

**PENGARUH KUAT TEKAN PAVING BLOCK DENGAN
PENAMBAHAN LIMBAH SAMPAH PLASTIK JENIS
*POLYSTYRENE***

SKRIPSI

OLEH:

**HAMDANI SIMALANGO
178110047**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2023**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 15/1/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)15/1/24

**PENGARUH KUAT TEKAN PAVING BLOCK DENGAN
PENAMBAHAN LIMBAH SAMPAH PLASTIK JENIS
*POLYSTYRENE***

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik
Universitas Medan Area



Oleh:

HAMDANI SIMALANGO


178110047

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2023**


HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Pengaruh Kuat Tekan Paving Block Dengan Penambahan
Limbah Sampah Plastik Jenis Polystyrene
Nama : Hamdani Simalango
NPM : 178110047
Fakultas : Teknik

Disetujui Oleh:
Komisi Pembimbing


Ir. Nurmaidah, M.T
Pembimbing


Dr. Rahma N. S. Kom., M.Kom
Dekan


Wilandari, S.T., M.T
Ka. Program Studi

Tanggal Lulus : 10 Agustus 2023

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah. Saya bersedia menerima saksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan saksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 10 Agustus 2023

Materai
TTD



Hamdani Simalango
178110047

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

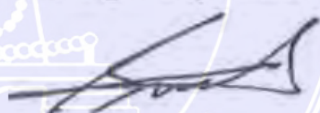
Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Hamdani Simalango
NPM : 178110047
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneklusif (Non Exclusive Royalty Free-Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul : Pengaruh Kuat Tekan Paving Block Dengan Penambahan Limbah Sampah Plastik Jenis Polystyrene. Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak Bebas Royalti Noneklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan
Pada tanggal : 10 Agustus 2023
Yang menyatakan


(Hamdani Simalango)

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Aek Kanopan Pada tanggal 07 – Desember - 1998 dari Ayah Marudut Simalango dan Ibu Fuji Martaulina Mangiring Silalahi Penulis merupakan putra/i ke 1 dari 2 bersudara. Tahun 2016 Penulis lulus dari SMA Budi Murni 1 Medan dan pada tahun 2017 terdaftar sebagai Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Medan Area. Pada tahun 2020 Penulis melaksanakan Praktek Kerja Lapangan (PKL) di Proyek Pembangunan Living Plaza Cemara Asri



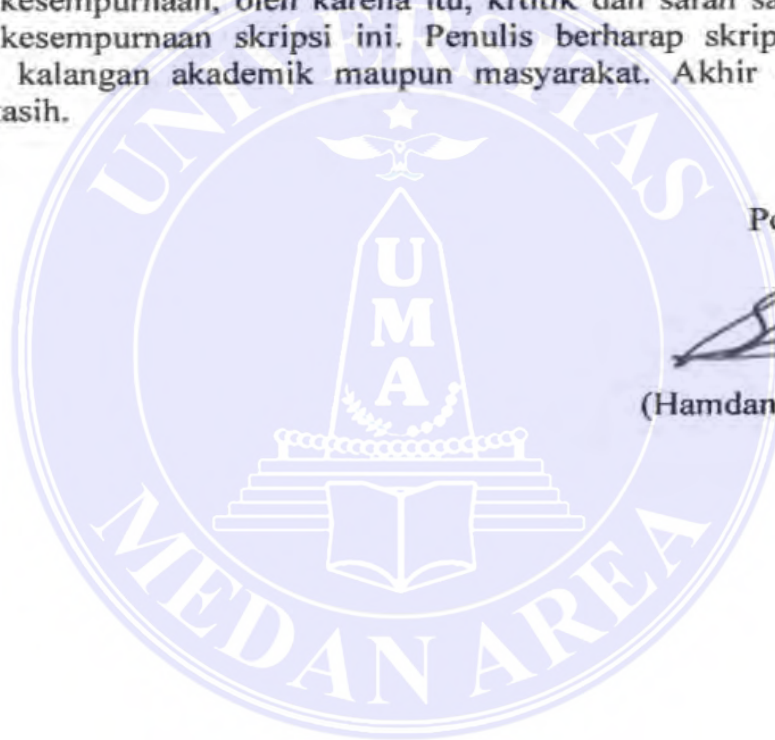
KATA PENGHANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan yang maha kuasa atas segala karunia-Nya sehingga Skripsi ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam skripsi ini ialah Pengolahan limbah sampah plastic sebagai substitusi pembuat Paving Block. dengan judul Pengaruh Kuat Tekan Paving Block Dengan Penambahan Limbah Sampah Plastik Jenis Polystyrene. Terima kasih penulis sampaikan kepada Ibu Ir. Nurmaidah, M.T. selaku dosen pembimbing dan Ibu Tika Ermita Wulandari, S.T., M.T. selaku Ka. Prodi Teknik Sipil yang telah banyak memberikan saran. Disamping itu penghargaan penulis sampaikan kepada Abangda Wahyu K. Napitupulu yang telah banyak membantu penulis selama penyusunan skripsi. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada Ayah, Ibu serta seluruh keluarga atas segala doa dan perhatiannya. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu, krtitik dan saran sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi kalangan akademik maupun masyarakat. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

Penulis



(Hamdani Simalango)



ABSTRAK

Paving block berbahan limbah plastik jenis *polystyrene (styrofoam)* ini merupakan pemanfaatan kembali plastik yang menjadi masalah besar pada kehidupan manusia dari dulu hingga saat ini. *Paving block* ini dibuat dengan campuran limbah plastik jenis *polystyrene (Styrofoam)* dan pasir yang dibuat dalam dua agregat yaitu variasi satu dengan komposisi 50% Styrofoam dengan berat 650gr dan 50% pasir dengan berat 650gr dan variasi dua dengan komposisi 25% Styrofoam dengan berat 325gr dan 75% pasir dengan berat 975gr. Pada penelitian ini terbagi dalam beberapa tahapan yaitu pengumpulan bahan (*Styrofoam* dan pasir), menimbang berat dengan masing-masing agregat, kemudian memasak *Styrofoam* dan mencampurkannya dengan pasir, mengaduk spesimen agar tercampur rata antara pasir dan *Styrofoam*, menuangkan kedalam cetakan, mengeluarkan dalam cetakan ketika sudah kering. Dalam pembuatan spesimen ini cetakan spesimen mempunyai ukuran dengan panjang 200mm, lebar 100mm, dan tinggi 60mm dengan bahan yaitu plat besi setebal 3mm. kemudian spesimen dipotong sesuai standard pengujian paving block SNI 03-0691-1996. Spesimen dipotong menggunakan grinda hingga menjadi ukuran 60mm x 60mm. kemudian masing-masing variasi dibuat menjadi 3 spesimen dimana untuk mengambil rata-rata pada saat pengambilan data. Spesimen variasi satu menghasilkan kekuatan tekan rata-rata 32MPa, sedangkan spesimen variasi dua menghasilkan kekuatan tekan rata-rata 25,7MPa.

Kata kunci: *Paving block*, *Styrofoam*, Pasir, Pengujian tekan.

ABSTRACT

Paving block made from polystyrene (Styrofoam) plastic waste is a reuse of plastic which has become a big problem in human life from the past to the present. This paving block is made with a mixture of polystyrene plastic waste (Styrofoam) and sand made in two aggregates, namely variation one with a composition of 50% Styrofoam weighing 650gr and 50% sand weighing 650gr and variation two with a composition of 25% Styrofoam weighing 325gr and 75% sand weighing 975gr. In this study, it is divided into several stages, namely collecting materials (Styrofoam and sand), weighing the weight of each aggregate, then cooking Styrofoam and mixing it with sand, stirring the specimen so that it is evenly mixed between sand and Styrofoam, putting it into the mold, removing it in the mold when it is dry. In making this specimen, the specimen mold has a size of 200mm long, 100mm wide, and 60mm high with a material that is 3mm thick iron plate. then the specimen is cut according to the SNI 03-0691-1996 paving block testing standard. Specimens are cut using grinders to a size of 60mm x 60mm. then each variation is made into 3 specimens where to take the average when taking data. Specimen variation one produces an average compressive strength of 32MPa, while specimen variation two produces an average compressive strength of 25.7MPa.

Keywords: *Paving block, Styrofoam, Sand, Compressive testing.*

DAFTAR ISI

	Halaman
COVER	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
RIWAYAT HIDUP	vi
KATA PENGHANTAR	vii
ABSTRAK	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	2
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Masalah	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Review Penelitian Terdahulu	6
2.2 Dasar Teori <i>Paving Block</i>	7
2.2.1 Syarat Mutu Paving Block	8
2.2.2 Kegunaan dan Keuntungan Paving Block	9
2.3 Limbah	11
2.3.1 Jenis Limbah Berdasarkan Wujudnya	12
2.3.2 Jenis Limbah Berdasarkan Senyawanya	13
2.3.3 Karakteristik Limbah	14
2.4 Plastik	15
2.4.1 Jenis dan Sifat Plastik	16
2.4.2 Bahaya Penggunaan Plastik	21
2.5 Sampah Plastik	22
2.5.1 Pengelolaan Sampah Plastik	24
2.6 Material Penyusun Paving Block	25
2.6.1 Semen Portland	25
2.6.2 Pasir (Agregat Halus)	30
2.6.3 Air	35
2.7 Defenisi Uji Tekan (<i>Compression Test</i>)	38
2.8 Kuat Tekan Beton	39
2.8.1 Kuat Tekan Beton Mutu Ringan	40
2.8.2 Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi	43

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	47
3.1 Lokasi Penelitian	47
3.2 Prosedur Untuk Membuat Paving Block.....	48
3.2.1 Perawatan Benda Uji	49
3.2.2 Pemotongan Benda Uji.....	49
3.3 Uji Kuat Tekan	49
3.4 Diagram Alir Penelitian	50
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	51
4.1 Pembuatan Uji Sampel.....	51
4.1.1 Tahapan Pembuatan Sampel	51
4.1.2 Proses Pembuatan Sampel.....	51
4.2 Prosedur Penelitian.....	56
4.3 Hasil Pengujian Spesimen.....	59
4.3.1 Data Hasil Pengujian Tekan	61
BAB IV. SIMPULAN DAN SARAN.....	25
5.1 Kesimpulan	26
5.2 Saran.....	27
DAFTAR PUSTAKA	xii
LAMPIRAN.....	xiii

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1 Syarat Mutu <i>Paving Block</i>	9
Tabel 2 Kombinasi Pola Pemasangann Mutu dan Tebal <i>Pavig Block</i>	9
Tabel 3 Tabel Susunan Unsur-Unsur Semen	29
Tabel 4 Gradasi Pasir	34
Tabel 5 Komposisi <i>Paving Block</i>	52
Tabel 6 Komposisi <i>Paving Block</i> Dengan Pebandinga 50:50.....	61
Tabel 7 Standar Kekuatan <i>Paving Block</i>	64
Tabel 8 Komposisi <i>Paving Block</i> Dengan Perbandingan 25:75	65
Tabel 9 Standar Kekuatan <i>Paving Block</i>	68
Tabel 10 Komposisi dan Hasil Uji Tekan	69
Tabel 11 Komposisi <i>Paving Block</i>	70



