

TUGAS AKHIR

ANALISIS PERBANDINGAN *PAVING BLOCK* BERBAHAN LIMBAH BOTOL PLASTIK DAN *PAVING* *BLOCKSTANDARDSNI* YANG DI GUNAKAN UNTUK JALAN

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana TeknikMesin Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

DisusunOleh:

RAHMAN HENDARTO
1507230285



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2021**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

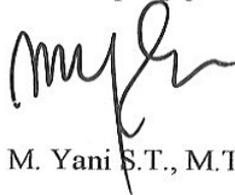
Nama : RAHMAN HENDARTO
NPM : 1507230285
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Analisis perbandingan *paving block* berbahan limbah botol plastik dan *paving block standard SNI* yang di gunakan untuk jalan
Bidang ilmu : Kontruksi Manufaktur

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 19 Oktober 2021

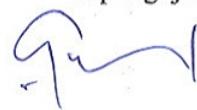
Mengetahui dan menyetujui:

Dosen penguji I



M. Yani S.T., M.T

Dosen penguji II



Chandra Amirsyah putra siregar S.T., M.T

Dosen Penguji III



Ahmad Marabdi Siregar, S.T, M.T

Dosen Penguji IV



H. Muharnif M.S.T, M.Sc

Program Studi Teknik Mesin



Chandra Amirsyah putra siregar S.T., M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : RAHMAN HENDARTO
Tempat /TanggalLahir : Medan/ 26 Agustus 1994
NPM : 1507230285
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“Analisis perbandingan *paving block* berbahan limbah botol plastik dan *paving block standard* SNI yang di gunakan untuk jalan”,

Bukan merupakan plagiatisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, atau pun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari di duga kuat ada ketidak sesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang di bentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/ kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan atau pun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 19 Oktober 2021

Saya yang menyatakan



RAHMAN HENDARTO

ABSTRAK

Melihat begitu banyak masyarakat yang selalu mengkonsumsi produk minuman kemasan botol plastik maka limbah dari botol plastik pun juga semakin banyak, material dari botol plastik itu merupakan material yang sulit untuk terurai, butuh waktu puluhan sampai ratusan tahun agar plastik dapat terurai sepenuhnya. Daur ulang limbah botol plastik sangat diperlukan guna mengurangi limbah botol plastik agar nantinya limbah botol plastik tersebut tidak mencemari lingkungan. Mendaur ulang limbah botol plastik menjadi paving block merupakan salah satu solusi untuk mengurangi limbah botol plastik. Penelitian ini bertujuan untuk membuat paving block limbah botol plastik dan menganalisa perbandingan kuat tekan paving block berbahan limbah botol plastik dengan paving block yang digunakan untuk jalan. Pembuatan paving block limbah botol plastik ada 2 variasi komposisi yang berbeda yaitu limbah botol plastik PET = 70% dan Pasir 30%, serta limbah botol plastik PET = 50% dan pasir 50%, kuat tekan paving block tersebut akan dibandingkan dengan kuat tekan paving block untuk jalan (paving block semen portland). Rujukan pengujian ini mengacu pada SNI 03-0691-1996. Paving block tersebut diuji menggunakan alat uji tekan (*compression test*). Hasil dari pengujian paving block limbah botol plastik didapat sebesar 43,73 Mpa dari spesimen 1 yaitu campuran limbah botol plastik 70% dan pasir 30%, dari hasil tersebut dapat digolongkan kategori A dan dapat digunakan untuk jalan serta sepeda motor dan 17,57 Mpa dari spesimen 2 yaitu campuran limbah botol plastik 50% dan pasir 50%, dari hasil tersebut dapat digolongkan kategori B serta dapat digunakan untuk pelataran parkir dan 70.30 Mpa dari spesimen paving block semen portland hasil tersebut digolongkan kategori A yang digunakan untuk jalan.

Kata Kunci : Pengujian Tekan, Paving Block, Limbah Botol Plastik PET (*polyethylene Terephthalate*) Dan Pasir sungai

ABSTRACT

Seeing so many people who always consume beverage products packaged in plastic bottles, the waste from plastic bottles is also increasing, the material from plastic bottles is a material that is difficult to decompose, it takes tens to hundreds of years for plastic to completely decompose. Recycling of plastic bottle waste is very necessary in order to reduce plastic bottle waste so that later the plastic bottle waste does not pollute the environment. Recycling plastic bottle waste into paving blocks is one solution to reduce plastic bottle waste. This study aims to make paving blocks for plastic bottle waste and analyze the comparison of the compressive strength of paving blocks made from plastic bottle waste with paving blocks used for roads. There are 2 variations of plastic bottle waste paving blocks, namely PET plastic bottle waste = 70% and 30% sand, and PET plastic bottle waste = 50% and 50% sand, the compressive strength of the paving block will be compared with the compressive strength of the paving block for road (portland cement paving block). The reference for this test refers to SNI 03-0691-1996. The paving blocks were tested using a compression test. The results of the paving block testing of plastic bottle waste obtained 43.73 Mpa from specimen 1, which is a mixture of 70% plastic bottle waste and 30% sand, from these results it can be classified as category A and can be used for roads and motorcycles and 17.57 Mpa from specimen 2 is a mixture of 50% plastic bottle waste and 50% sand, from these results it can be classified as category B and can be used for parking lots and 70.30 MPa of portland cement paving block specimens the results are classified as category A which is used for roads.

Keywords: Pressure Test, Paving Block, Plastic Bottle Waste PET (Polyethylene Terephthalate) And River Sand

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul **“Analisis perbandingan paving block berbahan limbah botol plastik dan paving block standard SNI yang di gunakan untuk jalan”** sebagai syarat untuk meraih gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak Ahmad Marabdi Siregar S.T, M.T. selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak H, Muharnif M. S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas akhir ini.
3. Bapak M Yani S.T, M.T. Selaku Dosen pembimbing I yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini
4. Bapak Chandra A Siregar S.T, M.T. Selaku Dosen pembimbing II yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, sekaligus sebagai Ketua Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Munawar Alfansury Siregar S.T, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Dr. Ade faisal S.T, M.Sc. selaku wakil Dekan I Fakultas teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Bapak Khairul Umurani S.T, M.T. Selaku Wakil dekan II Fakultas Falkutas teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

8. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknikmesinan kepada penulis.
9. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
10. Ayahanda Sunardi dan bunda Sumiani, yang telah bersusah payah membesarkan penulis.
11. Sahabat-sahabat penulis: Bagus rinaldi afif, M. Yudha permana, eko , muhammad riduwan dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu persatu.
12. Seluruh rekan-rekan kelas A2 dan B2 siang stanbuk 2015 program studi teknik mesin fakultas teknik UMSU yang sama-sama berjuang menempuh masa depan.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia manufaktur teknik Mesin.

Medan, 19 Oktober 2021

Rahman Hendarto

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN		ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR		iii
ABSTRAK		iv
ABSTRACT		v
KATA PENGANTAR		vi
DAFTAR ISI		viii
DAFTAR GAMBAR		x
DAFTAR TABEL		xii
DAFTAR NOTASI		xiii
BAB 1 PENDAHULUAN		1
1.1 Latarbelakang		1
1.2 Rumusanmasalah	2	
1.3 RuangLingkup		2
1.4 Tujuanpenelitian	3	
1.5 Manfaatpenelitian	3	
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA		4
2.1 Paving Block		4
2.2 Paving Block Semen Portland		5
2.2.1.Semen Portland		6
2.2.2.Agregat (BahanPengisi)		6
2.2.3.Air		8
2.3 Paving Block Plastik		9
2.4 Jenis-jenisUtamaLimbahPlastik		10
2.4.1.PET – PolyethyleneTeraphthlate		10
2.4.2.HDPE – High Density Polyethylene		11
2.4.3.PVC – Polyvinyl Chloride		11
2.4.4.LDPE – Low Density Polyethylene		12
2.4.5.PP – Polypropylene		12
2.4.6.PS – Polystyrene		13
2.4.7.OTHER		13
2.5Pasir		15
2.5.1.Pasir Sungai		16
2.5.2.Pasirlaut		17
2.6 Klasifikasi Pembuatan Paving Block		17
2.7 Definisi UjiTekan(Compression Test)		18
2.8 FenomenaUjiTekan	29	
BAB 3 METODE PENELITIAN		22

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	22
3.1.1. Tempat	22
3.1.2. Waktu Penelitian	22
3.2. Bahan Dan Alat	22
3.2.1. Bahan	22
3.2.2. Alat	24
3.3. Bagan Alir Penelitian	30
3.4. Prosedur Pembuatan Paving Block	31
3.5. Prosedur Pengujian	31
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1. Pembuatan Spesimen	33
4.2. Prosedur Pengujian	36
4.3. Hasil Pengujian Spesimen	40
4.3.1. Hasil Pengujian Spesimen paving Block berbahan Limbah botol Plastik 70% dan Pasir 30%	40
4.3.2. Hasil Pengujian Spesimen paving Block berbahan Limbah botol Plastik 50% dan Pasir 50%	43
4.3.3. Hasil pengujian Spesimen paving block Semen portland	46
4.4. Analisa Data Pengujian Tekan	49
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	61
5.1. Kesimpulan	61
5.2. Saran	61
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	
LEMBAR ASISTENSI	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Paving Block Persegi Panjang	4
Gambar 2.2	Plastik yang termasuk jenis PET	12
Gambar 2.3	Plastik yang termasuk jenis HDPE	12
Gambar 2.4	Plastik yang termasuk jenis PVC	13
Gambar 2.5	Plastik yang termasuk jenis LDPE	13
Gambar 2.6	Plastik yang termasuk jenis PP	14
Gambar 2.7	Plastik yang termasuk jenis PS	14
Gambar 2.8	Plastik yang termasuk jenis OTHER	15
Gambar 2.9	Alat Uji Tekan	19
Gambar 2.10	Penekanan dan Bentuk tong akibat Penekanan	20
Gambar 2.11	Pembengkokan pada spesimen	20
Gambar 3.1	Limbah botol plastik PET	23
Gambar 3.2	Pasir (Agregat)	23
Gambar 3.3	Alat pembuat paving block	24
Gambar 3.4	Cetakan paving block	24
Gambar 3.5	Timbangan	25
Gambar 3.6	Gunting	25
Gambar 3.7	Kompas	26
Gambar 3.8	Spatula	26
Gambar 3.9	Thermogun	27
Gambar 3.10	Gergaji mesin	27
Gambar 3.11	Mesin compression test	28
Gambar 3.12	Bagan alir penelitian	30
Gambar 4.1	Botol plastik dan pasir	33
Gambar 4.2	Botol plastik yang di potong skala kecil	34
Gambar 4.3	Alat pembuatan paving block	35
Gambar 4.4	Proses pengadukan	35
Gambar 4.5	Proses penuangan	36
Gambar 4.6	Paving block botol plastik 50% dan pasir 50%	36
Gambar 4.7	Paving block botol plastik 70% dan pasir 30%	37
Gambar 4.8	Mesin compression test	37
Gambar 4.9	Balok tambahan	38
Gambar 4.10	Peletakan paving block untuk di uji	38
Gambar 4.11	Spesimen uji retak/ hancur	39
Gambar 4.12	Beban maksimum pengujian	39
Gambar 4.13	Hasil pengujian spesimen 1	40
Gambar 4.14	Hasil pengujian spesimen 2	41
Gambar 4.15	Hasil pengujian spesimen 3	41
Gambar 4.16	Hasil pengujian spesimen 4	42
Gambar 4.17	Hasil pengujian spesimen 5	42
Gambar 4.18	Hasil pengujian spesimen 1	43
Gambar 4.19	Hasil pengujian spesimen 2	44
Gambar 4.20	Hasil pengujian spesimen 3	44
Gambar 4.21	Hasil pengujian spesimen 4	45
Gambar 4.22	Hasil pengujian spesimen 5	45
Gambar 4.23	Hasil pengujian spesimen 1	46

Gambar 4.24	Hasil pengujian spesimen 2	47
Gambar 4.25	Hasil pengujian spesimen 3	47
Gambar 4.26	Hasil pengujian spesimen 4	48
Gambar 4.27	Hasil pengujian spesimen 5	48
Gambar 4.28	Grafik pengujian spesimen botol plastik 70% dan pasir 30%	51
Gambar 4.29	Grafik pengujian spesimen botol plastik 50% dan pasir 50%	55
Gambar 4.30	Grafik pengujian spesimen semen portland	58
Gambar 4.31	Grafik perbandingan kekuatan tekan	59

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Sifat-sifat fisika paving block(SNI 03-0691-1996)	5
Tabel 3.1	Jadwal pembuatan dan penelitian	22
Tabel 4.1	Standar kekuatan paving block botol plastik 70%, pasir 30%	52
Tabel 4.2	Standar kekuatan paving block botol plastik 50%, pasir 50%	55
Tabel 4.3	Standar kekuatan paving block semen portland	59

DAFTAR NOTASI

Simbol	Keterangan	Satuan
KT	KuatTekan	Mpa
F	Gaya	Newton
m	Massa	Kg
A	Luaspenampang	mm
P	Bebantekan	N
L	Luasbidangtekan	mm ²

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Paving Block merupakan salah satu bahan bangunan yang banyak digunakan sebagai pelapis perkerasan jalan. Pada umumnya dipakai untuk perkerasan halaman taman, lapangan parkir, trotoar dan gang gang kecil. Untuk itu, *Paving block* harus memenuhi kualitas sebagai bahan bangunan yang akan digunakan sebagai pelapis perkerasan jalan. Salah satu karakteristik yang harus dimiliki *paving block* adalah kekuatan tekan.

