

**PENGARUH PEMANFAATAN LIMBAH BATA MERAH
SEBAGAI BAHAN CAMPURAN TERHADAP SIFAT
MEKANIK *PAVING BLOCK***

SKRIPSI

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



**PROGRAM STUDI REKAYASA SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
2019**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

PENGARUH PEMANFAATAN LIMBAH BATA MERAH SEBAGAI
BAHAN CAMPURAN TERHADAP SIFAK MEKANIK *PAVING LOCK*

NAMA : DEDI IRAWAN

NIM : 41511A0016

Telah diperiksa dan disetujui oleh pembimbing :

1. Pembimbing Utama,

2. Pembimbing Pendamping,

Dr. Eng. HARIYADI, ST., MSC (Eng)

NIDN. 0027107301

TITIK WAHYUNINGSIH, ST., MT

NIDN. 0819097401

Mengetahui,

DEKAN FAKULTAS TEKNIK

D. ISFANARI, ST., MT
NIDN. 0830086701

KETUA PRODI REKAYASA SIPIL

TITIK WAHYUNINGSIH, ST., MT
NIDN. 0819097401

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM

FAKULTAS TEKNIK

2020

SKRIPSI
PENGARUH PEMANFAATAN LIMBAH BATA MERAH SEBAGAI
BAHAN CAMPURAN TERHADAP SIFAK MEKANIK *PAVING LOCK*

Yang Dipersiapkan dan Disusun Oleh :

NAMA : DEDI IRAWAN

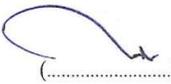
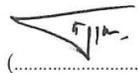
NIM : 41511A0016

Telah dipertahankan di depan tim penguji

Pada tanggal : 3 Februari 2020

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Susunan tim penguji :

- | | | |
|----------------|-----------------------------------|--|
| 1. Penguji I | Dr.Eng. Hariyadi, ST., MSC (Eng.) | 
(.....) |
| 2. Penguji II | Titik Wahyuningsih, ST., MT. | 
(.....) |
| 3. Penguji III | Dr. Eng. M. Islamy Rusyda, ST.,MT | 
(.....) |

Mengetahui,


DEKAN FAKULTAS TEKNIK

Irfanari, ST., MT
NIDN. 0830086701


KAPRODI REKAYASA SIPIL

Titik Wahyuningsih, ST., MT
NIDN. 0819097401



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 BEBAS
PLAGIARISME

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

Nama : DEDI IRAWAN
NIM : 41511A0016
Tempat/Tgl Lahir : Dompay - 11-11-1996
Program Studi : TEKAYASA Sipil
Fakultas : TEKNIK
No. Hp/Email : 085 243 402 032
Judul Penelitian : -

pengaruh pemanfaatan limbah batu merah
sebagai Bahan campuran terhadap sifat
mekanik paving block.

Bebas dari Plagiarisme dan bukan hasil karya orang lain. 40%

Apabila dikemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian dari karya ilmiah dari hasil penelitian tersebut terdapat indikasi plagiarisme, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Muhammadiyah Mataram.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun dan untuk dipergunakan sebagai mana mestinya.

Dibuat di : Mataram
Pada tanggal : 17 Feb 2020



DEDI IRAWAN
NIM. 41511A0016

Mengetahui,
Kepala UPT. Perpustakaan UMMAT

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



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 : DEDI IRAWAN
NIM : 41511A0016
Tempat/Tgl Lahir : DOMPU 11-11-1996
Program Studi : REKAYASA SIPIL
Fakultas : TEKNIK
No. Hp/Email : 085 243 402 032
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 beton merah sebagai bahan campuran 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 Feb 2020



DEDI IRAWAN
NIM. 41511A0016

Mengetahui,
Kepala UPT. Perpustakaan UMMAT

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

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Dedi Irawan
NIM : 41511A0016
Fakultas : Teknik
Jurusan/Prodi : Teknik Sipil
Institusi : Universitas Muhammadiyah Mataram

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir (skripsi) yang berjudul:
“Pemanfaatan limbah Bata Merah sebagai bahan campuran terhadap sifat mekanik Paving Block”

Adalah benar-benar karya sendiri dan tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain dan memperoleh gelar akademik sarjana teknik di Universitas Muhammadiyah Mataram maupun disuatu penguasaan tinggi lain kecuali secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka sebagaimana mestinya.

Apabila ternyata didalam naskah skripsi ini didapat unsur-unsur plagiasi, saya bersedia skripsi ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh Starata Satu (S-1) dibatalkan, serta diproses ssesuai peraturan perundang-undangan yang telah berlaku (UU No.20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 27)

Mataram, 03 Februari 2020
Yang membuat pernyataan,



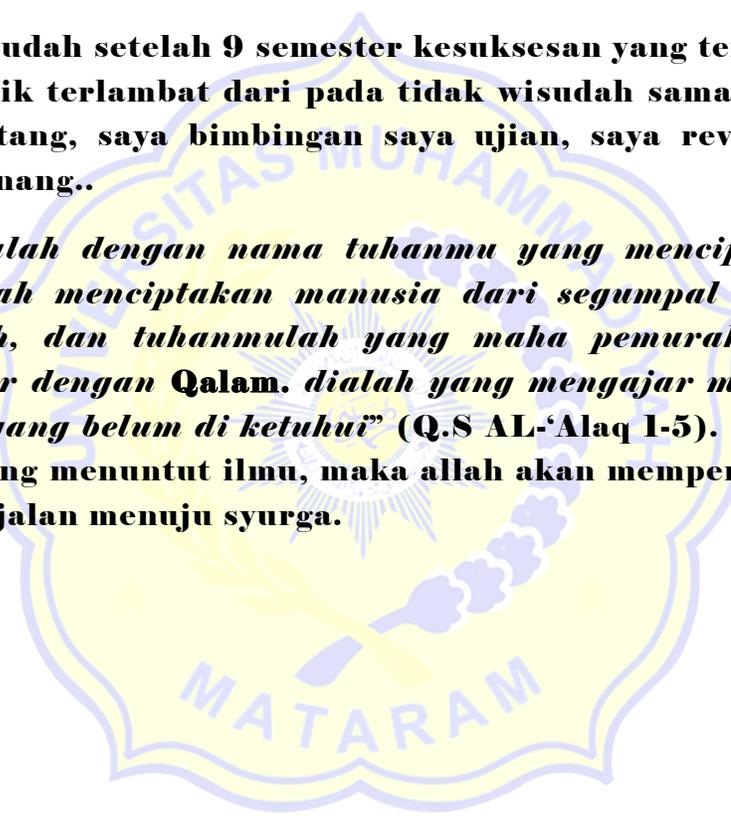
Dedi Irawan
NIM: 41511A0016

MOTTO

Tiada doa yang lebih indah selai doa agar skripsi ini sepat selesai, Kaulah kata, kubaca makna, ku ikat dalam alinea, ku bingkai dalam bab sejumlah lima, jadilah mahakarya, gelar sarjana kuterima, orang tua, calon istri dan mertuapun ikut bahagia,

Wisudah setelah 9 semester kesuksesan yang tertunda, lebih baik terlambat dari pada tidak wisudah sama sekali, saya datang, saya bimbingan saya ujian, saya revisi dan saya menang..

“Bacalah dengan nama tuhanmu yang menciptakan. Dia telah menciptakan manusia dari segumpal darah. Bacalah, dan tuhanmulah yang maha pemurah yang menguar dengan Qalam. dialah yang mengajar manusia segala yang belum di ketahui” (Q.S AL-‘Alaq 1-5). Barang siapa yang menuntut ilmu, maka allah akan mempermudah bagimu jalan menuju syurga.



PERSEMBAHAN

Sujud syukurku kusembahkan kepadaMu ya Allah, Tuhan Yang Maha Agung dan Maha Tinggi. Atas takdirmu saya bisa menjadi pribadi yang berpikir, berilmu, beriman dan bersabar. Semoga keberhasilan ini menjadi satu langkah awal untuk masa depanku, dalam meraih cita-cita.

Dengan ini saya persembahkan karya ini untuk, Ayahanda tercinta bapak IDRUS yang selalu mengirimkan doa di setiap proses nya ingga skripsi ini selesai, Terima kasih juga atas kasih sayang yang berlimpah dari mulai saya lahir, hingga saya sudah sebesar ini. Lalu teruntuk Bunda tercinta, terima kasih atas limpahan doa yang tak berkesudahan. Serta segala hal yang telah Bunda lakukan, semua yang terbaik.

Terima kasih selanjutnya untuk kakak-kakak saya yang luar biasa, dalam memberi dukungan dan doa yang tanpa henti. Bang iliyas, syalahudin, suharmin, suhardin, Mbak nurhidayati dan nurrahmania, yang selama ini sudah menjadi kakak sekaligus sahabat bagi saya. Kalian adalah tempat saya berlari ketika saya merasa tidak ada yang memahami di luar rumah.

Terima kasih juga yang tak terhingga untuk para dosen pembimbing, Bapak/Ibu yang dengan sabar melayani saya selama Proses bimbingan. Terima kasih juga untuk semua pihak yang mendukung keberhasilan skripsi saya yang tidak bisa saya sebutkan satu per satu.

Ucapan terima kasih ini juga saya persembahkan juga untuk seluruh teman-teman saya di Fakultas Teknik angkatan 2015. Terima kasih untuk memori yang kita rajut setiap harinya, atas tawa yang setiap hari kita miliki, dan atas solidaritas yang luar biasa. Sehingga masa kuliah selama 4 tahun lebih ini menjadi lebih berarti. Semoga saat-saat indah itu akan selalu menjadi kenangan yang paling indah.

Untuk semua pihak yang saya sebutkan, terima kasih atas semuanya. Semoga Tuhan senantiasa membalas setiap kebaikan kalian. Serta kehidupan kalian semua juga dimudahkan dan diberkahi selalu oleh Allah SWT.

Saya menyadari bahwa hasil karya skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, tetapi saya harap isinya tetap memberi manfaat sebagai ilmu dan pengetahuan bagi para pembacanya.

KATA PENGATAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, ridho, dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi sebagai syarat kelulusan sarjana Program Studi Rekayasa Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram. Semoga skripsi dan penelitian yang telah dilakukan bisa berguna bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan dapat diterapkan di masyarakat, khususnya di bidang Rekayasa Sipil.

Selama proses penelitian dan penyelesaian skripsi, penulis banyak mendapatkan bantuan, baik saran, dukungan, tenaga dan materi, dari berbagai pihak. Oleh sebab itu, penulis mengucapkan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Dr. H. Arsad Abdul Gani, M.Pd. Rektor Universitas Muhammadiyah Mataram.
2. Ir. Isfanari, ST., MT. Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.
3. Titik Wahyuningsih, ST., MT. Ketua program Studi Rekayasa Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.
4. Dr. Eng. Haryadi, ST., MT. Selaku pembimbing satu.
5. Dan semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh sebab itu saran serta kritik yang bersifat membangun sangat diharapkan demi kebaikan dan kesempurnaan selanjutnya. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Akhir kata, penulis berharap kepada Allah SWT membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu penelitian dan penulisan skripsi ini.

Mataram, 24 Januari 2020

penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGATAR	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 <i>Paving Block</i>	5
2.1.1 Pengertian Paving Block	5
2.1.2 Syarat Mutu <i>Paving Block</i>	5
2.1.3 Klasifikasi <i>Paving Block</i>	6
2.1.4 Keuntungan Penggunaan <i>Paving Block</i>	6
2.2 Bahan Susun <i>Paving Block</i>	7
2.2.1 Semen Portland	7
2.2.2 Limbah	8
BAB III METODE PENELITIAN.....	16
3.1 Bahan Penelitian.....	17
3.2 Metode Pengambilan Sampel	17
3.3 Pengujian Agregat	17
3.3.1 Pengujian Berat Jenis dan Absorpsi	18
3.3.2 Pengujian Saringan.....	20
3.3.3 Pengujian Kadar Air.....	22
3.3.4 Pembuatan Benda Uji <i>Paving Block</i>	23
BAB IV ANALISA HASIL PENELITIAN.....	32
4.1 Hasil Pengujian Agregat.....	32

4.1.1	Analisa berat jenis dan penyerapan/ <i>Absorpsi</i>	33
4.2	Analisa Saringan Agregat.....	34
4.3	Analisa Kadar Air.....	37
4.4	Pembuatan Benda Uji <i>paving block</i>	38
4.5	Pelaksanaan Pengujian.....	41
4.5.1	Pengujian Kuat Tekan.	41
4.5.2	Pengujian Tarik belah <i>Paving block</i>	43
4.5.3	Hubungan Kuat tekan dan Tarik Belah pada paving block.....	45
4.5.4	Pengujian Ketahanan <i>Impact Paving Block</i>	49
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		52
5.1	Kesimpulan	52
5.2	Saran.....	52
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Persyaratan Mutu <i>Paving Block</i>	6
Tabel 2. 2 Jenis-jenis Semen.....	8
Tabel 2. 3 Batas-Batas Gradasi Agregat Halus.....	14
Tabel 3. 1 Jumlah Komposisi Pada Setiap Campuran	24
Tabel 4. 1 data pengujian berat jenis dan penyerapan/ <i>absorpsi</i> agregat halus	33
Tabel 4. 2 perhitungan pengujian analisa berat jenis dan penyerapan/ <i>absorpsi</i> ...	33
Tabel 4. 3 data pengujian berat jenis dan penyerapan/ <i>absorpsi</i> agregat halus limbah.....	34
Tabel 4. 4 perhitungan pengujian analisa berat jenis dan penyerapan/ <i>absorpsi</i> ...	34
Tabel 4. 5 hasil perhitungan saringan agregat halus.	35
Tabel 4. 6 hasil perhitungan saringan agregat halus limbah.	36
Tabel 4. 7 data pengujian analisa kadar air agregat halus.....	37
Tabel 4. 8 data pengujian analisa kadar air agregat halus.....	37
Tabel 4. 9 data pengujian analisa kadar air agregat halus.....	38
Tabel 4. 10 data pengujian analisa kadar air agregat halus daur ulang.....	38
Tabel 4. 11 Hasil Pengujian Agregat	38
Tabel 4. 12 Hasil rata-rata pengujian kuat tekan.....	42
Tabel 4. 13 Selisih nilai kuat Tekan Dengan tambahan Bata Merah	43
Tabel 4. 14 Hasil rata-rata pengujian tarik belah	43
Tabel 4. 15 Selisih nilai kuat Tarik belah Dengan tambahan Bata Merah.....	44
Tabel 4. 16 Ilustrasi permodelan Kuat tarik <i>paving block</i>	47
Tabel 4. 17 hubungan kuat tarik belah dengan kuat tekan.....	48
Tabel 4. 18 Hasil rata-rata pengujian ketahanan impct.....	49

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Diagram Alir Langkah-langkah Penelitian	16
Gambar 3. 2 Sketsa pengujian Kuat tekan.	27
Gambar 3. 3 Sketsa pengujian Kuat tarik belah.	28
Gambar 3. 4 Sketsa pengujian ketahanan <i>impact</i> (kejut).	29
Gambar 4. 1 pengambilan limbah dan tampak limbah saat di hancurkan	32
Gambar 4. 2 grafik komulatif saringan tertahan agregat halus	35
Gambar 4. 3 grafik komulatif saringan tertahan agregat halus limbah	36
Gambar 4. 4 Alat cetakan <i>paving block</i>	39
Gambar 4. 5 warna campuran limbah bata merah.	40
Gambar 4. 6 <i>paving block</i> yang sudah jadi.	40
Gambar 4. 7 Dokumentasi Tarik belah <i>paving block</i>	41
Gambar 4. 8 grafik kuat tekan <i>paving block</i>	42
Gambar 4. 9 grafik kuat tarik belah <i>paving block</i>	44
Gambar 4. 10 grafik hubungan f_t dan $\sqrt{f'_c}$	45
Gambar 4. 11 Ilustrasi permodelan Kuat tarik <i>paving block</i>	46
Gambar 4. 12 Grafik Hubungan antara $f'_t (1\pm V)$ dengan $\sqrt{f'_c}$	47
Gambar 4. 13 grafik ketahanan <i>impact paving block</i>	50
Gambar 4. 14 grafik ketahanan <i>impact paving block</i>	51

ABSTRAK

Provinsi Nusa Tenggara Barat adalah salah satu provinsi yang terdampak gempa bumi satu tahun silam yang tepatnya pada 29 Juli 2018, total rumah terdampak 171.714 kk, rusah berat 80.405 kk, sementara yang rusak berat akan di bangun mulai dari awal lantas kemudian limbah-limbah sisa reruntuhan itu akan di kemanakan. Itulah yang menjadi latar belakang penelitian ini.

Penelitian ini di lakukan untuk mengoptimalkan penggunaan limbah, limbah yang akan di gunakan adalah limbah bata merah sebagai bahan tambah dalam pembuatan *paving block*. proporsi bata merah yang akan di pakai adalah 0%,20%, 40% dan 60%. volume *paving block* yang di pakai lebar 10 cm, panjang 20 cm, dan tebal 8 cm dan jumbal *paving block* yang di pakai dalam penelitian ini sejumlah 36 buah, pengujian tarik belah 12 buah, tarik belah 12 buah dan *impact* 12 buah yang di uji pada umur 14 hari.

Hasil penelitian ini di dapat hasil kuat tekan dan tarik belah maksimal pada campuran 0% 20,20 Mpa masuk pada mutu B, sementara untuk campuran bata merah rata-rata 11,40 Mpa masuk pada mutu D, sesuai dengan acuan SNI 03-0691-1996. kuat beban *impact* untuk *paving block* pun belum di temukan peraturan mengenai batas kekuatan. Oleh karena itu *impact paving block* dengan bahan tambah bata merah pada penelitian ini hanya akan di bandingkan dengan *paving block* normal. Pada *paving block* normal peroleh kuat beban *impact* sebesar 40,61 Joule (2 pukulan), hasil yang di dapat pada penelitian ini sama dengan hasil kuat beban *impact* yang di dapat dari penelitian Wikaksono (2005), Pada *paving block* dengan proporsi campuran bata merah 20%, 40% dan 60%, kuat tekan *impact* yang di dapat lebih besar dari *paving block* normal.

Kata kunci : *paving block* limbah bata merah, kuat tekan, tarik belah, dan *impack*.

ABSTRACT

West Nusa Tenggara Province is one of the provinces affected by the earthquake one year ago, to be exact on July 29, 2018. The total number of houses affected was 171,714, with severe damage of 80,405. If the heavily damaged house will be rebuilt from the beginning, where will the leftover debris be disposed of or taken? That is the question that forms the background of this research.

This research was conducted to optimize the use of waste. The waste that will be used is red brick waste as added material in making paving blocks. The proportion of red bricks that will be capped is 0%, 20%, 40% and 60%. The paving block volume used is 10 cm wide, 20 cm long, and 8 cm thick. The number of paving blocks used in this study was 36 units, each for testing the compressive strength of 12 pieces, pulling up to 12 pieces, and the impact of 12 units tested at the age of 14 days.

The results showed the maximum compressive strength and tensile strength was at 0% 20.20 Mpa, included in quality B, while for the red brick mixture an average of 11.40 MPa entered at D quality, in accordance with SNI 03-0691-1996. Regulations regarding the impact load limit for paving blocks have not been found. Therefore, the impact of paving blocks with red brick added material in this study will only be compared with normal paving blocks. Normal paving blocks have a strong impact load of 40.61 Joules (2 blows). The results obtained in this study are the same as the results of the impact load strength obtained from the study of Wicaksono (2005), namely in the paving block with the proportion of red brick mixture of 20%, 40% and 60%, the compressive strength of the impact obtained is greater than the normal paving block .

Keywords: *red brick waste paving block, compressive strength, split pull, and impact.*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Provinsi Nusa Tenggara Barat adalah salah satu provinsi yang terdampak gempa bumi terparah satu tahun silam yang tepatnya pada 29 Juli 2018, berdasarkan data terbaru yang di rilis oleh BNPB Jumlah kerusakan, rusak ringan 65.924 KK, Rusak sedang 25.385 KK dan rusak berat 80.405 KK, Total keseluruhan kerusakan 171.714 KK, itulah yang menjadi dasar penelitian ini untuk bagaimana memanfaatkan limbah reruntuhan tersebut di daur ulang dan bernilai ekonomis, dalam hal Spesifikasi limbah yang akan di manfaatkan adalah batah Merah. *Paving block* yang di kenal juga dengan sebutan bata beton atau *conblock*, memiliki fungsi utama sebagai penutup permukaan tanah. Jadi tidak heran jika kita sering melihatnya digunakan pada trotoar, jalan-jalan di perumahan, halaman, dan lain sebagainya. Penggunaan *paving block* untuk perkerasan jalan merupakan upaya minimalisasi biaya dalam pembuatan jalan. Penelitian inipun untuk mengetahui pengaruh penambahan limbah bata merah sebagai pengganti pasir pada campuran *paving block* terhadap kuat tekan, tarik belah dan *inpack*. *Paving block* juga memiliki bahan dasar semen dan pasir dalam pembuatannya, dengan mengacu pada standar mutu yang di tentukan. Cara membuatnyaapun beragam, mulai dari metode manual atau proses tangan hingga menggunakan mesin *paving block*.

Paving block sendiri adalah salah satu elemen bahan bangunan yang banyak digunakan sebagai pelapis perkerasan jalan. Pada umumnya dipakai untuk perkerasan halaman, tempat parkir atau untuk jalan lingkungan, tanaman dan lain-lain. Kemudahan dalam hal pemasangan dan perawatan *paving block* serta memiliki variasi bentuk dan warna yang beragam sehingga *paving block* banyak disukai oleh konsumen. *Paving block* sendiri merupakan suatu komposisi bahan campuran yang dibuat dari campuran semen portland atau bahan perekat hidrolis sejenisnya, air, dan agregat atau tanpa bahan tambahan lainnya yang tidak mengurangi mutu beton itu sendiri. Bata beton dapat berwarna seperti aslinya atau diberi zat warna pada komposisinya dan digunakan untuk halaman baik dalam maupun di luar bangunan (SNI 03-0691-1996).

Dalam penelitian ini akan dilakukan pembuatan *paving block* dengan memanfaatkan limbah yang ada dilingkungan sekitar baik limbah bangunan dari bekas bencana gempa bumi yang melanda provinsi NTB, dengan komposisi limbah Bata merah sebagai bahan utama campuran, pecahan limbah bangunan yang tidak terpakai lagi, penambahan pasir sebagai bahan tambahan dalam pembuatan *paving block*. Penelitian dengan pembuatan *paving block* dari limbah bata merah ini diharapkan mampu mencegah kerusakan

lingkungan dan menjadikan nilai tambah ekonomis untuk masyarakat NTB juga bisa menghasilkan produk *paving block* yang memiliki kuat tekan sesuai dengan mutu dan standar SNI.

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana sifat mekanis dari *paving block* dengan campuran bata merah dilihat dari pengujian kuat tekan?
2. Bagaimana sifat mekanis dari *paving block* dengan campuran limbah bata merah dilihat pengujian tarik belah?
3. Bagaimana sifat mekanis dari *paving block* dengan campuran limbah bata merah dilihat dari pengujian *impact* ?

1.3 Batasan Masalah

1. Limbah bata merah yang digunakan merupakan limbah yang diambil dari hasil bongkaran rumah pasca gempa bumi NTB.
2. Bahan limbah yang di gunakan dari bongkahan rumah masyarakat di gunung sari lombok barat.
3. Pengujian yang dilakukan meliputi:
 - a. Pengujian kuat tekan
 - b. Pengujian tarik belah
 - c. Pengujian *impact*
4. Penelitian ini menggunakan benda uji *paving block* yang dibuat dengan perbandingan volume dan dilakukan penambahan bahan campuran limbah bata merah.
5. Jenis cetakan *paving block* berupa segi empat dengan panjang sisi 20 cm, lebar 10 cm dan tebal 8 cm.
6. Penggunaan alat pemadat secara manual atau memakai tenaga manusia diharapkan mendapatkan mutu *paving block* yang lebih baik.
7. Setelah *paving block* selesai di cetak, di lakukan pemeraman selama 14 hari.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui karakteristik dan sifat mekanis *paving block* campuran limbah Bata merah dilihat dari nilai kuat tekan.
2. Untuk mengetahui karakteristik dan sifat mekanis *paving block* campuran limbah Bata merah dilihat dari nilai tarik belah.
3. Untuk mengetahui karakteristik dan sifat mekanis *paving block* campuran limbah Bata merah dilihat dari nilai *impact*.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini antara lain :

1. Menghasilkan informasi mengenai pembuatan secara manual di harapkan tekanan press yang optimal dalam pembuatan *paving block* sehingga dihasilkan produk yang sesuai dengan standar mutu.
2. Sebagai bahan informasi bagi perencana dan pelaksana bangunan teknik sipil, sehingga dapat bermanfaat bagi perkembangan teknologi bahan bangunan.
3. Dapat berdampak positif terhadap kegiatan industri konstruksi di Indonesia.
4. Mengembangkan pengetahuan dalam pemakaian material sekunder sebagai campuran atau mengurangi material primer untuk pekerjaan sipil.
5. Dapat mengurangi tumpukan limbah yang terjadi akibat bongkaran rumah pasca gempa bumi.
6. Mendukung masyarakat lokal dalam pemanfaatan limbah yang ada disekitar rumah pasca gempa bumi, sehingga bisa meningkatkan skill dan pendapatan ekonomi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Paving Block*

2.1.1 **Pengertian Paving Block**

Bata beton (*paving block*) adalah suatu komposisi bahan bangunan yang dibuat dari campuran semen *portland* atau bahan hidrolis sejenisnya, air dan agregat dengan atau tanpa tambahan lainnya yang tidak mengurangi mutu bata beton itu sendiri.

Bata beton dapat berwarna seperti warna aslinya atau diberi zat warna pada komposisinya dan digunakan untuk halaman baik didalam maupun diluar bangunan. (SNI 03-0691-1996). Penggunaan *paving block* memiliki beberapa keunggulan, yaitu:

1. Pelaksanaannya mudah sehingga memberikan kesempatan kerja yang luas kepada masyarakat.
2. Pemasangan dan pemeliharannya mudah.
3. Bila ada kerusakan, perbaikannya tidak memerlukan bahan tambahan yang banyak karena *paving block* merupakan bahan yang dapat di pakai kembali meskipun telah mengalami pembongkaran.

2.1.2 **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.

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

2.1.3 Klasifikasi *Paving Block*

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

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

2.1.4 Keuntungan Penggunaan *Paving Block*

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

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

2.2 Bahan Susun *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, 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 bata merah.

2.2.1 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.

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

No. SNI	Nama
SNI 15-0129-2004	Semen <i>Portland Putih</i>
SNI 15-0302-2004	Semen <i>Portland Pozolan / Portland Pozzolan Cement (PPC)</i>

SNI 15-2049-2004	Semen <i>Portland / Ordinary Portland Cement</i> (OPC)
SNI 15-3500-2004	Semen <i>Portland Campur</i>
SNI 15-3758-2004	Semen Masonry
SNI 15-7064-2004	Semen <i>Portland</i> Komposit

Sumber : (Wikipedia, 2015)

2.2.2 Limbah

2.2.2.1 Pengertian Limbah

Apa yang dimaksud dengan limbah?. Secara umum, pengertian limbah adalah buangan atau material sisa yang dianggap tidak memiliki nilai yang dihasilkan dari suatu proses produksi, baik industry maupun domestic (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 :

1. Limbah adalah sisa atau hasil sampingan dari kegiatan manusia dalam upaya memenuhi kebutuhan hidupnya. Susilowarno (2007).
2. 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).
3. Limbah adalah buangan yang dihasilkan dari suatu proses produksi, baik industri maupun domestik (rumah tangga), dimana kehadirannya dapat menurunkan kualitas lingkungan. Deden Abdurahman (2008).

2.2.2.2 Karakteristik Limbah

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

1. **Berukuran Mikro**, limbah ini memiliki ukuran kecil atau partikel-partikel kecil yang masih dapat dilihat oleh mata manusia.

2. **Bersifat Dinamis**, limbah ini selalu bergerak sesuai dengan lingkungan sekitarnya. Misalnya, ketika limbah masuk kesungai maka limbah tersebut akan mengikuti arah aliran sungai tersebut.
3. **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.
4. **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.

2.2.2.3 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 :

1. 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 (CO₂, HCL, SO₂, dan lainnya) dan dapat berpindah-pindah. Contohnya : asap kendaraan bermotor, asap pabrik, dan lainnya.

2. 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.

3. Jenis Limbah Berdasarkan Senyawanya

- **Limbah Organik**, yaitu jenis limbah yang dapat diuraikan (mudah membusuk) dan berbaur 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.

2.2.2.4 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 :

2.2.2.4.1 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.

2.2.2.4.2 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.

2.2.2.4.3 Bata merah

Bata merah merupakan salah satu jenis bahan dasar pembangunan rumah yang sudah sangat umum digunakan di Indonesia, dari zaman dulu hingga zaman modern seperti saat ini bata merah memang sudah menjadi salah satu bahan wajib di dalam membangun rumah. Cukup bisa dimaklumi, bata merah masih lebih banyak digunakan daripada bata ringan atau batako press, karena selain sudah teruji kekuatannya, mendapatkan jenis material ini pun tidak susah.

Bata merah yang dimaksud adalah bata yang dibuat dari tanah yang dicetak kemudian dibakar dengan suhu tinggi sehingga menjadi benar-benar kering,

mengeras, dan berwarna kemerah-merahan. Tanah yang digunakan pun bukanlah sembarang tanah, tetapi tanah yang agak liat sehingga bisa menyatu saat proses pencetakan. Karena itulah, rumah yang dindingnya dibangun dari material bata merah akan terasa lebih nyaman dan adem. Selain lebih kuat dan kokoh serta tahan lama, sehingga jarang sekali terjadi keretakan dinding yang dibangun dari material bata merah. Selain itu material ini sangat tahan terhadap panas sehingga dapat menjadi perlindungan tersendiri bagi bangunan Anda dari bahaya api.

- Batu bata merah dibuat dari tanah liat yang dicetak, kemudian dibakar. Tidak semua tanah liat bisa digunakan. Hanya yang terdiri dari kandungan pasir tertentu.
- Umumnya memiliki ukuran: panjang 17–23 cm, lebar 7–11 cm, tebal 3–5 cm.
- Berat rata-rata 3 kg/biji (tergantung merek dan daerah asal pembuatannya).
- Bahan baku yang dibutuhkan untuk pemasangan dinding bata merah adalah semen dan pasir ayakggan. Untuk dinding kedap air diperlukan campuran 1:2 atau 1:3 (artinya, 1 takaran semen dipadu dengan 3 takaran pasir yang sudah diayak). Untuk dinding yang tidak harus kedap air, dapat digunakan perbandingan 1:4 hingga 1:6.
- Kuat, kokoh, dan tahan terhadap cuaca maupun benda keras

2.2.2.4.3.1 Jenis Batu Bata

Batu Bata Tanah Liat, terbuat dari tanah liat dengan 2 kategori yaitu bata biasa dan bata muka.

1. **Bata biasa**, memiliki permukaan dan warna yang tidak menentu, bata ini digunakan untuk dinding dengan menggunakan morta (campuran semen) sebagai pengikat. Bata jenis ini sering disebut sebagai bata merah.
2. **Bata muka**, memiliki permukaan yang baik dan licin dan mempunyai warna dan corak yang seragam. Disamping digunakan sebagai dinding juga digunakan sebagai penutup dinding dan sebagai dekorasi.
3. **Batu Bata Pasir – Kapur**, sesuai dengan namanya batu bata ini dibuat dari campuran kapur dan pasir dengan perbandingan 1: 8 serta air yang ditekan kedalama campuran sehingga membentuk batu bata.

2.2.2.4.4 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

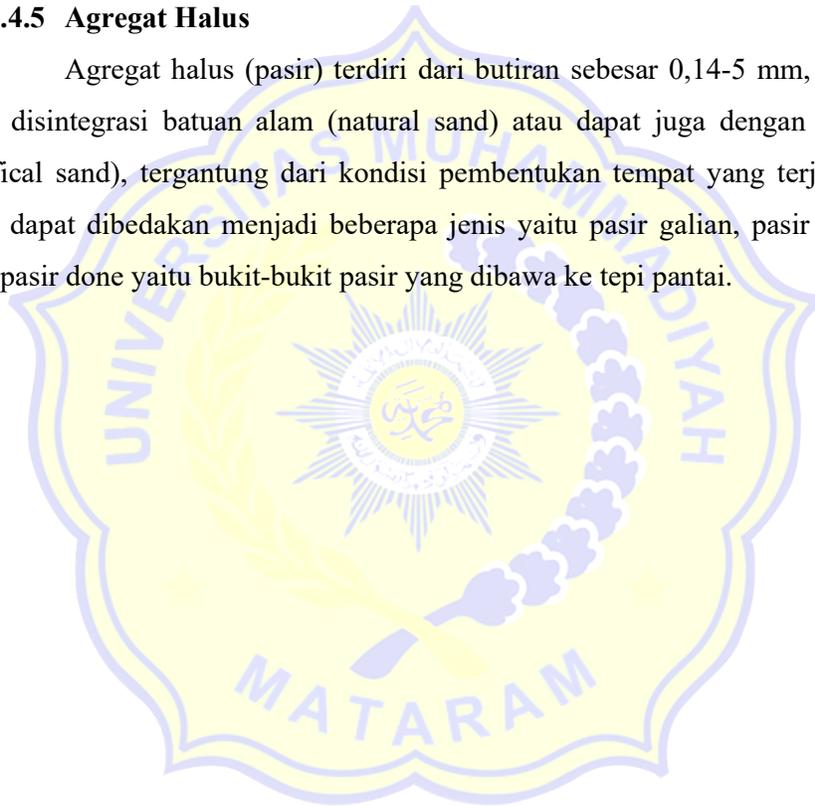
sedikit akan menyebabkan proses hidrasi tidak tercapai seluruhnya sehingga akan mempengaruhi kekuatan beton.

Air yang digunakan dapat berupa air tawar, air laut, maupun air limbah, asalkan memenuhi syarat mutu yang telah ditetapkan, yaitu :

1. Air tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, bahan padat, sulfat, klorida dan bahan lainnya yang dapat merusak beton. Sebaiknya digunakan air yang dapat diminum.
2. Air yang keruh sebelum digunakan harus diendapkan selama minimal 24 jam atau jika bias, disaring terlebih dahulu.

2.2.2.4.5 Agregat Halus

Agregat halus (pasir) terdiri dari butiran sebesar 0,14-5 mm, didapat dari hasil disintegrasi batuan alam (natural sand) atau dapat juga dengan memecahnya (artificial sand), tergantung dari kondisi pembentukan tempat yang terjadinya. Pasir alam dapat dibedakan menjadi beberapa jenis yaitu pasir galian, pasir sungai, pasir laut, pasir done yaitu bukit-bukit pasir yang dibawa ke tepi pantai.



Pasir merupakan bahan pengisi yang digunakan dengan semen untuk membuat adukan. Selain itu juga pasir berpengaruh terhadap sifat tahan susut, keretakan dan kekerasan pada batako atau produk bahan bangunan campuran semen lainnya. Pasir yang digunakan untuk pembuatan batako harus bermutu baik yaitu pasir yang bebas dari lumpur, tanah liat, zat organik, garam florida dan garam sulfat. Selain itu juga pasir harus bersifat keras, kekal dan mempunyai susunan butir (gradasi) yang baik. Untuk menyatakan gradasi pasir, dipakai nilai persentase berat butiran yang tertinggal atau lewat dalam susunan ayakan. Susunan ayakan pasir yang dipakai adalah : 9,60; 4,80; 2,40; 1,20; 0,60; 0,30 dan 0,15 mm. Hasil yang diperoleh dari pemeriksaan gradasi pasir berupa modulushalus butir (mhb) dan tingkat kekasaran pasir. Mhb menunjukkan ukuran kehalusan atau kekasaran butir-butir agregat yang dihitung dari jumlah persen kumulatif tertahan dibagi 100. Semakin besar nilai mhb menunjukkan semakin besar butir-butir agregatnya. Pada umumnya nilai mhb pasir berkisar antara 1,5-3,8 (Tjokrodimuljo, 1998 dalam Warih Pambudi). SNI 03-2834-1992 mengklasifikasikan distribusi ukuran butiran pasir dapat dibagi menjadi empat daerah atau zona, yaitu zona I (kasar), zona II (agak kasar), zona III (agak halus) dan zona IV (halus), sebagaimana tampak pada Tabel berikut :

Tabel 2. 3 Batas-Batas Gradasi Agregat Halus

Lubang (mm)	Persen berat butir yang lewat ayakan Jenis agregat halus			
	Zona I	Zona II	Zona III	Zona 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	43-70	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

Keterangan:

Daerah I = Pasir kasar

Daerah II = Pasir agak kasar

Daerah III = Pasir agak halus

Daerah IV = Pasir halus.

4. Konversi Umur Beton.

Pada dasarnya PBI menyatakan bahwa meskipun umur beton belum mencapai 28 hari, tetapi pengujian tetap bisa dilakukan di mana hasil pengujian ini akan di konversi ke umur 28 hari dengan menggunakan faktor yang telah ditetapkan oleh PBI, faktor-faktor yang ditetapkan oleh PBI ini adalah sebagai berikut,

Tabel 2. 4 Tabel konversi umur beton

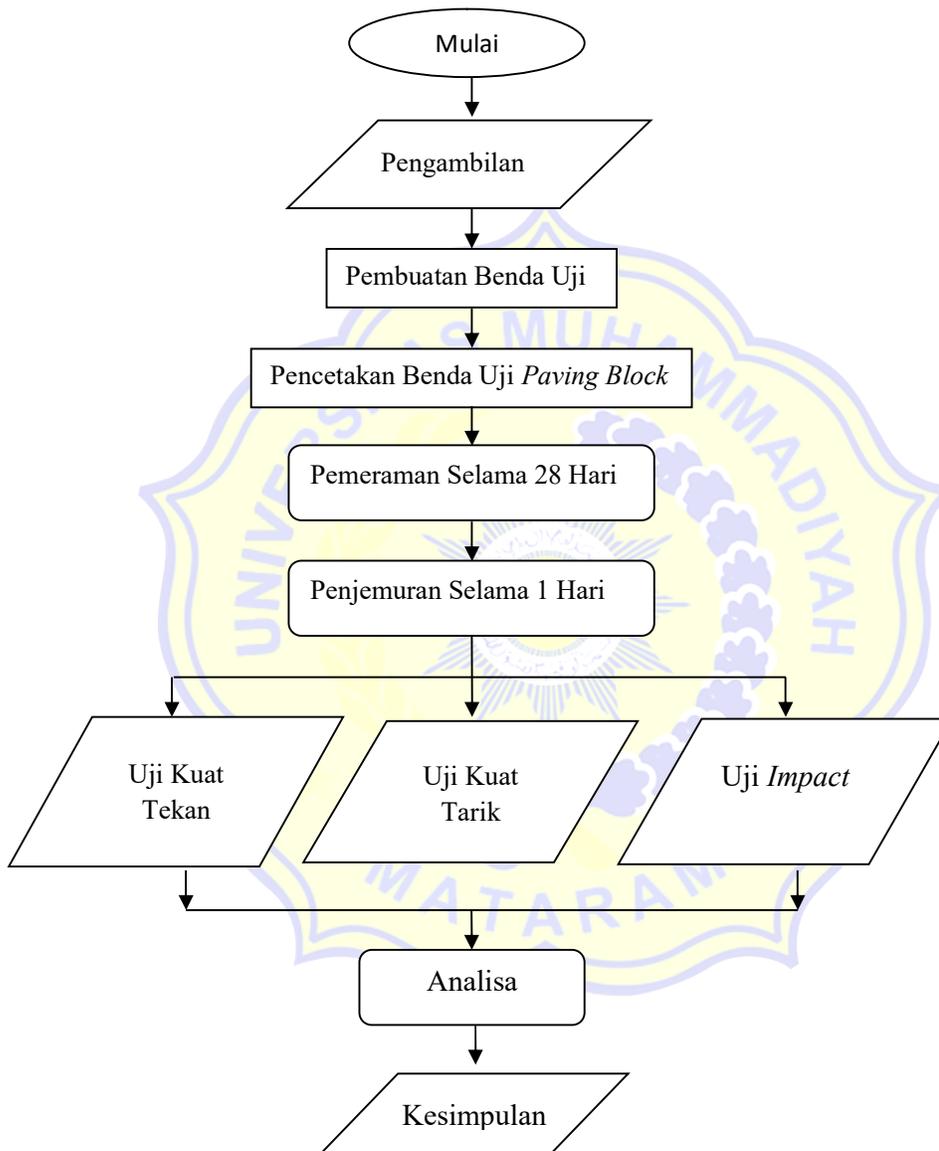
Umur beton (hari)	Faktor Konversi
3	0,40
7	0,65
14	0,88
21	0,95
28	1,00
90	1,20
360	1,35

Sumber (PBI 1971,NI-2)

Cara untuk mengkonversi umur uji ke umur maksimal yang diinginkan yaitu hasil pengujian saat umur di uji kemudian dibagi dengan koefisien umur maksimumnya.

BAB III METODE PENELITIAN

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



Gambar 3. 1 Diagram Alir Langkah-langkah Penelitian

Sumber: Pengolahan Data.

3.1 Bahan Penelitian

Adapun bahan penelitian sebagai berikut:

1. Bata merah yang di gunakan berasal dari bongkahan rumah di Gunung Sari Lombok Barat.
2. Material pasir yg di gunakan berasal dari pengepung pasir di kecamatan Sekarbela Kota Mataram.
3. Semen TIGA RODA.
4. Air.

3.2 Metode Pengambilan Sampel

Sampel limbah bata merah yang digunakan berupa limbah yang merupakan bahan campuran pembuatan *Paving block* sebagai bahan untuk mengurangi penggunaan pasir. Pengambilan sampel limbah bata merah dilakukan dengan cara pengambilan langsung sampel limbah yang berada di runtunan bangunan pasca gempa bumi Pulau Lombok, Nusa Tenggara Barat. Pengambilan sampel limbah bata merah dilakukan dengan cara memisahkan bata merah yang masih utuh ataupun sudah pecah dari bongkahan-bongkahan yang masih menempel dengan plesteran menggunakan palu besi. Sampel yang sudah diambil ini selanjutnya digunakan sebagai sampel untuk pengujian awal.

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 daur ulang
 - Agregat Halus
- b. Analisa Saringan Agregat
 - Agregat daur ulang
 - Agregat Halus
- c. Analisa Kadar Air
 - Agregat daur ulang
 - Agregat Halus

3.3.1 Pengujian Berat Jenis dan Absorpsi

3.3.1.1 Pengujian Agregat Halus

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 mencukupi 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) (B_j)
- Masukkan air dalam piknometer sampai tanda batas, lalu timbang (B)
- Air dikeluarkan, lalu pasir dimasukkan dalam dalam piknometer lalu tambahkan air sampai tanda batas (B_t)
- 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 (B_k). Penimbangan dilakukan setelah pasir didinginkan.
- Menghitung berat jenis, berat jenis jenuh permukaan (SSD), dan penyerapan.

$$\text{Berat Jenis} = \frac{B_k}{(B+B_j)} \dots\dots\dots(3-1)$$

$$\text{Berat Jenis SSD} = \frac{B_j}{(B+B_j-B_t)} \dots\dots\dots(3-2)$$

$$\text{Penyerapan} = \frac{B_j-B_k}{B_k} \times 100\% \dots\dots\dots(3-3)$$

Dengan :

B_j = Berat Benda Uji SSD (gram)

B_t = Berat piknometer + benda uji SSD + air

Bk = Berat Benda Uji Kering Oven

B = Berat piknometer + air

3.3.1.2 Pengujian Agregat daur ulang (Limbah)

A. Peralatan

- Neraca Timbangan dengan kepekaan 0,1 gram dan kapasitas maksimum 1 kg
- Kain Lap
- Wadah

B. Bahan

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

C. Prosedur

- Menyiapkan agregat yang butir-butirnya lewat ayakan no 4 in.
- Agregat ditimbang (Bk)
- Kemudian agregat direndam selama 24 jam.
- Air redaman dibuang, kemudian agregat ditebarkan sambil dilap menggunakan lap satu satu sampai tercapai keadaan jenuh kering muka (SSD).
- Sampel agregat yang telah mengalami kondisi SSD kemudian ditimbang (Bj)
- Benda uji ditimbang dalam timbangan yang terendam dalam air yang telah di pasang sedemikian rupa (Ba).
- Menghitung berat jenis, berat jenis semu dan penyerapan.

Dengan :

$$\text{Berat Jenis} = \frac{Bk}{(Bj - Ba)} \dots \dots \dots (3-4)$$

$$\text{Berat Semu} = \frac{Bk}{(Bk - Ba)} \dots \dots \dots (3-5)$$

$$\text{Penyerapan} = \frac{Bj - Bk}{Bk} \times 100\% \dots \dots \dots (3-6)$$

3.3.2 Pengujian Saringan

3.3.2.1 Pengujian Agregat Halus

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 mencukupi 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. Kemudaiian saringan diguncang dengan tangan selama 15 menit.
- Timbang agregat halus yang tertahan diseti 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.

nilai MHB tersebut di dapat dari perhitungan sebagai berikut ;

Modulus Halus Butir (MHB) Agregat halus:

$$\text{MHB} = \frac{\text{jumlah Persen komulatif}}{100} = \dots\dots\dots(3-7)$$

3.3.2.2 Pengujian Agregat daur ulang atau Limbah

A. Peralatan

- Timbangan dan neraca dengan ketelitian 0,1 dari benda uji
- Satu set saringan : 1/2 in ; 3/8 in ; 1/4 in ; No. 4 ; No. 8 ; No. 16.
- Oven, dengan ukuran yang mencukupi dan dapat mempertahankan suhu $[110 \pm 5]^{\circ}\text{C}$.

B. Bahan

- Agregat daur ulang atau limbah

C. Prosedur

- Sediakan agregat daur ulang atau limbah
- 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 1/2 in ; 3/8 in ; 1/4 in ; No. 4 ; No. 8 ; No. 16 ; pan. Kemudian saringan diguncang dengan tangan selama 15 menit.
- Timbang agregat halus yang tertahan diseti 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 mencukupi 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).
- Menghitung kadar air benda uji :

$$D = B - C \dots\dots\dots(3-7)$$

$$E = C - A \dots\dots\dots(3-8)$$

$$(w) = \frac{D}{E} \times 100\% \dots\dots\dots(3-9)$$

Dengan :

A = Berat Cawan Kosong

B = Berat Cawan + Sampel Basah

$C = \text{Berat Cawan} + \text{Sampel Kering (setelah dioven)}$

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.

3.3.4 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. Bahan daur ulang limbah bongkaran bata merah digunakan sebagai penambah campuran pada pasir.

Penambahan campuran limbah pada pembuatan *paving block* tersebut yakni berturut-turut sebesar 0%, 20%, 40%, 60%, dari berat agregat halus yakni pasir. Limbah bongkaran balok-kolom yang akan dijadikan bahan tambahan diperoleh dari proses penghancuran sampai lolos saringan No. 4.

Metode pencampuran sampel dengan bahan utama *paving block* adalah sebagai berikut :

- a. Limbah bongkaran bata merah yang sudah dikumpulkan dipukul-pukul menggunakan palu besi agar menjadi bongkahan kecil-kecil atau tidak menggumpal serta mempunyai tekstur menyerupai pasir.
- b. Setelah itu sampel diayak hingga lolos saringan no. 4 dengan variasi persentase limbah bongkaran bata merah + pasir + semen + air masing-masing sebanyak 3 sampel dengan kadar campuran yang berbeda-beda.
- c. Pencampuran sampel dengan cara mengaduk limbah bongkaran balok-kolom, pasir dan semen yang dicampur dalam wadah dengan memberi penambahan air, dengan variasi campuran limbah bongkaran balok-kolom dan pasir.
- d. Sampel yang sudah tercampur dengan pasir, semen dan air siap untuk dicetak dialat pemadat modifikasi, dan masing-masing 2 sampel untuk setiap variasi campuran. Semua sampel dilakukan pemeraman selama 28 hari, 2 sampel disetiap variasi campuran setelah pemeraman dilakukan perendaman didalam air selama 24 jam. Setelah dilakukan perendaman didalam air.

3.3.3.4.1 Mix Design Paving Block

Dengan mengacu pada penelitian sebelumnya (Sylvina Permatasari/ T. Sipil Poli Teknik Kota Baru Kalimantan 2019) Dengan campuran 1:4 kuat tekan tanpa penambahan bata merah umur 28 hari sebesar 21,40 Mpa, sementara kuat tekan beton yang ditambahkan bata merah mengalami peningkatan pada campuran 15% sebesar 21,57 Mpa. Itulah yang menjadi landasan peneliti dalam penggunaan campuran 1:4.

3.3.3.4.2 Jumlah Benda Uji Paving Block

Benda uji *paving block* akan diuji kuat tekan, tarik belah serta *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 bongkaran bata merah yaitu sebesar 0%, 20%, 40%, dan 60% dari total berat agregat halus pasir yang digunakan. Berikut ini adalah tabel jumlah benda uji *paving block* yang akan dibuat :

Tabel 3. 1 Jumlah Komposisi Pada Setiap Campuran

Kadar Campuran	Jumlah Benda Uji Kuat Tekan	Jumlah Benda Uji Kuat Tarik	Jumlah Benda Uji Kuat Impact
0%	3 Buah (14 hari)	3 Buah (14 hari)	3 Buah (14 hari)
20%	3 Buah (14 hari)	3 Buah (14 hari)	3 Buah (14 hari)
40%	3 Buah (14 hari)	3 Buah (14 hari)	3 Buah (14 hari)
60%	3 Buah (14 hari)	3 Buah (14 hari)	3 Buah (14 hari)
Jumlah	12 Buah	12 Buah	12 Buah
TOTAL	36 Buah		

Sumber : Pengolahan Data

3.3.3.4.3 Jumlah Material yang Digunakan

Perbandingan semen dan agregat 1:4

1. Kebutuhan persatu benda uji

- Volume paving block 20cm x 10cm x 8cm
- Untuk menentukan berat jenis paving block dikalikan dengan koefisien berat jenis paving block $2000 \text{ kg/m}^3 = 0,002 \text{ kg/cm}^3$

$$\text{Jadi } 20 \times 10 \times 8 \times 0,002 = 3,2 \text{ kg/m}^3$$

a. Semen = $1/5 \times 3,2 \text{ kg} = 0,64 \text{ kg}$.

- b. agregat = $4/5 \times 3,2 \text{ kg} = 2,56 \text{ kg}$
2. Jumlah *paving block* untuk tiap campuran adalah 9 buah, sehingga berat semen dan agregat yang dibutuhkan untuk tiap campuran adalah :
- Semen = $0,64 \text{ kg} \times 9 \text{ buah} = 5,76 \text{ kg}$
 Agregat = $2,56 \text{ kg} \times 9 \text{ buah} = 23,04 \text{ kg}$
3. Dan jumlah air yang digunakan untuk tiap campuran, dengan nilai W/C sebesar 0,3 adalah :
- Air = $4,84 \text{ kg} \times 0,3 = 1,452 \text{ kg}$
4. Sehingga total semen, agregat dan air yang digunakan untuk 36 buah sampel *paving block* adalah :
- Semen = $5,76 \text{ kg} \times 4 = 23,04 \text{ kg}$
 Agregat = $23,04 \text{ kg} \times 4 = 92,16 \text{ kg}$
 Air = $1,452 \text{ kg} \times 4 = 5,808 \text{ kg}$
5. Berat limbah bongkaran bata merah yang digunakan adalah 0%, 20%, 40%, dan 60% dari berat agregat pasir. Sehingga jumlah limbah bongkaran bata merah yang dibutuhkan untuk setiap campuran yaitu sebesar :
- Limbah bongkaran bata merah :
- | | | |
|-----|---|---|
| 0% | → | $23,04 \text{ kg} \times 0\% = 0 \text{ kg}$ |
| 20% | → | $23,04 \text{ kg} \times 20\% = 4,608 \text{ kg}$ |
| 40% | → | $23,04 \text{ kg} \times 40\% = 9,216 \text{ kg}$ |
| 60% | → | $23,4 \text{ kg} \times 60\% = 13,828 \text{ kg}$ |
6. Total kebutuhan limbah bongkaran balok-kolom sebagai bahan tambah dalam proses pembuatan *paving block* yaitu sebanyak 27,652 kg.

3.3.3.4.3 Pelaksanaan Pengujian

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

3.3.3.4.3.1 Pengujian Kuat Tekan

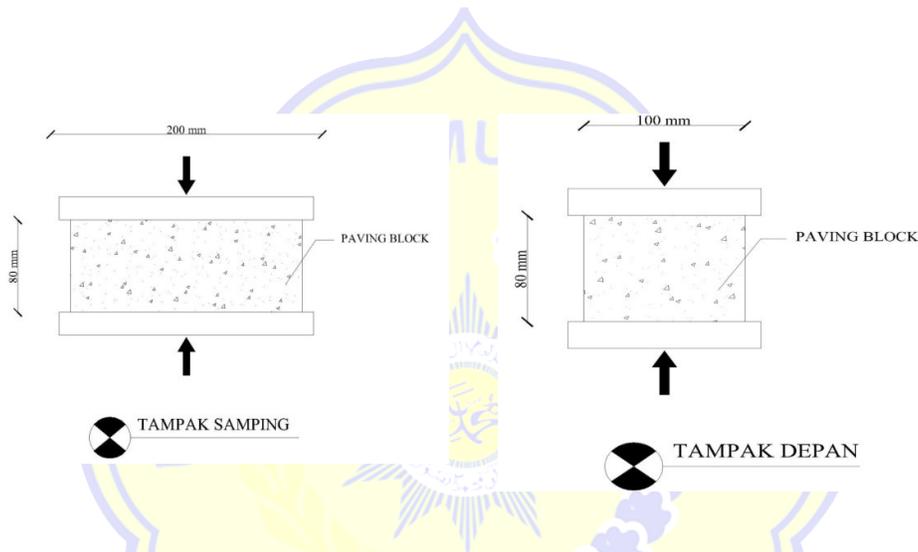
Pengujian kuat tekan pada *paving block* adalah untuk mendapatkan besarnya beban tekan maksimum yang bisa diterima oleh *paving block*. Pengujian kuat tekan dilakukan berdasarkan standar SNI 03-0691-1996 Bata Beton (*Paving Block*). Pengujian ini dilakukan dengan meletakkan benda uji pada alat uji dimana 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 hidrolis sampai benda uji mengalami kehancuran. Penambahan beban yang dilakukan konstan $\pm 2 - 4 \text{ kg/cm}^2$ tiap detik.



Gambar 3. 2 Sketsa pengujian Kuat tekan.

Sumber : Dokumentasi Penelitian\

Kuat tekan *paving block* dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$f'_c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (3-10)$$

Dimana :

f'_c = Kuat tekan benda uji (Mpa)

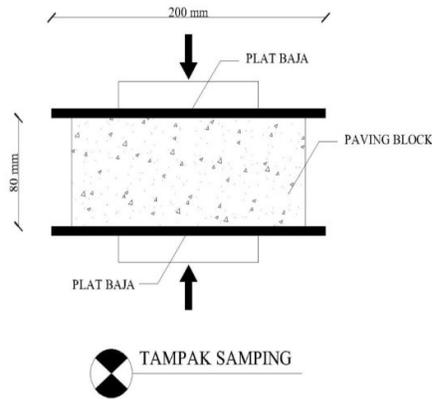
P = Beban maksimum (N atau kN)

A = Luas penampang benda uji (mm^2)

3.3.3.4.3.2 Pengujian Kuat Tarik Belah

Pengujian kuat tarik belah dilakukan dengan menggunakan alat uji tekan. Adapun cara Pengujiannya : *paving block* di letakan pada alat uji tekan tersebut, kemudian di letakan beban tulangan baja dengan diameter kurang lebih 1 cm di

tengah-tengah sisi paving block bagian atas dan bawah yang di jadikan sebagai beban titik agar beban fertikal (P) dapat di kerjakan sepanjang balok. Setelah itu alat uji tekan di hidupkan sampai bahan menunjukan tanda-tanda kerusakan (pecah) pada paving block kemudian di lakukan pembacaan monometer.



Gambar 3. 3 Sketsa pengujian Kuat tarik belah.

Sumber : Dokumentasi Penelitian

Pengujian tarik belah berdasarkan BS EN 1338:2003 dengan persamaan rumus:

$$T = 0,637 \times k \times \frac{P}{s} \dots\dots\dots (3.11)$$

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 3.2 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

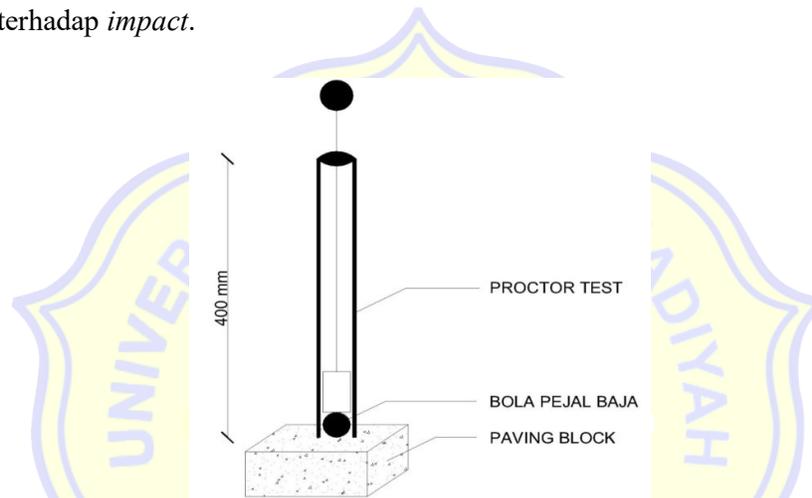
Sumber : BS EN 1338, 2003

3.3.3.4.3.3 Pengujian Ketahanan Impact

Langkah dalam pengujian impact adalah sebagai berikut:

1. Membersihkan permukaan benda uji paving block

2. Meletakkan benda uji di atas bidang datar, upayakan alas yang di gunakan tidak bergerak atau bergeser.
3. Meletakkan bola baja di atas permukaan benda uji dan tepat di pusat benda uji.
4. Kemudian meletakkan pembebanan impact dengan cara menjatuhkan beban dari ketinggian yang telah di tentukan.
5. Mencatat jumlah pukulan yang di hasilakan hingga benda uji mengalami retak untuk pertamakali kemudian pecah.
6. Jumlah pukulan yang di perlukan untuk membuat benda uji mengalami retak untuk pertama kali kemudian pecah merupakan nilai ketahanan benda uji terhadap *impact*.



Gambar 3. 4 Sketsa pengujian ketahanan *impact* (kejut).

Sumber : Dokumentasi Penelitian

Perhitungan dapat di lakukan dengan menggunakan rumus:

➤ $E_p = n \times m \times g \times h$

➤ Keterangan:

m = masa beban yang di jatuhkan (kg)

g = gaya grafitasi = $9,81 \text{ m/s}^2$

h = tinggi jatuh beban ke permukaan benda uji (m)

n = jumlah pukulan

3.3.3.4.4 Analisis Hasil Penelitian

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

1. Hasil analisa atau pengujian kuat tekan disetiap masing-masing variasi campuran.

2. Hasil analisa atau pengujian daya serap air disetiap masing-masing variasi campuran.

3.3.3.4.5 Alat Pematik Modifikasi

Membuat *Paving block* tentu memerlukan beberapa alat, baik peralatan modern maupun tradisional. Alat pembuat *Paving block* bisa dibedakan dengan jenisnya yaitu mesin otomatis, semi otomatis dan manual yang pengerjaannya masih menggunakan tangan manusia.

Dalam pembuatan *Paving block*, para pengrajin *Paving block* masih banyak menghadapi kendala. Kendala tersebut antara lain tidak mengetahui secara detail tekanan press yang diberikan pada *Paving blok* tersebut. Pada penelitian ini *Paving blok* dibuat dengan diberi tekanan pada saat pencetakan guna mendapatkan kuat tekan yang optimal menggunakan alat pematik modifikasi. Alat pematik modifikasi ini berfungsi sebagai alat pencetak *Paving block* sekaligus memberikan tekanan dalam pembuatannya.

3.3.3.4.6 Urutan Prosedur Penelitian

Adapun urutan dari prosedur penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Melakukan pencampuran dan pencetakan. Berikut ini jumlah sampel yang dibuat sebanyak :
 - a. Sampel untuk uji kuat tekan masing-masing dibuat 3 sampel.
 - b. Sampel untuk uji tarik belah masing-masing dibuat 3 sampel.
 - c. Sampel untuk ketahanan ipack masing-masing 3 sampel
2. Melakukan pemeraman sampel selama 14 hari.
3. Melakukan penjemuran sampel selama 1 hari
4. Melakukan pengujian kuat tekan, tarik belah dan *impact* pada sampel.