

**ANALISIS KUAT TEKAN PADA *PAVING BLOCK* AKIBAT
VARIASI KOMPOSISI *FLY ASH* DAN SERAT PELEPAH
KELAPA SAWIT**

SKRIPSI

OLEH:

MUHAMMAD GUFRON ARSYAD

178130045



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

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 4/12/23

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)4/12/23

HALAMAN JUDUL

ANALISIS KUAT TEKAN PADA *PAVING BLOCK* AKIBAT VARIASI KOMPOSISI *FLY ASH* DAN SERAT PELEPAH KELAPA SAWIT

SKRIPSI

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

OLEH:

MUHAMMAD GUFRON ARSYAD

178130045

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

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 4/12/23

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)4/12/23

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Analisis Kuat Tekan *Paving block* Akibat Variasi
Komposisi *Fly Ash* dan Serat Pelepah Kelapa
Sawit
Nama Mahasiswa : Muhammad Gufron Arsyad
NIM : 178130045
Fakultas : Teknik

Disetujui Oleh
Komisi Pembimbing



M. Yusuf R. Siahaan, ST., MT.
Pembimbing I

Dr. Eng. Rakhmad A. Siregar, ST., M.Eng.
Pembimbing II



DR. Rahmadsyah S. Kom, M. Kom
Dekan



Muhammad Idris, S.T., M.T
Ka. Prodi/ WD I

Tanggal Lulus: 02 Oktober 2023

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 4/12/23

Access From (repository.uma.ac.id)4/12/23

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian – bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi – sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 02 Oktober 2023



Muhammad Gufron Arsyad
NPM 17130045

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

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

Nama : Muhammad Gufron Arsyad

NPM : 178130045

Program Studi : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Jenis Karya : Tugas Akhir/ Swkripsi/ Tesis

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalt-Free Right*)** atas karya ilmiah yang berjudul: Analisis Kuat Tekan *Paving Block* Akibat Variasi Komposisi *Fly Ash* Dan Serat Pelepah Kelapa Sawit, beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih media /format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*data base*), merawat dan memublikasikan tugas akhir/skripsi/tesis saya tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan

Pada Tanggal: 02 Oktober 2023

Yang Menyatakan


MEJERA
TEMPER
A2AUX332348857
(Muhammad Gufron Arsyad)

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah (1) membuat spesimen uji tekan sesuai standar material *paving block* dengan variasi komposisi *Fly ash* dan serat pelepah kelapa sawit, (2) menguji spesimen uji tekan sesuai standar material *paving block* dengan variasi komposisi *Fly ash* dan serat pelepah kelapa sawit, (3) menganalisis dan mengevaluasi nilai kuat tekan pada material *paving block* dengan penambahan variasi komposisi *Fly ash* dan serat pelepah kelapa sawit. Metode yang digunakan adalah pembuatan bahan dan uji tekan. Alat uji yang digunakan dalam penelitian ini yaitu mesin uji kuat tekan, timbangan digital, cetakan spesimen benda uji. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu semen portland, pasir sungai berkualitas tinggi, air, *fly ash*, serat pelepah kelapa sawit. Hasil dari penelitian ini ialah pengujian spesimen uji tekan pada material paving block dengan variasi komposisi *Fly ash* dan serat pelepah kelapa sawit dilakukan menggunakan 4 Variasi Spesimen Mortar 1:1 1%, 1:2 1%, 1:1 2%, 1:2 2%. dan hasil analisis penelitian memberikan rekomendasi untuk penggunaan spesimen material paving block variasi komposisi *Fly ash* dan serat pelepah kelapa sawit yaitu spesimen 1M2SNFA komposisi *Fly ash* 13% dan serat pelepah kelapa sawit 2% kuat tekan rata-rata 22,94 Pa didapatkan nilai kuat tertinggi tertinggi.

Kata Kunci: *Paving block*, *Fly ash*, Serat pelepah kelapa sawit, Kuat tekan

ABSTRACT

The objectives of this study are (1) to make pressure test specimens according to paving block material standards with variations in the composition of Fly ash and palm frond fiber, (2) to test pressure test specimens according to paving block material standards with variations in the composition of Fly ash and palm frond fiber, (3) to analyze and evaluate the compressive strength value of paving block material with the addition of variations in the composition of Fly ash and palm frond fiber. The methods used are material manufacturing and compressive testing. The test equipment used in this study is a compressive strength testing machine, digital balances, specimen prints of test specimens. The materials used in this study were portland cement, high-quality river sand, water, fly ash, palm frond fiber. The result of this study was the testing of compressive test specimens on paving block material with variations in the composition of Fly ash and palm frond fiber carried out using 4 variations of Mortar Specimens 1: 1, 1: 2 1%, 1: 1 2%, 1: 2 2%. and the results of the research analysis provide recommendations for the use of paving block material specimens, variations in the composition of Fly ash and oil palm frond fiber, namely specimens 1M2SNFA composition of 13% Fly ash and 2% oil palm frond fiber, average compressive strength of 22.94 Pa, obtained the highest highest strong value.

Keywords: *Paving block, Fly ash, Palm frond fiber, Compressive strength*

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahir di Sarimatondang, Kec. Sidaanik, Kel Manik Maraja, Prov. Sumatra Utara pada tanggal 21 September 1998, dari ayah bernama Adi suriadi dan ibu Juliani. Penulis merupakan anak terakhir dari Empat bersaudara.

Tahun 2016 penulis lulus dari SMA Negeri 1 Sidamanik dan pada tahun 2017 terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Medan Area. Pada tahun 2022 penulis melakukan kerja praktek (KP) di CV. Micro Enterprice Manufakturing.



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah Yang Maha Kuasa atas segala karunianya sehingga skripsi ini berhasil diselesaikan. Penulis menyusun Tugas Akhir ini dengan judul “Analisis Kuat Tekan *Paving block* Akibat Variasi Komposisi *Fly ash* Dan Serat Pelepah Kelapa Sawit”.