Paving Block pada umumnya terbuat dari campuran semen portland, agregat dan air dengan atau tanpa bahan tambah lainnya yang tidak mengurangi mutu *paving block* tersebut. Agregat yang biasa digunakan adalah agregat halus (pasir). Namun adakalanya digunakan juga agregat kasar (kerikil) dengan ukuran/diameter yang kecil.

Di Indonesia sendiri ada banyak penemuan tentang *paving block* salah satunya yaitu berupa *paving block* agregat abu gosok dan *paving block* limbah plastik yang mana semua limbah jenis plastik LDPE, PET, PVC di campurkan menjadi satu dengan agregat pasir. Sebuah percobaan yang saya akan buat yaitu hanya menggunakan limbah botol plastik yang jenisnya PET (*Polyethylene Terephthalate*) dan agregatnya pasir sungai sebab di Indonesia limbah botol plastik jenis PET ini sangat meningkat dengan signifikan karena produk minuman yang sangat digemari masyarakat kebanyakan besar menggunakan botol plastik jenis PET, perkembangan gaya hidup serta aktivitas masyarakat yang sangat erat hubungannya dengan penggunaan bahan botol plastik. Menurut Dirjen Pengolahan Sampah, Limbah, dan B3 KLHK (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan) Tuti Hindrawati Mintarsi menyebutkan total jumlah plastik di Indonesia di 2019 mencapai 68.000.000 (enam puluh delapan juta) ton. Hal tersebut menjadikan Indonesia sebagai Negara penyumbang limbah plastik terbesar kedua menurut berita (KOMPAS, Agustus 2018).

Oleh sebab itu, maka daur ulang limbah botol plastik sangat diperlukan untuk mengurangi limbah plastik agar nantinya limbah botol plastik tersebut tidak mencemari lingkungan.

Daur ulang sampahbotol plastik merupakan proses menjadikan bahan bekas atau sampah botolplastik menjadi bahan baru sehingga bermanfaat kembali. maka limbah botol plastik tersebut akan dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan paving block.

Paving block dari campuran bahan limbah botol plastik dan pasir adalah salah satu bentuk produk pemanfaatan limbah botol plastik. sehingga nantinya di harapkan paving block berbahan dasar limbah botol pastik menjadi solusi atas masalah penimbunan limbah yang merusak lingkungan,selain itu juga di harapkan paving block dari bahan botol plastik dan pasir ini juga memiliki kekuatan tekan yang baik.

Oleh sebab itu, penulis akan membuat, menganalisis kekuatan tekan paving block berbahan limbah botol plastik (PET) dengan 2 variasi yang berbeda campuran, dan membandingkannya dengan *paving blockstandardSNI* untuk jalanan umum yang saya beli di toko paving block semen portland, Adapun judul dari skripsi ini adalah “ANALISIS PERBANDINGAN *PAVING BLOCK* BERBAHAN LIMBAH BOTOL PLASTIK DAN *PAVING BLOCKSTANDARD SNI* YANG DI GUNAKAN UNTUK JALAN”.

1. 2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan maka rumusan masalahnya adalah :

1. Bagaimana membandingkan kekuatantekan pada paving block yang terbuat dari limbah botol plastik jenis PET(*Polyethylene Terephthalate*) dan paving block semen portland yang di gunakan untuk jalan,
2. Dengan variasicampuran yang berbeda yaitu limbah botol plastik jenis PET (70%), Pasir (30%) dan PET (50%), Pasir (50%).

1. 3 Ruang Lingkup

Agar jangkauan permasalahan dalam menganalisa kekuatan pengujian tekan pada paving block berbahan limbah botol plastik jenis (PET), pasir sungaidanpaving block semen portland tidak meluas, maka penulis membatasi permasalahan pada penelitian adalah sebagai berikut :

1. Paving Block yang digunakan terbuat dari limbah botol plastik jenis PET (*Polyethylene Terephthalate*) dan pasir sungai, serta paving block semen portland untuk jalan.
2. Presentasi campuran paving block limbah botol plastik jenis PET ada 2 variasi yaitu botol plastik (50%), Pasir (50%) dan botol plastik (70%), Pasir (30%).
3. Pengujian tekan menggunakan Compression Tasting Machine untuk mengetahui kekuatan beban tekan pada paving block tersebut.
4. Metode pengujian SNI 03-0691-1996
5. Ukuran paving block yang akan di uji yaitu 6cm x 6cm x 6cm

1.4 Tujuan

Adapun yang menjadi tujuan dalam penulisan skripsi adalah sebagai berikut:

1. Untuk menganalisis pembuatan pada paving block limbah botol plastik
2. Untuk menganalisis kekuatan/ketahanan pada paving block yang terbuat dari limbah botol plastik jenis PET(50%) dan pasir (50%) serta campuran botol plastik (70%) dan pasir (30%).
3. Membandingkan kekuatan paving block yang terbuat dari limbah botol plastik jenis PET(50%) dan pasir (50%) serta campuran botol plastik PET (70%) dan pasir (30%) dengan Paving block yang terbuat dari semen portland yang digunakan untuk jalan berstandart SNI 03-0691-1996.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat dari skripsi ini di harapkan berguna dalam dunia ilmu pengetahuan umumnya kepada dunia keteknikan serta bermanfaat bagi kepentingan bangsa, Negara, masyarakat, dan lingkungan hidup.

1. Skripsi ini diharapkan memberi solusi untuk pemanfaatan limbah botol plastik menjadi produk yang bernilai jual.
2. Diharapkan menjadi bahan masukan dalam menyelesaikan masalah kerusakan lingkungan yang di akibatkan oleh limbah botol plastik.
3. Dari hasil penelitian ini semoga dapat dijadikan referensi untuk penelitian selanjutnya.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Paving Block*

Bata beton (*paving block*) merupakan salah satu jenis beton stuktur yang dapat di manfaatkan sebagai pelapis pengerasan jalan seperti trotoar, halaman,taman dan keperluan lainnya.Campuran Paving block terbagi atas dua jenis yaitu;

1. Paving Block Semen Portland
2. Paving Block Plastik (Komposit)

Pada dasarnya paving block biasanya berwarna asli atau di beri zat pewarna tambahan pada komposisi dan di gunakan untuk lantai baik di luar ataupun di dalam di luar bangunan.



Gambar 2.1 Paving Block Persegi Panjang

Paving block di Indonesia menggunakansyarat mutu **SNI 03-0691-1998** anantara lain sebagai berikut:

1. Sifat Tampak

Paving block harus mempunyai permukaan yang rata,tidak terdapat retak-retakan dan cacat,bagian sudut dan rusuknya tidak mudah dirapuhkan dengan kekuatan jari tangan.

2. Ukuran

Ketebalan paving blockyang sering digunakan adalah sebagai berikut :

- Ketebalan 6 cm. Untuk beban lalu lintas ringan yang frekuensinya terbatas,misalnya pejalan kaki, sepedamotor.

- Ketebalan 8cm. Untuk beban lalu lintas berat yang padat frekuensinya, misalnya sedan, pick up, bus dan truck.
- Ketebalan 10 cm atau lebih. Untuk beban lalu lintas super berat misalnya crane, loader.

3. Klasifikasi

- Paving block bermutu A : digunakan untuk jalan dan sepeda motor
- Paving block bermutu B : digunakan untuk pelataran parkir
- Paving block bermutu C : digunakan untuk pejalan kaki
- Paving block bermutu D : digunakan untuk taman dan pengguna lain

4. Sifat Fisika

Paving block harus mempunyai sifat fisika seperti kuat tekan, beban tekan dan penyimpanan air.

Tabel 2.1 Sifat-sifat fisik paving block

Mutu	Kuat Tekan (MPa)		Beban Tekan (max/menit)		Penyimpanan air rata-rata
	Ratarata	Minimum	Rata-rata	Minimum	max
					%
A	40	35	0,090	0,013	3
B	20	17	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)

2.2. Paving Block Semen Portland

Paving Block ini menggunakan semen portland sebagai perekat agregatnya. Pada umumnya Paving block semen portland banyak digunakan untuk pelapis jalan, trotoar, dan pelataran parkir. Selain harganya yang murah material ini dapat membantu untuk melindungi bumi dari global warming. Mengapa bisa demikian, karena proses pemasangannya dapat menyerap air ke dalam tanah sehingga dapat mengurangi dampak menggenangnya air pada permukaan tersebut. Paving block semen portland yang ada dipasaran biasanya terbuat dari tiga bahan utama yaitu; Semen portland, Agregat (bahan pengisi) dan Air.

2.2.1 Semen *Portland*

Semen portland adalah jenis semen yang paling banyak digunakan di seluruh dunia sebagai bahan dasar beton, mortar, plester, dan adukan non-spesialisasi. Semen portland adalah bahan perekat hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker (bahan ini terutama dari silikat kalsium yang bersifat hidrolis). Semen hidrolis sendiri adalah semen yang dapat bereaksi dengan air dan menghasilkan benda keras yang stabil dan tidak mudah larut.

Klasifikasi Semen Portland

- Type I (*Ordinary Portland Cement*) adalah semen yang dipakai untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan khusus.
- Type II (*Moderate Sulfat Resistance*) adalah semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat sedang dan panas hidrasi sedang.
- Type III (*High Early Strength*) adalah semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan kuat tekan awal yang tinggi.
- Type IV (*Low Heat of Hydration*) adalah semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan panas hidrasi rendah, biasanya digunakan untuk struktur beton seperti Dam.
- Type V (*Sulfat Resistance*) adalah semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat yang tinggi.

2.2.2 Agregat (Bahan Pengisi)

Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton atau mortar. Agregat yang biasa digunakan adalah pasir. Agregat (bahan pengisi) di dalam adukan Paving Blok harus menempati kurang lebih 60% dari volume Paving Blok tersebut. Oleh karena itu, sifat-sifat agregat sangat mempengaruhi sifat-sifat Paving Blok yang dihasilkan.

Sifat yang paling penting dari agregat ialah kekuatan hancur dan ketahanan terhadap benturan yang dapat mempengaruhi ikatannya dengan pasta semen, porositas dan karakteristik penyerapan air yang mempengaruhi daya tahan terhadap pengaruh musim dan agresi kimia, serta ketahanan terhadap penyusutan.

