- Lakukan percobaan ini sebanyak 2 kali.

b. Berat isi padat :

- Ambil sample krikil, masukkan kedalam 1/3 dari tinggi bejana, lalu dirojok – rojok dengan menggunakan besi perojok sebanyak 25 kali
- Tambah sample 1/3 bagian lagi sehingga 2/3 bagian, lakukan kembali perojok sebanyak 25 kali dengan ketentuan tidak melewati bagian pertama
- Tambah 1/3 sample rojok kembali sebanyak 25 kali, lalu tambah lagi sampai terisi penuh rojok 25 kali dan ratakan.

- Bejana yang telah terisi ditimbang dan dicatat beratnya.
- Buang isi bejana, kemudian bejana ditimbang beratnya.
- Bejana diisi dengan air sampai penuh, lalu ditimbang beratnya.

Hasil penelitian :

$$\begin{aligned} \text{Volume Silinder} &= \pi \times r^2 \times t \\ &= 3,14 \times 8^2 \times 15 \\ &= 3014,4 \end{aligned}$$

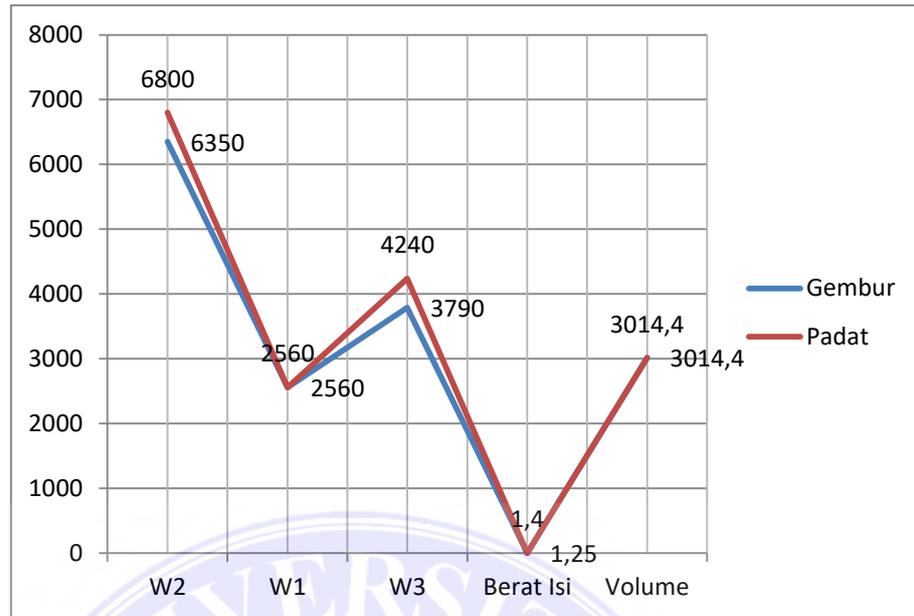
Data silinder :

t = 15 cm
d = 16 cm
berat = 2,56 kg

Tabel 3.10 Hasil Penelitian Berat Isi Kerikil

	Gembur		Padat
Berat Silinder + Kerikil (W2)	6350	Berat Silinder + Kerikil (W2)	6800
Berat Silinder (W1)	2560	Berat Silinder (W1)	2560
Berat Kerikil (W3)	3790	Berat Kerikil (W3)	4240
Berat Isi	1,25 kg/cm ³	Berat Isi	1,40 kg/cm ³
Volume	3014,4 cm ³	Volume	3014,4 cm ³

Sumber : Hasil Penelitian, 2022



Gambar 3.8 Grafik Berat Isi Kerikil

Sumber : Hasil Penelitian, 2022

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa untuk kerikil maka dapat disimpulkan bahwa :

Tabel 3.11 Kesimpulan Hasil Pengujian Agregat Kasar

Uraian	Hasil
Analisa Ayakan	6,88
Berat Jenis SSD	2,55
Absorsi	0,5%

Sumber : Hasil Penelitian, 2022

3.4.3 Bahan Tambah Tempurung Kelapa

Pengolahan Tempurung Kelapa

Tujuan :

Mengoptimalkan tempurung kelapa sebagai bahan tambahan terhadap agregat halus.

Alat :

- a. Pisau
- b. Kertas Pasir

Bahan : Tempurung Kelapa

Prosedur Pengujian :

- a. Pengumpulan tempurung kelapa
- b. Melakukan pengikisan sabut kelapa menggunakan pisau atau parang.
- c. Haluskan permukaan tempurung menggunakan kertas pasir (amplas)
- d. Lakukan pengeringan terhadap tempurung sampai tempurung benar-benar kering.
- e. Bakar tempurung kelapa.
- f. Setelah tempurung terbakar dengan sempurna haluskan tempurung menjadi butiran kecil.

3.5 Perencanaan Campuran Beton (*Mix Design*) K-175

Perencanaan campuran beton merupakan suatu proses teoritis untuk menentukan jumlah masing-masing bahan yang diperlukan dalam suatu campuran beton, hal ini dilakukan agar proporsi dapat memenuhi syarat. Pada tahap ini, dilakukan pembuatan mix design yang berdasarkan SNI 03-2834- 2000.

Langkah-langkah perencanaan campuran beton (*mix design*)

1. Merencanakan kuat tekan beton (F_c')

Mutu K-175, dengan $F_c' = 14,53$ Mpa

2. Menghitung nilai margin

Menghitung nilai margin dengan cara berikut :

- a. jika pelaksanaan mempunyai pengalaman lapangan, maka nilai

tambah dihitung berdasarkan nilai deviasi standar S dengan 2 rumus berikut (diambil yang terbesar) :

$$M = 1,34 \text{ atau } M = 2,33 S - 3,5$$

b. Jika pelaksana tidak mempunyai pengalaman lapangan dapat dilihat tabel berikut :

Tabel 3.12 Kuat tekan rata-rata perlu jika data tidak tersedia untuk menetapkan deviasi standar

Kuat tekan yang disyaratkan f_c' (Mpa)	Nilai tambah (Mpa)
<21	7,0
21 – 35	8,5
>35	10,0

Sumber : SNI 03-2834- 2000.