Terimakasih penulis sampaikan kepada Bapak M.Yusuf Rahmansyah Siahaan, ST., MT dan Bapak Dr. Eng. Rakhmad A Siregar, ST., M.Eng. selaku pembimbing yang telah memberikan banyak saran. Tidak lupa juga penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah turut memberikan kontribusi dalam penyusunan Tugas Akhir ini. Tentunya, tidak akan bisa maksimal jika tidak mendapatkan dukungan dari berbagai pihak. Ungkapan terimakasih juga disampaikan kepada Ayah Adi Suriadi dan Alm. Ibu Jiliani, serta seluruh keluarga atas doa dan perhatiannya.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua yang membacanya. Akhir kata penulis ucapkan terimakasih.

Medan, 02 Oktober 2023

Penulis,



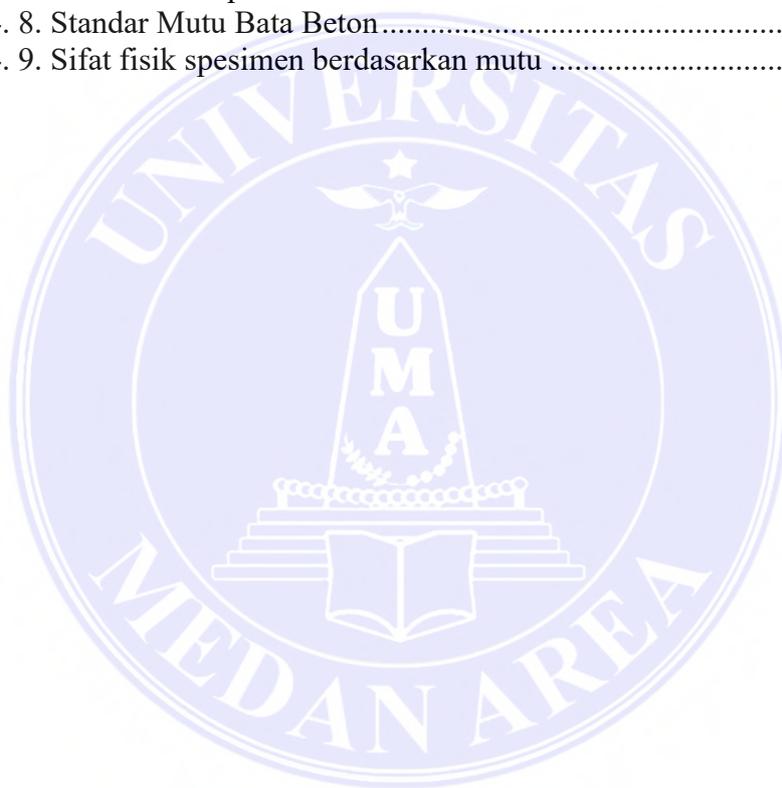
Muhammad Gufron Arsyad
NPM 17130045

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/ SKRIPSI/ TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK	iii
RIWAYAT HIDUP.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR NOTASI.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1.Latar Belakang Masalah	1
1.2.Perumusan Masalah	3
1.3.Tujuan Penelitian	3
1.4.Hipotesis Penelitian	3
1.5.Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. <i>Paving Blok</i>	5
2.2.Kegunaan dan Keuntungan <i>Paving Blok</i>	6
2.3.Klasifikasi <i>Paving Blok</i>	7
2.4.Material Penyusun <i>Paving Blok</i>	10
2.5.Pengujian Spesimen.....	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	19
3.1.Waktu dan Tempat Penelitian.....	19
3.2.Bahan dan Alat	19
3.3.Metode Penelitian	24
3.4.Populasi dan Sampel.....	26
3.5.Prosedur Kerja	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1.Hasil.....	28
4.2.Pembahasan	43
BAB V SIMPULAN DAN SARAN.....	49
5.1.Simpulan.....	49
5.2.Saran	49
DAFTAR PUSTAKA	50

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1. Jadwal Pelaksanaan Penelitian.....	19
Tabel 3. 2. Komposisi Spesimen.....	26
Tabel 3. 3. Populasi Spesimen	26
Tabel 4. 1. Variasi Spesimen.....	31
Tabel 4. 2. Massa Pengeringan Variasi 1	33
Tabel 4. 3. Massa Pengeringan Variasi 2	35
Tabel 4. 4. Massa Pengeringan Variasi 3	37
Tabel 4. 5. Massa Pengeringan Variasi 4.....	39
Tabel 4. 6. Nilai Gaya Uji Tekan	43
Tabel 4. 7. Kuat Tekan Spesimen	44
Tabel 4. 8. Standar Mutu Bata Beton.....	47
Tabel 4. 9. Sifat fisik spesimen berdasarkan mutu	48



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Bentuk Paving Blok.....	7
Gambar 2. 2. Pola Pemasangan Paving Blok	8
Gambar 2. 3. Semen Portland.....	10
Gambar 2. 4. Pasir Sungai	12
Gambar 2. 5. Pasir Galian	12
Gambar 2. 6. Pasir Pantai	13
Gambar 2. 7. Fly Ash	16
Gambar 2. 8. Serat Pelelah Sawit	17
Gambar 3. 1. Semen Portland.....	20
Gambar 3. 2. Pasir	21
Gambar 3. 3. Air.....	21
Gambar 3. 4. Fly Ash	22
Gambar 3. 5. Serat Pelelah Kelapa Sawit.....	22
Gambar 3. 6. Mesin Uji Tekan	23
Gambar 3. 7. Timbangan Spesimen	24
Gambar 3. 8. Cetakan Spesimen Benda Uji	24
Gambar 3. 9. Diagram Alir Penelitian.....	27
Gambar 4. 1. Diagram Alur Pembuatan Spesimen	28
Gambar 4. 2. Penimbangan	30
Gambar 4. 3. Pengadukan campuran bahan	30
Gambar 4. 4. Pencetakan spesimen bahan	31
Gambar 4. 5. Hasil Cetakan.....	32
Gambar 4. 6. Perendaman Spesimen.....	32
Gambar 4. 7. Grafik Massa Pengeringan Variasi 1	34
Gambar 4. 8. Grafik Massa Pengeringan Variasi 2	36
Gambar 4. 9. Grafik Massa Pengeringan Variasi 3	38
Gambar 4. 10. Grafik Massa Pengeringan Variasi 4.....	40
Gambar 4. 11. Penimbangan Spesimen.....	41
Gambar 4. 12. Pengujian kuat tekan	41
Gambar 4. 13. Variasi Spesimen Setelah Pengujian	42
Gambar 4. 14. Grafik kuat tekan 1M1SNFA	45
Gambar 4. 15. Grafik kuat tekan 2M1SNFA	45
Gambar 4. 16. Grafik kuat tekan 1M2SNFA	46
Gambar 4. 17. Grafik kuat tekan 2M2SNFA	46
Gambar 4. 18. Grafik kuat tekan rata- rata (Mpa).....	47