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1 <i>Paving Block</i> Persegi Panjang	7
Gambar 2 <i>Paving Block</i> Untuk Halaman	9
Gambar 3 Plastik PETE/PET	17
Gambar 4 Plastik HDPE.....	17
Gambar 5 Plastik PVC	18
Gambar 6 Plastik LDPE	19
Gambar 7 Plastik PP.....	19
Gambar 8 Plastik PS.....	20
Gambar 9 Plastik <i>Other</i>	21
Gambar 10 Semen <i>Portland</i>	26
Gambar 11 Pasir.....	31
Gambar 12 Alat Uji Kuat Tekan	38
Gambar 13 Lokasi Penelitian UNIKA	47
Gambar 14 Menyiapkan Bahan.....	52
Gambar 15 Berat <i>Polystyrene</i> , Berat Pasir	52
Gambar 16 Berat <i>Polystyrene</i> , Berat Pasir	52
Gambar 17 Alat Pembuatan	53
Gambar 18 Menyalakan Api Pemanas	53
Gambar 19 Memasukkan Plastik <i>Polystyrene</i>	54
Gambar 20 Menuangkan Pasir	55
Gambar 21 Menyalakan Pengaduk	55
Gambar 22 Menuangkan Kecetakan	55
Gambar 23 Penutupan Cetakan	56
Gambar 24 Mengeluarkan Spesimen	56
Gambar 25 Sampel Utuh, Sampel Dipotong Kubus	57
Gambar 26 Mesin Uji Tekan.....	57
Gambar 27 Dudukan Peninggi	57
Gambar 28 Meletakkan Spesimen Uji Pada Mesin Uji Tekan.....	58
Gambar 29 Menghidupkan Mesin.....	58
Gambar 30 Timbangan Mesin Uji Tekan.....	59
Gambar 31 Hasil Uji Tekan Spesimen Satu.....	60
Gambar 32 Hasil Uji Tekan Spesimen Dua	60
Gambar 33 Hasil Uji Tekan dan Spesimen Pecah.....	61
Gambar 34 Hasil Uji Tekan dan Spesimen Pecah.....	62
Gambar 35 Hasil Uji Tekan dan Spesimen Pecah.....	63
Gambar 36 Grafik Pengujian Spesimen Variasi 1	64
Gambar 37 Hasil Uji Tekan dan Spesimen Pecah.....	65
Gambar 38 Hasil Uji Tekan dan Spesimen Pecah.....	66
Gambar 39 Hasil Uji Tekan dan Spesimen Pecah.....	67
Gambar 40 Grafik Pengujian Spesimen Variasi 2	68
Gambar 41 Grafik Pengujian Spesimen 1, 2 dan Bata Beton	69

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Plastik adalah bahan yang sering kita lihat di hampir setiap hal. Ini termasuk TV, kulkas, pipa paralon, mainan anak-anak, alat militer, pestisida, gigi palsu, sikat gigi, wadah, garpu, dan botol minuman. Sekitar 100 juta ton plastik dikonsumsi setiap tahun di seluruh dunia. Jumlah ini sangat besar dan berpotensi berdampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan manusia karena sifatnya yang tidak biodegradable dan sulit terdegradasi. Plastik diperkirakan membutuhkan 100 hingga 500 tahun sebelum dapat terurai sepenuhnya (Karuniastuti, 2013).

Plastik adalah sisa dari produksi industri dan rumah tangga (Riadi, 2015). Sampah plastik dapat mencemari lingkungan karena dapat bertahan bertahun-tahun. Sampah plastik yang ditimbun di tanah dapat mencemari tanah dan air tanah, dan jika dibakar, akan menghasilkan gas yang mencemari udara dan membahayakan pernapasan manusia.

Mengurangi jumlah sampah plastik di lingkungan dapat dicapai melalui upaya 3R, yang berarti mengurangi sumber (*reduce*), menggunakan kembali produk (*reuse*), dan daur ulang (*recycle*). Daur ulang sampah (*recycle*), adalah proses mengubah bahan bekas atau sampah plastik menjadi bahan baru yang dapat digunakan kembali. Proses daur ulang ini dapat dilakukan melalui perawatan fisika, kimia, atau biologi untuk menghasilkan produk baru seperti plastik kresek.

Sampah yang berasal dari kegiatan masyarakat sehari-hari banyak yang berasal dari plastik. Sedangkan keberadaan limbah plastik semakin menumpuk di TPA. Untuk itu dalam penelitian ini akan memanfaatkan limbah *plastic* sebagai bahan pembuatan *paving block*. Pemanfaatan limbah plastik tersebut nantinya akan digunakan sebagai bahan untuk pembuatan *paving block*, alasan dijadikannya limbah *plastic* sebagai bahan utama adalah untuk mengurangi timbulan limbah plastik yang nantinya dapat menimbulkan pencemaran terhadap lingkungan.

Umumnya *paving block* digunakan sebagai bahan pengeras jalan, yang pemasangannya mudah dan harganya pun murah. Penggunaan limbah plastik sebagai bahan utama pembuatan *paving block* berfungsi sebagai salah satu bentuk untuk mengurangi timbulan sampah plastik.

Beton merupakan salah satu bahan bangunan. Pada umumnya beton terdiri dari kurang lebih 15% semen, 8% air, 3% udara, selebihnya pasir dan kerikil (wuryanti dan candra, 2001). Beton polos didapat dengan mencampurkan semen, agregat (aggaregate) halus, agregat kasar, air dan kadangkadang campuran lain (Chu-Kia Wang Dan Charles G. Salmon, 1986). Kekuatan beton tergantung dari banyak faktor, proporsi dari campuran dan kondisi temperatur dan kelembaban dari tempat dimana campuran diletakan dan mengeras. Salah satu produk dari beton Precast yaitu *Conblock* atau *Paving Blcok*.

Batu beton (*Paving Block*) atau *Conblock* adalah suatu komposisi bahan bangunan yang dibuat dari campuran semen *Portland* atau bahan perekat hidrolis sejenisnya, air, dan agregat dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya yang tidak mengurangi mutu bata beton itu (SNI-03-0691-1996). *Paving blok* digunakan di

area yang memerlukan beban berat. Ini termasuk halte, area parkir, pelabuhan, trotoar, jalan stapak/gang, jalan di kawasan wisata, halaman kantor, dan kompleks pertokoan. Hal ini berdampak pada harga *paving block* di pasar yang terus meningkat. Meskipun paving block dapat dibeli dengan harga lebih rendah, kualitas bahan tidak dapat dijamin (Sebayang dkk., 2011). Karena sampah plastik melimpah dan telah mencapai tingkat yang sangat membahayakan ekosistem di lingkungan, *paving blok* sampah plastik sangat menjanjikan. Tidak ada metode yang efektif untuk mengubah sampah plastik menjadi barang yang bernilai dengan cepat.

Salah satu cara alternatif untuk mengurangi sampah plastik di lingkungan adalah dengan membuat *paving block* dari sampah plastik. Sampah dalam jumlah besar diperlukan untuk membuat *paving block* dari sampah plastik. Dengan solusi ini, sampah plastik dapat dianggap sebagai "berkah" daripada "bencana".

Menurut uraian di atas, saya ingin melakukan penelitian tentang penggunaan limbah plastik jenis PS (*Polystyrene*) sebagai campuran atau sebagai pengganti pasir ketika membuat *paving block*. *Paving block* yang dibuat dengan campuran limbah plastik diharapkan memiliki kekuatan tekan yang lebih baik dan kualitas yang baik dan tahan lama.

1.2 Rumusan masalah

Berdasarkan informasi di atas, rumusan masalah berikut dapat diambil:

1. Berapa kekuatan tekan paving block yang menggunakan limbah sampah plastik PS (*polystyrene*) sebagai pengganti pasir dengan variasi campuran 25%, 50% dari berat pasir?

1.3 Tujuan penelitian

Tujuan penelitian ini dapat diidentifikasi dari rumusan masalah berikut:

1. Menguji kekuatan tekan *paving block* dengan menggunakan bahan limbah plastik PS (*polystyrene*) pengganti pasir dengan variasi campuran 25%, 50%, dari berat pasir.

1.4 Manfaat penelitian

Penelitian ini akan memiliki keuntungan berikut:

1. Dengan menggunakan limbah plastik sebagai pengganti pasir, mempelajari kuat tekan *paving block*.
2. Menawarkan inovasi baru kepada pengusaha *paving block* lainnya dengan menggunakan limbah plastik jenis PS (*Polystyrene*) sebagai pengganti pasir
3. memberi tahu masyarakat tentang cara mengurangi pencemaran lingkungan dari limbah plastik (limbah pabrik atau limbah rumah tangga)
4. dapat digunakan sebagai referensi untuk penelitian mendatang

1.5 Batasan masalah

Untuk memudahkan penelitian ini, batasan-batasan berikut diperlukan:

1. *Paving blok* dibuat menggunakan campuran limbah sampah plastik jenis PS (*Polystyrene*) yang digunakan sebagai pengganti pasir sebagian.
2. Limbah sampah plastik PS yang digunakan lolos saringan No#4 (4,8 mm).

Cacahan plastik digunakan sebagai pengganti pasir dengan persentase 25%, dan 50%.

3. *Paving block* menggunakan tipe holland berukuran 6 x 6 x 6 cm.
4. Bahan dicampur secara manual.
5. *Paving block* telah menjalani pengujian kuat tekan



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

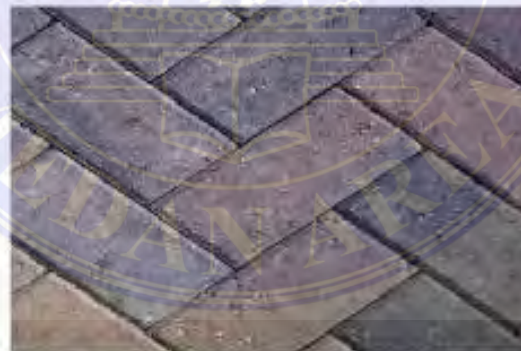
2.1 Review Penelitian Terdahulu

Studi sebelumnya menunjukkan bahwa ada hubungan antara penelitian saat ini dan penelitian sebelumnya. Studi telah banyak dilakukan tentang efek abu ampas

1. Simbolon (2009), meneliti batako dengan komposisi 80% *Styrofoam* dan 20% pasir dan jumlah semen sebanyak 315gr merupakan komposisi yang terbaik dibandingkan dengan komposisi-komposisi jumlah *Styrofoam* terhadap pasir sebagai berikut 100 : 0; 80 : 20; 60 : 40; 40 : 60; 20 : 80; dan 0 : 100 (dalam % volume).
2. Abdulhalim (2012), mengemukakan bahwa diameter butiran dan komposisi campuran berpengaruh terhadap kuat tekan dan berat jenis batako *Styrofoam*. Semakin kecil diameter butiran maka kuat tekan semakin tinggi. Manurung (2008), *Styrofoam* adalah plastik busa yang mudah terurai menjadi struktur sel-sel kecil merupakan hasil proses peniupan tersebut.
3. Dalam penelitian mereka, Agus dan Slamet (2016) melihat dinding *Styrofoam* yang dilapisi dengan bahan tambah serat polypropylene yang ditambahkan pada mortar *self-compacting*. Penggunaan bekisting *self-compacting* (SCM) adalah pilihan yang tepat dan efektif dalam berbagai situasi rehabilitasi struktur di mana pemasangan bekisting yang sangat sempit atau ketebalan lapis ulang yang tipis tidak diperlukan, dan proses pemadatan atau vibrasi tidak diperlukan.

2.2 Dasar Teori Paving Block

Berdasarkan SNI 03-0691-1996 *paving block* (bata beton) adalah suatu komposisi bahan bangunan yang dibuat dari campuran semen Portland atau bahan perekat hidrolis sejenisnya, air dan agregat dengan atau tanpa bahan lainnya yang tidak mengurangi mutu bata beton. Sebagai bahan penutup dan pengerasan permukaan tanah, *paving block* sangat luas penggunaannya untuk berbagai keperluan, mulai dari keperluan yang sederhana sampai penggunaan yang memerlukan spesifikasi khusus. *Paving block* dapat digunakan untuk pengerasan dan memperindah trotoar jalan dipertanian pengerasan jalan di komplekperumahan atau kawasan pemukiman, memperindah Taman, pekarangan dan halaman rumah, pengerasan areal parkir, areal perkantoran, pabrik, taman dan halaman sekolah, serta di kawasan hotel dan restoran.



Gambar 1 *Paving Block* Persegi Panjang (Mulyati, 2015).

Paving block dengan kualitas baik adalah *paving block* yang mempunyai nilai kuat desak tinggi (satuan MPa), serta nilai *absorpsi* (persentase serapan air) yang rendah (%). Sehubungan dengan standar kualitas tersebut, tipe karakteristik kualitas yang diteliti adalah *larger the better* untuk kuat desak, dan *smaller the better* untuk persentase serapan air. Semakin tinggi nilai kuat desaknya maka

paving block semakin bagus. Sedangkan untuk persentase serapan air (*absorpsi*), semakin rendah nilai absorpsinya, produk *paving block* semakin kuat. Berdasarkan pada SNI 03 – 0691 – 1996, *paving block* dengan mutu terendah (mutu D) paling tidak memiliki kuat desak 8,5 Mpa dan persentase serapan air rata-rata maksimum 10%.

2.2.1 Syarat Mutu *Paving Block*

Paving block untuk lantai harus memenuhi persyaratan SNI 03-0691-1996 adalah sebagai berikut:

- a. Sifat tampak *paving block* untuk lantai harus mempunyai bentuk yang sempurna, tidak terdapat retak-retak dan cacat, bagian sudut. Bentuk dan ukuran *paving block* untuk lantai tergantung dari persetujuan antara pemakai dan produsen. Setiap produsen memberikan penjelasan tertulis dalam *leaflet* mengenai bentuk, ukuran, dan konstruksi pemasangan *paving block* untuk lantai.
- b. Penyimpangan tebal *paving block* untuk lantai diperkenankan kurang lebih 3mm.
- c. Pola pemasangan sebaiknya disesuaikan dengan tujuan penggunaannya. Pola yang umum dipergunakan ialah susun bata(*strecher*), anyaman tikar (*basket weave*), dan tulang ikan (*herring bone*). Untuk perkerasan jalandiutamakan pola tulang ikan karena mempunyai kunci yang baik. Dalam proses pemasangannya, *paving block* harus berpinggul dan pada tepi susunan *paving block* biasanya ditutup dengan pasak yang berbentuk topi uskup.

Tabel 1 Syarat Mutu *Paving Block* (SNI-03-0691-1996)

Mutu	Kuat Tekan (MPA)		Ketahanan Aus (mm/menit)		Penyerapan rata rata maksimal (%)
	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

Pembagian kelas *paving block* berdasarkan mutu betonnya adalah:

Tabel 2 Kombinasi Pola Pemasangan, Mutu dan Tebal *Paving Block* (SK SNI T-04-1990-F)

No	Penggunaan	Kelas	Kombinasi	
			Tebal (mm)	Pola
1	Trotoar dan Pertamina	I	60	SB,AT,TI
2	Tempat Parkir dan Garasi	II	60	SB,AT,TI
3	Jalan Lingkungan	I/II	60/80	TI
4	Terminal Bus	I	80	TI
5	Container Yard, Taxy Way	I	100	TI

2.2.2 Kegunaan dan Keuntungan *Paving Block*

Keberadaan *paving block* bisa menggantikan aspal dan pelat beton, dengan banyak keuntungan yang dimilikinya.

Gambar 2 *Paving Block* untuk halaman (Mulyati, 2015)

Paving block mempunyai banyak kegunaan diantaranya sebagai terminal bis, parkir mobil, pejalan kaki, taman kota, dan tempat bermain. Penggunaan *paving block* memiliki beberapa keuntungan, antara lain :

- a. Dapat diproduksi secara massal.
- b. Dapat diaplikasikan pada pembangunan jalan dengan tanpa memerlukan keahlian khusus.
- c. Pada kondisi pembebanan yang normal *paving block* dapat digunakan selama masa-masa pelayanan dan *paving block* tidak mudah rusak.
- d. *Paving block* lebih mudah dihamparkan dan langsung bisa digunakan tanpa harus menunggu pengerasan seperti pada beton.
- e. Tidak menimbulkan kebisingan dan gangguan debu pada saat pengerjaannya.
- f. *Paving block* menghasilkan sampah konstruksi lebih sedikit dibandingkan penggunaan pelat beton.
- g. Adanya pori-pori pada *paving block* meminimalisasi aliran permukaan dan memperbanyak infiltrasi dalam tanah.
- h. Perkerasan dengan *paving block* mampu menurunkan hidrokarbon dan menahan logam berat
- i. *Paving block* memiliki nilai estetika yang unik terutama jika didesain dengan pola dan warna yang indah.
- j. Perbandingan harganya lebih rendah dibanding dengan jenis perkerasan konvensional yang lain.
- k. Pemasangannya cukup mudah dan biaya perawatannya pun murah.

2.3 Limbah

Secara umum, pengertian limbah adalah buangan atau material sisa yang dianggap tidak memiliki nilai yang dihasilkan dari suatu proses produksi, baik

industri maupun domestik (rumah tangga). Ada juga yang mengatakan 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 apah defenisi limbah, maka kita bisa merujuk kepada pendapat beberapa berikut ini:

1. Limbah adalah sisa atau hasil sampingan dari kegiatan manusia dalam upaya memenuhi kebutuhan. 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).
4. Limbah adalah sisa atau sampah dari suatu proses kegiatan manusia yang dapat menjadi bahan polutan di suatu lingkungan (2007).
5. Limbah adalah semua limbah cair rumah tangga, termasuk air kotor dan semua limbah industri yang dibuang ke sistem saluran limbah cair, kecuali air hujan atau drainase permukaan (1875).

2.3.1 Jenis Limbah Berdasarkan Wujudnya

a. Limbah Padat

Limbah padat adalah limbah yang bentuknya padat dan berasal dari sisa hasil kegiatan domestik atau aktivitas industri. Contoh-contoh limbah padat, seperti kertas, serbuk besi, kain, plastik, kayu-kayuan, dan serbuk besi. Limbah padat dapat diklasifikasikan menjadi enam bagian, yaitu sampah organik mudah busuk (*garbage*), sampah anorganik dan organik tidak membusuk (*rubbish*), sampah abu (*ashes*), sampah bangkai binatang (*dead animal*), sampah sapuan (*street sweeping*), dan sampah industri (*industrial waste*).

b. Limbah Cair

Limbah cair adalah limbah yang bentuknya cair dan berasal dari sisa-sisa hasil buangan kegiatan domestik atau proses produksi. Limbah cair itu sendiri berupa air yang sudah tercampur atau tersuspensi dengan bahan-bahan buangan hasil dari sisa-sisa produksi. Limbah cair dapat diklasifikasikan menjadi empat kelompok, yaitu limbah cair domestik (*domestic wastewater*), limbah cair industri (*industrial wastewater*), rembesan dan luapan (*infiltration and inflow*), dan air hujan (*storm water*).

c. Limbah Gas

Limbah gas adalah limbah yang dimana udara sebagai medianya.. Semakin banyak limbah gas yang naik ke udara, maka kualitas udara semakin menurun. Bahkan, limbah gas yang dibiarkan di udara bisa membuat kesehatan manusia dan makhluk hidup lainnya terganggu. Limbah gas itu sendiri bisa berasal dari asap kendaraan bermotor, asap kebakaran hutan,

asap pabrik, dan lain lain. Limbah gas adalah limbah yang dimana udara sebagai medianya.. Semakin banyak limbah gas yang naik ke udara, maka kualitas udara semakin menurun. Bahkan, limbah gas yang dibiarkan di udara bisa membuat kesehatan manusia dan makhluk hidup lainnya terganggu. Limbah gas itu sendiri bisa berasal dari asap kendaraan bermotor, asap kebakaran hutan, asap pabrik, dan lain lain.

2.3.2 Jenis Limbah Berdasarkan Senyawanya

1. Limbah Organik

Limbah organik adalah limbah yang berasal dari makhluk hidup yang mudah diuraikan secara alami dan mudah membusuk. Contoh-contoh dari limbah organik, seperti dedaunan yang jatuh ke tanah, rumput, sisa-sisa makanan, kulit sayur-sayuran dan buah-buahan, kotoran manusia dan kotoran hewan, dan tulang-tulang hewan.

2. Limbah Anorganik

Limbah anorganik adalah limbah yang berasal dari sisa-sisa aktivitas manusia dan limbah ini sangat susah terurai secara alami dan pembusukan secara alami. Maka dari itu, limbah jenis ini sangat berbahaya bagi manusia dan makhluk hidup lainnya. Contoh-contoh dari limbah anorganik, seperti sisa sabun cuci baju atau piring, botol minuman bekas, kantong plastik, kaleng-kalengan, kertas, kain, kertas, dan masih banyak lagi.

3. Limbah B3

Jenis limbah berdasarkan senyawanya yang terakhir adalah limbah B3.

Istilah “B3” merupakan kepanjangan dari Bahan Berbahaya dan Beracun. Dari namanya saja, limbah ini sudah bisa mengancam dan membahayakan lingkungan hidup. Bahkan, kesehatan manusia juga sangat terancam dengan adanya limbah B3. Limbah B3 menjadi berbahaya karena di dalam limbahnya terdapat senyawa-senyawa yang sulit untuk diurai dan beracun. Senyawa-senyawa itu berupa logam berat, seperti Al, Cr, Cd, Cu, Fe, Pb, Mn, Hg, dan Zn. Selain itu, senyawa-senyawa berbahaya ini juga dapat ditemukan pada zat kimia, seperti sianida, fenol, pestisida, sulfida, dan lain-lain.

2.3.3 Karakteristik Limbah

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

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

2.4 Plastik

Plastik terdiri dari karbon, hidrogen, dan atom-atom lainnya yang terikat dalam rantai molekul panjang yang disebut polimer, yang dibentuk daripolimerisasi bahan organik hingga berat molekulnya menjadi sangat besar. Plastik tidak ada di alam, tetapi dibuat dari berbagai produk, seperti batubara, minyak bumi, katun, kayu, gas, garam, dan air. Plastik digunakan untuk membuat berbagai macam barang, seperti mainan, komputer, dan perabot. Plastik sangat bermanfaat karena sangat kuat, ringan, fleksibel, tahan karat, mudah dibentuk, mudah diberi warna, murah, dan berfungsi sebagai isolator panas dan listrik yang baik. Mereka juga tidak mudah picah, membuatnya lebih menarik, dan sangat mudah dibentuk untuk berbagai tujuan (Srinovaz, 2017). Plastik adalah bahan yang tampak bersih dan praktis, sehingga banyak barang sehari-hari seperti kantong kresek, gelas, piring, botol minuman, dan sebagainya dibuat dari plastik (Karuniastuti, 2013). Secara umum, plastik dapat dibagi menjadi dua kategori: termoplastik dan termoseting (Siregar dkk., 2019). Salah satu istilah yang digunakan untuk menggambarkan thermoplastik adalah reversibel, yang berarti bahwa ia dapat berubah bentuk ketikadipanaskan. Menurut Wahyudi dkk. (2018), beberapa contoh plastik termoplastik adalah polietilene (botol, bahan cetakan, ember, drum, pipa saluran, isolasi kawat, kabel, kantong, dan jas hujan), polipropylene (karung, tali, botol minuman, serat, bak air, insulator, kursi, alat rumah sakit, komponen mesin cuci, pembungkus tekstil, dan permadani), dan polivinilklorida (pipa air, pipa plastik, pipa kabel listrik, dan pipa kabel listrik).

