

SKRIPSI

**PENGARUH PENGGUNAAN *BATOK KELAPA* SEBAGAI BAHAN
PENGANTI SEBAGIAN AGREGAT KASAR TERHADAP SIFAT
MEKANIK BETON**

Diajukan guna memenuhi persyaratan untuk mencapai
jenjang Strata-(S1), Jurusan Teknik Sipil,
Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Mataram



Disusun Oleh:

LALU MOCHAMAD WAHYU RAMDANI

416110085

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM

2020

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini menyatakan dengan sebenarnya bahwa :

1. Skripsi dengan judul “*Pengaruh Penggunaan Batok Kelapa Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Agregat Kasar Terhadap Sifat Mekanik Beton*” adalah benar merupakan karya saya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan atas karya penulis lain dengan cara yang tidak sesuai tata etika ilmiah yang berlaku dalam masyarakat atau disebut plagiatisme.
2. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan tugas akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah ditulis dalam sumbernya secara jelas dan disebut dalam daftar pustaka.

Atas pernyataan ini, apabila dikemudian hari ternyata ditemukan adanya ketidak benaran, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi yang diberikan kepada saya dan saya sanggup dituntut sesuai hukum yang berlaku.

Mataram, 16 Juni 2020

Pembuat pernyataan,



LALU M WAHYU RA

NIM : 416110085

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

SKRIPSI

**PENGARUH PENGGUNAAN BATOK KELAPA SEBAGAI BAHAN PENGGANTI
SEBAGIAN AGREGAT KASAR TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON**

Disusun Oleh:

LALU MOCHAMAD WAHYU RAMDANI

416110085

Mataram, 16 Juni 2020

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Dr. Eng. Hariyadi, ST., M.Sc (Eng)
NIDN. 0027107301

Titik Wahyuningsih, ST., MT
NIDN. 0819097401

Mengetahui,

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
FAKULTAS TEKNIK**

Dekan,

Dr. Eng. M. Islamy Rusyda, ST., MT
NIDN. 0824017501

HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI

SKRIPSI

**PENGARUH PENGGUNAAN BATOK KELAPA SEBAGAI BAHAN PENGGANTI
SEBAGIAN AGREGAT KASAR TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON**

Yang Dipersiapkan dan Disusun Oleh:

LALU MOCHAMAD WAHYU RAMDANI
416110085

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji
Pada hari, Hari, Rabu 01 Juli 2020
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Susunan Tim Penguji

1. Penguji I : Dr. Eng. Hariyadi, ST., M.Sc (Eng
NIDN. 0027107301
2. Penguji II : Titik Wahyuningsih, ST., MT
NIDN. 0819097401
3. Penguji III : Ir. Isfanari, ST., MT
NIDN. 0830086701

Mengetahui,

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
FAKULTAS TEKNIK**

Dekan,


Dr. Eng. M. Islamy Rusyda, ST., MT
NIDN. 0824017501



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
UPT. PERPUSTAKAAN

Jl. K.H.A. Dahlan No. 1 Mataram Nusa Tenggara Barat
Kotak Pos 108 Telp. 0370 - 633723 Fax. 0370-641906
Website : <http://www.lib.ummat.ac.id> E-mail : upt.perpusummat@gmail.com

SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN
PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Mataram, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : LALU MOCHAMAD WAHYU RAMDANI
NIM : A16110085
Tempat/Tgl Lahir : Mataram 20 Desember 1997
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : TEKNIK
No. Hp/Email : 082 339 500 838
Jenis Penelitian : Skripsi KTI

Menyatakan bahwa demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Mataram hak menyimpan, mengalih-media/format, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Repository atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta atas karya ilmiah saya berjudul:

Pengaruh Penggunaan Bentuk keping sebagai bahan pengganti
Sebasian agregat kasar terhadap Sifat Mekanik Beton

Segala tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah ini menjadi tanggungjawab saya pribadi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya tanpa ada unsur paksaan dari pihak manapun.

Dibuat di : Mataram

Pada tanggal : 10 - Agustus 2020

Penulis



NIM. A16110085

LALU M WAHYU P

Mengetahui,

Kepala UPT. Perpustakaan UMMAT

Iskandar, S.Sos., M.A.
NIDN. 0802048904

MOTTO

“Yang membedakan orang sukses dan tidak adalah soal ketekunan”



UCAPAN TERIMA KASIH

Tugas akhir ini dapat terselesaikan berkat bantuan dan dorongan baik moril maupun materil dari berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih yang setulus-tulusnya kepada :

1. Dr. H. Arsyad Abd Gani, M.Pd selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Mataram.
2. Dr. Eng. M. Islamy Rusyda, ST., MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.
3. Titik Wahyuningsih, S.T.,M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.
4. Dr. Eng. Hariyadi, ST., M.Sc (Eng). selaku Dosen Pembimbing Utama.
5. Titik Wahyuningsih, S.T.,M.T., selaku Dosen Pembimbing Pendamping.
6. Seluruh staf dan pegawai sekertariat Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.
7. Kedua Orang Tua dan seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan baik moril maupun materil dan do'a restunya.
8. Sahabat dan rekan-rekan mahasiswa Teknik atas motivasi dan dukungannya, serta semua pihak yang telah membantu.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas segala berkat, bimbingan dan karunia-Nya, sehingga penyusun Tugas Akhir dengan judul “ Pengaruh Penggunaan *Batok Kelapa* Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Agregat Kasar Terhadap Sifat Mekanik Beton “ dapat terselesaikan. Tugas akhir ini merupakan salah satu persyaratan akademis yang wajib dibuat untuk menyelesaikan program S-1 pada jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.

Penulis menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangannya dan masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu pendapat dan saran yang membangun dari berbagai pihak sangat diharapkan untuk kelancaran penelitian dan penyempurnaan penulisan selanjutnya. Ucapan terima kasih yang tak terhingga disampaikan kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan penulisan Tugas akhir ini. Akhir kata semoga karya ini bisa bermanfaat bagi pembacanya.

Mataram, 16 Juni 2020

Penulis,



LALU M WAHYU RA
NIM : 416110085

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERNYATAAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI	iv
SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
MOTTO	vi
UCAPAN TERIMA KASIH	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR NOTASI	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
ABSTRAK	xvii
ABSTRACT	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Studi.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Studi.....	4
BAB II DASAR TEORI	6

2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.1.1 Beton Normal	7
2.1.2 Penelitian terdahulu	7
2.1.3 Perbandingan Penelitian	10
2.1.4 Sifat Mekanik Beton.....	15
2.1.4.1 Kuat Tekan Beton	15
2.1.4.2 Kuat Tarik Belah Beton	15
2.1.5 Batok Kelapa	16
2.2 Landasan Teori.....	18
2.2.1 Deskripsi Beton.....	18
2.2.2 Keunggulan dan Kelemahan Beton.....	19
2.2.3 Sifat Beton	20
2.2.4 Jenis Beton.....	23
2.2.5 Bahan Penyusun Beton.....	23
2.2.6 Bahan Tambah	29
2.2.7 Pengujian Sifat Mekanik Beton	30
2.2.7.1 Pengujian Kuat Tekan Beton.....	30
2.2.7.2 Pengujian Kuat Tarik Belah Beton	30
2.2.7.3 Pengujian Kuat Geser Beton	31
2.2.8 Pengujian <i>Workability (Slump)</i>	33
2.2.9 Perawatan Beton.....	34
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	36
3.1 Lokasi Penelitian	36
3.2 Bahan dan Alat Penelitian	36
3.2.1 Bahan Penelitian	36
3.2.2 Alat Penelitian.....	38
3.3 Kebutuhan Benda Uji	38
3.4 Bagan Alir Penelitian	40
3.5 Perencanaan Campuran (<i>Mix Design</i>).....	41

3.6 Langkah-langkah Pengujian	41
3.6.1 Pengujian <i>Workability (Slump)</i>	41
3.6.2 Pembuatan Benda Uji Silinder	42
3.6.3 Pembuatan Benda Uji <i>Double - L</i>	43
3.6.4 Pengujian Kuat Tekan Beton.....	43
3.6.5 Pengujian Kuat Tarik Belah Beton.....	44
3.6.6 Pengujian Kuat Geser Beton.....	45
3.7. Metode Analisa Data	46
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	48
4.1 Hasil Pengujian Agregat Halus	48
4.1.1 Hasil Pengujian Berat Satuan Agregat Halus.....	48
4.1.2 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air	49
4.1.3 Hasil Pengujian Kadar Air	51
4.1.4 Hasil Pengujian Gradasi Agregat	51
4.2 Hasil Pengujian Agregat Kasar	52
4.2.1 Hasil Pengujian Berat Satuan Agregat Kasar	52
4.2.2 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air	54
4.2.3 Hasil Pengujian Kadar Air	55
4.2.4 Hasil Pengujian Gradasi Agregat	56
4.3 Desain Campuran Bahan Penyusun Beton (<i>Mix Design</i>).....	57
4.4 <i>Workability</i> Beton (<i>Slump Test</i>).....	59
4.5 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton	60
4.6 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton	62
4.7 Hubungan Antara Kuat Tarik Belah Beton dengan Kuat Tekan Beton.....	64
4.8 Hasil Pengujian Kuat Geser Beton.....	68
4.9 Hubungan Kuat Geser dengan Kuat Tekan Beton	71
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	74
5.1 Kesimpulan	74

5.2 Saran	75
DAFTAR PUSTAKA.....	76
LAMPIRAN	



DAFTAR TABEL

- Tabel 2.1 Perbandingan Antara Penelitian Terdahulu dan Penelitian yang Akan Dilakukan
- Tabel 2.2 Beton menurut kuat tekannya (Tjokrodinuljo,2007)
- Tabel 2.3 Berat jenis beton yang digunakan untuk konstruksi bangunan
- Tabel 2.4 Pengaruh sifat agregat pada sifat beton
- Tabel 2.5 Syarat Agregat Kasar Menurut B.S
- Tabel 2.6 Batas gradasi agregat halus (*British Standard*)
- Tabel 3.1 Kode dan Jumlah Perkiraan Benda Uji
- Tabel 4.1 Hasil pengujian berat satuan agregat halus
- Tabel 4.2 Hasil pengujian berat satuan agregat halus
- Tabel 4.3 Hasil pengujian berat satuan agregat halus
- Tabel 4.4 Hasil pengujian berat satuan agregat halus
- Tabel 4.5 Hasil pengujian berat satuan agregat kasar
- Tabel 4.6 Hasil pengujian berat satuan agregat kasar
- Tabel 4.7 Rekapitan data hasil pengujian agregat halus dan agregat kasar.
- Tabel 4.8 Kebutuhan Bahan Penyusun Beton per 1 m³
- Tabel 4.9 Selisih Nilai Kuat Tekan Beton
- Tabel 4.10 Selisih Nilai Kuat Tarik Belah Beton
- Tabel 4.11 Hasil Kuat Tarik Belah (F_{ct}) Secara Matematis
- Tabel 4.12 Hubungan Kuat Tarik Belah dengan Kuat Tekan
- Tabel 4.13 Selisih Nilai Kuat Geser Beton
- Tabel 4.14 Hasil Kuat Geser (f_{geser}) secara Matematis
- Tabel 4.15 Hubungan Kuat Geser (f_{geser}) dengan Kuat Tekan (f'_c)

DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2.1 Sketsa pengujian kuat tekan beton
- Gambar 2.2 Sketsa pengujian kuat tarik belah beton
- Gambar 2.3 Sketsa benda uji *Double-L*
- Gambar 2.4 Sketsa kerucut *abrams*
- Gambar 3.1 Benda uji Silinder dan *Double – L*
- Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian
- Gambar 3.3 Skema pemeriksaan nilai *Slump* beton segar
- Gambar 3.4 *Setting up* alat uji kuat tekan
- Gambar 3.5 *Setting up* alat uji kuat tarik belah
- Gambar 3.6 *Setting up* alat uji kuat geser
- Gambar 4.1 Grafik gradasi agregat halus
- Gambar 4.2 Grafik gradasi agregat kasar
- Gambar 4.3 Grafik hubungan nilai slump dengan serat bambu
- Gambar 4.4 Pengujian Kuat Tekan Beton Silinder
- Gambar 4.5 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Silinder
- Gambar 4.6 Pengujian Kuat Tarik Belah Beton
- Gambar 4.7 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Silinder
- Gambar 4.8 Grafik Hubungan Kuat Tarik Belah (F_{ct}) dengan $\sqrt{f'_c}$
- Gambar 4.9 Ilustrasi Pemodelan Kuat Tarik Belah
- Gambar 4.10 Grafik Hubungan antara $F_{ct} (1+V)$ dengan $\sqrt{f'_c}$
- Gambar 4.11 Pengujian Kuat Geser Beton
- Gambar 4.12 Hasil Pengujian Kuat Geser Beton
- Gambar 4.13 Ilustrasi Permodelan Kuat Geser
- Gambar 4.14 Grafik hubungan f_{geser} dengan f'_c

DAFTAR NOTASI



A	: luas penampang (mm^2)
ACI	: <i>American Concrete Institute</i>
ASTM	: <i>American Society for Testing and Material</i>
L	: panjang benda uji silinder (mm)
D	: diameter benda uji silinder (mm)
b	: lebar tampang lintang patah arah horizontal (mm)
h	: lebar tampang lintang patah arah vertikal (mm)
P	: beban yang bekerja (N)
W _c	: berat beton (kg/m^3)
f'c	: kuat tekan beton (MPa)
E _c	: modulus elastisitas beton (MPa)
f'c	: kuat tekan beton (MPa)
F _{ct}	: kuat tarik belah (MPa)
F _{geser}	: kuat geser (MPa)
W ₁	: berat wadah (gram)
W ₂	: berat wadah + benda uji (gram)
W ₃	: berat benda uji (gram)
SSD	: berat jenis kering permukaan (<i>saturated surface dry</i>)
γ_{sat}	: berat satuan agregat (kg/m^3)
BN	: beton normal tanpa tambahan <i>Batok Kelapa</i> (%)
BBK TK	: <i>Beton Batok Kelapa</i> tekan (%)
BBK TR	: <i>Beton Batok Kelapa</i> tarik (%)
BBK GS	: <i>Beton Batok Kelapa</i> geser (%)

ABSTRAK

Batok Kelapa merupakan limbah sisa dari pengolahan buah kelapa, yang saat ini ketersediaannya sangat melimpah di Indonesia. Untuk mengatasi hal tersebut, perlu melakukan penelitian ini dengan memanfaatkan batok kelapa sebagai bahan pengganti sebagian agregat kasar dalam pembuatan beton. Selain itu, jika pemanfaatan batok kelapa dapat dibuktikan secara teknis sebagai bahan/agregat untuk campuran, maka diharapkan juga dapat mengurangi dampak pencemaran lingkungan dan mempunyai nilai tambah secara ekonomi bagi masyarakat. Penelitian ini bertujuan untuk melihat karakteristik beton dengan tambahan batok kelapa sebagai bahan tambah agregat kasar belalui uji kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat geser beton.

Dalam penelitian ini, batok kelapa dipukul menjadi kecil dengan ukuran lolos saringan 25mm x 25mm, proporsi pengganti agregat kasar dengan *batok kelapa* adalah sebesar 0%, 2,5%, 5%, 10%, dan 20%, benda uji dengan cetakan berbentuk silinder ukuran diameter 150mm x 300mm untuk dipengujian kuat tekan dan kuat tarik belah dan berbentuk double-L ukuran 200mm x 75mm x 300mm untuk dipengujian kuat geser.

Dari hasil penelitian, nilai *slump* menunjukkan bahwa campuran masih dapat dikerjakan dengan baik sampai proporsi *Batok Kelapa* 10%, kuat tekan beton tertinggi pada beton proporsi 2,5% dengan nilai sebesar 25,274 MPa, untuk kuat tarik belah beton tertinggi pada proporsi 0% dengan nilai sebesar 4,132 MPa, sedangkan hasil pengujian kuat geser beton tertinggi pada proporsi 5% dengan nilai sebesar 19,506 MPa.

KEYWORDS: Beton Normal, *Batok Kelapa*, Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah, Kuat Geser.

ABSTRACT

Coconut shell is the residual waste from the processing of coconut fruit as a substitute for a part of the rough aggregate in the manufacture of concrete, in order to reduce environmental pollution and have addition economic value for the community. The aims of this study is to see concrete characteristics with additional coconut shells as a crude augmented aggregate material through substantial press tests, significant drag, and strong concrete shear.

In this study, the coconut shells were hit small with the filter's size passes 25mm x 25mm, the proportion of the gross aggregate substitute with the coconut shell is 0%, 2.5%, 5%, 10%, and 20%, the test object with a cylinder-shaped mold diameter of 150mm x 300mm for a robust press and robust drag-and-shaped double-L size of 200mm x 75mm x 300mm for a strong-tested shear.

From the results of the study, the value of slump indicates that the mixture can still be done well until the proportion of coconut shells 10%, durable concrete press the highest in the specific portion of 2.5% with a value of 25.274 MPa, for the most upper concrete pull in the proportion of 0% with a value of 4.132 19.506 MPa.

KEYWORDS: Concrete Normal, Coconut Shell, Durable Press, Substantial Drag, Robust Sliding.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan infrastruktur dan kebutuhan akan tempat tinggal memacu inovasi dalam bidang rekayasa struktur, khususnya bidang teknologi bahan konstruksi. Inovasi-inovasi yang dilakukan di antaranya bertujuan untuk menghasilkan material struktur yang memiliki 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.

Hal lain yang mendasari pemilihan dan penggunaan beton sebagai bahan konstruksi adalah faktor efektifitas dan tingkat efisiensinya. Secara umum bahan pengisi (*filler*) beton terbuat dari bahan-bahan yang mudah diperoleh, mudah diolah (*workability*), dan mempunyai keawetan (*durability*) serta kekuatan (*strength*) yang sangat diperlukan dalam pembangunan suatu konstruksi.

Beton yang bermutu baik mempunyai beberapa kelebihan diantaranya mempunyai kuat tekan yang tinggi, tahan terhadap pengkaratan atau pembusukan oleh kondisi lingkungan, dan tahan terhadap cuaca (panas, dingin, sinar matahari, hujan). Beton juga mempunyai beberapa kelemahan, yaitu lemah terhadap kuat tarik, mengembang dan menyusut bila terjadi perubahan suhu, sulit kedap air secara sempurna, dan bersifat getas (Tjokrodimuljo, 1996).

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 batok kelapa sebagai penambahan agregat kasar dalam pembuatan beton. Selain itu, jika pemanfaatan batok kelapa dapat dibuktikan secara teknis sebagai bahan/agregat untuk campuran, maka diharapkan juga dapat mengurangi dampak pencemaran lingkungan dan mempunyai nilai tambah secara ekonomi bagi masyarakat.

Menurut Danusaputro (1978), jika limbah dibuang terus menerus tanpa adanya pengolahan yang maksimum dapat menimbulkan gangguan keseimbangan, dengan demikian menyebabkan lingkungan tidak berfungsi seperti semula dalam arti kesehatan, kesejahteraan dan keselamatan hayati. Dengan pemanfaatan limbah berarti memberikan nilai tambah pada limbah yang semula kurang berarti, menjadi bahan yang mempunyai nilai tambah. Tidak selamanya limbah terbuang percuma, tetapi tidak sembarang limbah bisa dijadikan bahan untuk konstruksi. Limbah tidak mengandung bahan berbahaya yang bisa mengganggu kesehatan, dan unsur-unsur yang dikandungnya tidak menimbulkan reaksi yang bertentangan dengan semen sebagai bahan perekat.

Dengan penggunaan material batok kelapa sebagai bahan tambahan agregat kasar dalam campuran beton, diharapkan dapat memperbaiki sifat-sifat mekanik beton, yang terdiri dari kuat tekan beton, kuat tarik belah beton, dan kuat geser beton. Maka berdasarkan ulasan diatas, melatar belakangi penulis untuk melakukan penelitian yang berjudul “PENGARUH PENGGUNAAN *BATOK KELAPA* SEBAGAI BAHAN PENGGANTI SEBAGIAN AGREGAT KASAR TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui bagaimana pengaruh penambahan *batok kelapa* sebagai bahan pengganti sebagian agregat kasar pada beton normal terhadap sifat fisik beton segar (slump)

2. Bagaimanakah pengaruh penambahan *batok kelapa* sebagai bahan tambah beton normal terhadap sifat mekanik yang ditinjau dari kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat geser ?
3. Berapakah proporsi yang memenuhi syarat sebagai beton normal dalam penggunaan *batok kelapa* sebagai bahan pengganti sebagian agregat kasar beton normal.?

1.3 Tujuan Studi

Pada penelitian ini penambahan *batok kelapa* pada campuran beton bertujuan untuk:

1. Untuk mengetahui bagaimana pengaruh penambahan *batok kelapa* sebagai bahan tambah beton normal terhadap sifat fisik beton segar (slump).
2. Untuk mengetahui bagaimana pengaruh *batok kelapa* sebagai bahan pengganti sebagian agregat kasar pada beton normal terhadap sifat mekanik yang ditinjau dari kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat geser.
3. Untuk mengetahui proporsi *batok kelapa* yang memenuhi syarat sebagai beton normal dalam penggunaan *batok kelapa* sebagai bahan pengganti sebagian agregat kasar beton normal.

1.4 Batasan Masalah

Pada penelitian ini ada batasan-batasan permasalahan agar tidak menyimpang dari rumusan masalah di atas untuk membatasi ruang lingkup penelitian. Batasan-batasan tersebut adalah:

1. Perencanaan campuran beton berdasarkan SNI 7656-2012 (Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal).
2. Kuat tekan beton rencana ($f'c$) 20 Mpa
3. Benda uji yang digunakan yaitu:
 - a. Berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Jumlah benda uji sebanyak 30 sampel, yang terdiri dari 3 sampel untuk tiap persentase.

- b. Berbentuk *double-L* dengan panjang 20 cm, lebar 7,5 cm, dan tinggi 30 cm. Jumlah benda sebanyak 15 sampel, yang terdiri dari 3 sampel untuk tiap persentase.
4. Pengujian yang dilakukan adalah uji kuat tarik belah beton, uji kuat tekan beton, dan uji kuat geser beton. Untuk pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah beton dilakukan pada umur 28 hari. Sedangkan untuk pengujian kuat geser beton dilakukan pada umur 28 hari.
5. Bahan campuran yang digunakan:
 - a. Semen yang digunakan adalah semen PCC (*Portland Cement Composit*) merk Tiga Roda
 - b. Air yang digunakan adalah air yang berasal dari Laboratorium Struktur dan Bahan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.
 - c. Agregat kasar berupa batu pecah dengan butir maksimum 19 mm.
 - d. Agregat halus berupa pasir alam yang berasal dari desa Sedau Lombok Barat.
 - e. Batok kelapa yang digunakan dipecah dengan ukuran 25 mm x 25 mm.
6. Batok kelapa yang digunakan dibersihkan dari lumpur dan di jemur hingga kering. Persentase batok kelapa yang digunakan adalah 0% (sebagai acuan), 2,5%, 5%, 10%, dan 20% dari berat agregat kasar (batu pecah $\frac{1}{2}$) dalam campuran beton.
7. Pelaksanaan penelitian dilaksanakan di Laboatorium Struktur dan Bahan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.

1.5 Manfaat Studi

Dengan adanya penelitian mengenai pengaruh penggunaan batok kelapa sebagai pengganti sebagian semen terhadap sifat mekanik beton diharapkan bermanfaat bagi:

1. Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat mengurangi limbah batok kelapa.

2. Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan khususnya dalam bidang teknologi beton dengan bahan tambahan batok kelapa.



BAB II

DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Beton banyak digunakan secara luas sebagai bahan bangunan. Bahan tersebut diperoleh dengan cara mencampurkan semen *portland*, air, dan agregat (dan kadang-kadang bahan tambah yang sangat bervariasi mulai bahan kimia tambahan, serat, sampai bahan buangan non-kimia) pada perbandingan tertentu. Beton adalah campuran antara semen *portland*, agregat, air, dan terkadang ditambahi dengan menggunakan bahan tambah yang bervariasi mulai dari bahan tambah kimia, serta non kimia dengan bahan bangunan non-kimia pada perbandingan tertentu (Tjokrodimuljo, 2007).

Bahan tambah ialah bahan selain unsur pokok beton (air, semen, dan agregat), yang ditambahkan pada adukan beton, sebelum, segera atau selama pengadukan beton. Tujuannya ialah mengubah satu atau lebih sifat-sifat beton sewaktu masih dalam keadaan segar atau setelah mengeras, misalnya mempercepat pengerasan, menambah encer adukan, menambah kuat tekan, menambah daktilitas, mengurangi sifat getas, mengurangi retak-retak pengerasan dan sebagainya (Tjokrodimuljo, 2007).

Admixture atau bahan tambah didefinisikan dalam standard *Definitions of Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates* (ASTM C.125-1995:61) dan dalam *Cement and Concrete Terminology* (ACI SP-19) sebagai material selain air, agregat dan semen hidrolik yang dicampurkan dalam beton atau mortar yang ditambahkan sebelum atau selama pengadukan berlangsung. Bahan tambah digunakan untuk modifikasi sifat dan karakteristik dari beton misalnya untuk dapat dengan mudah dikerjakan, penghematan, atau untuk tujuan lain seperti penghematan energi.

Bahan campuran tambahan (*admixture*) adalah bahan yang bukan air, agregat maupun semen yang ditambahkan kedalam campuran sesaat atau selama

pencampuran. Fungsi dari bahan ini adalah untuk mengubah sifat-sifat beton agar menjadi cocok untuk pekerjaan tertentu, ekonomis atau untuk tujuan lain seperti menghemat energi (Nawy, 1990).

2.1.1 Beton Normal

Dalam Teknologi Beton, Tjokrodinuljo (2007), beton pada dasarnya adalah campuran yang terdiri dari agregat kasar dan agregat halus yang dicampur dengan air dan semen sebagai pengikat dan pengisi antara agregat kasar dan agregat halus serta kadang-kadang ditambahkan *additive*.

Menurut Wuryati(2001), dalam bidang bangunan yang dimaksud dengan beton adalah campuran dari agregat halus dan agregat kasar (pasir, kerikil, batu pecah atau jenis agregat lain) dengan semen yang dipersatukan oleh air dalam perbandingan tertentu.

Beton normal adalah beton yang mempunyai berat isi 2200 kg/m³ sampai dengan 2500 kg/m³ dan dibuat dengan menggunakan campuran antara semen portland atau semen hidrolis yang lain, agregat halus, agregat kasar, dan air dengan atau tanpa bahan tambahan, membentuk masaa yang padat, kuat, dan stabil (SNI 7656-2012).

Menurut Mulyono (2004), mengungkapkan bahwa beton merupakan fungsi dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolik, agregat kasar, agregat halus, air, dan bahan tambah.

2.1.2 Penelitian Terdahulu

Tempurung kelapa merupakan bagian buah kelapa yang fungsinya secara biologis adalah sebagai pelindung inti buah dan terletak dibagian sebelah dalam sabut dengan ketebalan berkisar antara 3-6 mm. Tempurung kelapa dikatagorikan sebgai kayu keras tetapi mempunyai kadar air sekitar 6-9 % (dihitung berdasarkan berat kering) dan terutama tersusun dari lignin, selulosa dan hemiselulosa (Tilman, 1981).

Nawati, dkk (2019), Variasi tempurung kelapa yang digunakan dalam campuran beton normal adalah 0%, 2,5%, 5%, 7,5%, dan 10% terhadap berat

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 ukuran 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.

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

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 penggantinya 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.

Akbar, dkk (2013), Dalam penelitian ini, tempurung kelapa dipecah menjadi serpihan berukuran maksimal 15mm x 15mm dan digunakan sebagai penambah agregat kasar yang dicampur dengan agregat halus, air dan semen PCC. Jumlah semen yang digunakan adalah 325 kg/m³ dengan faktor air semen (fas) 0,55 dan berat beton yang diambil 2300 kg/m³. Persentase variasi tempurung kelapa yang diterapkan dalam penelitian ini adalah 0%, 5%, 7%, 9%, 11%, 13% dan 15%. Perbandingan campuran pasir dan kerikil yang digunakan adalah 40% : 60% yang dicetak berbentuk kubus yang berukuran 150 x 150 x 150 mm. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa karakteristik beton K-100 dengan penambahan tempurung kelapa dan mendapatkan variasi campuran yang efisien melalui uji kuat tekan pada umur 7 hari. Dari hasil penelitian yang telah dilaksanakan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut Karakteristik beton campuran tempurung kelapa berdasarkan hasil kuat tekan beton K-100 pada umur 7 hari perawatan

dapat meningkat dengan penambahan 5% tempurung kelapa yaitu sebesar 16,5 Ton atau 73,33 Kg/Cm² dengan proyeksi kekuatan pada umur 28 hari sebesar 112,82 Kg/Cm². Berdasarkan nilai Slump, dengan variasi campuran 0% tempurung kelapa didapat nilai slump 5,0 cm, variasi campuran 5% nilai slumpnya sebesar 4,4 cm, variasi campuran 7% nilai slumpnya sebesar 3,9 cm, variasi campuran 9% nilai slumpnya sebesar 3,2 cm, variasi campuran 11% nilai slumpnya sebesar 2,7 cm, variasi campuran 13% nilai slumpnya sebesar 2,1 cm dan variasi campuran 15% nilai slumpnya sebesar 1,3 cm. semakin banyak persentase penambahan tempurung kelapa terhadap campuran beton maka nilai Slump yang didapat semakin kecil sehingga tingkat workabilitynya tergolong rendah. Variasi campuran yang efisien dengan penambahan tempurung kelapa sebanyak 5 % yaitu sebesar 16,5 Ton atau 73,33 Kg/cm² dengan proyeksi kekuatan pada umur 28 hari sebesar 112,82 Kg/Cm²

2.1.3 Perbandingan Penelitian

Adapun perbandingan antara penelitian terdahulu dengan penelitian yang akan dilakukan dapat dilihat pada **Tabel 2.1**.

Tabel 2.1 Perbandingan Antara Penelitian Terdahulu dan Penelitian yang Akan Dilakukan

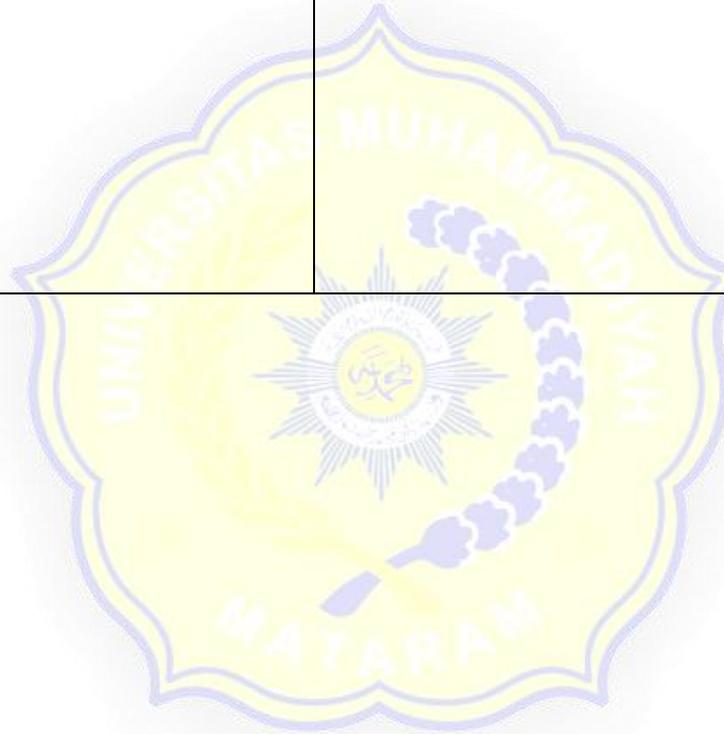
Penelitian Sebelumnya			
Peneliti	Akbar, dkk (2013)	Pau, dkk (2018)	Nawati, dkk (2019)
Judul Penelitian	Penggunaan tempurung kelapa terhadap kuat tekan beton k-100	Kompresif karakteristik beton dengan sekam padi dan tempurung kelapa sebagai pengganti agregat halus dan agregat kasar	Pengaruh tempurung kelapa sebagai bahan tambah terhadap agregat kasar dalam campuran beton normal
Tujuan	menganalisa karakteristik beton K-100 dengan penambahan tempurung kelapa dan uji kuat tekan pada umur 7 hari.	Untuk meningkatkan kuat tekan beton	pengaruh tempurung kelapa terhadap nilai kuat tekan dan kuat tarik belah dalam campuran beton normal
Parameter yang diuji	Kuat tekan beton.	Kuat tekan beton.	Kuat tekan dan tarik belah beton

(Lanjutan) **Tabel 2.1** Perbandingan Antara Penelitian Terdahulu dan Penelitian yang Akan Dilakukan

Peneliti	Akbar, dkk (2013)	Pau, dkk (2018)	Nawati, dkk (2019)
Varian Penelitian	variasi tempurung kelapa yang diterapkan dalam penelitian ini adalah 0%, 5%, 7%, 9%, 11%, 13% dan 15%.	variasi komposisi sekam padi dan tempurung kelapa 10 %, 20 %, 30 %, 50 %.	Variasi tempurung kelapa yang digunakan dalam campuran beton normal adalah 0%, 2,5%, 5%, 7,5%, dan 10% terhadap berat agregat kasar (batu pecah ½)
Metode Penelitian	Perhitungan (<i>Mix Design</i>) menggunakan SNI 03-2834-2000 (Tata Cara Pembuatan Rencana Beton Normal) dengan umur rencana 7, 14 dan 28 hari, setelah itu dilakukan pengujian uji tarik	Perhitungan (<i>Mix Design</i>) menggunakan <i>American Concrete Institute (ACI)</i> , dengan umur rencana 7 dan 28 hari, setelah itu melakukan pengujian uji kuat tekan beton. Kemudian analisis data dan	Perencanaan campuran (mix design) pada penelitian ini mengacu pada SNI 03-2834-2000 untuk beton normal karena tempurung kelapa hanya sebagai bahan tambah terhadap agregat kasar.

(Lanjutan) **Tabel 2.1** Perbandingan Antara Penelitian Terdahulu dan Penelitian yang Akan Dilakukan

	belah beton. Kemudian analisis data dan kesimpulan.	kesimpulan.	Pengujian kuat tekan beton dengan benda uji berbentuk kubus dan kuat tarik belah dengan benda uji berbentuk silinder pada umur 7, 14, 28 dan 56 hari. Pengujian kuat tekan beton sesuai dengan SNI 03-1974-1990 dan pengujian kuat tarik belah berdasarkan SNI 03-2491-2002.
--	---	-------------	--



(Lanjutan) **Tabel 2.1** Perbandingan Antara Penelitian Terdahulu dan Penelitian yang Akan Dilakukan

Peneliti	Akbar, dkk (2013)	Pau, dkk (2018)	Nawati (2019)
Hasil Penelitian	Karakteristik beton campuran tempurung kelapa berdasarkan hasil kuat tekan beton K-100 pada umur 7 hari perawatan dapat meningkat dengan penambahan 5% tempurung kelapa yaitu sebesar 16,5 Ton atau 73,33 Kg/Cm ² dengan proyeksi kekuatan pada umur 28 hari sebesar 112,82 Kg/Cm ² . Variasi campuran yang efisien dengan penambahan tempurung kelapa	Penurunan kuat tekan beton terkecil terdapat pada campuran beton dengan penambahan tempurung kelapa 10 % dengan kuat tekan beton yang dihasilkan sebesar 117,37 kg/cm ² pada sedangkan untuk penurunan kuat tekan beton terbesar terdapat pada campuran BTS50% dengan kuat tekan beton yang dihasilkan adalah 21,65 kg/cm ² .	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

(Lanjutan) **Tabel 2.1** Perbandingan Antara Penelitian Terdahulu dan Penelitian yang Akan Dilakukan

	<p>sebanyak 5 % yaitu sebesar 16,5 Ton atau 73,33 Kg/cm² dengan proyeksi kekuatan pada umur 28 hari sebesar 112,82 Kg/Cm²</p>		<p>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.</p>
--	---	--	--

2.1.4 Sifat Mekanik Beton

2.1.4.1 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi tingkat kekuatan struktur yang dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan. Kuat tekan merupakan salah satu kinerja utama beton. Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Walaupun dalam beton terdapat tegangan tarik yang kecil, diasumsikan bahwa semua tegangan tekan didukung oleh beton tersebut. Penentuan kekuatan tekan beton dapat dilakukan dengan menggunakan alat uji tekan dan benda uji berbentuk silinder dengan prosedur uji ASTM C-39 atau kubus dengan prosedur BS-1881 hal 116 pada umur 28 hari.

Kemampuan beton untuk menerima gaya tekan per satuan luas dan dinyatakan dengan Mpa. Kuat tekan beton (f'_c) dilakukan dengan melakukan uji silinder beton dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Pada umur 28 hari dengan tingkat pembebanan tertentu. Selama periode 28 hari silinder beton ini biasanya ditempatkan dalam sebuah ruangan dengan temperatur tetap dan kelembapan 100%.

Menurut (Departemen Pekerjaan Umum, 1990/ SNI 03-1974-1990) yang dimaksudkan dengan kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin uji tekan.

2.1.4.2 Kuat Tarik Belah Beton

Kuat tarik beton bervariasi antara 9% sampai 15% dari kuat tekannya. Alasan utama dari kuat tarik yang kecil ini adalah kenyataan bahwa beton dipenuhi oleh retak-retak halus. Retak-retak ini tidak berpengaruh besar bila beton menerima beban tekan karena beban tekan menyebabkan retak menutup sehingga memungkinkan terjadinya penyaluran tekanan. Jelas ini tidak terjadi bila balok menerima beban tarik. Meskipun biasanya diabaikan dalam perhitungan desain, kuat tarik tetap merupakan sifat penting yang mempengaruhi ukuran beton dan seberapa besar retak yang terjadi. Selain itu, kuat tarik dari batang beton diketahui

selalu akan mengurangi jumlah lendutan. Karena kuat tarik beton tidak besar, hanya sedikit usaha yang dilakukan untuk menghitung modulus elastisitas tarik dari beton.

Sifat kuat tarik dipengaruhi oleh mutu betonnya. Setiap usaha perbaikan mutu beton untuk kekuatan tekan hanya disertai oleh peningkatan yang kecil dari kuat tariknya. Dalam SI ditentukan hubungan kuat tarik dengan kuat tekannya (f^c) adalah $0,5 \sqrt{f^c} - 0,6 \sqrt{f^c}$. Menurut perkiraan kasar, nilai kuat tarik berkisar antara 9 % - 15 % dari kuat tekannya. Nilai pastinya sulit diukur (Mulyono,2004).

2.1.5 Batok Kelapa

Batok kelapa merupakan limbah (sisa pengolahan) dari rumah tangga atau industri yang menggunakan kelapa sebagai bahan utama. Merupakan suatu tantangan untuk memanfaatkan batok kelapa secara optimal, apabila batok kelapa dapat dibuktikan secara teknis sebagai bahan/agregat untuk campuran beton, maka diharapkan dapat mengurangi dampak pencemaran lingkungan dan mempunyai nilai tambah secara ekonomi bagi masyarakat.

Batok kelapa merupakan bagian dari buah kelapa yang masih belum banyak dimanfaatkan dibandingkan dengan bagian buah kelapa lainnya, meskipun sebagian kecilnya sudah diolah menjadi tepung kelapa dan arang. Berat dan tebal tempurung kelapa ditentukan oleh jenis tanaman kelapa. Berat tempurung sekitar 15-19% bobot total buah kelapa dengan ketebalan 3-5 mm. Tempurung kelapa termasuk golongan kayu keras, secara kimiawi memiliki komposisi kimiawi yang hampir mirip dengan kayu yaitu tersusun dari lignin 36,51%, selulosa 33,61%, semiselulosa 29,27%.

Banyak penelitian yang telah dilakukan untuk meninjau pengaruh bahan tambah terhadap peningkatan mutu beton. Nawati, Tuminang, Rafian Tistro (2019) melakukan penelitian dengan menambahkan tempurung kelapa dalam campuran beton.

Nawati, dkk (2019), Variasi tempurung kelapa yang digunakan dalam campuran beton normal adalah 0%, 2,5%, 5%, 7,5%, dan 10% terhadap berat 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 ukuran 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.

Penelitian Akbar, dkk (2013) bertujuan untuk menganalisa karakteristik beton K-100 dengan penambahan tempurung kelapa dan mendapatkan variasi campuran yang efisien melalui uji kuat tekan pada umur 7 hari. Tempurung kelapa dipecah menjadi serpihan berukuran 15 mm x 15 mm dan digunakan sebagai penambah agregat kasar yang dicampur dengan agregat halus, air dan semen PCC. Persentase variasi tempurung kelapa yang digunakan 0%, 5%, 7%, 9%, 11%, 13% dan 15%. Perbandingan campuran pasir dan kerikil yang digunakan 40% : 60% dengan benda uji kubus ukuran 150 x 150 x 150 mm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kuat tekan beton tertinggi pada campuran tempurung kelapa 5% yaitu sebesar 16,5 ton atau 73,33 kg/cm² sedangkan kuat tekan beton terendah terdapat pada beton yang menggunakan campuran 15% yaitu 4,5 ton atau 20 kg/cm².

Penelitian untuk mengetahui karakteristik beton ringan tempurung kelapa yang meliputi berat isi, kuat tekan, modulus elastisitas, kuat tarik belah, kuat lentur dan kuat lekat tulangan dilakukan oleh Suarnita (2010). Fraksi volume agregat ringan tempurung kelapa yang digunakan adalah 0,35, faktor air semen

(fas) sebesar 0,5 serta pengujian pada umur 28 hari, diperoleh nilai rata-rata karakteristik beton ringan tempurung kelapa meliputi nilai berat isi rata-rata yaitu 1.701 kg/m³ nilai kuat tekan rata-rata yaitu 14.054 MPa, nilai modulus elastisitas (E_c) yang diperoleh dari kemiringan garis pada kurva elastis (0.5 f_c) yaitu 4595.590 MPa, nilai kuat tarik belah rata-rata yaitu 1.713 MPa, kuat lentur rata-rata yaitu 2.329 MPa, dan kuat lekat tulangan rata-rata dengan menggunakan tulangan ulir Ø 8.8 mm yaitu 10.308 MPa.

Penggunaan tempurung kelapa sebagai pengganti agregat kasar dengan persentase sebesar 0%, 8%, 25%, 50%, 75%, dan 100% dengan kuat rencana 17 MPa, menunjukkan penurunan kuat tekan. Kuat tekan beton normal (0%) sesuai dengan kuat tekan rencana sebesar 17 MPa, proporsi 8% kuat tekan 15,776 MPa, proporsi 25% kuat tekan 7,32 MPa, proporsi 50% kuat tekan 2,801 MPa, proporsi 75% kuat tekan 0,442 MPa, dan proporsi 100% kuat tekan 0,059 MPa (Juanita dan Anjarwati, 2014).

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Deskripsi Beton

Menurut SNI 2847:2013, beton adalah campuran semen portland atau semen hidrolis lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan (*admixture*). Seiring dengan penambahan umur, beton akan semakin mengeras dan akan mencapai kekuatan rencana (f_c) pada usia 28 hari. Beton memiliki daya kuat tekan yang baik oleh karena itu beton banyak dipakai atau dipergunakan untuk pemilihan jenis struktur terutama struktur bangunan, jembatan dan jalan.

Beton adalah suatu material yang terdiri dari campuran semen, air, agregat (kasar dan halus) dan dengan atau bahan tambah (*admixture*) apabila diperlukan. Semen dan air membentuk pasta semen yang berfungsi sebagai bahan pengikat, agregat kasar dan halus berfungsi sebagai bahan pengisi dan penguat. Variasi ukuran agregat dalam suatu campuran harus mempunyai gradasi yang baik sesuai dengan standar analisa saringan dari ASTM (America Society of Testing

Materials). Bahan – bahan dipilih yang sesuai dengan kebutuhan yang direncanakan. Pemilihan bahan ini sendiri akan mempengaruhi konstruksi dari segi kemudahan pengerjaan (*workability*), karena dari segi kemudahan pengerjaan ini sendiri terdapat banyak variasi yang memenuhi yaitu dari segi kualitas, harga dan mutu beton itu sendiri.

Beton terdiri dari $\pm 15\%$ semen, $\pm 8\%$ air, $\pm 3\%$ udara, selebihnya pasir dan kerikil. Campuran tersebut setelah mengeras mempunyai sifat yang berbeda-beda, tergantung pada cara pembuatannya. Perbandingan campuran, cara pencampuran, cara mengangkut, cara mencetak, cara memadatkan, dan sebagainya akan mempengaruhi sifat-sifat beton. (Wuryati, 2001).

Beton merupakan fungsi dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolis (*Portland cement*), agregat kasar, agregat halus, air, dan bahan tambah (*admixture atau additive*). Nawy (1985:8) mendefinisikan beton sebagai sekumpulan interaksi mekanis dan kimiawi dari material pembentuknya.

2.2.2 Keunggulan dan Kelemahan Beton

Menurut (Tjokrodinuljo, 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 jua 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.

2.2.3 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.

Tabel 2.2 Beton menurut kuat tekannya (Tjokrodimuljo, 2007)

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

2. Berat jenis

Tabel 2.3 Berat jenis beton yang digunakan untuk kontruksi bangunan (Tjokrodimuljo, 2007).

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

3. Modulus Elastisitas Beton

Modulus elastisitas beton tergantung pada modulus elastisitas agregat dan pastinya. Persamaan modulus elastisitas beton dapat diambil sebagai berikut (Tjokrodimuljo, 2007: 77):

$$E_c = (W_c)^{1,5} \times 0,043 \times \sqrt{f'_c} ; \text{ untuk } W_c = 1,5-2,5 \dots \dots \dots (2.1)$$

$$E_c = 4700 \times \sqrt{f'_c} ; \text{ untuk beton normal} \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana:

W_c = berat beton (kg/m^3)

f'_c = kuat tekan beton (Mpa)

E_c = modulus elastisitas beton (Mpa)

4. 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).

5. 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. besar pastinya semakin besar penyusutan beton. Sedangkan pasta semakin besar faktor air semennya maka semakin besar susutannya.

2.2.4 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 normal adalah beton yang menggunakan agregat normal,
2. 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,
3. Beton pracetak adalah beton yang elemen betonnya tanpa atau dengan tulangan yang dicetak di tempat yang berbeda dari posisi akhir elemen dalam struktur,
4. Beton pratekan adalah beton dimana telah diberikan tegangan dalam bentuk mengurangi tegangan tarik potensial dalam beton akibat pemberian beban yang bekerja,
5. Beton ringan adalah beton yang memakai agregat ringan atau campuran antara agregat kasar ringan dan pasir alami sebagai pengganti agregat halus ringan dengan ketentuan tidak boleh melampaui berat isi maksimum beton 1850 kg/m^3 kering udara dan harus memenuhi ketentuan kuat tekan dan kuat tarik beton ringan untuk tujuan struktural.

2.2.5 Bahan Penyusun Beton

Bahan penyusun beton meliputi air, semen *portland*, agregat kasar dan halus serta bahan tambah, di mana setiap bahan penyusun mempunyai fungsi dan pengaruh yang berbeda-beda. Sifat yang penting pada beton adalah kuat tekan, bila kuat tekan tinggi maka sifat-sifat yang lain pada umumnya juga baik. Faktor-faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton terdiri dari kualitas bahan penyusun, nilai faktor air semen, gradasi agregat, ukuran maksimum agregat, cara pengerjaan (pencampuran, pengangkutan, pemadatan dan perawatan) serta umur beton

(Tjokrodimuljo, 1996). Berikut adalah bahan penyusun beton yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Semen *Portland*

Portland Cement (PC) atau semen adalah bahan yang bertindak sebagai bahan pengikat agregat, jika dicampur dengan air semen menjadi pasta. Dengan proses waktu dan panas, reaksi kimia akibat campuran air dan semen menghasilkan sifat perkerasan pasta semen. Penemu semen (*Portland Cement*) adalah Joseph Aspdin pada tahun 1824, seorang tukang batu kebangsaan Inggris. Dinamakan semen portland, karena awalnya semen dihasilkan mempunyai warna serupa dengan tanah liat alam di Pulau *Portland*.

Dalam campuran beton, semen bersama air sebagai kelompok aktif sedangkan pasir dan kerikil sebagai kelompok pasif adalah kelompok yang berfungsi sebagai pengsisis (Tjokrodimuljo, 2007).

Menurut (SNI 15-2049-2004), semen portland merupakan semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen portland terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan tambahan lain. Pemakaian semen portland yang disebabkan oleh kondisi tertentu yang dibutuhkan pada pelaksanaan konstruksi dilapangan, membuat para ahli menciptakan berbagai jenis semen *portland*, diantaranya sebagai berikut:

- a. Semen portland tipe I, semen portland yang dalam penggunaannya tidak memerlukan persyaratan khusus seperti jenis-jenis lainnya.
- b. Semen portland tipe II, semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidras dengan tingkat sedang.
- c. Semen portland tipe III, semen portland yang memerlukan kekuatan awal yang tinggi, kekuatan 28 hari umumnya dapat dicapai dalam 1 minggu.

- d. Semen portland tipe IV, semen portland yang penggunaannya diperlukan panas hidrasi yang rendah. Digunakan untuk pekerjaan-pekerjaan bangunan seperti bendungan.
- e. Semen portland tipe V, semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan yang tinggi terhadap sulfat. Digunakan untuk bangunan yang berhubungan dengan air laut.

Semen portland yang digunakan pada penelitian penulis adalah Semen Tiga Roda atau jenis semen tipe I, yaitu semen hidrolis yang dipergunakan secara luas untuk konstruksi umum. Dengan pertimbangan *merk* ini adalah termasuk salah satu *merk* semen terbaik di Indonesia.

➤ Penyimpanan Semen

Agar semen tetap memenuhi syarat meskipun disimpan dalam waktu lama, cara penyimpanan semen perlu diperhatikan (PB,1989:13). Semen harus terbebas dari bahan kotoran dari luar. Semen dalam kantong harus disimpan dalam gudang tertutup, terhindar dari basah dan lembab, dan tidak tercampur dengan bahan lain. Semen dari jenis yang berbeda harus dikelompokkan sedemikian rupa untuk mencegah kemungkinan tertukarnya jenis semen yang satu dengan yang lainnya. Urutan penyimpanan harus diatur sehingga semen yang lebih dahulu masuk gudang terpakai lebih dahulu.

2. Agregat

Agregat adalah material granular, misalnya pasir, kerikil, batu pecah, dan kerak tungku besi, yang dipakai bersama-sama dengan suatu media pengikat untuk membentuk suatu semen hidraulik atau adukan. Agregat diperoleh dari sumber daya alam yang telah mengalami pengecilan ukuran secara alamiah melalui proses pelapukan dan aberasi yang berlangsung lama. Atau agregat dapat juga diperoleh dengan memecah batuan induk yang lebih besar.

Mengingat bahwa agregat menempati 70-75% dari total volume beton maka kualitas agregat sangat berpengaruh terhadap kualitas beton.

Dengan agregat yang baik, beton dapat dikerjakan (*workable*), kuat, tahan lama (*durable*) dan ekonomis (Paul Nugara dan Antoni, 2007). Pengaruhnya bisa dilihat pada **Tabel 2.4**.

Tabel 2.4 Pengaruh sifat agregat pada sifat beton

Sifat Agregat	Pengaruh Pada	Sifat Beton
Bentuk, tekstur, gradasi	Beton cair	Keleccakan Pengikat dan Pengerusan
Sifat fisik, sifat kimia, mineral	Beton keras	Kekuatan, kekerasan, ketahanan (<i>durability</i>)

Sumber: Nugraha, P dan Antoni, 2007

Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton. Agregat ini kira-kira menempati sebanyak 70% dari volume mortar atau beton. Pemilihan agregat merupakan bagian yang sangat penting karena karakteristik agregat akan sangat mempengaruhi sifat-sifat mortar atau beton (Tjokrodimuljo, 1996). Agregat juga adalah suatu bahan yang berasal dari butir-butir batu pecah, kerikil, pasir atau mineral lain, baik yang berasal dari alam maupun buatan yang berbentuk mineral padat berupa ukuran besar maupun kecil atau fragmen-fragmen.

1) 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, batas yang tercantum dalam **Tabel 2.5.**

Tabel 2.5 Syarat Agregat Kasar Menurut B.S

Ukuran saringan (mm)	Persen Butir lewat Ayakan, Besar Butir Maks		
	40 mm	20 mm	12,5 mm
40	95 - 100	100	100
20	30 - 70	95 - 100	100
12,5	-	-	90 - 100
10	10 - 35	25 - 55	40 - 85
4,8	0 - 5	0 - 10	0 - 10

Sumber: Ir. Tri Mulyono, MT, 2003

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.

2) 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) seperti dalam **Tabel 2.6**.

Tabel 2.6 Batas gradasi agregat halus (*British Standard*)

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

Sumber: Ir. Tri Mulyono, MT, 2003

Keterangan: Daerah gradasi I : pasir kasar
 Daerah gradasi II : pasir agak kasar
 Daerah gradasi III : pasir halus
 Daerah IV : pasir agak 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.

3. Air

Air merupakan salah satu bahan yang paling penting dalam pembuatan beton karena dapat menentukan mutu dalam campuran. Tujuan utama dari penggunaan air adalah agar terjadi hidrasi, yaitu reaksi kimia

antara semen dan air yang menyebabkan campuran ini menjadi keras (Tjokrodinuljo, 2007). Air yang diperlukan hanya sekitar 25-30% dari berat semen.

Dalam beton air berfungsi sebagai bahan untuk bereaksi kimia dengan semen membentuk suatu pasta semen. Selain itu air digunakan sebagai bahan pelumas pada beton yang berhubungan dengan workability. Pemberian air yang berlebihan pada adukan beton juga akan mengurangi kekuatan beton itu sendiri (Yudianto, 2011).

2.2.6 Bahan Tambah

Bahan tambah yaitu bahan selain unsur pokok pada beton (air, semen dan agregat) yang ditambahkan pada adukan beton, baik sebelum, segera atau selama pengadukan beton dengan tujuan mengubah satu atau lebih sifat-sifat beton sewaktu masih dalam keadaan segar atau setelah mengeras. Fungsi-fungsi bahan tambah antara lain: mempercepat pengerasan, menambah kelecakan (*workability*) beton segar, menambah kuat tekan beton, meningkatkan daktilitas atau mengurangi sifat getas beton, mengurangi retak-retak pengerasan dan sebagainya. Bahan tambah diberikan dalam jumlah yang relatif sedikit dengan pengawasan yang ketat agar tidak berlebihan yang berakibat memperburuk sifat beton (Tjokodimuljo, 1996). Bahan tambah menurut maksud penggunaannya dibagi menjadi dua golongan yaitu *admixtures* dan *additives*.

Admixtures ialah semua bahan penyusun beton selain air, semen hidrolis dan agregat yang ditambahkan sebelum, segera atau selama proses pencampuran adukan di dalam batching, untuk merubah sifat beton baik dalam keadaan segar atau setelah mengeras. Definisi *additive* lebih mengarah pada semua bahan yang ditambahkan dan digiling bersamaan pada saat proses produksi semen (Taylor, 1997).

Dalam penelitian ini, penulis akan menggunakan bahan tambahan batok kelapa didapatkan dari pasar-pasar.

2.2.7 Pengujian Sifat Mekanik Beton

2.2.7.1 Pengujian Kuat Tekan Beton

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 silinder dengan tinggi 30 cm dan diameter 15 cm. Nilai kuat tekan beton dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

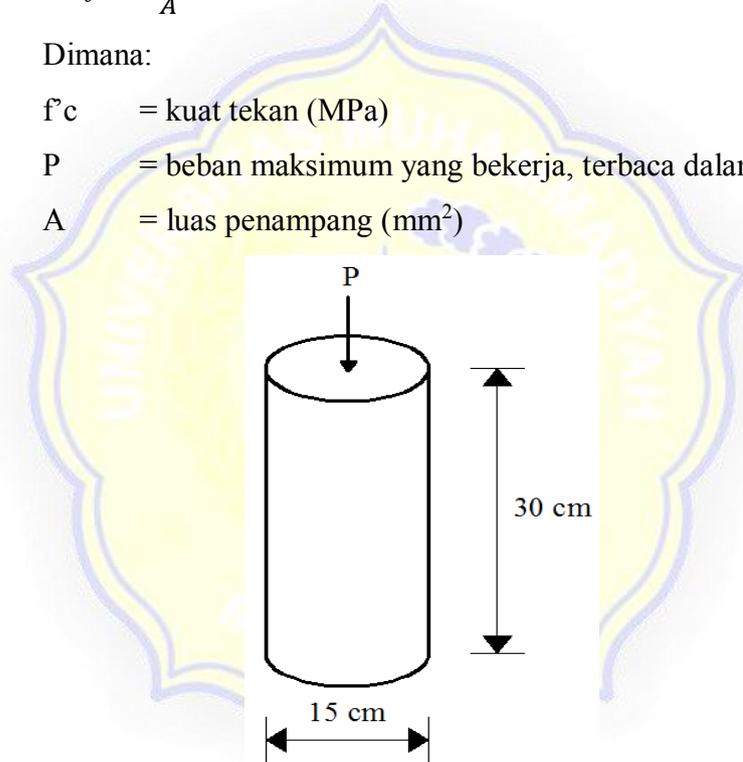
$$f'c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana:

$f'c$ = kuat tekan (MPa)

P = beban maksimum yang bekerja, terbaca dalam alat uji (N)

A = luas penampang (mm^2)



Gambar 2.1 Sketsa pengujian kuat tekan beton.

2.2.7.2 Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

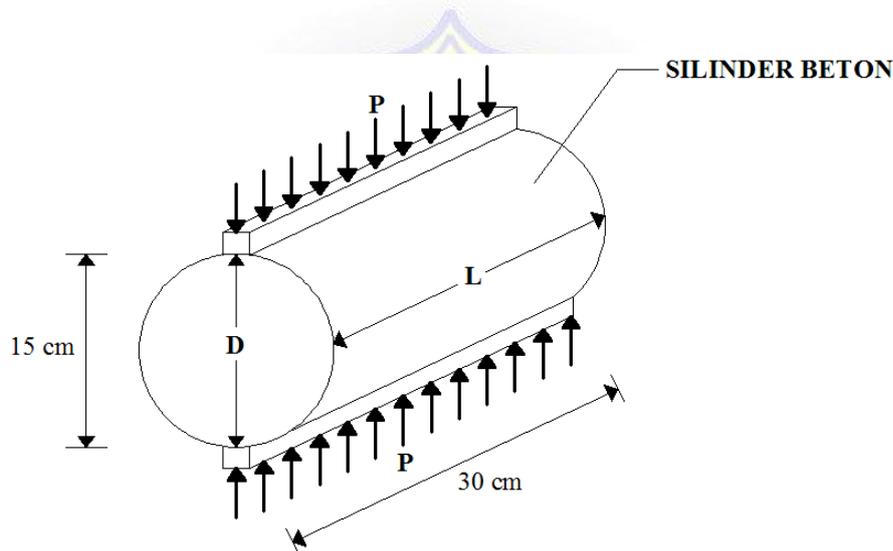
Kuat tarik benda uji silinder beton adalah nilai kuat tarik tidak langsung dari benda uji beton berbentuk silinder yang diperoleh dari hasil pembebanan benda uji tersebut yang diletakkan mendatar sejajar dengan permukaan meja penekan mesin uji tekan (SNI 03-2491-2002).

Berdasarkan SNI 03-2491-2002, maka untuk mendapatkan nilai kuat tarik masing-masing benda uji dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$F_{ct} = \frac{2P}{\pi DL} \dots \dots \dots (2.4)$$

Dimana :

- F_{ct} = kuat tarik belah (Mpa)
- P = beban uji maksimum yang bekerja, terbaca dalam alat uji (N)
- L = panjang benda uji silinder (mm)
- D = diameter benda uji silinder (mm)



Gambar 2.2 Sketsa pengujian kuat tarik belah beton

2.2.7.3 Pengujian Kuat Geser Beton

Salah satu sifat beton yang menegeras (*hard concrete*) adalah kuat geser beton. Bila gaya yang bekerja pada beton melebihi kekuatan geser maksimum yang dapat ditahan beton, maka akan timbul keretakan beton.

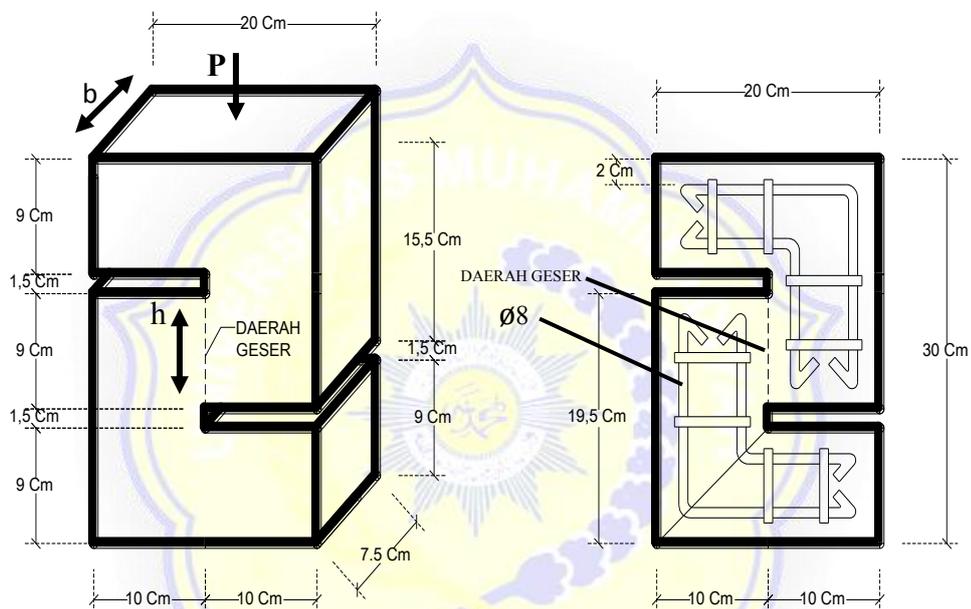
Tegangan geser dihasilkan oleh gaya friksi anatar satu partikel dengan partikel yang lain. Tegangan geser ini dinamakan tegangan geser akibat gaya geser langsung (*direct shear*).

Kuat geser sulit untuk ditentukan secara eksperimental dibanding kuat mekanis lainnya karena kesulitan mengisolasi geser dari kuat lain. Kuat geser dari

berbagai studi eksperimental menunjukkan variasi 20 hingga 85 persen dibandingkan dengan kuat tekan. (Nawy,1990).

Sampel yang digunakan untuk melakukan uji geser langsung belum memiliki standar secara umum, namun merujuk pada penelitian-penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya. Pada pengujian uji geser ini pernah dilakukan (Lukito, 2011), dan sampel yang pernah dilakukan dalam penelitian tersebut adalah sebagai berikut:

- Sampel geser penampang *Double-L*



Gambar 2.3 Sketsa benda uji *Double-L*

Sampel geser *Double-L* memiliki ukuran 30 Cm x 20 Cm x 7,5 Cm, Untuk memastikan keretakan terjadi pada daerah berukuran 9 Cm x 7,5 Cm, maka penampang diberi perkuatan dengan menggunakan tulangan.

Tulangan yang digunakan adalah tulangan polos SNI berdiamter 8 mm dengan fy 240 Mpa. Selimut beton yang digunakan 20 mm sehingga diharapkan agregat dapat terdistribusi merata.

Kuat geser dapat dihitung menggunakan rumu sebagai berikut:

$$F_{geser} = \frac{P}{bxh} \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana :

F_{geser} = kuat geser (Mpa)

P = beban uji maksimum yang bekerja, terbaca dalam alat uji (N)

b = lebar tampang lintang patah arah horizontal (mm)

h = lebar tampang lintang patah arah vertikal (mm)

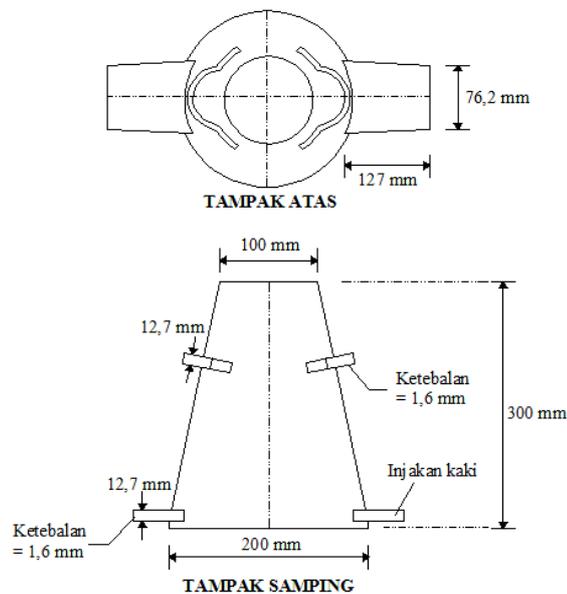
2.2.8 Pengujian *Workability* (*Slump*)

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*). Kelecekan (*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 2.4 Sketsa kerucut *abrams*

2.2.9 Perawatan Beton

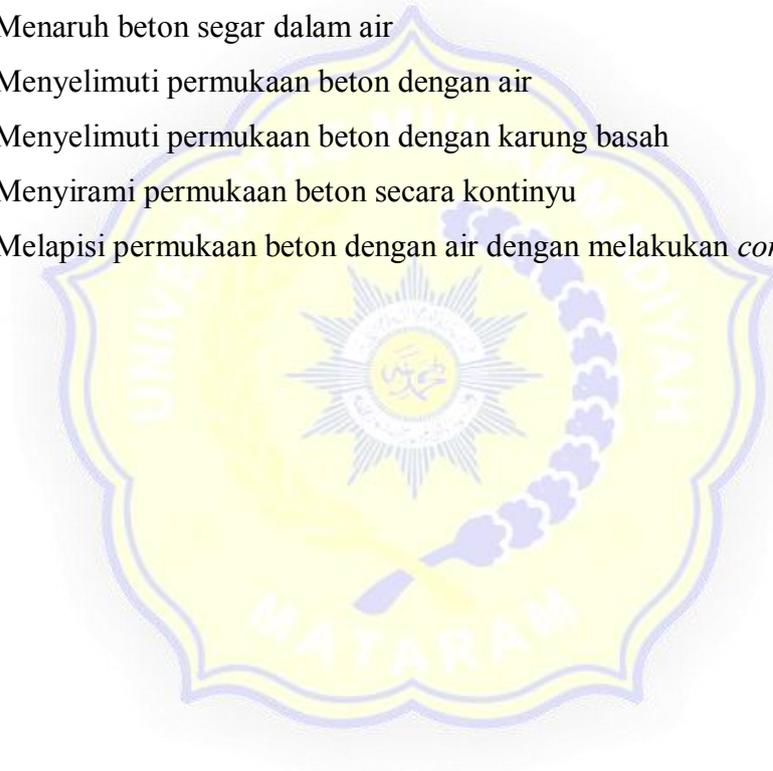
Perawatan beton ialah suatu tahap akhir pekerjaan pembetonan, yaitu menjaga agar permukaan beton segar selalu lembab, sejak dipadatkan sampai proses hidrasi cukup sempurna (kira-kira selama 28 hari). Kelembaban permukaan beton itu harus dijaga agar air didalam beton segar tidak keluar. Hal ini untuk 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 permukaan betonnya (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 air, ketahanan terhadap aus dan stabilitas dari dimensi struktur.

Perawatan tersebut dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu sebagai berikut (Mulyono, 2004):

1. Menaruh beton segar dalam ruangan yang lembab
2. Menaruh beton segar dalam genangan 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*



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian secara eksperimen di Laboratorium Struktur dan Bahan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram, sedangkan untuk pengujian material dilakukan di Untuk pengujian material dilakukan di Balai Pengujian Material Konstruksi Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Provinsi Nusa Tenggara Barat. Benda uji yang dijadikan acuan dalam penelitian ini adalah beton normal dengan kandungan batok kelapa 0% yang dirawat dan direndam selama 28 hari, dengan variasi batok kelapa 0%, 2,5%, 5%, 10%, dan 20% dari berat semen dalam campuran beton. Dalam perencanaan awal, mutu beton yang digunakan yaitu 20 Mpa. Benda uji berbentuk silinder beton dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, untuk sampel benda uji berbentuk silinder dirawat dengan perendaman sampai umur pengujian 28 hari. Sedangkan untuk benda uji berbentuk *Double-L* dengan ukuran 30 Cm x 20 Cm x 7,5 Cm, untuk sampel benda uji berbentuk *Double-L* dirawat dengan perendaman umur pengujian 28 hari.

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian secara eksperimen dilaksanakan di Laboratorium Struktur dan Bahan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram. Untuk pengujian material dilakukan di Balai Pengujian Material Konstruksi Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Provinsi Nusa Tenggara Barat. Sedangkan untuk pengujian kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat geser dilaksanakan di Laboratorium Struktur dan Bahan Fakultas Teknik Universitas Mataram.

3.2 Bahan dan Alat Penelitian

3.2.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

1. Semen

Semen berfungsi sebagai bahan pengikat pada adukan beton. Pada penelitian ini digunakan PCC (*Portland Cement Composit*) merk Tiga Rod, dengan merk tiga roda dengan satuan 50 kg/zak.

2. Air

Air yang digunakan berasal dari Laboratorium Struktur dan Bahan Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Nusa Tenggara Barat.

3. Agregat Halus (Pasir)

Pasir yang digunakan merupakan pasir yang berasal dari desa sedau (Lombok Barat), sebelum dilaksanakan pembuatan beton dilakukan analisa saringan kadar air, berat satuan agregat, berat jenis, dan penyerapan air.

4. Agregat Kasar (Batu Pecah)

Agregat kasar yang digunakan dengan ukuran butir maksimum 19 mm diambil dari batuan, sebelum dilaksanakan pembuatan beton dilakukan analisa saringan, kadar air, berat satuan agregat, berat jenis, dan penyerapan air.

5. Bahan Tambahan (*Batok Kelapa*)

Batok kelapa yang digunakan berasal dari sisa pengolahan buah kelapa yang ketersediaannya di Indonesia sangat melimpah. Batok kelapa yang digunakan dengan ukuran 25mm.

6. Belerang

Menurut SNI 6369-2008 belerang digunakan untuk bahan pembuat *capping*. Untuk kuat tekan beton kurang dari 35 Mpa maka *capping* harus dibiarkan mengeras selama 2 jam sebelum pengujian beton dan untuk kuat tekan beton lebih dari 35 Mpa maka *capping* dibiarkan mengeras 16 jam sebelum pengujian.

7. Oli

Dalam penelitian ini, oli digunakan sebagai bahan pendukung penelitian seperti belerang. Berdasarkan SNI 6369-2008 tentang pembuatan *capping* untuk benda uji selinder, oli digunakan sebagai

pelumas pelat capping agar benda uji mudah untuk dilepas. Selain itu oli juga digunakan sebagai pelumas cetakan beton.

3.2.2 Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

1. Oven
2. Timbangan
3. Piknometer
4. Satu set ayakan/saringan
5. Kompor Gas
6. Alat *Capping* Silinder Beton
7. Ceatakan Beton Silinder dengan ukuran (15 x 30 cm)
8. Kerucut *Abrams*
9. Plat *Capping* dan Alat Pelurusnya
10. Cetok
11. Penggaris
12. Kuas
13. Cawan
14. Sendok
15. CTM (*Compression Testing Machine*) dengan kapasitas 2000 KN
16. Ceatakan Beton *Double-L* (30 Cm x 20 Cm x 7,5 Cm)

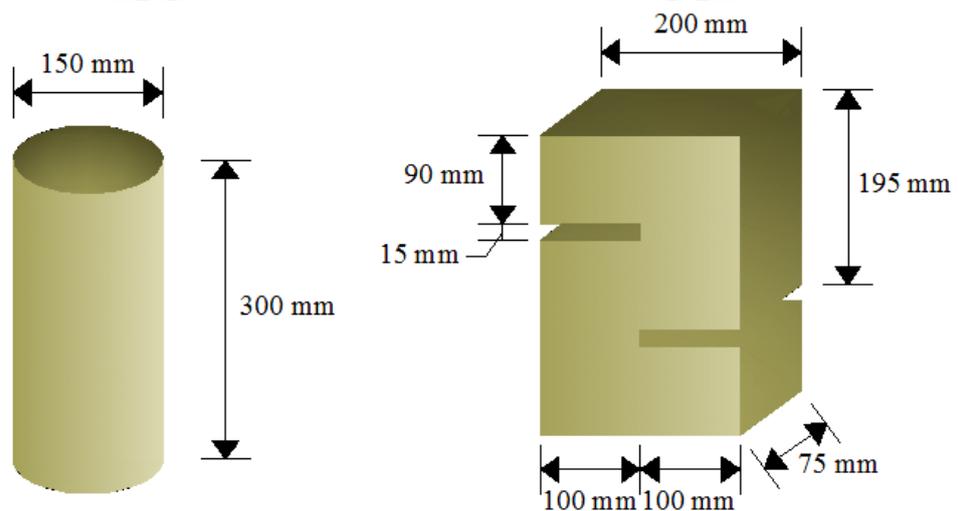
3.3 Kebutuhan Benda Uji

Dalam penelitian ini terdapat 5 (lima) macam benda uji dengan variasi campuran beton. Variasi tersebut dibedakan berdasarkan jumlah persentase Batok kelapa terhadap kebutuhan berat agregat kasar yang dimasukkan pada campuran beton. Variasi persentasi batok kelapa yang digunakan adalah 0% (sebagai acuan), 2,5%, 5%, 10%, 20%.

Kode dan jumlah perkiraan benda uji untuk 5 (lima) macam benda uji dengan variasi campuran beton dapat dilihat pada **Tabel 3.1**.

Tabel 3.1 Kode dan Jumlah Perkiraan Benda Uji

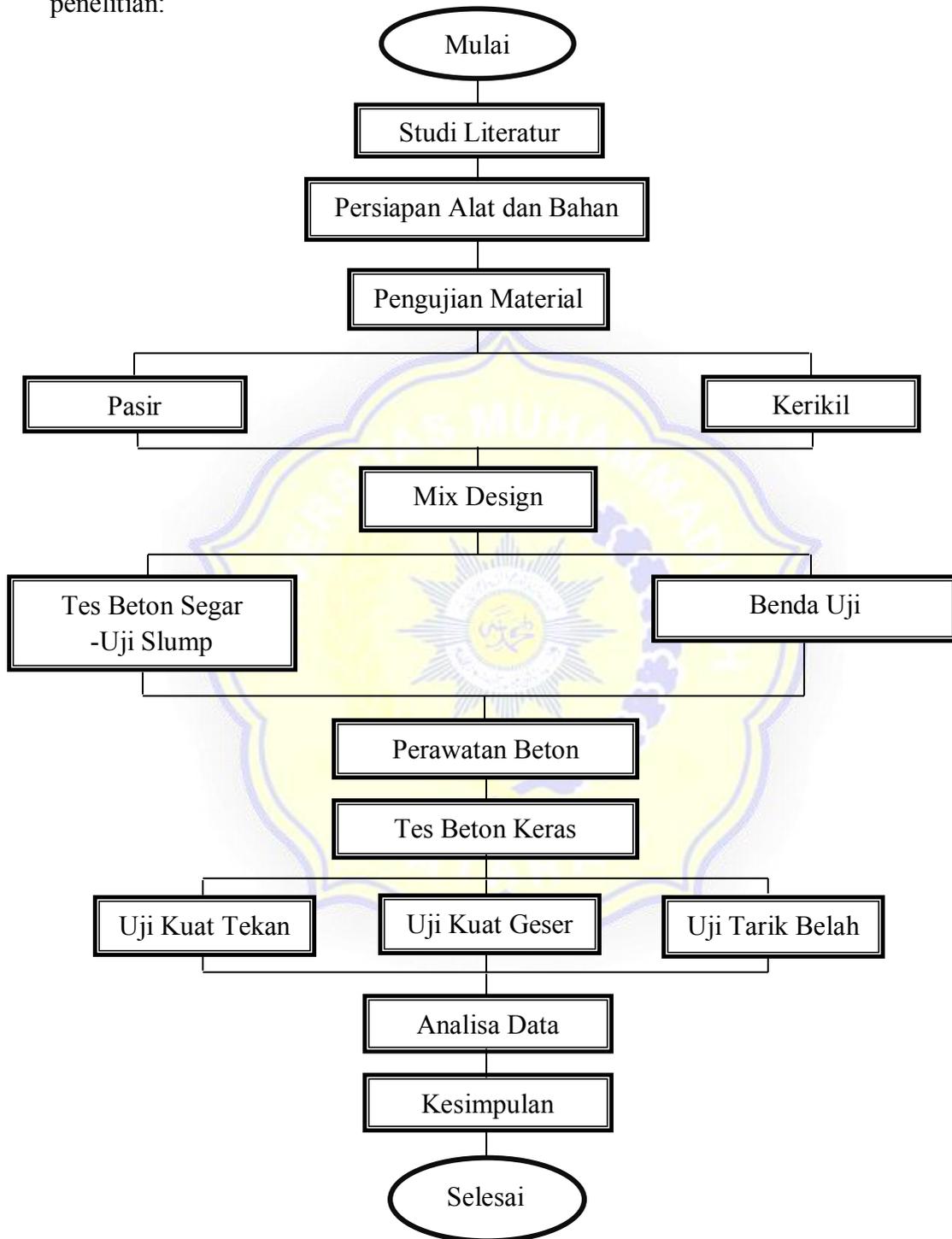
No	Jenis Pengujian	Variasi Campuran					Kode Benda Uji	Jumlah Benda Uji
		0%	2,5%	5%	10%	20%		
1.	Kuat Tekan Beton	3	3	3	3	3	TEKAN	15
2.	Kuat Tarik Belah	3	3	3	3	3	TARIK	15
3.	Kuat Geser Beton	3	3	3	3	3	KUAT GESER	15
Total								45



Gambar 3.1 Benda uji Silinder dan *Double - L*

3.4 Bagan Alir Penelitian

Berikut ini adalah bagan alir penelitian yang menggambarkan langkah-langkah penelitian:



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.5 Perencanaan Campuran (*Mix Design*)

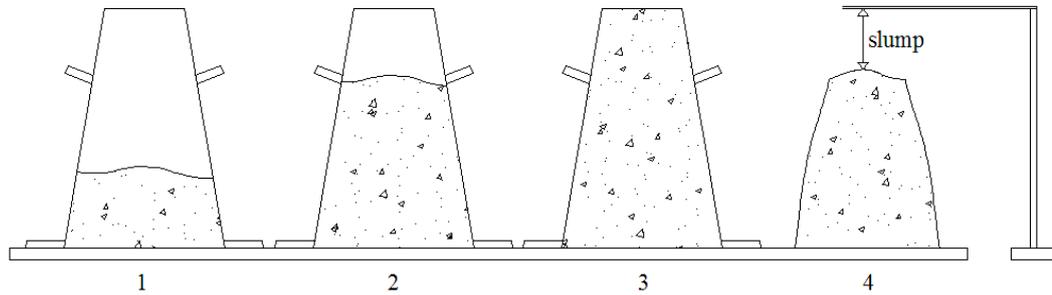
Perencanaan campuran beton merupakan suatu proses teoritis untuk menentukan jumlah masing-masing bahan yang diperlukan dalam suatu campuran beton, hal ini dilakukan agar proporsi dapat memenuhi syarat. Pada tahap ini, dilakukan pembuatan *mix design* yang berdasarkan SNI 7656-2012.

3.6 Langkah-langkah Pengujian

3.6.1 Pengujian *Workability* (*Slump*)

Pengujian *workabilitas* menggunakan kerucut Abrams, langkah-langkah pengujian dengan kerucut *Abrams* adalah sebagai berikut:

1. Campuran beton tersebut sesegera mungkin dimasukkan kedalam kerucut secara bertahap, sebanyak 3 lapisan dengan ketinggian yang sama. Setiap lapis dipadatkan dengan cara ditusuk dengan menjatuhkan secara bebas tongkat baja berdiameter 16 mm, panjang 60 cm. Dilakukan sebanyak 25 kali untuk tiap lapis.
2. Meratakan adukan pada bidang atas kerucut Abrams dan didiamkan selama 30 detik.
3. Mengangkat kerucut *Abrams* secara perlahan dengan arah vertikal keatas, diusahakan jangan sampai terjadi singgungan terhadap campuran beton.
4. Pengukuran slump dilakukan dengan membalikkan posisi kerucut *Abrams* di sebelah adukan. Kemudian dilakukan pengukuran ketinggian penurunan dihitung terhadap bagian atas kerucut *Abrams*. Dilakukan tiga kali pengukuran dengan mistar pengukur atau meteran, kemudian hasilnya dirata-rata.
5. Nilai rata-rata menunjukkan nilai *slump* dari campuran beton.



Gambar 3.3 Skema pemeriksaan nilai *Slump* beton segar

1. Lapis 1 : 25 tumbukan campuran adukan beton pada 1/3 dari tinggi kerucut.
2. Lapis 2 : 25 tumbukan campuran adukan beton pada 2/3 dari tinggi kerucut.
3. Lapis 3 : 25 tumbukan campuran adukan beton rata atas permukaan kerucut.
4. Pengukuran nilai *slump* beton segar.

3.6.2 Pembuatan Benda Uji Silinder

Dalam pembuatan adukan beton, setiap penuangan beton harus dilakukan pengujian *workabilitas* dengan menggunakan Kerucut *Abrams* dan diperiksa apakah memenuhi persyaratan nilai *slump* yang diisyaratkan atau tidak. Adapun cara pembuatan benda uji silinder adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan cetakan silinder yang telah diolesi dengan oli.
2. Setelah itu betan segar dimasukkan pada cetakan silinder.
3. Pengisian campuran beton segar pada silinder dilakukan sebanyak 3 lapis sama, tiap lapis dilakukan model pemadatan menggunakan tongkat penusuk. Masing-masing lapis ditumbuk sebanyak 25 kali dengan alat penumbuk.
4. Kemudian diketuk-ketuk dengan palu karet pada bagian luar cetakan dengan tujuan untuk menghilangkan gelembung-gelembung udara yang ada dalam cetakan.
5. Meratakan bagian samping dengan cetok , agar rata dan padat.
6. Setelah penuh, meratakan dan memadatkan bagian atas cetakan dengan cetok, dengan jalan agak ditekan kebawah.
7. Memberi label pada cetakan untuk mengetahui spesifikasi benda uji.

3.6.3 Pembuatan Benda Uji *Double - L*

Dalam pembuatan adukan beton, setiap penuangan beton harus dilakukan pengujian *workabilitas* dengan menggunakan Kerucut *Abrams* dan diperiksa apakah memenuhi persyaratan nilai *slump* yang diisyaratkan atau tidak. Adapun cara pembuatan benda uji *double-L* adalah sebagai berikut:

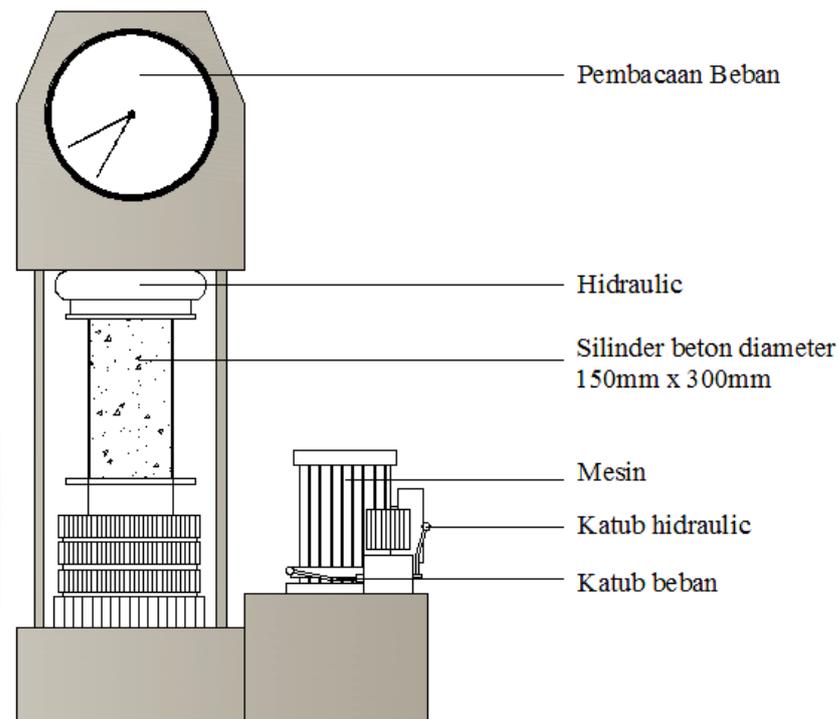
1. Menyiapkan cetakan *double-L* yang telah dilapisi dengan oli.
2. Setelah itu beton segar dimasukkan pada cetakan *double-L*.
3. Pengisian campuran beton segar pada *double-L* dilakukan sebanyak 3 lapis sama, tiap lapis dilakukan model pemadatan menggunakan tongkat penusuk. Masing-masing lapis ditumbuk sebanyak 25 kali dengan alat penumbuk. Pada lapisan pertama masukkan tulangan sebagai perkuatan, setelah itu dilanjutkan dengan pengisian lapis kedua dan ketiga.
4. Kemudian diketuk-ketuk dengan palu karet pada bagian luar cetakan dengan tujuan untuk menghilangkan gelembung-gelembung udara yang ada dalam cetakan.
5. Meratakan bagian samping dengan cetok , agar rata dan padat.
6. Setelah penuh, meratakan dan memadatkan bagian atas cetakan dengan cetok, dengan jalan agak ditekan kebawah.
7. Memberi label pada cetakan untuk mengetahui spesifikasi benda uji.
8. Mendiamkan cetakan berisi beton segar selama satu hari.
9. Setelah 24 jam, mengeluarkan beton dari cetakan
10. Melakukan perawatan beton (*curing*) sebelum dilakukan pengujian.

3.6.4 Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian Kuat tekan beton dilakukan pada umur beton 28 hari. Langkah-langkah pengujian Kuat Tekan Beton (SNI 03-1974-2011) adalah sebagai berikut:

1. Silinder beton diangkat dari rendaman, kemudian dianginkan atau dilap hingga kering permukaan.
2. Menimbang dan mencatat berat sampel beton.
3. Meratakan permukaan benda uji dengan menggunakan belerang cair yang sudah dipanaskan.

4. Pengujian kuat tekan dengan menggunakan alat (*Compression Testing Machine*).
5. Meletakkan sampel beton ke dalam alat penguji, lalu menghidupkan mesin dan secara perlahan alat menekan sampel beton.
6. Mencatat hasil kuat tekan beton untuk tiap sampelnya.



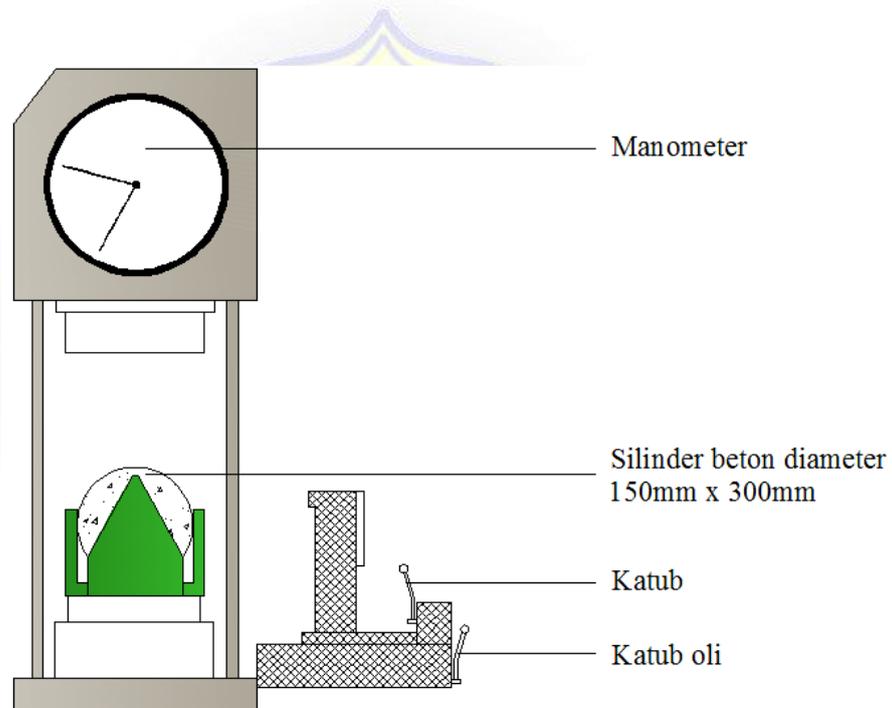
Gambar 3.4 *Setting up* alat uji kuat tekan.

3.6.5 Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

Pengujian Kuat tarik belah beton dilakukan pada umur beton 28 hari. Langkah-langkah pengujian Kuat Tarik Belah Beton (SNI 03-2491-2002) adalah sebagai berikut:

1. Silinder beton diangkat dari rendaman, kemudian dianginkan atau dilap hingga kering permukaan.
2. Menimbang dan mencatat berat sampel beton.
3. Sebelum dilakukan pengujian terlebih dahulu benda uji di beri tanda.

4. Meletakkan benda uji diatas alas pembebanan mesin uji (*Compression Testing Machine*) dengan berpedoman pada tanda garis tengah pada kedua ujung.
5. Pembebanan diberikan secara berangsur-angsur dengan pembebanan konstan yang berkisar antara 0.7 hingga 1.4 MPa/menit sampai benda uji hancur, kecepatan pembebanan untuk benda uji berbentuk silinder dengan ukuran panjang 30cm dan diameter 15cm berkisar antara 50 – 100 Kn/menit.
6. Mencatat hasil kuat tekan beton untuk tiap sampelnya.



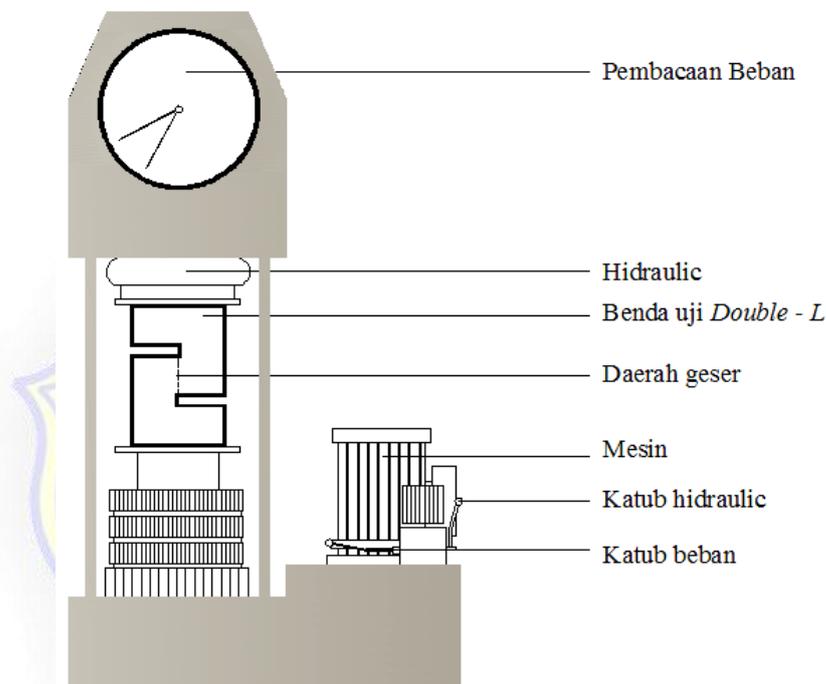
Gambar 3.5 *Setting up* alat uji kuat tarik belah.

3.6.6 Pengujian Kuat Geser Beton

Pengujian Kuat geser beton dilakukan pada umur beton 28 hari. Langkah-langkah pengujian kuat geser beton adalah sebagai berikut:

1. Benda uji geser *double-L* (20 cm x 7.5 cm x 30 cm) yang akan diujis sesuai dengan umur perawatan diambil dari tempat perawatan satu hari sebelum pengujian dilaksanakan.

2. Melakukan penimbangan benda uji *double-L* sebelum dilakukan pengujian.
3. Meletakkan benda uji pada mesin uji tekan beton secara sentris.
4. Menjalankan mesin uji tekan beton.
5. Melakukan pembebanan merata hingga bidang geser benda uji menjadi hancur.
6. Mencatat beban maksimum yang mampu ditahan benda uji *double-L*.



Gambar 3.6 *Setting up* alat uji kuat geser.

3.7. Metode Analisa Data

Metode analisa data hasil pengujian beton pada umur beton 28 hari, dilakukan dengan metode pendekatan secara matematis sebagai berikut :

1. Pada hubungan Kuat Tekan dengan Kuat Tarik Belah beton menggunakan pendekatan secara matematis menurut (Akmaluddin dkk,2013) yang dibandingkan dengan SK SNI T-15-1991-03 tentang Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung.
2. Pada hubungan Kuat Tekan dengan Kuat Geser beton menggunakan pendekatan secara matematis menurut (Nawy,1990) yang dibandingkan

dengan SK SNI T-151991-03 tentang Tata Cara perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung.