Tujuan penggunaan agregat dalam bata beton / mortar adalah;

1. Menghemat pemakaian semen

2. Untuk menghasilkan kekuatan yang besar
3. Untuk mengurangi susut Paving blok
4. Untuk mendapatkan susunan yang padat pada Paving blok

Klasifikasi Agregat (Bahan Pengisi) :

1. Ditinjau dari sumbernya

Ditinjau dari sumbernya agregat dibagi menjadi dua cara, agregat alam dan agregat buatan.

- a. Agregat Alam

Agregat alam yaitu agregat yang berasal dari alam tanpa pengolahan terlebih dahulu. Agregat alam pada umumnya menggunakan bahan baku batu alam hasil penghancurannya. Sebagian besar dari agregat yang berasal dari alam materialnya berasal dari batuan padat. Ada tiga jenis batuan yang digunakan sebagai sumber agregat yaitu : (i) batuan beku, (ii) batuan endapan dan (iii) batuan metamorf.

Penggolongannya dari tiga jenis batuan ini didasarkan pada proses pembentukan batuan (Concrete Technology).

- Batuan Beku

Batuan beku yang digunakan sebagai sumber agregat sangat baik untuk paving block, karena sifatnya yang keras, kuat dan padat. Batuan ini cenderung berwarna terang dan gelap. Proses terjadinya batuan beku karena meletusnya gunung berapi, akibat magma yang dikandung berupa lava dan mengadakan kontak dengan udara dan akhirnya membeku.

- Batuan Endapan

Batuan yang terjadi karena lapuk (hilang) akibat terkena erosi yang mengakibatkan pelapukan pada batu yang lama kelamaan hancur menjadi butiran-butiran halus dibawa oleh air, diendapkan disuatu tempat yang makin lama makin tebal sehingga membentuk batuan endapan. Kualitas agregat yang berasal dari batuan ini bervariasi tergantung pada proses pembentukan yang terjadi.

- Batuan Metamort

Batuan Metamort berasal dari batuan beku dan batuan endapan yang

terjadi akibat tekanan dan suhu yang tinggi.

b. Agregat Buatan

Agregat buatan adalah agregat yang dihasilkan sebagai hasil sampingan atau bahan buangan dari suatu produk tertentu. Contoh agregat buatan adalah: pecahan bata atau potongan batu bata yang tidak dipakai, limbah beton dan limbah plastik termasuk limbah botol plastik yang dibuat mirip dengan bentuk agregat.

2. Ditinjau dari berat jenisnya

Ditinjau dari berat jenisnya agregat dibedakan atas tiga macam : agregat normal, agregat ringan dan agregat berat :

- Agregat ringan, jenis agregat ini dipakai untuk menghasilkan beton ringan dengan berat isi tidak lebih dari 2100 kg/m^3 . Beton yang dibuat dengan agregat ringan mempunyai sifat yang tahan api.
- Agregat normal, jenis agregat ini dapat digunakan untuk tujuan umum dan menghasilkan beton dengan berat isi umum antara $2100\text{-}2700\text{kg/m}^3$.
- Agregat berat, agregat berat dapat digunakan secara efektif dan ekonomis untuk jenis beton yang harus dapat menahan radiasi sehingga dapat memberi perlindungan sinar x, sinar y dan neutron. Agregat ini dipakai dalam pembuatan beton dengan berat isi tinggi lebih dari 2700kg/m^3 .

3. Ditinjau dari besar butirannya

Ukuran agregat maksimum yang digunakan untuk bata beton tergantung pada tujuan penggunaannya. Ukuran agregat maksimum yang biasa digunakan dalam pembuatan beton pada umumnya adalah 5-30 mm. Agregat dibagi menjadi dua kategori berdasarkan ukurannya (ASTM D 8 – 94):

1. Agregat kasar, ukurannya lebih besar dari 4,75mm.
2. Agregat halus, ukurannya lebih kecil dari 4,75mm.

2.2.3. Air

Air adalah salah satu bahan yang penting dalam pembuatan bata beton, air diperlukan agar terjadi reaksi kimia dengan semen untuk membasahi agregat dan untuk melumas agregat agar mudah dalam pengerjaannya. Air yang umumnya dapat digunakan untuk beton adalah air yang dapat diminum (Tri Mulyono, 2003). Tetapi tidak semua air dapat memenuhi syarat tersebut karena

mengandung berbagai macam unsur yang dapat merugikan.

SK SNI S-04-1989-F mensyaratkan air yang dapat digunakan sebagai bahan bangunan sebagai berikut:

1. Air harus bersih.
2. Tidak mengandung lumpur, minyak dan benda terapung lainnya yang dapat dilihat secara visual.
3. Tidak mengandung benda-benda yang tersuspensi lebih dari 2 gram/liter.
4. Tidak mengandung garam-garam yang dapat larut dan dapat merusak paving blok (asam-asam, zat organik dan sebagainya) lebih dari 15 gram/liter. Kandungan klorida (Cl), tidak lebih dari 500 ppm dan senyawa sulfat tidak lebih dari 1000 ppm sebagai SO_3 .
5. Bila dibandingkan dengan kekuatan tekan adukan dan bata beton yang memakai air suling, maka penurunan kekuatan adukan dan bata beton yang memakai air yang diperiksa tidak lebih dari 10%.
6. Semua air yang mutunya meragukan harus dianalisa secara kimia dan dievaluasi mutunya menurut pemakaiannya.
7. Khusus untuk beton pratekan, kecuali syarat-syarat tersebut diatas tidak boleh mengandung klorida lebih dari 500 ppm.

2.3 Paving Block Plastik (komposit)

Paving Block Plastik adalah paving block yang terbuat dari limbah plastik dan pasir. Paving block ini merupakan hasil dari rekayasa pemanfaatan limbah plastik untuk mengurangi pencemaran lingkungan yang diakibatkan oleh limbah plastik. Adapun jenis limbah plastik yang digunakan dalam pembuatan paving block ini adalah PET (*Polyethylene Terephthalate*), PP (*Polypropylene*), HDPE (*High Density Polyethylene*), V (*Polyvinyl Chloride*), LDPE (*Low Density Polyethylene*), PS (*Polystyrene*) dan Pasir.

2.4 Jenis-jenis Utama Limbah Plastik

Berikut ini adalah jenis-jenis utama limbah plastik yaitu;

2.4.1 PET — Polyethylene Terephthalate

- Mayoritas bahan plastik PET di dunia untuk serat sintetis (sekitar 60 %), dalam pertekstilan PET biasa disebut dengan polyester (bahan dasar botol kemasan 30 %) Botol Jenis PET/PETE ini direkomendasikan HANYA SEKALI PAKAI. *Bila terlalu sering dipakai, apalagi digunakan untuk menyimpan air hangat apalagi panas, akan mengakibatkan lapisan polimer pada botol tersebut akan meleleh dan mengeluarkan zat karsinogenik (dapat menyebabkan kanker).*
- Titik lelehnya 85°C
- Di dalam membuat PET, menggunakan bahan yang disebut dengan antimoni trioksida, yang berbahaya bagi para pekerja yang berhubungan dengan pengolahan ataupun daur ulangnya, karena antimoni trioksida masuk ke dalam tubuh melalui sistem pernafasan, yaitu akibat menghirup debu yang mengandung senyawa tersebut.
- Terkontaminasinya senyawa ini dalam periode yang lama akan mengalami iritasi kulit dan saluran pernafasan.
- Bagi pekerja wanita, senyawa ini meningkatkan masalah menstruasi dan keguguran, pun bila melahirkan, anak mereka kemungkinan besar akan mengalami pertumbuhan yang lambat hingga usia 12 bulan



Gambar 2.2 Plastik yang termasuk jenis PET

2.4.2. HDPE — High Density Polyethylene

- HDPE merupakan salah satu bahan plastik yang aman untuk digunakan karena kemampuan untuk mencegah reaksi kimia antara kemasan plastik berbahan HDPE dengan makanan/minuman yang dikemasnya.
- HDPE memiliki sifat bahan yang lebih kuat, keras, buram dan lebih tahanterhadap suhu tinggi jika dibandingkan dengan plastik dengan kode PET.
- Ada baiknya tidak menggunakan wadah plastik dengan bahan HDPE terus menerus karena walaupun cukup aman tetapi wadah plastik berbahan HDPE akan melepaskan senyawa antimoni trioksida secara terus menerus.



Gambar 2.3 Plastik yang termasuk jenis HDPE

2.4.3. V — Polyvinyl Chloride

- Plastik ini bisa ditemukan pada plastik pembungkus (*cling wrap*), dan botol-botol, pipa, konstruksi bangunan.
- Tertera logo daur ulang (terkadang berwarna merah) dengan angka 3 di tengahnya, serta tulisan V — V itu berarti PVC (*polyvinyl chloride*), yaitu jenis plastik yang paling sulit didaur ulang.



Gambar 2.4 Plastik yang termasuk jenis V — *Polyvinyl Chloride (PVC)*

2.4.4 . *LDPE — Low Density Polyethylene*

- Biasa dipakai untuk tempat makanan, plastik kemasan, dan botol-botol yang lembek.
- Tertera logo daur ulang dengan angka 4 di tengahnya, serta tulisan LDPE.



Gambar 2.5 Plastik yang termasuk jenis LDPE

2.4.5. *PP — Polypropylene*

- Biasanya dipakai untuk tempat menyimpan makanan, botol minum dan terpenting botol minum untuk bayi, kantong plastik, film, automotif, maianan mobil-mobilan, ember.
- Tertera logo daur ulang dengan angka 5 di tengahnya, serta tulisan PP.



Gambar 2.6 Plastik yang termasuk jenis PP — Polypropylene

2.4.6. *PS — Polystyrene*

- PS biasa dipakai sebagai bahan tempat makan styrofoam, tempat CD, karton tempat telur, dan lain-lain.
- Selain tempat makanan, styrene juga bisa didapatkan dari asap rokok, asap kendaraan dan bahan konstruksi gedung.
- Tertera logo daur ulang dengan angka 6 di tengahnya, serta tulisan PS.



Gambar 2.7 Plastik yang termasuk jenis PS — Polystyrene

2.4.7. *OTHER*

- Tertera logo daur ulang dengan angka 7 di tengahnya, serta tulisan OTHER – Other (SAN - styrene acrylonitrile, ABS– acrylonitrile butadiene styrene, PC – polycarbonate, Nylon).

- PC – Polycarbonate dapat ditemukan pada botol susu bayi, gelas anak balita (sippy cup), cobalah pilih dan gunakan botol susu bayi berbahan kaca, polyethylene, atau polypropylene. Untuk dot, gunakanlah yang berbahan silikon karena tidak akan mengeluarkan zat karsinogenik sebagaimana pada dot berbahan latex., dan kaleng kemasan makanan dan minuman, termasuk kaleng susu formula.
- Juga dapat ditemukan pada tempat makanan dan minuman seperti botol minum olahraga, suku cadang mobil, alat-alat rumah tangga, komputer, alat-alat elektronik, dan plastik kemasan.
- Jika penggunaan plastik berbahan polycarbonate tidak dapat dicegah, janganlah menyimpan air minum ataupun makanan dalam keadaan panas.

Biasanya SAN terdapat pada mangkuk mixer, pembungkus termos, piring, alat makan, penyaring kopi, dan sikat gigi, sedangkan ABS biasanya digunakan sebagai bahan mainan lego dan pipa.



Gambar 2.8 Plastik yang termasuk jenis Other

2.5 Pasir

Pasir adalah salah satu jenis bahan bangunan yang paling penting dalam setiap proses pembangunan. Material ini berbentuk butiran dengan besaran yang telah ditentukan, meskipun besarnya ditentukan ada beberapa jenis pasir berbeda yang digunakan untuk material bangunan. Jenis berbeda untuk pasir inilah yang menjadikan butiran hingga fungsi pasir berbeda.

