

PEMANFAATAN ABU AMPAS TEBU DALAM PEMBUATAN *PAVING BLOCK*

SKRIPSI

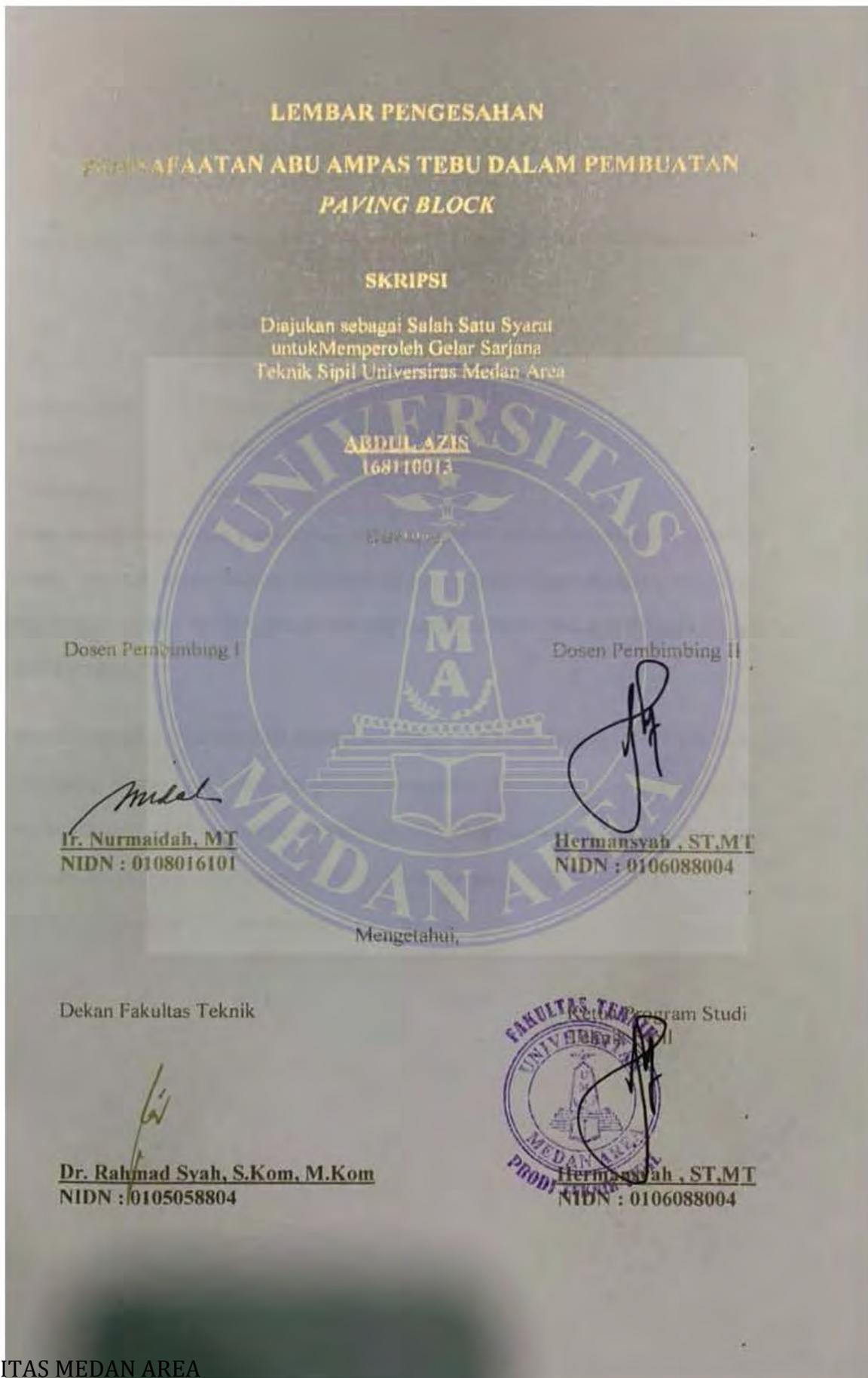
Diajukan sebagai Salah Satu Syarat
untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Teknik Sipil Universitas Medan Area

Disusun oleh:

**ABDUL AZIS
168110013**



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



RIWAYAT HIDUP

1. Informasi Pribadi

Nama : Abdul Azis
Npm : 168110013
Tempat, Tgl Lahir : Suka Maju, 20 Mei 1997
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Agama : Islam
Negara : Indonesia
Alamat : Jl. Selamat Kel, Siterejo Iii Lingkungan Xii
Gg Sawah
Program Studi : Teknik Sipil
Np. Hp : 082272311929

2. Data Keluarga

Nama Ayah : Mhd Yakup
Nama Ibu : Jawariyah
Alamat : Jl. Gelombang Raya Desa Suka Maju
Dusun Bahagia

3. Pendidikan

2004-2011 : SD Suka Maju
2011-2014 : SMAN 1 Sultan Daulat
2014-2016 : SMAN 1 Sultan Daulat

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK

Sebagai sivitas akademik untuk universitas medan area, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Abdul Azis

Npm : 168110013

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

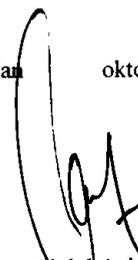
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada universitas medan area hak bebas Royalty Non-Eksklusif (*non-exclusiveroyalty-freeright*) atas karya ilmiah saya berjudul **“PEMANFAATAN ABU AMPAS TEBU DALAM PEMBUATAN PAVING BLOCK”**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan) dengan hak bebas Royalty Non-Eksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagi pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Medan oktober 2022



Abdul Azis
168110013

HALAMAN PERNYTAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini ;

Nama : Abdul Azis

Npm : 168110013

Judul : **Pemanfaatan Abu Ampas Tebu Dalam Pembuatan Paving Block**

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi ini merupakan karya saya sendiri. Apabila terdapat karya orang lain yang saya kutip, maka saya akan mencantumkan sumber secara jelas. Jika di kemudian hari ditemukan ketidak benaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi dengan aturan yang berlaku. Demikian surat pernyataan ini saya buat tanpa ada paksaan dari pihak manapun.

Medan oktober 2022


Abdul Azis
168110013

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat dan karunianya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi serta penulis mengucapkan syukur telah diberikan pengetahuan, kesehatan, pengalaman, dan kesempatan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Semoga proposal skripsi ini dapat memberikan wawasan yang lebih luas dan menjadi sumbangan pemikiran kepada pembaca khususnya para mahasiswa Universitas Medan Area.

Penulisan skripsi ini tidak akan terlaksana dengan baik tanpa adanya bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng., M.Sc, Rektor Universitas Medan Area.
2. Bapak Dr. Rahmad Syah, S.Kom, M.Kom, Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
3. Bapak Hermansyah, S.T, M.T., Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Medan Area, dan sebagai Dosen Pembimbing II Skripsi saya.
4. Ibu Ir. Nurmaidah, M.T., Dosen Pembimbing I Skripsi.
5. Seluruh staff Laboratorium Teknologi Konstruksi Beton Universitas Sumatera Utara dan staff pabrik Sempakata *Paving Block* yang telah membantu saya dalam penelitian skripsi ini.
6. Yang tercinta dan istimewa Kepada Ayah dan Ibu penulis Bapak Muhammad Yakup Lb dan Ibu Jawariyah, sebagaimana telah

memberikandoa yang tiada henti dan kesempatan bagi sipenulis untuk menempuh pendidikan tinggi di Universitas Mean Area.

7. Untuk Abang dan Adik-adik penulis Khairal Abrari Yakup Lb S.Kom, Elsa Abrari Solin S.P, Tukarna Permata Hayati Yakup Lb, Rahmanuddin Tnb, Hartati Yakup Lb, Sitihartina Yakup Lb, dan Saudah Askia Yakup Lb serta semua keluarga yang selalu mendoakan dan mendukung penulis selama menempuh pendidikan di Universitas Medan Area.
8. Untuk keluarga Bapak Arman dan Ibu Prihatiningsih selaku senior dibidang kontruksi sekaligus orang tua Gita Anjani S.Kom terkasih, yang selalu memberikan nasihat selama pelaksanaan penelitian hingga skripsi ini rampung.
9. Untuk rekan selama perkuliahan Abdul Farhan Hakim Nasution, Riski Pratama, Mhd Irmanda, Hidayah Riski, Ahmad Rifandi Lubis dan lainnya yang tidak dapat disebutkan satu persatu namanya.
10. Untuk sahabat dari SMP dan SMA sampai saat ini Kaharudn Lembong, Herukudadiri, Jardi Kombih, Sabirin Barat, Safriadi Sinaga, Masnawati, Marlina Kombih, Fajri Lingga, Hendri, Abdi, Ali Azhar Lembong, Syafii.
11. Untuk sahabat paling khusus Herdi Lembong, sahabat masa kecil hingga saat ini termasuk orang paling mendukung dan selalu ada dalam hal apapun.
12. Seluruh pihak yang membantu dan mendukung penulis dalam menyelesaikan skripsi ini, yang tidak bisa disebutkan satu persatu namanya.

13. Penulis sudah menyajikan skripsi ini dengan baik, namun penulis merasa masih banyak kekurangan, sehingga penulis meminta masukannya demi
14. perbaikan di masa yang akan datang dan mengharapkan kritik dan saran dari parapembaca.

Medan

oktober 2022


Abdul Azis
168110013



ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana pengaruh penggunaan abu ampas tebu terhadap kuat tekan *paving block* sebagai bahan tambahan semen dalam pembuatan *paving block* dan apakah abu ampas tebu tersebut efektif digunakan sebagai bahan tambah material untuk *paving block*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengurangi pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh limbah tanaman tebu dan menjadikan limbah sebagai tambahan teknologi bahan konstruksi serta mengetahui berapa kuat tekan pada *paving block* untuk digunakan sebagai sarana konstruksi yang ada. Bahan campuran *paving block* pada penelitian ini yaitu semen : pasir : air adalah 1 : 2 : 0,30. Abu ampas tebu dicampur dengan variasi 4% sebagai bahan tambahan semen dan sebagai perbandingan dibuat campuran dengan kadar abu ampas tebu 0%. Benda uji *paving block* dikeringkan selama 14 hari dan 28 hari. Hasil penelitian menunjukkan *paving block* tanpa penggunaan abu ampas tebu pada umur 14 hari memiliki kuat tekan 319,942 Kg/cm² dan umur 28 hari sebesar 338,428 Kg/cm², *paving block* dengan penggunaan abu ampas tebu 4% pada umur 14 hari memiliki kuat tekan 277,024 Kg/cm² dan umur 28 hari sebesar 333,888 Kg/cm². Dapat disimpulkan bahwa penggunaan abu ampas tebu 4% pada *paving block* semakin menurun kuat tekan *paving block* tetapi masih memenuhi syarat *paving block* dengan mutu kelas B. Hal ini dikarenakan beberapa faktor yaitu, sifat dan kandungan dalam abu ampas tebu, faktor pemadatan mesin, perbandingan campuran.