Didapat nilai berdasarkan tabel 3.12

$$M = 7,0$$

3. Menghitung kuat tekan beton rata-rata

$$\begin{aligned} F_{cr} &= f_c' + m \\ &= 14,53 + 7,0 \\ &= 21,53 \text{ Mpa} = 219,4699 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Keterangan :

F_{cr} = kuat tekan rata-rata (Mpa)

f_c' = kuat tekan yang direncanakan (Mpa)

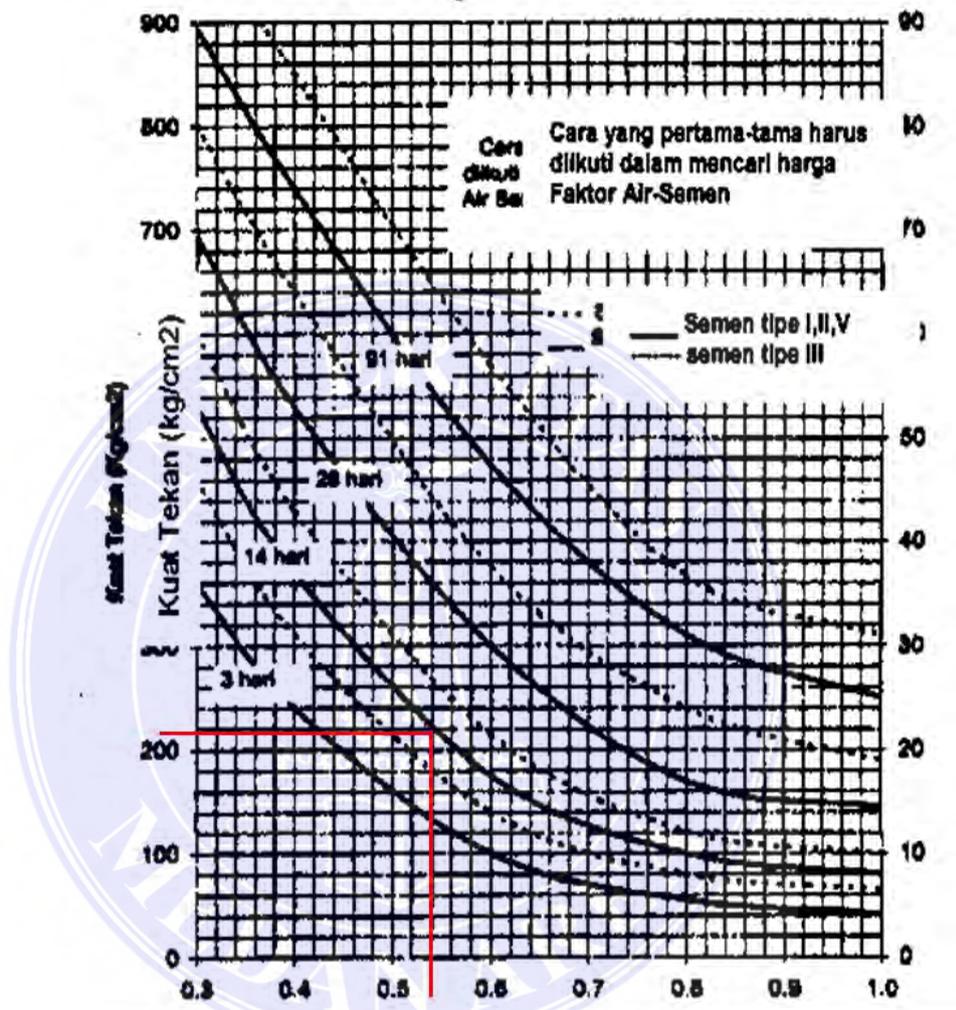
M = nilai tambah (Mpa)

4. Menentukan jenis semen

Pada penelitian semen yang digunakan untuk campuran beton adalah jenis semen tipe I.

5. Menentukan jenis agregat halus dan kasar

- a. Agregat kasar : batu pecah (buatan)
 - b. Agregat halus : alami
6. Menentukan FAS untuk benda uji kubus $15 \times 15 \times 15$



Gambar 3.9 Faktor Air Semen Untuk Kubus $15 \times 15 \times 15$
Sumber : Modul Rancangan Beton PU

Berdasarkan gambar 3.9 yang berkaitan dengan grafik hubungan antara kuat tekan rata-rata dengan faktor air semen untuk benda uji kubus maka nilai fas yang didapat yaitu $fas = 0,54$

7. Menentukan FAS maksimum

Di dapat nilai fas maksimum berdasarkan tabel 3.13 bahwa beton yang direncanakan adalah beton diluar ruangan (tidak terlindung dari

hujan dan terik matahari langsung) maka didapat hasil fas maksimum sebesar fas = 0,60

Tabel 3.13 Persyaratan faktor air semen maksimum untuk berbagai pembeconan dan lingkungan khusus

Jenis Pembeconan	Jumlah Semen minimum per m ³ beton (kg)	Fas Maksimum
Beton didalam ruang bangunan :		
a. Keadaan keliling non-korosif	275	0,60
b. Keadaan keliling korosif, disebabkan oleh kondensasi atau uap korosi	325	0,52
Beton diluar ruangan :		
a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325	0,60
b. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275	0,60
Beton yang masuk kedalam tanah:		
a. Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325	0,55
b. Mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah		Mengacu ke fas beton sulfat
Beton yang selalu berhubungan dengan air tawar/payau/laut		Mengacu ke fas beton dalam air

Sumber : SNI 03-2834-2000

8. Menentukan nilai slump

Berdasarkan Tabel 3.14 mengenai penentuan nilai Slump berdasarkan struktur yang di buat, maka nilai Slump yang didapat adalah 15,0 – 7,5

Tabel 3.14 Menentukan nilai slump

Pemakaian beton (berdasarkan jenis struktur yang dibuat)	Maks. (cm)	Min. (cm)
Dinding, plat fondasi dan fondasi telapak bertulang	12,5	5,0
Fondasi telapak tidak bertulang, kaison, dan struktur di bawah tanah	9,0	2,5
Pelat, balok, kolom, dinding	15,0	7,5
Pengerasan jalan	7,5	5,0

Pembetonan masal (beton massa)	7,5	2,5
--------------------------------	-----	-----

Sumber: SNI 03-2834-2000

9. Menentukan ukuran agregat maksimum

Ukuran agregat maksimum yang dipakai di lokasi penelitian adalah 20 mm.

10. Menentukan kadar air bebas

Menentukan kadar air bebas, jika jenis agregat sudah ditentukan (dipecah atau tidak pecah) digunakan rumus :

$$\begin{aligned}
 W_{air} &= 0,67 (A_h) + 0,33 (A_k) \\
 &= 0,67 (195) + 0,33 (225) \\
 &= 204,9 \text{ l/ m}^3
 \end{aligned}$$

Keterangan :

A_h = Prakiraan kadar air untuk agregat halus (dilihat tabel 3.15)

A_k = Prakiraan kadar air untuk agregat kasar (dilihat tabel 3.15)

Tabel 3.15 Perkiraan kadar air bebas (kg/m³)

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

Sumber: SNI 03-2834-2000

11. Menentukan kadar semen yang dibutuhkan

$$W_{semen} = W_{air} / F_{as}$$

$$= 204,9 / 0,54$$

$$= 379, 44 \text{ Kg/m}^3$$

12. Menentukan kadar semen minimum

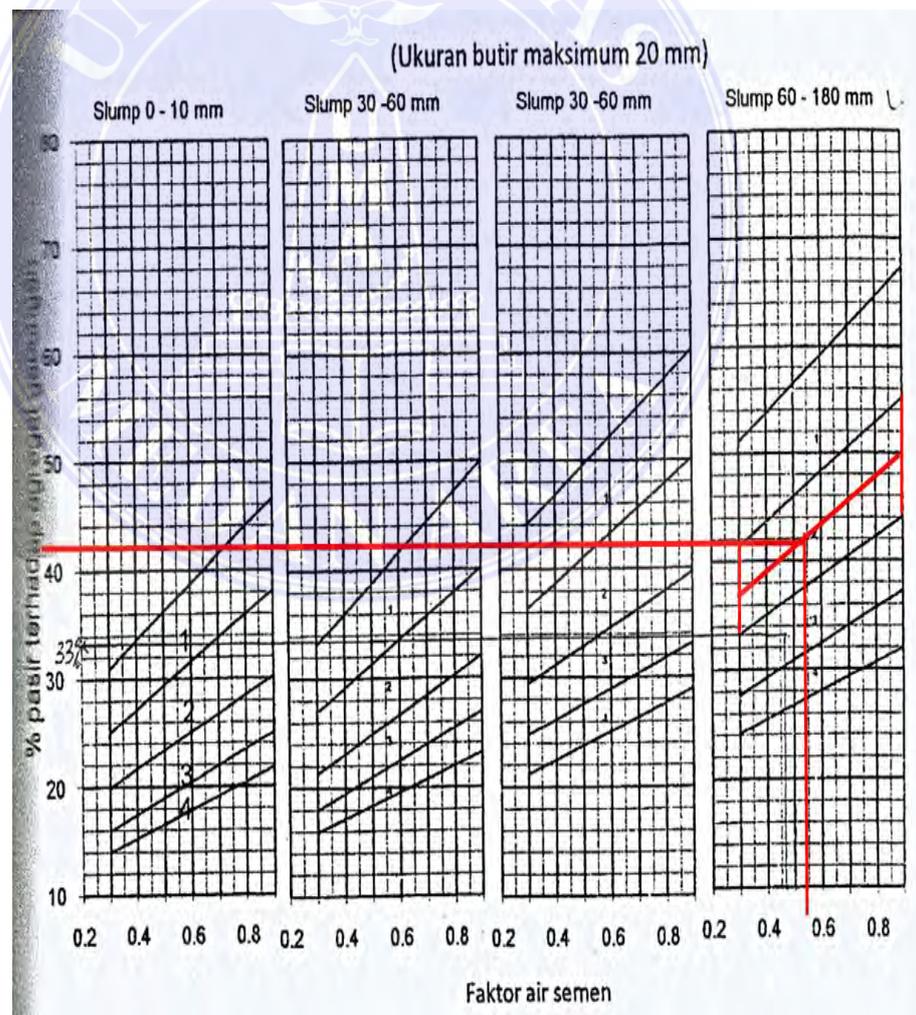
Berdasarkan tabel 3.13 mengenai penentuan kadar semen minimum berdasarkan letak situasi beton dikerjakan, maka kadar semen minimum yang di dapat adalah 325 Kg/m³

13. Menentukan persentase pasir

% Agregat halus = 42%

(Gambar 3.10)

% Agregat kasar = 100% - 42% = 58%



Gambar 3.10 Persentase jumlah pasir daerah no. 1, 2, 3, 4

Sumber : SNI 03-2834-2000

Untuk menentukan daerah gradasi pasir dapat dilihat pada tabel 3.1

14. Menentukan berat jenis relatif

a. Berat jenis agregat

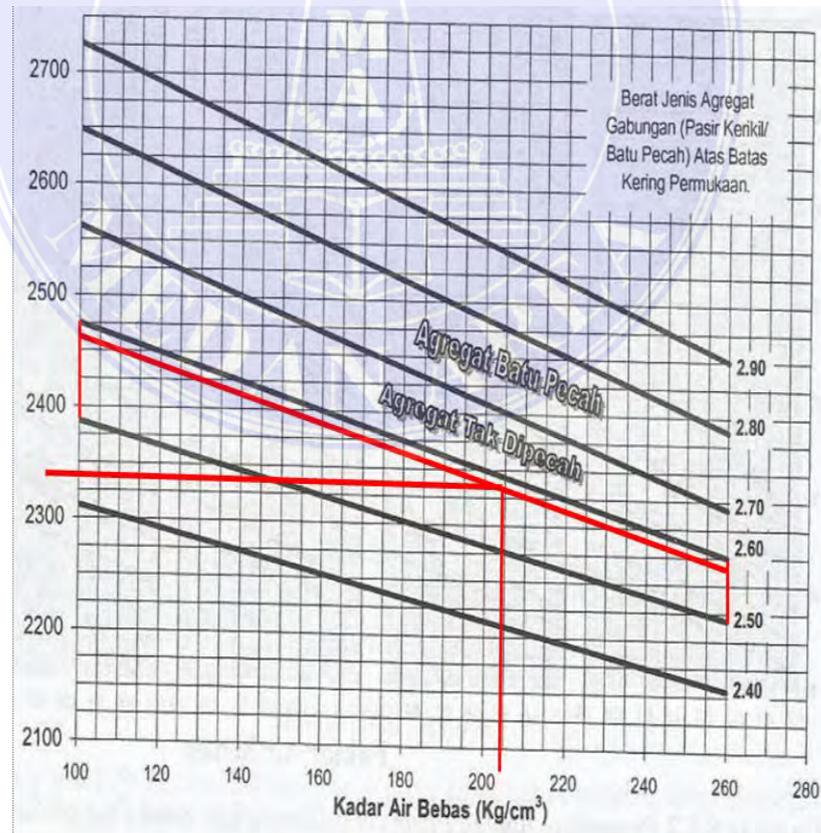
- Berat jenis agregat halus (SSD) = 2,60
- Berat jenis agregat kasar (SSD) = 2,55

b. Berat jenis agregat campuran

$$\begin{aligned}
 B_j \text{ Camp} &= [(P/100) \times (B_j \text{ Ah })] + [(k/100) \times (B_j \text{ Ak })] \\
 &= [(42/100) \times (2,60)] + [(58/100) \times (2,55)] \\
 &= 2,57
 \end{aligned}$$

15. Menentukan berat jenis beton basah

$B_j \text{ Beton Basah} = 2338 \text{ Kg/m}^3$ (Gambar 3.11)



Gambar 3.11 Perkiraan berat jenis beton basah yang dimampatkan secara penuh

Sumber : SNI 03-2834-2000

16. Menentukan agregat campuran

$$\begin{aligned}\text{Ag. Campuran} &= B_j \text{ Beton} - W \text{ semen} - W \text{ air} \\ &= 2338 - 379,44 - 204,9 \\ &= 1753,66 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

17. Menentukan kadar agregat halus

$$\begin{aligned}\text{Ag. Halus} &= (42/100) \times 1753,66 \\ &= 744,18 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

18. Menentukan kadar agregat kasar

$$\begin{aligned}\text{Ag. Kasar} &= (58/100) \times 1753,66 \\ &= 986,47 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

19. Menghitung volume kubus ($15 \times 15 \times 15$)

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= S \times S \times S \\ &= 0,003375 \text{ m}^3 \times V \text{ (Safety Faktor)} \\ &= 0,003375 \times 1,2 \\ &= 0,00405 \text{ m}^3\end{aligned}$$

20. Menentukan proporsi material pembentuk satu beton normal kubus

$$15 \times 15 \times 15$$

a. Air = $W_{\text{air}} \times \text{Volume}$

$$\begin{aligned}&= 204,9 \times 0,00405 \\ &= 0,829845 \text{ Liter}\end{aligned}$$

b. Semen = $W_{\text{semen}} \times \text{Volume}$

$$\begin{aligned}&= 379,44 \times 0,00405 \\ &= 1,536732 \text{ Kg}\end{aligned}$$

c. Ag. Halus = $\text{Kadar Ah} \times \text{Volume}$

$$= 744,18 \times 0,00405$$

$$= 3,01 \text{ Kg}$$

d. Ag. Kasar = Kadar Ak x Volume

$$= 986,47 \times 0,00405$$

$$= 3,99 \text{ Kg}$$

21. Menentukan proporsi material pembentuk satu beton kubus $15 \times 15 \times 15$

dengan menggunakan bahan tambah

a. Beton kubus dengan bahan tambah 5%

• Air = $W_{\text{air}} \times \text{Volume}$

$$= 204,9 \times 0,00405$$

$$= 0,829845 \text{ Liter}$$

• Semen = $W_{\text{semen}} \times \text{Volume}$

$$= 379,44 \times 0,00405$$

$$= 1,536732 \text{ Kg}$$

• T. Kelapa = $10\% \times \text{Ag. Halus Normal}$

$$= 5\% \times 3,01$$

$$= 0,15 \text{ Kg}$$

• Ag. Halus = $\text{Ag. Halus Normal} - \text{T. Kelapa}$

$$= 3,01 - 0,15$$

$$= 2,86 \text{ Kg}$$

• Ag. Kasar = Kadar Ak x Volume

$$= 986,47 \times 0,00405$$

$$= 3,99 \text{ Kg}$$

b. Beton kubus dengan bahan tambah 10%

- Air = Wair x Volume
= 204,9 x 0,00405
= 0,829845 Liter
- Semen = Wsemen x Volume
= 379,44 x 0,00405
= 1,536732 Kg
- T. Kelapa = 10% x Ag. Halus Normal
= 10% x 3,01
= 0,30 Kg
- Ag. Halus = Ag. Halus Normal – T. Kelapa
= 3,01 – 0,30
= 2,71 Kg
- Ag. Kasar = Kadar Ak x Volume
= 986,47 x 0,00405
= 3,99 Kg

c. Beton kubus dengan bahan tambah 15%

- Air = Wair x Volume
= 204,9 x 0,00405
= 0,829845 Liter
- Semen = Wsemen x Volume
= 379,44 x 0,00405
= 1,536732 Kg
- T. Kelapa = 15% x Ag. Halus Normal
= 15% x 3,01

$$= 0,45 \text{ Kg}$$

- Ag. Halus = Ag. Halus Normal – T. Kelapa

$$= 3,01 - 0,45$$

$$= 2,56 \text{ Kg}$$

- Ag. Kasar = Kadar Ak x Volume

$$= 986,47 \times 0,00405$$

$$= 3,99 \text{ Kg}$$



Tabel 3.16 Perhitungan *Mix Design*

1.	Merencanakan Kuat Tekan Beton.	Mutu K175, dengan $F_c' = 14,53 \text{ Mpa}$	
2.	Menghitung Nilai Margin.	7,0	(tabel 3.14)
3.	Menghitung Kuat Tekan Beton Rata-rata.	219,4699 kg/cm ²	
4.	Nilai Faktor Air Semen benda uji kubus (15×15×15).	0,54	(gambar 3.9)
5.	Nilai Faktor Air Semen Maksimum	0.60	(tabel 3.15)
6.	Nilai Slump	7,5 – 15 cm	(tabel 3.16)
7.	Menentukan Ukuran Agregat Maksimum	20 mm	
8.	Kadar Air Bebas	204,9 L / m ³	(tabel 3.17)
9.	Menghitung Kadar Semen	379, 44 Kg/m ³	
10.	Kadar Semen Minimum	325 Kg/m ³	(tabel 3.15)
11.	Persentase Pasir	% Agregat Halus = 42 % % Agregat Kasar = 58 %	(gambar 3.10)
12.	Berat Jenis Relatif		
	• Berat Jenis Agregat Halus (SSD)	2,60	
	• Berat Jenis Agregat Kasar (SSD)	2,55	
	Berat Jenis Agregat Campuran	2,57	
13.	Berat Jenis Beton Basah	2338 Kg/m ³	(gambar 3.11)
14.	Agregat Campuran.	1753,66 kg/m ³	
15.	Kadar Agregat Halus.	744,18 kg/m ³	
16.	Kadar Agregat Kasar.	986, 47kg/m ³	
17.	Volume Kubus (15×15×15)	0,00405 m ³	
18.	Proporsi Bahan Pembentuk Beton (0%)		
	• Air	0,829845 Liter	
	• Semen	1,536732 Kg	
	• Ag. Halus	3,01 Kg	
	• Ag. Kasar	3,99 Kg	
19.	Proporsi Bahan Pembentuk Beton (5%)		
	• Air	0,829845 Liter	
	• Semen	1,536732 Kg	
	• Ag. Halus	2,86 kg	
	• Ag. Kasar	3,99 Kg	

Lanjutan tabel 3.16

	• T. Kelapa	0,15 kg
20.	Proporsi Bahan Pembentuk Beton (10%)	
	• Air	0,829845 Liter
	• Semen	1,536732 Kg
	• Ag. Halus	2,71 kg
	• Ag. Kasar	3,99 Kg
	• T. Kelapa	0,30 kg
21.	Proporsi Bahan Pembentuk Beton (15%)	
	• Air	0,829845 Liter
	• Semen	1,536732 Kg
	• Ag. Halus	2,56 kg
	• Ag. Kasar	3,99 Kg
	• T. Kelapa	0,45 kg

Sumber : SNI 03-2834-2000

3.6 Pengujian Slump

Uji slump merupakan suatu uji empiris atau metode yang digunakan untuk menentukan konsistensi atau kekakuan dari campuran beton segar (*fresh concrete*). Uji slump dapat menunjukkan kekurangan, kelebihan, atau kecukupan air yang digunakan dalam pembuatan beton tersebut.

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat *workability* (kemudahan dalam pengerjaan) dari campuran beton yang telah dibuat. Alat yang digunakan adalah kerucut *abrams*, tongkat penusuk, sendok beton, plat baja, perata, dan mistar. Sebelum adukan beton dimasukkan ke dalam kerucut *abrams* sebaiknya bagian dalam tabung kerucut diolesi dengan oli dan disiapkan diatas plat baja, beton segar dimasukkan ke dalam tabung kerucut 1/3 volumenya kemudian ditusuk-tusuk sebanyak 25 kali dengan menggunakan tongkat penusuk sampai tabung kerucut penuh. Selanjutnya permukaan beton bagian atas diratakan dan didiamkan selama 20 detik, setelah itu tabung kerucut diangkat pelan-pelan lalu

tabung kerucut diletakan di sebelahnya untuk pengukuran slump. Nilai pengukuran slump dapat dilihat pada gambar.



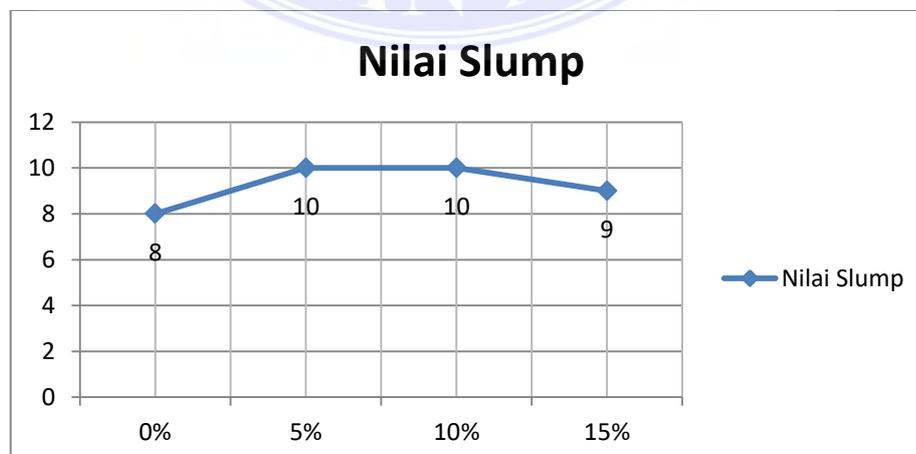
Gambar 3.12 Pengujian slump
Sumber : Dokumentasi penelitian, 2022

Hasil pengujian nilai slump dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 3.17 Data hasil pengujian slump

Variasi	Nilai slump (cm)
0%	8
5%	10
10%	10
15%	9

Sumber : Hasil penelitian, 2022



Gambar 3.13 Grafik Nilai slump
Sumber : Hasil penelitian, 2022

3.7 Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur 7 hari dan 14 hari. Pengujian kuat tekan beton menggunakan *Compression Testing Machine* yaitu suatu alat yang menekan benda uji kubus untuk mendapatkan nilai kuat tekan beton. Untuk menghitung kuat tekan beton maka digunakan rumus sebagai berikut:

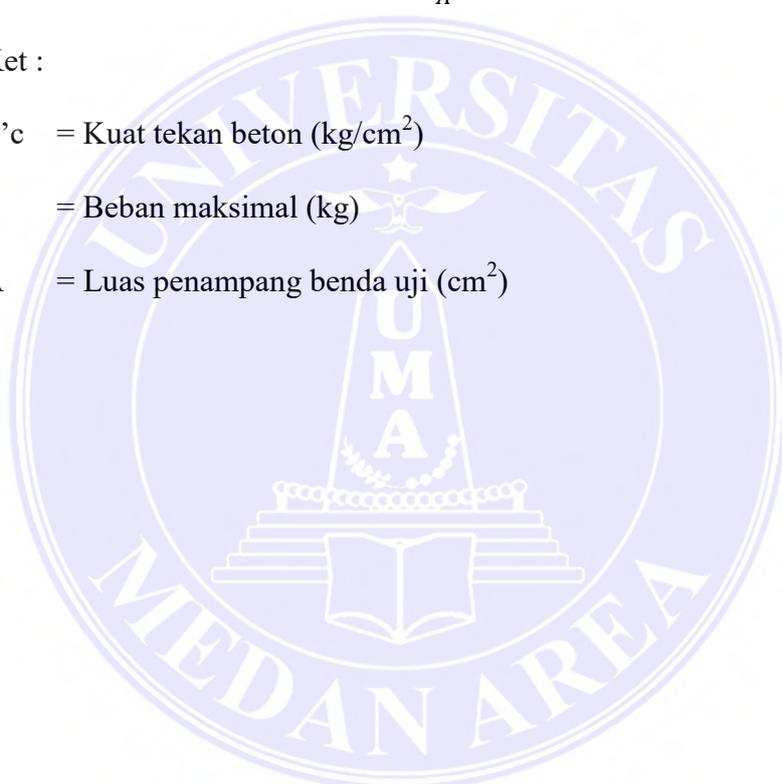
$$f'c = \frac{P}{A} \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