Menurut Standar Nasional Indonesia (SK SNI – S – 04 –1989 –F ; 28), ada beberapa persyaratan penting untuk pasir yang digunakan pada bahan bangunan yaitu ;

1. Pasir halus sebaiknya terdiri dari butiran dengan tekstur tajam dan keras. Agregat Indeks kekerasan untuk jenis pasir ini adalah <2.2.
2. Bila pasir digunakan dengan Natrium Sulfat maka bagian yang hancur maksimal 12 persen.
3. Bila pasir digunakan dengan Magnesium Sulfat maka bagian yang hancur maksimal 10 persen.
4. Standar pasir tidak boleh memiliki kandungan lumpur lebih dari 5 persen, maka harus dicuci terlebih dulu.
5. Tidak boleh terdapat terlalu banyak kandungan bahan organis didalam pasir. Sebelumnya pasir harus melalui percobaan warna Abrans-Harder menggunakan larutan jenuh NaOH 3 persen.
6. Untuk susunan jenis pasir butir besar harus memiliki kehalusan modulus 1,5 hingga 3,8. Pasir juga terdiri dari butir-butir yang berbeda.
7. Pasir harus memiliki reaksi alkali negatif untuk membuat beton dengan keawetan tingkat tinggi.
8. Pasir dari laut tidak diperbolehkan untuk agregat pasir halus untuk betol bermutu. Kecuali terdapat petunjuk khusus dari lembaga pemerintahan bahan bangunan yang sudah diakui.
9. Pasir agregat halus yang akan digunakan untuk spesi terapan serta plasteran harus memenuhi persyaratan dari pasangan terlebih dahulu.

Seperti yang diungkap dalam penjelasan diatas, masing-masing pasir memiliki fungsi sendiri berdasarkan dari sifat dan jenis pasir. Untuk pembuatan paving blok berbahan limbah plastik ini digunakan campuran pasir sungai dan pasir laut.

2.5.1 Pasir Sungai

Pasir Sungai adalah salah satu varian pasir yang berasal dari sungai dan memiliki ukuran diameter yang tidak terlalu besar namun juga tidak terlalu kecil. Ukuran pasir ini adalah antara 0,63 hingga sebesar 5 mm. Pasir Sungai dapat ditambang langsung dari sungai dan umumnya berupa hasil dari terkikisnya batuan sungai yang bersifat keras dan tajam. Oleh sebab itu jenis pasir sungai adalah jenis pasir yang terkenal dengan kekuatannya

Selain faktor kekuatan, pasir hitam yang berasal dari sungai juga populer dikalangan masyarakat karena harganya yang tidak terlalu mahal. Hal ini dikarenakan pasir sungai ditambang langsung dari sungai dan relatif masih memiliki jumlah yang cukup besar.

Beberapa kegunaan atau fungsi dari pasir sungai adalah sebagai berikut;

1. Campuran spesi-spesi pada kontruksi digunakan untuk melekatkan batu bata antara yang satu dengan yang lain. Spesi tersebut merupakan hasil campuran antara semen dan pasir.
2. Plester-selain spesi,lapisan dinding juga memerlukan plester sebelum dilakukan pengecatan. Pleter atau yang juga sering disebut pelur tersebut , seperti halnya spesi, merupakan campuran antara pasir dan semen namun dalam tekstur yang lebih halus.
3. Pemasangan keramik – seperti halnya batu bata, untuk merekatkan keramik dengan plat lantai atau tanah memerlukan campuran semen dan pasir.
4. Perkerasan jalan – pada proyek sipil untuk membuat perkerasan jalan baik menggunakan penutup berupa beton, paving blok maupun aspal, pasir merupakan bahan utama yang dibutuhkan sebagai campuran perekatnya.
5. Pembuatan beton, beton merupakan campuran antara agregat kasar dan halus serta air, dimana agregat halus tersebut kita peroleh dari pasir dan agregat kasar berasal dari batuan.
6. Pembuatan kaca, meskipun kaca memiliki bentuk yang jauh berbeda dengan pasir, kaca juga salah satu materian yang pembuatannya membutuhkan pasir.

Selain itu kelebihan pasir sungai adalah lebih halus jika dibandingkan dengan pasir gunung serta memiliki kandungan lumpur yang lebih rendah karena secara

alami sudah tercuci didalam sungai. Kelebihan lainnya adalah pasir sungai lebih hemat semen dalam aplikasinya dikonstruksi.

2.5.2 Pasir Laut

Pasir laut adalah jenis pasir yang didapat dari pesisir pantai. Ciri khas dari pasir ini adalah struktur butirannya yang halus dengan ukuran berkisar antara 0,55 hingga 2,5 mm lebih kecil dari pasir sungai. Hal ini karena pasir laut terbentuk dari pengikisan batu yang disebabkan erosi gelombang laut, sedangkan pasir darat berasal dari pecahan batu vulkanik.

Selain itu, pasir laut memiliki gradasi atau ukuran yang seragam serta memiliki daya rekat yang cenderung lemah. Teknik yang biasa digunakan untuk menambang pasir laut adalah dengan cara disedot atau dicuci.

Kegunaan Pasir laut adalah sebagai berikut;

1. Pasir laut dapat menjadi alternatif lain sebagai campuran beton apabila terdapat keterbatasan agregat halus. Namun perlu diperhatikan supaya tidak menambahkan pasir laut dengan kuantitas yang berlebihan dan perbandingannya juga perlu disesuaikan dengan komponen lain. Hal ini karena struktur pasir laut yang sangat halus dan tidak memiliki ikatan yang kuat antara butiran-butirannya.
2. Plester Dinding, Pasir laut juga dapat digunakan sebagai campuran untuk plester dinding dengan jumlah yang tepat apabila kekurangan pasir darat.
3. Produksi Bata ringan atau Hebel, Meskipun memiliki kelemahan dibanding pasir darat. Tetapi seiring dengan berkembangnya teknologi, pasir laut kini dapat dikembangkan sebagai bahan untuk memproduksi bata ringan atau hebel.

2.6 Klasifikasi Pembuatan Paving Block

Berikut ini adalah klasifikasi cara pembuatan paving block;

1. Paving Block Press Manual / menggunakan Tangan

Jenis ini menggunakan tangan dalam proses pembuatannya.

- Jenis beton kelas D (K50 – K100)
- Nilai jual rendah, karena bermutu rendah

- Pemakaian untuk perkerasan non struktural, seperti trotoar jalan, halaman rumah yang jarang dibebani mobil serta lingkungan berdaya beban rendah
2. Paving Block Press Mesin Vibrasi / getar
- Jenis ini diproduksi menggunakan mesin press sistem getar.
- Umumnya memiliki mutu betol kelas C - B (K150 – K250)
 - Pemakaian untuk pelataran garasi, carport, lahan parkir
3. Paving Block Press Mesin Hidrolik
- Jenis ini diproduksi dengan cara menggunakan mesin press hidrolik.
- Umumnya memiliki mutu beton kelas B – A (K300 – K450)
 - Pemakaian untuk menahan beban berat, seperti area jalan lingkungan, terminal bus, hingga pelataran terminal peti kemas dipelabuhan.

2.7 Definisi Uji Tekan (*Compression test*)

Pengujian tekan adalah salah satu pengujian mekanik yang berguna untuk mengukur dan mengetahui kekuatan benda terhadap daya tekan. Pengujian tekan tergolong pada jenis pengujian yang merusak dimana gaya luar yang diberikan atau penekanan sejaris dengan sumbu spesimen. Pengujian tekan ini bertujuan untuk mencari sifat mekanik dan beban tekan maksimum yang dapat di terima benda atau spesimen uji.



Gambar 2.9 Alat uji tekan

Pada umumnya uji tekan ini digunakan pada spesimen/benda yang bersifat getas, karena alat uji tekan ini memiliki titik hancur yang terlihat jelas disaat melakukan pengujian. Keragaman fungsi dan dimensional uji tekan ini menjadikan beragam-ragam syarat mekanis yang perlu dipenuhi, karena akan beragam pula gaya dan arah gaya yang akan diuji kekuatan benda tersebut. Pada beberapa alat yang akan diuji yang dibuat panjang, dia akan melengkung jika diuji dengan alat uji tekan.

Kuat tekan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Kuat tekan (KT)} = \frac{P}{A}$$

Keterangan :

P = Beban tekan, N

A = luas bidang tekan mm^2

KT= Kuat tekan

Kuat tekan rata-rata dari contoh bata beton dapat dihitung dari jumlah kuat tekan dibagi jumlah contoh uji.

Uji tekan ini memiliki alat yang canggih, berat dan tenaga yang kuat serta kualitas dan kinerja yang menjanjikan untuk para pengguna alat uji tekan tersebut. Sebesar apapun benda yang akan diuji kekuatannya dengan alat uji tekan ini kita bisa mengetahui kekuatan benda tersebut. Uji tekan akan memberikan hasil pengukuran kekuatan benda tersebut mengenai besar pengukuran yang diuji terhadap bahan yang akan diuji sehingga standarisasi yang diinginkan akan tercapai sempurna. Sebesar apa benda yang akan diuji maka akan distabilkan juga dengan alat uji tekan sehingga memberikan hasil dan kinerja yang baik dan hasilnya lebih akurat.

2.8 Fenomena Pada Uji Tekan

Fenomena-fenomena yang terjadi pada uji tekan yaitu;

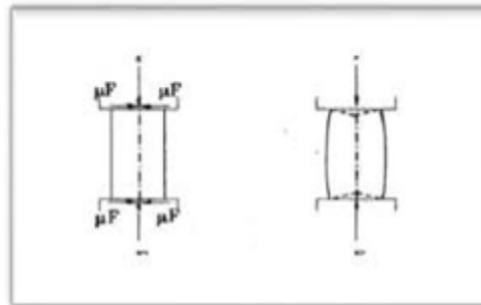
1. Barelling

Barelling adalah salah satu fenomena yang terjadi pada uji tekan dimana terjadi perubahan bentuk dimensi karena gesekan antara penekan dan benda

kerja. Gesekan antara spesimen dan yang menghambat permukaan atas dan bawah spesimen bereaksi secara bebas, ini bisa menyebabkan timbulnya fenomena *Barelling*.

Fenomena yang terjadi pada pengujian tekan pada prinsipnya tergantung dari diameter dan tinggi spesimen yang dilakukan pengujian. Misalkan diameter spesimen adalah “d”, dan tinggi spesimen adalah “h”, maka : Untuk perbandingan $h : d$ lebih kecil dari $3 : 2$, maka fenomena yang terjadi adalah *Barelling*.

Adapun contoh gambar dari fenomena *barelling* ini dapat kita lihat sebagai berikut :

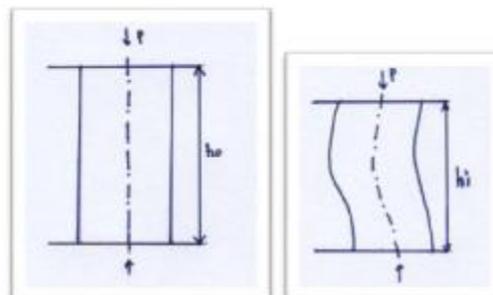


Gambar 2.10 Penekanan dan bentuk tong terjadi akibat gesekan

2. Buckling

Buckling adalah terjadinya pembengkokan pada material setelah diberi beban tekan.

Adapun contoh gambar dari fenomena *buckling* ini dapat kita lihat sebagai berikut :



Gambar 2.11 Pembengkokan pada spesimen

Fenomena yang terjadi pada pengujian tekan pada prinsipnya tergantung

dari diameter dan tinggi spesimen yang dilakukan pengujian. Misalkan diameter spesimen adalah “d”, dan tinggi spesimen adalah “h”, maka :Untuk perbandingan $h : d$ lebih besar dari 3 : 2, maka fenomena yang terjadi adalah *Buckling*.