Kata Kunci : *Paving Block*, Abu Ampas Tebu, Kuat Tekan

ABSTRACT

This study was conducted to determine how the effect of the use of bagasse ash on the compressive strength of paving blocks as an additional material for cement in the manufacture of paving blocks and whether bagasse ash is effectively used as an additional material for paving blocks. The purpose of this study is to reduce environmental pollution caused by sugarcane waste and make waste as an additional addition to construction material technology and to find out how much compressive strength is on paving blocks to be used as existing construction facilities. The mixture of paving blocks in this study is cement: sand: water is 1: 2:0.30. Bagasse ash was mixed with a variation of 4% as a cement additive and as a comparison made a mixture with 0% bagasse ash content. Paving block specimens were dried for 14 days and 28 days. The results showed that paving blocks without the use of bagasse ash at the age of 14 days had a compressive strength of 319,942 Kg/cm² and at 28 days of 338,428 Kg/cm², paving blocks with the use of 4% bagasse ash at the age of 14 days had a compressive strength of 277.024 Kg/cm² and the age of 28 days is 333,888 Kg/cm². It can be concluded that the use of 4% bagasse ash in paving blocks decreases the compressive strength of paving blocks but still meets the requirements for paving blocks with class B quality. This is due to several factors, namely, the nature and content of bagasse ash, machine compaction factors, mixture ratios.

Keywords : *Paving Block, Sugarcane Bagasse Ash, Compressive Strength*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN

HALAMAN PERNYATAAN

RIWAYAT HIDUP

KATA PENGANTAR.....i

ABSTRAK.....iv

ABSTRACT.....v

DAFTAR ISI.....vi

DAFTAR TABEL.....viii

DAFTAR GAMBAR.....x

DAFTAR NOTASI.....xi

BAB I PENDAHULUAN.....1

1.1 Latar Belakang.....1

1.2 Rumusan Masalah.....3

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian.....3

1.4 Lingkup Penelitian.....4

1.5 Manfaat Penelitian.....4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....5

2.1 Penelitian Terdahulu.....5

2.2 *Paving Block*.....7

2.3 Syarat Mutu *Paving Block*.....8

2.4 Kegunaan dan Keuntungan *Paving Block*.....10

2.5 Material Penyusun *Paving Block*.....11

2.5.1	Semen <i>Portland</i>	12
2.5.2	Agregat Halus (Pasir).....	16
2.5.3	Air.....	18
2.6	Tanaman Tebu.....	19
2.7	Abu Ampas Tebu.....	20
2.8	Klasifikasi Pembuatan <i>Paving Block</i>	22
2.9	Defenisi Uji Tekan (<i>Compression Test</i>).....	23
2.10	Kuat Tekan Beton.....	25
2.10.1	Kuat Tekan Beton Mutu Ringan.....	25
2.10.2	Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi.....	29
BAB III	METODE PENELITIAN.....	33
3.1	Lokasi Penelitian.....	33
3.2	Data Yang Diperlukan.....	33
3.3	Persiapan dan Pengujian Bahan.....	34
3.4	Perhitungan Rencana Campuran (<i>Mix Design</i>) <i>Paving block</i>	35
3.5	Pembuatan dan Perawatan <i>Paving Bloc</i>	40
3.5.1	Persiapan Bahan dan Alat	41
3.5.2	Pembuatan Benda Uji (<i>Paving Block</i>) dan Perawatannya	41
3.5.3	Perawatan <i>Paving Block</i>	42
3.6	Pelaksanaan Pengujian Kuat Tekan <i>Paving Block</i>	43
3.7	Diagram Alir Penelitian.....	43
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	46
4.1	Hasil Pemeriksaan Bahan.....	46
4.1.1	Agregat Halus (Pasir).....	46
4.1.2	Semen.....	52
4.1.3	Air	52
4.1.4	Abu Ampas Tebu.....	53
4.2	Perhitungan Kebutuhan Campuran.....	53

4.3	Kuat Tekan <i>Paving Block</i>	54
4.4	Pembahasan.....	60
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		62
5.1	Kesimpulan.....	62
5.2	Saran.....	62
DAFTAR PUSTAKA.....		64
LAMPIRAN		



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Syarat Mutu <i>Paving Block</i>	9
Tabel 2.2	Kombinasi Pola Pemasangan, Mutu dan Tebal <i>Paving Block</i>	10
Tabel 2.3	Komposisi Unsur Kimia Pada Limbah Tebu Sebelum dan Sesudah di Bakar Ulang Pada Suhu 300°C, 400°C, 500°C	22
Tabel 2.4	Sifat Fisik Abu Ampas Tebu Yang Telah Dibakar Ulang Pada Suhu 300°C, 400°C, 500°C Selama 2 Jam	36
Tabel 3.1	Nilai Sd untuk Berbagai Tingkat Pengendalian Mutu Pekerjaan	38
Tabel 3.2	Perkiraan Kuda Tekan Beton dengan Faktor Air Semen 0,50	38
Tabel 3.3	Persyaratan Faktor Air-Semen Maksimum Untuk Berbagai Pembetonan dan Lingkungan Khusus	49
Tabel 3.4	Gradasi Pasir	40
Tabel 4.1	Hasil Pengujian Analisa Saringan/Modulus Halus Butir (MHB) Agregat Halus	47
Tabel 4.2	Hasil Pengujian Berat Volume Gembur dan Berat Volume Padat Agregat Halus	50
Tabel 4.3	Hasil Pengujian Lolos Saringan No.200 (Uji Kandungan Lumpur) Agregat Halus	52
Tabel 4.4	Komposisi Campuran <i>Paving Block</i>	54
Tabel 4.5	Hasil Uji Kuat Tekan <i>Paving Block</i> Dengan Abu Ampas Tebu 0%	55

Tabel 4.6	Hasil Uji Kuat Tekan <i>Paving Block</i> Dengan Abu Ampas Tebu	55
Tabel 4.7	Hasil Uji Kuat Tekan <i>Paving Block</i> Dengan Abu Ampas Tebu 0%.....	56
Tabel 4.8	Hasil Uji Kuat Tekan <i>Paving Block</i> Dengan Abu Ampas Tebu 4%.....	56
Tabel 4.9	Hasil Perhitungan Kuat Tekan <i>Paving Block</i> Dengan Abu Ampas Tebu 0%.....	57
Tabel 4.10	Hasil Perhitungan Kuat Tekan <i>Paving Block</i> Dengan Abu Ampas Tebu 4%.....	57
Tabel 4.11	Hasil Perhitungan Kuat Tekan <i>Paving Block</i> Dengan Abu Ampas Tebu 4%.....	57
Tabel 4.12	Hasil Perhitungan Kuat Tekan <i>Paving Block</i> Dengan Abu Ampas Tebu 4%.....	58
Tabel 4.13	Penggolongan Mutu <i>Paving Block</i> Tiap Variasi.....	58
Tabel 4.14	Rekapitulasi Hasil Pengujian Kuat Tekan <i>Paving Block</i>	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Paving Block</i> Persegi Panjang.....	8
Gambar 2.2 <i>Paving Block</i> untuk halaman.....	10
Gambar 2.3 Semen Portland	12
Gambar 2.4 Agregat Halus (Pasir).....	16
Gambar 2.5 Air	18
Gambar 2.6 Tanaman Tebu.....	20
Gambar 2.7 Abu Ampas Tebu	21
Gambar 2.8 Alat Uji Kuat Tekan	24
Gambar 3.1 Grafik Untuk Menentukan Air Semen.....	38
Gambar 4.1 Proses Pencucian Benda Uji Pasir.....	41
Gambar 4.2 Proses Pengeringan Benda Uji Pasir	47
Gambar 4.3 Saringan Agregat Halus (Pasir).....	47
Gambar 4.4 <i>Seive Shaker</i> (Mesin Penyaring Digital)	40
Gambar 4.5 Grafik Batas Gradasi Agregat Halus Daerah III.....	49
Gambar 4.6 Pengujian Kuat Tekan <i>Paving Block</i>	55
Gambar 4.7 grafik kuat tekan <i>paving block</i>	59

DAFTAR NOTASI

A	= Luas penampang
b	= Lebar rata-rata benda uji
σ	= Kuat tekan (MPa)
P	= Beban tekan (N)
σ_m	= Kuat tekan rata-rata (MPa)
D	= Ketahanan aus (mm/menit)
G	= Kehilangan berat/lama pengausan (gram/menit)
Dm	= Ketahanan aus rata-rata (mm/menit)
DSA	= Penyerapan air (%)
Wb	= Berat paving block basah (gram)
Wk	= Berat pavingblock kering (gram)
DSAm	= Penyerapan air rata-rata (%)
T	= Kuat tarik belah (Mpa)
P	= Beban maksimal (N)
S	= Luas bidang keruntuhan tarik belah (mm ²)
K	= Faktor koreksi
Tm	= Kuat tarik belah rata-rata (MPa)
Ab	= Jumlah air yang dibutuhkan (liter/ m ³)
Ah	= Jumlah air yang dibutuhkan menurut agregat halusnya
Ak	= Jumlah air yang dibutuhkan menurut agregat kasarnya
F	= beban tarik belah per satuan panjang (N/mm)
fk	= faktor koreksi untuk kuat tekan

FM	= Modulus kehalusan
Fmin	= beban tarik belah minimum per satuan panjang (N/mm)
M	= Nilai tambah (MPa)
PC	= Beban kuat tekan (N)
PS	= Beban kuat tarik belah (N)
qn	= acceptance factor
s	= standar deviasi kuat tarik belah
Sd	= Standar deviasi kuat tekan)
t	= tebal paving
Tmin	= kuat tarik belah minimal (N/ mm ²)
σ_{bk}	= kuat tekan yang disyaratkan (MPa)
σ_{min}	= kuat tekan paving blok minimal (N/)
σ_{rata}	= kuat tekan paving blok rata-rata (N/)
Xn	= Nilai rata-rata tarik belah (MPa)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Limbah industri menjadi salah satu faktor penyebab pencemaran lingkungan. Hal ini dapat di pahami karena pada umumnya limbah tersebut dapat merusak lingkungan. Salah satunya adalah limbah ampas tebu, maka dari itu setiap industri dan pabrik dihimbau agar dapat mengolah limbah dengan baik, sehingga dapat berkontribusi bagi kelestarian lingkungan yang berkelanjutan. Salah satu prinsip pengelolaan limbah yang dianjurkan adalah mengolah limbah menjadi produk baru, termasuk menjadi material pendukung dalam sebuah bangunan, biasa disebut *recycle* (daur ulang).

Prinsip ini beranggapan bahwa limbah industri dapat dipandang sebagai sumber daya alam yang bernilai ekonomi. Tebu sendiri banyak dikonsumsi sebagai alternatif pengganti penggunaan air mineral dengan pengolahan yaitu pengolahan menggunakan mesin tebu dan hasil pengolahan tebu ini dilakukan untuk diambil sari murni air tebu itu sendiri untuk minuman, dengan banyaknya pembeli air tebu murni ini maka penjual tebu harus memikirkan keadaan lingkungan sekitar berupa sampah dari tebu yang biasa disebut dengan ampas tebu, jika ampas tebu ini tidak diolah maka akan berdampak dengan pencemaran terhadap lingkungan. Peneliti mengambil penelitian skripsi yang berjudul “Pemanfaatan Abu Ampas Tebu Dalam Pembuatan *Paving Block*”.

