

**PENGARUH PEMANFAATAN LIMBAH SPESI DINDING PADA  
CAMPURAN BAHAN TERHADAP SIFAT MEKANIK *PAVING BLOCK***

**SKRIPSI**

**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Strata 1 (S1) Pada  
Program Studi Rekayasa Sipil Fakultas Teknik**



**PROGRAM STUDI REKAYASA SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM  
2020**

**LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI**

**PENGARUH PEMANFAATAN LIMBAH SPESI DINDING PADA  
CAMPURAN BAHAN TERHADAP SIFAT MEKANIK *PAVING BLOCK***

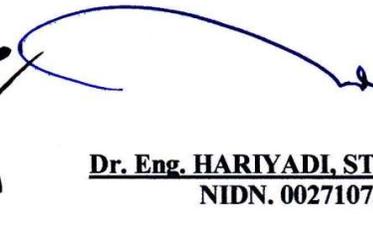
**NAMA : AHMAD SARUDIN**

**NIM : 41511A0051**

Telah diperiksa dan disetujui oleh pembimbing :

1. Pembimbing Utama

2. Pembimbing Pendamping



**Ir. ISFANARI, ST., MT**  
NIDN. 0830086701

**Dr. Eng. HARIYADI, ST., M.Sc (Eng)**  
NIDN. 0027107301

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Mataram

Ketua Program Studi Rekayasa Sipil  
Universitas Muhammadiyah Mataram



**Ir. ISFANARI, ST., MT**  
NIDN. 0830086701



**TITIK WAHYUNINGSIH, ST., MT**  
NIDN. 0819097401

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM  
FAKULTAS TEKNIK  
2020**

**PENGARUH PEMANFAATAN LIMBAH SPESI DINDING PADA CAMPURAN  
BAHAN TERHADAP SIFAT MEKANIK *PAVING BLOCK***

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :

**NAMA : AHMAD SARUDIN**  
**NIM : 41511A0051**

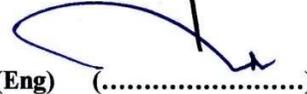
Telah dipertahankan didepan Tim Penguji  
Pada tanggal : 03 Februari 2020  
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Susunan Tim Penguji :

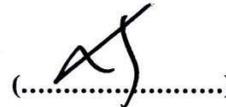
Penguji 1, Nama : **Ir. Isfanari, ST., MT**



Penguji 2, Nama : **Dr. Eng. Hariyadi, ST., M. Sc (Eng)**



Penguji 3, Nama : **Dr. Eng. M. Islamy Rusyda, ST., MT**

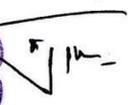


Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Mataram

  
  
**IR. ISFANARI, ST., MT.**  
NIDN. 0830086701

Ketua Program Studi Rekayasa Sipil  
Universitas Muhammadiyah Mataram

  
  
**DEKAN WAHYUNINGSIH, ST., MT.**  
NIDN. 0819097401

## PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Ahmad Sarudin

Nim : 41511A0051

Program Studi : Rekayasa Sipil

Fakultas : Teknik

Institusi : Universitas Muhammadiyah Mataram

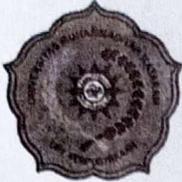
Dengan sungguh-sungguh menyatakan bahwa skripsi yang berjudul **“PENGARUH PEMAANFAATAN LIMBAH SPESI DINDING PADA CAMPURAN BAHAN TERHADAP SIFAT MEKANIK *PAVING BLOCK*”** ini secara keseluruhan adalah hasil penelitian atau karya sendiri, kecuali pada bagian-bagian yang dirujuk sumbernya telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam daftar pustaka di bagian akhir skripsi ini.

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

Mataram, 23 Januari 2020  
Yang Menyatakan



Ahmad Sarudin  
41511A0051



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](mailto:upt.perpusummat@gmail.com)

**SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN  
PUBLIKASI KARYA ILMIAH**

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

Nama : AHMAD SARUDIN  
NIM : 41511A0051  
Tempat/Tgl Lahir : JAKARTA / 30 - MEI - 1993  
Program Studi : PEKAYASA SIPIL  
Fakultas : TEKNIK  
No. Hp/Email : 085337 896 722  
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 PEMANFAATAN LIMBAH SPESI DINDING PADA CAMPURAN  
BAHAN TERHADAP SIFAT MEKANIK PAVING BLOCK

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 : 17-02-2020



AHMAD SARUDIN  
NIM. 41511A0051

Mengetahui,  
Kepala UPT. Perpustakaan UMMAT

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

## BISMILLAHIRRAHMAN NIRRAHIM

Sujud syukur hamba pada-Mu Ya Rahman Ya Rahim, atas pertolongan, karunia, dan kekuatan yang Engkau berikan kepada hamba-Mu yang lemah dan hina ini sehingga mampu berbuat dan berpikir. Semoga apa yang hamba lakukan bernilai ibadah disisi-Mu. Amin...

### MOTTO

Sesungguhnya bersama kesukaran itu ada keringanan. Karena itu bila kau sudah selesai (mengerjakan yang lain). Dan berharaplah kepada Tuhanmu (Q.S Al Insyirah : 6-8).

### “MERANTAU”

Orang berilmu dan beradab tidak diam dikampung halaman (negeri sendiri). Tapi pergi jauh melangkah seperti orang asing dinegeri orang.

Perjalanan hidup yang indah adalah ketika kita mampu berbagi, bukan menikmatinya sendiri atau bahkan menyombongkan diri.

## PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk;

- ❖ Kedua Orang Tua saya, **Bapak Odom** dan **Ibu Aşinah (Almh)** yang dengan tulus dan ikhlas selalu menapaki langkah ini dengan do'a dan kasih sayang.
- ❖ Seluruh Keluarga Besar yang selalu menjadi Motivasi & Semangat dalam menyelesaikan karya ini.
- ❖ Sahabat-sahabat terbaikku "**Şesela Family**" **Aldi, Pua Dedi, Andri, Dedi Lenga, Irfan Bagong, Omenk Keling, Rian Şape, Kochan** dan **Faişar** yang selalu memberikan dorongan dalam menyelesaikan studi.
- ❖ Keluarga Besar **Badan Ekşekutif Mahasiswa Fakultas Teknik (BEM FT)**.
- ❖ Kawan-kawan seperjuangan para mahasiswa REKAYASA SIPIL yang selalu berkerjasama dalam menyelesaikan tugas-tugas kuliah.
- ❖ Semua yang saya sebutkan maupun yang tidak bias saya sebutkan namanya satu persatu di lembar persembahan ini terima kasih banyak semuanya, mudah-mudahan Allah membalasnya dengan amal ibadah yang berlipat ganda.

## RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Jakarta pada tanggal 30 Mei 1993, sebagai anak terakhir dari tiga bersaudara, dari Bapak Odom dan Ibu Asinah (Almh).

Pendidikan Sekolah Dasar (SD) diselesaikan di SDN 04 Penjaringan Jakarta Utara pada tahun 2005. Sekolah Menengah Pertama (SMP) diselesaikan pada tahun 2008 di SMPN 21 Jakarta, dan Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) diselesaikan di SMKN 11 Pinangsia Jakarta Barat pada tahun 2011. Penulis terdaftar sebagai mahasiswa Program Studi Rekayasa Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram pada tahun 2015.

Penulis telah melaksanakan Praktikum Kerja Lapangan (PKL) yang terintegrasi dengan Lembaga Penanggulangan Kebencanaan Muhammadiyah yaitu Muhammadiyah Disaster Management Center (MDMC) pada Proyek Pembangunan Rumah Tahan Gempa (Rumah Dome) di Desa Teratak Kecamatan Batukliang Utara Kabupaten Lombok Tengah selama 2 bulan. Penulis juga telah mengikuti Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa AiQ Darek Kecamatan Batukliang Kabupaten Lombok Tengah selama 60 hari pada tahun 2018. Penulis mengambil tugas akhir / skripsi dengan judul Pengaruh Pemanfaatan Limbah Spesi Dinding Pada Campuran Bahan Terhadap Sifat Mekanik *Paving Block*.

Selama menjadi mahasiswa penulis aktif dalam Badan Eksekutif Mahasiswa Fakultas Teknik (BEM FT) sebagai Ketua Departemen Dalam Kampus selama 2 Periode yaitu 2017-2018 dan 2018-2019. Penulis juga aktif sebagai Sekretaris Koordinator Forum Eksekutif Mahasiswa Teknik (FEMTEK) NTB Raya pada periode 2018-2019.

## KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadiran Allah SubhanahuWata'ala, yang telah melimpahkan segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Adapun tugas ini merupakan salah satu persyaratan yang harus dipenuhi bagi mahasiswa untuk memperoleh gelar sarjana dalam bidang Rekayasa Sipil serta untuk menempuh ujian tingkat sarjana pada Fakultas Teknik.

Mengingat masih banyak adanya kekurangan yang belum dapat dikatakan sempurna sehingga penyusun sangat mengharapkan saran maupun kritik yang bersifat membangun demi kesempurnaan tugas akhir ini.

Dengan penuh harapan semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Dan dengan segala kerendahan hati penyusun banyak mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. H. Arsyad Abd. Gani, M.Pd. selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Mataram.
2. Ir. Isfanari, ST., MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.
3. Titik Wahyuningsih, ST., MT., selaku Ketua Program Studi Rekayasa Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.
4. Ir. Isfanari, ST., MT. selaku dosen pembimbing utama dan Dr. Eng. Hariyadi, ST., M.Sc (Eng). Selaku dosen pembimbing pendamping dalam menyusun tugas akhir ini.
5. Semua pihak yang telah banyak membantu dalam pelaksanaan dan pembuatan Tugas Akhir ini.

Akhir kata semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi semua pihak yang memerlukannya.

Mataram, Januari 2020

Ahmad Sarudin

41511A0051

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI .....	iii
PERNYATAAN ORISINILITAS.....	iv
MOTTO .....	v
LEMBAR PERSEMBAHAN .....	vi
RIWAYAT HIDUP .....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR ISTILAH .....	xv
DAFTAR NOTASI.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvii
ABSTRAK .....	xviii
<i>ABSTRACT</i> .....	xix
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
1.5 Batasan Masalah .....	3
1.6 Hipotesis .....	4
1.7 Metodologi Penelitian.....	4
1.8 Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB II DASAR TEORI.....</b>	<b>6</b>
2.1 <i>Paving Block</i> .....	6

2.1.1	Syarat Mutu <i>Paving Block</i> .....	7
2.1.2	Klasifikasi <i>Paving Block</i> .....	8
2.2	Penggunaan Agregat Daur Ulang Pada <i>Paving Block</i> .....	8
2.3	Keuntungan Penggunaan <i>Paving Block</i> .....	10
2.4	Bahan Penyusun <i>Paving Block</i> .....	10
2.4.1	Semen <i>Portland</i> .....	11
2.4.2	Agregat Halus (Pasir).....	12
2.4.3	Air .....	12
2.5	Limbah .....	13
2.5.1	Pengertian Limbah .....	13
2.5.2	Karakteristik Limbah .....	14
2.5.3	Jenis-jenis Limbah .....	14
2.5.4	Dampak Limbah.....	16
2.6	Spesi Dinding.....	16
2.6.1	Jenis-Jenis Dinding .....	17
2.6.2	Yang Termasuk Spesi pada Dinding.....	17
2.7	Pengujian <i>Paving Block</i> .....	18
2.7.1	Pemeriksaan Sifat Tampak.....	18
2.7.2	Pemeriksaan Ukuran .....	18
2.7.3	Pengujian Kuat Tekan.....	18
2.7.4	Pengujian Tarik Belah.....	19
2.7.5	Pengujian Ketahanan <i>Impact</i> .....	21
2.8	Umur Beton.....	22

**BAB III METODE PENELITIAN .....**24

3.1	Bahan Penelitian .....	24
3.2	Metode Pengambilan Sampel .....	24
3.3	Pengujian Agregat.....	24
3.3.1	Pengujian Berat Jenis dan Absorpsi.....	25
3.3.2	Pengujian Saringan.....	26

3.3.3	Pengujian Kadar Air.....	26
3.4	Pembuatan Benda Uji <i>Paving Block</i> .....	27
3.4.1	<i>Mix Design Paving Block</i> .....	28
3.4.2	Jumlah Benda Uji <i>Paving Block</i> .....	31
3.4.3	Jumlah Material yang Digunakan .....	32
3.5	Pelaksanaan Pengujian.....	34
3.5.1	Pengujian Kuat Tekan .....	34
3.5.2	Pengujian Kuat Tarik Belah .....	35
3.5.3	Pengujian Ketahanan <i>Impact</i> .....	35
3.6	Analisis Hasil Penelitian .....	36
<b>BAB IV ANALISA HASIL PENELITIAN.....</b>		<b>38</b>
4.1	Hasil Pengujian Agregat .....	38
4.1.1	Analisa Berat Jenis dan <i>Absorpsi</i> .....	39
4.1.2	Analisa Saringan .....	41
4.1.3	Analisa Kadar Air .....	44
4.2	Hasil Pengujian <i>Paving Block</i> .....	45
4.2.1	Pengujian Kuat Tekan <i>Paving Block</i> .....	46
4.2.2	Pengujian Tarik Belah <i>Paving Block</i> .....	48
4.2.3	Hubungan Antara Kuat Tarik Belah Dengan Kuat Tekan <i>Paving Block</i> .....	50
4.2.4	Pengujian Ketahanan <i>Impact Paving Block</i> .....	54
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>56</b>
5.1	Kesimpulan .....	56
5.2	Saran .....	57

## DAFTAR PUSTAKA

## LAMPIRAN

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Persyaratan Mutu <i>Paving Block</i> .....	7
Tabel 2.2	Jenis-jenis Semen .....	12
Tabel 2.3	Nilai Faktor Koreksi .....	20
Tabel 2.4	Rasio Kuat Tekan Beton Pada Berbagai Umur .....	23
Tabel 3.1	Perbandingan <i>Cement</i> dengan PFA dan Nilai <i>Average Strength</i> ..	29
Tabel 3.2	Komposisi Campuran dan Jumlah Benda Uji <i>Paving Block</i> Limbah Spesi Dinding .....	32
Tabel 3.3	Komposisi Kebutuhan Material Penyusun <i>Paving Block</i> .....	34
Tabel 4.1	Data Pengujian Analisa Berat Jenis Dan <i>Absopsi</i> Agregat Halus (Pasir) .....	39
Tabel 4.2	Hasil Perhitungan Pengujian Analisa Berat Jenis dan <i>Absopsi</i> ..	40
Tabel 4.3	Data Pengujian Analisa Berat Jenis Dan <i>Absopsi</i> Limbah Spesi Dinding .....	40
Tabel 4.4	Hasil Perhitungan Pengujian Analisa Berat Jenis dan <i>Absopsi</i> ..	41
Tabel 4.5	Data dan Hasil Perhitungan Analisa Saringan Pasir.....	41
Tabel 4.6	Data dan Hasil Perhitungan Analisa Sarigan Limbah Spesi Dinding .....	42
Tabel 4.7	Data Pengujian Analisa Kadar Air Agregat Halus (Pasir) .....	44
Tabel 4.8	Hasil Perhitungan Pengujian Analisa Kadar Air Agregat Halus (Pasir) .....	44
Tabel 4.9	Data Pengujian Analisa Kadar Air Limbah Spesi Dinding .....	45
Tabel 4.10	Hasil Perhitungan Pengujian Analisa Kadar Air Limbah Spesi Dinding .....	45
Tabel 4.11	Data dan Hasil Perhitungan Uji Kuat Tekan Rata-Rata Limbah Spesi Dinding .....	46
Tabel 4.12	Selisih Nilai Kuat Tekan Dengan Subtitusi Limbah Spesi Dinding .....	47

Tabel 4.13	Data dan Hasil Perhitungan Uji Tarik Belah Rata-Rata Limbah Spesi Dinding .....	48
Tabel 4.14	Selisih Nilai Tarik Belah Dengan Subtitusi Limbah Spesi Dinding .....	49
Tabel 4.15	Hasil Kuat Tarik Belah ( <i>ft</i> ) Secara Matematis.....	52
Tabel 4.16	Hubungan Kuat Tarik Belah Dengan Kuat Tekan .....	53
Tabel 4.17	Data dan Hasil Perhitungan Uji Ketahanan <i>Impact</i> Rata-Rata Dengan Campuran Limbah Spesi Dinding.....	54



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Macam-Macam dan Bentuk <i>Paving Block</i> .....	8
Gambar 2.2	Sketsa Pengujian Kuat Tekan .....	19
Gambar 2.3	Sketsa Pengujian Kuat Tarik Belah .....	20
Gambar 2.4	Sketsa Alat Uji <i>Impact</i> .....	22
Gambar 3.1	Pembuatan Benda Uji <i>Paving Block</i> .....	28
Gambar 3.2	Grafik Hubungan Antara Kuat Tekan Dengan Rasio Agegat Semen.....	31
Gambar 3.3	Alur Langkah-Langkah Penelitian .....	37
Gambar 4.1	(a) Proses Pengambilan Limbah .....	38
	(b) Limbah Yang Telah Dihancurkan .....	38
Gambar 4.2	Grafik Gradasi Agregat Halus (Pasir).....	42
Gambar 4.3	Grafik Gradasi Limbah Spesi Dinding.....	43
Gambar 4.4	Diagram Kuat Tekan .....	47
Gambar 4.5	Diagram Kuat Tarik Belah .....	49
Gambar 4.6	Grafik Hubungan $f_t$ dan $\sqrt{f'c}$ .....	50
Gambar 4.7	Ilustrasi Permodelan Kuat Tarik Belah .....	51
Gambar 4.8	Hubungan Antara $f_t (1 - V)$ dan $\sqrt{f'c}$ .....	52
Gambar 4.9	Diagram Ketahanan <i>Impact</i> Kondisi Retak .....	55
Gambar 4.10	Diagram Ketahanan <i>Impact</i> Kondisi Pecah .....	55

## DAFTAR ISTILAH



<i>Absorption</i>	= Penyerapan Air
<i>Apparent Specific Gravity</i>	= Berat Jenis Semu
<i>Average Strength</i>	= Kekuatan Rata-rata
<i>British Standard</i>	= Standar Inggris
<i>Bulk Specific Gravity</i>	= Berat Jenis
<i>Blast Furnace Slag</i>	= Terak Tanur Tinggi
<i>Characteristic Strength</i>	= Karakteristik Kekuatan
<i>Compressive Strength</i>	= Kompresi Kekuatan
<i>Compressive Strength Testing Machine</i>	= Mesin Kompresi
<i>Concrete</i>	= Beton
<i>Curing</i>	= Perawatan
<i>Girder</i>	= Balok Induk
<i>Impact</i>	= Kejut
<i>I-Beam</i>	= Balok Struktur I
<i>Mix Design</i>	= Campuran Beton
<i>Modified</i>	= Modifikasi
<i>Paving Block</i>	= Bata Beton
<i>Portland</i>	= Jenis Semen
<i>Proctor Test</i>	= Tes Kejut
<i>Pulverized Ash</i>	= Debu Halus
<i>Press</i>	= Tekan
<i>Saturated Surface Dry</i>	= Kering Permukaan Jenuh
<i>Stress Grade</i>	= Kualitas Tegangan
<i>Tube Struktural</i>	= Struktur Pipa
<i>Vibrating</i>	= Getaran
<i>Void</i>	= Rongga Udara
<i>Water Cement Content</i>	= Rasio Air Semen
<i>Wide-Flange</i>	= Luas Pinggiran

## DAFTAR NOTASI

$f'c$	= Kuat Tekan Benda Uji
P	= Beban Maksimum
A	= Luas Penampang Benda Uji
N	= Newton
kN	= Kilo Newton
MPa	= Mega Pascal
Mm	= Milimeter
T	= Kuat Tarik Belah
K	= Faktor Koreksi
T	= Tebal Benda Uji
E	= Energi Potensial
M	= Massa Beban yang Dijatuhkan
G	= Gaya Gravitasi
H	= Tinggi
Kg	= Kilo Gram
$\Gamma$	= Berat Jenis Benda
SSD	= Muka Jenuh Kering Permukaan
W	= Kadar Air

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran I Hasil Pemeriksaan Agregat
- Lampiran II Perhitungan Hasil Pengujian Sifat Mekanik *Paving Block*
- Lampiran III Dokumentasi Penelitian



## ABSTRAK

### PENGARUH PEMANFAATAN LIMBAH SPESI DINDING PADA CAMPURAN BAHAN TERHADAP SIFAT MEKANIK *PAVING BLOCK*

Oleh

AHMAD SARUDIN

Seiring bertambahnya penggunaan *paving block* menyebabkan kebutuhan pasir semakin bertambah. Sementara itu ketersediaan bahan bangunan semakin menipis. Pemanfaatan sumber daya alternative merupakan cara efektif yang dapat dilakukan dengan tujuan meminimalisir penggunaan material bangunan yang semakin berkurang. Adapun salah satu limbah yang dapat dimanfaatkan dengan baik adalah limbah spesi dinding sebagai substitusi pasir. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dan komposisi terbaik dari limbah spesi dinding sebagai substitusi sebagian pasir terhadap karakteristik *paving block*.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen di Laboratorium dengan melakukan variasi penggantian sebagian pasir dengan limbah spesi dinding. Presentase penggunaan pasir yang digunakan yaitu, 0%, 25%, 50%, 75% dan 100% terhadap volume pasir dengan jumlah benda uji sebanyak 9 buah untuk setiap proporsi penggantian pasir. Perbandingan campuran semen dan pasir yang digunakan yaitu 1: 4,5. Pembuatan *paving block* dilakukan secara manual mengandalkan tenaga manusia dalam pematatannya. Benda uji yang dibuat berbentuk persegi dengan ukuran 20cm x 10cm x 8cm. Pengujian yang dilakukan terhadap kuat tekan, tarik belah dan *impact* setelah benda uji berumur 14 hari.

Hasil pengujian *paving block* dengan penambahan limbah spesi dinding, memiliki kuat tekan *paving block* untuk masing-masing variasi sebagai berikut: 0%, 25%, 50%, 75% dan 100% berturut-turut sebesar 20,59 Mpa, 11,70 Mpa, 17,20 Mpa, 12,80 Mpa dan 15,50 Mpa. Kuat tarik belah *paving block* sebesar 1,36 Mpa, 0,27 Mpa, 0,33 Mpa, 0,41 Mpa dan 0,27 Mpa. Sedangkan beban *impact* sebesar 78,02 Joule, 91,59 Joule, 78,02 Joule, 74,63 Joule dan 88,20 Joule. Dari hasil tersebut optimumnya limbah spesi dinding pada kuat tekan digunakan pada persentase 50%, tarik belah digunakan pada persentase 75% sedangkan beban *impact* digunakan pada persentase 25%.

**Kata Kunci : *paving block*, limbah spesi dinding, kuat tekan, tarik belah dan beban *impact***

## ABSTRACT

### THE INFLUENCE OF WALL SPECIES WASTE USE IN MIXED MATERIALS ON THE MECHANICAL PROPERTIES OF PAVING BLOCK

by

AHMAD SARUDIN

As the use of paving blocks increases, the need for sand increases, while the availability of building materials decreases. To minimize the use of building materials that are increasingly reduced, the use of alternative resources is an effective way that can be done. One of the wastes that can be utilized properly is the waste of the wall species as a substitute for sand. This study aims to determine the effect and the best composition of the wall species waste as a partial substitution of sand on the characteristics of paving blocks.

This study used an experimental method in the laboratory by varying the replacement of a portion of sand with wall waste species. The percentage of use of sand used is 0%, 25%, 50%, 75% and 100% of the volume of sand with a total of 9 specimens for each proportion of sand replacement. Comparison of cement and sand mixture used is 1: 4.5. Making paving blocks is done manually relying on human labor in compaction. The test specimen is made in the form of a square with a size of 20cm x 10cm x 8cm. Tests carried out on compressive strength, tensile pull, and impact after the test specimen is 14 days old.

The results of paving block testing with the addition of waste wall species, have the compressive strength of paving blocks for each variation as follows: 0%, 25%, 50%, 75% and 100% respectively 20.59 MPa, 11.70 MPa , 17.20 MPa, 12.80 MPa and 15.50 MPa. Paving block split tensile strength of 1.36 MPa, 0.27 MPa, 0.33 MPa, 0.41 MPa and 0.27 MPa. While the impact load of 78.02 Joules, 91.59 Joules, 78.02 Joules, 74.63 Joules and 88.20 Joules. From these results the optimum wall specific waste at compressive strength is used at a percentage of 50%, split tensile is used at a percentage of 75%, while the impact load is used at a percentage of 25%.

**Keywords: paving blocks, wall species waste, compressive strength, split pull and impact load**

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

*Paving block* atau bata beton merupakan suatu komponen bahan bangunan yang dibuat dari bahan campuran semen *portland* atau bahan perekat lainnya, air dan agregat dengan atau tanpa tambahan lain yang tidak mengurangi mutu *paving block* tersebut. (SNI-03-0691-1996).

Pada saat ini *paving block* banyak digunakan masyarakat sebagai konstruksi bangunan, khususnya untuk perkerasan jalan lingkungan, pekarangan, trotoar, tempat parker, dan lain-lain. *Paving block* banyak digunakan karena dapat menahan beban dalam batasan tertentu dan mudah dalam pekerjaan pemasangan. Selain keuntungan tersebut, *paving block* juga lebih baik dibandingkan perkerasan lainnya ditinjau dari segi ekonomis pemeliharaannya, segi artistik eksterior sebuah bangunan, tidak memerlukan alat berat, serta dapat diproduksi secara massal, juga jika dipandang dari segi kelestarian lingkungan sebagai sistem penyerapan air.

Penggunaan material penyusun utama *paving block* seperti pada umumnya menggunakan semen dan pasir relatif mahal. Untuk itu, peneliti mencoba menggunakan bahan limbah spesi dinding yang didapat dari bongkaran rumah pasca gempa bumi yang terjadi di NTB tahun 2018 lalu. Limbah spesi dinding yang telah rusak tersebut diharapkan bisa dimanfaatkan oleh peneliti agar bisa mengurangi limbah yang ada pasca gempa bumi di NTB tahun 2018 lalu.

Gempa bumi yang terjadi di NTB tahun 2018 lalu merupakan bencana yang cukup besar yang dialami masyarakat pada umumnya. Kerusakan yang diakibatkan gempa bumi ini mengakibatkan banyak bangunan rumah, kantor, gedung-gedung pemerintahan, jalan dan infrastruktur lainnya ikut hancur dan banyak menelan korban jiwa. Data Progres Rehab Rekon Pasca Gempa Bumi NTB yang diupdate pada tanggal 20 Oktober 2019, rumah rusak akibat gempa bumi mencapai 175.010 unit rumah rusak. Kategori kerusakan sendiri dibagi

menjadi tiga kategori, yaitu Rusak Ringan yang sudah selesai di kerjakan sebanyak 58.590 unit, sedangkan yang masih dalam pengerjaan sebanyak 22.012 uni, Rusak Sedang yang sudah selesai sebanyak 16.077 unit, yang masih dalam pengerjaan 9.243 unit, Rusak Berat yang sudah selesai sebanyak 28.372 unit dan yang masih dalam pengerjaan sebanyak 40.716 unit.

Dari data tersebut bisa dipastikan berapa banyak limbah yang ada dari bongkaran rumah akibat gempa bumi yang terjadi. Oleh karena itu peneliti merasa perlu menggunakan limbah spesi dinding digunakan sebagai bahan campuran dalam pembuatan *paving block* yang perlu diteliti, sehingga nantinya mampu menghasilkan komposisi yang optimal untuk mendapatkan *paving block* yang memenuhi persyaratan serta menghasilkan kualitas *paving block* yang baik. Metode pembuatan *paving block* dilakukan secara mekanis menggunakan alat pemadat modifikasi dengan tekanan press secara maksimal.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah :

- 1) Bagaimana pengaruh penambahan limbah spesi dinding sebagai substitusi sebagian agregat halus terhadap sifat mekanik *paving block*.
- 2) Berapakah proporsi maksimum limbah spesi dinding yang dapat digunakan sebagai bahan substitusi sebagian agregat halus.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Untuk mengetahui pengaruh penambahan limbah spesi dinding sebagai substitusi sebagian agregat halus terhadap sifat mekanik *paving block*
- 2) Untuk mengetahui proporsi limbah spesi dinding secara maksimal pada pembuatan *paving block*.

#### 1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini antara lain :

- 1) Membagikan informasi dalam bidang ilmu keteknikan bahan bangunan, salah satunya pengaruh limbah spesi dinding terhadap *paving block*.
- 2) Mengembangkan pengetahuan dalam pemakaian material sekunder sebagai campuran atau mengurangi material primer untuk pekerjaan sipil.
- 3) Dapat mengurangi tumpukan limbah yang terjadi akibat bongkaran rumah pasca gempa bumi.
- 4) Memberikan wawasan tentang limbah konstruksi agar dapat menjadi suatu referensi bagi penelitian-penelitian yang akan datang.

#### 1.5 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini tentunya perlu adanya pembatasan terhadap masalah yang diangkat agar penelitian ini dapat fokus dan terarah sehingga mencapai hasil yang maksimal, yaitu mengenai pemanfaatan limbah spesi dinding sebagai campuran bahan pembuatan *paving block*. Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

- 1) Limbah spesi dinding yang digunakan merupakan limbah yang diambil dari hasil bongkaran rumah pasca gempa bumi di Desa Sesela Kecamatan Gunung Sari Kabupaten Lombok Barat.
- 2) Standar yang digunakan pada *paving block* berdasarkan SNI 03-0691-1996 Bata Beton (*Paving Block*).
- 3) Proses pengeraman sampel *paving block* selama 14 hari.
- 4) Besar limbah yang digunakan sebagai bahan substitusi pengganti pasir pada pembuatan *paving block* yaitu lolos saringan 4,75 mm dan tertahan di saringan 200.
- 5) Semen yang digunakan adalah semen portland tipe I dengan merk Tiga Roda.
- 6) Persentase limbah spesi dinding yang digunakan ialah 0%, 25%, 50%, 75% dan 100% terhadap berat pasir.

- 7) Bentuk benda uji yang digunakan adalah bentuk persegi panjang dengan ukuran 20cm x 10cm x 8cm.
- 8) Pembuatan benda uji *paving block* dilakukan secara manual mengandalkan tenaga manusia.
- 9) Parameter pengujian yang dilakukan meliputi:
  - a. Pengujian Kuat Tekan
  - b. Pengujian Tarik Belah
  - c. Pengujian Ketahanan *Impact*
- 10) Penelitian sama sekali tidak melakukan uji sifat kimia apapun.

## 1.6 Hipotesis

Dengan penggunaan agregat daur ulang sebagai campuran agregat alami pada *paving block*, kekuatan pada *paving block* akan berkurang. Penggunaan agregat daur ulang seperti limbah spesi dinding, peneliti mengasumsikan pada *paving block* dapat menghasilkan mutu kelas D, berdasarkan klasifikasi SNI 03-0691-1996 Bata Beton (*Paving Block*), dengan kuat tekan rata-rata 10 Mpa.

## 1.7 Metodologi Penelitian

Metode yang akan digunakan pada penelitian ini adalah membuat dan menguji sampel *paving block* di laboratorium. Dari hasil pengujian tersebut, akan dianalisa data yang didapat. Selain itu, akan dilakukan studi literatur untuk melakukan standar-standar material yang akan digunakan dan standar pengujiannya.

## 1.8 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

### 1) BAB I PENDAHULUAN

Bagian ini berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, hipotesis, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

**2) BAB II KAJIAN PUSTAKA**

Bagian ini berisi tentang teori-teori yang digunakan berdasarkan studi literatur yang sesuai dengan topik penelitian. Penjelasan ini bersumber dari buku-buku referensi, jurnal dan hasil penelitian terkait yang pernah dilakukan.

**3) BAB III METODE PENELITIAN**

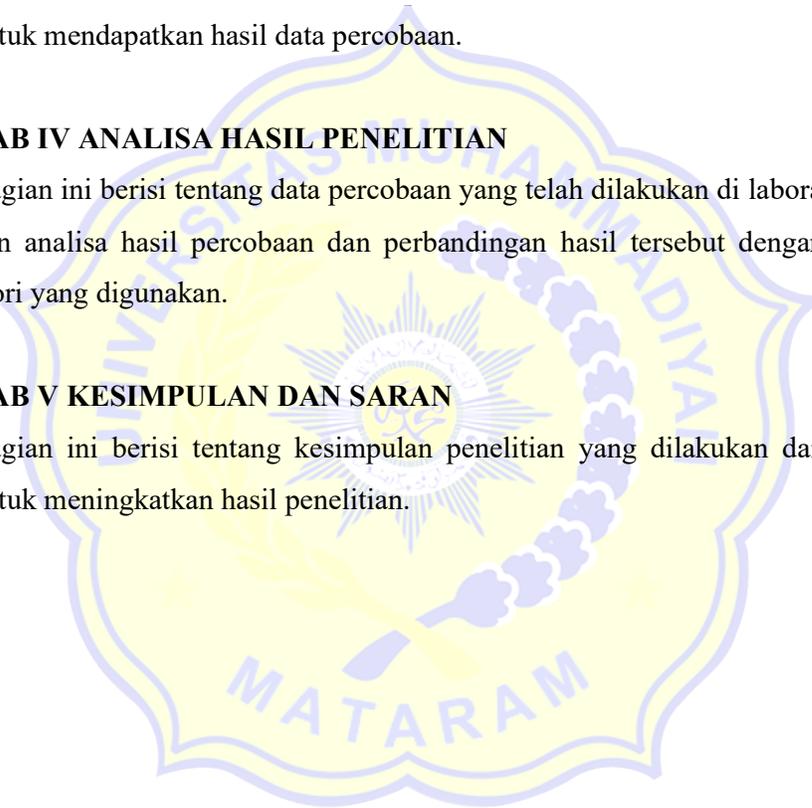
Bagian ini berisi tentang metode dan prosedur apa saja yang akan digunakan untuk mendapatkan hasil data percobaan.

**4) BAB IV ANALISA HASIL PENELITIAN**

Bagian ini berisi tentang data percobaan yang telah dilakukan di laboratorium dan analisa hasil percobaan dan perbandingan hasil tersebut dengan teori-teori yang digunakan.

**5) BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Bagian ini berisi tentang kesimpulan penelitian yang dilakukan dan saran untuk meningkatkan hasil penelitian.



## BAB II

### DASAR TEORI

#### 2.1 *Paving Block*

Bata beton (*paving block*) adalah suatu komposisi bahan bangunan yang terbuat dari campuran semen portland atau bahan perekat hidrolis lainnya, air dan agregat dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya yang tidak mengurangi mutu beton tersebut. *Paving block* mulai diperkenalkan di Belanda pada awal tahun 1950 untuk menggantikan perkerasan bata di jalanan (Van der Vlist 1980).

*Paving block* dikenal juga dengan sebutan bata beton, pada umumnya, agregat yang digunakan dalam campuran *paving block* adalah agregat halus berupa pasir. *Paving block* dapat berwarna seperti aslinya atau diberi zat warna pada komposisinya dan digunakan untuk halaman baik di dalam maupun di luar bangunan.

*Paving block* dibuat dari campuran semi kering dengan rasio air semen kurang dari 0,4. Namun, tidak seperti balok beton pada bangunan, *paving block* harus dipadatkan secara penuh agar menghasilkan densitas yang lebih tinggi. Pemadatan dapat dilakukan dengan proses ditekan (*pressing*) atau digetarkan (*vibrating*) ataupun dengan cara pemadatan manual.

Biasanya, *paving block* dibuat dengan cara manual. Pasir dan semen dicampur untuk bagian utama dalam dua tahap. Pertama pencampuran dilakukan dalam keadaan kering. Setelah itu, campuran ditambahkan hingga adukan homogen dengan kondisi campuran tidak terlalu basah dan tidak terlalu kering. Adukan yang sudah tercampur dimasukkan ke dalam cetakan dan ditekan dengan pelat besi bertekanan 100-125 kg/cm<sup>2</sup> (Rut Maria BR. Ginting, 2009). *Paving block* yang dikerjakan dengan mesin otomatis hasilnya tentu lebih baik, lebih kuat dan lebih rapat dibandingkan dengan yang manual karena adanya getaran dan pemadatan serta kontinuitas produksi yang terpercaya (Habibi Aswin, 2004).

### 2.1.1 Syarat Mutu *Paving Block*

Menurut SNI-03-0691-1996, syarat mutu bata beton (*paving block*) sebagai berikut :

a. Sifat Tampak

Bata beton harus mempunyai permukaan yang rata, tidak terdapat retak-retak dan cacat, bagian sudut dan rusuknya tidak mudah direpihkan dengan kekuatan jari tangan.

b. Ukuran

Bata beton harus mempunyai ukuran tebal minimal 60 mm dengan toleransi + 8%.

c. Sifat Fisika

Bata beton untuk lantai harus mempunyai kekuatan fisika seperti pada

**Tabel 2.1**

d. Ketahanan Terhadap Natrium Sulfat

Bata beton apabila diuji tidak boleh cacat, dan kehilangan berat yang diperkenankan maksimum 1%.

**Tabel. 2.1** Persyaratan Mutu *Paving Block*

Mutu	Kuat Tekan (Mpa)		Ketahanan Aus (mm/menit)		Penyerapan air rata-rata maks (%)
	Rata-rata	Min	Rata-rata	Min	
A	40	35	0,090	0,103	3
B	20	17,0	0,130	0,149	6
C	15	12,5	0,160	0,184	8
D	10	8,5	0,219	0,251	10

Sumber : SNI-03-0691-1996 Bata Beton (*Paving Block*)

### 2.1.2 Klasifikasi *Paving Block*

Dari klasifikasi *paving block* ini didasarkan pada SNI-03-0691-1996, adalah :

- a. Bata beton mutu A digunakan untuk jalan.
- b. Bata beton mutu B digunakan untuk peralatan parkir.
- c. Bata beton mutu C digunakan untuk pejalan kaki.
- d. Bata beton mutu D digunakan untuk taman dan penggunaan lain.

Pada umumnya, *paving block* memiliki ketebalan sekitar 6cm sampai 8cm dengan toleransi  $\pm 2$ cm untuk ukuran bidang dan  $\pm 3$ mm untuk ukuran tebal. Bentuk *paving block* bervariasi berdasarkan keperluannya.



**Gambar 2.1** Macam-macam dan Bentuk *Paving Block*  
Sumber : sanpaving.wordpress.com

### 2.2 Penggunaan Agregat Daur Ulang pada *Paving Block*

Banyak penelitian yang membahas tentang pengaruh penggunaan agregat daur ulang pada campuran *paving block*. kriteria agregat daur ulang yang digunakan pada tiap-tiap penelitian berbeda-beda. Begitu juga parameter yang diuji dalam penelitian tersebut.

Salah satu penelitian yang pernah dilakukan adalah penelitian tentang agregat daur ulang campuran tanah dan semen sebagai campuran *paving block*. Penelitian yang berjudul Peningkatan Kuat Tekan *Paving Block* Menggunakan Campuran Tanah dan Semen dengan Alat Pematat Modifikasi ini dilakukan oleh Ratna Hidayati dari Fakultas Teknik, Universitas Lampung pada tahun 2016. Pada penelitian tersebut agregat daur ulang yang digunakan adalah tanah dan semen yang dijadikan pengganti pasir dalam pembuatan *paving block*. Parameter yang diuji pada penelitian tersebut adalah kuat tekan dan daya serap air.

Hasil penelitian tersebut menjelaskan bahwa perilaku pasca pembakaran dengan penggunaan campuran semen dan tanah dengan perbandingan 20% semen dan 80% tanah memiliki nilai kuat tekan tertinggi yaitu 15,05 Mpa. Dengan nilai kuat tekan tersebut maka *paving block* tersebut memenuhi standar *paving block* mutu C yang dapat diaplikasikan untuk pejalan kaki.

Sementara dari pengujian daya serap air *paving block* pasca pembakaran untuk *paving block* campuran 10% semen + 90% tanah, 15% semen + 85% tanah dan 20% semen + 80% tanah, menghasilkan *paving block* mutu C dengan nilai penyerapan air rata-rata minimum yaitu 8% dan mutu D dengan nilai penyerapan air rata-rata maksimum yaitu 10%.

Selain penelitian yang disebutkan ada lagi penelitian yang dilakukan oleh Giwangkara Ricky Perdana dari Fakultas Teknik Universitas Indonesia pada tahun 2012 dengan judul Studi Sifat Mekanik *Paving Block* Terbuat Dari Campuran Limbah Adukan Beton Dan Bahan Tambahan Serat Ijuk. Pada penelitian tersebut menggunakan serat ijuk sebagai bahan tambahan dalam pembuatan *paving block* dengan parameter pengujiannya antara lain kuat tekan, kuat lentur, dan penyerapan.

Dari penelitian tersebut dihasilkan bahwa agregat halur dari daur ulang limbah adukan beton mempunyai penyerapan air yang tinggi yaitu sebesar 23,1527 %. Pembuatan *paving block* dengan penambahan serat ijuk menghasilkan

mutu *paving block* dengan klasifikasi kelas D bersarkan SNI 03-0691-1996 Bata Beton (*Paving Block*).

### 2.3 Keuntungan Penggunaan *Paving Block*

Adapun keuntungan dari penggunaan *paving block* adalah sebagai berikut :

- a. Dalam pelaksanaan mudah, karena tidak perlu memiliki keahlian khusus serta tidak memerlukan alat berat dalam pemasangan.
- b. Dapat diproduksi secara massal, untuk mendapatkan mutu yang tinggi diperlukan tekanan pada saat pencetakan.
- c. Pemeliharaan mudah dan murah, karena dapat dipasang kembali setelah dibongkar jika terjadi kerusakan disalah satu *paving block* yang rusak.
- d. Tahan terhadap beban vertikal dan horizontal yang disebabkan oleh rem atau kecepatan kendaraan berat.
- e. Adanya pori-pori pada *paving block* dapat meminimalisasi aliran permukaan dan memperbanyak infiltrasi dalam tanah.
- f. Pada saat pengerjaan tidak menimbulkan kebisingan dan gangguan debu.
- g. Mempunyai nilai estetika yang unik terutama jika didesain dengan bentuk dan warna yang indah`

### 2.4 Bahan Penyusun *Paving Block*

Kualitas dan mutu *paving block* ditentukan oleh bahan dasar, bahan tambahan, proses pembuatan dan alat yang digunakan. Semakin baik mutu bahan bakunya, komposisi perbandingan campuran yang direncanakan dengan baik, proses pencetakan dan pembuatan yang dilakukan dengan baik akan menghasilkan *paving block* yang berkualitas baik pula.

Bahan-bahan pokok *paving block* adalah semen, pasir, dan air dalam proporsi tertentu. Tetapi ada juga *paving block* yang memakai bahan tambahan misalnya kapur, gips, tras, abu layang, abu sekam padi dan lain-lain. Bahan-bahan

yang digunakan dalam pembuatan *paving block* dalam penelitian ini semen, pasir, air dan bahan tambahan limbah spesi dinding.

#### 2.4.1 Semen *Portland*

Semen *portland* adalah bahan pengikat hidrolis hasil penggilingan bersama-sama terak semen *portland* dan gips dengan satu atau lebih bahan anorganik, atau hasil pencampuran antara bubuk semen *portland* dengan bubuk bahan anorganik lain. Bahan anorganik tersebut antara lain terak tanur tinggi (*blast furnace slag*), pozolan, senyawa silikat, batu kapur, dengan kadar total bahan anorganik 6% - 35% dari massa semen *portland* komposit. (SNI 15-7064-2004). Semen *portland* dapat digunakan untuk konstruksi umum seperti, pekerjaan beton, pasangan bata, selokan, jalan, pagar dinding dan pembuatan elemen bangunan khusus seperti beton pracetak, beton pratekan, panel beton, bata beton (*paving block*) dan sebagainya.

Proses pembuatan semen secara garis besar terdiri dari penghancuran bahan baku, mencampur bahan tersebut menjadi satu kesatuan dengan proporsi tertentu dan membakarnya di sebuah tempat pembakaran berputar dengan temperatur sekitar 1400 °C dan bahan-bahan tersebut sebagian menyatu menjadi bola-bola yang disebut kliker. Kliker tersebut didinginkan dan ditumbuk menjadi bubuk halus, dengan ditambahkan gypsum.

Semen digunakan untuk merekat batu, bata, batako, maupun bahan bangunan lainnya. Sedangkan kata semen sendiri berasal dari *caementum* (bahasa latin), yang artinya “*memotong menjadi bagian-bagian kecil tak beraturan*”. Meski sempat populer pada zamannya, nenek moyang semen *made in* Napoli ini tak berumur panjang. Menyusul runtuhnya Kerajaan Romawi, sekitar abad pertengahan (tahun 1100-1500 M) resep ramuan *pozzuolana* sempat menghilang dari peredaran (Wikipedia). Berikut merupakan jenis-jenis semen *portland* :

**Tabel 2.2** Jenis-jenis Semen

<b>NOMOR SNI</b>	<b>NAMA</b>
SNI 15-0129-2004	<i>Semen Portland Putih</i>
SNI 15-0302-2004	<i>Semen Portland Pozolan / Portland Pozzolan Cement (PPC)</i>
SNI 15-2049-2004	<i>Semen Portland / Ordinary Portland Cement (OPC)</i>
SNI 15-3500-2004	<i>Semen Portland Campur</i>
SNI 15-3758-2004	<i>Semen Masonry</i>
SNI 15-7064-2004	<i>Semen Portland Komposit</i>

Sumber : Wikipedia, 2015

#### **2.4.2 Agregat Halus (Pasir)**

Pasir beton adalah pasir yang bagus untuk suatu bangunan. Pasir beton biasanya berwarna hitam dan butirannya cukup halus, namun apabila dikepal dengan tangan tidak menggumpal dan akan melebar kembali. Pasir ini baik sekali untuk pencampuran bahan dan pembangunan dan biasanya pasir ini digunakan untuk pengecoran plesteran dinding, pondasi pemasangan bata dan batu. Pasir yang digunakan harus disimpan ditempat yang bersih, yang keras permukaannya dan dicegah supaya tidak terjadi percampuran dengan tanah dan terkotori.

#### **2.4.3 Air**

Air diperlukan pada pembuatan *paving block* untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat, membasahi limbah spesi dinding dan memberikan kemudahan dalam pekerjaan *paving block*. Air yang berlebihan akan menyebabkan banyaknya gelembung air setelah proses hidrasi selesai, sedangkan air yang terlalu sedikit akan menyebabkan proses hidrasi tidak tercapai seluruhnya sehingga akan mempengaruhi kekuatan beton.

Air yang digunakan untuk semua pekerjaan-pekerjaan dilapangan adalah air bersih, tidak berwarna, tidak mengandung bahan-bahan kimia (asam alkali), tulang, minyak atau lemak dan memenuhi syarat-syarat Peraturan Beton Indonesia serta uji terlebih dahulu oleh Laboraturium yang disetujui secara tertulis oleh direksi/pengawas ahli. Air yang mengandung garam (air laut) sama sekali tidak diperkenankan untuk dipakai.

## **2.5 Limbah**

### **2.5.1 Pengertian Limbah**

Limbah adalah buangan atau material sisa yang dianggap tidak memiliki nilai yang dihasilkan dari suatu proses produksi, baik industri maupun domestik (rumah tangga).

Ada juga yang mengatakan bahwa definisi limbah adalah semua material sisa atau buangan yang berasal dari proses teknologi maupun dari proses alam dimana kehadirannya tidak bermanfaat bagi lingkungan dan tidak memiliki nilai ekonomis. Pada dasarnya berbagai jenis limbah dihasilkan oleh kegiatan manusia, baik itu kegiatan industri maupun domestik (rumah tangga) dan berdampak buruk terhadap lingkungan dan juga bagi kesehatan manusia.

Agar lebih memahami apa definisi limbah, maka kita bisa merujuk kepada pendapat beberapa ahli berikut ini :

- a. Limbah adalah sisa atau hasil sampingan dari kegiatan manusia dalam upaya memenuhi kebutuhan hidupnya. Susilowarno (2007).
- b. Limbah adalah bahan yang dibuang/terbuang dari hasil aktivitas manusia atau berbagai proses alam, dan tidak memiliki nilai ekonomi, bahkan dapat merugikan manusia. Hieronymus Budi Santoso (2010).

- c. Limbah adalah buangan yang dihasilkan dari suatu proses produksi, baik industri maupun domestik (rumah tangga), dimana kehadirannya dapat menurunkan kualitas lingkungan. Deden Abdurahman (2008).

### 2.5.2 Karakteristik Limbah

Limbah memiliki ciri-ciri tertentu yang membedakan dengan benda lainnya. Adapun beberapa karakteristik limbah adalah sebagai berikut :

- a. Berukuran Mikro, limbah ini memiliki ukuran kecil atau partikel-partikel kecil yang masih dapat dilihat oleh mata manusia.
- b. Bersifat Dinamis, limbah ini selalu bergerak sesuai dengan lingkungan sekitarnya. Misalnya, ketika limbah masuk ke sungai maka limbah tersebut akan mengikuti arah aliran sungai tersebut.
- c. Penyebabnya Berdampak Luas, dampak yang ditimbulkan oleh limbah pada lingkungan dan manusia efeknya beragam. Ketika kontaminasi limbah sudah berat maka akan menyebabkan kerusakan bagi lingkungan dan manusia.
- d. Berdampak Jangka Panjang, limbah dapat menimbulkan dampak yang cukup lama di wilayah yang terkontaminasi. Sehingga dibutuhkan waktu yang cukup lama untuk mengembalikan kondisi wilayah tersebut

### 2.5.3 Jenis-Jenis Limbah

Jenis-jenis limbah dapat dibedakan dalam tiga kategori, yaitu berdasarkan wujudnya, berdasarkan sumbernya, berdasarkan senyawanya. Adapun penjelasan macam-macam limbah adalah sebagai berikut :

- a. Jenis Limbah Berdasarkan Wujudnya
  - Limbah Padat, yaitu limbah yang wujudnya padat, sifatnya kering, dan tidak dapat berpindah sendiri. Contohnya : sampah, potongan

kayu, sisa makanan, logam, material bongkaran rumah atau gedung dan plastic.

- Limbah Cair, yaitu limbah yang wujudnya cair, dapat larut dalam air, dan dapat berpindah sendiri. Contohnya : air cucian piring, air bekas cuci kendaraan dan lainnya.
- Limbah Gas, yaitu limbah zat yang wujudnya gas dan mengandung racun (CO<sub>2</sub>, HCL, SO<sub>2</sub>, dan lainnya) dan dapat berpindah-pindah. Contohnya : asap kendaraan bermotor, asap pabrik, dan lainnya.

b. Jenis Limbah Berdasarkan Sumbernya

- Limbah Industri, yaitu limbah yang berasal dari pembuangan atau sisa kegiatan industri.
- Limbah Pertanian, yaitu limbah yang timbul sebagai akibat dari kegiatan pertanian.
- Limbah Pertambangan, yaitu limbah yang timbul karena aktivitas pertambangan.
- Limbah Domestik, yaitu limbah yang disebabkan oleh kegiatan rumah tangga, restoran, pasar, dan lainnya.
- Limbah Konstruksi, yaitu limbah yang timbul akibat kegiatan/aktivitas konstruksi seperti pembangunan atau perenovasian bangunan.

c. Jenis Limbah Berdasarkan Senyawanya

- Limbah Organik, yaitu jenis limbah yang dapat diuraikan (mudah membusuk) dan berbau dengan alam. Misalnya, kotoran hewan dan kotoran manusia.
- Limbah Anorganik, yaitu jenis limbah yang sangat sulit atau bahkan tidak dapat diuraikan. Misalnya, sampah plastic, potongan baja, dan lain-lain.

#### 2.5.4 Dampak Limbah

Seperti yang telah disinggung pada pengertian limbah diatas, ada beragam dampak limbah yang dapat terjadi pada lingkungan dan juga kesehatan manusia. Adapun dampak limbah adalah sebagai berikut :

##### a. Dampak Limbah Terhadap Lingkungan

Secara umum, limbah memiliki dampak negatif terhadap lingkungan sekitarnya. Selain merusak lingkungan dan menyebabkan nilai estetika lingkungan menjadi buruk, limbah juga dapat menyebabkan kematian terhadap organism yang terdapat dilingkungan tersebut. Misalnya, limbah cair yang mengkontaminasi sungai. Racun yang terdapat pada limbah tersebut akan menyebabkan banyak organism didalam sungai tersebut mati keracunan, misalnya ikan.

##### b. Dampak Limbah Terhadap Manusia

Meskipun sebagian besar limbah dihasilkan oleh manusia, namun sebenarnya yang paling merasakan dampak negatif pencemaran limbah adalah manusia itu sendiri. Ada banyak sekali gangguan kesehatan yang terjadi jika limbah beracun sudah mencemari lingkungan manusia.

#### 2.6 Spesi Dinding

Spesi merupakan campuran antara *Portland Cement (PC)*, pasir dan air. Spesi sendiri memiliki arti yaitu campuran atau adukan. Sementara dinding ialah suatu struktur padat yang membatasi dan juga melindungi suatu area. Umumnya, dinding membatasi suatu bangunan dan menyokong struktur lainnya, membatasi ruang dalam bangunan menjadi ruangan-ruangan, atau melindungi atau juga membatasi suatu ruang dialam terbuka. Tiga jenis utama dinding structural adalah dinding bangunan, dinding pembatas (*boundary*), serta dinding penahan (*retaining*). (Wikipedia. 2019).

Dinding bangunan memiliki dua fungsi utama, yaitu menyokong atap dan langit-langit, membagi ruangan, serta melindungi terhadap intrusi dan cuaca. Dinding pembatas mencakup dinding privasi, dinding penanda batas, serta dinding kota. Dinding jenis ini kadang sulit dibedakan dengan pagar. Dinding penahan berfungsi sebagai penghadang gerakan tanah, batuan, atau air dan dapat berupa bagian eksternal ataupun internal suatu bangunan.

### **2.6.1 Jenis-Jenis Dinding**

Yang termasuk jenis-jenis dinding sebagai berikut:

1. Dinding Praktisi, yaitu dinding ringan yang memisahkan antar ruang dalam. Terbuat dari gypsum, fiber, tripleks, atau duplex.
2. Dinding Pembatas, berfungsi untuk menandakan batas lahan, atau biasa disebut dinding privasi.
3. Dinding Penahan, digunakan pada tanah yang berkontur dan dibutuhkan struktur tambahan untuk menahan tekanan tanah.
4. Dinding Struktural, untuk menopang atap dan sama sekali tidak menggunakan cor beton untuk kolom. Konstruksinya 100% mengandalkan pasangan batubata dan semen.
5. Dinding Non-Struktural, dinding yang tidak menopang beban, hanya sebagai pembatas apabila dinding dirobohkan, maka bangunan tetap berdiri. Beberapa material dinding non-struktural diantaranya seperti batu bata, batako, bata ringan, kayu dan kaca.

### **2.6.2 Yang Termasuk Spesi Pada Dinding**

Yang termasuk spesi pada dinding salah satunya ialah plesteran. Plesteran sendiri adalah membalut atau melapisi baik itu lantai atau dinding tembok dengan adukan (spesi). Pekerjaan plesteran dilakukan untuk mendapatkan pertambahan kekuatan baik lantai atau dinding, selain itu untuk kerapihan dan keindahan.

Menurut fungsinya plesteran dibagi menjadi 2 jenis yaitu :

1. Plesteran kedap air, yaitu untuk pekerjaan-pekerjaan yang berhubungan langsung dengan air. Contohnya, dinding kamar mandi, plesteran dinding, dan lantai kolam, saluran air, dan lainnya, dengan perbandingan campuran 1 *Portland Cement (PC)* : 3 pasir.
2. Plesteran non kedap air/plesteran biasa, yaitu pekerjaan plesteran yang tidak berhubungan langsung dengan air. Contohnya, plesteran dinding rumah, lantai rumah, dan lainnya.

## **2.7 Pengujian *Paving Block***

### **2.7.1 Pemeriksaan Sifat Tampak**

Pemeriksaan bata beton (*paving block*) diperiksa dengan pengamatan teliti. *Paving block* harus mempunyai permukaan yang rata, tidak terdapat retak-retak dan cacat, bagian sudut dan rusuknya tidak mudah direpihkan dengan kekuatan jari tangan.

### **2.7.2 Pemeriksaan Ukuran**

Digunakan peralatan caliper atau sejenisnya dengan ketelitian 0,1 mm, pengukuran tebal dilakukan terhadap tiga tempat yang berbeda-beda dan diambil nilai rata-rata. *Paving block* mempunyai ukuran tebal minimal 60 mm dengan toleransi  $\pm 8\%$ .

### **2.7.3 Pegujian Kuat Tekan**

Kuat tekan *paving block* menurut SNI 03-0691-1996, ialah besaran beban persatuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bisa dibebani gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan. Kuat tekan maksimum  $f'_c$  dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut

$$f'_c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (2-1)$$

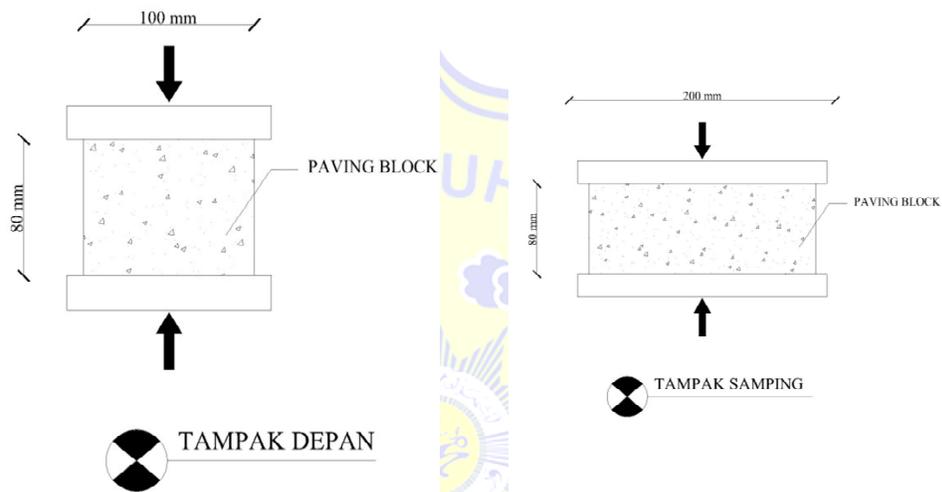
Dimana :

$f'_c$  = Kuat tekan benda uji (Mpa)

P = Beban maksimum (N atau kN)

A = Luas penampang benda uji ( $\text{mm}^2$ )

Berikut sketsa pengujian kuat tekan pada penellitian ini:



**Gambar 2.2.** Sketsa Pengujian Kuat Tekan

Sumber : Dokumentasi Peneliti

#### 2.7.4 Pengujian Tari Belah

Kuat tarik belah beton menurut SNI 03-2491-2002 adalah nilai kuat tarik tidak langsung dari benda uji beton yang diperoleh dari hasil pembebanan benda uji yang diletakkan mendatar sejajar searah meja penekan mesin uji tekan. Menurut BS EN 1338:2003 (dalam Purwanto dan Priastiw, 2008) menyatakan untuk menghitung nilai tarik belah digunakan persamaan sebagai berikut:

$$T = 0,637 \times k \times \frac{P}{s} \dots\dots\dots (2-2)$$

Dimana :

T = Kuat tarik belah (Mpa)

P = Beban maksimum (N atau kN)

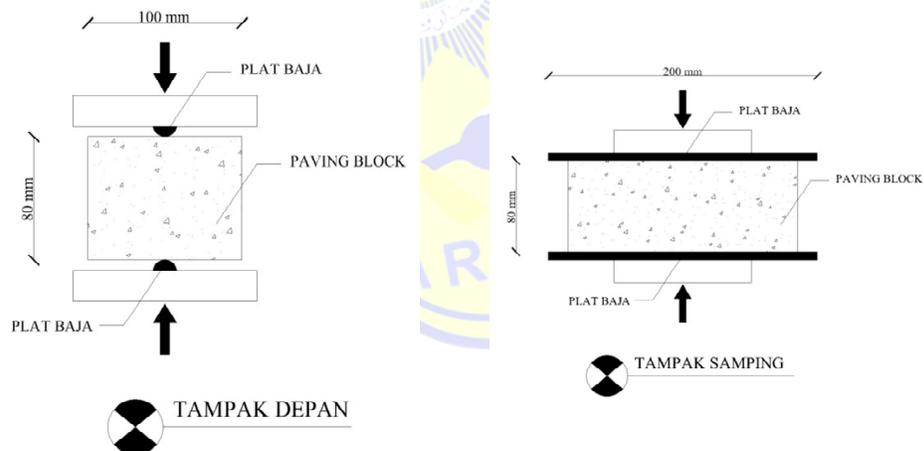
S = Luas permukaan benda uji dalam milimeter persegi, yang dihitung dengan rumus  $l \times t$  dimana panjang *paving block* dan *t* itu tebal *paving block*.

k = Faktor koreksi, untuk nilai k dapat dilihat dalam tabel berikut ini.

**Tabel 2.3** Nilai Faktor Koreksi

t (mm)	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
K	0,71	0,79	0,87	0,94	1,00	1,06	1,11	1,15	1,19	1,23	1,25

Sumber : BS EN 1338, 2003



**Gambar 2.3.** Sketsa Pengujian Kuat Tarik Belah

Sumber : Dokumentasi Peneliti.

### 2.7.5 Pengujian *Impact*

Berdasarkan ACI 544-2R-89 (Dalam Murugan 2016). Pengujian ketahanan *impact* dilakukan untuk mengetahui sejauh mana ketahanan dari *paving block* dalam menerima benturan-benturan yang bersifat kejut atau tiba-tiba. Dalam hal ini benturan yang diterima oleh *paving block* berasal dari beban yang dijatuhkan dari suatu ketinggian tertentu dengan masaa beban tertentu.

Jumlah pukulan yang diperlukan untuk membuat benda uji mengalami retak yang pertama kali dan untuk membuat benda uji tersebut pecah adalah nilai ketahanan benda uji terhadap beban *impact*. Besarnya energi potensial dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$E = m \times g \times h \dots\dots\dots (2-3)$$

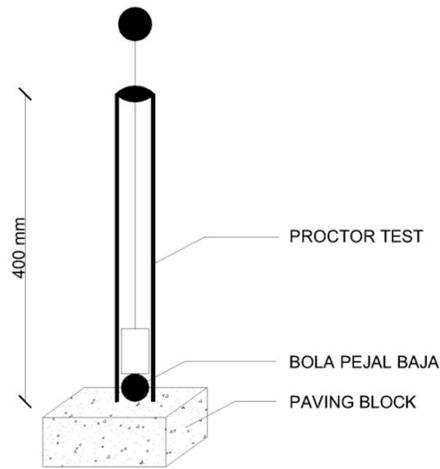
Dengan :

E = Energi potensial (joule)

m = Massa beban yang dijatuhkan (kg)

g = Gaya gravitasi bumi ( $m/s^2$ )

h = Tinggi jatuh beban sampai ke permukaan benda uji (m)



**Gambar 2.4.** Sketsa Alat Uji *Impact*

Sumber : Dokumentasi Peneliti.

*Proctor test* memiliki dua tipe yaitu *proctor test standart* dan *modified*, pada *proctor test standart* tinggi jatuh tumbukan adalah 30,5 cm dengan berat penumbuk 2,5 kg, sedangkan pada *proctor test modified* tinggi jatuh tumbukan adalah 45,7 cm dengan berat penumbuk sebesar 4,54 kg.

## 2.8 Umur Beton

Kuat tekan beton bertambah tinggi dengan bertambahnya umur. Yang dimaksudkan umur disini dihitung sejak beton dicetak. Laju kenaikan kuat tekan beton mula-mula cepat, lama-lama laju kenaikan itu semakin lambat dan laju kenaikan tersebut menjadi relatif sangat kecil setelah berumur 28 hari, sehingga secara umum dianggap tidak naik lagi setelah berumur 28 hari. Oleh karena itu, sebagai standar kuat tekan beton (jika tidak disebutkan umur secara khusus) ialah kuat tekan beton pada umur 28 hari.

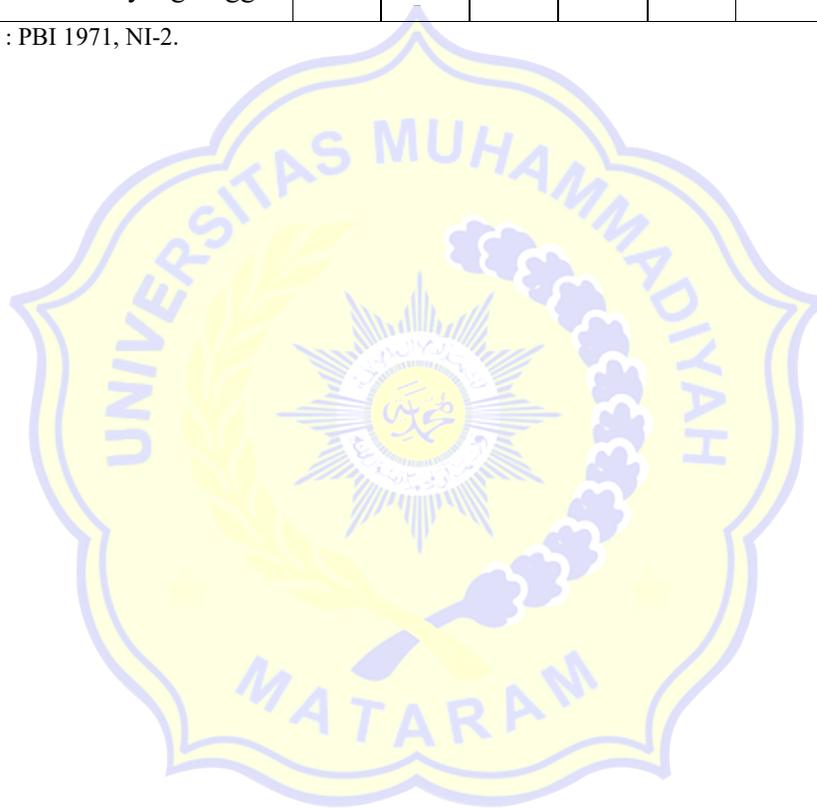
Laju kenaikan tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain: jenis semen *Portland*, suhu keliling beton, faktor air semen, dan faktor lain yang sama

dengan faktor-faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton. Berikut pedoman tentang hubungan antara umur dan kuat tekan beton dapat dibaca pada **Tabel 2.4**.

**Tabel 2.4** Rasio Kuat Tekan Beton pada Berbagai Umur

Umur beton (hari)	3	7	14	21	28	90	365
Semen <i>Portland</i> Biasa	0,40	0,65	0,88	0,95	1,00	1,20	1,35
Semen <i>Portland</i> dengan kekuatan awal yang tinggi	0,55	0,75	0,90	0,95	1,00	1,15	1,20

Sumber : PBI 1971, NI-2.



## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Bahan Penelitian

Pada penelitian ini, bahan campuran substitusi atau pengganti bahan utama dalam pembuatan *paving block* yaitu pasir adalah limbah spesi dinding yang berasal dari bongkaran rumah pasca gempa bumi yang berada di Desa Sesela, Kecamatan Gunung Sari Kabupaten Lombok Barat, Nusa Tenggara Barat.

#### 3.2 Metode Pengambilan Sampel

Limbah tersebut berupa bongkahan-bongkahan yang sudah mengeras. Limbah tersebut akan dihancurkan dan ditumbuk untuk mendapatkan butiran-butiran yang halus dan digunakan sebagai agregat halus. Sebelum digunakan, limbah tersebut akan diuji terlebih dahulu untuk mengetahui properti agregat tersebut.

#### 3.3 Pengujian Agregat

Agregat yang digunakan sebagai tambahan dalam pencampuran pasir pada *paving block* mengalami proses *setting* dan properti agregat tersebut telah berubah akibat adanya ikatan dengan semen. Oleh sebab itu, diperlukan pengujian untuk mengetahui properti agregat tersebut. Pengujian ini juga bertujuan untuk membandingkan properti agregat. Pengujian ini tidak hanya dilakukan pada agregat daur ulang, melainkan agregat halus juga perlu di uji, berikut pengujian yang perlu dilakukan pada agregat daur ulang maupun agregat halus :

- a. Analisa Berat Jenis dan *Absorpsi*
  - Agregat halus (pasir)
  - Limbah spesi dinding
- b. Analisa Saringan Agregat
  - Agregat halus (pasir)
  - Limbah spesi dinding

- c. Analisa Kadar Air
- Agregat halus (pasir)
  - Limbah spesi dinding

### 3.3.1 Pengujian Berat Jenis dan Absorpsi

#### A. Peralatan

- Neraca Timbangan dengan kepekaan 0,1 gram dan kapasitas maksimum 1 kg
- Piknometer kapasitas 500 gram dan 1000 gram
- Wadah
- Oven, dengan ukuran yang memadai dan dapat mempertahankan suhu  $[110 \pm 5]^{\circ}\text{C}$ .

#### B. Bahan

- Agregat halus 1000 gram [2 x 500 gram], diperoleh dari alat pemisah contoh atau cara perempat.

#### C. Prosedur

- Menyiapkan pasir yang butir-butirnya lewat ayakan 4,80 mm.
- Kemudian didiamkan selama beberapa jam, selanjutnya pasir direndam selama 24 jam.
- Air redaman dibuang, kemudian pasir ditebarkan agar kering sampai tercapai keadaan jenuh kering muka (SSD) (Bj)
- Masukkan air dalam piknometer sampai tanda batas, lalu timbang (B)
- Air dikeluarkan, lalu pasir dimasukkan dalam piknometer lalu tambahkan air sampai tanda batas (Bt)
- Pasir dalam piknometer diputar-putar untuk mengeluarkan gelembung udara yang terperangkap dalam butir-butir pasir.
- Pasir dikeluarkan dari piknometer dengan hati-hati, kemudian pasir dioven sampai beratnya tetap (Bk). Penimbangan dilakukan setelah pasir didinginkan.

- Menghitung berat jenis, berat jenis jenuh permukaan (SSD), dan penyerapan.

### 3.3.2 Pengujian Saringan

#### A. Peralatan

- Timbangan dan neraca dengan ketelitian 0,1 dari benda uji
- Satu set saringan : No. 4 ; No. 8 ; No. 16 ; No. 30 ; No. 40 ; No. 100 ; No. 200
- Oven, dengan ukuran yang memadai dan dapat mempertahankan suhu  $[110 \pm 5]^{\circ}\text{C}$ .

#### B. Bahan

- Agregat halus sebanyak dengan ukuran maksimum No. 4

#### C. Prosedur

- Sediakan agregat halus
- Benda uji dikeringkan dalam oven dengan suhu  $[110 \pm 5]^{\circ}\text{C}$  selama 1x24 jam
- Saring benda uji lewat susunan saringan dengan susunan ukuran No. 4, 8, 16, 30, 40, 100, 200, pan. Kemudian saringan diguncang dengan tangan selama 15 menit.
- Timbang agregat halus yang tertahan disetiap saringan.

#### D. Perhitungan

Menghitung persentase berat uji yang tertahan pada setiap saringan terhadap berat benda uji total. Lalu menghitung persentase berat benda uji lolos pada tiap saringan terhadap benda uji total dan akumulasinya.

### 3.3.3 Pengujian Kadar Air

#### A. Peralatan

- Timbangan dan neraca dengan ketelitian 0,1 dari benda uji
- Wadah Cawan

- Oven, dengan ukuran yang memadai dan dapat mempertahankan suhu  $[110 \pm 5]^{\circ}\text{C}$ .

B. Bahan

- Agregat dengan jumlah yang telah ditentukan.

C. Prosedur

- Sediakan agregat.
- Agregat di cuci sampai kadar lumpur berkurang.
- Benda uji di anginkan di suhu ruangan selama beberapa jam.
- Sediakan wadah cawan, lalu timbang berat kosong cawan (A).
- Masukkan agregat kedalam wadah cawan lalu timbang (B).
- Benda uji dikeringkan dalam oven dengan suhu  $[110 \pm 5]^{\circ}\text{C}$  selama 1x24 jam
- Keluarkan benda uji dalam oven, lalu di anginkan sampai pada suhu sekitar, lalu cawan beserta benda uji tersebut di timbang (C).

D. Bahan

Menghitung persentase berat uji yang tertahan pada setiap saringan terhadap berat benda uji total. Lalu menghitung persentase berat benda uji lolos pada tiap saringan terhadap benda uji total dan akumulasinya.

### 3.4 Pembuatan Benda Uji *Paving Block*

*Paving block* yang akan diuji pada penelitian ini berukuran panjang 20 cm, lebar 10 cm, dan tebal 8 cm. Campuran pada benda uji tersebut akan menggunakan jumlah perbandingan semen agregat halus sebesar 1 : 4. Agregat halus yang digunakan adalah pasir dan limbah spesi dinding yang digunakan sebagai bahan material substitusi pasir.



**Gambar 3.1.** Pembuatan Benda Uji *Paving Block*

Sumber : Benda Uji Penelitian

Pada pembuatan *paving block* tersebut yakni memiliki variasi campuran limbah spesi dinding 0%, 25%, 50%, 75%, dan 100% dari berat agregat halus yakni pasir.

Pembuatan benda uji *paving block* membutuhkan proses pemadatan saat mencetak campuran kedalam cetakan. Pemadatan bisa dilakukan dengan proses ditekan (*pressing*) secara manual ataupun mekanis atau juga digetarkan (*vibrating*). Pada penelitian ini, metode pemadatan akan menggunakan dengan cara ditekan (*pressing*) secara manual atau menggunakan tenaga manusia.

Karena penggunaan agregat halus berasal dari limbah spesi dinding sebagai pengganti pasir, kekuatan dari benda uji *paving block* tersebut akan berkurang. Oleh karena itu, target mutu *paving block* yang dibuat dengan bahan limbah spesi dinding sebagai substitusi pasir adalah *paving block* mutu D berdasarkan SNI 03-0691-1996 Bata Beton (*Paving Block*). *Paving block* mutu D adalah *paving block* yang diperuntukkan sebagai taman atau penggunaan lainnya.

#### **3.4.1 *Mix Design Paving Block***

*Mix design paving block* yang digunakan pada penelitian ini mengikuti cara dari jurnal berjudul *Mix Design for Concrete Block Paving* oleh A.J. Dowson dari S. Marshall & Sons Ltd, Uk. *Mix design* ini dihitung berdasarkan standar BS, *British Standards Institute*. Langkah-

langkah perhitungan *mix design paving block* tersebut adalah sebagai berikut:

1. Menentukan nilai *compressive strength*

Nilai *compressive strength* ditentukan oleh perbandingan jumlah kandungan semen dan PFA (*Pulverized Ash*) dalam campuran. PFA atau abu terbang adalah limbah yang dihasilkan dari energi listrik dan dapat mempercepat pengerasan dari beton pada umur yang tua. Untuk menentukan nilai *compressive strength* dibutuhkan tabel perbandingan semen dengan PFA dan nilai kekuatan rata-ratanya (*average strength*) sebagai berikut :

**Tabel 3.1** Perbandingan *Cement* dengan PFA dan Nilai *Average Strength*

<i>Cement</i>	PFA	<i>Av. Strength</i> (Mpa)
100%	-	60
75%	25%	60
64%	36%	59

Sumber : *Mix Design for Concrete Block Paving, A.J Downson*

Pada penelitian ini, PFA tidak digunakan atau dengan kata lain nilai kandungan semen dalam campuran adalah 100%. Pada tabel di atas, untuk nilai semen 100% didapat nilai *average strength* sebesar 60 Mpa.

2. Menentukan nilai *characteristic strength*

*Characteristic strength* adalah kekuatan yang diperoleh yang diperkirakan besarnya akan berkurang dari nilai kekuatan rata-rata. Hal ini disebabkan karena adanya kemungkinan kekuatan yang didapat lebih kecil dari kekuatan yang telah ditentukan. Nilai *characteristic strength* ditentukan dari perhitungan sebagai berikut :

$$\text{Characteristic strength} = \text{Average strength} - (k \times \text{SD}) \dots \dots \dots (3-1)$$

Keterangan :

$k$  = konstanta produk yang cacat

SD = Standar deviasi untuk *paving block*.

Besar nilai  $k$  adalah 1,64 yang merepresentasikan 5% cacat produk.

Sedangkan nilai SD, adalah sebesar 3,5 N/mm<sup>2</sup> untuk *paving block*

yang menggunakan mesin bertekanan. Sedangkan nilai SD sebesar 7

N/mm<sup>2</sup> digunakan jika menggunakan mesin vibrasi.

Pada penelitian ini, pembuatan *paving block* menggunakan mesin

bertekanan sehingga nilai SD sebesar 3,5 N/mm<sup>2</sup>. Jadi didapat nilai

*characteristic strength* sebesar :

$$\text{Characteristic strength} = 60 - (1,64 \times 3,5) = 54,26 \text{ Mpa}$$

### 3. Menentukan *water content*

Pada jurnal *Mix Design for Concrete Block Paving* disebutkan bahwa

nilai *water content* biasanya antara 5 – 7%. Tapi pada umumnya di

Indonesia, *paving block* menggunakan air sebanyak W/C (*water*

*cement content*) sebesar < 0,4. Sehingga pada penelitian ini jumlah air

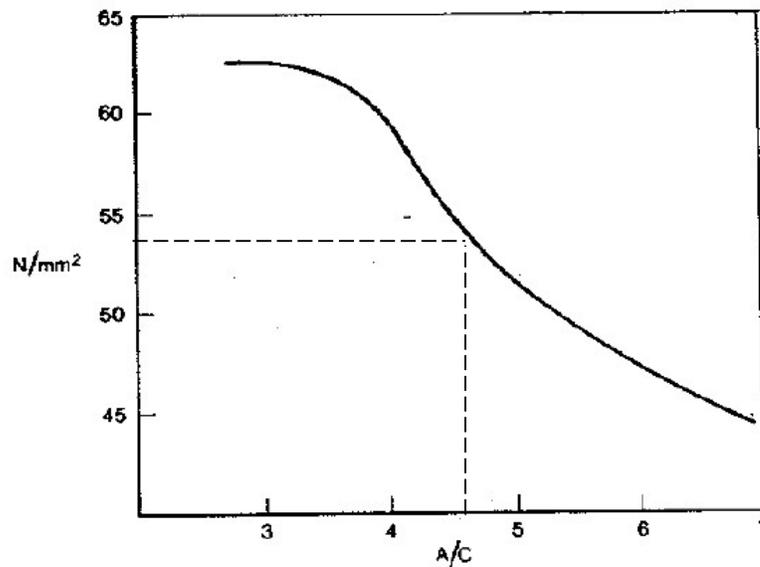
yang akan digunakan didapat berdasar nilai W/C sebesar 0,3.

### 4. Menentukan *cement content*

*Cement content* didapat dari nilai *characteristic strength* dan

ditentukan dengan menggunakan grafik hubungan antara kuat tekan

dengan rasio agregat semen **gambar 3.2**.



**Gambar 3.2** Grafik Hubungan Antara Kuat Tekan dengan Rasio Agregat Semen  
 Sumber : *Mix Design for Concrete Block Paving, A.J Downson*

Dengan nilai *characteristic strength* sebesar 54,26, dari grafik diatas didapat nilai rasio semen agregat sebesar 1 : 4,5

### 3.4.2 Jumlah Benda Uji *Paving Block*

Benda uji *paving block* akan diuji kuat tekan, tarik belah serta ketahanan *impact* pada umur 14 hari. Masing-masing benda uji berjumlah 3 buah dari masing-masing pengujian yang akan dilakukan. Benda uji akan disiapkan dengan variasi kandungan limbah spesi dinding sebagai agregat halus yaitu sebesar 0%, 25%, 50%, 75%, dan 100% dari total berat agregat halus pasir yang digunakan. Berikut ini adalah tabel jumlah benda uji *paving block* yang akan dibuat

**Tabel 3.2** Komposisi Campuran dan Jumlah Benda Uji *Paving Block* Limbah Spesi Dinding

No.	Limbah Spesi Dinding	Jumlah Benda Uji Kuat Tekan	Jumlah Benda Uji Kuat Tarik Belah	Jumlah Benda Uji Kuat <i>Impact</i>
1.	0%	3 Buah (14 hari)	3 Buah (14 hari)	3 Buah (14 hari)
2.	25%	3 Buah (14 hari)	3 Buah (14 hari)	3 Buah (14 hari)
3.	50%	3 Buah (14 hari)	3 Buah (14 hari)	3 Buah (14 hari)
4.	75%	3 Buah (14 hari)	3 Buah (14 hari)	3 Buah (14 hari)
5.	100%	3 Buah (14 hari)	3 Buah (14 hari)	3 Buah (14 hari)
Jumlah		15 Buah	15 Buah	15 Buah

Sumber : Pengolahan Data

### 3.4.3 Jumlah Material yang Digunakan

Perbandingan semen dan agregat pada *paving block* adalah perbandingan berat. Rata-rata berat *paving block* dengan ukuran 20 cm x 10 cm x 8 cm didapat dengan persamaan :

$$V_{Paving\ Block} = P \times L \times h \times \gamma_{paving\ block} \dots \dots \dots (3-2)$$

Dengan :

P = Panjang *Paving Block*

L = Lebar *Paving Block*

h = Tinggi *Paving Block*

$\gamma$  = Berat Jenis *Paving Block* (0,002 Kg/cm<sup>3</sup>)

Dari persamaan diatas didapat volume *paving block* sebesar :

$$V_{Paving\ Block} = 20\text{ cm} \times 10\text{ cm} \times 8\text{ cm} \times 0,002\text{ Kg/cm}^3 = 3,2\text{ Kg}$$

Perbandingan berat semen dan agregat dan agregat, denga rasio semen agregat 1 : 4,5 dalam benda uji adalah sebagai berikut :

$$\text{Semen} = 1/5,5 \times 3,2\text{ kg} = 0,58\text{ kg}$$

$$\text{Agregat} = 4,5/5,5 \times 3,2\text{ kg} = 2,62\text{ kg}$$

Jumlah *paving block* untuk tiap campuran adalah 9 buah, sehingga berat semen dan agregat yang dibutuhkan untuk tiap campuran adalah :

$$\text{Semen} = 0,58 \text{ kg} \times 9 \text{ buah} = 5,22 \text{ kg}$$

$$\text{Agregat} = 2,62 \text{ kg} \times 9 \text{ buah} = 23,58 \text{ kg}$$

Dan jumlah air yang digunakan untuk tiap campuran, dengan nilai W/C sebesar 0,3 adalah :

$$\text{Air} = 5,22 \text{ kg} \times 0,3 = 1,57 \text{ kg}$$

Sehingga total semen, agregat dan air yang digunakan untuk 45 buah sampel *paving block* adalah :

$$\text{Semen} = 5,22 \text{ kg} \times 5 = 26,10 \text{ kg}$$

$$\text{Agregat} = 22,095 \text{ kg} \times 5 = 117,90 \text{ kg}$$

$$\text{Air} = 1,57 \text{ kg} \times 5 = 7,85 \text{ kg}$$

Berat limbah spesi dinding yang digunakan adalah 0%, 25%, 50%, 75%, dan 100% dari berat pasir. Sehingga jumlah limbah spesi dinding yang dibutuhkan untuk setiap campuran yaitu sebesar :

Limbah spesi dinding :

$$0\% \longrightarrow 23,58 \text{ kg} \times 0\% = 0 \text{ kg}$$

$$25\% \longrightarrow 23,58 \text{ kg} \times 25\% = 5,90 \text{ kg}$$

$$50\% \longrightarrow 23,58 \text{ kg} \times 50\% = 11,80 \text{ kg}$$

$$75\% \longrightarrow 23,58 \text{ kg} \times 75\% = 17,70 \text{ kg}$$

$$100\% \longrightarrow 23,58 \text{ kg} \times 100\% = 23,58 \text{ kg}$$

Total kebutuhan limbah spesi dinding dalam proses pembuatan *paving block* yaitu sebanyak 58,98 kg

**Tabel 3.3** Komposisi Kebutuhan Material Penyusun *Paving Block*

No	Proporsi	Semen (kg)	Air (kg)	Pasir (kg)	Limabh Spesi Dinding (kg)
1.	0 %	5,22	1,57	23,58	0
2.	25%	5,22	1,57	17,68	5,90
3.	50%	5,22	1,57	11,78	11,80
4	75%	5,22	1,57	5,88	17,70
5.	100%	5,22	1,57	0	23,58
Jumlah		26,10	7,85	58,98	58,98

Sumber : Pengolahan Data

### 3.5 Pelaksanaan Pengujian

Pelaksanaan pengujian dilakukan di Laboraturium Struktur dan Bahan Fakultas Teknik Universitas Mataram. Adapun pengujian-pengujian tersebut sebagai berikut :

#### 3.5.1 Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan dilakukan berdasarkan standar SNI 03-0691-1996 Bata Beton (*Paving Block*). Pengujian ini dilakukan dengan meletakkan benda uji pada alat uji dimana dibawah dan diatas benda uji diletakkan pelat baja kemudian mengoperasikan mesin desak dan dicatat gaya tekan maksimumnya.

Peralatan :

- Mesin Uji Tekan (*Compressive Strength Testing Machine*) Beton

Prosedur :

- Benda uji ditimbang dan diukur dimensinya.
- Benda uji diletakkan pada alat uji tekan dengan sisi atas dan sisi bawah harus rata dan berada pada posisi sentris.

- Pembebanan dilakukan perlahan-lahan secara kontinu dengan mesin hidrolik sampai benda uji mengalami kehancuran. Penambahan beban yang dilakukan konstan  $\pm 2 - 4 \text{ kg/cm}^2$  tiap detik.

### 3.5.2 Pengujian Kuat Tarik Belah

Alat pengujian yang digunakan sama dengan alat uji tekan yaitu *Compressive Strength Testing Machine*.

Peralatan :

- Mesin Uji Tekan (*Compressive Strength Testing Machine*) Beton

Prosedur :

- Benda uji yang sudah mengalami proses perawatan dan sudah mengeras disiapkan dan diukur dimensinya.
- Sisi sebelah atas diberi plat dengan tebal 4mm dan lebar 3cm.
- Pembebanan dimulai secara perlahan-lahan dengan kecepatan pembebanan yang konstan hingga benda uji hancur (terbelah).
- Saat benda uji hancur, beban terakhir yang ditunjukkan oleh jarum penunjuk beban dicatat untuk menganalisa data.

### 3.5.3 Pengujian Ketahanan *Impact*

Langkah-langkah dalam pengujian ketahanan *impact* sebagai berikut:

Peralatan

- Alat uji *proctor test*.

Prosedur

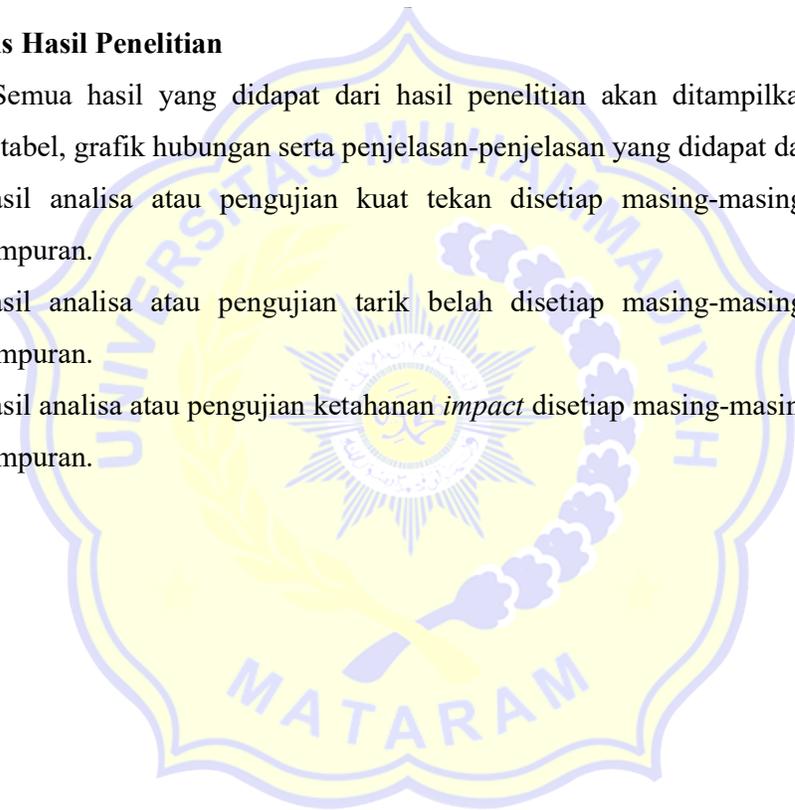
- Membersihkan permukaan benda uji *paving block*.
- Meletakkan benda uji diatas bidang datar, upayakan alas yang digunakan tidak dapat bergerak atau bergeser.
- Meletakkan bola baja diatas permukaan benda uji dan tepat berada dipusat benda uji.

- Kemudian melakukan pembebanan *impact* dengan cara menjatuhkan beban dari ketinggian yang sudah ditentukan.
- Mencatat jumlah pukulan yang dihasilkan sampai benda uji mengalami retak untuk pertama kali dan kemudian pecah.
- Jumlah pukulan yang diperlukan untuk membuat benda uji mengalami retak untuk pertama kali dan kemudian pecah merupakan nilai ketahanan benda uji terhadap beban *impact*.

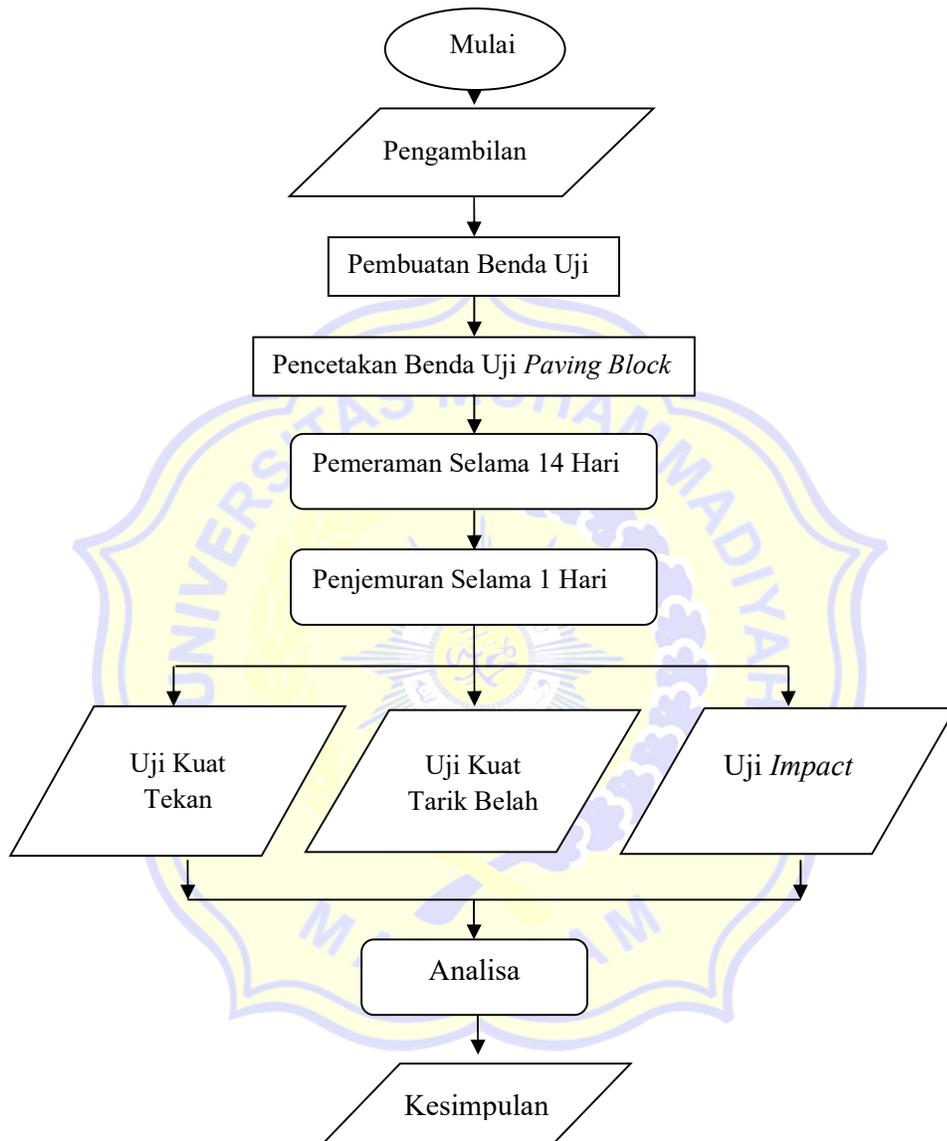
### 3.6 Analisis Hasil Penelitian

Semua hasil yang didapat dari hasil penelitian akan ditampilkan dalam bentuk tabel, grafik hubungan serta penjelasan-penjelasan yang didapat dari :

- a. Hasil analisa atau pengujian kuat tekan disetiap masing-masing variasi campuran.
- b. Hasil analisa atau pengujian tarik belah disetiap masing-masing variasi campuran.
- c. Hasil analisa atau pengujian ketahanan *impact* disetiap masing-masing variasi campuran.



Pada penelitian ini akan dilakukan langkah-langkah berdasarkan diagram alur sebagai berikut:



**Gambar 3.3** Alur Langkah-langkah Penelitian  
Sumber: Pengolahan Data