Ciri-ciri setelah di tekan;

1. Ukuran tidak sebanding ($h_1 < h_0$)
2. Spesimen sudah bengkok / tidak sesumbu
3. Strain Hardening / yaitu pengerasan material atau spesimen akibat penumpukan dislokasi pada batas butir.

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

3.1.1 Tempat

Tempat pelaksanaan penelitian ini dilaksanakan dilaboratorium Kekuatan Material Program Studi Teknik sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Jalan Kapten Mukhtar Basri No.3 Medan.

3.1.2 Waktu

Proses pelaksanaan penelitian ini dimulai atas sejak persetujuan Yang diberikan oleh pembimbing pada tanggal 20 september 2020, mulai dari perencanaan, pengambilan data, dan proses pengujian tekan pada paving block berbahan limbah botol plastik dengan menggunakan mesin uji tekan sampai dinyatakan selesai.

Tabel 3.1 Jadwal pembuatan dan penelitian paving blok berbahan limbah botol plastik dan pasir sungai (Rahman, 2020).

No	Kegiatan	Bulan						
		Sep	Okt	Nov	Des	Jan	Feb	Mar
1.	Pengajuan Judul	■						
2.	Studi Literatur		■					
3.	Pembuatan Alat dan Bahan			■	■			
4.	Pembuatan Spesimen					■		
5.	Pengujian Spesimen						■	
6.	Penyelesaian Skripsi						■	■

3.2 Bahan dan Alat

3.2.1 Bahan

Adapun bahan yang digunakan untuk pembuatan dan pengujian ini adalah sebagai berikut:

1. Limbah botol plastik
2. Pasir sungai

Limbah Plastik yang digunakan untuk pembuatan Paving Block ini adalah jenis yaitu ;

1. Limbah botol plastik jenis PET— *Polyethylene Terephthalate*

PET menggunakan bahan yang disebut dengan antimoni trioksida, yang berbahaya bagi para pekerja yang berhubungan dengan pengolahan ataupun daur ulangnya. Limbah plastik PET yang digunakan sebagai campuran untuk pembuatan paving block ini berkisar 50% dan 70%. Contoh Limbah Plastik kategori PET yaitu Botol-botol plastik.



Gambar 3.1 Limbah Plastik jenis PET

2. Pasir (Agregat)

Pasir digunakan sebagai Agregat (Bahan Pengisi) untuk pembuatan paving block berbahan limbah plastik. Pasir yang digunakan untuk penelitian ini yaitu pasir sungai. Pasir sungai memiliki ukuran berkisar antara 0,63 hingga sebesar 5 mm.



Gambar 3.2 Pasir (Agregat)

3.2.2 Alat

Adapun bahan yang digunakan untuk pembuatan dan pengujian ini adalah sebagai berikut:

1. Alat Pembuat Paving Block

Alat Pembuat Paving Block ini dibuat oleh mahasiswa Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Guna alat ini untuk mengaduk material serta sebagai alat pelebur limbah botol plastik menjadi cair dengan caramenggunakan Api yang bersumber dari kompor gas untuk mencairkannya.



Gambar 3.3 Alat Pembuat Paving blok

2. Cetakan Paving Block

Alat ini digunakan untuk mencetak paving blok yang telah selesai dicampur oleh alat penbuat paving block. Ukuran cetakan paving blok yaitu $20 \times 10 \times 8$ cm.



Gambar 3.4 Cetakan Paving Blok

3. Timbangan

Timbangan berfungsi untuk mengukur/menimbang masa pasir dan limbah botol plastik yang sudah di potong skala kecil.



Gambar 3.5 Timbangan

4. Gunting

Gunting berfungsi untuk memotong atau mencacah limbah botol plastik menjadi bagian yang lebih kecil.



Gambar 3.6 Gunting

5. Kompor

Kompor digunakan untuk memanaskan atau memasak limbah plastik hingga mencair.



Gambar 3.7 kompor

6. Spatula

Digunakan untuk membantu meratakan limbah plastik cair kedalam cetakan.



Gambar 3.8 Spatula

7. Thermogun

Thermogun digunakan untuk mengukur temperatur suhu.



Gambar 3.9 Thermogun

8. Gergaji mesin

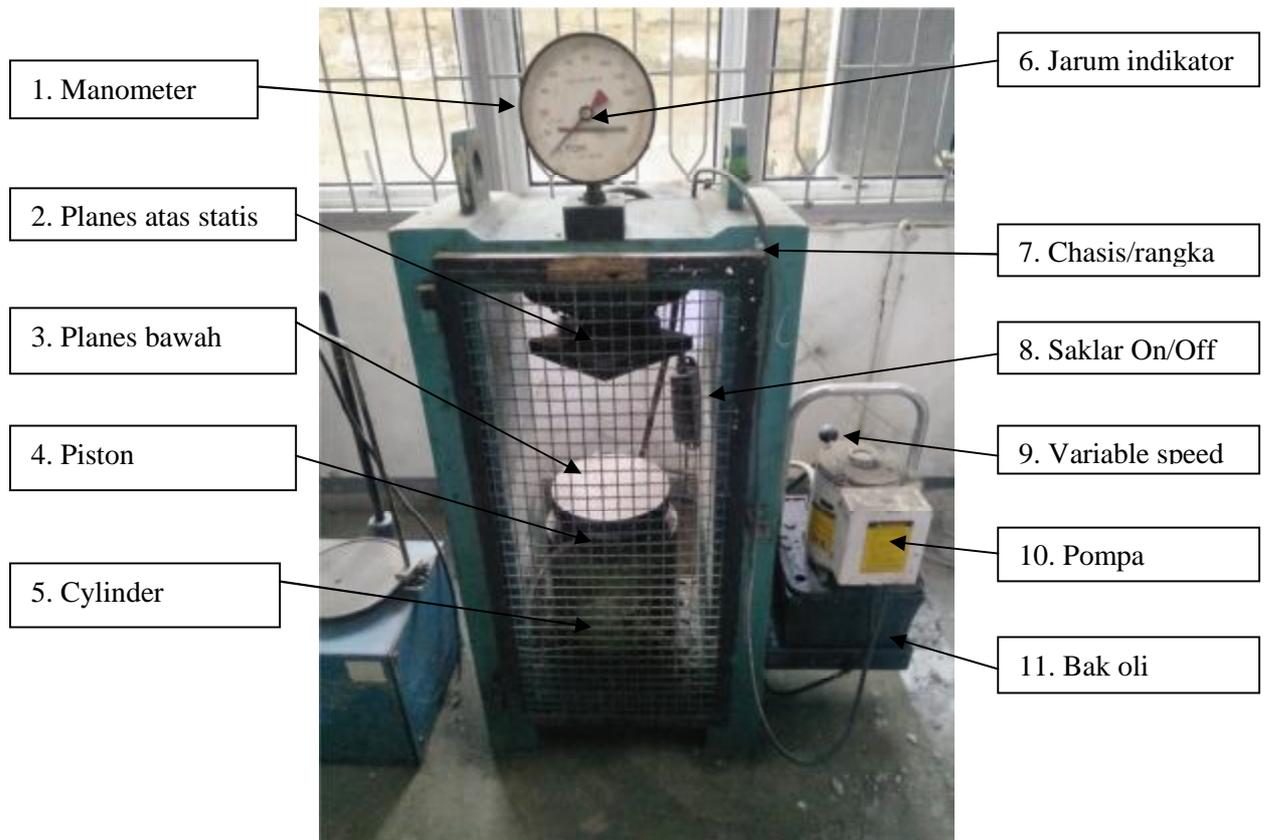
Gergaji mesin digunakan untuk memotong spesimen uji menjadi bentuk kubus.



Gambar 3.10 Gergaji mesin

5. Alat Pengujian (Mesin Compression Test)

Kuat tekan paving blok adalah besarnya beban persatuan luas yang menyebabkan benda uji paving blok hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin uji tekan. Pengujian ini dilakukan terhadap paving blok campuran plastik jenis PET dan pasir, bentuk benda uji bisaberbentuk silinder atau kubus. Pada penelitian ini saya gunakan benda uji persegi panjang.



Gambar 3.11 Mesin Compression Test

Fungsi dari Tombol dan Alat pada mesin uji Compression Machine ini, yaitu:

1. Manometer : Sebagai pengukur tekanan sampel beton
2. Planes atas statis : Sebagai penahan sampel beton
3. Planes bawah : Sebagai dudukan sampel beton
4. Piston : Sebagai penekan utama
5. Cylinder : Sebagai rumah piston
6. Jarum indicator : Sebagai pembaca tekanan
7. Chasis/rangka : Sebagai rangka dari mesin compression testing

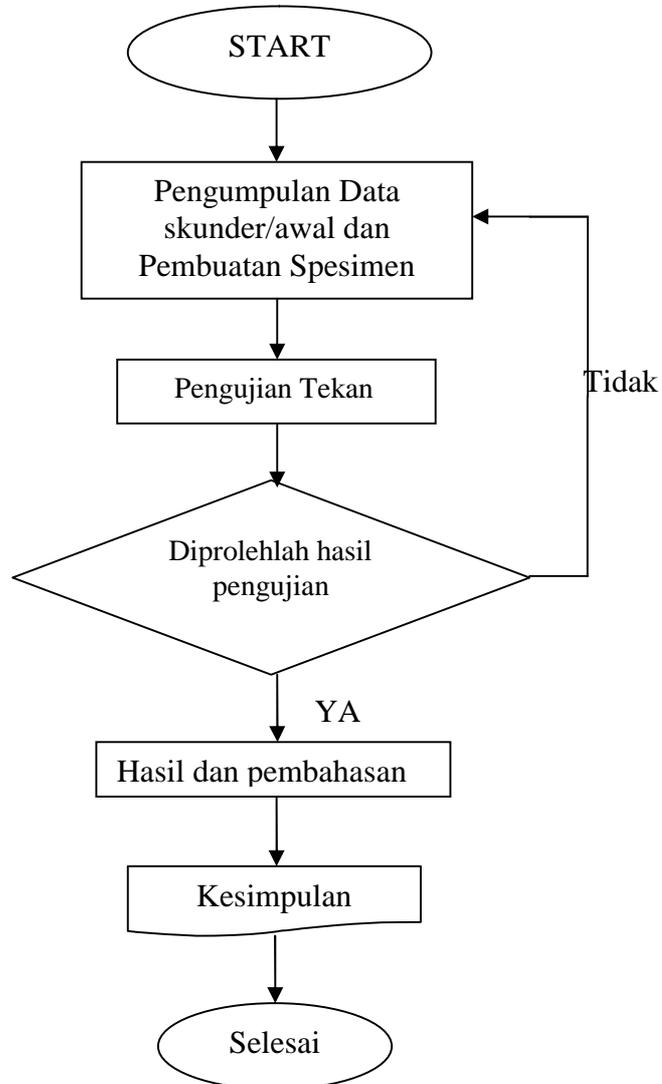
- 8. Saklar On/Off : Untuk menghidupkan dan mematikan mesin
- 9. Variable speed : Untuk mempercepat proses pengaliran oli
- 10. Pompa : Untuk memompa dan mengalirkan oli ke cylinder
- 11. Bak Oli : Sebagai tempat penyimpanan oli

Spesifikasi Alat uji tekan yang digunakan yaitu :

- Type : Compression Testing M/C Motorized
- Voltage : 220 VAC.
- Ampere : 5 ampere
- Phase : 1 phase
- S/N : 94 C 111
- Tekanan max : 150 Ton
- Year of prod : October 10. 1994

3.3 Bagan Alir Penelitian

Bagan alir penelitian ditunjukkan pada gambar dibawah ini :



Gambar 3.12 Bagan Alir Penelitian

3.4 Prosedur pembuatan paving block limbah botol plastik (PET)

Berikut adalah prosedur pembuatan bahan Paving Block Berbahan Limbah botol Plastik jenis PET :

1. Menyiapkan bahan yang berupa limbah botol plastik jenis PET dan pasir
2. Memotong atau mencacah limbah botol plastik menjadi skala kecil
3. Menimbang limbah botol plastik dan pasir agar sesuai takaran
4. Menyalakan kompor pembuat paving block hingga panas tabung pemasakan di suhu 100°C-180°C
5. Kemudian memasukan limbah botol plastik yang sudah di potong skala kecil kedalam tabung alat pembuat paving block
6. Setelah limbah botol plastik mencair, masukkan pasir kemudian hidupkan motor pengaduk.
7. Setelah adukan limbah botol plastik dan pasir merata tuang kedalam cetakan paving block
8. Setelah cetakan dingin, keluarkan paving block dari cetakan.
9. Diamkan paving block hingga benar benar dingin
10. Setelah itu bersihkan dan susun kembali alat yang telah digunakan
11. Selesai

3.5 Prosedur Pengujian

Pengujian ini untuk mengetahui nilai beban tekan pada paving block berbahan limbah botol plastik.