DAFTAR NOTASI

σ	=	Kuat tekan (Pa)
P	=	Beban tekan (N/m ²)
A	=	Luas penampang benda uji (m ²)
M	=	Massa (kg)
g	=	Percepatan Gravitasi (m/s ²)
1M	=	Pemakaian Mortar 1:1 (kg)
2M	=	Pemakaian Mortar 1:2 (kg)
1S	=	Pemakaian Serat 1% (kg)
2S	=	Pemakaian Serat 2% (kg)
FA	=	<i>Fly Ash</i> (kg)



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Paving block geopolimer adalah salah satu dari pengembangan teknologi beton. *Paving block* geopolimer disebut juga bata beton atau concrete block atau cone blok. *Paving block* geopolimer banyak digunakan sebagai trotoar, areal parkir, jalan-jalan perumahan, terminal, container, dan taxi way. *Paving block* mulai diproduksi dalam skala kecil pertengahan 1950 di Jerman Barat, kemudian dikembangkan kebeberapa negara di daerah Eropa. Pada tahun 1976 di Jerman Barat sudah ada sekitar 500-an pabrik yang memproduksi *paving block* dalam berbagai bentuk. *Paving block* memiliki beberapa keunggulan antara lain, pengerjaan dan perbaikannya mudah dan cepat, pengerjaan dan perbaikan murah, bisa diatur sedemikian rupa sehingga bisa membentuk motif sesuai dengan yang kita inginkan sehingga membuat taman dikota lebih indah dan ramah lingkungan.

Penggunaan bahan tambah pada campuran *paving block* selain dapat meningkatkan mutu juga akan dapat menggantikan penggunaan material penyusun utamanya yaitu semen. Pulau Sumatera khususnya Provinsi Riau memiliki perkebunan kelapa sawit yang luas peringkat pertama di Indonesia. Luas perkebunan kelapa sawit di Provinsi Riau berdasarkan data BPS tahun 2014 adalah 2.399.172 hektar. Setiap hektar lahan perkebunan dapat ditanami 148 pohon. Kelapa sawit yang sudah cukup umur akan menghasilkan limbah sekurang-kurangnya 2 pelepah setiap pohon dalam sekali panen.

Potensi limbah pelepah kelapa sawit setiap hektar $\pm 3,108$ ton/bulan dalam setahun setiap hektar menghasilkan limbah pelepah kelapa sawit 37,296 ton. Dengan luasan perkebunan yang ada dapat diperhitungkan limbah pelepah kelapa sawit yang dihasilkan terus- menerus. Pelepah kelapa sawit memiliki serat yang belum dimanfaatkan. Beberapa serat organik yang berasal dari tumbuhan lain sudah banyak dimanfaatkan sebagai bahan baku produk yang diperlukan. Pada tahun 2010 produksi batubara di Indonesia sebanyak 153 juta ton sehingga mengakibatkan limbah batubara sangat melimpah oleh karena itu dapat digunakan sebagai sumber energi baru yang berupa *Fly ash*. Salah satu usaha memanfaatkan limbah ini adalah memanfaatkannya sebagai bahan baku pembuatan *paving block* goepolimer. Adanya kemiripan sifat-sifat *Fly ash* dengan semen menjadikan *Fly ash* sebagai material pengganti untuk mengurangi jumlah semen sebagai material penyusun beton mutu tinggi. Penggunaan *Fly ash* sebagai material pembentuk beton memberikan dampak positif jika ditinjau dari segi lingkungan.

Fly ash merupakan sisa pembakaran batu bara yang sangat halus. Kehalusan butiran *Fly ash* ini berpotensi terhadap pencemaran udara. Selain itu, penanganan *Fly ash* pada saat ini masih terbatas pada penimbunan di lahan kosong. Pemakaian serat pelepah kelapa sawit sebagai bahan tambah dalam pembuatan *paving block* dilakukan dan selanjutnya melalui serangkaian uji untuk mengetahui kelayakan pemakaian serat pelepah kelapa sawit dalam pembuatan *paving block*. Penelitian dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui dampak penambahan komposisi *Fly ash* dan serat pelepah kelapa sawit terhadap nilai kuat tekan *paving block*.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, perumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana kuat tekan *paving block* dengan campuran abu *Fly ash* dan serat pelepah kelapa sawit?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membuat spesimen uji tekan sesuai standar material *paving block* dengan variasi komposisi *Fly ash* dan serat pelepah kelapa sawit.
2. Menguji spesimen uji tekan sesuai standar material *paving block* dengan variasi komposisi *Fly ash* dan serat pelepah kelapa sawit.
3. Menganalisis dan mengevaluasi nilai kuat tekan pada material *paving block* dengan penambahan variasi komposisi *Fly ash* dan serat pelepah kelapa sawit.

