

SKRIPSI
PENGARUH PENAMBAHAN SERAT IJUK TERHADAP SIFAT
MEKANIK BETON

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



PROGRAM STUDI REKAYASA SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
2020

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

SKRIPSI

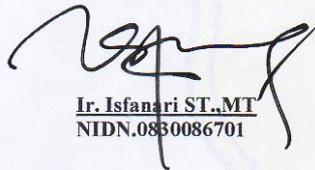
PENGARUH PENAMBAHAN SERAT IJUK TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON

Disusun Oleh:

Andri Julia Pratama
41511A0055

Mataram, 14 Agustus 2020

Pembimbing I,


Ir. Isfanari ST., MT
NIDN.0830086701

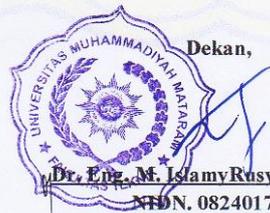
Pembimbing II,


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

Mengetahui,

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
FAKULTAS TEKNIK

Dekan,


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

HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI

SKRIPSI

**PENGARUH PENAMBAHAN SERAT IJUK TERHADAP SIFAT MEKANIK
BETON**

Yang DipersiapkandanDisusunOleh:

NAMA : Andri Julia Pratama

NIM : 41511A0055

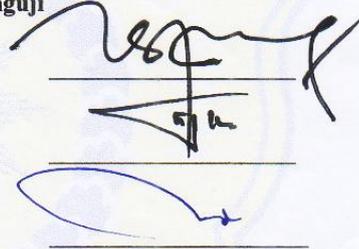
Telah dipertahankan didepan Tim Penguji

Pada Hari : Minggu, 16 Agustus 2020

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

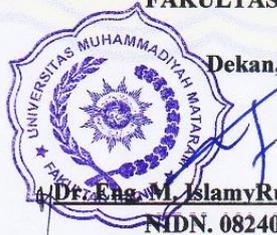
Susunan Tim Penguji

1. Penguji I : Ir. Isfanari, ST., MT
2. Penguji II : Titik Wahyuningsih, ST., MT
3. Penguji III : Dr. .Eng Hariyadi,ST., Msc



Mengetahui,

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
FAKULTAS TEKNIK**

Dekan,


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

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini.

Nama : Andri Julia Pratama

Nim : 41511A0055

Program Studi : Rekayasa Sipil

Fakultas : Teknik

Institusi : Universitas Muhammadiyah Mataram

Dengan sungguh-sungguh menyatakan bahwa skripsi yang berjudul **“PENGARUH PENAMBAHAN SERAT IJUK TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON”** ini secara keseluruhan adalah hasil penelitian atau karya sendiri, kecuali pada bagian-bagian yang dirujuk sumbernya telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam daftar pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Apabila dibelakang hari ternyata karya tulis ini tidak asli, saya siap dianulir gelar kesarjanaan saya sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Universitas Muhammadiyah Mataram.

Mataram, Agustus

2020

Yang Menyatakan



ANDRI JULIA

PRATAMA

41511A0055



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 : ANDRI JULIA Pratama
NIM : 41511A0055
Tempat/Tgl Lahir : GADING 02-07-1997
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
No. Hp/Email : 08113908802
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 penambahan serat uk 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

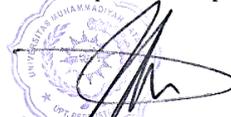
Pada tanggal : 23 - 08 - 2020

Penulis



ANDRI JULIA Pratama
NIM. 41511A0055

Mengetahui,
Kepala UPT. Perpustakaan UMMAT



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

MOTTO

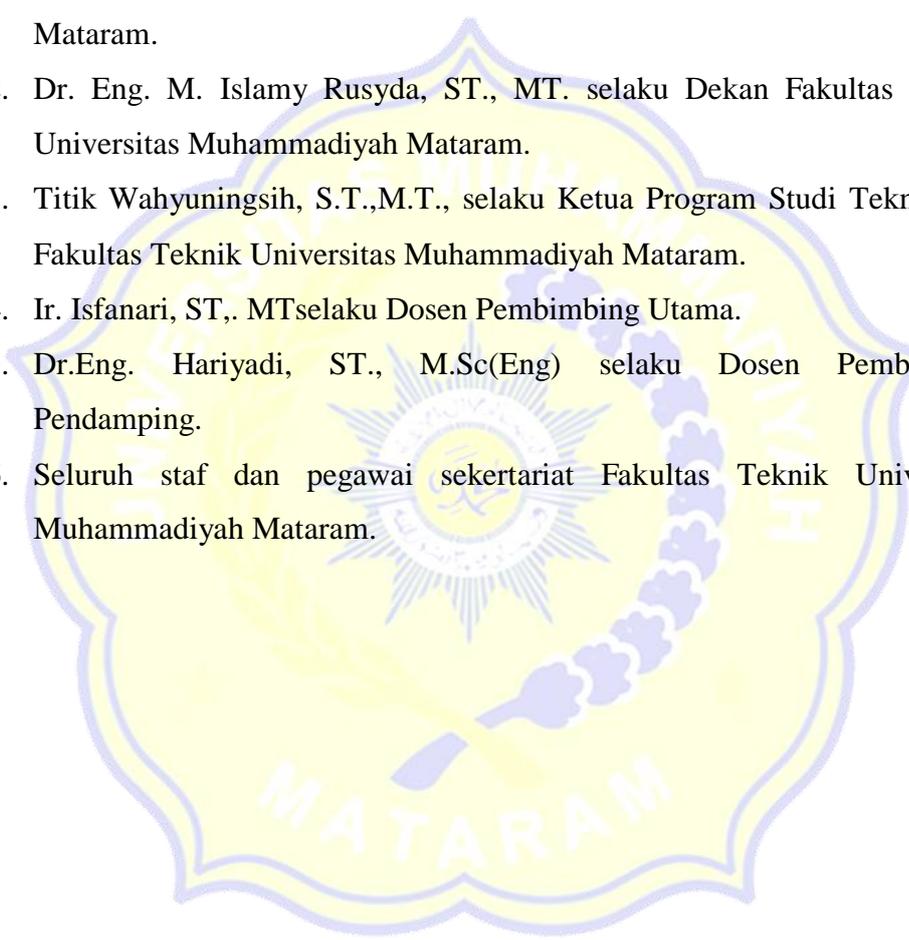
“syukurilah hidupmu yang sekarang dan jalani hidupmu seperti yang sudah ditentukan oleh tuhan”



UCAPAN TERIMA KASIH

Tugas akhir ini dapat terselesaikan berkat bantuan dan doa ronggan 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. Ir. Isfanari, ST., MTselaku Dosen Pembimbing Utama.
5. Dr.Eng. Hariyadi, ST., M.Sc(Eng) selaku Dosen Pembimbing Pendamping.
6. Seluruh staf dan pegawai sekertariat Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.