Berikut adalah Prosedur Pengujian Paving block berbahan limbah botol plastik jenis PET dan pasir ;

1. Menyiapkan benda uji yang akan ditentukan kekuatannya.
2. Ukuran benda uji 6cm x6cm x 6cm
3. Menghidupkan mesin
4. Lapislah capping permukaan atas dan bawah
5. Letakkan benda uji pada mesin secara sentries,sesuai dengan tempat yang tepat pada mesin compression test
6. Jalankan benda uji atau mesin tekan dengan penambahan beban konstan
7. Lakukan pembebanan benda uji menjadi hancur dan catatlah beban

maksimum yang terjadi selama percobaan

8. Membersihkan alat dan merapikan peralatan yang digunakan
9. Selesai.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pembuatan spesimen uji

1. Mempersiapkan bahan yang akan di lebur yaitu limbah botol plastik jenis PET (*Polyethylene Terephthalate*) dan pasir yang kering. Seperti gambar 4. 1



(a)



(b)

Gambar 4.1 (a).botol plastik dan (b). pasir

2. Memotong atau memecah limbah botol plastik menjadi skala kecil agar waktu di masak cepat meleleh. Seperti terlihat pada gambar 4. 2



Gambar 4.2 botol plastik yang di potong menjadi skala kecil

3. Menimbang dan mengatur campuran agregat untuk pembuatan paving block limbah botol plastik.
 - a. Spesimen 1
Limbah botol plastik (PET) 50% = 1000 gram
Pasir kering 50% =1000 gram
 - b Spesimen 2
Limbah botol plastik (PET) 70% = 1400 gram
Pasir kering 30% =600 gram
4. Menyiapkan alat pembuat paving block dan menghidupkan api kompor .seperti terlihat pada gambar 4.3



Gambar 4.3 Alat pembuat paving block

5. Memasak limbah botol plastik terlebih dahulu hingga meleleh atau mencair dengan suhu temperatur 100°C hingga 180°C .
6. Setelah itu masukkan pasir ke adonan plastik yang sudah mencair lalu aduk hingga merata sembari mengaduk perhatikan juga besar apinya agar suhu panas di tabung tetap stabil



Gambar 4.4 Proses pengadukan

7. Siapkan cetakan paving block dengan ukuran $20\text{cm} \times 10\text{cm} \times 7\text{cm}$. kemudian tuangkan adonan yang sudah merata tadi ke cetakan



Gambar 4.5 Proses penuangan

8. Setelah dingin, keluarkan paving block dari dalam cetakan
9. Selesai

4.2 Prosedur pengujian

1. Menyiapkan benda uji atau paving block yang akan di uji kuat tekannya seperti yang terlihat pada gambar 4.6 dan 4.7



Gambar 4.6 paving block campuran botol plastik 50% dan botol pasir 50%



Gambar 4.7 paving block campuran botol plastik 70% dan pasir 30%

2. Mempersiapkan mesin uji tekan dan kelengkapan seperti yang terlihat pada gambar 4.8



Gambar 4.8 Mesin Compression test

3. Menghidupkan mesin
4. Meletakkan balok tambahan pada dudukan mesin compression test seperti terlihat pada gambar 4.9



Gambar 4.9 Balok tambahan

5. Meletakkan paving block yang akan di uji di atas dudukan balok tambahan. Seperti yang terlihat pada gambar 4.10



Gambar 4.10 peletakan paving block untuk pengujian

6. Jalankan mesin dan beri penambahan beban konstan hingga spesimen uji retak/hancur. Seperti yang terlihat pada gambar 4.11



Gambar 4.11 spesimen uji retak / hancur

7. Setelah retak/ hancur catatlah beban maksimum yang terjadi selama percobaan. Seperti yang terlihat pada gambar 4.12



Gambar 4.12 beban maksimum pengujian

8. Selesai

4.3 Hasil Pengujian Spesimen

Data yang ditampilkan meliputi data hasil pengujian spesimen yang diuji menggunakan mesin compression test beton yang terdiri dari 15 spesimen yang di uji ,yaitu 5 Spesimen Paving block berbahan campuran limbah plastik (PET)70% dan Pasir 30%, 5 Spesimen Paving block berbahan campuran limbah plastik (PET) 50% dan Pasir 50% serta 5 spesimen paving block semen portland untuk jalanan yang saya beli di pengerajin atau pembuatnya. Pengujian Tekan dilakukan dengan cara menekan permukaan benda uji/spesimen hingga retak atau pecah.

4.3.1 Hasil Pengujian kuat tekan Spesimen “Paving Block berbahan limbah plastik (PET)70% dan Pasir 30% dapat dilihat pada gambar dibawah ini:

1 . Spesimen 1



Gambar 4.13 Hasil pengujian spesimen 1

2. Spesimen 2



Gambar 4.14 Hasil pengujian spesimen 2

3. Spesimen 3



Gambar 4.15 Hasil pengujian spesimen 3

4. Spesimen 4



Gambar 4.16 Hasil pengujian spesimen 4

5. Spesimen 5



Gambar 4.17 Hasil pengujian spesimen 5

4.3.2 Hasil Pengujian kuat tekan Spesimen “Paving Block berbahan limbah plastik (PET)50% dan Pasir 50% dapat dilihat pada gambar dibawah ini:

1. Spesimen 1



Gambar 4.18 Hasil pengujian spesimen 1

2. Spesimen 2



Gambar 4.19 Hasil pengujian spesimen 2

3. Spesimen 3



Gambar 4.20 Hasil pengujian spesimen 3

4. Spesimen 4



Gambar 4.21 Hasil pengujian spesimen 4

5. Spesimen 5



Gambar 4.22 Hasil pengujian spesimen 5

4.3.3 Hasil pengujian spesimen paving block berbahan semen portland yang di beli di pusat glosir batu alam.

1. Spesimen 1



Gambar 4.23 Hasil pengujian spesimen 1

2. Spesimen 2



Gambar 4.24 Hasil pengujian spesimen 2

3. Spesimen 3



Gambar 4.25 Hasil pengujian spesimen 3

4. Spesimen 4



Gambar 4.26 Hasil pengujian spesimen 4

5. Spesimen 5



Gambar 4.27 Hasil pengujian spesimen 5

4.4 Analisa Data Pengujian Tekan

1. *Paving Block* berbahan limbah botol plastik 70% dan Pasir 30%.

Dibawah ini merupakan hasil pengujian tekan yang didapatkan dari spesimen 1, 2, 3, 4 dan 5 dengan menggunakan mesin uji compression test beton yang telah dilakukan, berikut adalah perhitungannya.

1. Spesimen 1

$$1 \text{ ton} = 9.810 \text{ (N) newton}$$

$$1 \text{ N/mm}^2 = 1 \text{ Mpa}$$

$$15,75 \text{ Ton} = 154.507 \text{ N}$$

a. Luas Bidang Tekan

$$A = 60\text{mm} \times 60\text{mm} = 3600 \text{ mm}^2$$

b. Kuat tekan

$$\begin{aligned} KT &= \frac{P}{A} = \frac{154.507 \text{ N}}{3600 \text{ mm}^2} \\ &= 42,91 \text{ N / mm}^2 \\ &= 42,91 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

2. Spesimen 2

$$1 \text{ ton} = 9.810 \text{ (N) newton}$$

$$1 \text{ N/mm}^2 = 1 \text{ Mpa}$$

$$17 \text{ Ton} = 166.77 \text{ N}$$

a. Luas Bidang Tekan

$$A = 60\text{mm} \times 60\text{mm} = 3600 \text{ mm}^2$$

b. Kuat tekan

$$\begin{aligned} KT &= \frac{P}{A} = \frac{166.77 \text{ N}}{3600 \text{ mm}^2} \\ &= 46,325 \text{ N / mm}^2 \\ &= 46,325 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

3. Spesimen 3

$$1 \text{ ton} = 9.810 \text{ (N) newton}$$

$$1 \text{ N/mm}^2 = 1 \text{ Mpa}$$

$$16,5 \text{ Ton} = 161.86 \text{ N}$$

a. Luas Bidang Tekan

$$A = 60\text{mm} \times 60\text{mm} = 3600 \text{ mm}^2$$

b. Kuat tekan

$$\begin{aligned} KT &= \frac{P}{A} = \frac{161.86\text{N}}{3600\text{mm}^2} \\ &= 44,96 \text{ N / mm}^2 \\ &= 44,96\text{Mpa} \end{aligned}$$

4. Spesimen 4

$$1 \text{ ton} = 9.810 \text{ (N) newton}$$

$$1 \text{ N/mm}^2 = 1 \text{ Mpa}$$

$$17 \text{ Ton} = 166.77 \text{ N}$$

a. Luas Bidang Tekan

$$A = 60\text{mm} \times 60\text{mm} = 3600 \text{ mm}^2$$

b. Kuat tekan

$$\begin{aligned} KT &= \frac{P}{A} = \frac{166.77\text{N}}{3600\text{mm}^2} \\ &= 46,325 \text{ N / mm}^2 \\ &= 46,325\text{Mpa} \end{aligned}$$

5. Spesimen 5

$$1 \text{ ton} = 9.810 \text{ (N) newton}$$

$$1 \text{ N/mm}^2 = 1 \text{ Mpa}$$

$$14 \text{ Ton} = 137.34 \text{ N}$$

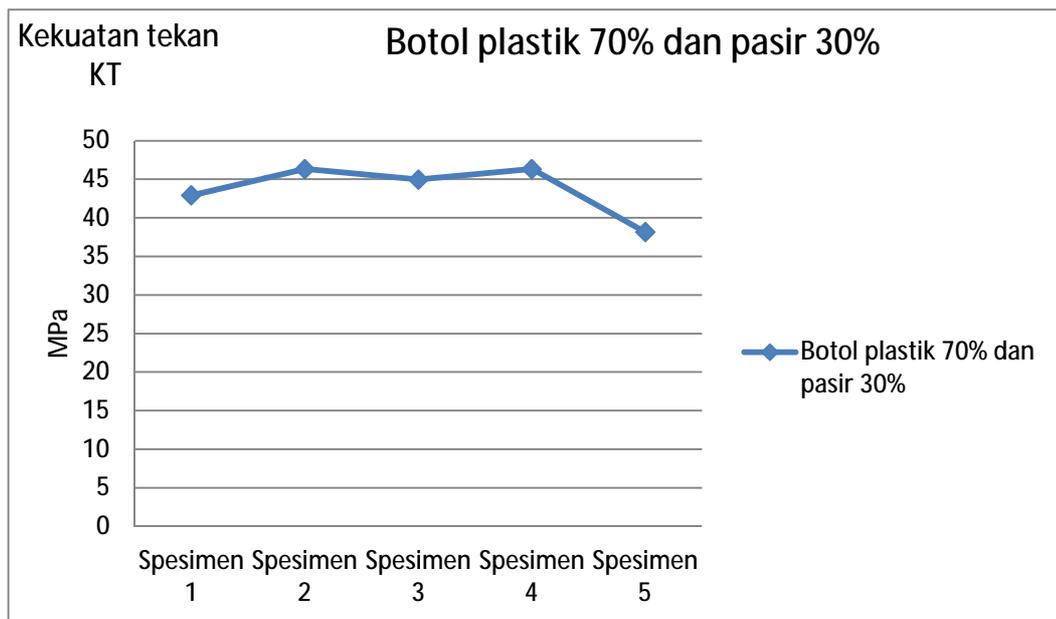
a. Luas Bidang Tekan

$$A = 60\text{mm} \times 60\text{mm} = 3600 \text{ mm}^2$$

b. Kuat tekan

$$KT = \frac{P}{A} = \frac{137.34N}{3600mm^2}$$
$$= 38,15 N / mm^2$$
$$= 38,15Mpa$$

$$\text{Nilai Rata-rata} = \frac{42,91 + 46,325 + 44,96 + 46,325 + 38,15}{5}$$
$$= \frac{218,67}{5}$$
$$= 43,734$$