1.4. Hipotesis Penelitian

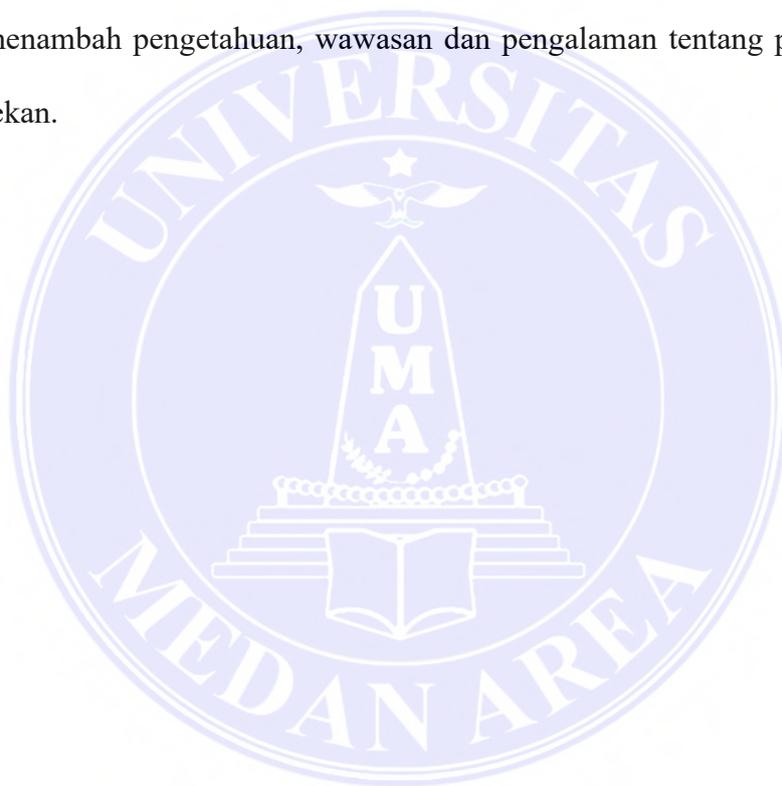
Sebelum melakukan penelitian, dasar atau landasan dalam proses penelitian ini didapat dari buku dan jurnal yang terkait. Maka dari itu, hipotesis penelitian ini adalah:

1. Adanya pengaruh kuat tekan pada spesimen material yang diberi campuran serat pelepah kelapa sawit.
2. Adanya pengaruh memperlambat keretakan akibat tambahan bahan pengisi *fly ash*.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang di harapkan dalam peneliti ini adalah:

1. Meningkatkan nilai guna *fly ash* yang dulunya adalah lah sisa hasil pembakaran batu bara.
2. Untuk mengurangi dan mengoptimalkan limbah *fly ash* dan pelepah kelapa sawit.
3. Penelitian ini di harapkan dapat memberikan berbagai manfaat dan menambah pengetahuan, wawasan dan pengalaman tentang penelitian kuat tekan.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Paving Blok

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. *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 komplek-komplek 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 Blok

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:

1. Dapat diproduksi secara massal dan diaplikasikan pada pembangunan jalan dengan tanpa memerlukan keahlian khusus.
2. *Paving block* lebih mudah diangkut dan langsung bisa digunakan tanpa harus menggunakan pengerasan seperti beton.
3. Tidak menimbulkan kebisingan dan gangguan debu pada saat pengerjaannya.
4. Pada pembebanan yang normal *paving block* dapat digunakan selama masa- masa pelayanan dan *paving block* tidak mudah rusak.
5. *Paving block* menghasilkan sampah konstruksi lebih sedikit dibandingkan penggunaan pelat beton.
6. Perkerasan dengan *paving block* mampu menurunkan hidrokarbon.
7. Perbandingan harganya lebih rendah dibandingkan dengan jenis perkerasan konvensional dengan yang lain.
8. Daya serap air melalui *paving block* menjaga keseimbangan air tanah.

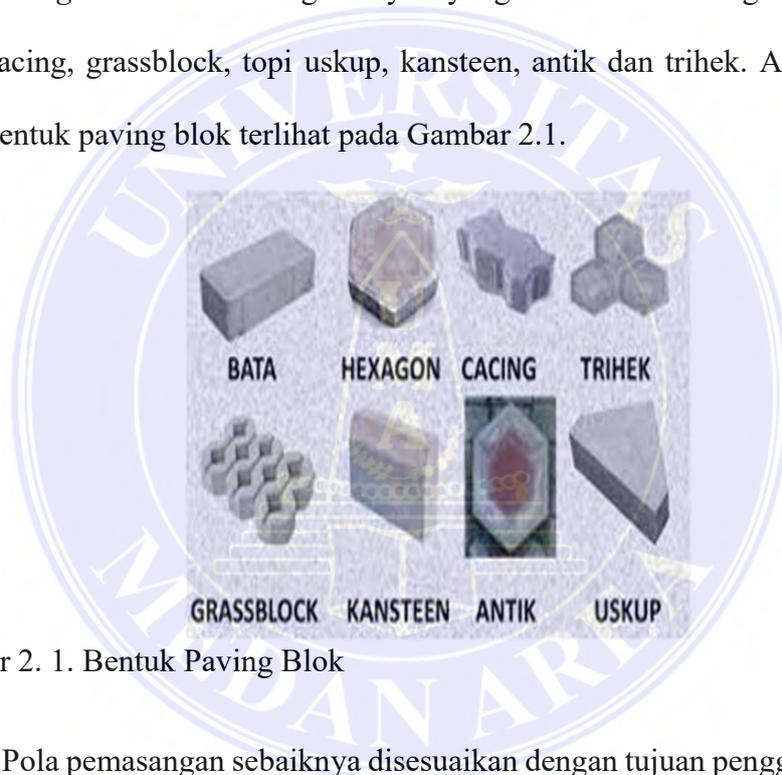
2.3. Klasifikasi Paving Blok

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

2.3.1. Klasifikasi Berdasarkan Bentuk

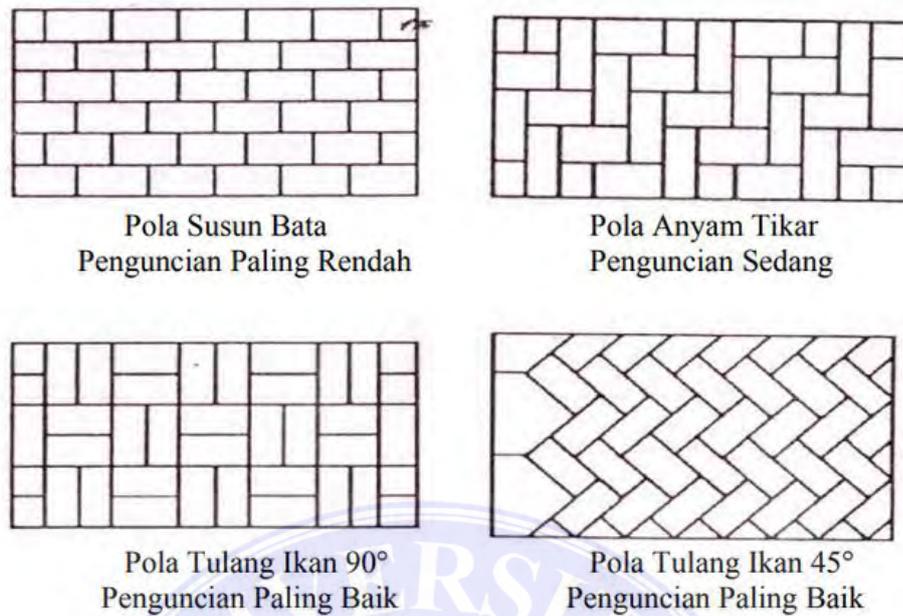
Bentuk *paving block* secara garis besar terbagi atas dua macam yaitu:

1. *Paving block* bentuk segi empat
2. *Paving block* bentuk segi banyak yang terdiri dari hexagon (segi enam), cacing, grassblock, topi uskup, kansteen, antik dan trihek. Adapun bentuk-bentuk paving blok terlihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2. 1. Bentuk Paving Blok

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



Pola Pemasangan Paving Block

Gambar 2. 2. Pola Pemasangan Paving Blok

2.3.2. Klasifikasi Berdasarkan Ketebalan

Ketebalan *paving block* ada tiga macam, yaitu:

1. *Paving block* dengan ketebalan 60 mm.
2. *Paving block* dengan ketebalan 80 mm.
3. *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:

1. *Paving block* dengan mutu beton 37,35 MPa
2. *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 Pembuatan

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

1. *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.
2. *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.
3. *Paving block* press mesin hidrolis, *paving block* jenis ini diproduksi dengan cara dipress menggunakan mesin press hidrolis dengan kuat tekan diatas 300 kg/cm². *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. Material Penyusun Paving Blok

Material penyusun *paving block* yang akan digunakan antara lain: mortar dan *Fly ash*, dan serat pelepah sawit.

2.4.1. 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:

Semen Portland

Semen portland didefinisikan sebagai semen hidrolis yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari kalsium silikat hidrolis, 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 Semen yang digunakan terlihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2. 3. Semen Portland

a. Pasir

Pasir adalah butiran- butiran keras yang bentuknya mendekati bulat, tajam dan sifatnya kekal dengan ukuran butir sebagian besar terletak antar 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. Menurut SNI 03-1750-1990 untuk menghasilkan *paving block* yang baik, agregat halus harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

- 1) 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.
- 2) Susunan besar butir mempunyai modulus kehalusan antara 1,50- 3,80.
- 3) Kadar lumpur/ bagian butir yang lebih kecil dari 0,07 m maksimal 5%.
- 4) Kadar zat organik ditentukan dengan larutan natrium hidroksida 3%, jika dibandingkan dengan warnastandar atau oembanding, tidak lebih tua dari pada warna standar (sama).
- 5) Kekerasan butir, jika dibandingkan dengan kekerasan butir pasir perbandingan yang berasal dari pasir kwarsa bangsa, memberikan angka hasil bagi tidak lebih besar dari 2,20.
- 6) Agregat halus dari laut / pantai, boleh dipakai asalkan dengan petunjuk dari lembaga pemeriksaan bahan bahan yang di akui.

Menurut Tjokrodimulyo, (1992) pasir alam dapat digolongkan menjadi 3 (tiga) macam, yaitu:

a) Pasir Sungai

Pasir ini diperoleh langsung dari dasar sungai, yang pada umumnya berbutir halus dan bulat akibat proses gesekan. Daya lekatan antar butiran agak kurang karena bentuk butiran yang bulat. Pada sungai tertentu yang dekat dengan hutan kadang-kadang banyaknya mengandung humus.



Gambar 2. 4. Pasir Sungai

b) Pasir Galian

Pasir golongan ini diperoleh langsung dari permukaan tanah atau dengan cara menggali terlebih dahulu. Pasir ini biasanya tajam bersudut, berpori dan bebas dari kandungan garam walaupun biasanya harus dibersihkan dari kotoran tanah dengan jalan dicuci terlebih dahulu. Berikut adalah contoh gambar pasir galian pada Gambar 2.5.



Gambar 2. 5. Pasir Galian

c) Pasir Pantai

Pasir pantai adalah pasir yang diambil dari tepian pantai, bentuk butirannya halus dan bulat akibat gesekan dengan sesamanya. Pasir ini merupakan pasir yang jelek karena mengandung banyak garam. Akan tetapi pasir pantai dapat digunakan pada campuran beton dengan perlakuan khusus, yaitu dengan cara di cuci sehingga kandungan garamnya berkurang atau hilang. Berikut contoh gambar pasir pantai terlihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2. 6. Pasir Pantai

b. Air

Fungsi air pada campuran *paving block* adalah untuk memicu proses kimiawi semen sebagai bahan perekat dan melumasi agregat agar muda di kerjakan. 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 pas karena pemakaian air yang terlalu berlebihan akan menyebabkan banyaknya gelembung air setelah proses hidrasi selesai dan tersebut akan akan mengurangi kekuatan *paving block* yang dihasilkan. Sedangkan terlalu sedikit air akan menyebabkan proses hidrasi tidak tercapai seluruhnya, sehingga dapat mempengaruhi kekuatan *paving block* yang dihasilkan.

2.4.2. Fly Ash

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. Pemanfaatan *Fly ash* sebagai bahan penambahan campuran *paving block* memberikan dampak positif jika ditinjau dari segi lingkungan. 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.

1. Sifat fisik

Menurut *ACI Committee 226*, dijelaskan bahwa abu terbang (*Fly ash*) mempunyai butiran 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/cm², 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 m²/kg. Ukuran partikel rata-rata abu terbang batu bara jenis sub bituminous 0,01 mm- 0,015 mm, luas permukaannya 1-2 m²/g, bentuk partikel *mostly spherical*, yaitu sebagian besar berbentuk bola, sehingga menghasilkan kelecakan yang lebih baik

2. Sifat Kimiawi

Sifat kimia dari *Fly ash* dipengaruhi oleh jenis batubara yang dibakar, teknik penyimpanan, dan penanganannya sangat mempengaruhi kualitas 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 silika (SiO₂), alumina (Al₂O₃), besi oksida (Fe₂O₃), kalsium (CaO), dan magnesium, potassium, sodium, titanium dan belerang dalam jumlah yang sedikit. Contoh gambar *Fly ash* terlihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2. 7. *Fly Ash*

2.4.3. Serat pelepah kelapa sawit

Serat perlepah kelapa sawit merupakan limbah yang dihasilkan dari tanaman kelapa sawit mulai dari pra panen hingga proses pemanenan. Limbah pelepah kelapa sawit dihasilkan dari proses pruning kelapa sawit di mana untuk satu pohon kelapa sawit dapat dihasilkan 22 – 26 pelepah setiap tahunnya menambahkan bahwa 1 ha kebun sawit diperkirakan menghasilkan $\pm 10,5$ ton pelepah pertahun. Limbah pelepah kelapa sawit hasil pruning biasanya dibuang begitu saja atau dibiarkan membusuk di bawah pohon kelapa sawit. Pemanfaatan limbah pelepah kelapa sawit mulai dikembangkan misalnya sebagai pakan ternak dan pupuk kompos, namun ditinjau dari komposisi kimianya limbah pelepah kelapa sawit mempunyai potensi yang cukup besar untuk diolah lebih lanjut menjadi produk yang bermanfaat dan lebih bernilai ekonomis, salah satunya dengan memanfaatkan limbah pelepah kelapa sawit sebagai bahan baku industri pulp dan campuran batako atau *paving block* Contoh gambar serat pelepah kelapa sawit terlihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2. 8. Serat Pelepah Sawit

2.5. Pengujian Spesimen

Pengujian spesimen bertujuan untuk mengetahui karakteristik mekanik dari spesimen maka dilakukan pengujian terhadap spesimen. Jenis pengujian yang dilakukan adalah uji tekan.

1. Pengujian tekan

Dalam Pembuatan *paving block*, dibutuhkan sampel pengujian material untuk mendapatkan *paving block* yang baik untuk 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.

Kuat tekan benda percobaan dapat dihitung dengan cara hasil bagi antara benda tekan maksimum dan luas permukaan benda uji. Berdasarkan dari Departemen Pekerjaan Umum, SNI-03-0691-1996, besarnya kuat tekan beton dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

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

Keterangan:

σ = Kuat tekan (MPa)

P = Beban tekan (N)

A = Luas penampang benda uji (mm²)



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu pelaksanaan penelitian dikerjakan selama 6 bulan, dan tempat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Laboraturium Rekayasa Beton Universitas Islam Sumatra Utara, Jl. Sm Raja.

Tabel 3. 1. Jadwal Pelaksanaan Penelitian

No	Kegiatan	Bulan 1				Bulan 2				Bulan 3				Bulan 4				Bulan 5				Bulan 6			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Rapat Koordinasi penelitian	█																							
2	Persiapan alat dan bahan		█	█	█																				
3	Pembuatan spesimen			█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█								
5	Pengujian tekan													█	█	█	█								
6	Pengolahan data																	█	█	█	█				
7	Analisis hasil uji																					█	█	█	█
8	Pembuatan laporan																								
9	Seminar hasil																								
10	Sidang akhir																								

3.2. Bahan dan Alat

Bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian ini sesuai dengan spesimen yang akan dikerjakan.

3.2.1. Bahan

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

1. Semen Portland

Semen yang dipergunakan dalam penelitian ini ialah dari jenis semen Portland Komposit SNI 7064 2014. Bentuk semen yang dipergunakan diperlihatkan pada Gambar 3.6. Menurut SNI 17064-2004, Semen Portland Campur adalah Bahan pengikat hidrolisis hasil penggilingan bersama sama terak (clinker) semen portland dan gibs 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 (blastfurnace slag), pozzoland, senyawa silika, batu kapur, dengan kadar total bahan anorganik 6 – 35 % dari massa semen portland composite.



Gambar 3. 1. Semen Portland

2. Pasir Sungai Berkualitas Tinggi

Penambahan pasir pada mortar dapat mengurangi daya rekat dan kekuatan mortar ketika mengering sehingga komposisi campuran semen dan pasir harus tepat. Pasir yang digunakan dalam penelitian ini diperlihatkan pada Gambar 3.5.



Gambar 3. 2. Pasir

3. 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 adalah air bersih seperti terlihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3. 3. Air

4. Fly Ash

Fly ash sendiri tidak memiliki kemampuan mengikat seperti halnya semen. Tetapi dengan kehadiran air, oksida silika yang dikandung oleh abu terbang akan bereaksi secara kimia dengan kalsium hidroksida yang terbentuk dari proses hidrasi

semen dan menghasilkan zat yang memiliki kemampuan mengikat. Adapun gambar *fly ash* terlihat pada Gambar 3.7.



Gambar 3. 4. *Fly Ash*

5. Serat Pelapah Kelapa Sawit

Fungsi Serat pelepah sawit merupakan serat alami yang mempunyai kemampuan tarik dan tekan yang cukup kuat sehingga diharapkan dapat mengurangi retak dini maupun akibat beban, sehingga retak yang terjadi pada *paving block* dapat dicegah. Adapun gambar pelapah kelapa sawit dapat terlihat pada Gambar 3.8.



Gambar 3. 5. Serat Pelepah Kelapa Sawit

3.2.2. Alat

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

1. Mesin Uji Kuat Tekan

Mesin uji kuat tekan digunakan untuk menguji kekuatan tekan suatu spesimen benda uji dengan kekuatan maksimal 1.000 kN. Adapun gambar mesin uji tekan diperlihatkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 6. Mesin Uji Tekan

2. Timbangan

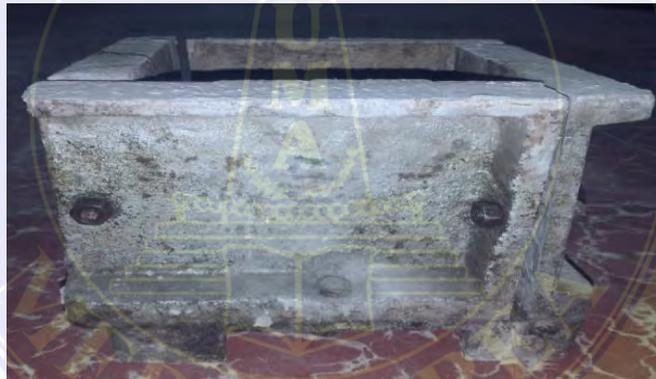
Digunakan untuk menimbang bahan spesimen yang akan di uji agar pebandingnya akurasi sesuai yang di harapkan. Timbangan digital dipergunakan untuk mengukur massa bahan- bahan yang dipergunakan selama penelitian ini berlangsung. Jenis timbangan digital yang digunakan ialah SF-400 dengan kapasitas maksimum 10 kg dan presisi 1 g. Bentuk timbangan digital diperlihatkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3. 7. Timbangan Spesimen

3. Cetakan Spesimen Benda Uji

Cetakan ini berfungsi untuk membuat spesimen material yang akan dilakukan pengujian. Cetakan jenis ini berbentuk kubus dengan ukuran 150mm x 150mm x 150mm. Adapun cetakan dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3. 8. Cetakan Spesimen Benda Uji

3.3. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian yaitu dengan jenis eksperimental atau metode kualitatif yang bertujuan untuk menganalisis dan mengamati hasil pengujian tekan dari spesimen mortar dengan penambahan variasi komposisi *Fly ash* dan serat pelapah sawit dengan standart spesimen pengujian yang ada. Metode ekperimental dipilih dengan tujuan untuk menguji hasil dari hipotesis yang benar berupa judul dari tugas akhhir, sumber-sumber buku dan literatue ataupun jurnal

pendukung lainnya yang saling terikat dan berkaitan yang digunakan untuk menambah informasi yang diperlukan.

Alur penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini antara lain :

1. Pertama dilakukan studi literature mengenai *paving block* dan *fly ash* untuk menentukan alat dan bahan yang akan digunakan.
2. Alat yang digunakan untuk membuat spesimen benda uji adalah mesin cetak *paving block*, dan cetakan specimen dan bahan yang digunakan adalah semen portland, pasir sungai, air dan *fly ash*, dan serat pelapah sawit.
3. Selanjutnya membuat mortar dengan tambahan *Fly ash*, serat pelepah sawit dengan variasi semen: pasir yaitu: 1:1 dan 1:2 dan juga material *Fly ash* dengan variasi 13%, dan 14%. Dengan tambahan serat pelepah kelapa sawit 1%, dan 2%.
4. Setelah specimen benda uji di buat dan di cetak kemudian ditunggu ± 7 hari untuk pengeringan spesimen.
5. Pengujian Spesimen Benda Uji.
 - a. Kuat tekan spesimen diuji menggunakan mesin uji kuat tekan dan untuk serapan air menggunakan timbangan.
 - b. Kemudian dilakukan analisis data.
 - c. Untuk mendapatkan nilai kuat tekan yaitu dengan mengetahui beban maksimal yang dapat diterima spesimen tiap variasinya menggunakan mesin kuat tekan, kemudian dibagi dengan luang penampang benda uji.
6. Membuat *paving block* berdasarkan hasil rekomendasi pengujian

Berdasarkan alur penelitian diatas, komposisi pembuatan spesimen dapat dilihat pada tabel 3.2.

Tabel 3. 2. Komposisi Spesimen

No	Variasi	Sampel ID	Mortar 85% (kg)			Pengisi 15% (kg)	
			Semen	Pasir	Air	<i>Fly ash</i>	Serat PKS
1	Variasi 1	1M1SNFA	9,004	9,004	4,502	2,643	0,013
2	Variasi 2	2M1SNFA	7,86	15,32	3,83	3.830	0,013
3	Variasi 3	1M2SNFA	9,004	9,004	4,502	2.456	0,029
4	Variasi 4	2M2SNFA	7,86	15,32	3,83	3,83	0,029

3.4. Populasi dan Sampel

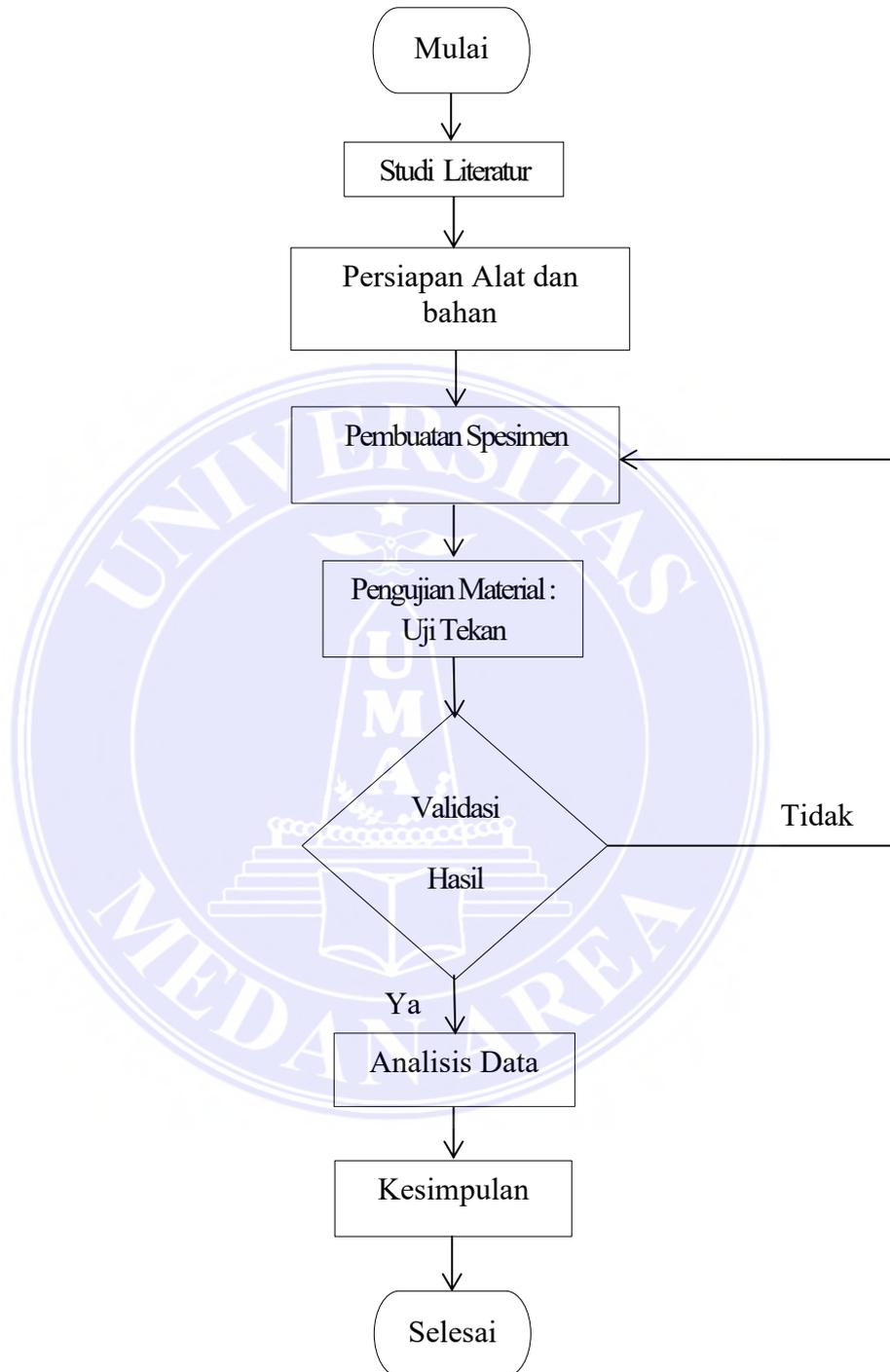
Dalam penelitian populasi yang digunakan adalah jenis spesimen berbentuk kubus sebanyak 12 spesimen dengan variasi semen: pasir yaitu: 1:1 dan 1:2 dan juga material *Fly ash* dengan variasi 13%, dan 14%. Dengan tambahan serat pelepah kelapa sawit 1%, dan 2%. Adapun populasi spesimen dapat terlihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3. 3. Populasi Spesimen

No	Jenis Populasi	Populasi
1	Spesimen 1M1SNFA	3
2	Spesimen 1M2SNFA	3
3	Spesimen 2M1SNFA	3
4	Spesimen 2M2SNFA	3
Jumlah		12

3.5. Prosedur Kerja

Prosedur kerja penelitian ini dapat dilihat pada diagram 3.9. berikut:



Gambar 3. 9. Diagram Alir Penelitian

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan

Berlandaskan hasil pengujian dan analisis yang telah peneliti lakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pembuatan spesimen uji kuat tekan sesuai standar SNI-03-0691-1996 telah berhasil dilakukan tanpa adanya cacat material
2. Pengujian spesimen uji tekan pada material *paving block* dengan variasi komposisi *Fly ash* dan serat pelepah kelapa sawit dilakukan menggunakan 4 Variasi Spesimen Mortar 1:1 1%, 1:2 1%, 1:1 2%, 1:2 2% . Pembuatan dan pengujian spesimen dilakukan di Laboratorium Beton Universitas Islam Sumatera Utara.
3. Berdasarkan hasil analisis tersebut peneliti memberikan rekomendasi untuk penggunaan spesimen material *paving block* variasi komposisi *Fly ash* dan serat pelepah kelapa sawit yaitu spesimen 1M2SNFA komposisi *Fly ash* 13% dan serat pelepah kelapa sawit 2% kuat tekan rata-rata 22,94 Pa didapatkan nilai kuat tertinggi tertinggi.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil dari penelitian ini, penulis berharap agar penelitian ini dapat dikembangkan lebih baik lagi, bahan sisa limbah pembakaran batu bara yaitu *Fly ash* dan pelepah kelapa sawit dapat dijadikan material penambah pengisi mortar yang lebih berguna kedepannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Anni Susilowati, dkk, 2016, Bata Beton (*Paving block*) Geopolimer Dengan Variasi Konsentrasi Serat Sabut Kelapa, Politeknologi, Vol 15.
- Zainuri G Yanti, dkk, 2017, Analisis Kuat Tekan Batako Dengan Penambahan Serat Pelepeh Kelapa Sawit, Seminar Nasional Strategi Pengembangan Infrastruktur, Edisi ke 3, Doi 10.21063, hal 95-99.
- Krisna, dkk, 2016, Pengaruh Variasi Tekanan Pada Saat Pencetakan *Paving block* Dengan Penambahan 5% Berat *Fly ash* Terhadap Uji Kuat Tekan, Jurnal Teknik Mesin Institut Teknologi Padang, vol 6, hal 103-1108.
- Rachmat Mudiyo, dkk, 2019, Analisis Pengaruh Bentuk *Paving block* Terhadap Kelendutan Perkerasan Jalan, *Reviews in Civil Engineering*, Vol 03, hal 12-17.
- Fardzanela Suwanto, dkk, 2020, Peningkatan Kuat Tekan *Paving block* Dengan Alat Cetak Mekanis, *Jurnal Pengabdian Vokasi*, Vol 01, Hal 172-175.
- Mira Setiawati, 2018, *Fly ash* Sebagai Bahan Penganti Semen Pada Beton, Seminar Nasional Sains dan Teknologi, Hal 1-6.
- Kiagus Aldi Multazzam, Priyanto Salean, 2015, Studi Mengenai Perancangan Komposisi Bahan dalam Campuran Mortar untuk Pembuatan Bata Beton (*Paving block*), *Reka Rencana*, Vol 1, Doi.org/10.26760, Hal 86-97.
- Onisimus S, 2018, Pengujian Tekan Dan Tarik Belah Beton Dengan Agregat Dari Kepulauan Aru, *Jurnal Sipil Statik*, Vol 6, Hal 715-722.
- Mhd Daud Pinem, 2010, *Mekanika Kekuatan Material*.
- S. Timoshenko, 1958, *Dasar Dasar Perhitungan Bahan*.
- V. Wiratna Sujarweni, 2021 *Metodologi Penelitian*.
- Adibroto, F. (2014). Pengaruh Penambahan Berbagai Jenis serat pada kuat tekan *paving block*. Vol 10 NO.1, 1-1
- Aris Suprianto.(2017), Analisis Kuat Tekan dan serapan air *paving block* segi enam dengan pemakaian abu sekam padi sebagai pengganti pasir, *Jurnal Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta* 1-14.
- Dumayati, A, & Manalu, D. F.(2015). Analisis Penggunaan Pasir Pantai Sampur Sebagai Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton. *Jurnal Fropil*. vol 3 Nomor 1,1-13.
- Setyanto. dkk, (2016). Uji Kuat Tekan *Paving block* menggunakan campuran tanah dan kapur dengan alat pemadat modifikasi, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung.