

**ANALISIS KUAT TEKAN DAN SERAPAN AIR MATERIAL  
PAVING BLOCK AKIBAT VARIASI KOMPOSISI *FLY ASH***

**SKRIPSI**

**OLEH:**

**FERDINAND PANJAITAN**

**198130111**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2022**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

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

Document Accepted 22/8/22

Access From (repository.uma.ac.id)22/8/22

**ANALISIS KUAT TEKAN DAN SERAPAN AIR MATERIAL  
PAVING BLOCK AKIBAT VARIASI KOMPOSISI *FLY ASH***

**SKRIPSI**

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



Oleh:  
**FERDINAND PANJAITAN**  
**198130111**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2022**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

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

Document Accepted 22/8/22

Access From (repository.uma.ac.id)22/8/22

## HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Analisis Kuat Tekan Dan Serapan Air Material Paving Block  
Akibat Variasi Komposisi Fly Ash.  
Nama Mahasiswa : Ferdinand Panjaitan  
NIM : 198130111  
Bidang Keahlian : Manufaktur

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana di  
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Medan Area.**

Nama Dosen Pembimbing I : Prof. Dadan Ramdan, M. Eng, M.Sc  
NIDN : 0005026401

Nama Dosen Pembimbing II : M. Yusuf Rahmansyah Siahaan, ST, MT.  
NIP/NIDN : 0122078003

Medan, 18 Agustus 2022

Dosen Pembimbing II

Dosen Pembimbing I

(M. Yusuf R. Siahaan ST, MT.)  
NIDN. 0122078003

(Prof. Dadan Ramdan, M. Eng, MSc.)  
NIDN. 0005026401

Diketahui Oleh :

  
Fakultas Teknik  
(D. Rahmad Syah, S.Kom., M.Kom)  
NIDN. 0105055804

  
Fakultas Teknik  
Fakultas Teknik Mesin  
(M. Muhammad Idris, ST, MT.)  
NIDN. 01050558104

Tanggal Lulus: 30 Juni 2022

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ferdinand Panjaitan

NIM : 198130111

Program Studi : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini adalah benar benar merupakan hasil karya sendiri, bukan merupakan pengambilan tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan hasil jiplakan/plagiasi, maka saya bersedia menerima sanksi atau hukuman atas perbuatan tersebut.

Medan, 18 Agustus 2022

Saya yang membuat pernyataan



(Ferdinand Panjaitan)

NIM. 198130111

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
TUGAS AKHIR/SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN  
AKADEMIS**

Sebagai civitas akademis Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ferdinand Panjaitan

NIM : 198130111

Program Studi : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Jenis Karya : Tugas Akhir/Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area Hak Bebas Royalty Non Eksklusif (*Non-Exclusive Royalty Free Rights*) atas karya ilmiah saya yang berjudul Analisis Kuat Tekan dan Serapan Air Material Paving Block Akibat Variasi Komposisi Fly Ash dengan bebas royalti non eksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih mediakan/formatkan, mengelola dan bentuk perangkat data (database), merawat dan mempublikasi tugas akhir/skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

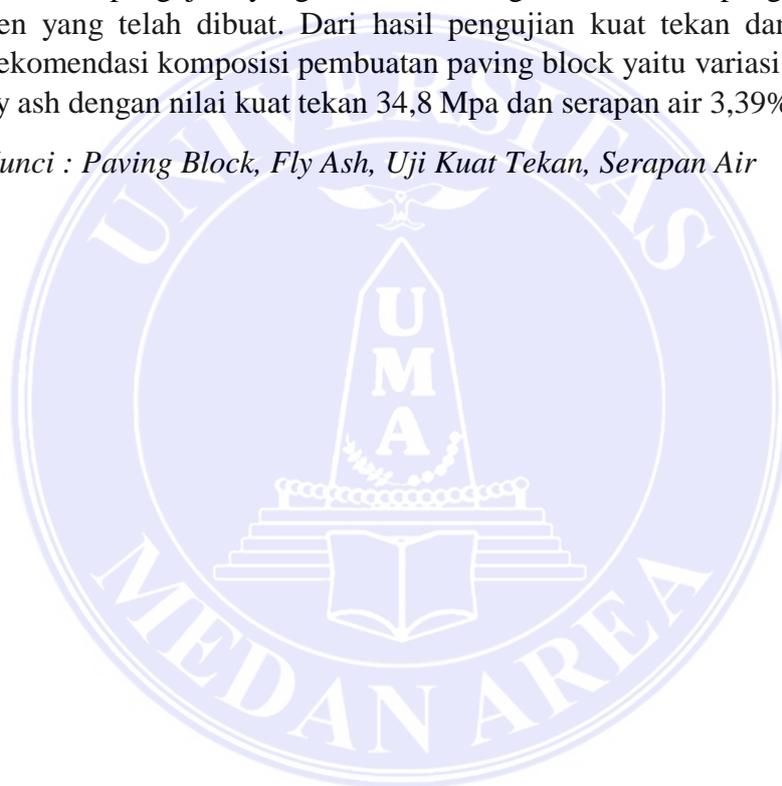
Medan, 18 Agustus 2022  
Yang menyatakan

  
(Ferdinand Panjaitan)  
NIM. 198130111

## ABSTRAK

Paving block merupakan suatu komposisi bahan bangunan yang terbuat dari campuran semen portland, air dan agregat dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya yang tidak mengurangi mutu paving block tersebut. Fly ash merupakan limbah padat yang dihasilkan dari pembakaran batu bara, diperoleh dari proses pembakaran batu bara secara sederhana. Proses tersebut bisa menimbulkan masalah lingkungan, maka salah satu cara agar material hasil produksi sampingan tersebut tidak mengkontaminasi lingkungan adalah dengan menggunakan material tersebut sebagai bahan pengganti semen. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar kuat tekan dan serapan air material paving block akibat variasi komposisi fly ash. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode pengujian yang dilakukan dengan melakukan pengujian terhadap spesimen yang telah dibuat. Dari hasil pengujian kuat tekan dan analisis data maka rekomendasi komposisi pembuatan paving block yaitu variasi 1:1 komposisi 10% fly ash dengan nilai kuat tekan 34,8 Mpa dan serapan air 3,39%.

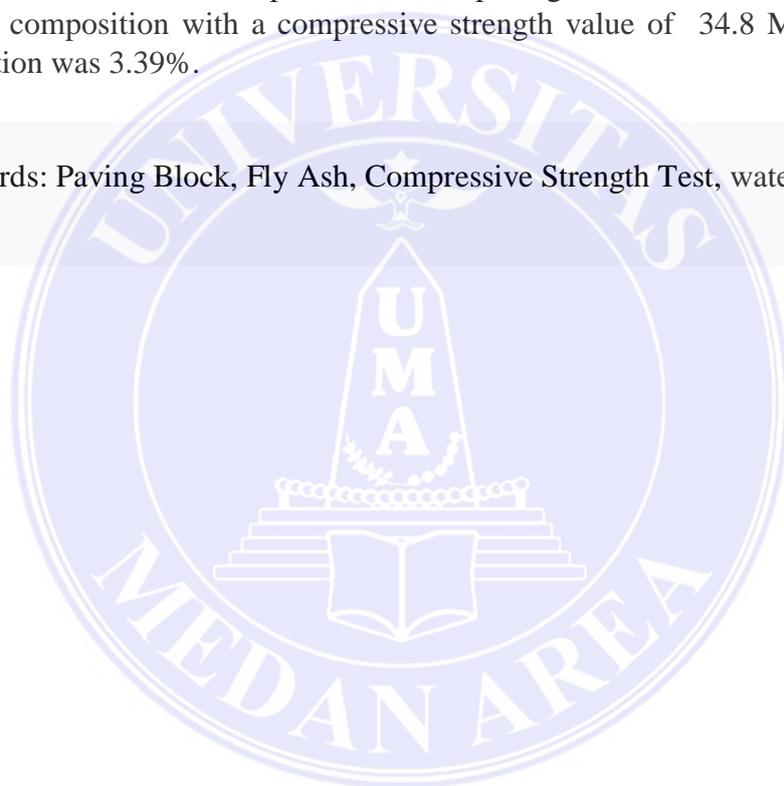
*Kata Kunci : Paving Block, Fly Ash, Uji Kuat Tekan, Serapan Air*



## ABSTRAK

Paving block is a composition of building materials made of a mixture of portland cement, water and aggregate with or without other additives that do not reduce the quality of the paving block. Fly ash is a solid waste produced from burning coal, obtained from a simple coal combustion process. This process can cause environmental problems, so one way to prevent the by-products from contaminating the environment is to use cement substitutes. This study aims to determine how big the paving block is the compressive strength and air absorption due to variations in the composition of fly ash. The method used in this research is a test method that is carried out by testing the specimens that have been made. From the result of compressive strength testing and data analysis, the recommendation fo the composition for the paving block is a 1:1 variation of 10% fly ash composition with a compressive strength value of 34.8 MPa and water absorption was 3.39%.

Keywords: Paving Block, Fly Ash, Compressive Strength Test, water absorption.



## KATA PENGANTAR

1. Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang memberikan berupa kesehatan kepada penulis sehingga mampu menyelesaikan penulisan skripsi ini. Penelitian ini merupakan Tugas Akhir guna memenuhi syarat untuk memperoleh gelar sarjana Teknik pada Universitas Medan Area.
2. Dalam Penulisan dan penelitian skripsi ini banyak kendala yang penulis alami, namun berkat bantuan moril dan material dari berbagai pihak, maka skripsi ini dapat diselesaikan, untuk itu penulis mengucapkan terimakasih :
  - a. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc, selaku Rektor Universitas Medan Area.
  - b. Ibu Dr. Rahmad Syah, S.Kom, M.Kom, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
  - c. Bapak Muhammad Idris, ST, MT, selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin dan Bapak Dr. Iswandi, ST, MT selaku sekertaris prodi Teknik Mesin.
  - d. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc, selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak, M. Yusuf Rahmansyah Siahaan, ST, MT. selaku Dosen Pembimbing II.
  - e. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi di Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
  - f. Bapak K. Panjaitan dan Ibu M. Simatupang, selaku Orang Tua yang telah memberi motivasi dan dukungan dalam pengerjaan skripsi.

g. Temen-temen tim dalam mengerjakan Tugas Akhir yang telah bekerja sama.

Penulis,



Ferdinand Panjaitan

NPM. 198130111



## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	ii
ABSTRAK.....	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	x
<b>BAB 1. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan Penelitian.....	2
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
2.1. <i>Paving Block</i> .....	4
2.2. Kegunaan dan Keuntungan <i>Paving Block</i> .....	5
2.3. Klasifikasi <i>Paving Block</i> .....	6
2.4. <i>Paving Block</i> Sebagai Perkerasan Permeabel.....	9
2.5. Material Penyusun <i>Paving Block</i> .....	11
2.5.1. Mortar.....	11
2.5.2. <i>Fly Ash</i> .....	15
2.6. Analisis Kuat Tekan.....	17
2.7. Serapan Air <i>Paving Block</i> .....	18
<b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>19</b>
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian.....	19
3.1.1. Tempat Penelitian.....	19
3.1.2. Waktu Penelitian.....	19
3.2. Alat dan Bahan Penelitian.....	19
3.2.1. Alat Penelitian.....	20
3.2.2. Bahan Penelitian.....	21
3.3. Metode Penelitian.....	23
3.4. Diagram Alur Penelitian.....	25
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>26</b>
4.1. Pembuatan Spesimen <i>Paving Block</i> .....	26
4.1.1. Proses Penimbangan Bahan.....	26
4.1.2. Proses Pencampuran Bahan.....	27
4.1.3. Proses Pencetakan.....	28
4.1.4. Pembukaan Cetakan.....	29
4.1.5. Proses Perendaman.....	29
4.2. Pengujian Kuat Tekan.....	33
4.2.1. Pemeriksaan Spesimen.....	33
4.2.2. Penimbangan Spesimen.....	33
4.2.3. Pengujian Spesimen.....	34
4.3. Analisis Hasil Pengujian.....	35
4.4. Serapan Air.....	40

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....	45
5.1. Kesimpulan .....	45
5.2. Saran.....	45
DAFTAR PUSTAKA .....	46



## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Jadwal Penelitian.....	19
Tabel 4.1 Komposisi Bahan .....	29
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Kuat Tekan.....	35
Tabel 4.3 Sifat Fisik Spesimen Berdasarkan Mutu .....	38



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Bentuk <i>Paving Block</i> .....	6
Gambar 2.2. Pola Pemasangan <i>Paving Block</i> .....	7
Gambar 2.3. Sistem Infiltrasi Total.....	9
Gambar 2.4. Sistem Parsial Infiltrasi .....	9
Gambar 2.5. Sistem Non Infiltrasi .....	10
Gambar 2.6. Semen <i>Portland</i> .....	12
Gambar 2.7. Pasir Sungai .....	13
Gambar 2.8. Pasir Beton.....	14
Gambar 2.9. Pasir Pasang .....	14
Gambar 2.10. <i>Fly Ash</i> .....	17
Gambar 3.1. Mesin Uji Kuat Tekan .....	20
Gambar 3.2. Timbangan.....	20
Gambar 3.3. Cetakan Spesimen Benda Uji.....	21
Gambar 3.5. Semen <i>Portland</i> .....	22
Gambar 3.6. Pasir .....	22
Gambar 3.7. Air.....	23
Gambar 3.8. <i>Fly Ash</i> .....	23
Gambar 4.1. Penimbangan: (a) Pasir, (b) Semen, (c) Air, (d) <i>Fly Ash</i> .....	26
Gambar 4.2. Proses Pencampuran Bahan .....	27
Gambar 4.3. Proses Pencetakan Spesimen.....	28
Gambar 4.4. Hasil Cetakan Spesimen.....	29
Gambar 4.5. Perendaman Spesimen.....	30
Gambar 4.6. Grafik Hasil Pengukuran Massa Spesimen 1F10s .....	30
Gambar 4.7. Grafik Hasil Pengukuran Massa Spesimen 1F30s .....	31
Gambar 4.8. Grafik Hasil Pengukuran Massa Spesimen 1F50s .....	31
Gambar 4.9. Grafik Hasil Pengukuran Massa Spesimen 2F10s .....	31
Gambar 4.10. Grafik Hasil Pengukuran Massa Spesimen 2F30s .....	32
Gambar 4.11. Grafik Hasil Pengukuran Massa Spesimen 2F50s .....	32
Gambar 4.12. Penimbangan Spesimen.....	33
Gambar 4.13. Posisi Spesimen di Benda Uji .....	34
Gambar 4.14. Spesimen Setelah di Uji .....	34
Gambar 4.15. Grafik Kuat Tekan 1F10s .....	36
Gambar 4.16. Grafik Kuat Tekan 1F30s .....	36
Gambar 4.17. Grafik Kuat Tekan 1F50s .....	36
Gambar 4.18. Grafik Kuat Tekan 2F10s .....	37
Gambar 4.19. Grafik Kuat Tekan 2F30s .....	37
Gambar 4.20. Grafik Kuat Tekan 2F50s .....	37
Gambar 4.21. Grafik Kuat Tekan Rata- rata(MPa).....	38

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang Masalah

*Paving block* merupakan suatu komposisi bahan bangunan yang terbuat dari campuran semen *portland* atau bahan perekat hidraulis lainnya, air dan agregat dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya yang tidak mengurangi mutu beton tersebut (SNI 03-0691-1996). Untuk konstruksi perkerasan jalan, *paving block* dapat menjadi alternatif ekonomis dan *paving block* juga memiliki kekuatan, daya tahan serta estetika yang indah untuk permukaan sehingga dapat diterapkan di daerah komersial, kota dan industri seperti area parkir, wilayah pejalan kaki, persimpangan lalu lintas dan jalan[1].

Limbah padat hasil pembakaran batubara disebut fly ash.

Fly ash diproduksi dengan membakar batu bara secara langsung, dalam bentuk gas, dan kemudian dilepaskan ke atmosfer.

Karena fly ash mengandung berbagai komponen berbahaya seperti arsenik, vanadium, boron, dan kromium, prosedur ini dapat mengakibatkan masalah lingkungan seperti kontaminasi tanah, udara, dan air setempat. Fly ash masih dianggap sebagai limbah berbahaya dan beracun di Indonesia . Cara yang dilakukan supaya material Produk sampingan ini tidak mencemari lingkungan dengan memanfaatkan sisa-sisa fly ash sebagai pengganti semen[2].

Penelitian ini dianggap penting karena saat ini penggunaan fly ash telah banyak dilakukan dalam penelitian tentang bahan campuran. Jumlah penggunaan bahan tambahan yang sesuai dengan informasi khusus dari batasan pengukuran

yang ditentukan sebelumnya akan dicari untuk peningkatan atau peningkatan kualitas dalam berbagai varietas.

### 1.2. Rumusan Masalah

Rumusan Masalah pada penelitian ini yaitu:

- a. Bagaimana cara membuat *paving block* dengan campuran *fly ash* sehingga memiliki kekuatan yang optimal.
- b. Bagaimana cara melakukan pengujian kuat tekan *paving block* dengan variasi komposisi *fly ash*.
- c. Bagaimana cara melakukan pengujian serapan air *paving block* dengan variasi komposisi *fly ash*.

### 1.3. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini yaitu:

- a. Material *paving block* terbuat dari mortar dan *fly ash*.
- b. Material mortar dengan variasi semen : pasir yaitu: 1:1 dan 1:2.
- c. Material *fly ash* dengan variasi komposisi 10%, 30% dan 50%.

### 1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

- a. Membuat specimen uji tekan material *paving block* dengan variasi komposisi *fly ash*.
- b. Menguji hasil pembuatan spesimen dengan variasi komposisi *fly ash*.

- c. Menganalisis Hasil Pengujian Spesimen dengan variasi komposisi *fly ash*.
- d. Merekomendasikan komposisi pembuatan paving block berdasarkan hasil analisis data.

### 1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

- a. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan berbagai manfaat dan menambah pengetahuan, wawasan dan pengalaman tentang penelitian kuat tekan dan serapan air.
- b. Meningkatkan nilai guna *fly ash* yang sebelumnya limbah pembakaran batu bara.
- c. Untuk mengurangi dan mengoptimalkan produksi limbah batu bara yang belum dimanfaatkan.

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. *Paving Block*

*Paving block* adalah suatu komposisi bahan bangunan yang terbuat dari campuran semen *Portland* atau bahan perekat hidrolis lainnya, air dan agregat dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya yang tidak mengurangi mutu beton tersebut. Sedangkan menurut SK SNI T-04-1990-F, *paving block* adalah segmen-segmen kecil yang terbuat dari beton dengan bentuk segi empat atau segi banyak yang dipasang sedemikian rupa sehingga mengunci[3].

*Paving block* mulai dikenal dan dipakai di Indonesia terhitung sejak tahun 1977/1978. *Paving block* sendiri mempunyai beberapa variasi bentuk untuk memenuhi selera pemakai. Penggunaan *paving block* ini disesuaikan dengan tingkat kebutuhan, misalnya saja digunakan sebagai pengerasan area parkir, trotoar jalan di kota-kota, memperindah taman, pekarangan dan halaman rumah, area perkantoran, pabrik juga pekerjaan jalan di kompleks-kompleks perumahan serta untuk keperluan lainnya. Sebagai bahan penutup dan pengeras permukaan tanah, *paving block* sangat luas penggunaannya untuk berbagai keperluan, mulai dari keperluan yang sederhana sampai penggunaan yang memerlukan spesifikasi khusus.

*Paving block* dengan kualitas baik adalah *paving block* yang mempunyai nilai kuat desak tinggi (satuan MPa), serta nilai *absorbs* (persentase serapan air) yang rendah (%). Sehubungan dengan standar kualitas tersebut, tipe karakteristik kualitas yang diteliti adalah *large 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 persentas serapan air, semakin rendah nilai absorpsinya, produk *paving block* semakin kuat. Berdasarkan SNI 03-0691 – 1996, *paving block* dengan mutu terendah (mutu D) paling tidak memiliki kekuatan desak 8,5 MPa dan persentase serapan rata- rata maksimum 10%.

## 2.2. Kegunaan dan Keuntungan *Paving Block*

Keberadaan *paving block* bisa menggantikan aspal dan pelat beton, dengan banyak keuntungan yang dimilikinya *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. *Paving block* lebih mudah dihamparkan dan langsung bisa digunakan tanpa harus menggunakan pengerasan seperti beton.
- d. Tidak menimbulkan kebisingan dan gangguan debu pada saat pengerjaannya.
- e. Pada pembebanan yang normal *paving block* dapat digunakan selama masa-masa pelayanan dan *paving block* tidak mudah rusak.
- f. *Paving block* menghasilkan sampah konstruksi lebih sedikit dibandingkan penggunaan pelat beton.
- g. Perkerasan dengan *paving block* mampu menurunkan hidrokarbon.
- h. Daya serap air melalui *paving block* menjaga keseimbangan air tanah untuk menopang betonan/ rumahan di atasnya.

- i. Perbandingan harganya lebih rendah dibandingkan dengan jenis perkerasan konvensional yang lain.

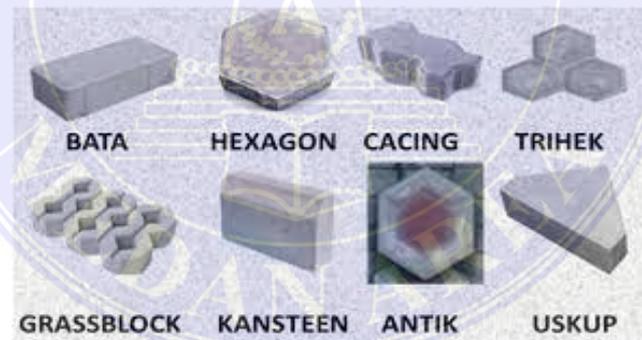
### 2.3. Klasifikasi Paving Block

Klasifikasi *paving block* didasarkan atas bentuk, tebal, kekuatan, warna dan cara pembuatannya antara lain:

#### 2.3.1. Klasifikasi berdasarkan bentuk

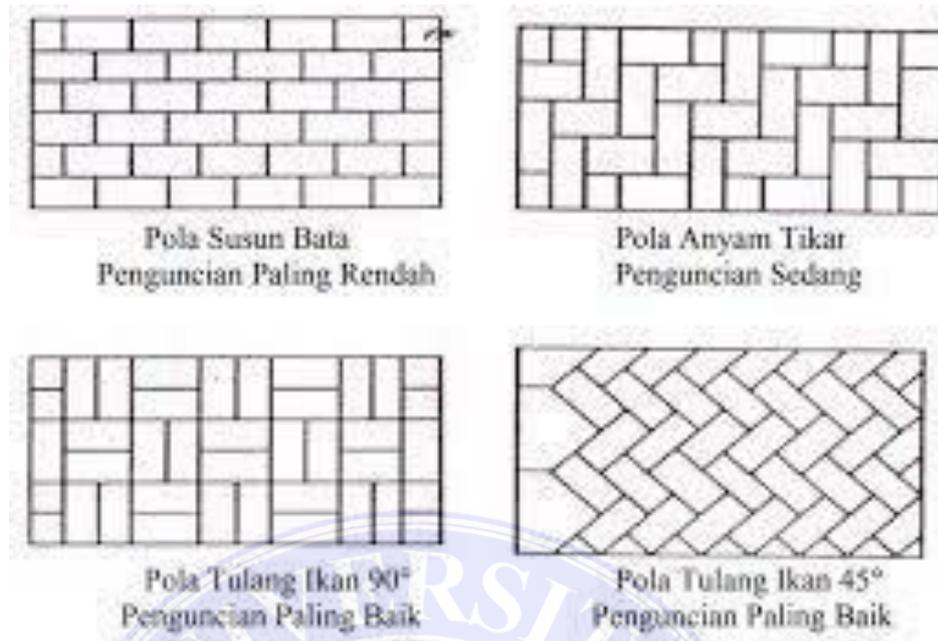
Bentuk *paving block* secara garis besar terbagi atas dua macam yaitu:

- a. *Paving block* bentuk segi empat
- b. *Paving block* bentuk segi banyak yang terdiri dari hexagon (segi enam), cacing, *grassblock*, topi uskup, kansteen, antik dan trihek dan dapat dilihat pada Gambar 2.1. berikut ini.



Gambar 2.1. Bentuk *Paving Block*.

Pola pemasangan sebaiknya disesuaikan dengan tujuan penggunaannya. Pola yang umum digunakan ialah susunan bata (*strecher*), anyaman tikar (*basket weave*), dan tulang ikan (*hearring bone*). Untuk Perkerasan jalan diutamakan pola tulang ikan karena mempunyai kuncian yang baik. Dalam proses pemasangannya, paving block harus berpinggul dan pada tepi susunan *paving block* biasanya ditutup dengan pasak yang berbentuk topi uskup seperti Gambar 2.2. berikut ini.



Gambar 2.2. Pola Pemasangan *Paving Block*.

### 2.3.2. Klasifikasi berdasarkan kekuatan

Ketebalan *paving block* ada tiga macam, yaitu:

- a. *Paving block* dengan ketebalan 60 mm.
- b. *Paving block* dengan ketebalan 80 mm.
- c. *Paving block* dengan ketebalan 100 mm.

Pemilihan bentuk dan ketebalan dalam pemakaian harus disesuaikan dengan rencana penggunaannya dan kuat tekan *paving block* tersebut juga harus diperhatikan.

### 2.3.3. Klasifikasi berdasarkan Kekuatan

Pembagian kelas *paving block* berdasarkan mutu betonnya adalah:

- a. *Paving block* dengan mutu beton 37,35 MPa
- b. *Paving block* dengan mutu beton 27 MPa

#### 2.3.4. Klasifikasi berdasarkan warna

Warna yang tersedia di pasaran antara lain abu-abu, hitam, dan merah. *Paving block* yang berwarna kecuali untuk menambahkan keindahan juga dapat digunakan untuk memberi batas pada perkerasan seperti tempat parit, tali air, dan lain-lain.

#### 2.3.5. Klasifikasi berdasarkan cara pembuatannya.

Berdasarkan cara pembuatannya, *paving block* dibedakan menjadi tiga klasifikasi, yaitu:

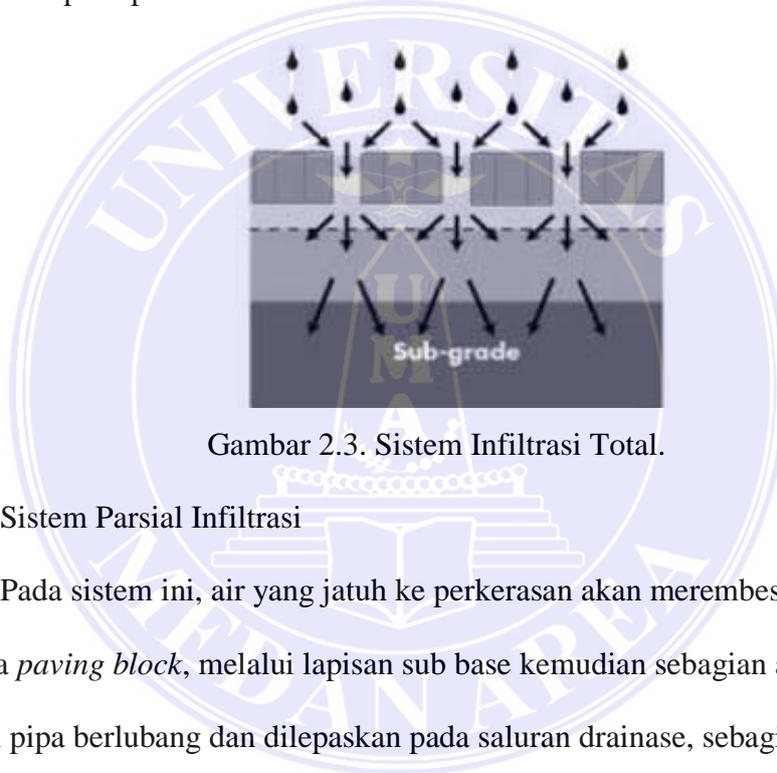
- a. *Paving block* manual/ tangan yang diproduksi secara manual dengan tangan. *Paving block* jenis ini termasuk jenis beton kelas D (K 50- 100). Sesuai dengan mutunya yang rendah, *paving block* jenis ini memiliki nilai jual rendah. Sedangkan untuk pemakaiannya, *paving block* press manual umumnya digunakan untuk perkerasan lingkungan dengan daya beban rendah.
- b. *Paving block* press mesin vibrasi/ getaran *paving block* jenis ini diproduksi dengan mesin press sistem getar dan umumnya memiliki mutu beton kelas C-B (K150- 250). Dalam pemakaiannya *paving block* press mesin vibrasi ini banyak digunakan sebagai alternatif perkerasan di peralatan garasi rumah.
- c. *Paving block* press mesin hidrolis, *paving block* jenis ini diproduksi dengan cara dipress menggunakan mesin *press* hidrolis dengan kuat tekan diatas 300 kg/cm<sup>2</sup>. *Paving block* press hidrolis dapat dikategorikan sebagai *paving block* dengan mutu beton kelas B-A (K 300-450). Pemakaian *paving block* jenis ini dapat digunakan untuk keperluan non struktural maupun untuk keperluan struktur yang berfungsi untuk menahan beban yang berat.

## 2.4. *Paving Block* Sebagai Lapisan Perkerasan Permeabel.

Pada prinsipnya ada 3 jenis sistem pada penggunaan *paving block* sebagai lapisan perkerasan permeabel, yaitu:

### 2.4.1. Sistem Infiltrasi Total

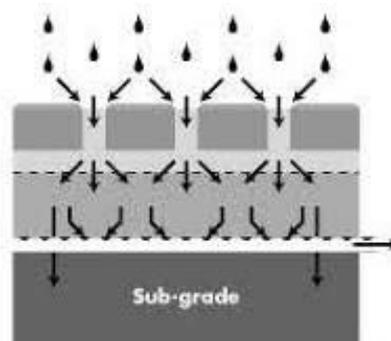
Pada sistem ini, air yang jatuh ke perkerasan akan merembes melalui celah diantara *paving block*, melewati lapisan sub base kemudian masuk ke dalam tanah sub grade seperti pada Gambar 2.3. berikut ini.



Gambar 2.3. Sistem Infiltrasi Total.

### 2.4.2. Sistem Parsial Infiltrasi

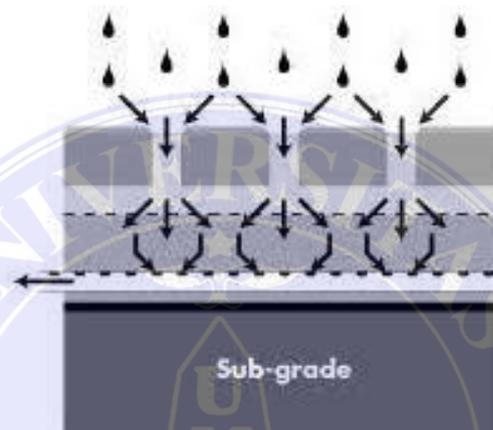
Pada sistem ini, air yang jatuh ke perkerasan akan merembes melalui celah diantara *paving block*, melalui lapisan sub base kemudian sebagian akan mengalir melalui pipa berlubang dan dilepaskan pada saluran drainase, sebagian lagi masuk ke dalam tanah sub grade seperti Gambar 2.4. berikut ini



Gambar 2.4. Sistem Parsial Infiltrasi.

### 2.4.3. Sistem Non Infiltrasi

Pada sistem ini, air yang jatuh ke perkerasan akan merembes melalui celah diantara *paving block*, melewati lapisan sub base kemudian seluruh air akan mengalir melalui pipa berlubang dan dilepaskan pada saluran drainase tanpa ada yang masuk ke dalam tanah sub grade seperti Gambar 2.5. berikut ini.



Gambar 2.5. Sistem Non Infiltrasi.

Pada penggunaan *paving block* sebagai lapisan permeabel, diharapkan air dapat masuk ke dalam tanah. Meskipun demikian hal ini harus memperhatikan beberapa hal sebagai berikut:

- a. Kedalaman antara permukaan perkerasan dengan muka air tanah harus lebih dari 1 meter. Kedalaman yang lebih dibutuhkan untuk menghasilkan tambahan saringan untuk polutan yang melewati tanah.
- b. Lapisan perkerasan permeabel bisa saja berdekatan dengan sungai, hal ini dapat menjadi kelemahan struktur pada daerah sekitar sungai
- c. Pada daerah terlindungi seperti di daerah sumber mata air, penggunaan lapisan perkerasan yang seluruh airnya meresap ke dalam air mungkin tidak cocok karena dapat mempengaruhi kualitas air.

## 2.5. Material Penyusun *Paving Block*

Material penyusun *paving block* yang akan digunakan antara lain: mortar dan *fly ash*.

### 2.5.1. Mortar

Menurut SNI 15-2049-2004 Mortar merupakan suatu campuran yang terdiri dari semen, agregat halus (pasir) dan air. Semen digunakan sebagai bahan ikat utama dalam pembuatan mortar. Manfaat mortar sebagai bahan perekat dapat menutupi atau menghilangkan permukaan bata yang tidak rata untuk menyalurkan beban. Berikut bahan campuran yang digunakan dalam pembuatan mortar:

#### a. Semen *Portland*

Semen *portland* didefinisikan sebagai semen hidrolik yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari kalsium silikat hidrolik, yang umumnya mengandung satu atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama- sama dengan bahan utamanya. Fungsi utama semen adalah mengikat butir- butir agregat hingga membentuk suatu massa padat dan mengisi rongga- rongga udara di antara butir- butir agregat. Semen yang digunakan di Indonesia harus memenuhi syarat SII.0013-81.

*Portland cement* atau lebih dikenal dengan semen berfungsi membantu pengikatan agregat halus dan agregat kasar apabila tercampur dengan air. Selain itu, semen juga mampu mengisi rongga- rongga antara agregat tersebut.

Sifat – sifat semen menurut pemakaian meliputi:

#### 1) Hidrasi Semen

Apabila air ditambahkan kedalam semen portland maka akan terjadi reaksi antara komponen semen dengan air yang dinamakan hidrasi.

## 2). *Setting* (Pengikat) dan *Hardering* (Pengerasan)

Sifat pengikat pada adonan semen dengan air dimaksudkan sebagai gejala terjadinya kekakuan pada adonan. Dalam prakteknya sifat ikat ini ditunjukkan dengan waktu pengikat yaitu waktu mulai dari adonan terjadi sampai mulai terjadinya kekakuan seperti Gambar 2.6. di bawah ini.



Gambar 2.6. Semen *Portland*.

### b. Pasir

Agregat halus atau pasir adalah butiran- butiran keras yang bentuknya terletak antara 0,007- 5 mm (SNI 03-1750-1990). Agregat halus digunakan sebagai bahan pengisi dalam campuran paving block sehingga dapat meningkatkan kekuatan, mengurangi penyusutan dan mengurangi pemakaian bahan pengkitan/ semen. Pasir adalah salah satu dari bahan campuran beton yang diklasifikasikan sebagai agregat halus. Agregat halus adalah agregat yang lolos saringan no.8 dan tertahan pada saringan no.200. Pasir merupakan bahan tambahan yang tidak bekerja aktif dalam proses pengerasan, walaupun demikian kualitas pasir sangat berpengaruh pada beton. Mutu dari agregat halus ini sangat menentukan mutu *paving block* yang dihasilkan. Menurut SNI 03-1750-1990

untuk menghasilkan *paving block* yang baik. Agregat halus harus terdiri dari butir-butir yang tajam dan keras dan gradasinya menerus. Butir-butir agregat halus harus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh- pengaruh cuaca, seperti terik matahari atau hujan. Susunan besar butir mempunyai modulus kehalusan antara 1,50- 3,80. Kadar lumpur/ bagian butir yang lebih kecil dari 0,07 m maksimal 5%. Kadar zat organik ditentukan dengan larutan natrium hidroksida 3%, jika dibandingkan dengan warna standar atau perbandingan, tidak lebih tua dari pada warna standar (sama). Kekerasan butir, jika dibandingkan dengan kekerasan butir pasir perbandingan yang berasal dari pasir kwarsa bangsa[4].

Jenis- Jenis Pasir dan Karakteristik Sifatnya antara lain:

#### 1). Pasir Sungai

Jenis pasir ini berasal dari sungai dan biasanya merupakan hasil dari batuan sungai yang keras serta tajam. Pasir sungai memiliki butiran yang tidak terlalu besaur maupun kecil. Ukuran butiran agregat diantara 0,063 mm hingga 5 mm. Pasir ini biasanya digunakan untuk campuran pengecoran dan juga fondasi rumah seperti Gambar 2.7. di bawah ini.



Gambar 2.7. Pasir Sungai.

## 2). Pasi Beton

Karakteristik dan sifat pasir yakni warnanya yang abu-abu gelap hingga kehitaman. Jenis pasir ini memiliki tingkat kehalusan yang tinggi, ketika dipegang, akan terasa begitu halus. Untuk itu pasir beton memang menjadi salah satu agregat penting untuk merekatkan batu bata dan juga batu dan pondasi seperti Gambar 2.8. di bawah ini.



Gambar 2.8. Pasir Beton.

## 3). Pasir Pasang

Bila memegang jenis pasir ini maka terasa jauh lebih halus dari pasir beton. Ukuran agregat yang lebih kecil dan halus, pasir ini memiliki elemen yang lebih padat. Fungsi pasir ini membuat campuran pondasi lebih kuat seperti Gambar 2.9. di bawah ini[5].



Gambar 2.9. Pasir Pasang

### c. Air

Fungsi air pada campuran paving block adalah untuk membantu reaksi kimia yang menyebabkan berlangsungnya proses pengikatan. Persyaratan air sesuai Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1972 adalah sebagai berikut:

- 1). Tidak mengandung lumpur atau benda melayang lainnya lebih dari 2 gram/liter
- 2). Tidak mengandung garam- garam yang dapat merusak beton (asam, zat organik, dan sebagainya) lebih dari 15 gram/liter.
- 3). Tidak mengandung klorida (Cl) lebih dari 1,5 gram/liter.
- 4). Tidak mengandung senyawa- senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter.

Pemakaian air pada pembuatan campuran harus sesuai karena pemakaian air yang terlalu berlebihan akan menyebabkan banyaknya gelembung air setelah proses hidrasi selesai dan menyebabkan banyak rongga setelah airnya mengering. Sedangkan terlalu sedikit air akan menyebabkan proses hidrasi tidak tercapai seluruhnya, sehingga dapat mempengaruhi kekuatan *paving block* yang dihasilkan.

#### 2.5.2. Fly Ash

Saat ini penggunaan batu bara di kalangan industri semakin meningkat volumenya, karena harga yang relatif murah dibandingkan harga bakar minyak untuk industri. Penggunaan batu bara sebagai sumber energi pengganti BBM, di satu sisi sangat menguntungkan, namun di sisi lain dapat menimbulkan masalah. Masalah utama dari penggunaan batu bara adalah abu batu bara yang merupakan hasil sampingan pembakaran batubara. Sejumlah penggunaan batubara akan menghasilkan abu batubara sekitar 2-10%. Pada saat ini, pengelolaan limbah batu

bara hanya terbatas pada penimbunan di area pabrik (*ash disposal*).

Abu batubara merupakan bagian dari sisa pembakaran batubara yang berbentuk partikel halus amorf. Abu tersebut merupakan bahan anorganik yang terbentuk dari perubahan bahan mineral (*mineral matter*) karena proses pembakaran. Proses pembakaran batubara pada unit pembangkit uap (*boiler*) akan membentuk dua jenis abu, yaitu abu terbang (*fly ash*) dan abu dasar (*bottom ash*). Komposisi abu batu bara terdiri dari 10-20% abu dasar dan 80-90% berupa abu terbang. Abu terbang ditangkap dengan *electric precipitator* sebelum dibuang ke udara melalui cerobong.

#### a. Sifat fisik

Menurut ACI Committee 226, dijelaskan bahwa abu terbang (*fly ash*) mempunyai butiran yang halus, yaitu lolos ayakan No. 325 (45 mili micron) 5-27%. *Fly ash* umumnya berbentuk bola padat atau berongga. Abu terbang memiliki densitas 2,23 gr/cm<sup>3</sup>, dengan kadar air sekitar 4%. *Fly ash* memiliki *specific gravity* antara 2,15-2,6 dan berwarna abu-abu kehitaman. Ukuran partikel abu terbang hasil pembakaran batubara bituminous lebih kecil dari 0,075 mm. *Fly ash* memiliki luas area spesifiknya 170- 1000 m<sup>2</sup>/kg. Ukuran partikel rata-rata abu terbang batu bara jenis sub bituminous 0,01 mm- 0,015 mm, luas permukaannya 1-2 m<sup>2</sup>/g, bentuk partikel *mostly spherical*, yaitu sebagian besar berbentuk bola, sehingga menghasilkan kelecakan yang lebih baik.

#### b. Sifat Kimiawi

Sifat kimia dari *fly ash* dipengaruhi oleh jenis batubara yang dibakar, teknik penyimpanan, dan penanganannya. Pembakaran batubara *lognit* dan sub-bituminous menghasilkan abu terbang dengan kalsium dan magnesium oksida

lebih banyak dari pada jenis bituminous. Komponen utama *fly ash* batubara adalah silica ( $SiO_2$ ), alumina ( $Al_2O_3$ ), besi oksida ( $Fe_2O_3$ ), kalsium (CaO); dan magnesium, potassium, sodium, titanium dan belerang dalam jumlah yang sedikit seperti Gambar 2.10 dibawah ini[6].



Gambar 2.10. *Fly Ash*.

## 2.6. Analisis Kuat Tekan

Dalam Pembuatan *paving block*, perlu dilakukan pengujian agar dihasilkan *paving block* yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan lapis perkerasan. Kuat tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Kuat tekan mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi kekuatan struktur yang dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan.

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kekuatan tekan, dari benda uji *paving block*. Pengujian kuat tekan *paving block* menggunakan alat *compression test* [7].

Adapun perhitungan kuat tekan dari benda uji dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

$$\sigma = \frac{F}{A} \dots\dots\dots(2.1)$$

dimana:  $\sigma$  = Kuat tekan benda uji (MPa)

F = Beban maksimum (N)

A = Luas Penampang benda uji ( $mm^2$ )

## 2.7. Serapan Air *Paving Block*

Pengujian Serapan air adalah persentase dari perbandingan antara massa basah dan massa kering. Pengujian serapan air dapat dihitung dengan persamaan:[6]

$$\omega = \frac{m_b - m_k}{m_k} \times 100\% \dots\dots\dots(2.2)$$

dimana :  $\omega$  = Kadar air (gr)

$m_b$  = massa basah benda uji (gr)

$m_k$  = massa kering benda uji (gr)

## BAB 3

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

##### 3.1.1. Tempat penelitian

Tempat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Univeritas Negeri Medan.

##### 3.1.2. Waktu penelitian

Waktu yang dibutuhkan dalam penelitian kurang lebih 12 bulan dan dapat dilihat pada Tabel 3.1 sebagai berikut.

Tabel 3.1. Jadwal Penelitian.

No.	Kegiatan	2021					2022						
		Mei	Jun	Sep	Okt	Nov	Des	Jan	Feb	Mar	Apr	Jun	
1.	Pengajuan Judul Skripsi	■											
2.	Studi Literatur	■	■										
3.	Seminar Proposal			■	■								
4.	Persiapan Alat dan Bahan			■	■	■	■	■	■				
5.	Pembuatan Spesimen					■	■	■	■	■			
6.	Pengujian Spesimen									■			
7.	Analisis Data										■		
8.	Seminar Hasil											■	
9.	Sidang Meja Hijau												■

#### 3.2. Alat dan Bahan Penelitian

##### 3.2.1. Alat Penelitian

Alat yang digunakan untuk membuat spesimen *paving block* dapat ditampilkan pada Gambar dibawah ini adalah :

### a. Mesin Uji Kuat Tekan

Mesin uji kuat tekan digunakan untuk menguji kekuatan tekan suatu spesimen benda uji dengan kekuatan maksimal 2.000 kN. Gambar 3.1. dapat dilihat di bawah ini



Gambar 3.1. Mesin Uji Kuat Tekan.

### b. Timbangan

Timbangan merupakan alat yang digunakan dalam melakukan pengukuran suatu massa benda dalam hal ini digunakan untuk pengukuran massa spesimen benda uji dan dapat dilihat pada Gambar 3.2. berikut ini.



Gambar 3.2. Timbangan.

c. Cetakan spesimen benda uji

Cetakan spesimen benda uji yang tersedia di laboratorium Universitas Negeri Medan dengan ukuran cetakan 150 mm x 150 mm x 150 mm seperti pada Gambar 3.3. berikut ini.



Gambar 3.3. Cetakan Spesimen Benda Uji.

3.2.2. Bahan Penelitian

Pada proses pembentukan spesimen benda uji, bahan yang digunakan yaitu:

a. Semen Merah Putih

Semen merah putih mengandung material pozzolanic yang memberikan ketahanan bangunan lebih lama, termasuk terhadap lingkungan yang mengandung garam dan sulfat. Memiliki karakteristik butiran yang unik sehingga mempermudah proses pencampuran semen dan menghasilkan permukaan acian yang lebih halus dan tidak mudah retak. Semen merah putih memenuhi persyaratan standar mutu Indonesia SNI 7064:2014 dan dapat dilihat pada Gambar 3.4. berikut ini.

Gambar 3.4. Semen *Portland*.

### b. Pasir Sungai

Pasir adalah suatu bahan material yang digunakan sebagai bahan bangunan untuk merekatkan semen dan pasir yang digunakan adalah pasir sungai yang di jual di panglong seperti pada Gambar 3.5. berikut ini.



Gambar 3.5. Pasir Sungai.

### c. Air

Air merupakan bahan dasar pembuat mortar yang penting. Air diperlukan untuk bereaksi dengan semen serta sebagai bahan pelumas antara butir-butir agregat agar dapat mudah dikerjakan dan dipadatkan, air yang digunakan pada penelitian ini menggunakan air pam yang tersedia di laboratorium dan dapat dilihat seperti Gambar 3.6. berikut ini.



Gambar 3.6. Air.

#### d. Fly ash

*Fly ash* mengandung CaO di atas 10% yang dihasilkan dari pembakaran batu- bara, silika dioksida, Aluminium, besi dan kalsium. Material ini mempunyai sifat pozzolanik dan tipe *fly ash* yang di akan digunakan adalah *fly ash* tipe C[8]. seperti pada Gambar 3.7. berikut ini.



Gambar 3.7. Fly Ash.

### 3.3. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode pengujian yang dilakukan dengan melakukan pengujian terhadap spesimen yang telah dibuat sebelum dilakukan analisis data.

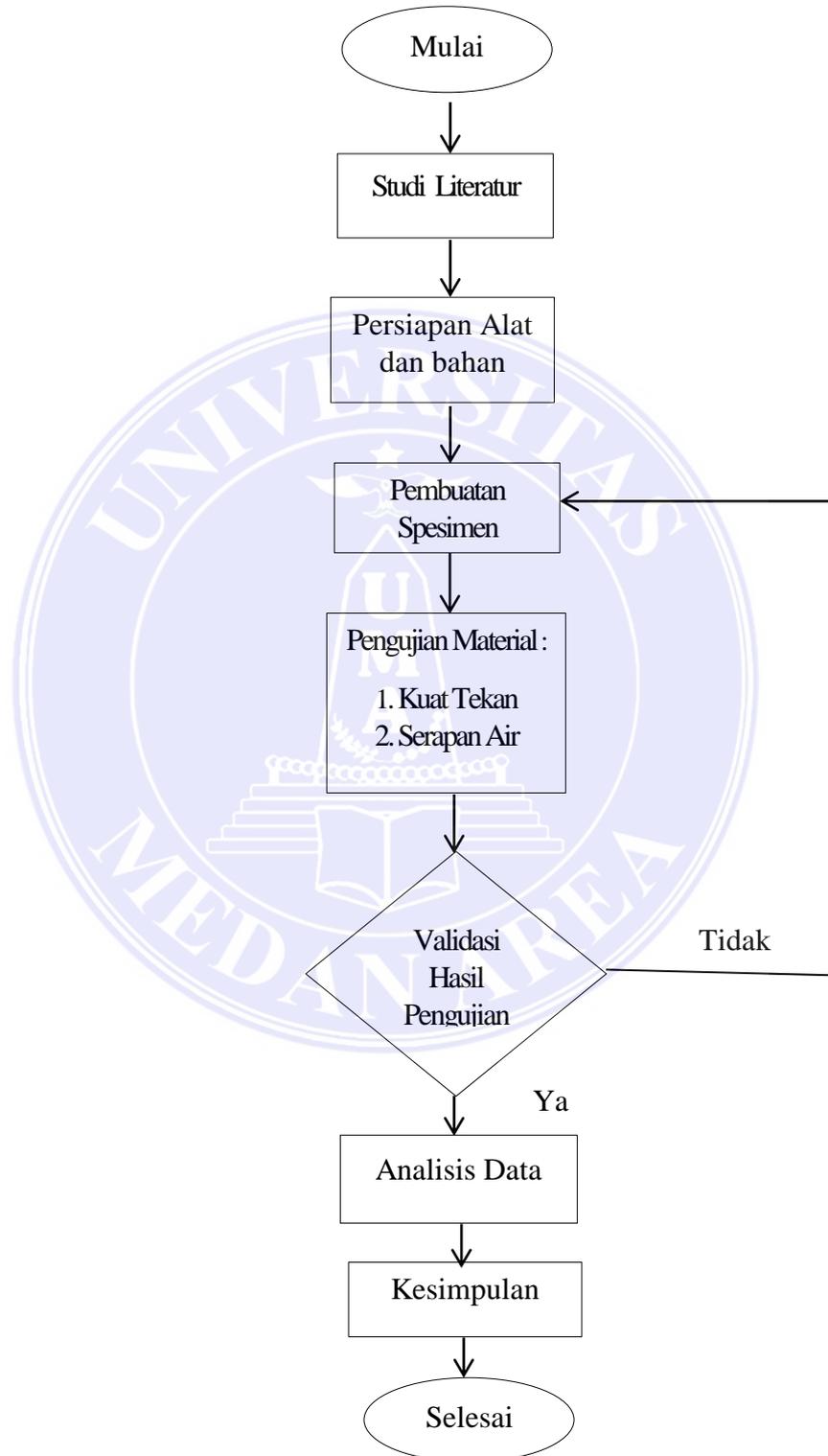
#### 3.3.1. Pemilihan dan Pembuatan Spesimen Benda Uji.

- a. Hal pertama yang dilakukan adalah mempersiapkan alat dan bahan yang digunakan dalam pembuatan spesimen benda uji.

- b. Untuk tiap variasi 1: 1 yaitu 10 % fly ash dan 90% mortar, 30% fly ash 70% mortar, 50% fly ash 50% mortar. Untuk variasi 1: 2 yaitu 10 % fly ash dan 90% mortar, 30% fly ash 70% mortar, 50% fly ash 50% mortar . Bahan- bahan kemudian ditimbang dan dicampur menggunakan air sedikit demi sedikit hingga menyatu dalam satu wadah.
  - c. Setelah bahan tercampur kemudian dimasukkan ke cetakan spesimen. Butuh 2 hari untuk spesimen mengeras untuk bisa dibuka.
  - d. kemudian dilakukan penjemuran di bak berisi air selama 7 hari.
  - e. Setelah 7 hari perendaman, spesimen diangkat dan di keringkan di suhu ruangan, kemudian spesimen ditimbang setiap hari nya sampai berat dari spesimen stabil.
- 3.3.2. Pengujian Spesimen Benda Uji.
- a. Pengujian spesimen benda uji di lakukan di laboratorium bahan dan rekayasa beton di Universitas Sumatera Utara, pengujian dilaksanakan sesuai SNI 03-1974- 1990.
  - b. Menghidupkan mesin uji kuat tekan dan mempersiapkan Spesimen benda uji di alatnya.
  - c. Setelah dilakukan Pengujian kuat tekan kemudian dicatat hasil nya.
  - d. Kemudian dilakukan analisis data.
  - e. Diambil kesimpulan dari hasil pengujian spesimen benda uji yang telah dilakukan.
- 3.3.3. Merekomendasikan komposisi pembuatan paving block berdasarkan hasil analisis data.

### 3.4. Diagram Alur Penelitian

Proses jalannya penelitian ini dapat dilihat pada Gambar diagram 3.1 berikut:



Gambar 3.1. Diagram Alur Penelitian.

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

- a. Telah berhasil dilakukan pembuatan spesimen dengan variasi dan komposisi *fly ash* yang telah ditentukan sebelumnya.
- b. Pengujian dilakukan setelah massa spesimen mencapai massa yang stabil membutuhkan waktu 28 hari.
- c. Spesimen dengan variasi 1F10s memiliki kuat tekan rata-rata sebesar 34,8 MPa dan serapan air 3,39%, variasi 1F30s kuat tekan rata-ratanya 32,05 MPa dan serapan air 3,21%, dan variasi 1F50s dengan kuat tekan rata-rata 26,5 MPa dan serapan air 26,5%. Sedangkan untuk Variasi 2F10s memiliki kuat tekan rata-rata sebesar 28,3 MPa dan serapan air 2,88%, variasi 2F30s kuat tekan rata-ratanya 31,3 MPa dan serapan air 2,54%, dan variasi 2F50s dengan kuat tekan rata-rata 20,83 MPa dan serapan air 3,1%.
- d. Sesuai dengan hasil analisis data maka rekomendasi komposisi pembuatan *paving block* yaitu variasi 1:1 komposisi 10 % *fly ash* dengan nilai rata-rata kuat tekan 34,8MPa dan serapan air 3,39%.

#### 5.2. Saran

Berdasarkan proses pembuatan spesimen, penulis menyarankan pada penelitian selanjutnya yang menggunakan bahan *fly ash* supaya tidak bersentuhan langsung dengan tangan karena dapat menyebabkan tangan panas.