Gambar. 4.28 Grafik pengujian spesimen 1, 2, 3, 4,dan 5.Botol plastik 70% dan pasir 30%

Dari hasil perhitungan diatas didapat rata- rata hasil dari pengujian sebesar 43.734 Mpa. Dari hasil tersebut maka Paving Block berbahan limbah botol plastik (PET) 70 % dan Pasir 30% masuk dalam kategori/golongan A pada Tabel Standar Kekuatan Paving Block. Berikut merupakan tabel standar kekuatan paving block. Tabel 4.1 tabel standar kekuatan paving block (SNI 03-0691-1996)

Mutu	Kuat Tekan (MPa)	
	Rata rata	Minimum
A	40	35
B	20	17
C	15	12,5
D	10	8,5

Maka dari hasil perhitungan kuat tekan dari rujukan paving block SNI 03-0691-1998, paving block berbahan limbah plastik (PET) 70% dan Pasir 30% bermutu **A**.

2. Paving Block berbahan limbah botol plastik (PET) 50% dan Pasir 50%.
Dibawah ini merupakan hasil pengujian tekan yang didapat dari spesimen 1, 2, 3, 4, dan 5 dengan menggunakan mesin uji compression test beton yang telah dilakukan, berikut adalah perhitungannya

1. Spesimen 1

$$1 \text{ ton} = 9.810 \text{ (N) newton}$$

$$1 \text{ N/mm}^2 = 1 \text{ Mpa}$$

$$5,25 \text{ Ton} = 51.502,5 \text{ N}$$

a. Luas Bidang Tekan

$$A = 60\text{mm} \times 60\text{mm} = 3600 \text{ mm}^2$$

b. Kuat tekan

$$KT = \frac{P}{A} = \frac{51.502,5 \text{ N}}{3600 \text{ mm}^2}$$

$$= 14,30 \text{ N / mm}^2$$

$$= 14,30 \text{ Mpa}$$

2. Spesimen 2

$$1 \text{ ton} = 9.810 \text{ (N) newton}$$

$$1 \text{ N/mm}^2 = 1 \text{ Mpa}$$

$$3.75 \text{ Ton} = 36.787,5 \text{ N}$$

a. Luas Bidang Tekan

$$A = 60\text{mm} \times 60\text{mm} = 3600 \text{ mm}^2$$

b. Kuat tekan

$$\begin{aligned}KT &= \frac{P}{A} = \frac{36.787,5\text{N}}{3600\text{mm}^2} \\ &= 10,21 \text{ N / mm}^2 \\ &= 10,21 \text{ Mpa}\end{aligned}$$

3. Spesimen 3

$$1 \text{ ton} = 9.810 \text{ (N) newton}$$

$$1 \text{ N/mm}^2 = 1 \text{ Mpa}$$

$$7.5 \text{ Ton} = 73.575 \text{ N}$$

a. Luas Bidang Tekan

$$A = 60\text{mm} \times 60\text{mm} = 3600 \text{ mm}^2$$

b. Kuat tekan

$$\begin{aligned}KT &= \frac{P}{A} = \frac{73.575\text{N}}{3600\text{mm}^2} \\ &= 20,43 \text{ N / mm}^2 \\ &= 20,43\text{Mpa}\end{aligned}$$

4. Spesimen 4

$$1 \text{ ton} = 9.810 \text{ (N) newton}$$

$$1 \text{ N/mm}^2 = 1 \text{ Mpa}$$

$$8.25 \text{ Ton} = 80.932,5 \text{ N}$$

a. Luas Bidang Tekan

$$A = 60\text{mm} \times 60\text{mm} = 3600 \text{ mm}^2$$

b. Kuat tekan

$$\begin{aligned}KT &= \frac{P}{A} = \frac{80.932,5\text{N}}{3600\text{mm}^2} \\ &= 22,48 \text{ N / mm}^2 \\ &= 22,48\text{Mpa}\end{aligned}$$

5. Spesimen 5

$$1 \text{ ton} = 9.810 \text{ (N) newton}$$

$$1 \text{ N/mm}^2 = 1 \text{ Mpa}$$

$$7.5 \text{ Ton} = 73.57 \text{ N}$$

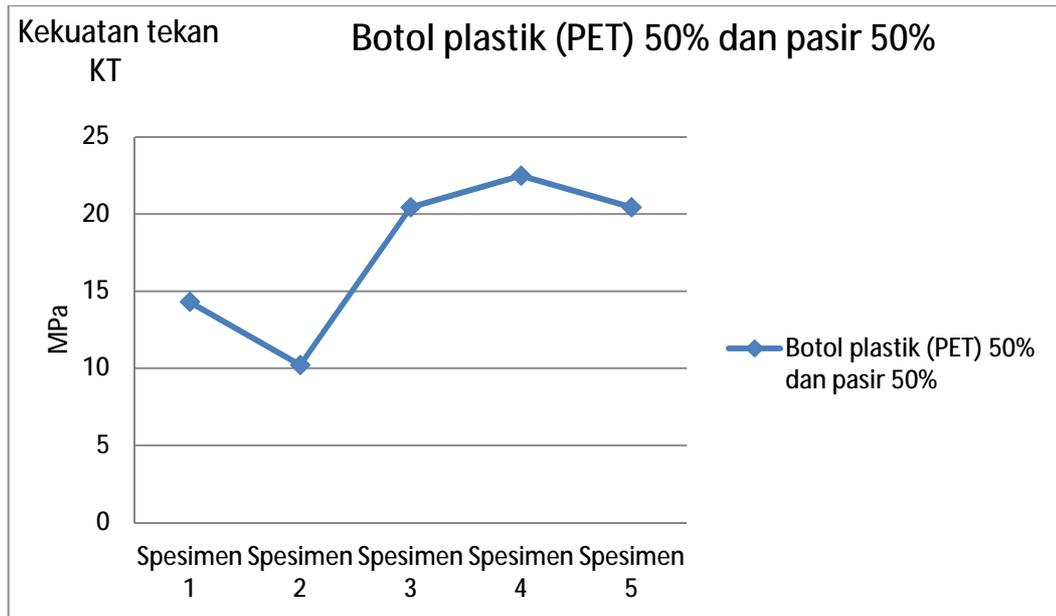
a. Luas Bidang Tekan

$$A = 60\text{mm} \times 60\text{mm} = 3600 \text{ mm}^2$$

b. Kuat tekan

$$\begin{aligned} KT &= \frac{P}{A} = \frac{73.57 \text{ N}}{3600 \text{ mm}^2} \\ &= 20,43 \text{ N / mm}^2 \\ &= 20,43 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Nilai Rata-rata} &= \frac{14,30 + 10,21 + 20,43 + 22,48 + 20,43}{5} \\ &= \frac{87,85}{5} \\ &= 17,57 \end{aligned}$$



Gambar. 4.29 Grafik pengujian spesimen 1, 2, 3, 4 dan 5 dari botol plastik (PET) 50% dan pasir 50%.

Dari hasil perhitungan diatas didapat rata- rata hasil dari pengujian sebesar 17.57 Mpa. Dari hasil tersebut maka Paving Block berbahan limbah botol plastik (PET) 50 % dan Pasir 50% masuk dalam kategori/golongan B pada Tabel Standar Kekuatan Paving Block. Berikut merupakan tabel standar kekuatan paving block. Tabel 4.2 tabel standar kekuatan paving block (SNI 03-0691-1996)

Mutu	KuatTekan (MPa)	
	Rata rata	Minimum
A	40	35
B	20	17
C	15	12,5
D	10	8,5

Maka dari hasil perhitungan kuat tekan dari rujukan paving block SNI 03-0691-1998, paving block berbahan campuran limbah plastik (PET)50% dan Pasir 50% **bermutu B.**

3. Paving block semen portland, paving block ini saya beli dari pembuat atau pengrajanya langsung, bahan campurannya yaitu semen, pasir, air dan krikil.

Dibawah ini merupakan hasil pengujian tekan yang didapatkan dari spesimen 1, 2, 3, 4 dan 5 dengan menggunakan mesin uji compression test beton yang telah dilakukan, berikut adalah perhitungannya.

1. Spesimen 1

$$1 \text{ ton} = 9.810 \text{ (N) newton}$$

$$1 \text{ N/mm}^2 = 1 \text{ Mpa}$$

$$24 \text{ Ton} = 235.44 \text{ N}$$

a. Luas Bidang Tekan

$$A = 60\text{mm} \times 60\text{mm} = 3600 \text{ mm}^2$$

b. Kuat tekan

$$\begin{aligned} KT &= \frac{P}{A} = \frac{235.44 \text{ N}}{3600 \text{ mm}^2} \\ &= 65,4 \text{ N / mm}^2 \\ &= 65,4 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

2. Spesimen 2

$$1 \text{ ton} = 9.810 \text{ (N) newton}$$

$$1 \text{ N/mm}^2 = 1 \text{ Mpa}$$

$$25,5 \text{ Ton} = 250.15 \text{ N}$$

a. Luas Bidang Tekan

$$A = 60\text{mm} \times 60\text{mm} = 3600 \text{ mm}^2$$

b. Kuat tekan

$$\begin{aligned} KT &= \frac{P}{A} = \frac{250.15 \text{ N}}{3600 \text{ mm}^2} \\ &= 69,48 \text{ N / mm}^2 \\ &= 69,48 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

3. Spesimen 3

$$1 \text{ ton} = 9.810 \text{ (N) newton}$$

$$1 \text{ N/mm}^2 = 1 \text{ Mpa}$$

$$24 \text{ Ton} = 235.44 \text{ N}$$

a. Luas Bidang Tekan

$$A = 60\text{mm} \times 60\text{mm} = 3600 \text{ mm}^2$$

b. Kuat tekan

$$\begin{aligned} KT &= \frac{P}{A} = \frac{235.44\text{N}}{3600\text{mm}^2} \\ &= 65,4 \text{ N / mm}^2 \\ &= 65,4\text{Mpa} \end{aligned}$$

4. Spesimen 4

$$1 \text{ ton} = 9.810 \text{ (N) newton}$$

$$1 \text{ N/mm}^2 = 1 \text{ Mpa}$$

$$28.5 \text{ Ton} = 279.58 \text{ N}$$

a. Luas Bidang Tekan

$$A = 60\text{mm} \times 60\text{mm} = 3600 \text{ mm}^2$$

b. Kuat tekan

$$\begin{aligned} KT &= \frac{P}{A} = \frac{279.58\text{N}}{3600\text{mm}^2} \\ &= 77,66 \text{ N / mm}^2 \\ &= 77,66\text{Mpa} \end{aligned}$$