KATA PENGANTAR

Puji syukur saya ucapkan atas nikmat tuhan yang maha esa (YME). Sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi berjudul “PENGARUH PENAMBAHAN SERAT IJUK TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON”. Meskipun beberapakali mengalami revisi di setiap babnya.

Tidak lupa saya ucapkan banyak terimakasih kepada semua pihak yang terlibat dalam penyusunan skripsi ini. Kelancaran dalam penulisan skripsi ini selain atas kehendak tuhan, juga berkat dukungan pembimbing, orangtua dan kawan-kawan.

Untuk itu saya ingin mengucapkan rasa terimakasih kepada:

1. Bapak Drs. Arsyad Ghani ,Mpd. selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Mataram.
2. Bapak Dr. Eng. M. Islamy Rusyda, ST.,MT selaku dekan fakultas teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.
3. Bapak Ir.Isfanari, ST.,MT., selaku dosen pembimbing I
4. Bapak Dr.Eng.Hariyadi ,ST.,M.Sc (Eng) selaku dosen pembimbing II
5. Ibu Titik Wahyuningsih ., ST.,MT., selaku Ketua Program Studi Rekayasa Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.
6. Kepada sahabat saya Ade Maulana dan grup sang pemimpi yang selalu setia, sabar, membantu dan membimbing saya dalam mengerjakan skripsi ini.
7. Semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan karena keterbatasan dan pengalaman yang dimiliki penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca guna menyempurnakan skripsi ini. Semoga skripsi ini bermanfaat dan dapat menjadi bahan masukan bagi rekan-rekan dalam penyusunan skripsi.

Mataram, Januari 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	v
MOTO	vi
UCAPAN TERIMAKASIH.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTARA GAMBAR	xiii
DAFTARA ISTILAH.....	xiv
ABSTRAK	xv
ABSTRACK.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1.Latar belakang.....	1
1.2.Rumusan masalah	3
1.3.Tujuan penelitian	3
1.4.Batasan masalah.....	3
1.5.Manfaat studi	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Tinjauan Pustaka.....	5
2.1.1. Beton Normal.....	6
2.1.2.Beton Berserat.....	6
2.1.3. Perbandingan Penelitian.....	7
2.1.4. Sifat Mekanik Beton	8
2.1.5. Ijuk	9
2.2. LandasanTeori.....	9

2.2.1.Deskripsi Beton.....	9
2.2.2. Keunggulan dan Kelemahan Beton	10
2.2.3. Sifat Beton	11
2.2.4 Jenis Beton.....	14
2.2.5 Bahan Penyusun Beton	14
2.2.6 Bahan tambah.....	20
2.3. Pengujian Sifat Mekanik Beton	21
2.3.1. Pengujian Kuat Tekan Beton	21
2.3.2. Pengujian Kuat Tarik Belah Beton	21
2.3.3. Pegujian Kuat Geser Beton.....	23
2.3.4. Pengujian Workability (slump).....	25
2.3.5. Perawatn Beton	26
2.4. Perbandingan penelitian terdahulu yang akan dilakukan.....	27

BAB III METOLOGI PENELITIAN

3.1.Lokasi Penelitian.....	30
3.2.Bahan dan Alat Penelitian.....	30
3.2.1. Bahan Penelitian.....	30
3.2.2. Alat Penelitian.....	31
3.3.Kebutuhan Benda Uji.....	32
3.4.Perencanaan Campuran (Mix Design)	33
3.5.Langkah-Langkah Pengujian	33
3.5.1. Pembuatan Campuran Adukan Beton Tanpa Serat.....	33
3.5.2. Pembuatan Campuran Adukan Beton Dengan Campuran Serat.....	34
3.5.3. Pengujian Workability	35
3.5.4. Pembuatan Benda Uji Silinder.....	35
3.5.6. Pengujian Kuat Tekan Beton	36
3.5.7 Pengujian Kuat Tarik Tekan Beton.....	37
3.5.8. Pengujian Kuat Geser Beton	37
3.6. Bagan Alir Penelitian	38

BAB IV ANALISA

4.1 Hasil Pengujian Agregat Halus	39
4.1.1 Hasil Pengujian Berat Satuan Agregat Halus.....	39
4.1.2 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air	40
4.1.3 Hasil Pengujian Kadar Air	42
4.1.4 Hasil Pengujian Gradasi Agregat	42
4.2 Hasil Pengujian Agregat Kasar	43
4.2.1 Hasil Pengujian Berat Satuan Agregat Kasar.....	43
4.2.2 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air.....	45
4.2.3 Hasil Pengujian Kadar Air	46
4.2.4 Hasil Pengujian Gradasi Agregat	47
4.3 Desain Campuran Bahan Penyusun Beton (Mix Design)	47
4.4 Workability Beton (Slump Test).....	48
4.5 Hasil Pengujian Kuat Tekan.....	49
4.6 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton	51
4.7 Hubungan Antara Kuat Tarik Belah Beton Dengan Kuat Tekan Beton	54
4.8 Hasil Pengujian Kuat Geser Beton.....	57
4.9 Hubungan Kuat Geser dengan Kuat Tekan Beton	59

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	63
5.2 Saran	64

DAFTAR PUSTAKA

.LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Beton menurut kuat tekannya (Tjokrodimuljo, 2007)	13
Tabel 2.2. menjelaskan mengenai berat jenis beton yang digunakan untuk kontruksi bangunan (Tjokrodimuljo,2007).....	13
Tabel 2.3 Pengaruh sifat agregat pada sifat beton.....	18
Tabel 2.4 Syarat Agregat Kasar Menurut B.S.....	19
Tabel 2.5 Batasgradasi agregat halus (<i>British Standard</i>).....	20
Tebel 2.6 perbandingan penelitian terdahulu dengan yang Akan dilakukan	30
Tabel 3.1 Kode dan jumlah perkiraan Benda Uji.....	35
Tabel 3.3 jumlah benda uji.....	36
Tabel 4.1 hasil pengujian berat satuan agregat	43
Tabel 4.2 hasil pengujian berat satuan agregat halus	44
Tabel 4.3 hasil pengujian kadar air	46
Tabel 4.4 hhasil pengujian berat satuan agregat halus	48
Tabel 4.5 hasil pengujian agregat kasar	50
Tabel 4.6 hasil pengujian berar satuan agregat kasar.....	51
Tabel 4.7 rekap data hasil pengujian agregat halus dan agregat kasar.....	52
Tabel 4.8 kebutuhan bahan penyusun beton per 1 m ³	54
Tabel 4.9 selisih nilai kuat tekan beton.....	55
Tabel 4.10 selisih nilai kuat tarik belah beton.....	58
Tabel 4.11 hasil kuat matematis.....	62
Tabel 4.12 Hubungan Kuat Tarik Belah dengan Kuat Tekan.....	63
Tabel 4.13 Selisij nilai kuat geser beton	65
Tabel 4.14 Hasil Kuat Geser (<i>f</i> _{geser}) secara Matematis	68
Tabel 4.15 Hubungan Kuat Geser (<i>f</i> _{geser}) dengan Kuat Tekan (<i>f</i> ' _c)	69

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 sketsa pengujian kuat tekan beton	23
Gambar 2.2 sketsa pengujian kuat tarik belah beton	24
Gambar 2.3 sketsa benda uji Double-L	26
Gambar 2.4 Sketsa kerucut abrams	28
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	42
Gambar 4.2 grafik hubungan nilai slump dengan serat ijuk	53
Gambar 4.3 pengujian benda uji tekan	54
Gambar 4.4 hasil pengujian kuat tekan beton	55
Gambar 4.5 pengujian kuat tarik belah	57
Gambar 4.6 grafik hubungan kuat tarik belah (f_{ct}) dengan $\sqrt{f'_c}$	51
Gambar 4.7 ilustrasi pemodelan kuat tarik belah	61
Gambar 4.8 grafik hubungan antara $f_{ct} (1+v)$ dengan $\sqrt{f'_c}$	62
Gambar 4.9 grafik pengujian kuat geser beton	64
Gambar 4.10 hasil pengujian kuat geser beton	65
Gambar 4.11 ilustrasi pemodelan kuat geser	67
Gambar 4.12 grafik hubungan f_{geser} dengan f'_c	68

DAFTAR ISTILAH

Fiber concrete	Beton yang di buat dari campuran semen, agregat halus , agregat kasar, air dll, sejumlah fiber yang di sebar secara acak .
Fiber	Serat
Agregat	material
Uji Slump	Suatu uji empiris atau metode yang digunakan untuk menentukan konsistensi atau kekakuan dari campuran beton segar.



ABSTRAK

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. Beton memiliki kekurangan, diantaranya adalah lemah menahan gaya tarik dan daktilitas, maka sebagai pengganti penahan gaya tarik digunakan tulangan didalam beton tersebut. salah satu hal yang dilakukan agar memperbaiki sifat mekanik beton ialah dengan penambahan serat, yang diharapkan dapat meningkatkan kuat tarik dan daktilitas material beton. Serat yang digunakan yaitu serat ijuk, kerana karena ijuk kelapa mudah didapat, awet, tidak mudah membusk dan mempunyai nilai ekonomis .

Metode yang digunakan dalam skripsi ini yaitu penelitian. Dengan membandingkan penelitian terdahulu dengan penelitian yang akan dilakukan menghasilkan proporsi penambahan serat ijuk yang akan digunakan. Dimana analisa perhitungan (*mix design*) menggunakan SNI 7656-2012 (Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal). Mix design dilakukan agar mengetahui proporsi campuran yang dilakukan dengan kuat mutu beton yang direncanakan.

Dari hasil penelitian didapatkan penambahan serat ijuk sangat berpengaruh positif terhadap beton. Dimana hasil uji tekan maksimum yang didapatkan mengalami peningkatan, nilai uji beton berbentuk silinder sebesar 28,40 MPa, dimana kuat tekan beton normal tanpa penambahan serat ijuk sebesar 20,95 MPa. Sehingga kuat tekan beton yang terjadi meningkat dan berpengaruh positif dari beton normal tanpa penambahan serat ijuk. Begitu juga dengan pengujian kuat tarik belah mengalami peningkatan maksimum pada proporsi 1% dengan kenaikan sebesar 4,76 4,76 dibandingkan dengan beton tanpa penambahan serat ijuk. Sama halnya dengan uji geser, semakin banyak proporsi maka semakin mengalami peningkatan.

Kata Kunci : Sifat Mekanik Beton, Penambahan Serat ijuk, Mix Design.

ABSTRACT

Concrete is a construction material consisting of a mixture of coarse aggregate (gravel) and fine aggregate (sand) as a filler, as well as cement and water as a binder. Concrete has disadvantages, including weak resistance to tensile forces and ductility. Therefore, reinforcement is used as a substitute for resisting tensile forces in the concrete. One of the things done to improve the mechanical properties of concrete is the addition of fibers, which are expected to increase the tensile strength and flexibility of the concrete material. The fibers used are palm fibers, because they are easy to obtain, durable, not easily molding, and have economic value.

The method used in this study was comparing previous research with the research that will be carried out. It produces the proportion of the addition of palm fiber to be used. The calculation analysis (mix design) used SNI 7656-2012 (Procedure for Making a Normal Mixed Concrete Plan). Mix design was carried out to determine the proportion of the mixture done with the strength of the planned concrete quality.

Based on the result of the research, it was found that the addition of palm fiber has a very positive effect on concrete. The maximum compressive test results obtained have increased; the test value of cylindrical concrete is 28.40 MPa. The compressive strength of standard concrete without the addition of fibers is 20.95 MPa. As a result, the compressive strength of the concrete increases and has a positive effect than standard concrete without the addition of palm fibers. Likewise, the split tensile strength test experienced a maximum increase in the proportion of 1% with a rise of 4.76 compared to concrete without the addition of palm fiber. Similar to the shear test, the more the ratio, the more it increases.

Keywords: Mechanical Properties of Concrete, Addition of palm fiber, Mix Design.

MENGESAHKAN
SALINAN FOTO COPY SESUAI ASLINYA
MATARAM
A. KEPALA
LABORATORIUM BAHASA
Mbah. Fabzi Bafadul. Mpd

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 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.

Beton memiliki kekurangan, diantaranya adalah lemah menahan gaya tarik dan daktilitas, maka sebagai pengganti penahan gaya tarik digunakan tulangan didalam beton tersebut (Tjokrodimuljo,1992). Tulangan yang digunakan pada umumnya berupa tulangan baja utama dan sengkang-sengkang pada daerah tertentu yang memerlukannya. Usaha peningkatan mutu beton juga dilakukan dengan cara mencampurkan bahan-bahan lain dalam campuran. Salah satunya adalah penambahan serat yang diharapkan dapat meningkatkan kuat tarik dan daktilitas material beton (Hadipratomo, 1991). Serat yang dicampurkan dapat berupa serat baja, polimaer, maupun serat alam seperti kelapa.

Seiring dengan perkembangan jaman, berbagai inovasi telah dilakukan untuk memperbaiki performa beton sehingga muculah istilah-istilah seperti beton bertulang (reinforced concrete), beton pratekan (prestressed concrete) dan beton serat (fiber concrete). Beton serat ialah material komposit yang terdiri dari beton biasa dan bahan lain yang berupa serat (Tjokrodimuljo, 1996).

Menurut Dipohusodo (1994), salah satu upaya pengembangan beton ialah dengan cara memperbaiki sifat mekanik beton itu sendiri, dimana beton dianggap tidak mampu dengan baik menahan beban tarik, dimana kuat tarik beton berkisar antara 9%-15% dari kuat desaknya sendiri.

Salah satu serat yang digunakan untuk memperbaiki sifat material yaitu serat alam. Serat alam banyak dan mudah didapat. Salah satu dengan menggunakan serat ijuk kelapa karena ijuk kelapa mudah didapat, awet, tidak mudah membusuk dan mempunyai nilai ekonomis.

Dalam penelitian ini, penulis akan menggunakan serat ijuk sebagai tambahan yang termasuk dalam jenis serat alami. Ijuk banyak di jumpai wilayah Indonesia, Bentuk fisik serat ijuk berupa helaian benang yang berwarna hitam pekat serta ujung-ujungnya berwarna kemerah-merahan, bersifat kaku dan ulet serta mempunyai kemampuan tarik yang cukup. Sehingga serat ijuk dapat digunakan sebagai bahan tambahan dalam campuran beton.

Ijuk merupakan bahan alami yang dihasilkan oleh pangkal pelepah enau (arenga pinnata) yaitu jenis tumbuhan bangsa palma. Serabut ijuk biasa dipintal sebagai tali, sapu, penutup atap, dalam dunia kontruksi bangunan ijuk digunakan sebagai lapisan penyaring pada sumur resapan. Ijuk mempunyai sifat yang awet dan tidak mudah busuk baik dalam keadaan terbuka maupun kondisi tertanam dalam tanah karakteristik serat ijuk yang diperoleh massa jenis serat ijuk sebesar 1,136 gram/cm, kandungan berupa kadar air 8,90%, selulosa 51,54% hemiselulosa 15,88%, lignin 43,09% dan abu 2,54%. Kekuatan tarik ijuk tergantung pada diameter seratnya, apabila diameter kecil maka kekuatan tarik semakin besar, sedangkan

diameternya besar kekuatan tarik semakin kecil. Dengan penggunaan serat ijuk diharapkan dapat memperbaiki sifat-sifat beton.

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimanakah pengaruh penambahan serat ijuk sebagai *fiber concrete* terhadap kuat tekan beton, kuat tarik belah beton dan kuat geser.
2. Seberapa besar persentase penambahan serat ijuk terhadap kuat tekan beton, kuat tarik belah beton dan kuat geser beton.

1.3 Tujuan Penelitian

Pada penelitian ini penambahan serat bambu pada campuran beton secara umum bertujuan untuk:

1. Untuk mengetahui pengaruh penambahan serat ijuk sebagai *fiber concrete* terhadap kuat tekan beton, kuat tarik belah beton dan kuat geser beton.
2. Untuk mengetahui seberapa besar persentase optimum penambahan serat ijuk terhadap kuat tekan beton, kuat tarik belah dan kuat geser beton.

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 ($f'c$) 25 Mpa
3. Benda uji yang digunakan berbentuk silinder dengan diameter 15 Cm dan tinggi 30 Cm. Jumlah benda uji sebanyak 45 sampel, yang terdiri dari 3 sampel untuk tiap persentase.

4. Pengujian yang dilakukan adalah uji kuat tekan beton, uji kuat tarik beton dan uji kuat geser beton. Pengujian dilakukan pada umur 28 hari.
5. *Bahan campuran yang digunakan:*
 - Semen *Portland* tipe I.
 - Agregat kasar berupa batu alami.
 - Agregat halus berupa pasir alam.
 - Ijuk
6. Persentase serat ijuk yang digunakan adalah 0%, 0,5%, 1%, 1,5% dan 2% dari berat semen dalam campuran beton
7. Jenis serat yang digunakan serat ijuk

1.5 Manfaat Studi

Dengan adanya penelitian mengenai pengaruh penambahan serat ijuk terhadap sifat mekanik beton diharapkan bermanfaat bagi:

1. Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan khususnya dalam bidang teknologi beton dengan bahan tambahan serat ijuk.
2. Penelitian ini diharapkan dapat memberi wawasan dan menambah pengalaman dalam menerapkan ilmu yang didapat selama kuliah.

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Semakin meningkatnya kebutuhan dalam pembangunan maka kebutuhan akan peningkatan kualitas dibutuhkan. Di Indonesia sendiri, konstruksi yang banyak digunakan yaitu konstruksi beton. Oleh sebab itu penggunaan konstruksi beton ini sangat perlu diperhatikan karena sangat berbahaya apabila dikerjakan tanpa desain atau perencanaan yang benar. Maka perlunya beton dengan kualitas baik. 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 (Tjokrodinuljo, 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 (Tjokrodinuljo, 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, Kardiono 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 S. dan Candra R (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/m^3 sampai dengan 2500 kg/m^3 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 massa 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 Beton Berserat

Serat merupakan bahan tambah yang dapat digunakan untuk memperbaiki sifat beton. Berbagai macam serat yang dapat digunakan untuk memperbaiki sifat-sifat mekanik beton antara lain adalah *fiber* baja (*stell fiber*), *fiber polypropylene* (sejenis plastik mutu tinggi), *fiber kaca (glass fibre)*, *fiber karbon (carbon fibre)*, serat *fiber* dari bahan alami (*natural fiber*), seperti ijuk, rambut, sabut kelapa, serat goni dan serat tumbuh-tumbuhan lainnya.

Beton serat didefinisikan sebagai beton yang terbuat dari campuran beton yang terbuat dari campuran semen, agregat halus, agregat kasar, dan sejumlah kecil serat/*fibre* (ACI *Cocommite* 544, 1982).

Beton serat merupakan campuran beton ditambah serat. Bahan serat dapat berupa serat asbestos, serat plastik (*poly-propylene*), atau potongan kawat baja, serat tumbuh-tumbuhan (rami, sabut kelapa, bambu, ijuk) (Trimulyono, 2004).

Briggs (1974) meneliti bahwa batas maksimal yang masih memungkinkan untuk dilakukan pengadukan dengan mudah pada adukan beton serat adalah penggunaan serat dengan aspek rasio (l/d) < 100 . Pembatasan nilai l/d (panjang serat/diameter serat) tersebut didukung dengan adanya usaha-usaha untuk meningkatkan kuat lekat serat dengan membuat serat dari berbagai macam konfigurasi, seperti bentuk spiral, berkait, bertakik-takik atau bentuk-bentuk yang lain untuk meningkatkan kuat lekat serat.

2.1.3 Perbandingan Penelitian

Adapun perbandingan antara penelitian terdahulu dengan penelitian yang akan dilakukan dapat dilihat pada **Tabel 2.3**

2.1.4 Sifat Mekanik Beton

2.1.4.1 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton mengidentifikasikan 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 Ijuk

Ijuk merupakan bahan alami yang dihasilkan oleh pangkal pelepah enau (arenga pinnata) yaitu jenis tumbuhan bangsa palma. Serabut ijuk biasa dipintal sebagai tali, sapu, penutup atap, dalam dunia kontruksi bangunan ijuk digunakan sebagai lapisan penyaring pada sumur resapan. Ijuk mempunyai sifat yang awet dan tidak mudah busuk baik dalam keadaan terbuka maupun kondisi tertanam dalam tanah karakteristik serat ijuk yang diperoleh massa jenis serat ijuk sebesar 1,136 gram/ cm, kandungan berupa kadar air 8,90%, selulosa 51,54% hemiselulosa 15,88%, lignin 43,09% dan abu 2,54%. Kekuatan tarik ijuk tergantung pada diameter seratnya, apabila diameter kecil maka kekuatan tarik semakin besar, sedangkan diameternya besar kekuatan tarik semakin kecil. Dengan penggunaan serat ijuk diharapkan dapat memperbaiki sifat-sifat beton.

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 ± 15 % semen, ± 8 % air, ± 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 (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 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 2.2.3 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 2.2.3 menjelaskan mengenai berat jenis beton yang digunakan untuk konstruksi bangunan (Tjokrodimuljo, 2007).

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
³ M Beton Berat m	> 3,00	Perisai sinar X

Modulus Elastisitas Beton

Modulus elastisitas beton tergantung pada modulus elastisitas agregat dan pastanya. 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 Nugraha dan Antoni, 2007). Pengaruhnya bisa dilihat pada **Tabel 2.2.6**.

Tabel 2.2.6 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 2.2.7**.

Tabel 2.2.7 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 2.2.8**.

Tabel 2.2.8. 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 (Tjokrodimuljo, 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).

Salah satu bahan beton yang digunakan dalam penelitian ini ialah serat (*fiber*). Beton yang diberi bahan tambah serat disebut beton serat (*fiber concrete*). Terdapat bermacam-macam tipe serat yang dapat digunakan sebagai campuran beton serat. Jenis fiber/serat yang dapat digunakan adalah serat buatan seperti *steel fiber* yang terdiri serat baja, glass fiber yang terdiri dari gelas/kaca, *synthetic (polymeric) fiber* yang terdiri dari serat sintetis yang diperoleh dengan melalui proses kimia tertentu dan natural fiber/serat alami yang materialnya dapat diambil langsung dari mineral, tumbuh-tumbuhan maupun hewan (Terai et al,2012).

Dalam hal kekuatan, serat buatan memberikan performa yang baik daripada serat alami, akan tetapi penggunaan serat alami tetap dipertimbangkan sebagai bahan tambah serat beton karena mempunyai harga yang lebih murah dan baik jika ditinjau dari aspek lingkungan.

Dalam penelitian kali ini peneliti, penulis akan menggunakan bahan tambahan fiber/serat alami yang terbuat dari serat ijuk . Keunggulan serat ijuk yaitu mudah ditemukan, harga ekonomis/tidak mahal, ringan dan tidak busuk. Dengan penggunaan material serat ijuk diharapkan dapat memperbaiki sifat mekanik beton.

2.3 Pengujian Sifat Mekanik Beton

2.3.1 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:

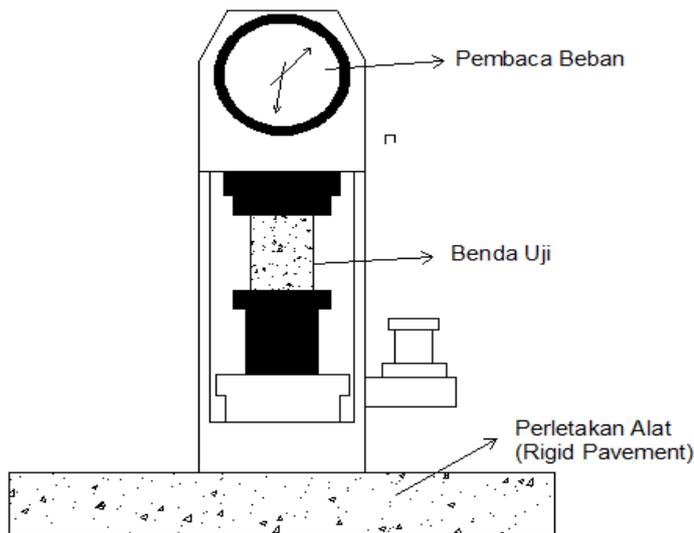
$$f'c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana:

$f'c$ = kuat tekan (MPa)

P = beban maksimum (N)

A = luas penampang (mm²)



Gambar 2.1 Sketsa pengujian kuat tekan beton

2.3.2 Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

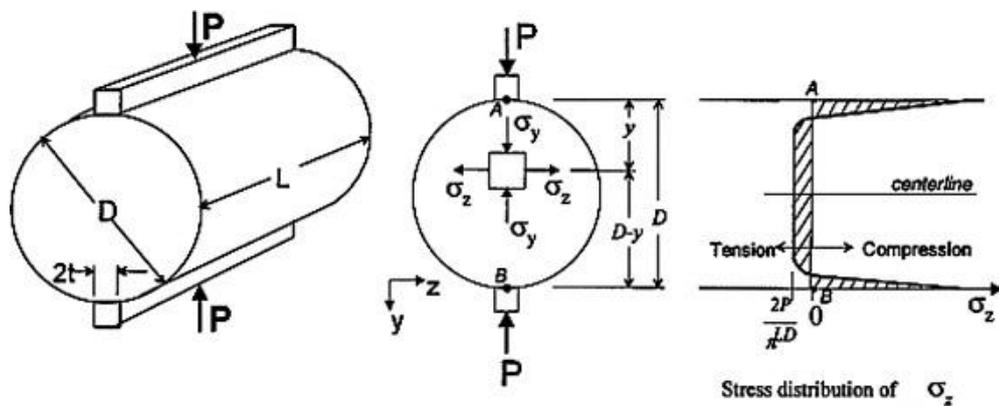
Kuat tarik benda uji silinder beton adalah nilai kuat tarik tidak langsung dari benda uji beton berbentuk silinder yang diperoleh dari hasil pembebanan benda uji tersebut yang diletakkan mendatar sejajar dengan permukaan meja penekan mesin uji tekan (SNI 03-2491-2002).

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 (N)
- L = panjang benda uji (mm)
- D = diameter benda uji (mm)



Gambar 2.2 Sketsa pengujian kuat tarik belah beton

2.3.3 Pengujian Kuat Geser Beton

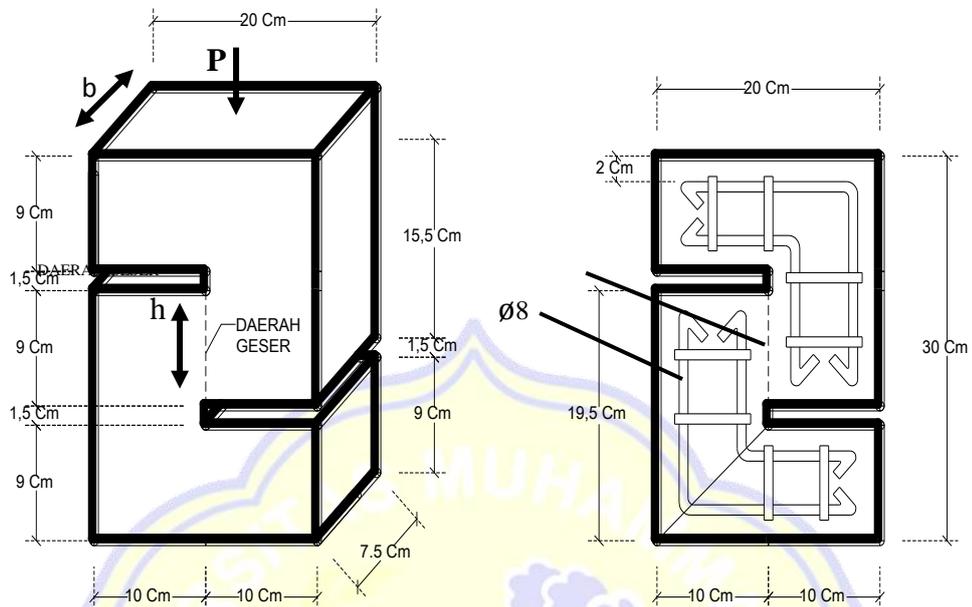
Salah satu sifat beton yang menegeras (*hard concrete*) adalah kuat geser beton. Bila gaya yang bekerja pada beton melebihi kekuatan geser maksimum yang dapat ditahan beton, maka akan timbul keretakan beton.

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 (Ivan Christian 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 f_y 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 (N)

b = lebar tampang lintang patah arah horizontal (mm)

h = lebar tampang lintang patah arah vertikal (mm)

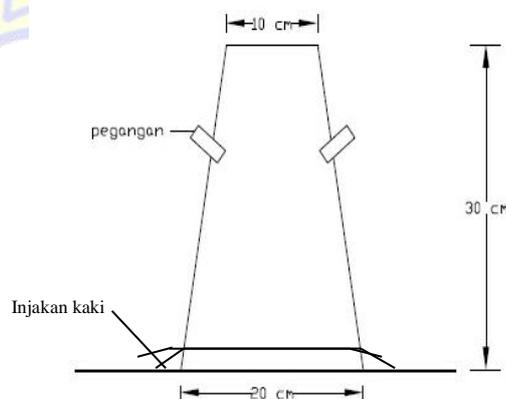
2.3.4 Pengujian *Workability* (*Slump*)

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*

2.3.5 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 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 terhadap 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*

Dari penelitian terdahulu seperti Darul pada tahun 2013 melakukan penelitian yang berjudul Pengaruh serat ijuk terhadap kuat tarik belah beton K-175 dengan tujuan penelitian Untuk mencari kuat tarik belah beton. Penggunaan varian yang digunakan yaitu 0%, 0,5%, 1%, 1,5%, 2%. Hasil yang didapatkan yaitu penambahan serat ijuk yang digunakan mengalami kenaikan atau peningkatan dari beton normal, hal itu dapat dilihat dari hasil pengujian tarik belah beton maksimum yang dihasilkan yaitu sebesar 396,43 kg/cm² pada persentase penambahan serat sebesar 2%, sedangkan untuk beton normal sebesar 267,59 kg/cm². hal itu membuktikan bahwa penggunaan penambahan serat ijuk sangat berpengaruh positif terhadap sifat mekanik beton.

Oleh sebab itu dari referensi terdahulu peneliti mengambil penelitian penambahan serat ijuk dengan varian penambahan serat ijuk sebesar 0% (sebagai acuan), 0,5%, 1%, 1,5 dan 2%. Pengujian yang peneliti lakukan yaitu pengujian kuat tarik belah beton, kuat tekan dan kuat geser. Dari penelitian ini diharapkan dapat memperbaiki sifat mekanik beton. Penelitian terdahulu dapat dilihat pada tabel 2.3

2.4 perbandingan penelitian terdahulu dengan yang akan dilakukan.

Tabel 2.3 perbandingan penelitian terdahulu dengan yang akan dilakukan.

Penelitian Terdahulu				Penelitian Yang Dilakukan
Peneliti	Angga ongki perdana (2015)	Robby gunawan yahya (2010)	Darul (2013)	Andri Julia Pratama
Judul Penelitian	Pengaruh penambahan serat ijuk terhadap kuat tarik belah beton dengan	Pengaruh penambahan serat ijuk pada campuran beton terhadap kuat	Pengaruh serat ijuk terhadap kuat tarik belah beton	Pengaruh penambahan serat ijuk terhadap sifat mekanik beton

	factor air semen.	tekan		
Tujuan	Untuk mengetahui pengaruh penambahan serat ijuk terhadap kuat tarik belah beton.	Untuk mengetahui penurunan kuat tekan dan peningkatan kuat tarik beton , setelah beton dicampurkan dengan serat ijuk.	Untuk mengetahui penambahan atau penggunaan serat ijuk terhadap kuat tarik belah beton memberikan dampak yang baik bagi mutu beton	Untuk mengetahui pengaruh penambahan serat ijuk sebagai fiber concrete terhadap kuat tekan, kuat tarik dan kuat geser.
Parameter Yang Di Uji	Kuat tarik belah beton.	Kuat tekan. Kuat tekan beton	Kuat tarik belah beton	Kuat tekan beton, kuat tarik belah beton dan kuat geser beton.
Varian Penelitian	2,5%, 5%, 7,5% dan 10%	0%,0,25%,0,50% Dan 1%	0%, 0,5%, 1%, 1,5% dan 2%	0%, 0,5%, 1%, 1,5%, dan 2%
Metode Penelitian	SK-SNI T-15-1990-03 (tata cara pembuatan rencana campuran beton.	Perencanaan campuran berdasarkan beton dalam penelitian ini berdasarkan SNI 03-2834-1992	SK-SNI T-15-1990-03 (tata cara pembuatan rencana campuran beton)	Perhitungan (mix design) SNI 7656-2012 tata cara pembuatan rencana campuran beton normal. Dengan umur rencana beton 28 hari, setelah itu dilakukan

				pengujian.
Hasil Penelitian	<p>Hasil penelitian kuat tarik belah beton menggunakan SK-SNI T-15-1990-03 (tata cara pembuatan rencana campuran beton) hasil yang didapatkan, kuat tarik optimum terdapat pada proporsi campuran 2,5% sebesar 2,269 MPa.</p> <p>Sedangkan nilai kuat tarik belah beton normal sebesar 2,149.</p>	<p>Penggunaan serat ijuk sebanyak 0,50 % mampu meningkatkan kuat tekan beton yang maksimal yakni mencapai 243,31 kg/cm² atau 24,82 Mpa, lebih tinggi dari beton normal yang hanya mencapai 227,17 kg/cm² atau 23,18 Mpa pada umur beton 28 hari</p>	<p>Dari Hasil penelitian darul, hasil yang didapatkan dengan penggunaan serat ijuk pada campuran beton dengan persentase 0%, 0,5%, 1%, 1,5% dan 2% dapat memberikan meningkatkan nilai kuat tarik belah beton.</p>	

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian secara eksperimen di Laboratorium Struktur dan Bahan Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Nusa Tenggara Barat. Benda uji yang dijadikan acuan dalam penelitian ini adalah beton normal dengan kandungan serat 0% . Dengan variasi serat bambu 0%, 0,5%, 1%, 1,5% dan 2% dari berat semen dalam campuran beton. Dalam perencanaan awal, mutu beton yang digunakan yaitu 25 Mpa. Benda uji berbentuk silinder beton dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, seluruh sampel dirawat dengan perendaman sampai umur pengujian 28 hari.

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Struktur dan Bahan Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Nusa Tenggara Barat.

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 semen portland (PC) tipe I, 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 Sedau Lombok Barat, sebelum dilaksanakan pembuatan beton dilakukan analisa saringan, penyerapan air, dan berat jenis (memenuhi standar ASTM C-33).

4. Agregat Kasar (Batu Pecah)

Agregat kasar yang digunakan dengan ukuran butir maksimum 20 mm diambil dari batuan, sebelum dilaksanakan pembuatan beton dilakukan analisa saringan, penyerapan air, berat jenis, dan pemeriksaan berat satuan agregat (memenuhi standar ASTM C-33).

5. Bahan Tambahan (Serat ijuk)

Serat yang digunakan adalah serat ijuk dari kelapa dengan kelebihan tidak mudah busuk, ringan dan ekonomis.

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. Ayakan/saringan
5. Kompor Gas
6. Alat *Capping* Silinder Beton
7. Cetakan 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 besi 6 mm

3.3 Kebutuhan Benda Uji

Dalam penelitian ini terdapat 5 (lima) macam benda uji dengan variasi campuran beton serat. Variasi tersebut dibedakan berdasarkan jumlah persentase serat ijuk terhadap kebutuhan berat semen yang dimasukkan pada campuran beton. Variasi persentasi serat ijuk yang digunakan adalah 0% (sebagai acuan), 0,5%, 1%, 1,5%. Dan 2%

Kode dan jumlah perkiraan benda uji untuk 5 (lima) macam benda uji dengan variasi campuran beton serat 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%	0,5%	1%	1,5%	2%		
1.	Kuat Tekan Beton	3	3	3	3	3	BSTK	15
2.	Kuat Tarik Belah	3	3	3	3	3	BSTR	15
3.	Kuat Geser Beton	3	3	3	3	3	BSKG	15
Total								45

3.4 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.

3.5 Langkah-langkah Pengujian

3.5.1 Pembuatan Campuran Adukan Beton Tanpa Serat

Adapun urutan pekerjaan pencampuran adukan beton adalah sebagai berikut:

1. Menakar seluruh campuran yang dibutuhkan, baik semen, pasir, kerikil dan air sesuai dengan *mix design* yang dibuat.
2. Memasukkan bahan-bahan tersebut kedalam molen dengan urutan sebagai berikut:
 - a. Memasukkan semen dan pasir terlebih dahulu,
 - b. Putar molen hingga terlihat keduanya homogen,
 - c. Masukan batu pecah, lalu putar kembali molen sampai seluruhnya tercampur,
 - d. Memasukkan air sedikit demi sedikit sambil memutar kembali molen hingga air campuran habis.
3. Memutar molen selama kurang lebih 10 menit agar campuran merata. Untuk memastikan sudah merata, molen dibolak-balik kekanan-kekiri dengan kemiringan tertentu, namun jangan sampai menumpahkan isi molen. Setelah adukan terlihat homogen kurang lebih 3 menit, lalu tuangkan campuran diatas wadah.
4. Menuangkan campuran diatas loyang, atau ember sebanyak separuh dari isi molen untuk menguji *workabilitas*.
5. Pada saat sedang dilakukan pengujian *workabilitas*, molen tetap diputar agar tetap terjaga homogenitas dari campuran beton yang tersisa.

6. Lakukan pengujian nilai *slump* apakah memenuhi persyaratan yang disyaratkan atau tidak (*slump* disyaratkan pada penelitian ini adalah 25-75 mm untuk perkerasan dan plat lantai).

3.5.2 Pembuatan Campuran Adukan Beton Dengan Campuran Serat

Adapun urutan pekerjaan pencampuran adukan beton dengan tambahan campuran serat bambu adalah sebagai berikut:

1. Menakar seluruh campuran yang dibutuhkan, baik semen, pasir, kerikil, air, dan serat bambu sesuai dengan *mix design* yang dibuat.
2. Memasukkan bahan-bahan semen, pasir kerikil, air, dan serat kedalam molen dengan urutan sebagai berikut:
 - a. Memasukkan semen dan pasir terlebih dahulu,
 - b. Putar molen hingga terlihat keduanya homogen,
 - c. Masukkan batu pecah, lalu putar kembali molen sampai seluruhnya tercampur,
 - d. Serat dimasukkan kedalam molen dalam kondisi molen berputar,
 - e. Memasukkan air sedikit demi sedikit sambil memutar kembali molen hingga air campuran habis.
3. Memutar molen selama kurang lebih 10 menit agar campuran merata. Untuk memastikan sudah merata, molen dibolak-balik kekanan-kekiri dengan kemiringan tertentu, namun jangan sampai menumpahkan isi molen. Setelah adukan terlihat homogen kurang lebih 3 menit, lalu tuangkan campuran diatas wadah.
4. Menuangkan campuran diatas loyang, atau ember sebanyak separuh dari isi molen untuk menguji *workabilitas*.
5. Pada saat sedang dilakukan pengujian *workabilitas*, molen tetap diputar agar tetap terjaga homogenitas dari campuran beton yang tersisa.
6. Lakukan pengujian nilai *slump* apakah memenuhi persyaratan yang disyaratkan atau tidak (*slump* disyaratkan pada penelitian ini adalah 25-75 mm untuk perkerasan dan plat lantai).

3.5.3 Pengujian *Workability*

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.

3.5.4 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.

3.5.5 Pembuatan Benda Uji Balok

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 balok yang telah diolesi dengan oli.
2. Setelah itu betan segar dimasukkan pada cetakan balok.
3. Pengisian campuran beton segar pada balok 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.

3.5.6 Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian Kuat tekan beton dilakukan pada umur beton 28 hari. Langkah-langkah pengujiannya adalah:

1. Silinder beton diangkat dari rendaman, kemudian dianginkan atau dilap hingga kering permukaan.

2. Menimbang dan mencatat berat sampel beton, kemudian diamati apakah terdapat cacat pada beton sebagai bahan laporan.
3. Pengujian kuat tekan dengan menggunakan alat
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.

3.5.7 Pengujian Kuat Tarik Beton

Pengujian Kuat tarik beton dilakukan pada umur beton 28 hari. Langkah-langkah pengujiannya adalah:

1. Silinder beton diangkat dari rendaman, kemudian dianginkan atau dilap hingga kering permukaan.
2. Menimbang dan mencatat berat sampel beton, kemudian diamati apakah terdapat cacat pada beton sebagai bahan laporan.
3. Pengujian kuat tekan dengan menggunakan alat
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.

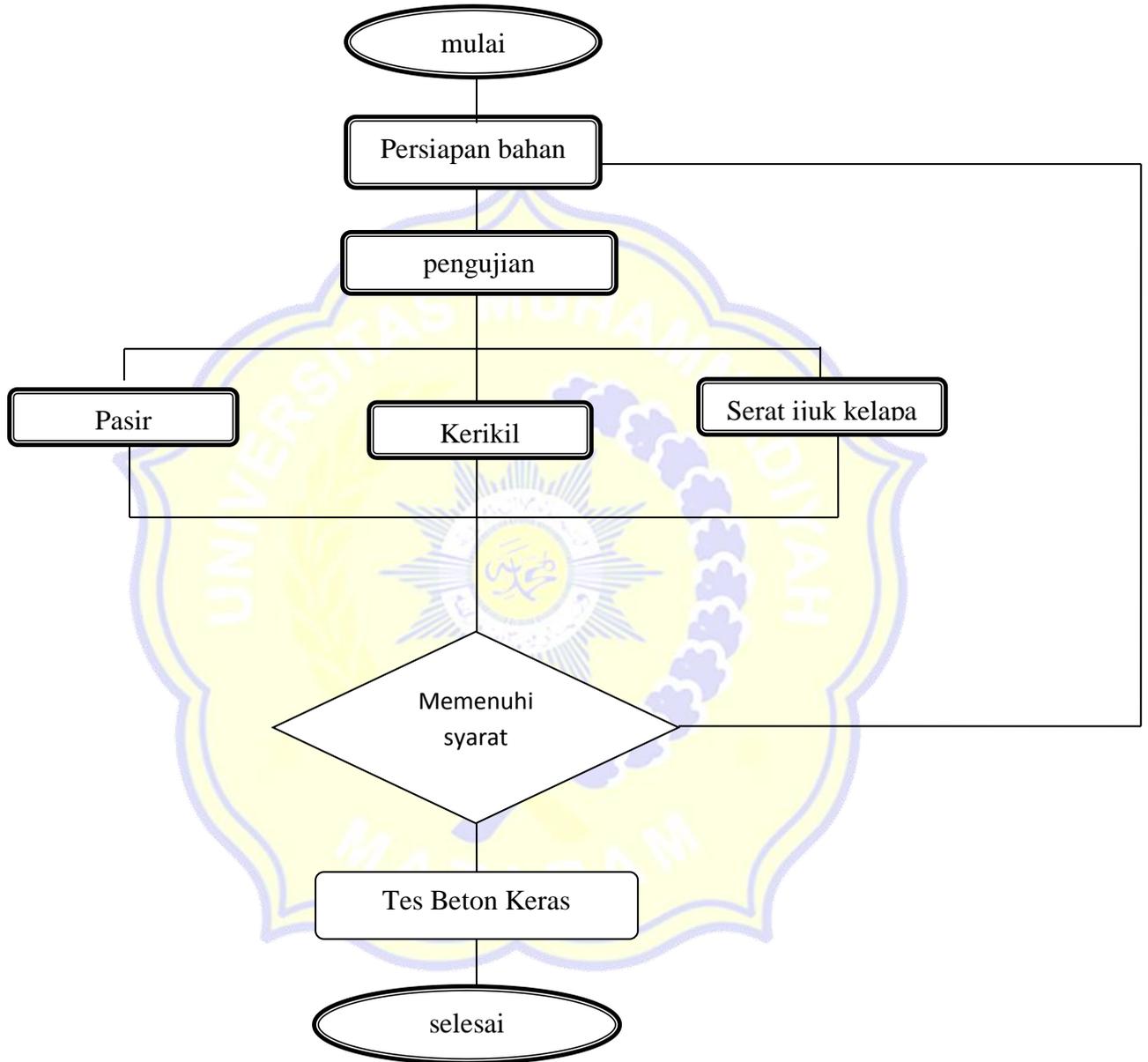
3.5.8 Pengujian kuat geser beton

Pengujian Kuat tarik beton dilakukan pada umur beton 28 hari. Langkah-langkah pengujiannya adalah:

1. Balok beton diangkat dari rendaman, kemudian dianginkan atau dilap hingga kering permukaan.
2. Menimbang dan mencatat berat sampel beton, kemudian diamati apakah terdapat cacat pada beton sebagai bahan laporan.
3. Pengujian kuat geser dengan menggunakan alat
4. Meletakkan sampel beton ke dalam alat penguji, lalu menghidupkan mesin dan secara perlahan alat menekan sampel beton.
5. Mencatat hasil kuat geser beton untuk tiap sampelnya

3.6 Bagan Alir Penelitian

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



Gambar 3.6 Diagram Alir Penelitian