Penelitian ini dilakukan untuk mengurangi dampak pencemaran lingkungan dan untuk mengetahui berapa kuat tekan yang bisa ditahan oleh batu *paving block*

dalam menahan beban kendaraan menggunakan tambahan abu ampas tebu. Penelitian ini mencoba mengaplikasikan konsep penggunaan abu ampas tebu dalam campuran semen untuk pembuatan *paving block*. Pemilihan abu ampas tebu sebagai penambahan agregat dikarenakan abu ampas tebu merupakan limbah organik yang banyak dihasilkan di pabrik-pabrik pengolahan gula tebu yang ada di Indonesia dan juga dapat ditemukan pada penjual air tebu. Selama ini pemanfaatan ampas tebu masih terbatas sebagai pakan ternak, bahan baku pembuatan pupuk, *pulp*, *participle board*. Sekarang para peneliti mulai memanfaatkan abu ampas tebu untuk pembuatan komposit, desain produk perlengkapan rumah, beton dan yang lainnya. Abu ampas tebu memiliki kriteria yang dibutuhkan untuk dijadikan sebagai bahan tambah penguat beton. Diketahui dalam sebuah buku dikatakan bahwa abu ampas tebu memiliki modulus elastis 15-19 GPA dan juga kandungan senyawa kimia SiO₂ (silika) sebesar 3,01% yang berfungsi untuk meningkatkan sifat mekanik beton. (Rahim dkk, 2015).

Penelitian yang dilakukan oleh Dipan dan Patel (2015), menyatakan bahwa serat ampas tebu dengan aspek rasio 30,60, dan 90 serta volume fraksi 0,5%; 1,0%; dan 1,5% terbukti meningkatkan kuat tekan dan kuat lentur beton dibandingkan dengan kuat rencana awal. Peningkatan kuat tekan dan lentur terbesar terjadi pada beton dengan campuran 1,0% serat tebu serta aspek rasio 90, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan tambah dalam campuran beton normal. Oleh karena itu penelitian ini ditujukan untuk menemukan kegunaan dari abu ampas tebu, sehingga dimungkinkan dapat dimanfaatkan sebagai campuran pembuatan bahan bangunan.

Berdasarkan latar belakang di atas dan penelitian terdahulu, maka penulis

akan ingin melakukan sebuah penelitian mengenai “Pemanfaatan Abu Ampas Tebu Dalam Pembuatan *Paving Block*”.

1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang ada diatas, maka maksud dan tujuanpeneliti melakukan penelitian ini adalah:

1. Maksud dari penelitian ini adalah sebagai salah satu ilmu untuk pengembangan teknologi bahan konstruksi dan penelitian ini dapat dijadikansebagai salah satu cara untuk memanfaatkan potensi limbah yang ada.
2. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengurangi pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh limbah tanaman tebu, dan menjadikan limbah sebagai tambahan teknologi bahan kontruksi serta mengetahui berapa kuat tekan pada *Paving Block* untuk digunakan sebagai sarana konstruksi yang ada.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan diatas, maka permasalahan yang didapatkan adalah:

1. Bagaimana pengaruh penggunaan limbah sisa pembakaran abu ampas tebu sebagai tambahan semen dalam pembuatan batu *Paving Block* terhadap kuat tekan beton?
2. Apakah penggunaan abu ampas tebu pada bahan tambahan pembuatan *paving block* adalah efektif sebagai salah satu solusi mengurangi

limbah ampas tebu?

3. Berapakah mutu yang dihasilkan oleh *paving block* dengan tambahan abu ampas tebu dan dapat digunakan untuk konstruksi apa?

1.4 Lingkup Penelitian

Untuk mengarahkan pembahasan ini agar tidak menyimpang dari sasaran yang ingin dituju, Maka perlu membuat batasan ruang lingkup permasalahan.

Sebagai pembatasan masalah ini adalah :

1. Campuran abu ampas tebu yang digunakan hanya variasi 4%
2. Umur benda uji yang diteliti adalah 14 hari dan 28 hari

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah sebagai sarana ilmu pengetahuan atau salah satu wawasan untuk pengembangan teknologi bahan konstruksi dengan menggunakan limbah tebu untuk pembuatan *paving block* dan sebagai kegiatan kebersihan untuk mengurangi pencemaran lingkungan.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu dalam suatu penelitian adalah adanya suatu relevansi antara suatu penelitian yang sedang berlangsung dengan penelitian yang sudah terjadi. Penelitian yang berhubungan dengan pengaruh kuat tekan paving block menggunakan abu ampas tebu telah banyak dilakukan. berikut beberapa penelitian terdahulu :

1. Endah Kanti Pangestuti (2012) melakukan penelitian “Pemanfaatan Sisa Pembakaran Ampas Tebu Sebagai Bahan Pengisi Dalam Proses Pembuatan Paving Block” yang mana hasil dari penelitian tersebut adalah substitusi sisa pembakaran ampas tebu yang optimal untuk pembuatan *paving block* dengan semen jenis PPC adalah 10% terhadap volume pasir. Jumlah substitusi tersebut menyebabkan penurunan kuat tekan *paving block* yang dihasilkan, namun masih dapat digolongkan ke dalam jenis tertentu.
 - a. Ada pengaruh penambahan SPAT terhadap kuat tekan paving. Hal ini ditunjukkan dengan adanya penurunan kuat tekan paving dengan semakin bertambahnya substitusi SPAT dalam paving block. Substitusi SPAT yang optimal untuk paving sebesar 10% dari volume pasir
 - b. Kuat tekan maksimal paving block yang diperoleh dari penambahan sisa pembakaran ampas tebu pada paving block dengan semen jenis PCC sebesar 164,46 Kg/cm² untuk umur 28 hari, 198,97 Kg/cm² untuk umur 60 hari dan 203,04 Kg/cm² untuk umur 90 hari.

Porositas paving block dengan substitusi SPAT 0%,10%,20%,30% dan 40% berturut-turut diperoleh sebesar 6,35%;8,57%;9,41%;10,21%; dan 10,33%.

2. Ahmad Denni (2015) melakukan penelitian “Kajian Paving Block dengan Abu Ampas Tebu Sebagai Bahan Pengganti Dari Semen Dengan Variasi 0%,2%,4%,6%,8%, dan 10% Pada 1 PC : 5 PS dan Faktor Air Semen 0,55” yang mana hasil penelitian adalah pemakaian abu ampas tebu sebesar 2%,4%,8% dan 10% dari berat semen dalam campuran *paving block* yang menggunakan perbandingan 1 PC : 5 PS dan Faktor Air Semen 0,55 memberikan penurunan nilai kuat tekan berturut-turut sebesar 15,43 Mpa, 13,43 Mpa, 16,97 Mpa, 17,9 Mpa, dan 20,74 Mpa dari kuat tekan paving block normal. Dan campuran optimal paving block sebagai bahan pengganti dari semen sebesar 4% dengan kuat tekan paving block mencapai 26,37 Mpa dan paving block dengan variasi 0% dijadikan tolak ukur perbandingan kuat tekan antara paving block normal dengan paving block yang memakai campuran abu ampas tebu.
3. Anita Christine Sembiring, Jetri Juli Saruksuk (2017) melakukan penelitian “Uji Kuat Tekan Dan Serapan Air Pada Paving Block Dengan Bahan Pasir Kasar, Batu Kacang, Dan Pasir Halus” yang mana hasil dari penelitian tersebut adalah berdasarkan hasil pengujian kuat tekan dan serapan air pada penelitian ini maka semakin banyak persentase pasir dan semen yang digunakan pada setiap campuran maka nilai kuat tekan yang dihasilkan akan semakin tinggi. Paving block pasca pembakaran memiliki hasil nilai kuat tekan yang lebih besar dari pada paving block pra pembakaran dengan

campuran dan perbandingan yang sama. Pada paving block pra pembakaran, nilai kuat tekan tertinggi nya sebesar 9,65 MPa sedangkan pada paving block pasca pembakaran nilai kuat tekan terbesarnya adalah 10,05 MPa. Karena nilai daya serap air yang tinggi, maka paving block ini di rekomendasikan untuk digunakan pada tanaman yang tidak terendam air, seperti taman yang diletakkan sebagai eksterior dalam maupun diluar rumah

2.2 *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 diparkotaan pengerasan jalan di komplek perumahan 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 2.1 *Paving Block* Persegi Panjang

Sumber: Skripsi Pengaruh Penggunaan Fly Ash Sebagai Pengganti Agregat Terhadap Kuat Tekan *Paving Block* (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%.

2.3 Syarat Mutu *Paving Block*

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

1. Sifat tampak *paving block* untuk lantai harus mempunyai bentuk yang sempurna, tidak terdapat retak-retak dan cacat, bagian sudut.

2. 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.
3. Penyimpangan tebal *paving block* untuk lantai diperkenankan kurang lebih 3mm.
4. 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 jalan diutamakan 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 2.1 Syarat Mutu *Paving Block*.

Mutu	Kuat Tekan(Mpa)		Ketahanan Aus(mm/menit)		Penyerapan Air 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

Sumber: SNI-03-0691-1996

Tabel 2.2 Kombinasi Pola Pemasangan, Mutu dan Tebal *Paving Block*.

No	Penggunaan	Kombinasi		
		Kelas	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	<i>Container Yard, Taxy Way</i>	I	100	TI

Sumber: SK SNI T-04-1990-F

Pembagian kelas *paving block* berdasarkan mutu betonnya adalah:

1. *Paving block* dengan mutu beton f_c' 37,35 MPA
2. *Paving block* dengan mutu beton f_c' 27,0 MPA

2.4 Kegunaan dan Keuntungan *Paving Block*

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



Gambar 2.2 *Paving Block* untuk halaman

Sumber: Jurnal Pengaruh Penambahan Berbagai Jenis Serat pada Kuat Tekan Paving Block (2014)

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.
2. Dapat diaplikasikan pada pembangunan jalan dengan tanpa memerlukan keahlian khusus.
3. Pada kondisi pembebanan yang normal *paving block* dapat digunakan selama masa-masa pelayanan dan *paving block* tidak mudah rusak.
4. *Paving block* lebih mudah dihamparkan dan langsung bisa digunakan tanpa harus menunggu pengerasan seperti pada beton.
5. Tidak menimbulkan kebisingan dan gangguan debu pada saat pengerjaannya.
6. *Paving block* menghasilkan sampah konstruksi lebih sedikit dibandingkan penggunaan pelat beton.
7. Adanya pori-pori pada *paving block* meminimalisasi aliran permukaan dan memperbanyak infiltrasi dalam tanah.
8. Perkerasan dengan *paving block* mampu menurunkan hidrokarbon dan menahan logam berat.
9. *Paving block* memiliki nilai estetika yang unik terutama jika didesain dengan pola dan warna yang indah.
10. Perbandingan harganya lebih rendah dibanding dengan jenis perkerasan konvensional yang lain.
11. Pemasangannya cukup mudah dan biaya perawatannya pun murah.

2.5 Material Penyusun *Paving Block*

Material penyusun pada *paving block* yang akan digunakan antara lain,

semen portland (PC), agregat halus dan air dan bahan tambahan abu ampas tebu.

2.5.1 Semen Portland (PC)

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.



Gambar 2.3 Semen Portland

Sumber: Chemistry of Cement and Concrete, four edition (2001)

Fungsi utama semen adalah mengikat butir-butir agregat hingga 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 (PC) 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. Adapun sifat-sifat semen adalah sebagai berikut:

1. Sifat Kimia Semen

Kadar kapur yang tinggi tetapi tidak berlebihan cenderung

memperlambat Pengikatan, tetapi menghasilkan kekuatan awal yang tinggi. Kekurangan zat kapur menghasilkan semen yang lemah, dan bilamana kurang sempurna pembakarannya, menyebabkan ikatan yang cepat (L.J. Murdock dan K.M. Brook, 1979). Sifat kimia serta komposisi semen sesuai Teknologi Beton (Tri Mulyono, 2004).

2. Sifat Fisik Semen

Sifat fisik Semen *Portland* yaitu:

a. Kehalusan butir

Semakin halus semen, maka permukaan butirannya akan semakin luas, sehingga persenyawaannya dengan air akan semakin cepat dan membutuhkan air dalam jumlah yang besar pula. Pada umumnya semen memiliki kehalusan sedemikian rupa sehingga kurang lebih 80% dari butirannya dapat menembus ayakan 44 mikro. Makin halus butiran semen, makin cepat pula persenyawaannya. Makin halus butiran semen, maka luas permukaan butir untuk suatu jumlah berat semen akan menjadi lebih besar. Makin besar luas permukaan butir ini, makin banyak pula air yang dibutuhkan bagi persenyawaannya. Ada beberapa Cara yang dapat dilakukan untuk menentukan kehalusan butir semen. Cara yang paling sederhana dan mudah dilakukan ialah dengan mengayaknya.

b. Berat jenis

Berat jenis dari bubuk semen umumnya berkisar 3, 10 sampai 3,30. Biasanya rata-rata berat jenis ditentukan 3, 15. Berat jenis

semen penting untuk diketahui, karena semen *Portland* yang tidak sempurna pembakarannya dan atau dicampur dengan bubuk batuan lainnya, berat jenisnya akan terlihat lebih rendah daripada angka tersebut. Untuk mengukur baik atau tidaknya atau tercampur atau tidaknya suatu bubuk semen dengan bahan lain, dipakai angka berat jenis 3,00. Dengan demikian

jika kita menguji semen dan hasilnya menunjukkan bahwa berat jenisnya kurang dari 3,00 kemungkinan semen itu tercampur dengan bahan lain (tidak murni) atau sebagian semen itu telah mengeras. Berat isi (berat satuan) semen sangat tergantung pada cara pengisian semen ke dalam takaran. Jika cara mengisinya sembur (los), berat isinya rendah yaitu antara 1 kg/liter. Jika pengisiannya dipadatkan, berat isinya dapat mencapai 1,5 kg/liter. Dalam praktek biasanya dipakai berat isi rata-rata yaitu antara 1,25 kg/liter.

c. Waktu pengerasan semen

Pada pengerasan semen dikenal dengan adanya waktu pengikatan awal (initial setting) dan waktu pengikatan akhir (final setting). Waktu pengikatan awal dihitung sejak semen tercampur dengan air hingga mengeras. Pengikatan awal untuk semua jenis semen harus diantara 60-120 menit.

d. Kekekalan bentuk

Pasta semen yang dibuat dalam bentuk tertentu dan bentuknya tidak berubah pada waktu mengeras, memiliki sifat kekal bentuk.

e. Pengerasan awal palsu

Ada kalanya semen *Portland* menunjukkan waktu pengikatan awal kurang dari 60 menit, dimana setelah semen dicampur dengan air segera nampak mulai mengeras (adonan menjadi kaku). Hal ini mungkin terjadi karena adanya pengikatan awal palsu, yang disebabkan oleh pengaruh gips yang dicampurkan pada semen bekerja tidak sesuai dengan fungsinya. Seharusnya fungsi gips dalam semen adalah untuk menghambat pengerasan, tetapi dalam kasus diatas ternyata gips justru mempercepat pengerasan. Hal ini dapat terjadi karena gips dalam semen telah terurai. Biasanya pengerasan palsu ini hanya mengacau saja, sedangkan pengaruh terhadap sifat semen yang lain tidak ada. Jika terjadi pengerasan palsu, adonan dapat diaduk lagi. Setelah pengerasan palsu berakhir, jika adonan diaduk lagi adonan semen akan mengeras seperti biasa.

f. Pengaruh suhu

Pengikatan semen berlangsung dengan baik pada suhu 35°C dan berjalan dengan lambat pada suhu di bawah 15°C.

Klasifikasi Semen Portland :

1. Type I (Ordinary Portland Cement) adalah semen yang dipakai untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan khusus
2. Type II (Moderate Sulfat Resistance) adalah semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat sedang dan panas

hidrasi sedang

3. Type III (High Early Strength) adalah semen Portland yang dalam
4. penggunaannya memerlukan kuat tekan awal yang tinggi
5. Type IV (Low Heat of Hydration) adalah semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan panas hidrasi rendah, biasanya digunakan untuk struktur beton seperti Dam
6. Type V (Sulfat Resistance) adalah semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat yang tinggi.

2.5.2 Agregat Halus (Pasir)

Agregat halus (pasir) adalah butiran-butiran mineral keras yang bentuknya mendekati bulat, tajam dan bersifat kekal dengan ukuran butir sebagian besar terletak antara 0,07-5 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 pengikat/semen.



Gambar 2.4 Agregat Halus (Pasir)

Sumber: Jurnal Survei Potensi Pasir Kuarsa di Daerah Ketapang Propinsi Kalimantan Barat (2009)

Pasir adalah salah satu dari bahan campuran beton yang diklasifikasikan

sebagai agregat halus. Yang dimaksud dengan 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 Standar Nasional Indonesia (SK SNI – S – 04 –1989 –F ; 28), ada beberapa persyaratan penting untuk pasir yang digunakan pada bahan bangunan yaitu :

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

8. Pasir dari laut tidak diperbolehkan untuk agregat pasir halus untuk betol bermutu. Kecuali terdapat petunjuk khusus dari lembaga pemerintahan bahan bangunan yang sudah diakui
9. Pasir agregat halus yang akan digunakan untuk spesi terapan serta plasteran harus memenuhi persyaratan dari pasangan terlebih dahulu.

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

2.5.3 Air

Air adalah salah satu bahan yang penting dalam pembuatan bata beton, air diperlukan agar terjadi reaksi kimia dengan semen untuk membasahi agregat dan untuk melumas agregat agar mudah dalam pengerjaannya.



Gambar 2.5 Air

Sumber: Pedoman Pengalokasian Air (Pekerjaan Umum, 1998)

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. SKSNI S-04-1989-F mensyaratkan air yang dapat digunakan sebagai bahan

bangunan sebagai berikut:

1. Air harus bersih
2. Tidak mengandung lumpur, minyak dan benda terapung lainnya yang dapat dilihat secara visual
3. Tidak mengandung benda-benda yang tersuspensi lebih dari 2 gram/liter
4. Tidak mengandung garam-garam yang dapat larut dan dapat merusak paving blok (asam-asam, zat organik dan sebagainya) lebih dari 15 gram/liter. Kandungan klorida (Cl), tidak lebih dari 500 ppm dan senyawa sulfat tidak lebih dari 1000 ppm sebagai SO₃
5. Bila dibandingkan dengan kekuatan tekan adukan dan bata beton yang memakai air suling, maka penurunan kekuatan adukan dan bata beton yang memakai air yang diperiksa tidak lebih dari 10%
6. Semua air yang mutunya meragukan harus dianalisa secara kimia dan dievaluasi mutunya menurut pemakaiannya
7. Khusus untuk beton pratekan, kecuali syarat-syarat tersebut di atas tidak boleh mengandung klorida lebih dari 500 ppm.

2.6 Tanaman Tebu

Tebu merupakan salah satu jenis tanaman yang dapat ditanam di daerah beriklim tropis. Selama ini pemanfaatan ampas tebu yang dihasilkan masih terbatas untuk makanan ternak, bahan baku pembuatan pupuk, pulp, dan untuk bahan bakar boiler di pabrik gula.



Gambar 2.6 Tanaman Tebu

Sumber: Skripsi Pemanfaatan Lignin Hasil Delignifikasi Ampas Tebu (LRF) (Esse, 2018)

Abu ampas tebu merupakan hasil perubahan kimiawi dari pembakaran ampas tebu menjadi abu. Abu ampas tebu ini terdiri atas garam-garam anorganik dan kaya akan silika (SiO_2). (Mirna, 2017) Tanaman tebu termasuk suku Graminae (rumput-rumputan), kelompok Andropogonae dan genus Saccharum. Tebu merupakan tanaman berbiji tunggal atau monokotil, struktur sejajar, dan berakar serabut. Tinggi tanaman tebu rata-rata 2,5 meter sampai 5 meter. Menurut Esse (2018), tanaman tebu tergolong tanaman perdu dapat dilihat dengan nama latin *Saccharum officinarum*.

2.7 Abu Ampas Tebu

Abu ampas tebu adalah bahan sisa pembakaran dari serat batang tebu yang telah diekstraksi niranya dengan jaringan parenkim yang lembut dan memiliki tingkat higroskopis yang tinggi yang dihasilkan dari proses penggilingan tebu.



Gambar 2.6 Abu Ampas Tebu

Sumber: Skripsi Ekstraksi dan Dealumiasi Silika dari Abu Ampas Tebu (Bagasse Ash) dengan Perlakuan Asam Nitrat Sebagai Prekursor Utama Sintesis Zeolit ZSM 5 (Fatimah, 2017)

Karena ampas tebu merupakan hasil samping dari proses ekstraksi cairan tebu pabrik dan dari suatu pabrik dapat dihasilkan sekitar 35-40% dari berat tebu yang digiling. Umumnya tanaman tebu menghasilkan 24-36% ampas tebu (*bagasse*) dan ampas tebu sendiri mengandung air 48-52%, gula 2.5-6%, serat serta 44-48% (Penebar Swadaya, 2000).

Abu ampas tebu merupakan residu mineral dalam butir halus yang dihaluskan dari pembakaran ampas tebu pada suatu pusat pengolahan gula pasir. Abu ampas tebu terdiri dari bahan inorganik yang terdapat di dalam ampas tebu yang telah mengalami fusi selama pembakarannya. Bahan ini memadat selama berada di dalam gas-gas buangan dan dikumpulkan pada lahan penampungan pembuangan. Karena partikel-partikel ini memadat selama tersuspensi di dalam gas buangan, partikel-partikel abu ampas tebu umumnya berbentuk bulat dan masih bercampur dengan sampah ataupun serat ampas tebu.

Ampas tebu mempunyai macam kegunaan, di beberapa negara limbah pabrik tersebut untuk keperluan di berbagai bidang industri, misalnya dibuat menjadi plastik, kertas serta dapat dibuat papan partisi. Pada umumnya, pabrik

gula di Indonesia memanfaatkan ampas tebu sebagai bahan bakar bagi pabrik yang bersangkutan, setelah ampas tebu tersebut mengalami pengeringan. (Wibowo, dkk, 2006).

Ampas tebu digunakan sebagai bahan bakar untuk memanaskan boiler dengan suhu mencapai 550 – 600 °C dan lama pembakaran setiap 4 – 8 jam dilakukan pengangkutan atau pengeluaran abu dari dalam boiler, karena jika dibiarkan tanpa dibersihkan akan terjadi penumpukan yang akan mengganggu proses pembakaran ampas tebu berikutnya.

Tabel 2.3 Sifat Fisik Abu Ampas Tebu Yang Telah Dibakar Ulang Pada Suhu 300°C, 400°C, 500°C Selama 2Jam.

No.	Sifat Fisik	Data yang ada	
1	Berat jenis	300°C	4,347 gr/cm ³
		400°C	2,499 gr/cm ³
		500°C	2,0 gr/cm ³
2	Warna	Hitam ke abu-Abuan	
3	kehalusan	butir Lolos saringan ukuran 150 µm	

Sumber: Penelitian BTKL

Dapat dilihat pada Tabel bahwa semakin tinggi suhu pembakaran maka berat jenis abu ampas tebu semakin kecil, hal ini disebabkan oleh semakin tingginya suhu pembakaran maka semakin banyak kandungan-kandungan zat lain yang hilang/menguap.

2.8 Klasifikasi Pembuatan Paving Block

Berikut ini adalah klasifikasi cara pembuatan paving block :

1. Paving Block Press Manual / menggunakan Tangan Jenis ini.

menggukanantangan dalam proses pembuatannya

- a. Jenis beton kelas D (K50 – K100)
- b. Nilai jual rendah, karena bermutu rendah 29
- c. Pemakaian untuk perkerasan non struktural, seperti trotoar jalan, halamanrumahyang jarang dibebani mobil serta lingkungan berdaya beban rendah.

2. Paving Block Press Mesin Vibrasi / getar Jenis ini diproduksi

menggunakanmesin press sistem getar.

- a. Umumnya memiliki mutu betol kelas C - B (K150 – K250)
 - b. Pemakaian untuk pelataran garasi, cartport, lahan parkir
- ## 3. Paving Block Press Mesin Hidrolik Jenis ini diproduksi dengan cara menggunakan mesin press hidrolik.
- a. Umumnya memiliki mutu beton kelas B – A (K300-K450)Pemakaian untuk menahan beban berat, seperti area jalan lingkungan, terminal bus, hingga pelataran terminal peti kemas dipelabuhan.

2.9 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 segaris dengan sumbu spesimen. Pengujian tekan ini bertujuan untuk mencari sifat mekanik dan beban tekan maksimum yang dapat di terima.



Gambar 2.7 Alat Uji Kuat Tekan
Sumber : Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi
Universitas Sumatera Utara

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

Kuat tekan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

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

Keterangan :

P = Beban tekan,

A = luas bidang tekan,

KT= Kuat tekan

Kuat tekan rata-rata dari contoh bata beton dapat dihitung dari jumlah kuattekan 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.

2.10 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.

2.10.1 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 Tjokrodinuljo,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:

1. Dengan membuat gelembung-gelembung gas/udara dalam adukan semen,dengan demikian akan terjadi banyak pori-pori udara di dalam betonnya
2. Dengan menggunakan agregat ringan, misalnya tanah liat bakar dan batuapung
3. Dengan demikian beton yang terjadi pun akan lebih ringan dari beton normal
4. 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:

1. Beton ringan dengan berat jenis antara 300-800 kg/m³ yang biasanya dipakai sebagai bahan isolasi
2. Beton ringan dengan berat jenis antara 800-1400 kg/m³ yang dipakai untuk struktur ringan
3. 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:
4. Dinding tembok struktural, yaitu dinding tembok yang menahan beban.
5. Beton ringan yang dipakai untuk ini tentu saja beton ringan yang mempunyai kuat tekan cukup tinggi.
6. Tembok penyekat antar ruang dalam suatu gedung, biasanya berupa panel-panel beton bertulang.
7. Dapat dipakai sebagai beton tuang ditempat pada struktur komposit antaraplat lantai/atap beton ringan dan balok beton bertulang biasa.
8. 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/m³, 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.

2.10.2 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 membutuhkan beton mutu tinggi untuk beberapa alasan yang dapat diberikan di sini, antara lain:

mereduksi ukuran kolom dan meningkatkan luasan ruang yang tersedia

1. Menghasilkan beton dengan kuat tekan awal yang tinggi dan mempercepat pelaksanaan konstruksi
2. Meningkatkan nilai modulus elastisitas dan mengurangi efek rangkak (*creep*)
3. 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:
 - a. Meningkatkan biaya beton per unit volume
 - b. Memerlukan kontrol kualitas terhadap beton dan kebutuhan produksi
 - c. *Workability* yang kurang baik dan sering kali menurun dengan cepat setelah waktu pencampuran
 - d. Waktu untuk perkerasan beton sangat cepat

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

1. 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 rangkak, sehingga banyaknya semen dibatasi sampai 550 kg/m^3 .

Sayangnya hal ini menyebabkan kesulitan dalam pengerjaannya. Umumnya nilai *fas* minimum 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.

2. 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.

3. 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.

4. 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.

5. 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

METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Adapun lokasi pada penelitian ini di dua tempat yaitu Laboratorium Teknologi Konstruksi Beton Universitas Sumatera Utara dan Pabrik *Paving Block*. Yang mana bahan material seperti pasir di uji analisa saringan dahulu pada Laboratorium Teknologi Konstruksi Beton Sumatera Utara lalu untuk pembuatan dan pencetakan *paving block* dilakukan di Pabrik Sempakata *Paving Block* yang berlokasi di Jalan Flamboyan Raya, Medan Tuntungan. Sedangkan untuk pengujian kuat tekan *paving block* dilakukan di Laboratorium Teknologi Konstruksi Beton Universitas Sumatera Utara, Padang Bulan, Sumatera Utara.

3.2 Data Yang Diperlukan

Penelitian ini menggunakan obyek berupa paving blok mutu rencana 200 Kg/cm² sebanyak 20 blok. Untuk setiap percobaan kuat tekan dan tarik belah paving blok pada umur 14 hari dan 28 hari menggunakan sampel sebanyak masing-masing 10 blok, dengan dimensi rata-rata (21,00 x 10,50 x 6,00) cm untuk setiap mutu paving blok.

Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Data Primer

Data primer dalam penelitian ini adalah Abu ampas tebu, Data observasi ampas tebu, Data bahan material pembuatan *paving block* dan kuat tekan yang diperoleh dari Laboratorium.

2. Data Sekunder

Penelitian ini untuk data sekunder didapat dari referensi buku standar-standar yang mengacu pada SNI ASTM C136:2012 yang membahas pengujian analisa saringan/Modulus Halus Butur (MHB) agregat halus, SNI 03-4804-1998 yang membahas pengujian berat volume gembur dan volume padat agregat halus, 03-4142-1996 yang membahas uji kandungan lumpur dalam pasir, SNI 7394-2008 yang membahas komposisi campuran *paving block*, SNI – 03-0691-1996 yang membahas mengenai standar mutu *paving block* dan SK SNI T-04-1990-F yang membahas mengenai klasifikasi *paving block* Serta dari referensi penelitian-penelitian yang berhubungan dengan pembuatan *paving block*.

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) paving blok
3. Tahap 3 : tahap pembuatan dan perawatan benda uji
4. Tahap 4 : tahap pengujian kuat tekan dan tarik belah paving blok
5. Tahap 5 : tahap analisa data

3.3 Persiapan dan Pengujian Bahan

Bahan untuk pembuatan *paving block* antara lain :

1. Semen Tiga Roda
2. Agregat Halus (Pasir)
3. Air

4. Abu Ampas Tebu

Pengujian bahan pembuatan *paving block* ini adalah :

1. Pemeriksaan Agregat Halus (Pasir)
 - a. Uji analisa saringan pada pasir
 - b. Berat jenis dan berat isi agregat halus
 - c. Uji kandungan lumpur dan kotoran organis yang terkandung dalam agregat halus.

2. Pemeriksaan Abu Ampas Tebu

Uji kalayakan secara visual abu ampas tebu

3.4 Perhitungan Rencana Campuran (*Mix Design*) Paving Block

Pada tahap ini akan ditetapkan rencana campuran paving blok untuk mendapatkan paving blok dengan kekuatan yang tinggi, mudah dikerjakan (*workable*), tahan lama, murah, tahan aus. Oleh karena itu harus direncanakan dengan teori perancangan proporsi campuran adukan paving blok. Dengan metode rancangan paving blok ini akan didapatkan paving blok yang memenuhi syarat teknis dan ekonomis.

Dalam penelitian ini, rencana campuran (*mix design*) paving blok dihitung berdasarkan buku Bahan Bangunan Teknologi Beton (Tjokroadimuljo.K, 1992).

Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam menggunakan metode ini adalah:

1. Menentukan kuat tekan paving blok yang disyaratkan pada umur 28 hari ($f'c$)
2. Menetapkan standar deviasi (Sd)

Standar deviasi ditetapkan berdasarkan tingkat mutu pengendalian

pelaksanaan pencampuran paving blok, makin baik mutu pelaksanaan

makin kecil nilai deviasi standar. Untuk memberikan gambaran cara menilai tingkat pengendalian mutu pekerjaan, diberikan pedoman dengan melihat tabel berikut ini :

Tabel 3.1 Nilai Sd untuk Berbagai Tingkat Pengendalian Mutu Pekerjaan

Tingkat Pengendalian Mutu Pekerjaan	Sd (Mpa)
Memuaskan	2,8
Sangat Baik	3,5
Baik	4,2
Cukup	5,6
Jelek	7,0
Tanpa Kendali	8,4

Sumber : Buku Bahan Bangunan Teknologi Beton (Tjokrodinuljo.K, 1992)

3. Menghitung nilai tambah margin : $M = K \cdot Sd$

Dimana : $K = 1.64$

4. Menetapkan kuat tekan rata-rata yang direncanakan : $\sigma_{bm} = \sigma_{bk} + M$

5. Menetapkan jenis semen :

Sesuai dengan tujuan pemakaiannya, semen Portland di Indonesia dibagimenjadi 5 jenis :

- a. Jenis I, yaitu semen Portland yang umum digunakan tanpa persyaratan khusus.
- b. Jenis II, yaitu semen Portland yang dalam penggunaanyamemerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.
- c. Jenis III, yaitu semen Portland yang dalam penggunaanyamemerlukan kekuatan awal yang tinggi

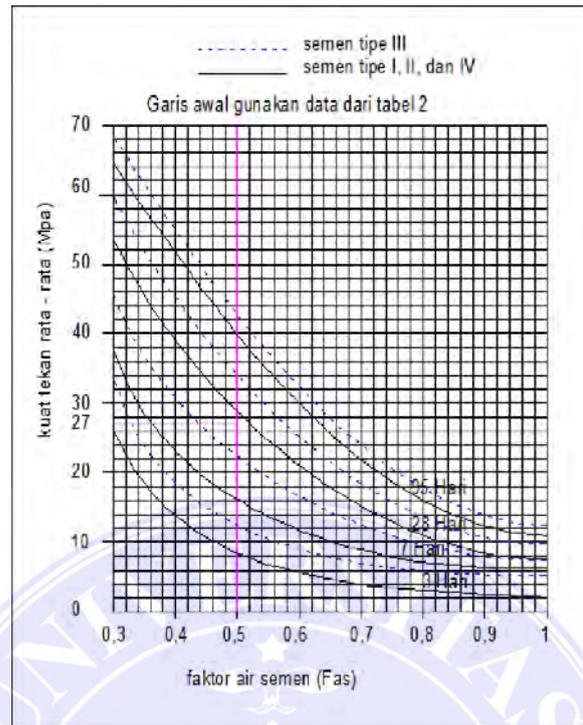
- d. Jenis IV, yaitu semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan panas hidrasi yang rendah
- e. Jenis V, yaitu semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan yang tinggi terhadap sulfat.

6. Menetapkan jenis agregat

Jenis kerikil dan pasir ditetapkan, apakah berupa agregat alami (tidak dipecahkan) ataukah agregat jenis batu pecah (crushed aggregate)

7. Menetapkan faktor air semen Faktor air semen yang diperlukan untuk mencapai kuat tekan rata-rata yang ditargetkan berdasarkan :

- a. Hubungan kuat tekan dengan faktor air semen yang diperoleh dari penelitian di lapangan sesuai dengan bahan dan kondisi pekerjaan yang diusulkan
- b. Bila tidak tersedia data hasil penelitian sebagai pedoman dapat ditetapkan dengan cara menggunakan grafik hubungan factor airsemen dan kuat tekan rata-rata beton (sebagai perkiraan nilai fas)



Grafik 3.1 Grafik Untuk Menentukan Faktor Air Semen
 Sumber : Buku Bahan Bangunan Teknologi Beton (Tjokrodinuljo.K, 1992)

Menggunakan tabel perkiraan kuat tekan beton (MPa) dengan faktor air semen, kemudian digunakan grafik faktor air semen.

Tabel 3.2 Perkiraan Kuda Tekan Beton dengan Faktor Air Semen 0,50

Jenis Semen	Jenis Agregat	Umur Beton (hari)				Bentuk Benda
		3	7	28	91	
I,II,II	Kasar (Kerikil)	17	23	33	40	Silinder
	Alami BatuPecah	19	27	37	45	Kubus
III	Alami BatuPecah	21	28	38	44	Silinder
		25	33	44	48	Kubus

Sumber : Buku Bahan Bangunan Teknologi Beton (Tjokrodinuljo.K, 1992)

8. Menetapkan faktor air semen maksimum dengan melihat persyaratan untuk pembetonan dan lingkungan khusus :

Tabel 3.3 Persyaratan Faktor Air-Semen Maksimum Untuk Berbagai
Pembetonandan Lingkungan Khusus

Jenis Pembetonan	f.a.s Maksimum
Beton di dalam ruang bangunan :	
a. Keadaan keliling non korosif	0,60
b. Keadaan keliling korosif, disebabkan oleh kondensasi atau uap korosi	0,52
Beton di luar bangunan :	
a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	0,55
b. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	0,60
Beton yang masuk ke dalam tanah :	
a. Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	0,55
b. Mendapatkan pengaruh sulfat dan alkali tanah	Tabel f.a.s untuk beton dalam air
Beton yang selalu berhubungan dengan tawar/payau/laut	

Sumber : Buku Bahan Bangunan Teknologi Beton (Tjokrodinuljo.K, 1992)

9. Menetapkan ukuran besar butir agregat maksimum

Penetapan besar ukuran butir diperoleh dari hasil analisa saringan agregat pada saat pengujian material *paving block*.

Untuk penetapan butir maksimum dapat menggunakan saringan diameter 0,15 mm, 0,30 mm, 0,60 mm, 1,20 mm, 4,80 mm dan 9,52 mm.

10. Menetapkan kebutuhan air

Bila agregat halus dan kasar yang dipakai memiliki jenis yang berbeda, maka jumlah air yang diperkirakan menggunakan rumus :

$$A_b = 0,67 A_h + 0,33 A_k$$

Dimana :

$$A_b = \text{Kebutuhan air (l/m}^3\text{)}$$

$$A_h = \text{Jumlah air yang dibutuhkan menurut jenis agregat halus}$$

$$A_k = \text{Jumlah air yang dibutuhkan menurut jenis agregat kasar}$$

11. Menetapkan kebutuhan semen

Berat semen per meter kubik *paving block* :

$$\frac{\text{Jumlah air yang dibutuhkan}}{\text{Faktor air semen maksimum}}$$

12. Menetapkan golongan agregat halus (Pasir)

Tabel 3.4 Gradasi Pasir

Lubang Ayakan (mm)	Persen Berat Butir Pasir yang Lewat Ayakan/Lolos			
	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	75 – 100	85 – 100	95 - 100
1,2	30 – 70	55 – 90	75 – 100	90 - 100
0,5	15 – 34	35 – 59	60 – 79	80 - 100
0,3				15 - 50
0,15	0 – 10	0 – 10	0 – 10	0 - 15

Sumber : Buku Bahan Bangunan Teknologi Beton (Tjokrodinuljo.K, 1992)

13. Menentukan kebutuhan pasir

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan pasir} &= (\text{perbandingan campuran/ total jumlah campuran}) \\ &\times (\text{berat volume pasir}) \times (\text{volume paving block}) \times \\ &(\text{faktor pematatan mesin hidrolis}). \end{aligned}$$

3.5 Pembuatan dan Perawatan *Paving Block*

Pada tahap ini dilakukan pembuatan dan perawatan benda uji di pabrik paving blok. Bahan-bahan yang akan digunakan dalam pembuatan paving blok ditakar sesuai rencana campuran paving blok. Semen, pasir, dan abuampas tebu yang akan ditakar tersebut dimasukkan dalam molen dan diaduk. Setelah adukan merata, dimasukkan air sedikit demi sedikit. Selanjutnya adukan paving blok dicetak menggunakan cetakan paving blok ukuran 21 x 10.5 x 6 dan kemudian dipadatkan secara mekanis (pematatan dilakukan dengan mesin)

Paving blok yang telah jadi akan disusun untuk dikeringkan secara alami.

Pelaksanaan Penelitian Beton yang akan dirancang dengan komposisi material tertentu apabila pelaksanaannya tidak dilakukan dengan baik maka kekuatan rencana beton sulit untuk dicapai. Oleh karena itu perlu diperhatikan prosedur pelaksanaan perancangan beton seperti yang diuraikan berikut :

3.5.1 Persiapan Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir, kerikil, semen, air, dan bahan tambahan abu ampas tebu. Semua bahan-bahan tersebut kecuali air harus diperoleh dari luar karena tidak tersedia di laboratorium.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Wadah
2. Alat pengaduk beton (cetok)
3. Cetakan benda uji dan alat-alat bantu lain untuk pencetakan dan pemadatan benda uji
4. Mesin uji tekan
5. Timbangan
6. Ayakan
7. Oven
8. Talam untuk wadah beton segar.

3.5.2 Pembuatan Benda Uji (*Paving Block*) dan Perawatannya

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pembuatan *paving block* pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bahan-bahan dan alat-alat yang diperlukan untuk pembuatan *paving block* dipersiapkan terlebih dahulu
2. Bahan-bahan yang diperlukan dimasukkan ke dalam wadah adukan, berturut-turut, pasir, semen dan abu ampas tebu.
3. Kemudian dilakukan pengadukan bahan-bahan tersebut agar campurannya merata.
4. Setelah tercampur rata diberi air sesuai dengan jumlah yang direncanakan, Penambahan air dilakukan bertahap yaitu sedikit demi sedikit, lalu adukan diulangi dan ditambahkan sisa air dan bahan tambahan yang sebelumnya sudah diencerkan terlebih dahulu dengan air. Harus diingat bahwa jumlah air dan bahan tambah adalah dalam jumlah yang telah direncanakan.
5. Setelah adukan merata diisikan kedalam cetakan, sebelumnya cetakan diolesi dengan oli dulu (supaya mudah dilepas kembali) dan cetakan harus terikat rapat.
6. Setelah semua cetakan terisi penuh, permukaannya diratakan dan disimpan ditempat yang lembab dengan suhu sekitar 18° - 22°C dan didiamkan selama 24 jam.
7. Setelah itu dikeringkan selama 14 hari dan 28 hari.

3.5.3 Perawatan *Paving Block*

Untuk memperoleh hasil pengujian yang sesuai dengan yang diharapkan, maka *paving block* segera dilakukan perawatan dengan cara merendam *paving block* tersebut dalam air. Sehari sebelum diadakan pengetesan, *paving block* tersebut diangkat dari dalam air dan ditiriskan.

3.6 Pelaksanaan Pengujian Kuat Tekan *Paving Block*

Pada pelaksanaan pengujian ini harus diperhatikan kesiapan dari alat-alat yang akan digunakan dan juga kesiapan dari operator yang akan mengoperasikan alat-alat tersebut agar pelaksanaan pengujian dapat berjalan sesuai dengan rencana. Jumlah personel yang terlibat minimal 2 orang, masing-masing mempunyai tugas sendiri-sendiri. Satu orang sebagai pengatur kerja mesin sekahgus sebagai pembaca jarum penunjuk beban maksimal dan seorang mencatat hasil pembacaan tersebut.

Sebelum pengujian dilakukan, setiap benda uji ditimbang terlebih dahulu dan diukur luas penampangnya dan dicatat.

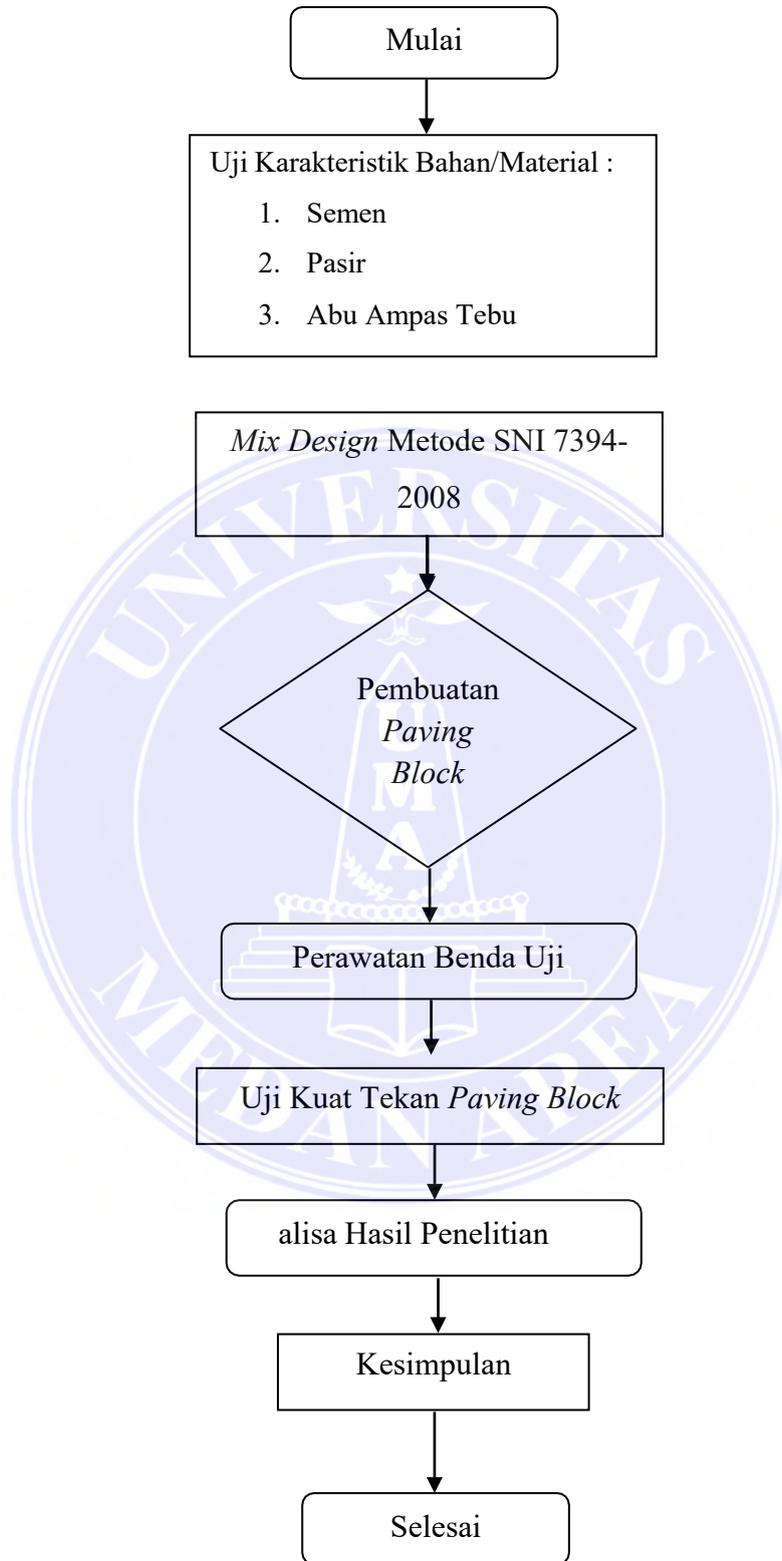
Langkah-langkah yang dilakukan untuk pengujian desak ini adalah sebagai berikut:

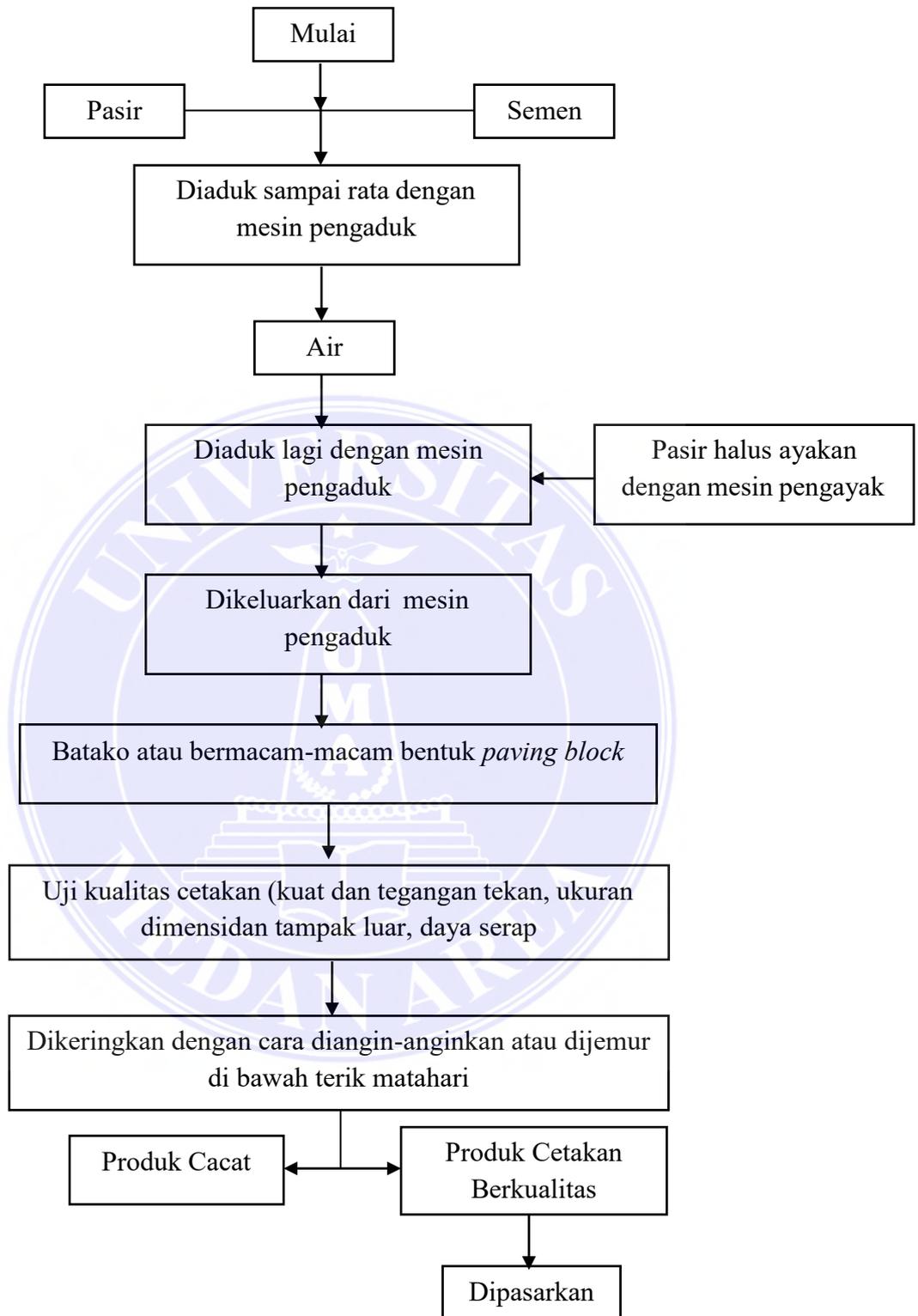
1. Benda uji diletakkan dalam posisi tegak lurus dengan bidang rata padamesin tekan. Sebelumnya permukaan dari benda uji harus rata, karena halini dapat mengakibatkan kekurang telitian pada saat pengujian
2. Kecepatan penekanan adalah 160 kg/cm²/detik

Pada saat keruntuhan tercapai kecepatan penekanan ditingkatkan ± 2 sampai 4 kg/cm²/detik.

3.7 Diagram Alir Penelitian

Adapun langkah langkah dalam penelitian ini dapat dilihat pada diagram penelitian dibawah ini:





BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

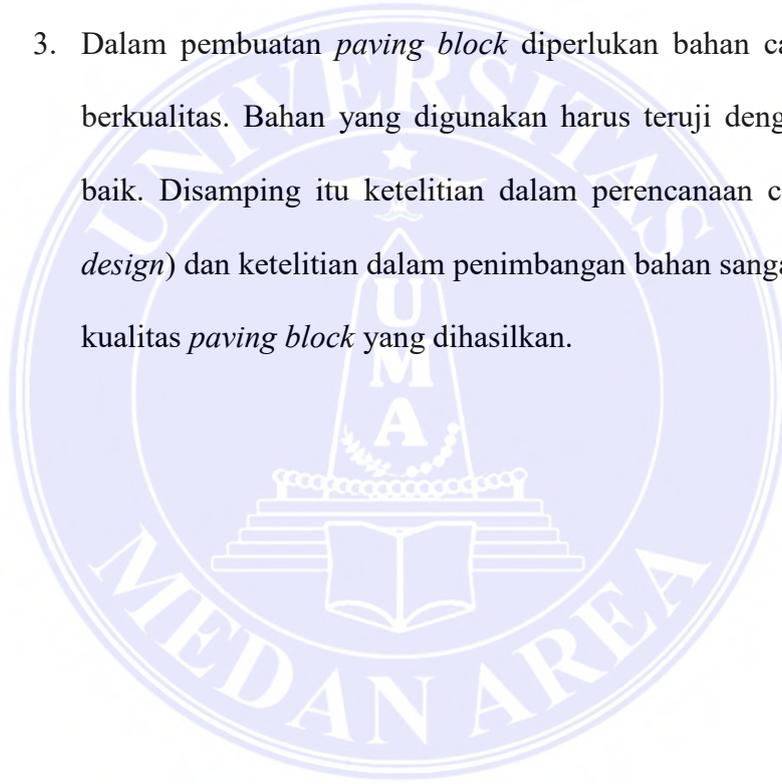
Dari hasil analisis data dan penelitian Pemanfaatan Abu Ampas Tebu Pada Pembuatan *Paving Block* dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Limbah abu ampas tebu 4% sebagai bahan tambahan semen PVC pada pembuatan *paving block* mengalami penurunan, hal ini membuktikan bahwa limbah abu ampas tebu sebanyak 4% tidak efektif digunakan sebagai bahan tambahan konstruksi.
2. Penggunaan abu ampas tebu dengan variasi 4% sebagai bahan penambah semen PVC mengalami penurunan yang signifikan, yang mana 13,41% pada umur 14 hari dan 1,36% pada umur 28 hari.
3. Semakin lama pengeringan yang dilakukan kepada *paving block* normal maupun dengan variasi 4% abu ampas tebu maka kuat tekannya semakin tinggi.
4. *Paving Block* dengan abu ampas tebu mengalami penurunan kuat tekan tetapi tetap termasuk mutu yang baik, dan layak untuk digunakan.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat disimpulkan dalam penelitian pemanfaatan abu ampas tebu dalam pembuatan *paving block* ini adalah :

1. Dalam melakukan penelitian sebaiknya data-data yang diperlukan disiapkan terlebih dahulu agar penelitian sesuai dengan data-data lapangan atau data yang telah diuji coba laboratorium.
2. Diperlukan penelitian lebih lanjut dengan variasi 4% dengan pengeringan hingga 56 hari hingga 90 hari untuk membuktikan apakah penambahan abu ampas tebu efektif pada umur *paving block* 56 hari hingga 90 hari.
3. Dalam pembuatan *paving block* diperlukan bahan campuran yang berkualitas. Bahan yang digunakan harus teruji dengan hasil yang baik. Disamping itu ketelitian dalam perencanaan campuran (*mix design*) dan ketelitian dalam penimbangan bahan sangat menentukan kualitas *paving block* yang dihasilkan.



DAFTAR PUSTAKA

- Adibroto, F. 2014. Pengaruh Penambahan Berbagai Jenis Serat Pada Kuat Tekan Paving Block. Jurnal Rekayasa Sipil. Vol 10. No 01. Hal 1-11.
- Ahmad Denni. 2015. Kajian Paving Block dengan Abu Ampas Tebu Sebagai Bahan Pengganti Dari Semen Dengan Variasi 0%,2%,4%,6%,8%, dan 10% Pada 1 PC : 5 PS dan Faktor Air Semen 0,55. Yogyakarta.
- Badan Standarisasi Nasional, 1998, SNI 03-4804-1998. Metode Pengujian Bobot Isi dan Rongga Udara dalam Agregat, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional, 2008, SNI 7394-2008. Tata Cara Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Beton. Bandung
- Badan Standarisasi Nasional. 2012. SNI ASTM C136:2012. Metode Uji Analisis Saringan Agregat Halus dan Agregat Kasar (ASTM C 136-06, IDT), Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Direktorat Pendayagunaan dan Pengamanan Sumber Daya Air. 1998. Pedoman Pengalokasian Air. Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Bandung.
- Esse, Indo. 2018. Pemanfaatan Lignin Hasil Delignifikasi Ampas Tebu Sebagai Perekat Kignin Resorsinol Formaldehida (LRF). Makassar : Universitas Islam Negeri Alauddin.
- Fatimah. 2017. Ekstraksi dan Dealumiasi Silika dari Abu Ampas Tebu (Bagasse Ash) dengan Perlakuan Asam Nitrat Sebagai Prekursor Utama Sintesis Zeolit ZSM-5. Bandar Lampung: Universitas Lampung.
- Ghafur, A. 2010. Pengaruh Penggunaan Abu Ampas Tebu Terhadap Kuat Tekan dan Pola Retak Beton. Sumatra Utara: USU

Kholiddien Tyas Jawara, dkk(2018) Abu Ampas Tebu Pengurang Semen Dalam Paving Block, Semarang.

Lea., Peter C Hewlett (ed), *Chemistry of Cement and Concrete, four edition*, London: Butterworth-Heinemann, 2001

Mulyati., 2015. Pengaruh Penggunaan Fly Ash Sebagai Pengganti Agregat Terhadap Kuat Tekan *Paving Block*. Padang: Institut Teknologi Padang.

Mulyono, Tri. 2004. Teknologi Beton. Yogyakarta. Penerbit ANDI.

Pangestuti, E, K. 2012. P Pemanfaatan Sisa Pembakaran Ampas Tebu Sebagai Bahan Pengisi Dalam Proses Pembuatan Paving Block. *Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan*. 2(16) : 125-134.

Prayogo, T., Budiman, B., 2009, Survei Potensi Pasir Kuarsa di Daerah Ketapang Propinsi Kalimantan Barat, *Jurnal Sains Dan Teknologi Indonesia*, Vol.11, No. 2, hal.126-132.

Standar Nasional Indonesia, 1990, SK SNI T-04-1990-F: Klasifikasi Paving Block, Badan Standar Nasional. Jakarta.

Standar Nasional Indonesia, 1996, SNI 03-0691-1996: Bata Beton (PavingBlock), Mutu dan Cara Uji, Badan Standar Nasional. Jakarta.

Tjokrodinuljo, K., 1992, Bahan Bangunan Teknologi Beton, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

LAMPIRAN



Pasir untuk pembuatan *paving block*



Pembakaran ampas tebu



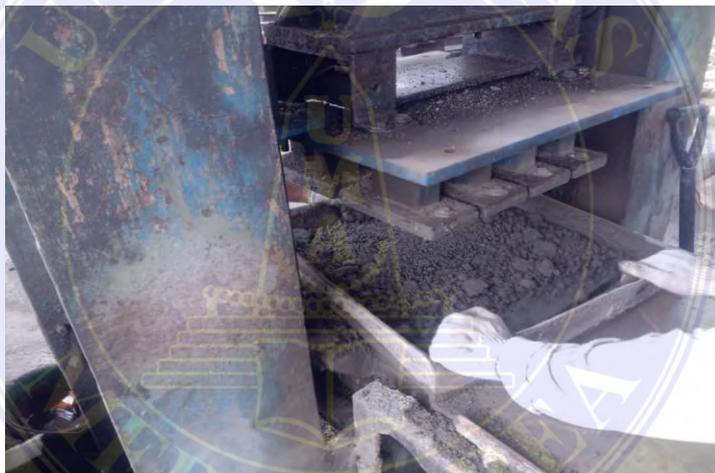
Pabrik pencetakan *paving block*



Penambahan abu ampas tebu pada campuran *paving block*



Proses pengadukan campuran
paving block



Pencetakan *paving block* dengan mesin



Paving block yang telah kering



Penimbangan benda uji *paving block*



Uji kuat tekan *paving block*



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
 UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
 FAKULTAS TEKNIK
 DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
LABORATORIUM BAHAN DAN REKAYASA BETON



KAN
 Komite Akreditasi Nasional
 Laboratorium Pengujian
 LP-1370-IDN

Laman: <https://tekniksipil.usu.ac.id> Email: labbetonft@usu.ac.id Telp/WA: 0812 6912 0059
 Jalan Perpustakaan No.19 Kampus USU Medan 20155

LAPORAN PENGUJIAN KOKOH TEKAN BETON

No : 334/LB/IV/2022

PEMOHON PENGUJIAN : CV. SEMPAKATA PAVING BLOCK												Lembar Ke		1	
PROYEK : PENELITIAN															
LOKASI : JL. NGUMBAN SURBAKTI PADANG BULAN															
Jenis Benda Uji				Paving Block				PENYELIA : Rizky Ibnu Maulana S.							
Jumlah Benda Uji				10 (Sepuluh) Unit											
No.	Nomor Benda Uji	UKURAN (CM)			F A S	SLUMP (cm)	BAHAN TAMBAHAN	TANGGAL		UMUR BETON (hari)	BERAT uji (kg)	BEBAN TEKAN AKTUAL (kN)	BEBAN TEKAN KALIBRASI (kN)	KOKOH TEKAN (kg/cm ²)	
		P	L	T				cetak	uji						
1	NORMAL	21	10,5	6	-	-	-	24-Mar-22	06-Apr-22	14	2,74	600,0	599,8	277,47	
2	NORMAL	21	10,5	6	-	-	-	24-Mar-22	06-Apr-22	14	2,98	750,0	749,8	346,75	
3	NORMAL	21	10,5	6	-	-	-	24-Mar-22	06-Apr-22	14	2,73	620,0	619,8	286,63	
4	NORMAL	21	10,5	6	-	-	-	24-Mar-22	06-Apr-22	14	2,97	750,0	749,8	346,74	
5	NORMAL	21	10,5	6	-	-	-	24-Mar-22	06-Apr-22	14	2,97	740,0	739,8	342,12	
1	VARIASI 4 %	21	10,5	6	-	-	-	24-Mar-22	06-Apr-22	14	3,00	580,0	578,3	267,43	
2	VARIASI 4 %	21	10,5	6	-	-	-	24-Mar-22	06-Apr-22	14	2,99	570,0	567,5	262,44	
3	VARIASI 4 %	21	10,5	6	-	-	-	24-Mar-22	06-Apr-22	14	3,01	630,0	629,8	291,25	
4	VARIASI 4 %	21	10,5	6	-	-	-	24-Mar-22	06-Apr-22	14	3,05	610,0	609,8	282,00	
5	VARIASI 4 %	21	10,5	6	-	-	-	24-Mar-22	06-Apr-22	14	2,99	610,0	609,8	282,00	
BENDA UJI DIBUAT OLEH															
PASIR : Ø max		-			(mm)	FM : -									
asal		-													
KERIKIL : Ø max		-			(mm)	FM : -									
asal		-													
NB : - Keaslian sampel yang telah diuji bukan merupakan tanggung jawab pihak laboratorium.															
Pihak laboratorium tidak bertanggung jawab untuk menyimpan sampel yang telah diuji															
Laboratorium tidak memberikan pernyataan penjelasan spesifikasi (decision rule) terhadap hasil uji.															

Medan, 06 April 2022
 FAKULTEK TEKNIK SIPIL
 LABORATORIUM BAHAN DAN REKAYASA BETON
 (Jr. Syahrizal, M.T.)
 NIP : 196112311988111001

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Dilindungi 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 21/12/22



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
 UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
 FAKULTAS TEKNIK
 DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
LABORATORIUM BAHAN DAN REKAYASA BETON



KAN
 Komite Akreditasi Nasional
 Laboratorium Pengujian
 LP-1370-IDN

Laman: <https://tekniksipil.usu.ac.id> Email: labbetonft@usu.ac.id Telp/WA: 0812 6912 0059
 Jalan Perpustakaan No.19 Kampus USU Medan 20155

LAPORAN PENGUJIAN KOKOH TEKAN BETON

No : 342/LB/IV/2022

PEMOHON PENGUJIAN : CV. SEMPAKATA PAVING BLOCK												Lembar Ke		1	
PROYEK : PENELITIAN															
LOKASI : JL. NGUMBAN SURBAKTI PADANG BULAN															
Jenis Benda Uji		Paving Block						PENYELIA : Rizky Ibnu Maulana S.							
Jumlah Benda Uji		10 (Sepuluh) Unit													
No.	Nomor Benda Uji	UKURAN (CM)			F A S	SLUMP (cm)	BAHAN TAMBAHAN	TANGGAL		UMUR BETON (hari)	BERAT uji (kg)	BEBAN TEKAN AKTUAL (kN)	BEBAN TEKAN KALIBRASI (kN)	KOKOH TEKAN (kg/cm ²)	
		P	L	T				cetak	uji						
1	NORMAL	21	10,5	6	-	-	-	24-Mar-22	20-Apr-22	28	2,71	550,0		254,45	
2	NORMAL	21	10,5	6	-	-	-	24-Mar-22	20-Apr-22	28	2,89	830,0		383,83	
3	NORMAL	21	10,5	6	-	-	-	24-Mar-22	20-Apr-22	28	3,11	760,0		351,46	
4	NORMAL	21	10,5	6	-	-	-	24-Mar-22	20-Apr-22	28	2,82	820,0		379,21	
5	NORMAL	21	10,5	6	-	-	-	24-Mar-22	20-Apr-22	28	3,03	700,0		323,19	
1	VARIASI 4 %	21	10,5	6	-	-	-	24-Mar-22	20-Apr-22	28	2,98	680,0		314,47	
2	VARIASI 4 %	21	10,5	6	-	-	-	24-Mar-22	20-Apr-22	28	2,95	690,0		319,09	
3	VARIASI 4 %	21	10,5	6	-	-	-	24-Mar-22	20-Apr-22	28	3,14	750,0		346,82	
4	VARIASI 4 %	21	10,5	6	-	-	-	24-Mar-22	20-Apr-22	28	3,10	700,0		323,72	
5	VARIASI 4 %	21	10,5	6	-	-	-	24-Mar-22	20-Apr-22	28	3,02	790,0		365,34	
BENDA UJI DIBUAT OLEH															
PASIR : ø max		-			(mm)	FM : -									
asal		-													
KERIKIL : ø max		-			(mm)	FM : -									
asal		-													
Catatan: Hasil Appel yang telah diuji bukan merupakan tanggung jawab pihak laboratorium. Pihak laboratorium tidak bertanggung jawab untuk menyimpan sampel yang telah diuji Laboratorium tidak memberikan pernyataan penjelasan spesifikasi (decision rule) terhadap hasil uji.												Medan, 20 April 2022 FAUK KEPALA LABORATORIUM S.U LABORATORIUM B. N (Jr. Syahrizal, M.T.) NIP : 196112311988111001			

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 21/12/22



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 21/12/22

Access From (repository.uma.ac.id)21/12/22