5. Spesimen 5

$$1 \text{ ton} = 9.810 \text{ (N) newton}$$

$$1 \text{ N/mm}^2 = 1 \text{ Mpa}$$

$$27 \text{ Ton} = 264.87 \text{ N}$$

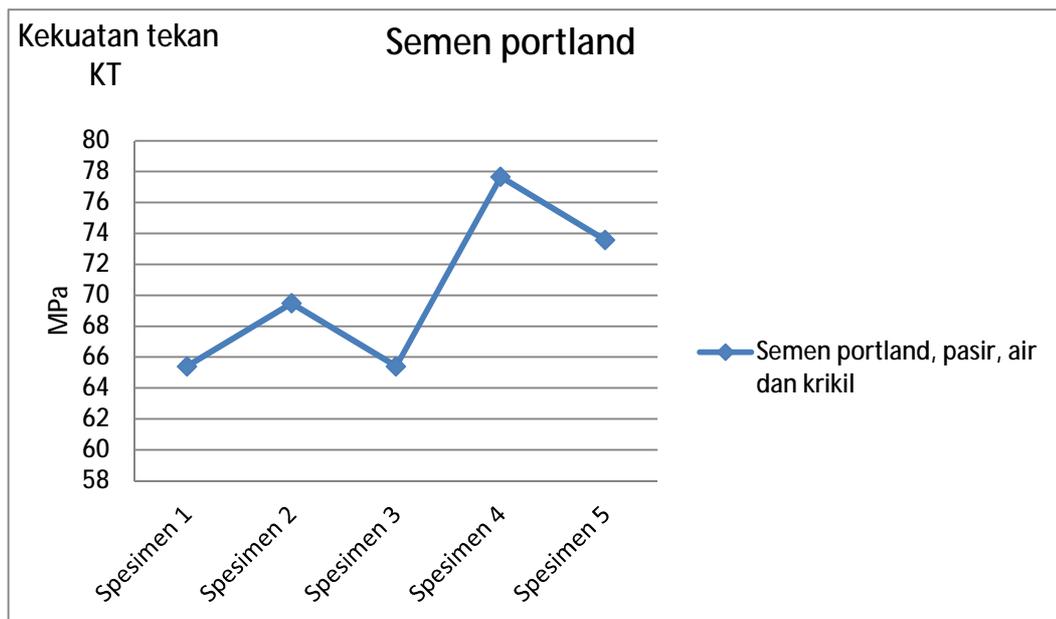
a. Luas Bidang Tekan

$$A = 60\text{mm} \times 60\text{mm} = 3600 \text{ mm}^2$$

b. Kuat tekan

$$KT = \frac{P}{A} = \frac{264.87 N}{3600 mm^2}$$
$$= 73,57 N / mm^2$$
$$= 73,57 Mpa$$

$$\text{Nilai Rata-rata} = \frac{65,4 + 69,48 + 65,4 + 77,66 + 73,57}{5}$$
$$= \frac{351,51}{5}$$
$$= 70,302$$



Gambar. 4.30 Grafik pengujian spesimen paving block 1, 2, 3, 4, dan 5 semen portland.

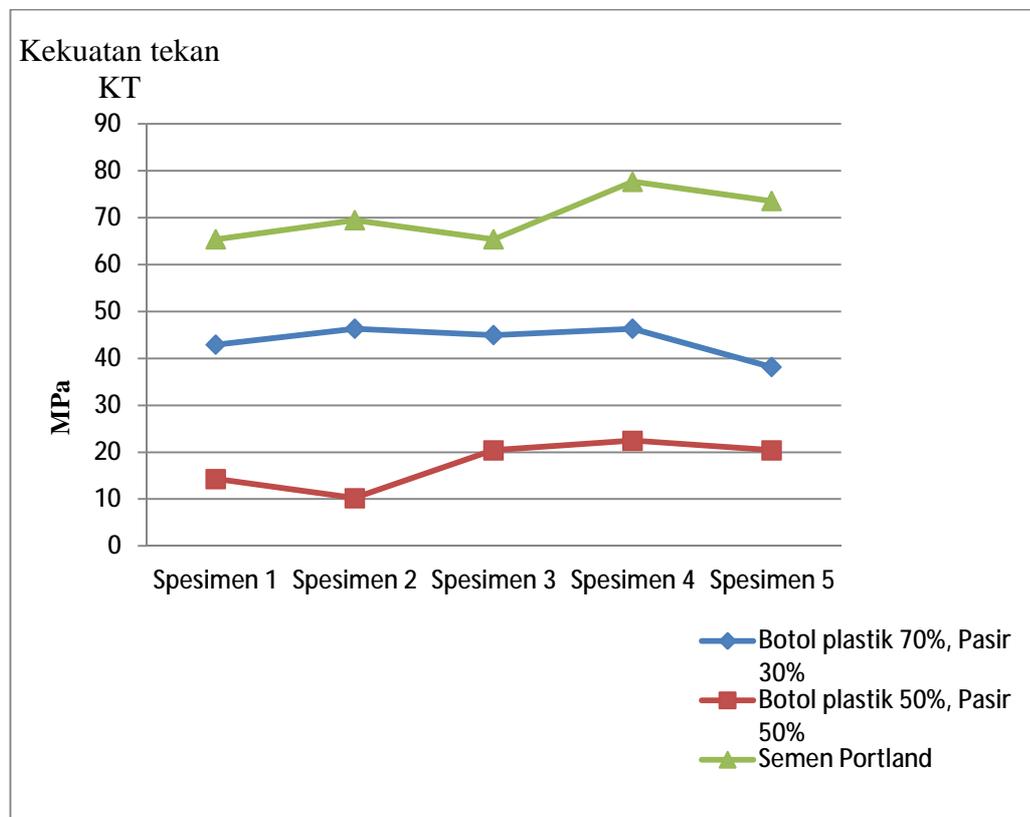
Dari hasil perhitungan diatas didapat rata-rata hasil dari pengujian sebesar 70.302 Mpa. Dari hasil tersebut maka Paving Block berbahan semen portland masuk dalam kategori/golongan A pada Tabel Standar Kekuatan Paving Block. Berikut merupakan tabel standar kekuatan paving block.

Tabel 4.3 tabel standar kekuatan paving block (SNI 03-0691-1996)

Mutu	Kuat Tekan (MPa)	
	Rata rata	Minimum
A	40	35
B	20	17
C	15	12,5
D	10	8,5

Maka dari hasil perhitungan kuat tekan dari rujukan paving block SNI 03-0691-1998, paving block berbahan semen portland **bermutu A**.

Maka diantara spesimen paving block dari campuran botol plastik (PET) 70%, pasir 30% dibandingkan dengan spesimen dari botol plastik (PET) 50%, pasir 50% serta paving block semen portland makanya hasilnya masih lebih kuat paving block semen portland. Perbandingannya dapat dilihat pada grafik dibawah ini.



Gambar.4.31 Grafik perbandingan kekuatan tekan (KT).

Dari grafik diatas dapat diketahui bahwa paving block yang terbuat dari bahan limbah botol plastik jenis PET dengan komposisi bahan botol plastik(PET) 70%, pasir 30% memiliki kekuatan sebesar 43.734 Mpa. Termasuk dalam MUTU A (untuk jalan dan sepeda motor) dan paving block yang terbuat dari bahan limbah botol plastik dengan komposisi botol plastik (PET) 50% dan Pasir 50% memiliki kekuatan sebesar 17.57 Mpa, termasuk dalam MUTU B (Pelataran parkir), Serta paving block semen portland yang memiliki kekuatan 70.302 Mpa termasuk dalam MUTU A (untuk jalan dan sepeda motor).

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan pengujian tekan paving block, menganalisis paving block berbahan limbah botol plastik jenis PET dengan 2 variasi campuran yang berbeda serta juga melakukan uji tekan pada paving block semen portland, maka diperoleh hasil kesimpulan sebagai berikut :

1. Kuat tekan paving block semen portland masih lebih kuat, dari pada paving block berbahan limbah botol plastik dengan campuran botol plastik 70% , pasir 30% dan botol plastik 50% , pasir 50%.
2. kekuatan tekan pada 2 variasi paving block berbahan limbah botol plastik tersebut masuk dalam kategori **SNI 03-0691-1996** yaitu ;
 - a. paving block campuran botol plastik 70% dan pasir 30% bermutu A yang digunakan untuk jalan dan sepeda motor.
 - b. Paving block campuran botol plastik 50% dan pasir 50% bermutu B yang digunakan untuk pelataran parkir.
3. Dalam pengujian tekan paving block limbah botol plastik terjadi nilai kuat tekan yang tidak sama di satu adonan hal tersebut di faktori dalam proses pencetakan yang mana didalam adonan terdapat udara yang terjebak membuat paving block tidak padat sehingga dalam pengujian tekan paving block cepat hancur atau pengadukanya yang kurang merata pula.

5.2 Saran

Suatu eksperimen akan mendapatkan hasil yang maksimal maka diharapkan bagi peneliti lain melakukan pembuatan spesimen uji paving block dengan campuran agregat yang berbebeda serta butuh kesabaran dalam melakukan proses pembuatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Gincel. (2014) “ Pengaruh sampah plastik bagi lingkungan di kehidupan biota laut”..
- Santoso, Slamet. (2013). Dampak negatif sampah terhadap lingkungan dan upaya mengatasinya.
- Amran, y. (2015) “ Pemanfaatan limbah plastik untuk bahan tambahan pembuatan paving block sebagai alternatif perkerasan pada lahan parkir”.
- Handayasari, Indah, dan Gita puspa artiani. 2019 perbandingan daya menahankan tekanan paving block ramah lingkungan berbasis limbah botol plastik kemasan air mineral dengan limbah berbasis cangkang kerang dan limbah botol kaca sebagai bahan substitusi terhadap semen, *Contruction and Material. Jurnal biologi*, vol, no. 1
- Mujiarto, Iman.(2005) Sifat dan karakteristik material plastik dan bahan aditif.
- Simbolon, Tiurma. (2009). Pembuatan dan karakteristik batako ringan .
- Diah lasarasti, Iswan (2016). Uji kuat tekan paving block menggunakan campuran tanah dan kapur dengan alat pemadat pemodifikasi. *Jurnal RSDD*.
- Arif Frasan sibuea, (2013). Pemanfaatan limbah botol plastik sebagai bahan ECO FLAFIE (Economic plastic fiber) paving block yang berkonsep ramah lingkungan dengan uji tekan.
- Irvan,Okatama. (2016). “ Analisa peleburan limbah botol plastik jenis PET (polyethylene terphthalate) menjadi biji plsatik melalui pengujian alat peleburan plastik”. *Jurnal teknik mesin*, vol. 05, no. 3
- Evi dwi Y. (2012) Pengembangan komposisi bahan substitusi dalam pembuatan paving block. Penelitian UPT loka, Uji teknik penambangan dan mitigasi encana liwa.
- Ahmad Marabdi S.T, M.T. Dosen Teknik Mesin UMSU Pembimbing
- H. Muharnif M. S.T, M.Sc. Dosen Teknik MesinUMSU Pembimbing
- SNI 03-0691-1996, (1996). Standar Nasional Indonesia 03-0691-1996. Tentang Bata Beton (Paving block)

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



A. DATA PRIBADI

- | | |
|-------------------------|--|
| 1. Nama | : RAHMAN HENDARTO |
| 2. Jenis kelamin | : Laki-laki |
| 3. Tempat/Tanggal Lahir | : Medan 26 Agustus 1994 |
| 4. Kewarganegaraan | : Indonesia |
| 5. Status | : Belum Menikah |
| 6. Agama | : Islam |
| 7. Alamat | : Jl. Bunga teratai LK I PB. Selayang kec. Medan selayang |
| 8. No. HP | : 085261894941 |
| 9. Email | : Rahmanhendarto1@gmail.com |

B. RIWAYAT PENDIDIKAN

- | | |
|--------------|---|
| 1. 2002-2007 | : SD NEGERI 060889 MEDAN |
| 2. 2007-2009 | : SMP N 41 MEDAN |
| 3. 2009-2012 | : SMK TI RAKSANA MEDAN |
| 4. 2015-2021 | : UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA |