

TUGAS AKHIR

PEMBUATAN PEMBATAJALAN DARI BAHAN BETON RINGAN DAN ABU CANGKANG SAWIT

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

Disusun Oleh:

AULIA RINANDA HSB
2007230152



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2025**

LEMBAR PENGESAHAN

Laporan penelitian Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Aulia Rinanda Hsb
Npm : 2007230152
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir : PEMBUATAN PEMBATUS JALAN DARI BAHAN
BETON RINGAN DAN ABU CANGKANG SAWIT
Bidang Ilmu : Konversi Manufaktur

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

Medan, 14 November 2024

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I



Arya Rudi Nasution, S.T., M.T

Dosen Penguji II



Chandra A Siregar, S.T., M.T

Dosen Pembimbing



M. Yani, ST, MT.

Ketua Program Studi

Teknik Mesin



Chandra A Siregar, S.T., M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama lengkap : Aulia Rinanda Hsb
Tempat/Tanggal Lahir : Medan / 27 November 2000
NPM : 2007230152
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

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

“PEMBUATAN PEMBATAS JALAN DARI BAHAN BETON RINGAN DAN ABU CANGKANG SAWIT”

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

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

Medan, 20 Januari 2025
Saya yang menyatakan,



980AMX180641227

Aulia Rinanda Hsb

ABSTRAK

Road barrier atau pembatas jalan beton pertama kalinya dibuat oleh ETI (*Evolution in Traffic Innovation*) yang memiliki fungsi untuk keamanan dalam berkendara. *Road barrier* sangat diperlukan di dalam beberapa kejadian tertentu seperti terjadinya kemacetan atau saat terdapat perbaikan jalan. Bahan material utama *road barrier* ialah beton yang memiliki sifat kuat dan tahan lama hanya saja lebih berat dan lebih mahal. Memanfaatkan bahan material utama dengan abu cangkang sawit pada pembuatan *road barrier* agar lebih ringan, kekuatan yang lebih tinggi, tahan korosi, efektif, kondusif dan ramah lingkungan. Penulis melakukan penelitian ini ialah menganalisa kekuatan spesimen dari bahan beton ringan dan abu cangkang sawit menggunakan alat uji kuat tekan dan juga menganalisa kekuatan komposit yang diperkuat dengan abu cangkang sawit yang digunakan pada pembuatan *road barrier*. Jenis penelitian ini adalah dengan metode pengumpulan data dengan cara observasi secara langsung pada saat melakukan pengujian dengan menggunakan alat mesin kuat tekan di tempat Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Medan Area. Terkait hasil pengujian penulis lakukan adalah menggunakan bahan material abu cangkang sawit pada pembuatan *road barrier* ialah memiliki karakteristik meningkatkan kekuatan dan kekakuan bahan dalam bahan komposit, Hasil pengujian stabilitas pada bandul memiliki rata – rata pada energi potensial adalah 12,50 joule dan momentum bandul adalah 9,25 Nm. Dan pengujian pada spesimen diberikan tekanan maksimal oleh alat mesin kuat tekan dengan hasil semua spesimen hancur dan memiliki tekanan maksimal yang diterima berbeda – beda setiap spesimen. Hasil pengujian kuat tekan pada spesimen memiliki rata – rata adalah 52,97 kg/cm².

Kata Kunci : *Road barrier*, abu cangkang sawit, komposit.

ABSTRACT

Road barrier or concrete road barrier was first made by ETI (*Evolution in Traffic Innovation*) which has a function for safety in driving. *Road barriers* are needed in certain events such as traffic jams or when there are road repairs. The main material for *road barriers* is concrete, which has strong and durable properties but is heavier and more expensive. Utilizing the main material with palm kernel shell ash in the manufacture of *road barriers* to make it lighter, higher strength, corrosion resistant, effective, conducive and environmentally friendly. The author of this research is to analyze the strength of specimens from lightweight concrete materials and palm kernel shell ash using a compressive strength test tool and also analyze the strength of composites reinforced with palm kernel shell ash used in the manufacture of *road barriers*. This type of research is a data collection method by direct observation when conducting tests using a compressive strength machine tool at the Faculty of Engineering Laboratory, Medan Area University. Related to the results of the test the author did was to use palm kernel shell ash material in making *road barriers*, which has the characteristics of increasing the strength and stiffness of materials in composite materials, the results of stability testing on the pendulum have an average potential energy of 12,50 joules and the momentum of the pendulum is 9,25 Nm. And testing on the specimen is given maximum pressure by a compressive strength machine tool with the results of all specimens destroyed and has a maximum pressure received differently for each specimen. The results of compressive strength testing on specimens have an average of 52,97 kg/cm².

Keywords : Road barrier, palm kernel shell ash, composite.

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan proposal penelitian ini dengan judul “PEMBUATAN PEMBATAS JALAN DARI BAHAN BETON RINGAN DAN ABU CANGKANG SAWIT”. Sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Dalam menyelesaikan Proposal Tugas Akhir ini, penulis banyak mengalami hambatan dan rintangan yang disebabkan minimnya pengetahuan dan pengalaman penulis, namun berkat petunjuk dari Allah SWT yang terus memberikan hidayahnya berkat ikhtiar penulis dan atas banyaknya bimbingan dari pada dosen pembimbing, serta bantuan moril ataupun material dari berbagai pihak akhirnya penulis dapat menyelesaikan Proposal Tugas Akhir ini.

Untuk itu penulis mengucapkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak M. Yani, ST., MT, Selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Proposal Tugas Akhir ini.
2. Bapak Chandra A Siregar, ST., M.T. Sebagai Ketua Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Ahmad Marabdi Siregar, S.T, M.T. Selaku Sekretaris Program Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T, M.T. Selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu ke teknik mesin kepada Saya.
6. Orang tua : Alm.M.Yahya Hsb dan Dumaria Hrp , yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai Saya.

7. Seluruh Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Sahabat-sahabat penulis : Fikri Haykal, Dimas Aditya dan Fajar Prastia.

Proposal Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu keteknik-mesinan.

Medan, 20 Januari 2025

Aulia Rinanda Hsb

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR NOTASI	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Ruang Lingkup	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Pengertian Pembatas Jalan Road Barrier	4
2.1.1. Proses Pembuatan <i>Road Barrier</i>	6
2.2. Komposit	6
2.2.1. Kelebihan Bahan Komposit	8
2.2.2. Kekurangan Bahan Komposit	8
2.3. Klasifikasi Material Komposit	8
2.3.1. Klasifikasi Komposit Menurut Bahan Penguatnya	8
2.3.2. Matriks	10
2.4. Komposit Semen	11
2.4.1. Sifat – Sifat Semen	12
2.5. <i>Foaming Agent</i>	13
2.6. Abu Cangkang Sawit	13
2.7. Uji Tekan	15
2.8. Pengujian Stabilitas Bandul <i>Road Barrier</i>	15
2.9. Proses Pembuatan Produk	18
BAB 3 METODE PENELITIAN	19
3.1. Tempat dan Waktu	19
3.1.1. Tempat Penelitian	19
3.1.2. Waktu Penelitian	19
3.1.3. Rancangan Alat Penelitian	20
3.2. Bahan dan Alat Yang Digunakan	21
3.2.1. Bahan Penelitian	21
3.2.2. Alat Penelitian	23
3.3. Bagan Alir Penelitian	29
3.4. Prosedur Penelitian	30
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1. Pembuatan	31

4.1.1. Pengujian Stabilitas Bandul <i>Road Barrier</i>	31
4.1.2. Pengujian Kuat Tekan	32
4.2. Pembahasan	34
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	40
5.1. Kesimpulan	40
5.2. Saran	40
DAFTAR PUSTAKA	42
Lampiran 1. Uji Beton	
Lampiran 2. Lembar Asistensi	
Lampiran 3. Sk Pembimbing	
Lampiran 4. Berita Acara Seminar Hasil Penelitian	
Lampiran 5. Daftar Riwayat Hidup	

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Jadwal Penelitian	19
Tabel 4.1. Perhitungan Pengujian Menggunakan Ayunan Bandul Bola Beton	32
Tabel 4.2. Perhitungan Luas Permukaan Benda Uji Pada Spesimen	33
Tabel 4.3. Hasil Kuat Tekan Yang Didapat Dari Benda Uji	34
Tabel 4.4. Hasil Pengujian Menggunakan Mesin Kuat Tekan	37
Tabel 4.5. Hasil Pengujian Kuat Tekan Dengan Alat Mesin	38

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. <i>Road Barrier</i> (PLASTINDO, 2020)	4
Gambar 2.2. Ukuran Dan Spesifikasi (Konstruksi, 2022)	5
Gambar 2.3. Semen (SCG, 2022)	
Gambar 2.4. <i>Foaming Agent</i> (Rachman & Riwayati, 2022)	13
Gambar 2.5 Abu Cangkang Sawit (Sumber: Riadi & Danil, 2016)	14
Gambar 2.6. Prinsip Pengujian <i>Road Barrier</i>	
Gambar 2.7. Kesetimbangan Gaya Pada Bandul Ketika Terjadi Impak	17
Gambar 3.1. Rancangan Alat Penelitian	
Gambar 3.2. Mortar Busa	
Gambar 3.3. Semen (SCG, 2022)	
Gambar 3.4. Pasir (Hadi, 2020)	
Gambar 3.5. Alat uji tekan	
Gambar 3.6. Alat Uji Bandul	
Gambar 3.7. Hasil Cetakan Spesimen Dari Pipa Paralon	25
Gambar 3.8. Gerinda Tangan	
Gambar 3.9. Bor Tangan	
Gambar 3.10. Jangka Sorong	
Gambar 3.11. Timbangan Digital	
Gambar 3.12. Ayakan Pasir	
Gambar 3.13. Sendok Pasir	
Gambar 3.14. Bagan Alir Penelitian	
Gambar 4.1. Proses Pencampuran Bahan Komposit Dengan Semen	34
Gambar 4.2. <i>Road Barrier</i>	
Gambar 4.3. Pengujian Stabilitas Pada Bandul <i>Road Barrier</i>	35
Gambar 4.4. Diagram Hasil Energi Potensial Pada Bandul	36
Gambar 4.5. Diagram Momentum Pada Bandul	36
Gambar 4.6. Pencetakan Spesimen	
Gambar 4.7. Pengujian Spesimen	
Gambar 4.8. Diagram Tekanan/Beban Maksimal	39
Gambar 4.9. Diagram Kuat Tekan Benda Uji	39

DAFTAR NOTASI

A	= Luas permukaan benda uji (mm^2)
E_p	= Energi potensial (Joule)
F	= Gaya bandul
f_c	= Kuat tekan beton yang didapat dari benda uji (N/mm^2)
g	= Gravitasi (m/s^2)
h	= Tinggi pada bandul
h_1	= Tinggi awal pada bandul
h_2	= Tinggi akhir pada bandul
b	= Lebar pada spesimen (m)
l_0	= Panjang awal Tali pada bandul (m)
M	= Momentum (Nm)
m	= Massa (kg)
P_{ax}	= Beban tekan maksimum (N)
t	= Tinggi pada spesimen (m)
x_0	= Jarak pendulum awal
θ	= Sudut lingkaran

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pengertian dari *road barrier* sendiri adalah sebuah alat yang digunakan untuk membuat batas pada jalan atau sebagai pembagi jalan atau pengaman jalan. Pada umumnya *road barrier* digunakan di jalanan alternatif dan juga jalan utama untuk menghindari suatu kemacetan sangat diperlukan *road barrier* ini. *Road barrier* juga bisa digunakan sebagai pemberi tuntunan arus atau pembatas jalan untuk lokasi yang tidak bisa dilewati. Untuk membuat konstruksi *road barrier* material yang digunakan sebagai bahan baku adalah semen yang di cor.

Road barrier atau pembatas jalan beton pertama kalinya dibuat oleh ETI (*Evolution in Traffic Innovation*) yang memiliki fungsi untuk keamanan dalam berkendara. *Road barrier* sangat diperlukan di dalam beberapa kejadian tertentu seperti terjadinya kemacetan atau saat terdapat perbaikan jalan. Beton adalah salah satu bahan yang dapat dibuat menjadi pembatas jalan ini. *Road barrier* dengan bahan beton memiliki sifat kuat dan tahan lama. Untuk segi desain, *road barrier* memiliki bentuk persegi panjang dengan bagian bawah yang lebih besar dibanding bagian atasnya. Ukuran dari *road barrier* ini bermacam - macam dan dapat disesuaikan dengan setiap kebutuhan.

Kelebihan *road barrier* yaitu : lebih kuat, lebih awet, lebih aman, perbaikan lebih mudah. Kekurangan *road barrier* : lebih berat, lebih mahal, tidak ada pilihan warna.

Hasil dari penelitian (Istianto Budhi Rahardja, Vianda Nia C Surbakti, Ahdiat L Siregar) pengaruh penambahan dari keseluruhan perhitungan bahwa campuran abu cangkang sawit sebagai filler memenuhi persyaratan pada *road barrier*, berdasarkan hasil pengujian kuat tekan, densitas dan daya serap air yang dilakukan.

Keunggulan bahan komposit diantaranya berat yang lebih ringan, kekuatan yang lebih tinggi, tahan korosi dan memiliki biaya perakitan yang lebih murah karena berkurangnya jumlah komponen dan baut - baut penyambung. Kekuatan tarik dari komposit serat karbon lebih tinggi dari pada paduan logam. Sehingga

hal itu menghasilkan berat pesawat yang lebih ringan, dengan daya angkut yang lebih besar ringan, dengan daya angkut yang lebih besar, hemat bahan bakar dan jarak tempuh yang lebih jauh.

Abu cangkang sawit adalah produk limbah pertanian. Limbah ini diperoleh dari proses pembakaran cangkang sawit dalam tungku atau dapur pembakaran bersuhu 700°C sampai 800°C. limbah ini dihasilkan dalam jumlah besar dan berpotensi menimbulkan risiko bagi kesehatan dan lingkungan.

Pemanfaatan abu cangkang sawit yang efektif, kondusif dan ramah lingkungan merupakan tantangan tersendiri bagi pelaku usaha, khususnya industri penghasil limbah abu cangkang sawit. Abu cangkang sawit mengandung kation anorganik, seperti natrium dan kalium yang bisa dimanfaatkan dengan baik.

Manfaat abu cangkang sawit yang pertama dalam ilmu teknik adalah sebagai bahan tambahan semen, khususnya dalam desain beton bermutu tinggi. Pembuatan semen membutuhkan bahan campuran atau tambahan sehingga abu cangkang sawit bisa digunakan. Penggunaan abu cangkang sawit sebagai tambahan semen dalam pembangunan mampu membuat campuran bahan tersebut lebih kokoh dan memiliki kualitas lebih baik.

Beton busa merupakan salah satu inovasi baru yang di kategorikan kedalam beton ringan yang mempunyai berat jenis rendah yang semakin banyak digunakan dalam dunia konstruksi di Indonesia. Beton busa tersusun atas bahan-bahan agregat halus, semen, air, dan foam agent.

Studi tentang kekuatan material komposit sangat jarang dijumpai, terutama material yang terbuat dari bahan alami. Karena alasan inilah peneliti tertarik untuk meneliti tentang pembuatan *road barrier* dari komposit melalui proses yang standar secara ilmiah. Penelitian ini menggunakan busa, pasir, abu cangkang sawit dan matriks semen, akan diuji dengan pengujian pengujian kuat tekan.

1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang akan dilakukan penelitian ini ialah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara pemanfaatan busa dan abu cangkang sawit sebagai bahan

penguat dalam pembuatan *road barrier* ?

2. Bagaimana menguji kekuatan busa dan abu cangkang sawit untuk bahan *road barrier*?

1.3. Ruang Lingkup

Ruang lingkup pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Pembuatan *road barrier* dari bahan beton menggunakan perbandingan 1:1:1 pada semen, bahan ringan (busa), dan abu cangkang sawit.
2. Mengevaluasi kekuatan impak spesimen yang dibuat dengan bahan ringan (busa) dan abu cangkang sawit.
3. Pembuatan spesimen benda uji menggunakan cetakan. Cetakan terbuat dari paralon yang tingginya 14 cm dan diameternya 8 cm.

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini yaitu :

1. Mengalisa kekuatan spesimen dari bahan ringan dan abu cangkang sawit menggunakan alat uji kuat tekan tujuannya mengetahui seberapa kuat tekan maksimal pada spesimen.
2. Menganalisa kekuatan komposit yang diperkuat dengan abu cangkang sawit yang digunakan pada *road barrier*.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini yaitu :

1. Menambah pengetahuan tentang komposit abu cangkang sawit.
2. Menambah pengetahuan tentang proses pembuatan komposit yang terus berkembang mengalami peningkatan.
3. Dapat mengetahui kekuatan komposit yang diperkuat dengan beton ringan (busa).

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Pembatas Jalan Road Barrier

Road barrier atau biasa disebut pembatas jalan merk Bnh adalah peralatan keamanan jalan yang digunakan sebagai penghalang atau pembatas jalan terdapat empat jenis pembatas jalan yang digunakan di seluruh dunia yaitu kabel (*cable barrier*), rel (*guardrail*), beton (*concrete barrier wall*), dan roller (*roller barrier*) pembatas jalan juga dapat di buat dari fiber, baja atau plastik *road barrier* beton merupakan salah satu jenis beton pencetak yang berfungsi sebagai pembatas jalan yang dirancang untuk konstruksi permanen. Dapat dilihat pada gambar 2.1 di bawah ini:

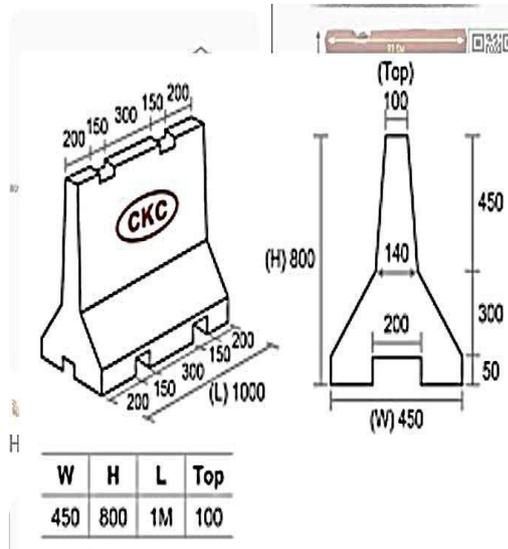


Gambar 2.1. *Road Barrier* (PLASTINDO, 2020)

Sedangkan *road barrier* adalah perangkat pengaturan lalu lintas. Banyak digunakan untuk mengarahkan lalu lintas untuk menghindari bagian jalan yang sedang ada perbaikan, mengalihkan lalu lintas pada kecelakaan lalu lintas atau untuk melindungi pekerja di jalan yang sedang melakukan pekerjaan perawatan atau pemeliharaan jalan (dishub,2023).

Selain fungsi kelancaraan lalu lintas, sering kali digunakan untuk menjaga keselamatan pejalan kaki bila mana trotoar yang tersedia lebarnya tidak cukup untuk menjamin keselamatan pejalan kaki (U.S. Fire Administration,2012). Semakin berkembangnya teknologi pembuatan *Traffic Cone* ditambahkan bahan *retroreflective*. kelebihan bahan tersebut daripada bahan plastik maupun karet saja

adalah bisa memantulkan cahaya, pada *roller barrie* tersebut maka akan membuat pengendara tahu bahwa pada erea tersebut ada beton lalu lintas (dishub,2022). Dapat dilihat pada gambar 2.2 di bawah ini:



Gambar 2.2. Ukuran Dan Spesifikasi (Konstruksi, 2022)

Pada gambar di atas ialah contoh spesifikasi pada *road barrier* yaitu lebar bawah (W), tinggi (H), Panjang (L), lebar atas (Top). Berikut merupakan ukuran serta berat *road barrier* yang sesuai dengan penggunaannya:

1. *Road barrier* dengan ukuran 50 x 70 x100 cm (Lb x T x P) bisa dipasang di indoor maupun outdoor.
2. Kerucut lalu lintas yang memiliki ukuran 18 inci dengan berat 1,4 kg biasa digunakan di luar ruangan seperti saat melakukan pengecatan garis jalan.
3. Kerucut lalu lintas yang memiliki ukuran 28 inci (711 mm) berat 7lb (3,2) biasa digunakan pada jalan yang bukan merupakan jalan tol seperti jalan lokal.
4. *Road barrier* berukuran Panjang kuping bodi: 94 cm ,Panjang kuping ke kuping: 127 cm lebar alas: 47 cm tinggi: 78 cm. Dapat digunakan pada jalan raya maupun jalan tol.
5. Kerucut lalu lintas yang memiliki ukuran 36 inci serta berta 4,5 kg juga dipasang pada jalan raya atau jalan tol.

2.1.1. Proses Pembuatan *Road Barrier*

Pembaras lalu lintas (*Road Barrier*) Dilakukan dengan menggunakan Teknik Injeksi molding dengan menggunakan cetakan yang terbuat dari kayu proses pembuatan meliputi beberapa tahap yaitu:

1. Persiapan bahan baku bahan dasar pembuatan pembatas jalan (*road barrier*).
2. Pembentukan cetakan: cetakan dari bahan dasar kayu dibuat dengan mencetak atau molding cetakan tersebut dibuat sama seperti pembatas jalan (*road barrier*).
3. Pencetakan: bahan dasar yang digabungkan mulai dari bahan komposit semen, abu cangkang sawit kemudian di injeksikan ke cetakan yang telah ditentukan.
4. Pengeringan: setelah pembatas jalan (*road barrier*) dikeringakan dan dipisahkan antara cetakan dan pembatas jalan tersebut sebelum masuk ke tahap finising.
5. Finishing setelah pengeringan selanjutnya melakukan proses pengecekan apakah ada cacat dalam proses pencetakan. Kemudian untuk produk yang sudah melewati proses pengecekan selanjutnya proses pemasangan pita reflektif sesuai dengan standar.

2.2. Komposit

Kata komposit memberikan suatu pengertian yang sangat luas dan berbeda – beda mengikut situasi dan perkembangan bahan itu sendiri. Gabungan dua atau lebih bahan merupakan suatu konsep yang diperkenalkan untuk menerangkan definisi dari komposit (Harris, 1999). Meskipun demikian, pengertian ini terlalu umum karena komposit ini merangkumi semua bahan termasuk plastik yang diperkuat dengan serat, paduan logam, keramik, polimer, plastik berpengisi atau apa saja campuran dua bahan atau lebih untuk mendapatkan suatu bahan yang baru. Kita bisa melihat definisi komposit ditinjau dari beberapa tahap seperti dituliskan oleh Schwartz (1992), yaitu:

1. Peringkat Atas Suatu bahan yang terdiri dari dua atau lebih atom yang berbeda dapat dikatakan sebagai bahan komposit. Misalnya: paduan polimer

dan keramik. Bahan–bahan yang terdiri dari unsur bahan baku saja yang tidak termasuk dalam peringkat ini.

2. Peringkat mikrostruktur komposit merupakan suatu bahan yang terdiri dari dua atau lebih struktur molekul atau fasa. Mengikuti definisi ini banyak bahan yang secara tradisional dikenal sebagai komposit seperti kebanyakan bahan logam. Misalnya: besi keluli yang merupakan paduan multifusi mengandung karbon dan besi.
3. Peringkat Makrostruktur merupakan gabungan bahan yang berbeda komposisi atau bentuk untuk memperoleh suatu sifat atau ciri tertentu dari suatu bahan baru. Dimana konstituen gabungan masih tetap dalam bentuk bahan asal, secara fisik dapat ditandai dan melihat pertemuan antara muka satu bahan dengan bahan lainnya.

Selanjutnya, Rosato dan Matitia (1991) menyatakan bahwa plastik dan bahan – bahan penguat yang biasanya dalam bentuk serat, dimana ada serat pendek, panjang, anyaman pabrik atau lainnya. Sedangkan, Agarwal dan Broutman (1990) menyatakan bahwa bahan komposit mempunyai ciri – ciri dan komposisi yang berbeda untuk menghasilkan suatu bahan yang mempunyai sifat dan ciri tertentu serta berbeda dari sifat dan ciri konstituen bahan bakunya. Konstituen bahan baku masih tetap dan dihubungkan melalui suatu fasa antara muka (interface). Konstituen–konstituen ini dapat diketahui secara fisikal dengan pasti.

Beberapa ilmuwan lain juga mendefinisikan komposit sebagai gabungan serat – serat dan resin. Penggabungannya sangat beragam, serat ada yang diatur memanjang (unidirectional composites), ada yang di potong – potong kemudian dicampur secara acak (random fibers), ada yang dianyam silang lalu dicelupkan dalam resin (cross–ply laminae), dan lainnya. Selain itu, ada juga pendapat lain yang menyatakan bahwa bahan komposit adalah kombinasi bahan pengisi yang berbentuk serat, butiran seperti pengisi serbuk logam, serat kaca, karbon, aramid (kevlar), keramik, dan serat logam dalam bentuk yang berbeda – beda didalam matrik. Dari beberapa pengertian di atas maka dapat disimpulkan secara sederhana pengertian tentang bahan komposit yaitu bahan heterogen yang terdiri dari fasa penguat dan fasa pengikat (matrik).

2.2.1. Kelebihan Bahan Komposit

Adapun manfaat dari riset ini adalah :

1. Bahan komposit mempunyai kelebihan dari segi versatility (berdaya guna) yaitu produk yang mempunyai gabungan sifat-sifat yang menarik yang dapat dihasilkan dengan mengubah sesuai jenis matriks dan serat yang digunakan. Contoh dengan menggabungkan lebih dari satu serat dengan matriks untuk menghasilkan komposit hibrid.
2. Tidak korosi.
3. Lebih kuat, ulet dan tidak getas.

2.2.2. Kekurangan Bahan Komposit

Adapun kekurangan dari riset ini adalah :

1. Tidak tahan terhadap beban shock (kejut) dan crash (tabrak) dibandingkan dengan metal.
2. Kurang elastis
3. Lebih sulit dibentuk secara plastis

2.3. Klasifikasi Material Komposit

Bahan komposit dapat diklasifikasikan kedalam beberapa kategori. Secara umum, komposit dapat diklasifikasikan menjadi dua (Schwartz, 1984), yaitu :

1. Klasifikasi komposit menurut bahan penguatnya.
2. Klasifikasi komposit menurut bahan matriknya.

2.3.1. Klasifikasi Komposit Menurut Bahan Penguatnya

Menurut bentuk bahan penguatnya, komposit dapat dibedakan menjadi lima jenis, (Schwartz, 1992), yaitu :

- a. Komposit serat (*fibrous composite*)

Merupakan jenis komposit yang hanya terdiri dari satu lapisan (lamina) menggunakan penguat berupa serat. Bahan komposit serat terdiri dari serat-serat yang diikat oleh matrik yang saling berhubungan. Serat yang digunakan dapat berupa: serat gelas, serat karbon, serat aramid fibers (poly-aramide), dan sebagainya. Serat-serat tersebut dapat disusun secara acak

maupun dengan orientasi tertentu bahkan bisa juga dalam bentuk yang lebih kompleks seperti anyaman.

b. Komposit laminat (*laminated composite*)

Pada material komposit dikenal istilah lamina (*laminate*). Lamina adalah satu lembar komposit dengan satu arah serat tertentu. Misalnya: serat yang dipakai dalam industri pesawat terbang biasanya terbuat dari karbon dan gelas, sedangkan resinnya adalah epoxy dari bahan polimer. Sementara laminat adalah gabungan beberapa lamina. Laminat dibuat dengan cara memasukkan pre-preg lamina ke dalam autoclave selama selang waktu tertentu dan dengan tekanan serta temperatur tertentu pula. Autoclave adalah suatu alat semacam oven bertekanan untuk menggabungkan lamina. Tebal lamina untuk komposit serat karbon adalah 0.125 mm.

c. Komposit sketal (*filled*)

Komposit filled adalah gabungan matrik continous skeletal dengan matrik yang kedua.

d. Komposit serpih (*flake*)

Komposit serpihan tersusun atas serpihan – serpihan yang saling menahan dengan mengikat permukaan atau dimasukkan ke dalam matrik. Pengertian dari serpihan adalah partikel kecil yang telah ditentukan sebelumnya yang dihasilkan dalam peralatan yang khusus dengan orientasi serat sejajar pada permukaannya. Sifat – sifat khusus yang dapat diperoleh dari serpihan adalah bentuknya besar dan datar sehingga dapat disusun dengan rapat untuk menghasilkan suatu bahan penguat yang tinggi untuk luas penampang lintang tertentu. Pada umumnya, serpihan – serpihan saling tumpang tindih pada sebuah komposit sehingga dapat membentuk lintasan fluida ataupun uap yang dapat mengurangi kerusakan mekanis karena penetrasi atau perembesan.

e. Komposit partikel (*particulate composite*)

Merupakan komposit yang menggunakan partikel serbuk sebagai penguatnya dan terdistribusi secara merata dalam matriknya (Schwartz, 1992). Bentuk partikel ini dapat bermacam-macam seperti bulat, kubik,

tetragonal atau bahkan bentuk – bentuk yang tidak beraturan secara acak. Dalam struktur komposit, bahan komposit partikel tersusun dari partikel - partikel disebut bahan komposit partikel. Menurut definisinya partikelnya berbentuk–beberapa macam seperti bulat, kubik, tetragonal atau bahkan bentuk–bentuk yang tidak beraturan secara acak, tetapi secara rata–rata berdimensi sama.

2.3.2. Matriks

Matriks adalah fasa dalam material komposit yang mempunyai bagian atau fraksi volume terbesar (dominan). Matriks mempunyai fungsi untuk mentransfer tegangan ke serat, membentuk ikatan koheren, permukaan matrik/serat, melindungi serat, memisahkan serat, melepas ikatan, dan tetap stabil setelah proses manufaktur.

Semen sebagai matriks mempunyai fungsi sebagai pengikat, sebagai pelindung struktur komposit, memberi kekuatan pada komposit dan bertindak sebagai media transfer tegangan yang diterima oleh komposit serta melindungi serat dari abrasi dan korosi (Hyer, 1998).

Berdasarkan matriks yang digunakan material komposit dapat dikelompokkan menjadi :

1. Metal Matriks Composite (MMC atau MMC's)

Yaitu material komposit dengan matriksnya dari logam. MMC mulai dikembangkan sejak tahun 1996. Pada mulanya yang diteliti adalah Continous Filamen MMC yang digunakan dalam industry penerbangan. MMC dengan matriks logam aluminium (Al) disebut dengan Aluminium Metal Matrix Composite (AMMC). AMMC yang dibuat dengan cara pengecoran disebut Aluminium Metal Matrix Composite Cast Composite (AMMCC).

2. Ceramic Matriks Composite (CMC atau CMC's)

Yaitu material komposit dengan matriksnya dari keramik. CMC merupakan material dua fasa dengan satu fasa berfungsi sebagai penguat dan satu fasa sebagai matriks dimana matriksnya terbuat dari keramik. Penguat yang umum digunakan pada CMC adalah oksida, carbida, nitrida. Salah satu

proses pembuatan dari CMC yaitu dengan proses DIMOX yaitu proses pembentukan komposit dengan reaksi oksidasi leburan logam untuk pertumbuhan matriks keramik di sekeliling daerah filler.

3. *Polymer Matriks Composite (PMC atau PMC's)*

Yaitu material komposit dengan matriksnya dari polimer. Polimer merupakan matriks yang paling umum digunakan pada material komposit. Karena memiliki sifat yang lebih tahan terhadap korosi dan lebih ringan. Matriks polimer terbagi 2 yaitu termoset dan termoplastik. Perbedaannya polimer termoset tidak dapat didaur ulang sedangkan termoplastik dapat didaur ulang sehingga lebih banyak digunakan belakangan ini. Jenis-jenis termoplastik yang biasa digunakan adalah polypropylene (PP), polystyrene (PS), polyethylene (PE), dan lain-lainnya (Tjahjanti, 2018).

2.4. Komposit Semen

Semen berasal dari bahasa latin "CAEMENTUM" yang berarti bahan perekat. Semen merupakan senyawa/zat pengikat hidrolis yang terdiri dari senyawa C-S-H (Kalsium Silikat Hidrat) yang apabila bereaksi dengan air akan dapat mengikat bahan-bahan padat lainnya, membentuk satu kesatuan massa yang kompak, padat dan keras. Sejarah penggunaan semen sebenarnya telah dimulai berabad-abad yang lalu, terbukti dengan banyaknya bangunan atau peninggalan sejarah yang menggunakan semen yang masih berdiri sampai sekarang, misalnya Piramida dan Sphinx di mesir, Colloseum dan jaringan – jaringan Aquaduct (pengairan) di romawi, serta penggunaan tanah liat untuk bangunan oleh orang-orang Assyria dan Babilonia di Timur Tengah. Meskipun penggunaan mineral semen telah dilakukan berabad-abad lamanya, hanya sedikit yang diketahui tentang susunan kimiawinya. Baru pada akhir abad 17 setelah Revolusi Industri yang bermula dari daratan Eropa, banyak peneliti dan ilmuwan berusaha mengembangkan proses pembuatan semen dengan metode yang lebih baik. Dari peneliti-peneliti tersebut, tercatat antara lain John Smeaton (Inggris,1956) yang ditugaskan untuk membangun sebuah mercu suar di Selat Inggris, menemukan suatu campuran kapur dan tanah liat yang akan mengeras dibakar (Hydraulic Lime) ; Big Bryan (Inggris,1780) ; James Parker (1797) yang meneliti Roman

Cement yang berasal dari batu kapur dan batu silika LJ Vicat (Perancis,1824), serta David O. Saylor (Amerika Serikat,1850). Joseph Aspdin memperoleh hak paten dengan penemuannya mengenai sejenis semen yang didapatkan dari kalsinasi campuran batu kapur dengan tanah liat dan menggiling hasilnya menjadi bubuk halus yang kemudian dikenal dengan nama “ Portland Cement ”. Dua puluh tahun setelah hak paten dari Joseph Aspdin, barulah semen mulai diproduksi dengan kualitas yang dapat diandalkan (Tahun 1850, 4 buah pabrik semen tanur tegak berdiri di Inggris). Selain itu tercatat nama seorang ilmuwan I.C Johnson yang berjasa meletakkan dasar-dasar proses kimia pada pembuatan semen. (Hariawan, 2017) Dapat dilihat pada gambar 2.3 di bawah ini:



Gambar 2.3. Semen (SCG, 2022)

2.4.1. Sifat – Sifat Semen

Sifat fisika dan kimia masing-masing jenis semen memiliki karakteristik yang berbeda-beda yang harus memenuhi syarat kimia dan fisika. Untuk menjaga tetap terjaminnya mutu semen Portland maka syarat kimia dan fisika harus terus diperhatikan.

Syarat mutu tersebut antara lain kandungan senyawa dalam semen Portland, kehalusan semen, residu, hilang pijar dan lain-lain. Syarat utama kimia dan fisika (Hariawan, 2017).

2.5. *Foaming Agent*

Foaming agent (agen pembusa) adalah zat yang digunakan untuk menghasilkan busa atau memperbaiki stabilitas busa dalam suatu sistem cairan. Fungsinya adalah menurunkan tegangan permukaan cairan sehingga udara dapat terperangkap, membentuk gelembung, dan menciptakan struktur berbuisa.

Kegunaan *foaming agent* pada pembuatan beton ringan adalah untuk memperluas permukaan adanya gelembung-gelembung udara. Oleh karena itu, dapat mengurangi penggunaan agregat dan menghasilkan bobot yang lebih ringan dibandingkan dengan beton konvensional. Tujuan penelitian ini adalah memformulasikan *foaming agent* untuk menghasilkan busa yang paling baik digunakan dalam pembuatan beton ringan. Dapat dilihat pada gambar 2.4 di bawah ini:



Gambar 2.4. *Foaming Agent* (Rachman & Riwayati, 2022)

2.6. Abu Cangkang Sawit

Abu cangkang sawit adalah limbah padat yang berasal dari pembakaran cangkang kelapa sawit yang dipergunakan sebagai bahan bakar untuk menghasilkan uap pada proses penggilingan minyak sawit. Pemrosesan buah kelapa sawit menjadi ekstrak minyak sawit menghasilkan limbah padat yang sangat banyak dalam bentuk serat, cangkang, dantan dan buah kosong. Setiap 100 ton tandan buah segar yang diproses akan menghasilkan lebih kurang 20 ton cangkang, 7 ton serat, dan 25 ton tandan kosong. Cangkang selanjutnya digunakan lagi sebagai bahan bakar yang menghasilkan uap pada penggilingan minyak sawit.

Pembakaran dalam ketel uap dengan menggunakan cangkang kelapa sawit ini akan menghasilkan abu cangkang sawit (*oil palm ashes*) dengan ukuran butir yang sangat halus (Sevren Buana (2015)). Abu cangkang sawit dapat dilihat pada gambar 2.5 di bawah ini:



Gambar 2.5 Abu Cangkang Sawit (Sumber: Riadi & Danil, 2016)

Limbah cangkang sawit yang berupa abu cangkang sawit belum banyak dimanfaatkan, hanya menjadi sampah yang dapat merusak lingkungan. Untuk itu harus ada upaya untuk memanfaatkan limbah abu cangkang sawit tersebut dalam rangka meminimalkan dampak yang ditimbulkannya. Abu hasil pembakaran ini biasanya dibuang dekat pabrik sebagai limbah padat yang tidak dimanfaatkan, bahkan berpotensi menimbulkan gangguan terhadap lingkungan dan kesehatan (Sevren Buana (2015)).

Abu Cangkang Kelapa Sawit merupakan salah satu limbah dari pengolahan kelapa sawit. Abu sawit merupakan sisa dari pembakaran cangkang kelapa sawit dalam dapur atau tungku pembakaran dengan suhu $700^{\circ}\text{C} - 800^{\circ}\text{C}$. Abu sawit berasal dari unit pengolahan kelapa sawit yang penanganan limbah tersebut ditangani secara baik. Abu Cangkang Kelapa Sawit merupakan limbah hasil pembakaran cangkang sawit yang mengandung banyak silikat. Selain itu, Abu Cangkang Kelapa Sawit juga mengandung Kation Anorganik seperti Kalium dan Natrium (Sarifah & Pasaribu, 2017).

2.7. Uji Tekan

Uji tekan adalah besarnya beban persatuan luas, yang menyebabkan benda uji hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu pada mesin uji. Nilai kuat tekan beton didapat melalui pengujian standar menggunakan mesin uji dengan cara memberikan beban tekan bertingkat dengan kecepatan peningkatan beban tertentu atas benda uji silinder beton sampai hancur. Kuat tekan beton (f_c')/tegangan (σ) (Suseno & Winata, 2013). Tujuan dari uji tekan adalah untuk mengetahui kekuatan tekan material, yaitu sejauh mana material tersebut mampu menahan gaya tekan sebelum mengalami kerusakan. Data yang dihasilkan dari uji tekan, seperti tegangan tekan dan regangan, digunakan untuk menentukan kualitas material, terutama yang akan digunakan dalam konstruksi atau aplikasi yang memerlukan daya tahan terhadap tekanan.

Dalam uji tekan, spesimen biasanya berbentuk silinder atau kubus, dan gaya tekan diterapkan secara perlahan menggunakan mesin uji tekan. Hasil uji berupa nilai kekuatan tekan maksimal yang dapat ditahan oleh material tersebut, yang biasanya dinyatakan dalam satuan tekanan, seperti Pascal (Pa) atau Newton per milimeter persegi (N/mm²). Dapat dihitung dalam persamaan sebagai berikut :

$$f_c' = \frac{P_{\max}}{A} \dots\dots\dots (2.1)$$

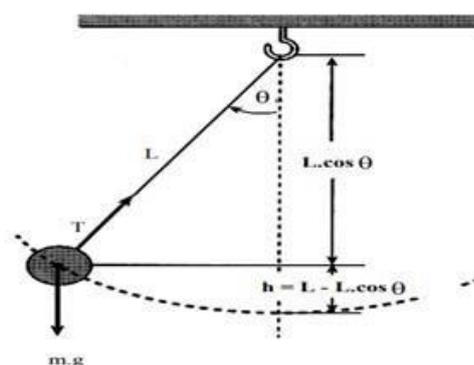
Dimana :

- f_c' = Kuat tekan beton yang didapat dari benda uji (N/mm²)
- P_{\max} = Beban tekan maksimum (N)
- A = Luas permukaan benda uji (mm²)

2.8. Pengujian Stabilitas Bandul *Road Barrier*

Pengujian stabilitas *road barrier* lalu lintas menggunakan prinsip uji impak dapat dilakukan untuk mengevaluasi sejauh mana *road barrier* dapat bertahan dan tetap stabil dalam situasi benturan atau tumbukan yang mungkin terjadi di lingkungan lalu lintas. Prinsip uji impak ini dapat memberikan informasi penting tentang kekuatan, daya tahan, dan stabilitas *road barrier* dalam menghadapi situasi lalu lintas yang realistis.

Pengujian struktur kerucut lalu lintas bertujuan untuk mengumpulkan data energi impact minimum. Pengujian impact merupakan suatu upaya untuk mensimulasikan kondisi operasi material yang sering ditemui dalam perlengkapan transportasi atau konstruksi dimana beban tidak selamanya terjadi secara perlahan-lahan melainkan datang secara tiba-tiba, contoh deformasi pada bumper mobil pada saat terjadinya tumbukan kecelakaan. Dapat dilihat pada gambar 2.6 di bawah ini:



Gambar 2.6. Prinsip Pengujian *Road Barrier*

Beban berada pada ketinggian (h) dari dasar ayunan. Pada kondisi awal, beban dalam keadaan diam dan energi kinetik bernilai nol sedangkan energi potensial sistem adalah:

$$E_p = m \cdot g \cdot h \dots\dots\dots (2.2)$$

Jadi, energi total awal dari sistem adalah:

$$E_{Ta} = E_K + E_P = 0 + mgh \dots\dots\dots (2.3)$$

Pada saat bandul berayun turun, maka energi yang tersedia berasal dari energi kinetik, karna energi potensial bernilai 0. Sehingga Energi akhir pada dasar ayunan menjadi:

$$T_1 = \frac{1}{2} k_p + \dots\dots\dots + 0 = \frac{1}{2} \dots\dots\dots (2.4)$$

Selanjutnya berdasarkan kekekalan energi, maka:

$$= \frac{1}{2} \cdot v^2 \dots\dots\dots (2.5)$$

Jarak h bila dihubungkan dengan θ dan panjang bandul (L) ialah:

$$h = L(1 - \cos \theta) \dots\dots\dots (2.6)$$

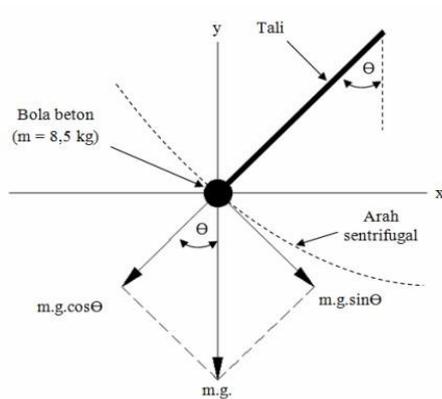
Sehingga kelajuan di dasar bandul dapat diperoleh dari:

$$V = \sqrt{2gh} = \left[2gL(1 - \cos \theta) \right]^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots (2.7)$$

Atau dapat juga dihitung dengan:

$$V = \sqrt{\frac{2E_{pot}}{m}} \dots\dots\dots (2.8)$$

Kesetimbangan gaya pada gambar 2.6 perhatikan pada gambar 2.7 dengan asumsi jenis bandul adalah bandul matematis (abaikan massa tali). Dapat dilihat pada gambar 2.7 di bawah ini:



Gambar 2.7. Kesetimbangan Gaya Pada Bandul Ketika Terjadi Impak

Bola beton memiliki arah pergerakan sentrifugal terhadap titik pusat ayunan seperti diperlihatkan pada Gambar 2.7 berdasarkan kesetimbangan gaya tersebut diketahui bahwa gaya bandul (F) yang mengenai kerucut adalah:

$$F = m \cdot g \cdot \sin \theta \dots\dots\dots (2.9)$$

Dengan demikian momen yang terjadi pada kerucut lalu lintas akibat gaya yang dihasilkan oleh bola beton ialah:

$$= \dots 1 \dots \dots \dots (2.9)$$

dan

$$= \dots 1. \quad \theta \dots \dots \dots$$

(2.10)

2.9. Proses Pembuatan Produk

Adapun proses pembuatan produk road barrier ialah sebagai berikut:

1. Menimbang bahan komposit antara semen dan pasir agar sesuai dengan komposisi yang sudah di tentukan.
2. Menimbang mortar busa dan abu cangkang sawit sebagai bahan penguat agar sesuai dengan variasi komposisi yang sudah ditentukan.
3. Mencampur semen dan pasir yang sudah ditentukan sesuai yang dibutuhkan.
4. Menuangkan campuran semen dan pasir kedalam cetakan sampai batas yang disesuaikan.
5. Meletakkan mortar busa, abu cangkang sawit di atas campuran semen, dan pasir pada cetakan hingga merata.
6. Meletakkan kembali campuran semen dan pasir volume cetakan penuh.
7. Menutup bagian atas cetakan agar terbentuk *Road Barrier*.

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu

3.1.1. Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Jl Kapten Muchtar Basri No.3 Medan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dan di Jl. Kolam No.1 Medan Estate, Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

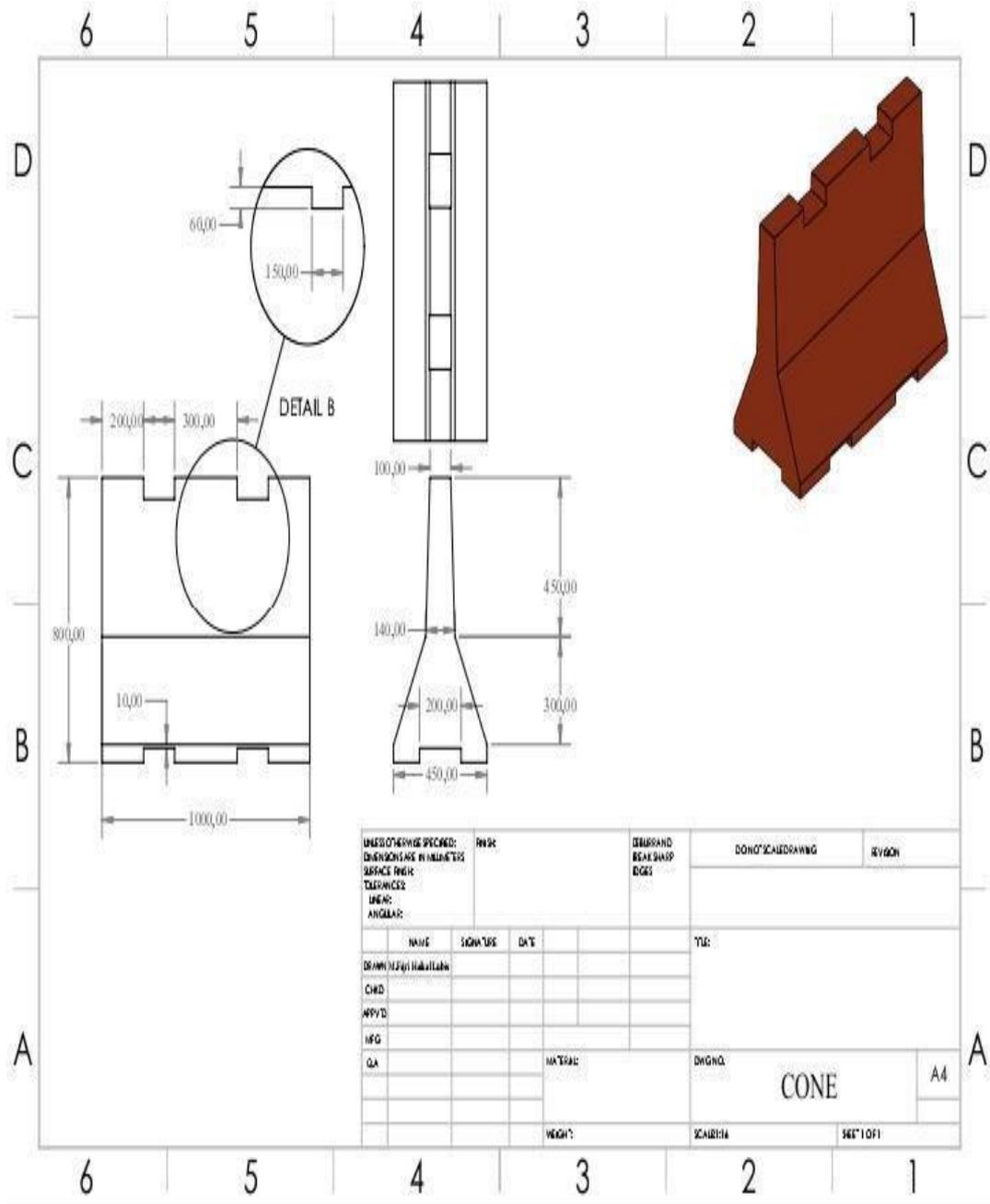
3.1.2. Waktu Penelitian

Waktu penerapan tugas akhir ini direncanakan selama 6 bulan dari disetujuinya penulisan proposal tugas akhir, pengambilan data, pengolahan data, seminar hasil sampai sidang akhir.

Tabel 3.1. Jadwal Penelitian

No	Kegiatan	Waktu (Bulan)					
		1	2	3	4	5	6
1	Studi literatur		■				
2	Persiapan material uji		■	■	■	■	
3	Pengujian komposisi material uji			■	■	■	
4	Proses pembersihan material				■	■	
5	Proses pembuatan material uji				■	■	
6	Pengambilan data kehilangan berat, data parameter cuaca dan rekapitulasi					■	■
7	Analisa data						■
8	Penulisan laporan akhir						■
9	Sidang sarjana						■

3.1.3. Rancangan Alat Penelitian



Gambar 3.1. Rancangan Alat Penelitian

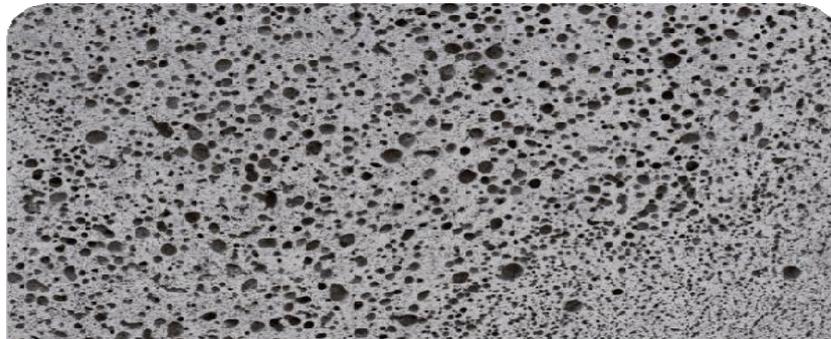
3.2. Bahan dan Alat Yang Digunakan

Dalam proses pembuatan dan pengujian road barrier ini menggunakan beberapa alat dan bahan untuk membuat spesimen yang kemudian dapat dilakukan pengujian.

3.2.1. Bahan Penelitian

1. Mortar Busa

Mortar busa memiliki berat yang ringan dimana massa jenis maksimum 0,8 ton/m³ untuk lapis base dengan UCS minimum 2.000 kilogram/cm², serta massa jenis maksimum 0,6 ton/m³ untuk lapis subbase dengan UCS minimum 800 kilogram/cm² seperti mortar beton, mortar busa juga memiliki sifat memadat sendiri. Keunggulan mortar busa juga efisien waktu pengerjaan jika dibandingkan dengan konstruksi konvensional (antara 40%) dan ramah lingkungan karena menggunakan sedikit material konstruksi terutama bahan alam. Dapat dilihat pada gambar 3.2 di bawah ini:



Gambar 3.2. Mortar Busa

2. Semen

Semen adalah bahan bangunan berbentuk bubuk halus yang digunakan sebagai perekat untuk menyatukan material konstruksi seperti pasir, kerikil, dan batu bata. Semen, ketika dicampur dengan air, akan membentuk pasta yang dapat mengeras menjadi bahan yang sangat kuat. Semen sering digunakan dalam campuran beton atau mortar untuk membangun struktur bangunan. Jenis semen yang paling umum adalah semen portland, yang terdiri dari bahan-bahan seperti kapur, silika, alumina, dan oksida besi. Semen merupakan suatu bahan perekat kimia yang memberikan perkerasan

terhadap material campuran lain menjadi suatu bentuk yang tahan lama dan kaku. Dapat di lihat pada gambar 3.3 di bawah ini :



Gambar 3.3. Semen (SCG, 2022)

3. Pasir

Pasir adalah suatu bahan material yang di gunakan sebagai bangunan untuk merekat semen. Pasir alam atau pasir yang dihasilkan oleh industry pemecah batu dan mempunyai ukuran butiran sebesar 5,0 mm. agregat halus yang baik harus bebas bahan organic, lempung atau bahan-bahan lain yang dapat merusak campuran beton serta mempunyai tekstur yang tajam dan keras tidak dapat dihancurkan oleh jari dan tidak mudah aus atau pecah (Hadi, 2020). Dapat dilihat pada gambar 3.4 di bawah ini :



Gambar 3.4. Pasir (Hadi, 2020)

4. Foaming Agent

Foam Agent adalah suatu larutan pekat dari bahan surfaktan, dimana apabila hendak digunakan harus dilarutkan dengan air. Foaming agent membantu menciptakan gelembung udara kecil dalam campuran beton sehingga menghasilkan material yang ringan namun kuat.

5. Abu cangkang sawit

Abu cangkang sawit adalah limbah pembakaran kelapa sawit di dalam tungku perebusan atau tungku pembakaran kelapa sawit atau yang di sebut boiler. Abu cangkang sawit adalah hasil samping dari pembakaran cangkang kelapa sawit (palm kernel shell) yang sering digunakan sebagai bahan bakar biomassa pada boiler atau sistem pembangkit energi. Abu ini berbentuk material berwarna abu - abu hingga hitam dan memiliki potensi besar untuk dimanfaatkan diberbagai sektor karena sifat fisiknya dan kandungan mineralnya.

3.2.2. Alat Penelitian

1. Alat uji tekan

Alat uji kuat tekan adalah perangkat yang digunakan untuk mengukur kemampuan material dalam menahan gaya tekan hingga material tersebut hancur atau mengalami deformasi signifikan. Pengujian ini sering dilakukan pada material konstruksi seperti beton, bata, dan logam, serta bahan industri lainnya untuk menentukan kekuatan mekaniknya. Uji kuat tekan dilakukan dengan memberikan gaya tekan secara bertahap pada material hingga mencapai batas kekuatan atau mengalami kerusakan. Nilai kuat tekan dihitung berdasarkan gaya maksimum yang diterima material dibagi dengan luas permukaan penampang yang ditekan.

Uji kuat tekan sangat penting untuk memastikan material yang digunakan dalam konstruksi dan industri memenuhi persyaratan kekuatan dan keamanan yang telah ditetapkan. Dapat dilihat pada gambar 3.5 sebagai berikut :



Gambar 3.5. Alat uji tekan

2. Alat uji bandul

perangkat yang digunakan untuk mengukur ketahanan material terhadap tumbukan atau impak. Alat ini bekerja berdasarkan prinsip energi kinetik yang dihasilkan oleh bandul yang dilepaskan dari ketinggian tertentu untuk memukul sampel material. Tujuannya adalah mengevaluasi seberapa besar energi yang diserap oleh material hingga patah. Alat ini memanfaatkan energi potensial bandul pada ketinggian awal, yang diubah menjadi energi kinetik saat bandul bergerak ke bawah dan memukul sampel. Setelah sampel patah, energi yang tersisa diukur untuk mengetahui energi yang diserap oleh material. Alat uji bandul berfungsi untuk menguji spesimen. Dapat dilihat pada gambar 3.6 di bawah ini:



Gambar 3.6. Alat Uji Bandul

3. Cetakan spesimen uji tekan

Cetakan spesimen menggunakan pipa paralon bekas. Pipa paralon yang sudah di ukur tinggi dan diameternya untuk keperluan spesifikasi spesimen untuk uji kuat tekan. Dapat dilihat pada gambar 3.7 di bawah ini :



Gambar 3.7. Hasil Cetakan Spesimen Dari Pipa Paralon

4. Gerinda tangan

Dgerinda tangan digunakan untuk berbagai keperluan pemotongan, penghalusan, pengasahan, dan pengikisan pada berbagai jenis material seperti logam, kayu, keramik, atau beton. Alat ini sangat serbaguna dan sering digunakan di bengkel, konstruksi, maupun keperluan rumah tangga.

Gerinda berfungsi untuk meratakan permukaan cetakan dan menghaluskan sisa-sisa dari cetakan. Penting saat menggunakan gerinda tangan dengan hati-hati dan mematuhi instruksi keamanan yang disediakan oleh produsen. Dapat dilihat pada gambar 3.8 di bawah ini:



Gambar 3.8. Gerinda Tangan

5. Bor listrik

Bor listrik adalah alat listrik yang digunakan untuk melubangi, mengebor, atau bahkan memasang sekrup pada berbagai jenis material seperti kayu, logam, beton, atau plastik. Alat ini sangat umum digunakan dalam pekerjaan konstruksi, perbaikan, pertukangan, hingga keperluan rumah tangga karena kemudahan dan kecepatan kerjanya. Bor listrik berfungsi untuk melubangi pinggiran dari cetakan, selain itu juga digunakan untuk membuat lubang atau mengebor pada berbagai bahan, seperti kayu, logam, plastik, dan lainnya. Dapat dilihat pada gambar 3.9 di bawah ini:



Gambar 3.9. Bor Tangan

6. Jangka sorong

Jangka sorong adalah alat ukur presisi yang digunakan untuk mengukur panjang, diameter, kedalaman, atau ketebalan suatu benda dengan tingkat akurasi yang tinggi. Alat ini sering digunakan di bidang teknik, industri, pendidikan, maupun laboratorium untuk memastikan pengukuran yang presisi hingga ketelitian 0,01 mm atau 0,02 mm tergantung pada jenisnya. Jangka sorong digunakan untuk mengukur ketebalan. Alat ini sering digunakan dalam berbagai industri seperti manufaktur, teknik, otomotif, dan laboratorium untuk mengukur komponen dan objek dengan tingkat ketelitian yang lebih tinggi dibandingkan dengan penggaris atau pengukur konvensional. Dapat dilihat pada gambar 3.10 sebagai berikut:



Gambar 3.10. Jangka Sorong

7. Timbangan digital

Timbangan digital adalah alat pengukur berat atau massa yang menggunakan teknologi digital untuk menampilkan hasil pengukuran. Dibandingkan dengan timbangan analog, timbangan digital memberikan hasil yang lebih akurat, cepat, dan mudah dibaca karena menggunakan layar digital untuk menunjukkan angka.

Timbangan digital yang akan digunakan untuk menimbang bahan yang akan digunakan. Untuk mendapatkan hasil yang akurat, penting untuk memastikan bahwa timbangan berada pada permukaan datar dan stabil. Dapat dilihat pada gambar 3.11 di bawah ini:



Gambar 3.11. Timbangan Digital

8. Ayakan pasir

Ayakan pasir adalah alat yang digunakan untuk memisahkan partikel-partikel pasir berdasarkan ukuran atau diameter butirannya. Alat ini berfungsi untuk menyaring pasir atau bahan sejenis agar mendapatkan material yang sesuai dengan ukuran yang dibutuhkan, misalnya dalam

pekerjaan konstruksi, pengecoran, atau pembuatan beton. Dapat dilihat pada gambar 3.12 di bawah ini:



Gambar 3.12. Ayakan Pasir

9. Sendok pasir

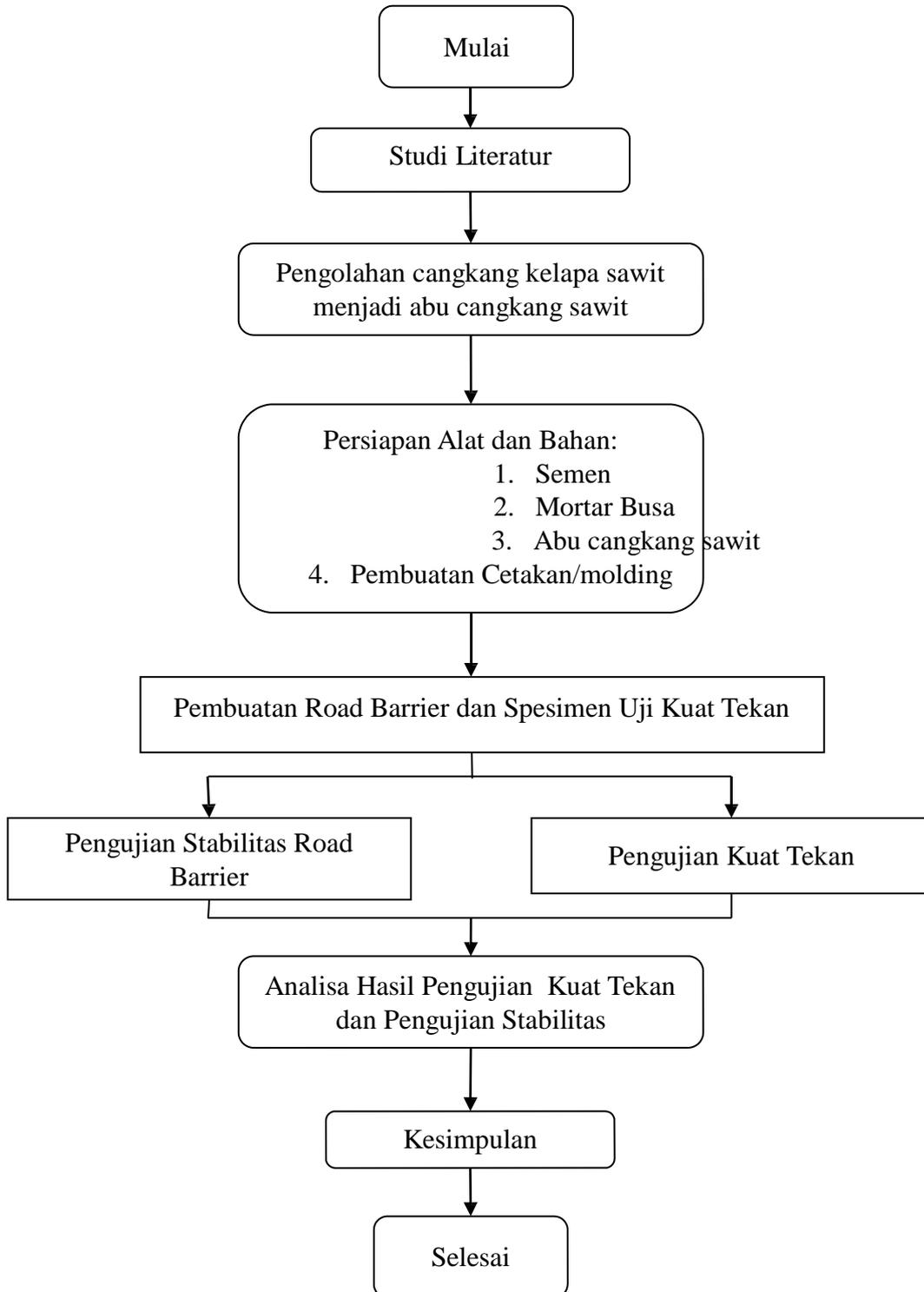
Sendok pasir adalah alat yang digunakan untuk mengangkat dan memindahkan pasir dari satu tempat ke tempat lain, biasanya digunakan dalam kegiatan konstruksi atau pengerjaan yang melibatkan pasir, seperti pengecoran beton, pembuatan adukan mortar, atau pengukuran material. Alat ini memiliki bentuk yang mirip dengan sendok biasa, namun dengan ukuran yang lebih besar dan desain yang lebih kuat untuk mengangkat pasir dalam jumlah yang lebih banyak. Sendok pasir gunanya untuk alat mengaduk semen dan serat kulit durian agar merata dan menaruhnya ke cetakan yang sudah dibuat Gambar dapat dilihat pada Gambar 3.13 di bawah ini:



Gambar 3.13. Sendok Pasir

3.3. Bagan Alir Penelitian

Bagan alir dalam penelitian ini dapat di lihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 3.14. Bagan Alir Penelitian

3.4. Prosedur Penelitian

Langkah – langkah yang dilakukan dalam melakukan penelitian pemantuan saat melakukan pengujian stabilitas bandul dan pengujian kuat tekan pada *road barrier*.

1. Pengujian stabilitas bandul *road barrier*

- *Road barrier* dicetak terlebih dahulu dengan bahan bahan ringan (busa) dan abu cangkang sawit.
- Ayunan bandul terbuat dari bahan beton.
- Kemudian beton diayunkan menghantam *road barrier* yang sudah jadi.
- Pengujian dilakukan berulang kali dengan sudut dan ketinggian yang berbeda – beda pada setiap kali pengujian.

2. Pengujian kuat tekan

- Pencetakan spesimen menggunakan pipa paralon dengan tinggi 14 cm dan diameter 8 cm.
- Bahan spesimen yang digunakan ialah dari bahan ringan (busa) dan abu cangkang sawit.
- Kemudian spesimen di uji menggunakan mesin alat uji kuat tekan.
- Saat pengujian, spesimen diberikan tekanan sampai maksimal dari mesin uji kuat tekan hingga hancur. Sehingga spesimen mendapatkan hasil tekanan maksimal kuat tekan.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pembuatan

Metode pengujian dilakukan menggunakan pengujian pada stabilitas bandul *Road Barrie* dan pengujian kuat tekan. Pembuatan pada setiap pengujian spesimen berbeda – beda, dapat dilihat sebagai berikut:

4.1.1. Pengujian Stabilitas Bandul *Road Barrier*

Pada pengujian ini menggunakan prinsip ayunan bola beton yang akan menghantam ujung krucut pada *road barrier* dapat dihitung sebagai berikut :

$$\text{Dik : } m = 5 \text{ kg}$$

$$l_0 = 2,2 \text{ m}$$

$$x_0 = 0,4 \text{ m}$$

$$\theta = 15^\circ$$

$$g = 9,8 \text{ / } ^2$$

$$l_1 = 0,25 \text{ m}$$

$$\text{Dit : } l_2 = 0,16 \text{ m}$$

Dit : Energi Potensial (E_p) dan Momentum (M) ?

Penyelesaian :

$$E_p = m \cdot g \cdot l_2$$

$$= 5 \cdot 9,8 \text{ / } ^2 \cdot 0,16 \text{ m} = 7,84 \text{ j}$$

Maka, untuk menghitung momentum yang terjadi akibat gaya yang dihasilkan pada beton ialah:

$$M = m \cdot g \cdot l_1 \sin 15^\circ$$

$$= 5 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ / } ^2 \cdot 0,25 \text{ m} \cdot 0,258819$$
$$= 3,17 \text{ Nm}$$

Hasil Perhitungan pengujian menggunakan prinsip ayunan bandul bola beton dapat dilihat pada tabel 4.1 sebagai berikut:

Tabel 4.1. Perhitungan Pengujian Menggunakan Ayunan Bandul Bola Beton

Pengujian	l (m)	x (m)	θ	h (m)	h (m)	E_p (j)	M (Nm)	Keterangan (Jatuh/Tidak Jatuh)	Pergeseran (mm)
1	2,2	0,4	15°	0,25	0,16	7,84	3,17	Tidak Jatuh	20
2	2,2	0,6	19°	0,30	0,18	8,82	3,80	Tidak Jatuh	35
3	2,2	0,8	25°	0,45	0,20	9,80	5,70	Tidak Jatuh	37
4	2,2	1	28°	0,55	0,24	11,76	6,97	Jatuh	330
5	2,2	1,1	35°	0,65	0,26	12,74	8,24	Jatuh	472
6	2,2	1,2	40°	0,70	0,27	13,23	8,87	Jatuh	476
7	2,2	1,4	45°	0,80	0,28	13,72	10,14	Jatuh	479
8	2,2	1,6	60°	1	0,31	15,19	12,68	Jatuh	482
9	2,2	1,8	65°	1,2	0,32	15,68	15,21	Jatuh	485
10	2,2	2	70°	1,4	0,34	16,66	17,75	Jatuh	487
Rata-rata						12,50	9,25		

4.1.2. Pengujian Kuat Tekan

Menghitung luas permukaan benda uji atau spesimen ialah sebagai berikut:

Dik : $d = 8$ cm, $r = d/2 = 8/2 = 4$ cm

Dik : Luas permukaan benda uji (A) ?

Penyelesaian :

$$\begin{aligned}
 A &= \pi \cdot r^2 \\
 &= 3,14 \times 4^2 \\
 &= 3,14 \times 16 \\
 &= 50,26548 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

Maka, luas permukaan benda uji keseluruhan dapat dilihat pada tabel 4.2 sebagai berikut:

Tabel 4.2. Perhitungan Luas Permukaan Benda Uji Pada Spesimen

Identitas Benda Uji	Umur	Ukuran Spesimen		Bobot (kg)	A (cm ²)
		Tinggi (cm)	Diameter (Cm)		
1	3 Hari	14	8	1,422	50,26
2	3 Hari	14	8	1,406	50,26
3	14 Hari	14	8	1,420	50,26
4	14 Hari	14	8	1,405	50,26
5	14 Hari	14	8	1,406	50,26
6	14 Hari	14	8	1,418	50,26
7	14 Hari	14	8	1,421	50,26
8	14 Hari	14	8	1,420	50,26
9	14 Hari	14	8	1,406	50,26

Mengitung kuat tekan yang dari benda uji atau spesimen ialah sebagai berikut :

$$\text{Dik : } P_{\max} = 25 \text{ kN} = 25000 \text{ N}$$

$$\text{Maka, } P_{\max} = 25000 \times 0,10197 \text{ kg}$$

$$= 2549,25 \text{ kg}$$

$$A = 50,26 \text{ cm}^2$$

Dit : kuat tekan beton yang didapat dari benda uji (f_c') ?

Penyelesaian:

$$f_c' = \frac{P_{\max}}{A}$$

$$= \frac{2549,25 \text{ kg}}{50,26 \text{ cm}^2}$$

$$= 50,72125 \text{ kg/cm}^2$$

Maka, hasil kuat tekan spesimen yang di uji pada 9 spesimen dapat dilihat pada tabel 4.3 sebagai berikut :

Tabel 4.3. Hasil Kuat Tekan Yang Didapat Dari Benda Uji

Identitas Benda Uji	Umur	Bobot	A (cm²)	P max (kN)	f_c' (kg/cm²)	Keterangan Setelah di uji
1	3 Hari	1,422	50,26	25	50,72	Hancur
2	3 Hari	1,406	50,26	20	40,57	Hancur
3	14 Hari	1,420	50,26	25	50,72	Hancur
4	14 Hari	1,405	50,26	25	50,72	Hancur
5	14 Hari	1,406	50,26	30	60,86	Hancur
6	14 Hari	1,418	50,26	30	60,86	Hancur
7	14 Hari	1,421	50,26	25	50,72	Hancur
8	14 Hari	1,420	50,26	30	60,86	Hancur
9	14 Hari	1,406	50,26	25	50,72	Hancur
Rata-rata					52,97	

4.2. Pembahasan

Proses pembuatan produk *road barrier* dan spesimen untuk uji coba kuat tekan ialah mencampur mortar busa dan abu cangkang sawit sebagai bahan penguat dan semen dan pasir. Dapat dilihat pada gambar 4.1 di bawah ini sebagai berikut:



Gambar 4.1. Proses Pencampuran Bahan Komposit Dengan Semen

Hasil cetakan *road barrier* ialah dengan bahan campuran mortar bus, abu cangkang sawit sebagai bahan penguat dan semen dan juga pasir. dapat dilihat pada gambar 4.2 sebagai berikut:



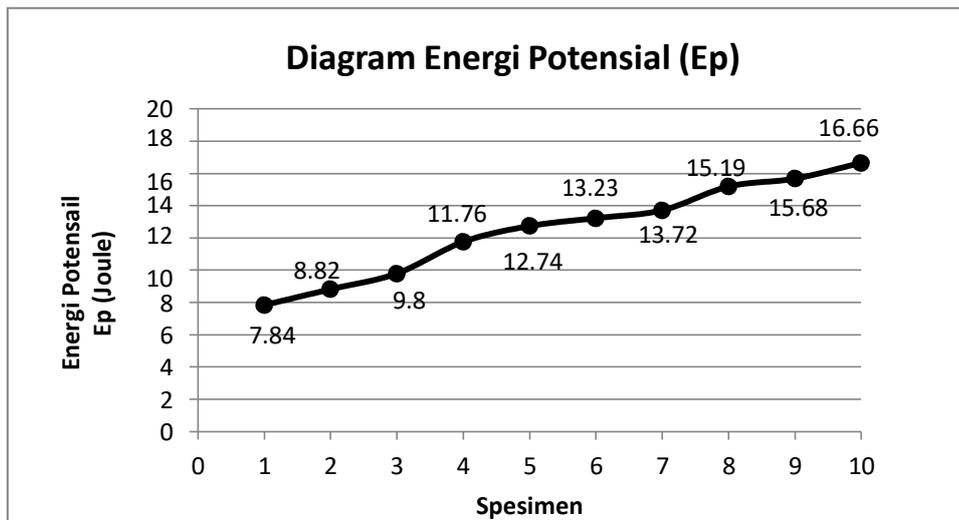
Gambar 4.2. *Road Barrier*

Pengujian Stabilitas Pada bandul *road barrier* menggunakan prinsip ayunan beton yang dimana massa beton = 5 kg dan panjang tali 2,2 m diikatkan pada satu titik agar dapat mengayun kan beton mengenai atas pada *road barrier*. Pengujian dilakukan di luar ruangan yang dimana tali diikat di atas pohon sebagai titik pusat pada bandul dapat dilihat pada gambar 4.3 di bawah ini :



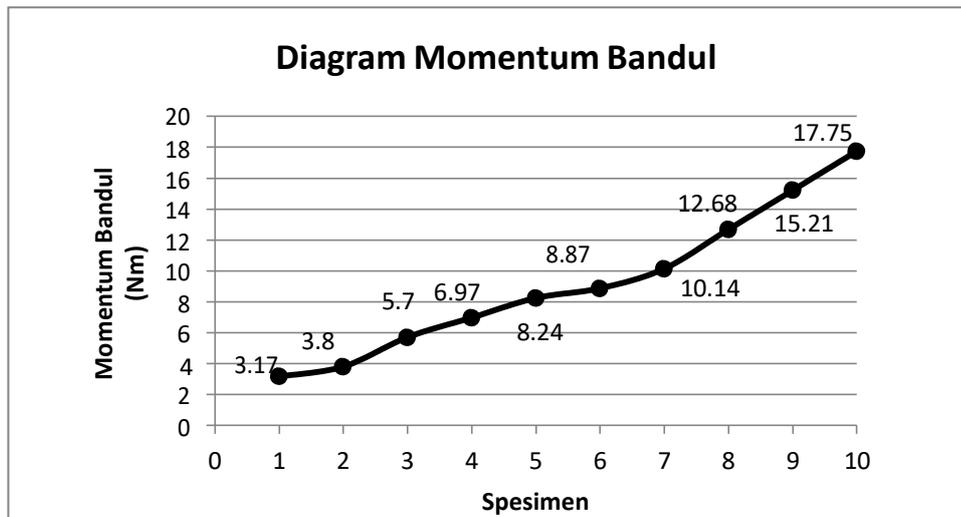
Gambar 4.3. Pengujian Stabilitas Pada Bandul *Road Barrier*

Hasil pengujian kuat tekan ialah menghasilkan energi potensial dan momentum pada bandul dan memiliki memiliki rata – rata ialah 12,50 joule dan dapat dilihat pada gambar diagram 4.4 sebagai berikut:



Gambar 4.4. Diagram Hasil Energi Potensial Pada Bandul

Hasil pengujian kuat tekan ialah momentum pada bandul memiliki rata – rata ialah 9,25 Nm dan dapat dilihat pada gambar diagram 4.5 di bawah ini sebagai berikut:



Gambar 4.5. Diagram Momentum Pada Bandul

Pembuatan spesimen untuk uji kuat tekan menggunakan cetakan dari paralon dengan tinggi 14 cm dan lebar 8 cm. Mencampur mortar busa dan abu cangkang sawit sebagai menguat dan komposit semen dan pasir lalu menuangkan pada cetakan. Lalu diamkan beberapa hari sesuai kebutuhan untuk uji coba. Pencetakan spesimen dapat di lihat pada gambar 4.6 sebagai berikut:



Gambar 4.6. Pencetakan Spesimen

Pembuatan cetakan spesimen untuk uji coba ialah ada 9 spesimen menggunakan alat mesin uji kuat tekan. Alat uji yang digunakan memiliki kapasitas beban maksimal 2000 KN. Hasil pengujian yang dilakukan dapat dilihat pada tabel 4.4 di bawah ini sebagai berikut :

Tabel 4.4. Hasil Pengujian Menggunakan Mesin Kuat Tekan

Benda Uji	Bobot (kg)	Beban Tekan (Saat Pengujian)		Kuat Tekan (kg/cm ²)
		KN	(Kg)	
1	1,422	20	2039,40	40,593
2	1,406	20	2039,40	40,593
3	1,420	25	2527,43	50,307
4	1,405	25	2527,43	50,307
5	1,406	30	3032,91	60,368
6	1,418	30	3032,91	60,368
7	1,421	25	2527,43	50,307
8	1,420	30	3032,91	60,368
9	1,406	25	2527,43	60,368

Saat menggunakan alat mesin kuat tekan dan sedang dalam proses pengujian pada spesimen yang berbentuk tabung. Yang dimana benda uji di cetak menggunakan pipa. Dapat dilihat pada gambar 4.7 sebagai berikut:



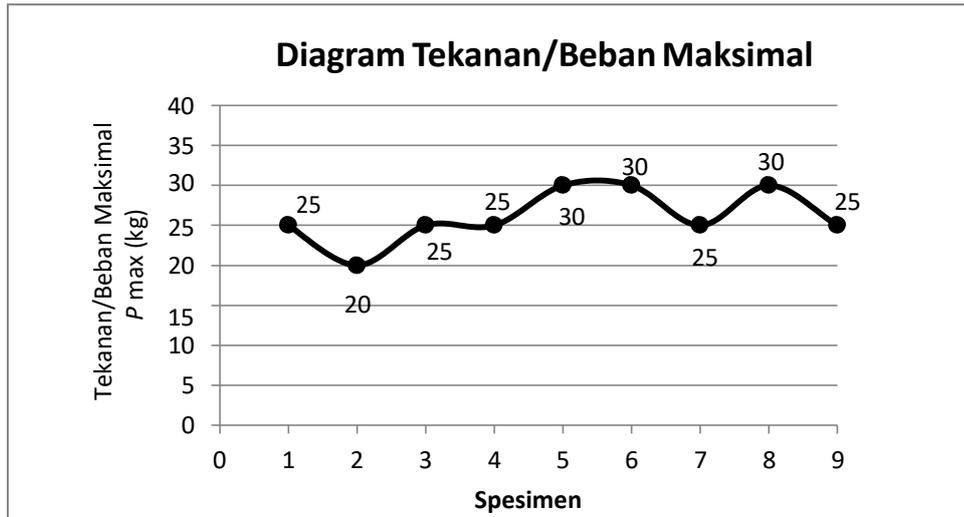
Gambar 4.7. Pengujian Spesimen

Hasil pengujian kuat tekan menggunakan alat mesin dapat dilihat pada tabel 4.5 di bawah ini sebagai berikut:

Tabel 4.5. Hasil Pengujian Kuat Tekan Dengan Alat Mesin

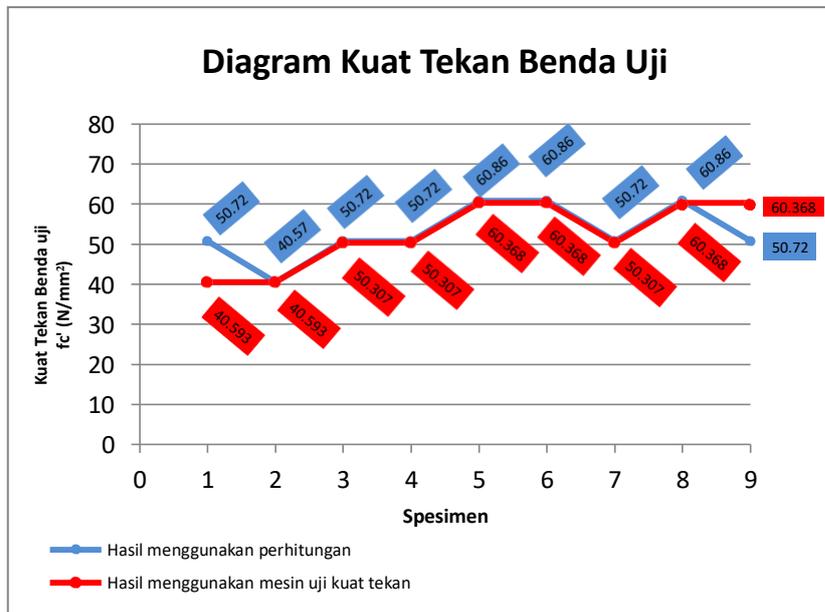
Benda Uji	Umur	Bobot (kg)	A (cm ²)	Hasil Kuat Tekan	
				Hasil Perhitungan (kg/ c m ²)	Hasil Menggunakan Mesin Uji Tekan (kg/ c m ²)
1	3 Hari	1.422	50,26	50,72	40,593
2	3 Hari	1,406	50,26	40,57	40,593
3	14 Hari	1,406	50,26	50,72	50,307
4	14 Hari	1,438	50,26	50,72	50,307
5	14 Hari	1,430	50,26	60,86	60,368
6	14 Hari	1,447	50,26	60,86	60,368
7	14 Hari	1,446	50,26	50,72	50,307
8	14 Hari	1,428	50,26	60,86	60,368
9	14 Hari	1,430	50,26	50,72	60,368

Hasil Pengujian kuat tekan pada tekanan/beban maksimum pada spesimen dapat dilihat pada gambar 4.8 diagram tekanan/ beban maksimal sebagai berikut:



Gambar 4.8. Diagram Tekanan/Beban Maksimal

Pada gambar di atas adalah hasil pengujian kuat tekan pada benda uji 9 spesimen yang dimana setiap spesimen hancur akibat tekanan maksimal yang diberikan mesin alat uji tekan. Hasil dari perhitungan manual dan hasil uji coba pada mesin alat uji tekan dapat dilihat pada gambar 4.9 sebagai berikut:



Gambar 4.9. Diagram Kuat Tekan Benda Uji

Pada gambar di atas adalah hasil dari perhitungan manual, hasilnya adalah terendah 40,57 N/mm² dan tertinggi 60,86 N/mm². Dan hasil menggunakan mesin uji kuat tekan, hasilnya adalah terendah 40,593 N/mm² dan tertinggi 60,368 N/mm². Hasil perhitungan keduanya tidak jauh berbeda.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kesimpulan dari pengujian ini ialah bahan komposit yang digunakan bahan ringan (busa) dan abu cangkang sawit menawarkan potensi yang menarik. Berdasarkan penelitian dan pengujian yang ada, dapat disimpulkan bahwa abu cangkang sawit memiliki karakteristik yang dapat menguntungkan untuk digunakan sebagai penguat dalam bahan komposit.

Beberapa kesimpulan dibawah ini sebagai berikut :

1. Kekuatan Spesimen
Abu cangkang sawit menunjukkan kekuatan spesimen yang layak, terutama ketika dipadukan dengan semen, bahan ringan (busa) dan foaming agent. Hal ini berarti abu cangkang sawit dapat memberikan kontribusi positif dalam meningkatkan kekuatan dan kekakuan bahan komposit.
2. Ketahanan pada spesimen dengan bahan utama bahan ringan (busa) dan abu cangkang sawit layak digunakan.
3. Hasil pengujian stabilitas pada bandul memiliki rata – rata pada energi potensial adalah 12,50 joule dan momentum bandul adalah 9,25 Nm. Dan pengujian 9 spesimen diberikan tekanan maksimal oleh alat mesin kuat tekan dengan hasil semua spesimen hancur. Hasil pengujian kuat tekan pada spesimen memiliki rata – rata adalah 52,97 kg/cm².

Saran

Ada beberapa saran dalam penelitian ini dilakukan antara lain sebagai berikut :

1. Pastikan bahan komposit diuji secara ketat untuk kualitas. Proses produksi harus dikendalikan dengan baik untuk memastikan karakteristik yang diinginkan dan mencegah cacat potensial.
2. Selalu pertimbangkan dampak lingkungan dalam produksi dan penggunaan bahan komposit. Bahan-bahan ramah lingkungan harus diutamakan dan daur

ulang harus dipromosikan untuk mengurangi limbah dan kerusakan lingkungan.

3. Penulis menyarankan untuk pengembangan cetakan spesimen uji kuat tekan lebih disempurnakan lagi karena cetakan saat ini masih harus di rapikan lagi sebelum dipakai spesimenya untuk di uji.
4. Penulis percaya bahwa penggunaan bahan ringan (busa) dan abu cangkang sawit dalam bahan komposit dapat menjadi cerminan dari inovasi berwawasan masa depan yang menghargai potensi lokal.

DAFTAR PUSTAKA

- Hadi, S. (2020). Analisis Jenis Pasir Terhadap Kuat Tekan Beton. *Jurnal Kacapuri : Jurnal Keilmuan Teknik Sipil*, 3(2), 146. <https://doi.org/10.31602/jk.v3i2.4075>
- Hariawan, J. B. (2017). PENGARUH PERBEDAAN KARAKTERISTIK TYPE SEMEN ORDINARY PORTLAND CEMENT (OPC) dan PORTLAND COMPOSITE CEMENT (PCC) TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR. *Accelerating the World's Research.*, 1–10
- Hidayati, I., Abdi, F. N., & Widiastuti, M. (2022). *Pengaruh Penambahan foam Agent Terhadap Kuat Tekan Dan berat Beton Normal Dengan Agregat Kasar Palu Dan Halus Mahakam*. *Teknologi Sipil : Jurnal Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi*, 6(2).
- Holliday, P. (1981). *Fungus Disases of Tropical Crops*. Cambridge Univ. Press. Cambridge. 17(3).
- Konstruksi, M. (2022). *Road Barrier Beton*. Mitra Konstruksi. <https://www.mitra-konstruksi.com/road-barrier/>
- Majanasastra, R. (2013). *Analisis Simulasi Uji Impak Baja Karbon Sedang (AISI 1045) dan Baja Karbon Tinggi (AISI D2) Hasil Perlakuan Panas*. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Unisma "45" Bekasi*. 1(2).
- Manshor, M.R, H. Anuar, M.N Nur Aimi, M.I Ahmad Fitre, W.B Wan Nazri, S.M Sapuan, Y.A El-Shekeil, M.U. Wahid. (2013). *Mechanical, Thermal and Morphological Properties of Durian Skin Fibre Reinforced PLA Biocopmposites*. Elsevier B.V.
- Oroh Jonathan, Sappu Frans, Lumintang P Romels. (2013). *Analisis Sifat Mekanik Material Komposit Dari Serat Sabut Kelapa*. Teknik Mesin, Universitas Sam Ratulangi Manado.
- PLASTINDO, P. G. (2020). *Road Barrier*. PLASTINDO, PT GRAHAEXCEL.

<https://www.grahaexcel.com/product/road-barrier-penghalang-jalan>

- Rachman, D. N., Riwayati, S., Hidayat, A., & Pratiwi, T. N. (2022). Penggunaan Foam Agent Pada Beton Untuk Pembuatan Beton Ringan. *Jurnal Tekno Global UIGM Fakultas Teknik*, 11(1).
- Riadi, H., & Danil, D. (2016). *Pemanfaatan Bahan Limbah Cangkang Sawit sebagai Bahan Pengisi Agregat Kasar pada Beton*. *Al-Ard: Jurnal Teknik Lingkungan*, 1(2). <https://doi.org/10.29080/alard.v1i2.119>
- Richardo, R. (2011). *Pengaruh Variasi Media Pendingin Hasil Sambungan Las Baja Paduan Terhadap Nilai Ketangguhan*. *Jurnal Teknik Mesin*. 1(1).
- Sari Nasmi Herlina. (2018). *Material Teknik*.
- Sarifah, J., & Pasaribu, B. (2017). Pengaruh Penggunaan Abu Cangkang Kelapa Sawit Guna Meningkatkan Stabilitas Tanah Lempung. *Cetak) Buletin Utama Teknik*, 13(1), 1410–4520
- Sarifah, J., & Pasaribu, B. (2017). *Pengaruh Penggunaan Abu Cangkang Kelapa Sawit Guna Meningkatkan Stabilitas Tanah Lempung*. *Cetak Buletin Utama Teknik*.13(1).
- SCG. (2022). *Pengertian dan Jenis Semen Portland (Portland Cement)*. PT KOKOH INTI AREBAMA Tbk. <https://scgcbm.id/inspirasi/pengertian-dan-jenis-semen-portland-portland-cement/>
- Simon Adiwijaya Anugraha, (2017). *Karakteristik Komposit Berpenguat Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit 3%, 5%, dan 7% Menggunakan Perlakuan Curing*. Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma.
- Suseno, P. K., & Winata. (2013). Penyebaran kuat tekan beton pada penampang spun-pile. *Jurnal Desain Pratama*, 5(2), 1–8. <https://download.garuda.kemdikbud.go.id/article.php?article=1233065&val=6500&title=PENYEBARAN KUAT TEKAN BETON PADA PENAMPANG SPUN-PILE>

- Tamaela, V. (2016). *Karakteristik Curing 80 oC dan 100 oC Komposit Serat E – Glass*. Skripsi Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Sanata Dharma. Yogyakarta.
- Tjahjanti, P. H. (2018). *Teori Dan Aplikasi Material Komposit Dan Polimer*. Universitas Muhammadiyah Surakarta. 17.
- U.S. Fire Administration. (2012). *Traffic Incident Management System*. Emmitsburg, U.S. Departement of Homeland Security FEMA.
- Yani, M., Siregar, M. A., Suroso, B., & Arnita. (2019). *Strength of polymeric foam composite reinforced oil palm empty fruit bunch fiber subjected to impact load*. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 674(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/674/1/012065>
- Yopi Handoyo. (2018). *Perancangan Alat Uji Impak Metode Charpy Kapasitas 100 Joule*. Jurnal Ilmiah Teknik Mesin. 1(2).
- Hadi, S. (2020). Analisis Jenis Pasir Terhadap Kuat Tekan Beton. *Jurnal Kacapuri : Jurnal Keilmuan Teknik Sipil*, 3(2), 146. <https://doi.org/10.31602/jk.v3i2.4075>
- Hariawan, J. B. (2017). PENGARUH PERBEDAAN KARAKTERISTIK TYPE SEMEN ORDINARY PORTLAND CEMENT (OPC) dan PORTLAND COMPOSITE CEMENT (PCC) TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR. *Accelerating the World's Research.*, 1–10.
- Konstruksi, M. (2022). *Road Barrier Beton*. Mitra Konstruksi. <https://www.mitra-konstruksi.com/road-barrier/>
- Ley 25.632. (2002). 濟無 *No Title No Title No Title*. 6–28.
- PLASTINDO, P. G. (2020). *Road Barrier*. PLASTINDO, PT GRAHAEXCEL. <https://www.grahaexcel.com/product/road-barrier-penghalang-jalan>

- Rachman, D. N., & Riwayati. (2022). Penggunaan Foam Agent Pada Beton Untuk Pembuatan Beton Ringan. *Jurnal Tekno Global UIGM Fakultas Teknik*, 11(1), 19–24. <https://doi.org/10.36982/jtg.v11i1.2345>
- Sarifah, J., & Pasaribu, B. (2017). Pengaruh Penggunaan Abu Cangkang Kelapa Sawit Guna Meningkatkan Stabilitas Tanah Lempung. *Cetak) Buletin Utama Teknik*, 13(1), 1410–4520.
- SCG. (2022). *Pengertian dan Jenis Semen Portland (Portland Cement)*. PT KOKOH INTI AREBAMA Tbk. <https://scgcbm.id/inspirasi/pengertian-dan-jenis-semen-portland-portland-cement/>
- Suseno, P. K., & Winata. (2013). Penyebaran kuat tekan beton pada penampang spun-pile. *Jurnal Desain Pratama*, 5(2), 1–8. <https://download.garuda.kemdikbud.go.id/article.php?article=1233065&val=6500&title=PENYEBARAN KUAT TEKAN BETON PADA PENAMPANG SPUN-PILE>



LABORATORIUM PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK
 UNIVERSITAS MEDAN AREA

Laman : <https://umma.ac.id> Email : umma@umma.ac.id
 Jalan Kolam No. 1 Medan Estate Medan 20371



LAPORAN PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON
 SNI 1974:2011

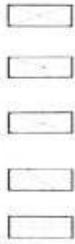
F/PP/1-1/Rev.2

Nomor Laporan : 101 / LP / 0.3 / X / 2024
 Pemohon Pengujian : Aulia Rianaada Hsb
 Proyek : Penelitian
 Lokasi : Medan
 Jenis Benda Uji : Silinder ($d=8; l=14$)
 Mula Benda Uji :
 Jumlah Benda Uji : 2

Lembar : 1 Dari : 1
 Diuji Oleh : Bahrihan S Pohan, ST
 Alat yang Dipakai : Machine Compression
 Kap. 2000 KN

No	Identitas Benda Uji	T (cm)	D (cm)	T/D	Luasan		Berat Benda Uji (kg)	Tanggal		Umur Beton (hari)	Beban Tekan (Saat Pengujian)		Kuat Tekan Beton (kg/cm^2)	Bentuk Kechancuran / Kecerangan
					(cm^2)	(cm^2)		Cetak	Uji		(kN)	(Kg)		
1	Sampel 01	14	8		50,24	1.422	18-10-2024	21-10-2024	3	20,00	2039,40	40,593	1	
2	Sampel 02	14	8		50,24	1.406	18-10-2024	21-10-2024	3	20,00	2039,40	40,593	1	

Bentuk Kechancuran (pilih diantar satu)



NB : - Kesalahan 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 penyelesaian spesifikasi (decision rule) terhadap hasil uji

Laporan ini hanya berlaku untuk sampel yang diuji. Tidak untuk digunakan atau dipublikasikan.
 Dilarang mengutip/mengperbanyak sebagian atau seluasnya dalam bentuk apapun tanpa izin Laboratorium Teknik Sipil UMA

Manajer Teknis

(Samsul A Sidik Hasibuan, ST, MT)





LABORATORIUM PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA

Laman : <http://umma.ac.id> Email : umma@umma.ac.id
Jalan Kolam No. 1 Medan Estate Medan 20371



YKAN
Komisi Arbitrase Nasional
Laboratorium Pengujian
LP-1728-IDN

LAPORAN PENELITIAN KUAT TEKAN BETON

SNI 1974-2011

E: Pp/1-1/Rev.2

Nomor Laporan : 117 / LP / 03 / XI / 2024
Pembohon Pengujian : Aulia Riana Haib
Proyek : Penelitian
Lokasi : Medan
Jenis Benda Uji : Silinder (d=8; l=14)
Materi Benda Uji :
Jumlah Benda Uji : 7

Lembar : 1 Dari 1
Diuji Oleh : Bahrihan S Pohan, ST
Alat yang Dipakai : Machine Compression
Kep. 2000 KN

No	Identitas Benda Uji	T (cm)	D (cm)	T/D	Luasan (cm ²)	Berat Benda Uji (kg)	Tanggal		Umur Beton (hari)	Beban Tekan (Saat Pengujian) (kN)	Kuat Tekan Beton (kg/cm ²)	Bentuk Kehancuran / Keterangan	
							Cetak	Uji					
1	Sampel 03	14	8		50,24	1,420	18-10-2024	01-11-2024	14	25,00	2527,43	50,307	1
2	Sampel 04	14	8		50,24	1,406	18-10-2024	01-11-2024	14	25,00	2527,43	50,307	1
3	Sampel 05	14	8		50,24	1,406	18-10-2024	01-11-2024	14	30,00	3032,91	60,368	1
4	Sampel 06	14	8		50,24	1,418	18-10-2024	01-11-2024	14	30,00	3032,91	60,368	1
5	Sampel 07	14	8		50,24	1,421	18-10-2024	01-11-2024	14	25,00	2527,43	50,307	1
6	Sampel 08	14	8		50,24	1,420	18-10-2024	01-11-2024	14	30,00	3032,91	60,368	1
7	Sampel 09	14	8		50,24	1,406	18-10-2024	01-11-2024	14	25,00	2527,43	50,307	1

Bentuk Kehancuran (pilih diantar satu)

1
 2
 3
 4
 5

NB : - Ketelitian 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 penyelesaian spesifikasi / decision note / terhadap hasil uji

Laporan ini hanya berlaku untuk sampel yang diuji. Tidak untuk diumumkan atau dipublikasikan.

Dilarang mengutip, memperbanyak, atau menyebarkan dalam bentuk apapun tanpa izin Laboratorium Teknik Sipil UMM

Manajer Teknis

(Samsul A Sidik Hanibuan, ST, MT)



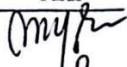
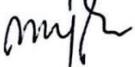
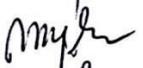
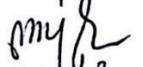
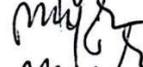
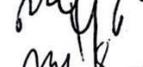
Manajer Puncak

Medan, 02 November 2024

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR
PEMBUATAN PEMBATAS JALAN DARI BAHAN BETON
RINGAN DAN ABU CANGKANG SAWIT

Nama : Aulia Rinanda Hsb
 NPM : 2007230152

Dosen Pembimbing : M.yani, S.T., M.T

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
		- Pembetulan spesifikasi TA	
		- Perbaiki bab I	
		- Perbaiki bab II	
		- Perbaiki bab III	
		- Lengkapi bab I - sel III	
		- Ace sempro	
		- Perbaiki Bab IV	
		- Perbaiki Bab V	
		- Ace sendra hasil	

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK

UMSU Torakr.dotulUnggul Borduarluln Koputusan BodanAlor1 dotul Nbnal Porgul1 Jan nnggNo 1113/1/K/BAN-PT Ak P PTIXI/2022
PuutAdminlstrasi:Jalan Mukhtar BurtNo.3Medan 20238 Tltp.(061) 6622400 *6622 S67 Fu (061) 6625474.6631 3

U..qvlt CM<N*IT <https://fattk.UmiU.liC.Id> ...latekCIJms.ac.Id Ilumaumedan umsumtdan Uumaumedan Oumsumtdan

Bila menjawab surat ini agar disebutkan nomor dan tanggalnya

PENENTUAN TUGA AKHIR DAN PENGIJUKAN
DOKUMEN PEMBIMBING

Nomor: 655/AU/UMSU-07/F/2024

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Alas Nama Kelua Program Studi Teknik MESIN Tanggal 10 MEI 2024 dengan ini Menetapkan :

NAMA	AULIA RINANDA HASIBUAN
NPM	2007230152
Program Studi	TEKNIK MESIN
Semester	7 (TUJUH)
Judul Tugas Akhir	PEMBUATAN PEMBASTAS JALAN DARJ BAHAN BETON . RINGAN DAN ABU CANGKANG SAWIT .

Dosen Pembimbing : M YANI ST.MT

Dengan demikian diizinkan untuk menulis tugas akhir dengan ketentuan :

1. Bila judul Tugas Akhir kurang sesuai dapat diganti oleh Dosen Pembimbing setelah mendapat persetujuan dari Program Studi Teknik MESIN
2. Menulis Tugas Akhir dinyatakan batal setelah 1 (satu) Tahun dan tanggal yang telah ditetapkan.

Demikian surat penunjukan dosen Pembimbing dan menetapkan Judul Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.



Munawar Alfansury Siregar.ST..MT
NIDN : 0101017202



!cs!)1p1nd 1 deng8n CamScann



DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK- UMSU
TAHUN AKADEMIK 2024-2025

Peserta seminar

Nama :Aulia Rinanda Hsb

NPM :2007230152

Judul Tugas Akhir :Pembualan Pembalas Jalan Dari Bahan Beton Ringan Dan Abu Cangkang Sawil

DAFTAR HADIR		TANDATJ\ N	
Pembimbing- ■	:Mo Yani SToMT		
Pembaodiog- ■	:Arya Rudi Nst SToMT		
Pembaodiog -■	: Chandra A oSiregar SToMT	
No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1Qo123002o	Jl.:0, b; j t;QLfijY\ 0	bt 0
2	len12 mX 1	lGrtv7Jl121'1 fiCT111!.. 2..A-	<i>a</i>
3	'20o1'2.lcoSo	I\ 'fA _tvS'	.tLMa.
4	U.01ZJ•t&1	(fZ,.T\111) M II"	L Jr?"
5	1 6-J1•tJ.J"1	A A.JI FI Nr., : II	
6			
7			
8			
9			
10			

Medan 18Jurnadil Akhir 1446H
21 Desember 2024 M

Ketua Prodi o To Mesin



Chandra A Siregar, ST, MT

DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 1\IUIIAMI\IADIVAII SUI\IATERA UTAitA

Nama : Aulia Rinanda IIsb
NPM : 2007230 I 52
Judul Tugas Akhir : Pembuatan Pcmbatas Jalan Dari Uahan Ucton Ringan Dan Abu Cangkang Sawit

DosenPemanding-I : Arya Rudi Nst ST.MT
Dosen Pcmbanding-II : Chandra A Siregar ST.MT
DosenPembimbing-I : M. Vani ST.MT

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang srujana (collogium)
2. Dapat mengilmti sidang srujana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan

e

r tV\k\':!... ..:f-2.....:f!¥.6.!Jt.
....¥ JI..... ..M

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

Medan 18 Jumadil Akhir 1446 H
21 Desember 2024 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin

Dosen Pemanding- I



Chandra A Siregar ST.MT

Arya Rudi Nst ST.MT

UNIVERSITAS INFORMATIKA
UNIVERSITAS INFORMATIKA

Nama : Auli Rinnnda lhh
NPM : 2007.130152
Judul Tugas AJ..hir : Prmbuatan l'cmbat.l\ Jnl l1 D.tri U:hlll lktcHI ltin on IJ.tu i\JU
CanJ..ang Smit

Dosen Pembanding - I : Arya Rudi Nst SrMr
Dosen Pembanding - II : Chandm A. iregar ST. lR
Dosen Pembirnhing - I : M. Yn.ni TMR

KEPUTUSAN

17' Baik dapat diterima ke sidang sa ann (collogium)
D:tpal m ngikuti sidang saana (collogium) sctelah selesai melaksanakan perbaikan
antraltun: M.T.M

.....f|.....
.....

3. Harus mengikuti seminar kcmbali
Perbaikan :

Medan 18 Jumadil Akhir 1446 H
21 Desember 2024 M

Diketahui :
Ketua Prodi.T. Mesin

Dosen Pembandin g- II



Chandra A Siregar, ST, MT



Chandra A Siregar ST.MT

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



A. DATA PRIBADI

Nama : Aulia Rinanda Hsb
Jenis Kelamin : Laki - Laki
Tempat, Tanggal Lahir : Medan / 27 November 2000
Kewarganegaraan : Indonesia
Alamat : Jln. Letda Sujono, Gg, Madrasah, No.14
Agama : Islam
E-mail : hsbnaulia@gmail.com
No. Handphone : 0812 6035 0744

B. RIWAYAT PENDIDIKAN

1. SD Negeri 064037 Medan 2007 - 2013
2. SMP Negeri 12 Medan 2013 - 2016
3. SMA Swasta Prayatna Medan 2016 - 2019
4. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara 2020 – 2024