Ket :

f 'c = Kuat tekan beton (kg/cm²)

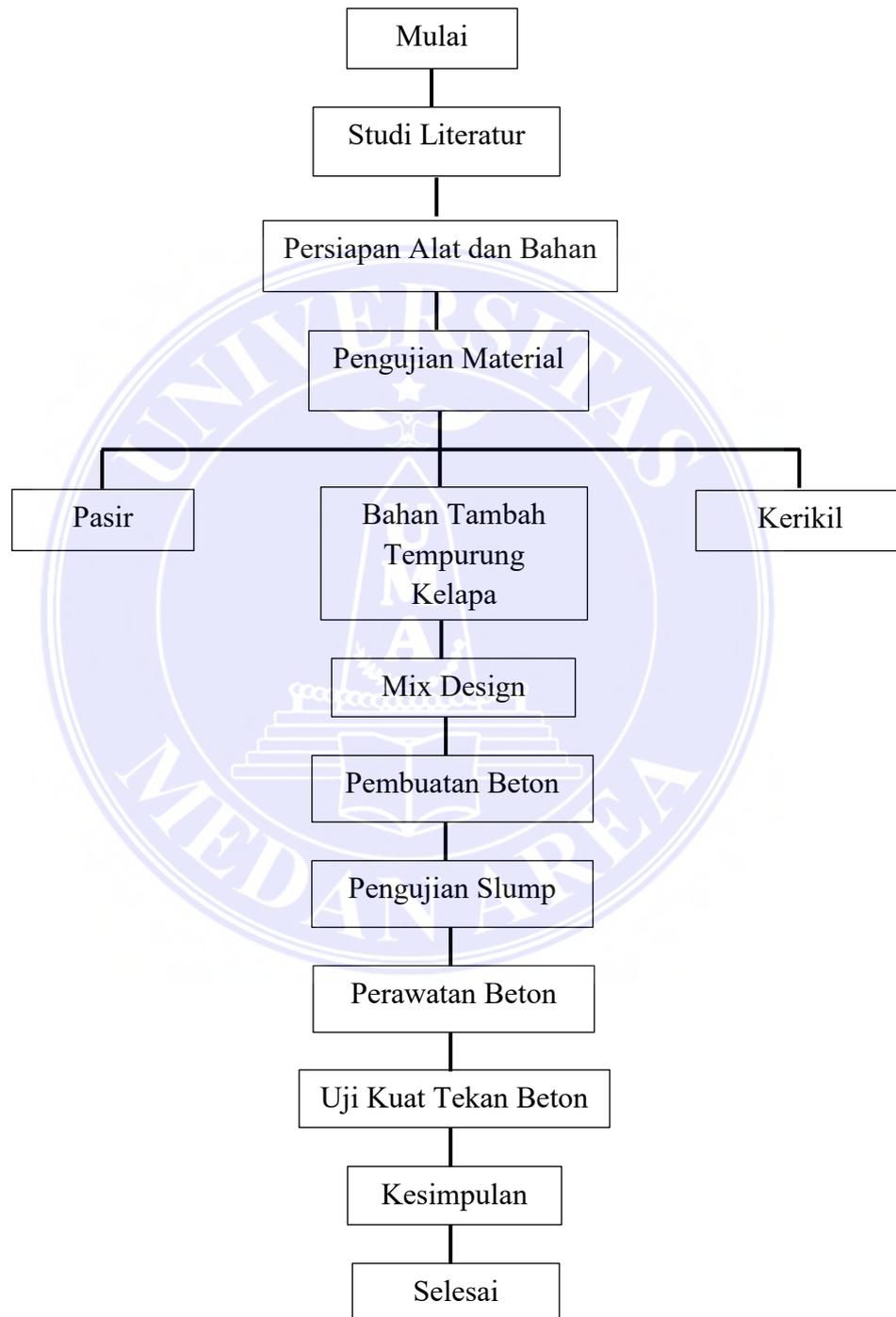
P = Beban maksimal (kg)

A = Luas penampang benda uji (cm²)



3.8 Bagan Alir Penelitian

Berikut ini adalah bagan alir penelitian yang menggambarkan langkah penelitian:



Gambar 3.14 Bagan Alir Penelitian
Sumber : Hasil penelitian 2022

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

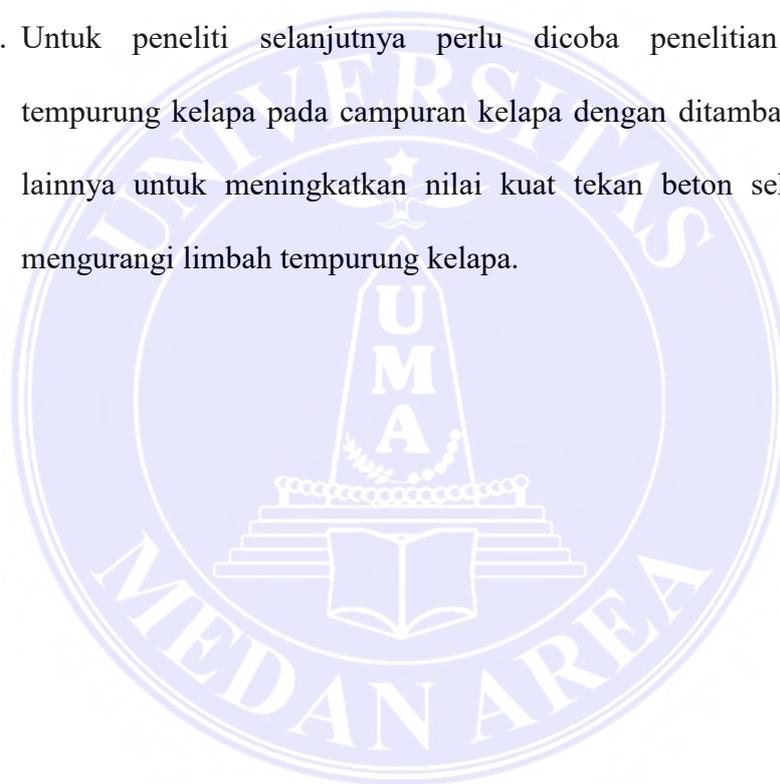
Berdasarkan data hasil uji kuat tekan beton yang telah dilakukan pada penelitian penggunaan tempurung kelapa sebagai bahan tambah pada campuran beton maka ada beberapa hal yang dapat menjadi kesimpulan pada penelitian ini yaitu :

1. Hasil dari pengujian kuat tekan beton benda uji kubus dengan menggunakan tempurung kelapa mengalami penurunan nilai kuat tekan beton dibandingkan dengan beton yang tidak menggunakan tempurung kelapa pada campuran beton. Pada pengujian beton umur 7 hari didapat hasil yaitu 0% sebesar 18,83 Mpa, 5% sebesar 11,76 Mpa, 10% sebesar 13,83 Mpa, dan 15% sebesar 12,10 Mpa. Dan pada pengujian beton umur 14 hari didapat hasil yaitu 0% sebesar 19,03 Mpa, 5% sebesar 14,92 Mpa, 10% sebesar 16,17 Mpa, dan 15% sebesar 14,86 Mpa. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penggunaan tempurung tidak dapat digunakan sebagai bahan tambah pada campuran beton dikarenakan hasil uji kuat tekan beton mengalami penurunan.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat menjadi saran untuk penelitian selanjutnya untuk mendapatkan hasil yang lebih baik. Adapun saran untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan penelitian senyawa kimia yang ada pada tempurung kelapa sebagai bahan tambah pada campuran beton.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut, jumlah sampel yang lebih banyak untuk mendapatkan nilai karakteristik yang lebih baik.
3. Berdasarkan hasil penelitian ini, peneliti menyarankan agar bahan tempurung kelapa tidak digunakan dalam pembuatan beton dikarenakan nilai kuat tekan beton mengalami penurunan.
4. Untuk peneliti selanjutnya perlu dicoba penelitian penambahan tempurung kelapa pada campuran kelapa dengan ditambah bahan kimia lainnya untuk meningkatkan nilai kuat tekan beton sehingga dapat mengurangi limbah tempurung kelapa.



DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, F., Ariyanto, A., Eng, M., Bambang Edison,), & Pd, S. (2014). *Penggunaan Tempurung Kelapa Terhadap Kuat Tekan Beton K-100. Jurnal Mahasiswa Teknik, 2014 - e-Journal.Upp.Ac.Id*, 1(1), 1–11. https://scholar.google.co.id/scholar?hl=en&as_sdt=0%2C5&scioq=PENGGUNAAN+TEMPURUNG+KELAPA+TERHADAP+KUAT+TEKAN+BETON+K-100&q=PENGGUNAAN+TEMPURUNG+KELAPA+TERHADAP+KUAT+TEKAN+BETON+K-100&btnG=
- Angriani, D. dan Romanty H. (2012), *Pengaruh Penambahan Serat Nilon Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton Mutu K-250*, Skripsi., Universitas Borneo, Tarakan
- Badan Standardisasi Nasional. (1990). *SNI 03-1968-1990 Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar*. Badan Standar Nasional Indonesia, 1-15
<http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/pendidikan/dr-slamet-widodo-stmt/sni-03-1968-1990.pdf>
- Fani Surya Rizki, Z. F. (2020). *Tugas akhir pengaruh penambahan limbah serbuk kayu sebagai substitusi parsial agregat halus dengan bahan tambahan 78 concrete additive terhadap kuat tekan beton*.
- Hidayat, Rahmat (2016), *Pengaruh Penggunaan Tempurung Kelapa Sebagai Penambah Agregat Kasar Mutu Beton $f_c' 17$ Mpa Terhadap Kuat Tekan Beton*, Skripsi. Universitas Medan Area, Medan
- Mucitra, Randy Khummar dan Arif Baihaki (2012), *Pengaruh Penambahan Serat Ijuk Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton Mutu K-250*, Skripsi, Universitas Borneo Tarakan
- Mukhlis Iwan Mustaqim, Juli Marliansyah, A. R. (2017). *Pengaruh Penambahan Abu Tempurung Kelapa Terhadap Kuat Tekan Paving Block*. *Jurnal Mahasiswa Teknik*, 3, 1–9.
- Siregar, Syafiatun dan Nurmaidah (2016), *Pengaruh Penggunaan Tempurung Kelapa Sebagai Penambah Agregat Kasar Mutu Beton $F'C 17$ Mpa Terhadap Kuat Tekan Beton*, dalam *Jurnal Education Building Volume 2, Nomor 1, Juni 2016: 64-69, ISSN : 2477-4898*. Medan: Laboratorium Universitas Medan Area.
- Ramdani, Lalu Mochamad Wahyu (2020), *Pengaruh Penggunaan Batok Kelapa Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Agregat Kasar Terhadap Sifat Mekanik Beton*, Skripsi, Universitas Muhammadiyah Mataram.
- SNI 03 – 2834 – 2000, 2000. *Metode Mix Design Beton*.

SK SNI – 04 – 1989, 1989. Persyaratan Air Secara Umum.

SNI 03-1972-1990, 1990. Metode Pengujian Slump Beton Semen Portland.

SNI 03 – 1974 – 2011, 2011. Pengujian Kuat Tekan Beton

SNI 03-3449-1994, 1994. Rancangan campuran Beton.

SK SNI S-18-1990-03, 1990. Spesifikasi Tambahan Untuk Beton.





LAMPIRAN



Penjemuran tempurung kelapa
Sumber : Dokumentasi, 2022



Pembersihan serabut pada tempurung kelapa
Sumber : Dokumentasi, 2022



Tempurung yang telah dibersihkan
Sumber : Dokumentasi, 2022



Proses pembakaran tempurung kelapa

Sumber : Dokumentasi, 2022



Penjemuran arang tempurung kelapa

Sumber : Dokumentasi, 2022



Proses penghalusan tempurung kelapa

Sumber : Dokumentasi, 2022



Tempurung yang telah dihaluskan
Sumber : Dokumentasi, 2022



Pasir yang digunakan
Sumber : Dokumentasi, 2022



Kerikil yang digunakan
Sumber : Dokumentasi, 2022



Semen yang digunakan
Sumber : Dokumentasi, 2022



Analisa ayakan pasir dan kerikil
Sumber : Dokumentasi, 2022



Pengujian berat jenis kerikil
Sumber : Dokumentasi, 2022



Pengujian berat isi kerikil
Sumber : Dokumentasi, 2022



Pengujian berat jenis pasir
Sumber : Dokumentasi, 2022



Pengujian berat isi pasir
Sumber : Dokumentasi, 2022



Pengujian kadar lumpur pasir
Sumber : Dokumentasi, 2022



Saringan ayakan
Sumber : Dokumentasi, 2022



Mesin penggetar
Sumber : Dokumentasi, 2022



Bejana
Sumber : Dokumentasi, 2022



Piknometer

Sumber : Dokumentasi, 2022

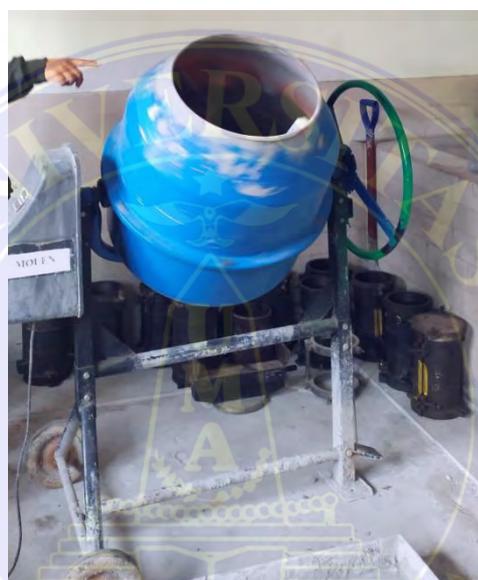


Timbangan digital

Sumber : Dokumentasi, 2022



Cetakan kubus 15×15×15
Sumber : Dokumentasi, 2022



Molen
Sumber : Dokumentasi, 2022



Pencampuran beton
Sumber : Dokumentasi, 2022



Kerucut *abrams*
Sumber : Dokumentasi, 2022



Uji slump

Sumber : Dokumentasi, 2022

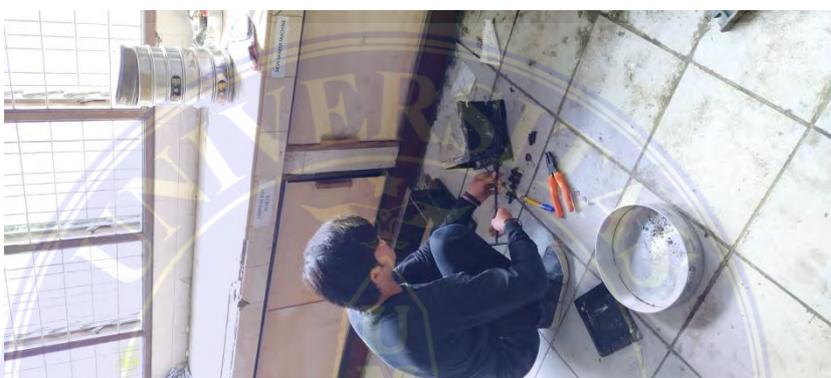


Memasukkan campuran beton kedalam cetakan kubus

Sumber : Dokumentasi, 2022



Penggunaan *concrete vibrator*
Sumber : Dokumentasi, 2022



Pelepasan cetakan kubus
Sumber : Dokumentasi, 2022



Beton kubus
Sumber : Dokumentasi, 2022



Compression Testing Machine
Sumber : Dokumentasi, 2022



Pengujian kuat tekan beton
Sumber : Dokumentasi, 2022



UNIVERSITAS KATOLIK SANTO THOMAS FAKULTAS TEKNIK

Jalan Setia Budi No. 479 – F Tanjung Sari – Medan 20132
☎ (061) 8210161 (4 Lines), ☎ (061) 8213269, ☎ 081264935370
✉ info@ust.ac.id, website : www.ust.ac.id

SURAT KETERANGAN

Nomor : 001/Lab.Beton-UKS/ A.52/2022

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Ir. Martius Ginting,MTSi
Jabatan : Kepala Laboratorium Beton & Bahan Bangunan

Dengan ini menerangkan dengan sesungguhnya bahwa :

Nama : Ricky Wahyudi Mendrofa
N P M : 178110098
Program Studi : Teknik Sipil

Telah selesai melaksanakan penelitian di Laboratorium Beton & Bahan Bangunan sesuai dengan surat permohonan dari Universitas Medan Area.

Demikian surat keterangan ini dibuat dengan sebenarnya untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Medan, 27 Mei 2022

Kepala Lab. Beton & Bahan Bangunan



Ir. Martius Ginting,MTSi



UNIVERSITAS MEDAN AREA FAKULTAS TEKNIK

Kampus I : Jalan Kolam Nomor 1 Medan Estate/Jalan PBSI Nomor 1 (061) 7366878, 7360168, 7364348, 7366781,
Fax.(061) 7366998 Medan 20223

Kampus II : Jalan Setiabudi Nomor 79 / Jalan Sei Serayu Nomor 70 A, (061) 8225602, Fax. (061) 8226331
Medan 20122

Website: www.teknik.uma.ac.id E-mail: univ_medanarea@uma.ac.id

Nomor : 045/FT.1/01.10/II/2022

12 Pebruari 2022

Lamp : -

H a l : **Penelitian Dan Pengambilan Data Tugas Akhir**

Yth. Ka. Prodi Prodi Univeritas Katolik Santo Thomas Medan
Jl. Setia Budi
Di
Medan

Dengan hormat,

Kami mohon kesediaan Bapak/Ibu berkenan untuk memberikan izin dan kesempatan kepada mahasiswa kami tersebut dibawah ini :

NO	N A M A	N P M	PRODI
1	Ricky Wahyudi Mendrofa	178110098	Teknik Sipil

Untuk melaksanakan Penelitian Pembuatan Benda Uji dan Pengujian Benda Uji sebagai Tugas Akhir di Laboratorium Beton Universitas Katolik Santo Tomas Medan yang Bapak/Ibu Pimpin.

Perlu kami jelaskan bahwa Penelitian tersebut adalah semata-mata untuk tujuan ilmiah dan Skripsi yang merupakan salah satu syarat bagi mahasiswa tersebut untuk mengikuti ujian sarjana lengkap pada Fakultas Teknik Universitas Medan Area dan tidak untuk dipublikasikan, dengan judul penelitian :

Pengaruh Tempurung Kelapa Sebagai Bahan Tambah Terhadap Kuat Tekan Beton

Atas perhatian dan kerja sama yang baik diucapkan terima kasih.

Tembusan :

1. Ka. BAMAI
2. Mahasiswa
3. File



Rekan,

J. Rahmadiah, S.Kom, M.Kom