Namun, termoseting bersifat irreversible, artinya plastik tidak dapat kembali ke kondisi semula setelah proses pendinginan jika dipanaskan (Siregar

dkk., 2019). *Resin epoxy* (untuk perekat), *melamin formaldehyde* (untuk perkakas dapur seperti piring), *bakelit* (untuk asbak, rangka radio, peralatan fotografi), dan *urea-formaldehide* (untuk soket lampu, colokan, dan fitting listrik) adalah beberapa contoh plastik termoseting, menurut Wahyudi dkk. (2018). dan banjir.

2.4.1 Jenis Plastik, Sifat, dan Contoh Kode Kemasan.

Jenis-jenis plastik yang didaur ulang dapat diberi kode berupa nomor untuk memudahkan dalam mengidentifikasi. Jenis-jenis plastik yang sering untuk didaur ulang adalah *polyethylena* (PE), *polypropylene* (PP), *polistirena* (PS), *polyethylene terephthalate* (PET) dan *polyvinyl chloride* (PVC) (Surono dan Ismanto, 2016).

a. PETE/PET (*Polyethylene Terephthalate*)

Plastik PETE merupakan plastik yang bersifat racun digunakan sekali pakai, menyimpan air hangat/panas maka dapat mengakibatkan lapisan polimer pada botol tersebut akan meleleh dan dapat menyebabkan kanker. Plastik PETE/PET bersifat jernih, tahan bahan kimia serta mempunyai sifat elektrika yang baik. PET juga memiliki daya serap uap air yang rendah dan melunak pada suhu 80°C. Contoh produk dengan jenis plastik PET yaitu botol plastik yang jernih/transparan/tembus pandang seperti botol air mineral/jus dan botol minyak (Mujiarto, 2005).



Gambar 3 Plastik PETE/PET (Rahmatika, 2021)

b. HDPE (*High density polyethylene*)

HDPE merupakan salah satu bahan plastik yang aman untuk digunakan sebagai kemasan karena, tidak terjadi reaksi kimia antara kemasan plastik berbahan HDPE dengan makanan atau minuman yang dikemasnya. Menurut Kusmiyati (2013), plastik jenis ini bersifat keras, semifleksibel, tahan terhadap bahan kimia dan kelembaban, permukaan berkilau, buram, mudah diwarnai, tahan terhadap suhu tinggi, dapat dibentuk serta melunak pada suhu 75°C. Plastik HDPE biasanya digunakan untuk botol oli, kantong belanja, dan tutup botol .



Gambar 4 Plastik HDPE (Rahmatika, 2021)

c. PVC (*Polyvinyl Chloride*)

Plastik PVC merupakan polimer yang tersusun dari monomer vinil klorida. Plastik ini sulit untuk dapat didaur ulang. Jika plastik PVC ini dibakar, maka dapat mengeluarkan racun. Menurut Kusmiyati (2013), plastik jenis ini bersifat kuat, jernih, bentuknya dapat diubah dengan pelarut, lebih tahan terhadap senyawa kimia, dan lunak pada suhu 80°C. Contoh produk dengan jenis plastik PVC yaitu botol (kecap, sambal), pipa, plastik pembungkus (*cling wrap*) dan konstruksi bangunan



Gambar 5 Plastik PVC (Rahmatika, 2021)

d. LDPE (*Low density polyethylene*)

Plastik LDPE merupakan termoplastik yang terbuat dari minyak bumi, pada suhu di bawah 60°C sangat resisten terhadap senyawa kimia, daya proteksi terhadap uap air tergolong baik, tetapi kurang baik bagi gas-gas seperti oksigen. Menurut Kusmiyati (2013), plastik jenis ini bersifat kuat, keras, fleksibel, mudah diproses, permukaan berkilau, mudah diproses, dapat didaur ulang, dan melunak pada suhu 70°C . Contoh produk plastik LDPE yaitu tempat makanan, plastik kemasan (bening)



Gambar 6 Plastik LDPE (Rahmatika, 2021)

e. PP (*Polypropylene*)

Plastik PP merupakan jenis kantong plastik bening/transparan yang biasa digunakan untuk memperjelas tampilan dari suatu produk. Polipropilen lebih kuat dan ringan dengan daya tembus uap yang rendah, ketahanan yang baik terhadap lemak, stabil terhadap suhu tinggi dan titik lelehnya

165°C. Menurut Kusmiyati (2013), plastik jenis ini bersifat transparan yang tidak jernih atau berawan, keras tapi fleksibel, kuat, permukaan berkilin, tidak jernih, tahan terhadap bahan kimia, dan melunak pada suhu 140°C. Contoh produk dengan jenis plastik LDPE yaitu tempat menyimpan makanan, botol minum.



Gambar 7 Plastik PP (Rahmatika, 2021)

f. PS (*Polystyrene*)

Polystyrene merupakan polimer aromatik yang dapat mengeluarkan bahan styrene ke dalam makanan ketika makanan tersebut dapat bersentuhan. Jika, tidak tertera kode angka dibawah ini dapat dikenali dengan cara dibakar, ketika dibakar bahan ini akan mengeluarkan api berwarna kuning-jingga. Menurut Mujiarto (2005), plastik jenis ini bersifat jernih, kaku, buram, keras, mempunyai bunyi seperti matallik bila dijatuhkan, terpengaruh lemak dan pelarut, mudah dibentuk, dan melunak pada suhu 95°C. Contoh produk dengan jenis plastik LDPE yaitu tempat makan styrofoam, tempat CD, dan karton tempat telur.

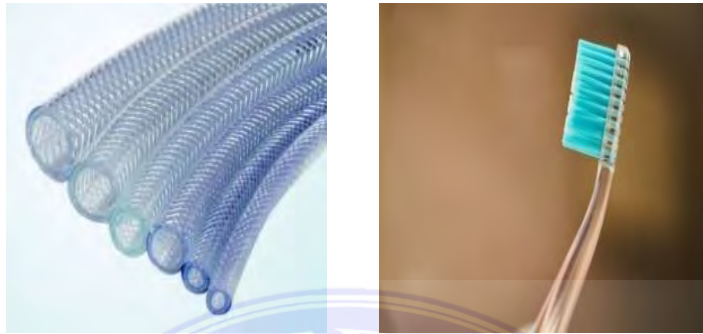


Gambar 8 Plastik PS (Rahmatika, 2021)

g. Other

Menurut Rada (2020), *Acrylonitrile Butadiene Styrene* (ABS), Acrylonitril (SAN), *Polycarbonate* (PC) dan Nylon merupakan empat jenis plastik yang terdapat dibagian *Other*. Biasanya SAN terdapat pada mangkuk mixer, pembungkus termos, piring, alat makan, penyaring kopi, dan sikat gigi. Menurut Mujiarto (2005), plastik jenis ABS biasanya digunakan sebagai bahan mainan pipa yang bersifat tahan bahan kimia, keras, kaku, tahan korosi, dapat didesain menjadi berbagai bentuk, dan biaya prosesnya rendah. Nylon juga bersifat keras, berwarna cream, dan sedikit tembus cahaya. Sedangkan polycarbonate bersifat jernih seperti air, ketahanan terhadap pengaruh cuaca, suhu penggunaannya tinggi, dan mudah diproses. Other digunakan untuk jenis plastik selain pada nomor 1-6, termasuk *Polycarbonat*, *bio-based plastic*, *copolyester*, *acrylic*, *polyamide*, dan campuran plastik Melamin. Bersifat keras, jernih dan secara termal sangat stabil. Biasanya digunakan untuk galon air minum, botol susu, dan peralatan makan bayi. Melamin yang tidak memenuhi syarat sebaiknya tidak digunakan untuk mawadahi pangan yang berair, mengandung asam, terlebih dalam kondisi panas. Menurut Kusmiyati (2013), plastik ini bersifat keras, jernih, ringan, sangat stabil, tidak mudah

pecah, secara termal sangat stabil, dan tahan panas. Contoh produk dengan plastik Other yaitu galon air mineral, wadah tempat makanan, botol air minum, dan botol susu bayi.



Gambar 9 Plastik Jenis Other (Rahmatika, 2021)

2.4.2 Bahaya penggunaan plastik

Plastik dibuat dari bijih plastik dengan menambah berbagai zat aditif untuk mengubah sifatnya. Dalam penggunaan plastik, zat aditif ini dapat menyebabkan penyakit. Zat aditif plastik berikut dapat menimbulkan risiko bagi kesehatan manusia.

Karuniastuti (2013) menyatakan bahwa plastik *polycarbonate* (PC) mengandung Bisphenol-A, yang menyebabkan kerusakan kromosom, hormon, dan kekebalan tubuh. BPA (*bisphenol-A*) juga berbahaya bagi bayi karena dapat memengaruhi berat badan mereka, perkembangan hormon mereka, perilaku mereka, dan risiko kanker di kemudian hari. Sementara itu, penggunaan plastik BPA juga dapat dikaitkan dengan masalah kesehatan seperti sindrom ovarium polikistik (*Pcos*), persalinan prematur, asma, *Polycarbonate* (PC) termasuk botol susu bayi, gelas sippy anak balita, produk kaca, polyethylene, atau polypropylene. Jika plastik polycarbonate tidak dapat dicegah, air minum atau makanan tidak boleh disimpan dalam suhu tinggi. Dot silikon tidak mengeluarkan zat karsinogenik.

Selain BPA, senyawa lain dalam plastik yang dapat membahayakan kesehatan adalah PCB (*bifenil poliklorinasi*), yang dapat membunuh jaringan dan menyebabkan kanker (*karsinogenik*) pada manusia. Oleh karena itu, penggunaan PCB dilarang. Keracunan PCB dapat menyebabkan penyakit yang dikenal sebagai yusho; gejalanya dapat berupa benjolan dan pigmentasi pada kulit, gangguan pada perut, dan lemas pada tangan dan kaki. Namun, untuk wanita hamil, dapat menyebabkan kematian bayi dalam kandungan dan bayi yang cacat.

2.5 Sampah Plastik

Produk plastik menghasilkan sampah setelah dikonsumsi. Sebagian besar sampah plastik yang berasal dari konsumsi manusia dibuang ke tempat sampah, yang kemudian diangkut ke TPS atau TPA. Namun, faktanya adalah banyak sampah plastik yang tidak dibuang di tempatnya. Sampah plastik akhirnya akan jatuh ke lautan dan dibawa oleh arus ke pesisir (Wahyuni, 2016). Di pantai kadelang Alor, sampah pesisir terbanyak adalah plastik lunak (62,73%) dan plastik keras (12,66%), menurut survei yang dilakukan oleh Citizen Science Network Alor (Syury dan Waskita, 2018). Sampah plastik terbangun ke lingkungan relatif tinggi. Jika aturan penggunaan plastik dan pengolahan sampah tidak diterapkan, jumlah sampah plastik diperkirakan akan terus meningkat setiap tahunnya. Jika sampah plastik tidak dikelola dengan baik, dapat berdampak buruk pada kerusakan lingkungan.

Salah satu cara untuk mengurangi dampak negatif dari sampah plastik adalah dengan mendaur ulang. Daur ulang adalah proses pemrosesan sampah

melalui proses fisika, kimia, dan biologi untuk mengubahnya menjadi produk baru. Karena sifat sampah plastik yang sulit diuraikan oleh mikroorganisme, sampah plastik berdampak negatif terhadap lingkungan. Meskipun plastik telah tertimbun selama bertahun-tahun, dapat terurai oleh tanah selama 200 hingga 400 tahun atau bahkan 1000 tahun. Plastik tidak hanya mengganggu kesehatan tubuh tetapi juga membahayakan ekosistem, karena dapat menyebabkan banjir, penurunan kesuburan tanah, gangguan hewan dan makluk hidup, pencernaan air, dan polusi udara (Sari, 2016). Contoh sampah plastik yang dapat mencemari tanah, air, laut, atau bahkan udara adalah:

1. Racun plastik di tanah dapat membunuh hewan dan tumbuhan.
2. Plastik juga mengganggu aliran air dan dapat menyebabkan banjir,
3. Hewan yang terjatuh dalam plastic.
4. Pembuangan plastik di sungai dapat menutup aliran sungai dan menyebabkan banjir.
5. Sampah plastik jika dibakar tidak sempurna dan dihirup dapat menyebabkan penyakit seperti kanker.

2.5.1 Pengelolaan sampah plastik

Menurut Marleni et al. (2012), pengelolaan sampah plastik adalah metode untuk menangani sampah dengan tujuan memperkecil atau menghilangkan masalah lingkungan. Untuk mengurangi dampak terhadap kesehatan, lingkungan, dan estetika, sampah yang dihasilkan dari kegiatan manusia biasanya dikelola.

Organisasi pengelolaan sampah dapat digambarkan sebagai upaya kondisi ideal yang memiliki alternatif. Peringkat sampah dari atas ke bawah adalah sebagai

berikut: pencegahan, pengurangan, penggunaan kembali, daur ulang, penghematan energi, dan pembuangan. Teori awal hierarki sampah termasuk strategi pengurangan sampah, yang telah lama berada di ujung piramida. Karena pencegahan sampah adalah titik tertinggi di piramida hierarki sampah, tujuan utama hierarki sampah adalah untuk memanfaatkan produk sebesar mungkin dan menghasilkan jumlah sampah yang paling sedikit. Upaya yang menjadi target utama adalah hierarki yang berada di paling atas. Untuk semaksimal mungkin mencegah penyebaran sampah, hierarki paling atas mendorong kita untuk melakukannya. Ini adalah upaya yang sangat radikal yang bertujuan untuk menghapus budaya konsumtif. membutuhkan kita untuk berhemat sebanyak mungkin terhadap semua aktivitas yang menghasilkan sampah.

Dalam hierarki pengelolaan sampah, ada tiga R—*Reuse*, *Reduce*, dan *Recycle* yang mengkategorikan strategi manajemen sampah menurut yang paling sesuai. Beberapa ahli manajemen sampah menambahkan satu R lagi untuk menjadi 4R, yaitu:

- a. Anda dapat meminimalkan jumlah barang atau bahan yang Anda gunakan dengan metode pengurangan. Semakin banyak material yang digunakan, semakin banyak sampah yang dihasilkan.
- b. *Reuse* atau pakai kembali adalah opsi untuk barang yang dapat digunakan kembali. Jangan gunakan barang-barang yang tidak dapat digunakan lagi (sekali pakai atau buang). Ini dapat membuat barang lebih lama bertahan sebelum menjadi sampah.
- c. Daur ulang (mendaur ulang) adalah istilah untuk barang-barang yang

sudah tidak berguna lagi dan dapat didaur ulang. Tidak semua barang dapat didaur ulang. Salah satu cara alternatif untuk menangani sampah plastik adalah dengan memanfaatkan sampah plastik untuk membuat produk baru, seperti paving block.

- d. Mengganti adalah istilah untuk menggantikan atau mengganti barang yang sudah didaur ulang

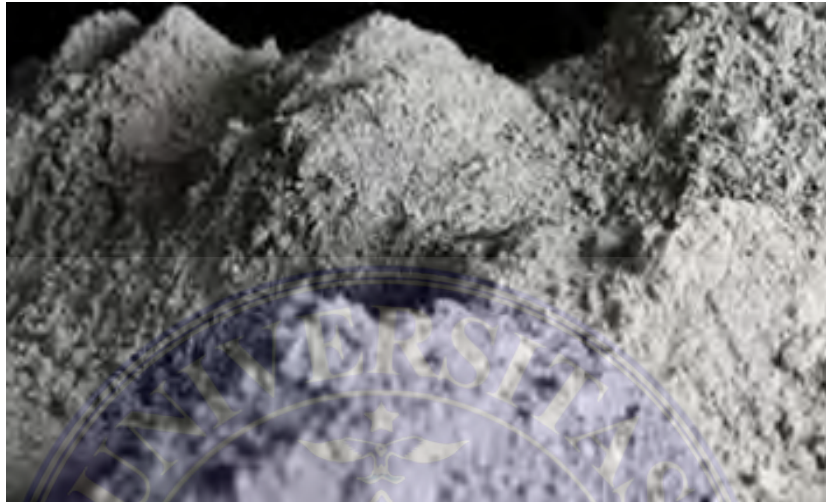
2.6 Material Penyusun *Paving Block*

2.6.1 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 blast*), *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, selokan, pagar, dinding dan pembuatan elemen bangunan khusus seperti beton pracetak, beton pratekan, panel beton, bata beton (batako) dan sebagainya.

Pada umumnya semen digunakan untuk merekat bahan bangunan seperti batu, batako, bata dan bahan lainnya. Sedangkan kata semen sendiri berasal dari (bahasa latin) *caementum* yang artinya “memotong menjadi bagian-bagian kecil tak beraturan”. Meski sempat populer pada zamannya, nenek moyang semen “*made in*

Napoli” ini tidak berumur panjang. Menyusul runtuhnya Kerajaan Romawi, sekitar abad pertengahan (tahun 1100-1500 M) resep ramuan *pozzuolana* sempat menghilang dari peredaran, (*Wikipedia*).



Gambar 10 Semen Portland

Berikut merupakan jenis-jenis semen portland sesuai dengan kegunaannya (Lamudi):

a. Semen Portland Tipe I

Jenis semen portland tipe I ini merupakan jenis semen yang paling banyak digunakan untuk konstruksi bangunan umum yang tidak memerlukan persyaratan khusus untuk hidrasi panas dan kekuatan tekan awal. Karakteristik semen portland tipe I ini cocok digunakan dilokasi pembangunan dikawasan yang jauh dari pantai dan memiliki kadar sulfat rendah. Kegunaan semen portland tipe I diantaranya; konstruksi bangunan untuk rumah pemukiman, gedung bertingkat, dan jalan raya.

b. Semen Portland Tipe II

Jenis semen portland tipe II ini dapat ditemukan ditempat yang kondisi letak geografisnya memiliki perbedaan kadar asam sulfat dalam air, tanah, dan juga tingkat hidrasinya. Oleh karena itu, keadaan tersebut

mempengaruhi kebutuhan semen yang berbeda. Karakteristik semen portland tipe II yaitu, tahan terhadap asam sulfat antara 0,10 hingga 0,20 persen dan hidrasi panas yang bersifat sedang. Kegunaan Semen Portland Tipe II; pada umumnya sebagai material bangunan yang letaknya dipinggir laut, tanah rawa, dermaga, saluran irigasi dan bendungan.

c. Semen Portland Tipe III

Jenis semen portland tipe III ini harus memenuhi syarat konstruksi bangunan dengan persyaratan khusus. Karakteristik semen portland type III diantaranya adalah memiliki daya tekan awal yang tinggi pada permulaan setelah proses pengikatan terjadi, lalu kemudian segera dilakukan penyelesaian secepatnya. Syarat ketahanannya harus menyamai kekuatan beton umur 28 hari seperti beton yang menggunakan Semen Portland Tipe I. Kegunaan semen portland tipe III; digunakan untuk pembuatan bangunan tingkat tinggi, jalan beton atau jalan raya bebas hambatan, hingga bandar udara dan bangunan dalam air yang tidak memerlukan ketahanan asam sulfat.

d. Semen Portland Tipe IV

Jenis semen portland tipe IV ini, fase pengerasannya harus diminimalkan agar tidak terjadi keretakan. Karakteristik semen portland tipe IV ini, adalah salah satu jenis semen yang dalam penggunaannya membutuhkan panas hidrasi rendah. Kegunaan semen portland tipe IV; biasanya digunakan untuk lapangan udara.

e. Semen Portland Tipe V

Jenis semen portland tipe V ini, dirancang untuk memenuhi kebutuhan diwilayah dengan kadar asam sulfat tinggi seperti rawa-rawa, air laut atau pantai, serta kawasan tambang. Karakteristik semen portland tipe V, yaitu harus membutuhkan daya tahan tinggi terhadap kadar asam V, yaitu harus membutuhkan daya tahan tinggi terhadap kadar asam. Kegunaan semen portland tipe V; yaitu hanya berlaku pada jenis bangunan diantaranya bendungan, pelabuhan, konstruksi dalam air, hingga pembangkit tenaga nuklir. Fungsi semen adalah untuk merekatkan butir-butir agregat agar menjadi suatu massa yang kompak atau padat dan untuk mengisi rongga-rongga di antara butiran agregat. Adapun komposisi kimia semen tercantum pada tabel 3 (Astanto, 2001).

Tabel 3 Tabel Susunan Unsur-Unsur Semen (Rulli Ranastira Irawan, 2013).

Oksida	Semen
Kapur, CaO	60 – 65
Silika, SiO_2	17 -25
Alumina, Al_2O_3	3.0 - 8.0
Besi, Fe_2O_3	0.5 – 6
Magnesia, MgO	0.5 – 4
Sulfur, SO_3	1.0 - 2.0
Soda / Potash $Na_2 O + K_2$	0.5 – 6

Ada empat macam senyawa kimia penting yang mempengaruhi sifat

semen yaitu ikatan dan sifat pengerasan semen adalah (Astanto, 2001):

- Berukuran Trikalsium silikat (C3S) atau $3CaO.SiO_2$
- Dikalsium silikat (C2S) atau $2CaO.SiO_2$

- c. Trikalsium aluminat (C3A) atau $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$
- d. Tetrakalsium Aluminoferit (C4AF) atau $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$

Faktor-faktor yang mempengaruhi kecepatan pengikatan semen adalah (Tjokrodimulyo, 1992):

- a. Kehalusan semen, semakin halus butiran semen akan makin cepat waktu pengikatannya.
- b. Jumlah air, pengikatan semen akan makin cepat bila jumlah air berkurang.
- c. Temperatur, waktu pengikatan akan makin cepat bila suhu udara di sekelilingnya semakin kecil.
- d. Penambahan zat kimia tertentu.

Agar semen tetap memenuhi syarat meskipun disimpan dalam waktu lama, cara penyimpanan semen perlu diperhatikan. Berikut ini beberapa cara penyimpanan semen yang benar menurut Mulyono (2005):

- a. Semen harus terbebas dari bahan kotoran dari luar.
- b. Semen dalam kantong harus disimpan dalam gudang tertutup.
- c. Semen harus terhindar dari basah dan lembab. Tidak tercampur bahan lain.
- d. Urutan penyimpanan harus diatur sehingga semen yang lebih dahulu masuk gudang terpakai lebih dahulu.
- e. Semen curah harus disimpan di dalam silo yang terbuat dari baja atau beton.
- f. Semen yang disimpan terlalu lama, perlu dibuktikan dahulu bahwa semen tersebut memenuhi syarat sebelum di pakai.
- g. Tinggi maksimum penimbunan zak semen adalah 2 m atau sekitar 10 zak.

- h. Jarak antara bidang dinding dan semen sekitar 50 cm, sedangkan jarak antara lantai dan semen sekitar 30 cm.

2.6.2 Pasir (Agregat Halus)

Pasir atau anggregat halus adalah agregat langsung dari alam yang berupa butiran-butiran mineral keras yang bentuknya mendekati bulat dan ukuran butirannya sebagian besar 0,07-5 mm. Pasir merupakan hasil penghancuran oleh alam dari batuan induknya, dan terdapat dekat atau sering kali jauh dari asalnya karena terbawa oleh arus air atau angin, dan mengendap di suatu tempat. Pasir yang digunakan dalam campuran beton jika dilihat dari sumbernya dapat berasal dari sungai atau dari galian tambang (*quarry*). Agregat yang berasal dari tanah galian, yaitu tanah dibuka lapisan penutupnya (*pre-striping*), biasanya berbentuk tajam, bersudut, berpori dan bebas dari kandungan garam. Pada khusus tertentu, agregat yang terletak pada lapisan paling atas harus dicuci terlebih dahulu sebelum digunakan.

Pasir adalah bahan butiran batuan halus yang berukuran 0,14 – 5 mm, didapat dari hasil desintegrasi batuan alam (*natural sand*) atau dengan memecah (*artificial sand*). Pasir biasanya diperoleh dari penggalian didasar sungai, pasir sangat cocok digunakan untuk pembuatan bata konstruksi. Pasir terbentuk ketika batu-batu dibawa arus sungai dari sumber air sampai ke muara sungai. Pasir dan kerikil dapat juga digali dari laut asalkan proses pengotoran serta garam-garamnya (*khlorida*) dibersihkan dan kulit kerang disisihkan. Sebagai bahan adukan, baik untuk spesi maupun beton, maka agregat halus harus diperiksa dilapangan.



Gambar 11 Pasir (Agregat Halus).

Berikut beberapa jenis pasir berdasarkan asal dan sifatnya:

a. Pasir Gunung

Pasir gunung biasa ditemukan di daerah-daerah yang terletak agak tinggi. Pasir jenis ini banyak mengandung kerikil.

b. Pasir Sungai

Pasir jenis ini mempunyai butiran yang tidak merata. Pasir ini sangat baik untuk bahan utama pembuatan mortar (adukan) karena unsur-unsur pengikatnya dapat mencekal dengan baik pada permukaan kasar butiran tersebut.

c. Pasir Laut

Pasir jenis ini banyak mengandung kapur karena sebagian besar masih tersisa kulit kerang. Pasir Gunungan Tepi Pantai Pasir ini sama dengan pasir laut karena banyak mengandung kapur. Pasir gunungan tepi pantai adalah pasir yang terbawa angin.

d. Pasir Perak

Pasir ini biasa disebut dengan pasir kilapan. pasir kilapan ini banyak digunakan sebagai penghias pada dinding dan langit-langit.

e. Pasir Lembek

Pasir lembek merupakan pasir halus dengan butiran bulat, sedikit mengandung tanah liat, dan banyak mengandung lumpur serta mengandung air.

f. Pasir Timah

Pasir jenis ini merupakan pasir yang dihanyutkan oleh air hujan dan biasanya berwarna abu-abu timah.

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

- a. Pasir halus sebaiknya terdiri dari butiran dengan tekstur tajam dan keras. Agregat Indeks kekerasan untuk jenis pasir ini adalah <2,2.
- b. Bila pasir digunakan dengan Natrium Sulfat maka bagian yang hancur maksimal 12 persen.
- c. Bila pasir digunakan dengan Magnesium Sulfat maka bagian yang hancur maksimal 10 persen.
- d. Standar pasir tidak boleh memiliki kandungan lumpur lebih dari 5 persen, maka harus dicuci terlebih dulu.
- e. Tidak boleh terdapat terlalu banyak kandungan bahan organis didalam Pasir,Sebelumnya pasir harus melalui percobaan warna Abrans-Harder menggunakan larutan jenuh NaOH 3 persen.
- f. Untuk susunan jenis pasir butir besar harus memiliki kehalusan modulus 1,5 hingga 3,8. Pasir juga terdiri dari butir-butir yang berbeda.

- g. Pasir harus memiliki reaksi alkali negatif untuk membuat beton dengan keawetan tingkat tinggi.
- h. Pasir dari laut tidak diperbolehkan untuk agregat pasir halus untuk betol bermutu. Kecuali terdapat petunjuk khusus dari lembaga pemerintahan bahan bangunan yang sudah diakui.
- i. 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.

Hal-hal yang dapat dilakukan dalam pemeriksaan agregat halus dilapangan

adalah:

- a. Agregat halus terdiri dari butir-butir tajam dan keras. Agregat harus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh-pengaruh cuaca.
- b. Agregat halus tidak mengandung lumpur lebih dari 5% (ditentukan terhadap berat kering). Apabila kadar lumpur lebih dari 5%, maka agregat halus harus dicuci.
- c. Agregat yang berasal dari laut tidak boleh digunakan sebagai agregat halus untuk semua adukan spesi dan beton.

Adapun distribusi butiran agregat halus (pasir) dapat dibagi menjadi empat jenis menurut gradasinya, seperti terlihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Gradasi Pasir (Tjokrodimuljo,2012).

Lubang Ayakan (mm)	Persen Bahan Butiran Yang Lewat Ayakan			
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
10	100	100	100	100
4.8	90 – 100	90 – 100	90 – 100	95 – 100
2.4	60 – 95	85 – 100	85 – 100	95 – 100
1.2	30 – 70	75 – 100	75 – 100	90 – 100
0.6	15 – 34	60 – 79	60 – 79	80 – 100
0.3	5.0 – 20	12 – 40	12 – 40	15 – 50
1.15	0 – 10	0 – 10	0 – 10	0 – 15

Keterangan :

- a. Daerah I : Pasir kasar
- b. Daerah II : Pasir agak kasar
- c. Daerah III : Pasir agak halus
- d. Daerah IV : Pasir halus

Sebagai bahan adukan, agregat halus harus memenuhi persyaratan umum, sebagai campuran beton. Persyaratan tersebut adalah sebagai berikut:

- a. Agregat halus terdiri dari butiran-butiran tajam dan keras. Butiran agregat halus bersifat kekal artinya tidak mudah lapuk oleh pengaruh cuaca, seperti terik matahari dan hujan.
- b. Bentuk tajam dibutuhkan agar agregat saling mengunci dengan baik dalam adukan beton. Namun bentuk tajam dari agregat dapat menimbulkan gesekan yang besar yang akan mengurangi mobilitas atau sifat mudah gerak dari adukan beton.

- c Tidak mengandung lumpur lebih dari 5%. Lumpur adalah bagian-bagian yang bisa melewati ayakan 0,063 mm. Apabila kadar lumpur lebih dari 5% maka harus dicuci terlebih dahulu.
- d Agregat halus tidak mengandung bahan organik terlalu banyak.
- e Terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam besarnya dan melewati saringan 4,75 mm dan tertahan pada saringan no. 200 (0,075 mm).

2.6.3 Air

Dalam pembuatan beton, air memiliki peran yang sangat penting. Air digunakan untuk bereaksi secara kimiawi dengan semen. Air dipergunakan pada pembuatan batako agar terjadi proses kimiawi dengan semen untuk membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pekerjaan beton. Air yang dimaksud adalah air yang digunakan sebagai campuran bahan bangunan, harus berupa air bersih dan tidak mengandung bahan-bahan yang dapat menurunkan kualitas batako. Persyaratan dari air yang digunakan sebagai campuran bahan bangunan adalah air untuk pembuatan dan perawatan batako tidak boleh mengandung minyak, asam alkali, garam, bahan-bahan organik atau bahan lain yang dapat menyebabkan penurunan kualitas batako yang dihasilkan dan juga akan mengubah sifat-sifat batako yang dibuat.

Air diperlukan pada pembuatan beton untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pekerjaan beton. Air yang mengandung senyawa berbahaya yang tercemar garam, minyak, gula, atau bahan kimia lainnya. Apabila air yang mengandung senyawa berbahaya dipakai dalam campuran beton akan menurunkan kualitas beton, bahkan dapat mengubah sifat beton yang dihasilkan.

Karena karakter pasta semen merupakan hasil reaksi kimia antara semen dengan air, maka bukan perbandingan jumlah air terhadap total berat campuran yang ditinjau, tetapi hanya perbandingan antara air dengan semen saja atau biasa disebut faktor air semen (*water cement ratio*). Pujiyanto (2010) menyatakan, pada beton mutu tinggi, pengertian faktor air semen bisa diartikan sebagai *water to cementitious ratio*, yaitu rasio berat air terhadap berat total semen dan aditif *cementitious*, yang umumnya ditambahkan pada campuran batako mutu tinggi. Air yang berlebihan akan menyebabkan banyaknya gelembung air setelah proses hidrasi selesai, sedangkan air yang sedikit akan menyebabkan proses hidrasi seluruhnya tidak akan tercapai. Kekuatan dan kemudahan pengerjaan (*workability*) campuran batako sangat dipengaruhi oleh jumlah air yang dipakai. Untuk suatu perbandingan campuran batako tertentu diperlukan jumlah air yang tertentu pula. Jumlah air yang berlebihan akan mengakibatkan kekuatan batako berkurang. Disini tidak dipakai patokan angka karena nilai faktor air semen sangat tergantung dengan campuran penyusunnya. Nilai faktor air semen diasumsikan berkisar antara 0,3 sampai 0,6 atau disesuaikan dengan kondisi adukan agar mudah dikerjakan.

Air yang umumnya dapat digunakan untuk beton adalah air yang dapat diminum (Tri Mulyono, 2003). Tetapi tidak semua air dapat memenuhi syarat tersebut karena 20 mengandung berbagai macam unsur yang dapat merugikan. SK SNI S-04-1989-F mensyaratkan air yang dapat digunakan sebagai bahan bangunan sebagai berikut:

- a. Air harus bersih.

1. Tidak mengandung lumpur, minyak dan benda terapung lainnya yang dapat dilihat secara visual.
2. Tidak mengandung benda-benda yang tersuspensi lebih dari 2 gram/liter.
3. 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 SO₃.
4. 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%.
5. Semua air yang mutunya meragukan harus dianalisa secara kimia dan dievaluasi mutunya menurut pemakaiannya.
6. Khusus untuk beton pratekan, kecuali syarat-syarat tersebut diatas tidak boleh mengandung klorida lebih dari 500 ppm.

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.



Gambar 12 Alat Uji Kuat Tekan (Lab. Mektan Penelitian UNIKA, 2023)

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 diujidengan alat ujitekan.

Kuat tekan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

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

Keterangan:

P = Beban tekan,

A = luas bidang tekan,

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 Kuat Tekan Beton

Menurut SNI 03-1974-1990 pengertian kuat tekan beton artinya besarnya beban per satuan luas, yang mengakibatkan benda uji beton hancur Bila dibebani menggunakan gaya tekan tertentu (*eksklusif*), yg dihasilkan oleh mesin tekan. Jadi dalam proses pengujiannya, benda yg berasal dari beton akan ditekan memakai mesin tekan untuk melihat seberapa jauh kekuatan tekanannya. 3 Faktor yg mempengaruhi kuat Tekan Beton dalam proses kekuatan beton yaitu:

1. Sifat dan Proporsi Campuran Beton

Sifat dan proporsi campuran beton menjadi tindakan awal dalam proses pembuatan beton untuk mencapai mutu yang diinginkan. Setiap komponen yang ada dalam campuran beton memiliki peranan penting. Namun ada beberapa sifat dan proporsi yang memiliki pengaruh dominan yaitu rasio air/semen, tipe semen, air campuran, agregat dan bahan tambahan.

2. Kondisi Pemeliharaan

Faktor yang kedua adalah kondisi pemeliharaan yang dilakukan setelah beton selesai dibuat. Meski menjadi salah satu material terkokoh namun bukan berarti beton tidak membutuhkan pemeliharaan. Faktanya,

pemeliharaan secara berkala tetap perlu dilakukan agar beton berada di kondisi yang prima

3. Faktor Pengujian

Setiap beton akan melalui proses pengujian, Pengujian ini biasa disebut dengan uji kuat tekan beton dan selalu dilakukan agar kita bisa tahu apakah kekuatan beton sesuai dengan kebutuhan struktur bangunan yang direncanakan. Pengujian ini sendiri biasanya dilakukan pada material beton segar yang berbentuk kubus atau silinder, di mana material beton ini sudah mewakili campuran beton. Waktu ideal untuk melakukan uji kuat tekan beton adalah saat beton berusia 3 hari, 7 hari dan 28 hari dengan minimal pengujian pada 2 beton setiap kali pengujian dilakukan.

2.8.1 Kuat Tekan Beton Mutu Ringan

Pengertian Mutu Beton Ringan Mutu Beton ringan (Lightweight Concrete) adalah beton yang mengandung agregat ringan yang mempunyai berat isi tidak lebih dari 1900 kg/m³ (Mulyono. T, 2003). Beton ringan dibuat dengan menggunakan agregat ringan (keadaan kering dan gembur mempunyai berat 1100 kg/m³ atau kurang) atau dikombinasikan dengan agregat normal sedemikian rupa sehingga dihasilkan beton dengan berat isi yang lebih kecil/lebih ringan dari pada beton normal. Beton ringan digunakan terutama untuk mengurangi berat struktur itu sendiri dan mengurangi sifat penghantaran panasnya Tjokrodimuljo, K (2007), Beton ringan mempunyai berat jenis kurang dari 1800 kg/m³ sedangkan beton normal mempunyai berat jenis 2400 kg/m³. Beton ringan diperoleh dengan cara penambahan pori-pori udara kedalam campuran betonnya. Oleh karena itu pembuatan beton ringan dapat dilakukan dengan cara-cara sebagai berikut:

- a. Dengan membuat gelembung-gelembung gas/udara dalam adukan semen, dengan demikian akan terjadi banyak pori-pori udara di dalam betonnya
- b. Dengan menggunakan agregat ringan, misalnya tanah liat bakar dan batuapung
- c. Dengan demikian beton yang terjadi pun akan lebih ringan dari beton normal
- d. Pembuatan beton tidak dengan butir-butir agregat halus.

Dengan demikian beton ini dinamakan “beton non pasir” dan hanya dibuat dari semen dan agregat kasar saja (dengan butiran agregat kasar sebesar 20-10 mm), mempunyai pori-pori yang hanya berisi udara (semula terisi oleh butir agregat halus). Berdasarkan (ACI 213 R-79 dalam Yanuar, Y., 1997) definisi beton agregat ringan struktural (*Struktural Lightweight Agregat Concrete*) adalah beton dengan kuat tekan minimal pada sampel silinder umur 28 hari sebesar psi (17,24 MPa) dan berat satuan kering udaranya tidak lebih dari 115 pcf (1850 kg/m³). Menurut Neville (1975), beton ringan dilihat dari berat jenisnya dapat dibagi menjadi 3 (tiga) kelompok, yaitu:

- a. Beton ringan dengan berat jenis antara 300-800 kg/m³ yang biasanya dipakai sebagai bahan isolasi
- b. Beton ringan dengan berat jenis antara 800-1400 kg/m³ yang dipakai untuk struktur ringan
- c. Beton ringan dengan berat jenis antara 1400-2000 kg/m³ yang dapat dipakai untuk struktur sedang. Pemakaian beton ringan menurut Gambhir (1986) dalam bangunan diantaranya untuk:

- d. Dinding tembok struktural, yaitu dinding tembok yang menahan beban.
- e. Beton ringan yang dipakai untuk ini tentu saja beton ringan yang mempunyai kuat tekan cukup tinggi.
- f. Tembok penyekat antar ruang dalam suatu gedung, biasanya berupa panel-panel beton bertulang.
- g. Dapat dipakai sebagai beton tuang ditempat pada struktur komposit antaraplat lantai/atap beton ringan dan balok beton bertulang biasa.
- h. Sebagai dinding isolasi pada gedung-gedung, terutama pada bangunan perindustrian.

Menurut Murdock, L. J & Brook, K. M (alih bahasa: Stepanus Hendarko, 1999) beton ringan mempunyai berat jenis 1850 kg/m^3 , dan penggunaan agregat ringan dapat menghasilkan kekuatan beton lebih besar dari 30 MPa. Pembentukan beton ringan dapat dilakukan dengan membuat rongga udara dalam beton dengan menghilangkan agregat halus, atau pembentukan udara dalam pasta semen dengan menambahkan beberapa bahan yang menyebabkan busa atau kedua cara tersebut dapat dikombinasikan. Beton ringan bukan saja diperhitungkan karena beratnya yang ringan, tetapi juga karena isolasi suhu yang tinggi dibandingkan dengan beton biasa. Umumnya pengurangan kepadatan diikuti dengan kenaikan isolasi suhu, meskipun terdapat penurunan kekuatan.

2.8.2 Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi

Pengertian Beton Mutu Tinggi Beton mutu tinggi (*High strength concrete*) merupakan sebuah tipe beton performa tinggi yang secara umum memiliki kuat tekan 6000 psi (40 MPa) atau lebih. Ukuran kuat tekannya diperoleh dari silinder

beton 150–300 mm atau silinder 100-200 mm pada umur 56 atau pun 90 hari, atau pun umur yang telah ditentukan tergantung pada aplikasi yang diinginkan. Produksi *high strength concrete* membutuhkan penelitian dan perhatian yang lebih jauh terhadap kontrol kualitasnya dari pada beton konvensional (Andi Aprizon dan Pramudiyanto, 2008).

Menurut L.J. Parrot (1988) definisi beton mutu tinggi adalah beton yang workable dan memiliki kuat tekan lebih besar dari 70 MPa yang dibuat dengan metode seperti pada beton normal namun menggunakan unsur-unsur terpilih, menurut Edward G. Nawy (1996) adalah beton dengan kuat tekan yang lebih besar dari 6000 psi atau 42 MPa pada umur 28 hari. Beton mutu tinggi dapat diartikan sebagai beton yang memiliki satu atau lebih karakteristik seperti: susut yang kecil, permeabilitas yang rendah, modulus elastisitas yang tinggi atau kuat tekan yang tinggi pada umur 28 hari mencapai $>400 \text{ kg/cm}^2$ ($f'c > 40 \text{ MPa}$) dan disyaratkan kontrol terhadap pemilihan dan design dari material penyusun beton dengan penambahan bahan tambah yang tepat. Menurut P. Kumar Mehta Paulo & J.M. Monteiro (2006) beton mempunyai kekuatan rendah jika kuat tekannya kurang dari 20 MPa, berkekuatan sedang jika antara 20-40 MPa dan beton berkekuatan tinggi jika mempunyai kuat tekan lebih besar dari 40 MPa. Menurut Tjokrodinuljo, K (2007) jika beton mempunyai kuat tekan tinggi, umumnya sifat-sifat yang lain juga baik. Berdasarkan kuat tekannya, beton dapat dibagi menjadi beberapa jenis, diantaranya beton sederhana mempunyai kuat tekan sampai 10 MPa, beton normal mempunyai kuat tekan antara 15-30 MPa, beton prategang mempunyai kuat tekan 30-40 MPa, beton kuat tekan tinggi mempunyai kuat tekan antara 40-80 MPa dan beton kuat tekan sangat tinggi mempunyai kuat tekan diatas 80 MPa. Kita

mempunyai mutu tinggi untuk beberapa alasan yang dapat diberikan di sini, antara lain:

- a. Mereduksi ukuran kolom dan meningkatkan luasan ruang yang tersedia
- b. Menghasilkan beton dengan kuat tekan awal yang tinggi dan mempercepat pelaksanaan konstruksi
- c. Meningkatkan nilai modulus elastisitas dan mengurangi efek rangkakan (*creep*)
- d. Secara ekonomi dapat meningkatkan penggunaan *box girder* dan *solid girder bridge* dengan design yang lebih simpel. Menurut L.J. Parrot (1988), kelemahan penggunaan beton mutu tinggi, diantaranya:
 1. Meningkatkan biaya beton per unit volume
 2. Memerlukan kontrol kualitas terhadap beton dan kebutuhan produksi
 3. *Workability* yang kurang baik dan sering kali menurun dengan cepat setelah waktu pencampuran
 4. Waktu untuk perkerasan beton sangat cepat

Sifat Beton mutu tinggi (*High strength concrete*) diantaranya :

- a. Kadar semen tinggi

Dalam rancangan campuran beton mutu tinggi, umumnya digunakan semen Potland tipe I (normal) dan tipe III (kekuatan awal tinggi). Pemakaian jumlah semen yang banyak dapat mencapai kuat tekan yang tinggi, namun dapat memberikan pengaruh pada semakin tingginya susut atau rangkakan, sehingga banyaknya semen dibatasi sampai 550 kg/m³.

Sayangnya hal ini menyebabkan kesulitan dalam pengerjaannya.

Umumnya nilai f_{min} untuk beton normal sekitar 0,40 dan nilai

maksimumnya 0,65. Tujuan pengurangan fas ini adalah untuk mengurangi hingga seminimal mungkin porositas beton yang dibuat sehingga akan dihasilkan beton mutu tinggi.

b. Kualitas agregat halus (pasir).

Tekstur permukaan agregat halus yang bertekstur halus akan lebih sedikit membutuhkan air dibandingkan dengan agregat permukaan kasar, sehingga dengan semakin sedikitnya air yang dibutuhkan kemungkinan menghasilkan beton yang bermutu tinggi lebih besar jika menggunakan agregat kasar.

c. Kualitas agregat kasar.

Dalam pemilihan agregat kasar, porositas yang rendah merupakan faktor yang sangat menentukan untuk menghasilkan suatu adukan beton yang seragam (mempunyai keteraturan dan keseragaman yang baik pada mutu maupun parameter lain yang dibutuhkan). Akan sangat baik jika akan digunakan untuk beton mutu tinggi, daya serap air tidak lebih dari satu persen.

d. Bahan tambah

Pengurangan kadar air dalam pembuatan beton mutu tinggi menjadi perhatian penting. Dengan bahan tambah yang dapat mengurangi air sangat tinggi seperti *superplasticizer* diharapkan kekuatan beton yang dihasilkan lebih tinggi dengan air yang sedikit, tetapi tingkat kemudahan pekerjaan (*workability*) juga lebih tinggi.

e. Kontrol kualitas.

Kontrol terhadap proses produksi beton pada saat pengambilan sampel, pengujian maupun proses penakaran sampai perawatan. Pengawasan dan pengendalian yang tepat dari keseluruhan prosedur dan mutu pelaksanaan yang didukung oleh koordinasi operasional yang optimal akan lebih meningkatkan kualitas mutu beton yang dihasilkan.

Hasil penelitian Larrard (1990) menyebutkan bahwa butiran maksimum yang memberikan arti nyata untuk membuat beton mutu tinggi tidak boleh lebih dari 15 mm. agregat sampai dengan 25 mm masih memungkinkan diperolehnya beton mutu tinggi dalam proses produksinya. Menurut Andi Aprizon dan Pramudiyanto untuk menghasilkan beton mutu (high strength concrete) tinggi, isi total dari bahan-bahan perekat umumnya sekitar 700 lb/yd³ (415 kg/m³) lebih dari 1100 lb/yd³ (650 kg/m³) dan pemakaian air akan menurunkan potensial kekuatan secara besar, dan menurut Aitcin mengatakan semakin tinggi kekuatan yang ingin dicapai, maka semakin kecil dan seragam ukuran agregat kasarnya

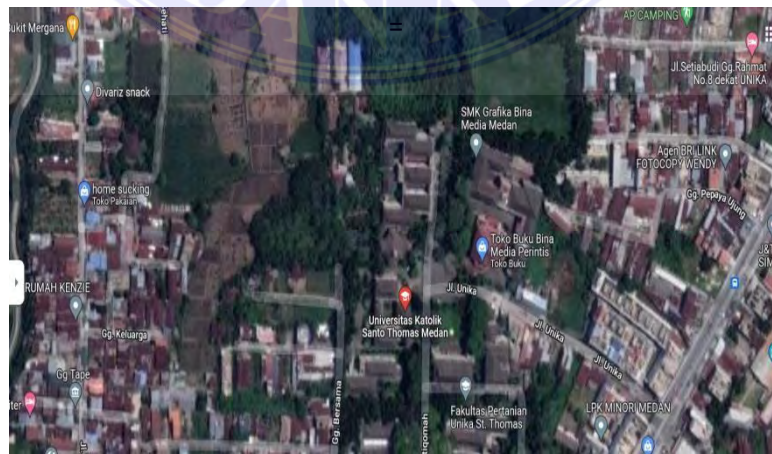
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Adapun penelitian ini dilakukan di dua tempat yaitu Laboratorium Beton Universitas Katolik Santo Thomas dan tempat pembuatan batako. Yang mana di Laboratorium Beton Universitas Katolik Santo Thomas untuk melakukan pengujian material seperti pasir dan pengujian kuat tekan batako, lalu untuk pembuatan dan pencetakan batako dilakukan di Panglong Masayu, yang beralamat di Jl. Blok Gading No. 36, Deli Serdang. Secara umum, metodologi penelitian ini dibagi menjadi 5 tahap, yaitu:

1. Tahap 1: tahap persiapan dan pengujian bahan
2. Tahap 2: tahap perhitungan rencana campuran (mix design)
3. Tahap 3: tahap pembuatan dan perawatan benda uji
4. Tahap 4: tahap pengujian kuat tekan Paving Block
5. Tahap 5: tahap analisa data



Gambar 13 Lokasi Penelitian (Google earth, 2023)

3.2 Prosedur untuk membuat paving block

Sebelum pembuatan benda uji, dilakukan perancangan campuran atau *Mix Design*. Dalam perancangan campuran, diperlukan komposisi masing-masing bahan yang membentuk *paving block*, yaitu semen, pasir, air, dan Limbah plastik PS sebagai pengganti pasir.

Bahan material yang dibutuhkan benda uji yang akan dibuat, langkah selanjutnya adalah membuat *paving block*. Berikut adalah langkah-langkahnya:

- a. Menyediakan peralatan dan bahan campuran untuk *paving block*: semen, pasir, air, dan plastik.
- b. Membersihkan semua alat yang akan digunakan agar tidak ada bahan yang dapat mempengaruhi campuran *paving block*.
- c. Memeriksa mesin pencetak yang akan digunakan.
- d. Setelah mencampur bahan campuran *paving block* yang telah ditakar, periksa apakah campuran sudah memenuhi kriteria perencanaan.
- e. Pastikan alas *paving block* terpasang rapat di bawah cetakan *paving block* agar adonan menjadi padat secara merata.
- f. Olesi permukaan cetakan dengan minyak oli agar adukan tidak melekat pada cetakan dan lebih mudah dikeluarkan.
- g. Dengan menggunakan sekop, tuangkan adonan ke dalam cetakan.
- h. Menggetarkan mesin cetakan *paving block* sampai isi cetakan rata dan tidak turun lagi
- i. Letakkan batu bata yang telah dicetak di tempat yang telah disediakan sampai mengeras di bawah sinar matahari sampai kering.

- j. Setelah *paving block* mengering, lakukan perawatan dengan menyiramnya setidaknya dua hari sekali

3.2.1 Perawatan benda uji

Setelah pencetakan *paving block* selesai, perawatan diperlakukan. Pada umur satu hari atau sampai benda uji cukup kering, benda uji dijemur dan disiram dua hari sekali untuk menjaga kelembapannya sampai *paving block* umur 28 hari. Ini dilakukan untuk memastikan bahwa proses pengeringan dan pengerasan paving block berjalan dengan baik dan mencegah pecah atau retak.

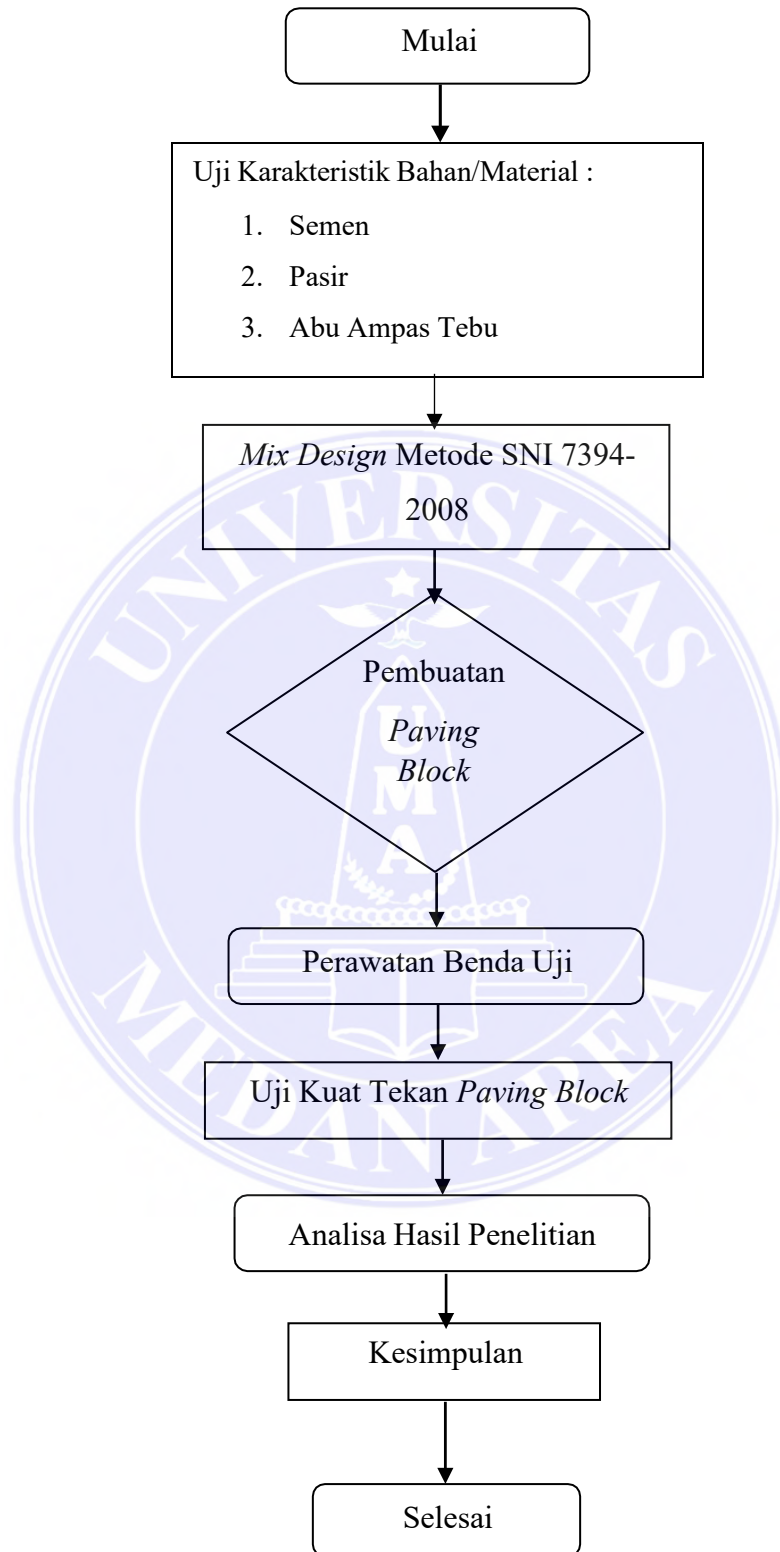
3.2.2 Pemotongan benda uji

Untuk pengujian kuat tekan sebelumnya, *pavingblock* 20 x 10 x 6 cm dipotong menjadi kubus 6 x 6 x 6 cm dengan alat pemotong batuan. Pemotongan dilakukan sesuai dengan persyaratan pengujian benda uji kubus, di mana benda uji harus memiliki sisi yang sama.

3.3 Uji kuat tekan

Memberikan gaya tekan pada benda semaksimal mungkin sampai benda tersebut mengalami retak atau hancur. Dengan cara diiletakan benda uji pada bagian penopang tengah alat UTM, nyalakan mesin dan *setting maksimum compression* yang diberikan lalu progress uji selesai.

3.4 Diagram Alir Penelitian



Kerangka Berfikir

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang didapat dari hasil penelitian diatas adalah sebagaiberikut :

1. *Paving block* yang digunakan dalam penetilian ini terbuar dari campuran limbah sampah plastic *polystyrene (styrofoam)* dan pasir.
2. *Paving block* variasi 1 mampu menahan beban saat uji tekan dengan rata- rata hingga 32 MPa dan masuk kedalam Mutu B sebagai Pelataran Parkir.

Paving block variasi 2 mampu menahan beban saat uji tekan dengan rata - rata hingga 25,7 MPa dan masuk kedalam mutu B sebagai Pelataran Parkir.

5.2 Saran

Untuk menyempurnakan permbuatan penelitian ini diharapkan bagi penulis yang ingin melanjutkannya agar dapat meningkatkan efektifiatas dan nilai guna dalam pemanfaatan limbah plastik agar mendapatkan hasil yang lebih baik lagi.

DAFTAR PUSTAKA

- Afifah, Ervin. (2013). Bahaya *Styrofoam* terhadap Kesehatan dan Lingkungan. Skripsi sarjana strata 1 Program Studi HBiologi Bandung. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Halim, Abdul. (2013). Pengaruh Pemakaian Limbah *Styrofoam* terhadap Kuat Tekan dan Berat Batako.
- Helminawaty, (2011). "Partisipasi Masyarakat dalam Pengolahan Sampah Domestik sebagai Upaya Pelestarian Lingkungan di Kelurahan Binjai Kecamatan Medan Denai." Skripsi magister Jurusan Studi Pembangunan Sumatera Utara: Univerisat Sumatera Utara.
- Kardaningsih Rahmani, dkk. (2012). Karakteristik Batako *Styrofoam* sebagai Konstruksi Dinding, Laporan Penelitian< Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gorontalo.
- M Yani, (2016). Kekuatan komposit *polymeric foam* diperkuat serat tandan kosong kelapa sawit pada pembebanan dinamik. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- Peraturan Pemerintah No. 18 Tahun 2012. Tentang Pengolahan Sampah rumah Tanggadan Sampah Sejenis Rumah Tangga.
- Putra, H., Y, Yuriandala. (2010). Studi Pemanfaatan sampah Plastik Menjadi Produk dan Jasa Kreatif. Jurnal Sains dan teknologi Lingkungan.
- Pratikto. (2010) Beton Ringan Beragregat Limbah Plastik Jenis *PET (Poly Ethylene Terephthalate)*.
- Samekto, Wuryani dan Rahmadiyanto, Chandra. (2001). Teknologi Bahan. Yogyakarta: Kanisius.
- Santoso, Slamet. (2013). Dampak Negatif Sampah terhadap Lingkungan dan Upaya Mengatasinya. Purwekerto.
- Simbolon, Tiurma. (2009). Pembuatan dan Karakteristik Batako Ringan yang terbuat dari *Styrofoam* Semen, Thesis, Sekolah Pascasarjana Universitas Sumatera Utara Medan.
- Standar Nasional Indonesia 03-0691-1996, Bata Beton / *Paving Blcok*. Dewan Standarisasi Nasional

LAMPIRAN





