

TUGAS AKHIR

Pengembangan *Filter* Puntung Rokok Diperkuat Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) Sebagai *Paving Block*

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

Disusun Oleh:

ZAINUL AKBAR
2007230082



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2024**

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Penelitian Tugas Akhir ini diajukan oleh :

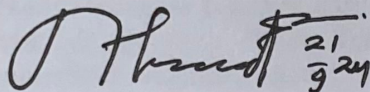
Nama : Zainul Akbar
NPM : 2007230082
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir : Pengembangan *Filter* Puntung Rokok Diperkuat Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) Sebagai *Paving Block*
Bidang ilmu : Konstruksi Dan Manufaktur

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

Medan, 21 September 2024

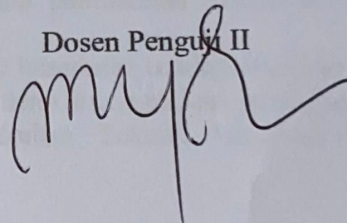
Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I



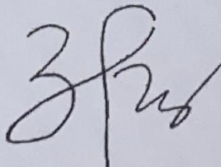
Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T.

Dosen Penguji II



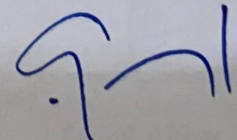
M. Yani, S.T., M.T.

Dosen Penguji III



Riadini Wanty Lubis, S.T., M.T.

Program Studi Teknik Mesin
Ketua



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

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama lengkap : Zainul Akbar
NPM : 2007230082
Tempat / Tanggal lahir : Bandar Negeri /12 Juni 2002
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan tugas akhir saya yang berjudul:

“PENGEMBANGAN *FILTER* PUNTUNG ROKOK DIPERKUAT SERAT TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT (TKKS) SEBAGAI *PAVING BLOCK*”.

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain yang pada hakikatnya bukan merupakan karya tulis tugas akhir saya secara orisinal 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 / keserjanaan 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, September 2024



Zainul Akbar

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan *filter* puntung rokok yang diperkuat dengan serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) sebagai material pengganti agregat kasar pada paving block. Dengan meningkatnya jumlah limbah puntung rokok yang menjadi masalah lingkungan, penelitian ini berfokus pada pemanfaatan limbah tersebut untuk menghasilkan paving block yang berkualitas. Metode penelitian meliputi studi literatur, persiapan bahan, pembuatan sampel uji dengan 3 variasi komposisi antara serat TKKS dan *filter* rokok di 20% dari volume paving block yaitu sampel 1 dengan perbandingan serat TKKS dan *filter* rokok 50:50, sampel 2 perbandingan 60:40, sampel 3 perbandingan 70:30 dan di tiap-tiap sampel terdapat 3 benda uji untuk mendapatkan hasil rata-rata pada pengujian tekan dan uji serap air pada paving block . Serta mengkategorikan masuk dalam mutu apa paving block komposit tersebut menurut SNI 03-0691-1996 Dan dari hasil Hasil pengujian menunjukkan bahwa penggunaan serat TKKS dapat meningkatkan kekuatan dan *filter* rokok dapat membantu daya serap air pada paving block, menjadikannya alternatif yang ramah lingkungan dan ekonomis.

Kata kunci : *filter rokok*,TKKS,komposit,*paving block*,

ABSTRACT

This research aims to develop cigarette butt filters reinforced with Oil Palm Empty Fruit Bunch (OPEFB) fibers as a substitute material for coarse aggregate in paving blocks. With the increasing environmental issues caused by cigarette butt waste, this study focuses on utilizing this waste to produce high-quality paving blocks. The research method includes literature review, material preparation, and specimen fabrication with three variations of OPEFB fiber and cigarette filter compositions, each making up 20% of the paving block volume: Sample 1 with a 50:50 ratio of OPEFB fibers to cigarette filters, Sample 2 with a 60:40 ratio, and Sample 3 with a 70:30 ratio. Each sample includes three specimens to obtain average results from compressive strength and water absorption tests. The study also categorizes the composite paving blocks according to SNI 03-0691-1996 standards. Test results indicate that OPEFB fibers can enhance strength and cigarette filters can improve water absorption in paving blocks, making them an environmentally friendly and cost-effective alternative.

Keyword : Cigarette butt filter, OPEFB, Composite, Paving block

KATA PENGANTAR

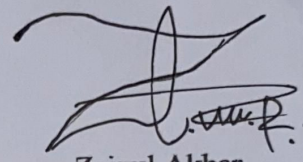
Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan Tugas akhir ini dengan judul “Pengembangan *Filter Puntung Rokok Diperkuat Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) Sebagai Paving Block*”.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan Tugas akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Ibu Riadini Wanty Lubis , S.T., M.T. Dosen pembimbing tugas akhir yang telah banyak memberikan arahan dan bimbingan dalam proses penelitian hingga penyelesaian laporan Tugas akhir.
2. Bapak Chandra A Siregar, S.T., M.T. dan Bapak Ahmad Marabdi, S.T., M.T. Ketua dan Sekretaris Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah memberikan banyak nasehat dan bimbingan dalam penyelesaian Tugas akhir penulis.
3. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T. Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah mendukung seluruh aktifitas akademik mahasiswa/i di Fakultas Teknik.
4. Bapak/Ibu seluruh Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknik mesin kepada penulis.
5. Orang tua penulis, Natsmah dan Waris, yang selalu memberikan doa serta dukungan yang tiada henti kepada penulis demi kesuksesan serta keberhasilan penulis dalam proses perkuliahan
6. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, yang telah membantu penulis dalam proses administrasi selama proses perkuliahan.
7. M. Rendy Ansyah, Reksa Indryan, Masrul Sukmawan, teman- teman seperjuangan penulis dalam penyelesaian Tugas akhir.
8. Teman- teman penulis di kelas B1- Pagi Teknik Mesin yang telah menemani serta memberikan dukungan selama proses perkuliahan.

9. Teman - teman kos Gabes Diyo, Syahrul, Ardan, Reksa, Rangga, Dayat, Masrul. Yang senantiasa menemani dan memberikan tempat tinggal selama penulisan tugas akhir ini
 10. Teman dari grup Tiktok Jokar Afdawi, Reza, Tengku Syahrul, Rendika, Aryak yang selalu menemani dan memberi semangat selama penulisan Tugas akhir ini
- 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, 30 September 2024



Zainul Akbar

DAFTAR ISI

| | |
|---|------------|
| LEMBAR PENGESAHAN | i |
| LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR | ii |
| ABSTRAK | iii |
| ABSTRACT | iv |
| KATA PENGANTAR | v |
| DAFTAR ISI | vii |
| DAFTAR TABEL | ix |
| DAFTAR GAMBAR | x |
| DAFTAR NOTASI | xii |
| | |
| BAB 1 PENDAHULUAN | |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 4 |
| 1.3 Ruang Lingkup | 4 |
| 1.4 Tujuan Penelitian | 4 |
| 1.5 Manfaat Penelitian | 4 |
| | |
| BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA | |
| 2.1 Limbah | 5 |
| 2.2 Serat | 6 |
| 2.2.1 Serat Alam | 6 |
| 2.3 Komposit dan Serat TKKS | 6 |
| 2.3.1 TKKS | 6 |
| 2.3.2 Pemanfaatan Serat TKKS Sebagai Penguat | 7 |
| 2.3.3 Komposit | 9 |
| 2.3.3.1 Faktor Yang Mempengaruhi Komposit | 9 |
| 2.4 <i>Paving Block</i> | 10 |
| 2.4.1 Bentuk Bentuk <i>paving block</i> | 11 |
| 2.4.2 Metode Pembuatan <i>Paving Block</i> | 13 |
| 2.4.3 Standar Mutu <i>Paving Block</i> | 13 |
| 2.4.4 Kegunaan dan Keuntungan <i>Paving Block</i> | 14 |
| 2.5 Uji Tekan | 15 |
| 2.6 Uji absorpsi (penyerapan air) | 15 |
| | |
| BAB 3 METODE PENELITIAN | |
| 3.1 Tempat dan Waktu | 16 |
| 3.1.1 Tempat Penelitian | 16 |
| 3.1.2 Waktu Penelitian | 16 |
| 3.2 Alat dan Bahan | 16 |
| 3.2.1 Alat Penelitian | 16 |
| 3.2.2 Bahan Penelitian | 19 |
| 3.3 Bagan Alir Penelitian | 22 |
| 3.4 Rancangan Sampel uji | 23 |
| 3.5 Prosedur pembuatan | 23 |
| 3.6 prosedur pengujian | 24 |

| | |
|--|-----------|
| 3.6.1 Pengujian tekan | 24 |
| 3.6.2 Pengujian absorpsi (penyerapan air) | 24 |
| BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN | |
| 4.1 Pembuatan Sampel Uji | 26 |
| 4.2 Prosedur Pengujian Tekan | 30 |
| 4.3 Pengujian serap air | 31 |
| 4.4 Data hasil pengujian | 32 |
| 4.4.1 Data hasil pengujian tekan | 32 |
| 4.4.2 Data hasil pengujian serap air | 35 |
| 4.5 Analisa data pengujian | 38 |
| 4.5.1 Analisa data Pengujian Tekan | 38 |
| 4.5.2 Analisa data Pengujian Serap Air | 46 |
| BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN | |
| 5.1 Kesimpulan | 54 |
| 5.2 Saran | 55 |
| DAFTAR PUSTAKA | 56 |
| Lampiran 1. Data hasil uji tekan Paving Block | |
| Lampiran 2. Dokumentasi pengujian tekan | |
| Lampiran 3. Lembar asistensi | |
| Lampiran 4. SK Pembimbing | |
| Lampiran 5. Berita acara seminar hasil penelitian | |
| Lampiran 6. Daftar riwayat hidup | |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 2.1 Sifat fisik dan mekanis serat TKKS | 8 |
| Tabel 2.2 Komposisi kimia serat kelapa sawit | 9 |
| Tabel 2.3 kekuatan fisik <i>Paving block</i> | 14 |
| Tabel 3.1 waktu kegiatan penelitian | 16 |
| Tabel 4.1 Komposisi sampel uji | 28 |
| Tabel 4.2 Hasil pengujian tekan | 35 |
| Tabel 4.3 Hasil pengujian serap air | 38 |
| Tabel 4.5 Kekuatan tekan paving block SNI-03-0691-1998 | 40 |
| Tabel 4.6 Kekuatan tekan paving block SNI-03-0691-1998 | 43 |
| Tabel 4.7 Kekuatan tekan paving block SNI-03-0691-1998 | 45 |
| Tabel 4.8 Mutu serap air paving block SNI-03-0691-1998 | 48 |
| Tabel 4.9 Mutu serap air paving block SNI-03-0691-1998 | 50 |
| Tabel 4.10 Mutu serap air paving block SNI-03-0691-1998 | 53 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 2.1 Limbah <i>filter</i> rokok | 5 |
| Gambar 2.2 Tandan kosong kelapa Sawit | 7 |
| Gambar 2.3 Serat TKKS | 8 |
| Gambar 2.4 bentuk bentuk <i>paving block</i> | 11 |
| Gambar 2.5 Alat uji tekan | 15 |
| Gambar 3.1 timbangan digital | 16 |
| Gambar 3.2 gunting | 17 |
| Gambar 3.3 Cetakan <i>paving block</i> | 17 |
| Gambar 3.4 Mesin uji tekan statis Beton | 17 |
| Gambar 3.5 Wadah air | 18 |
| Gambar 3.6 Sendok semen | 18 |
| Gambar 3.7 Gelas ukur | 18 |
| Gambar 3.8 oven | 19 |
| Gambar 3.9 Kompor dan gas | 19 |
| Gambar 3.10 pasir | 19 |
| Gambar 3.11 air | 20 |
| Gambar 3.12 semen | 20 |
| Gambar 3.13 NaOH | 20 |
| Gambar 3.14 filter rokok | 21 |
| Gambar 3.15 Serat TKKS | 21 |
| Gambar 3.16 Bagan alir penelitian | 22 |
| Gambar 3.17 Rancangan sampel uji | 23 |
| Gambar 4.1 Bahan utama | 26 |
| Gambar 4.2 Menimbang TKKS dan filter rokok | 27 |
| Gambar 4.3 Menimbang bahan utama paving block | 27 |
| Gambar 4.4 Alat pembuat paving block | 28 |
| Gambar 4.5 pencampuran bahan paving block | 28 |
| Gambar 4.6 Memasukkan bahan ke cetakan | 29 |
| Gambar 4.7 memadatkan bahan ke cetakan | 29 |
| Gambar 4.8 menyimpan paving block | 29 |
| Gambar 4.9 siapkan sampel uji paving block | 30 |
| Gambar 4.10 menyiapkan alat uji tekan | 30 |
| Gambar 4.11 peletakan sampel uji di alat uji tekan | 30 |
| Gambar 4.12 sampel hancur | 31 |
| Gambar 4.13 pengeringan paving menggunakan oven | 31 |
| Gambar 4.14 menimbang paving kering | 31 |
| Gambar 4.15 perendaman paving | 32 |
| Gambar 4.16 menimbang paving basah | 32 |
| Gambar 4.17 Sampel 1(1) sebelum dan sesudah di uji tekan | 33 |
| Gambar 4.18 Sampel 1(2) sebelum dan sesudah di uji tekan | 33 |
| Gambar 4.19 sampel 1(3) sebelum dan sesudah di uji tekan | 33 |
| Gambar 4.20 Sampel 2(1) sebelum dan sesudah di uji tekan | 33 |
| Gambar 4.21 Sampel 2(2) sebelum dan sesudah di uji tekan | 34 |

| | |
|--|----|
| Gambar 4.22 sampel 2(3) sebelum dan sesudah di uji tekan | 34 |
| Gambar 4.23 Sampel 3(1) sebelum dan sesudah di uji tekan | 34 |
| Gambar 4.24 Sampel 3(2) sebelum dan sesudah di uji tekan | 34 |
| Gambar 4.25 sampel 3(3) sebelum dan sesudah di uji tekan | 35 |
| Gambar 4.26 hasil pengujian serap air sampel 1(1) | 35 |
| Gambar 4.27 hasil pengujian serap air sampel 1(2) | 36 |
| Gambar 4.28 hasil pengujian serap air sampel 1(3) | 36 |
| Gambar 4.29 hasil pengujian serap air sampel 2(1) | 36 |
| Gambar 4.30 hasil pengujian serap air sampel 2(2) | 36 |
| Gambar 4.31 hasil pengujian serap air sampel 2(3) | 37 |
| Gambar 4.32 hasil pengujian serap air sampel 3(1) | 37 |
| Gambar 4.33 hasil pengujian serap air sampel 3(2) | 37 |
| Gambar 4.34 hasil pengujian serap air sampel 3(3) | 37 |
| Gambar 4.35 grafik hasil kuat tekan sampel 1 | 40 |
| Gambar 4.36 grafik hasil kuat tekan sampel 2 | 42 |
| Gambar 4.37 grafik hasil kuat tekan sampel 3 | 45 |
| Gambar 4.38 grafik hasil kuat tekan rata-rata sampel 1,2 dan 3 | 46 |
| Gambar 4.39 grafik hasil serap air sampel 1 | 48 |
| Gambar 4.40 grafik hasil serap air sampel 2 | 50 |
| Gambar 4.41 grafik hasil serap air sampel 3 | 52 |
| Gambar 4.42 grafik hasil serap air rata-rata sampel 1,2 dan 3 | 53 |

DAFTAR NOTASI

| | | |
|----------------|---|--|
| KT | = | Kuat tekan beton |
| A | = | Luas penampang mula mula (mm ²) |
| P | = | beban tekan (kg) |
| L | = | Luas bidang tekan (cm ²) |
| W | = | Penyerapan air (%) |
| w _w | = | Berat beton SSD (kg) |
| w _s | = | Berat kering oven (kg) |
| L | = | Luas bidang tekan (cm ²) |

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu jenis limbah yang mudah ditemukan di tempat umum dan hampir di seluruh dunia adalah *filter* puntung rokok, yang merupakan limbah umum dari kegiatan merokok. menyumbang sejumlah besar pencemaran lingkungan. (Prasetyo et al., 2018). Bahan kimia berbahaya yang terkandung dalam rokok dapat merusak kualitas udara dan tanah, membahayakan manusia, hewan, dan tanaman. Menurut salah satu diskusi panel di *15th World Conference on Tobacco or Health* di *Suntec Convention Center* Singapura, puntung rokok menyumbang 32% sampah di pantai, sungai, dan perairan. Namun, jika puntung rokok terdaur di dalam tanah, mereka dapat mencemari tanah dan air. Setiap *Filter* rokok butuh waktu sepuluh tahun untuk terdaur. Novotny dalam (Lubis et al., 2022)

Bahan ini dipilih sebagai bahan campuran Paving block kerana mengingat di Indonesia sendiri konsumen rokok sangat banyak ,dengan adanya pengolahan limbah ini tentu akan mengurangi sampah yang di hasilkan dari para konsumen rokok. Dan kapas yang merupakan bahan utama *filter* rokok yang bisa dimanfaatkan sebagai bahan pengisi pada pembuatan material komposit. Oleh sebab itu, kapas dari puntung rokok sangat berpotensi digunakan sebagai campuran beton dengan karakteristik menyerap air.

Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) Limbah padat dari industri minyak kelapa sawit yang tua ini hanya dibuang di tempat atau dibakar, menyebabkan pencemaran lingkungan. Memanfaatkannya untuk menghasilkan bahan baru atau mengubahnya menjadi bioenergi adalah salah satu upaya untuk mengatasi masalah ini. Selain itu penggunaan serat alami dari serat tandan kosong kelapa sawit memiliki alasan lain yaitu, Indonesia dan Malaysia merupakan penghasil perkebunan kelapa sawit terbesar di dunia , menurut Badan Pusat Statistik (BPS) memperkirakan luas perkebunan kelapa sawit di Sumatera Utara tahun 2022 adalah 440 ribu hektar. Berdasarkan nilai tersebut yang dapat diketahui bahwa limbah yang dihasilkan perkebunan atau industri cukup besar. Karena banyaknya tandan kelapa sawit kosong di Sumatera Utara, masalah ini masih belum diselesaikan.

Selama ini, hanya dianggap limbah oleh pabrik-pabrik pengolahan minyak kelapa sawit yang ada di Sumatera Utara. Untuk memastikan limbah TKKS dapat dikembalikan ke alam secara aman, diperlukan penanganan alternatif yang inovatif.

Paving block sebagai salah satu alternatif untuk penutup atau pengerasan permukaan tanah adalah produk bahan bangunan yang terbuat dari semen, *Paving block* atau biasa disebut dengan bata beton (*concrete block*) atau *cone block*. Bata beton (*paving block*) merupakan suatu komposisi bahan bangunan yang terbuat dari semen portland atau bahan perekat *hidrolis* dan sejenisnya, air, dan *agregat* dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya yang tidak mengurangi mutu bata beton tersebut. Bata beton pada umumnya berwarna seperti warna aslinya atau diberi zat warna pada komposisinya untuk dipergunakan di dasar halaman dalam maupun di lahan luar dari bangunan (SNI 03-0691-1996).

Dalam pengembangan material, inovasi sangat di butuhkan terutama untuk mengatasi permasalahan yang ada, salah satunya masalah dampak lingkungan yang di akibatkan dari penggunaan agregat atau bahan dari alam seperti kerikil yang tidak dapat diperbarui dengan cara memanfaatkan limbah dari filter puntung rokok dan serat TKKS sebagai pengganti agregat kasar atau sebagai penguat dalam campuran *paving block*. (Mayleni, 2021)

Paving block mulai dikenal dan dipakai di Indonesia terhitung sejak tahun 1977, dimulai dengan pemasangan trotoar di jalan Thamrin dan untuk terminal bus Pulogadung, keduanya di Jakarta. Saat ini *paving block* sudah tersebar pemakaiannya hampir di seluruh kota besar di Indonesia, baik digunakan sebagai tempat parkir plaza, hotel, tempat rekreasi, tempat bersejarah, untuk terminal maupun untuk jalan setapak dan perkerasan jalan lingkungan pada kompleks-kompleks perumahan.

Perkembangan terkini dalam teknologi komposit telah mengarahkan fokus kepada pemanfaatan komposit sebagai panel dan struktur utama dalam suatu komponen khusus. Bukan hanya di sektor transportasi, bahan komposit kini telah merambah ke berbagai bidang lain, termasuk properti dan arsitektur. Hal ini terjadi karena adanya keunggulan-keunggulan yang signifikan dari penggunaan bahan komposit, seperti konstruksi yang ringan, kekuatan yang tinggi, dan ketahanan terhadap korosi.

Material komposit terdiri dari dua bagian utama diantaranya, matriks dan Penguat (*reinforcement*). Material komposit ini menghasilkan sebuah material baru dengan sifat-sifat ataupun karakteristiknya yang masih didominasi oleh sifat-sifat material pembentuknya. Penggabungan kedua fasa tersebut menghasilkan material yang dapat mendistribusikan beban yang diterima disepanjang penguat, sehingga material menjadi lebih tahan terhadap pengaruh beban tersebut.

Penguat umumnya berbentuk serat, rajutan, serpihan, dan partikel yang dicampurkan kedalam fasa matriks, penguat merupakan fasa *diskontinyu* yang selalu lebih kuat dan kaku daripada matriks dan merupakan kemampuan utama material komposit dalam menahan beban (Alwie et al., 2020)

Penelitian yang di lakukan oleh (Lubis et al., 2022) Analisa Respon Mekanik Material Polimer Komposit Diperkuat Serat TKKS Dan *Filter* Rokok Akibat Beban Statik. Penelitian ini merekomendasikan bahwa Komposisi D memiliki nilai tekan terbaik dari ketiga komposisi lainnya (A, B, dan C).Komposisi D dalam jurnal tersebut merupakan salah satu dari empat variasi komposisi yang dikembangkan dalam penelitian. Komposisi D memiliki perbandingan persentase antara penguat (serat TKKS) dan pengikat (resin poliester tak jenuh dan katalis) sebesar 75:25. Artinya, dalam komposisi D, 75% dari material komposit tersebut adalah serat TKKS sebagai penguat, sementara 25% sisanya adalah resin poliester tak jenuh dan katalis sebagai pengikat. Hasil pengujian menunjukkan bahwa komposisi D memiliki nilai kuat tekan terbaik dibandingkan dengan tiga komposisi lainnya (A, B, dan C).

Penelitian tentang pengolahan limbah dari Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dan *filter* rokok dan pengolahannya menjadi serat sebagai bahan penguat pada diperkirakan cukup ekonomis dan dikembangkan menjadi material alternatif yang hemat energi dan ramah lingkungan.(Alwie et al., 2020). Pemanfaatan limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit TKKS dan Limbah *filter* rokok ini menjadi produk berdaya guna sebagai *paving block*. Pengembangan material ini sebagai material penguat *Paving block* dan meningkatkan daya serap air pada *paving block* karena adanya *filter* rokok.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian adalah :

Pengaruh limbah *filter* puntung rokok dan serat TKKS sebagai pengganti agregat kasar pada *Paving block* terhadap kuat tekan dan daya serap airnya.

1.3 Ruang lingkup

Ruang lingkup penelitian ini mencakup Pengumpulan Data, pengolahan Puntung Rokok dan serat TKKS, Pembuatan *Paving Block*, Komposisi material *paving block* yang melibatkan serat tandan kosong kelapa sawit dan *filter* puntung rokok

1.4 Tujuan

1. Membuat sampel uji *Paving block* berbahan komposit diperkuat *filter* puntung rokok dan serat TKKS
2. Melakukan pengujian tekan dan uji serap air *paving block* komposit dengan penambahan *filter* puntung rokok dan serat TKKS
3. Menentukan kategori standart mutu *paving block* tersebut sesuai SNI 03-0691-1996

1.5 Manfaat

1. Memanfaatkan limbah serat tandan kosong kelapa sawit dan *filter* rokok menjadi suatu produk dengan bahan baku yang ramah lingkungan
2. Serat tandan kosong kelapa sawit dapat digunakan sebagai serat penguat pada material komposit dan dengan sifat *filter* rokok memungkinkan membantu penyerapan air pada *paving block*

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Limbah

Limbah merujuk pada setiap bahan atau zat yang dibuang, ditinggalkan, atau dihasilkan sebagai hasil dari proses, aktivitas, atau kegiatan manusia yang tidak memiliki nilai ekonomis pada saat itu. Limbah dapat berwujud padat, cair, atau gas, dan berasal dari berbagai sumber seperti rumah tangga, industri, pertanian, atau kegiatan lainnya. Jenis Limbah dapat dikelompokkan berdasarkan sifat fisiknya, termasuk limbah padat, limbah cair, dan limbah gas. Selain itu, limbah juga dapat dikelompokkan menjadi limbah beracun, limbah berbahaya, dan limbah non-beracun. Pengelompokan ini memiliki signifikansi penting dalam menentukan metode pengelolaan yang tepat. (Priawan, 2021)

Limbah sangat mempengaruhi Pencemaran lingkungan, terutama yang disebabkan oleh limbah rokok, telah menjadi perhatian utama di berbagai belahan dunia. Puntung rokok yang dibuang sembarangan dapat menciptakan dampak serius pada kualitas udara dan tanah, serta memberikan kontribusi terhadap berbagai masalah kesehatan masyarakat. Gambar dari limbah *filter* puntung rokok dapat dilihat pada gambar 2.1 di bawah ini:



Gambar 2.1 limbah *filter* rokok

Puntung rokok membutuhkan waktu hingga 10 tahun untuk sepenuhnya terurai dan mengalami pelapukan. Terutama, selulosa asetat yang ada dalam *filter* rokok merupakan jenis plastik yang sulit untuk terurai dan dapat bertahan dalam lingkungan untuk jangka waktu yang lama. *Filter* ini dapat menghasilkan partikel-

partikel yang sangat kecil dalam bentuk mikrofiber dan mikroplastik. Dengan masalah tersebut, diperlukan usaha untuk mengelola limbah puntung rokok yang dapat mencemari lingkungan. Dari berbagai zat yang terkandung dalam rokok, terdapat potensi untuk membuat aseton melalui sintesis, yang kemudian dapat dimanfaatkan untuk keperluan lainnya. Aseton dalam kehidupan sehari-hari berguna sebagai pelarut, penghilang cat kuku, dan sebagainya. (Prasetyo et al., 2018).

2.2 Serat

Serat dalam bahan komposit berperan sebagai bagian utama yang menahan beban, sehingga besar kecilnya kekuatan bahan komposit sangat tergantung dari kekuatan serat pembentuknya. Semakin kecil bahan (diameter serat mendekati ukuran kristal) maka semakin kuat bahan tersebut, karena minimnya cacat pada material. Dilihat dari jenisnya, serat dibagi menjadi dua yaitu serat alam (*nature fiber*) dan serat sintetik atau serat buatan.

2.2.1 Serat Alam (*Nature Fiber*)

Serat alami adalah serat yang didapatkan dari alam khususnya serat bagian dari hewan: serat rambut, bulu, dan kepompong. Serat tumbuhan seperti bagian daun, akar, dan batang yang diolah menjadi serat. Serat ini banyak dikembangkan karena limbahnya lebih ramah lingkungan.

2.2.2. Serat Buatan (*sintetis*)

Serat buatan adalah serat yang diproduksi oleh manusia melalui proses sintesis atau buatan, yang bertujuan untuk meniru atau menggantikan sifat-sifat serat alami seperti kapas, sutra, atau wol. Serat buatan biasanya dihasilkan dari bahan kimia atau polimer yang dapat diubah menjadi benang atau serat melalui berbagai proses manufaktur. Contohnya serat sintesis karbon biasa dan nylon.

2.3 Komposit dan Serat TKKS Sebagai Penguat

2.3.1 TKKS (Tandan Kosong Kelapa Sawit)

Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) merupakan kumpulan serat yang tertinggal setelah memisahkan buah dari tandan buah segar yang telah disterilkan (dengan penguapan pada 294 kPa selama 1 jam). TKKS murah, dapat

terdekomposisi, tidak beracun, dan merupakan serat alami yang digunakan secara luas.

Tandan kosong kelapa sawit merupakan material alami yang mengandung filament yang tebal dan kasar. Hal tersebut membuat tandan kosong kelapa sawit lebih efektif dibandingkan material industri yang tidak dapat diperbaharui, berbahaya untuk kesehatan dan lingkungan, serta mahal untuk produksi skala kecil. Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dapat dilihat pada gambar 2.2 di bawah :



Gambar 2.2 Tandan Kosong kelapa sawit

TKKS digunakan sebagai bahan mentah pada berbagai aplikasi termasuk pembangkit listrik, formulasi komposit, dan industri pembuatan kertas. TKKS memiliki energi sebesar 3700 Kcal kg⁻¹, dan penggunaannya pada komposit polimer dapat menyelesaikan permasalahan lingkungan, terutama yang berhubungan dengan pembuangan limbah kelapa sawit. (Rahmasita et al., 2017)

2.3.2 pemanfaatan serat TKKS sebagai penguat

Pemanfaatan serat TKKS sebagai penguat juga sejalan dengan prinsip keberlanjutan dan ramah lingkungan. Dengan mengurangi jumlah limbah TKKS yang dibuang, kita dapat mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Serat TKKS sebagai penguat dalam material konstruksi menjadi pendekatan inovatif dalam memanfaatkan limbah industri untuk keberlanjutan dan efisiensi sumber daya. Serat TKKS sebagai penguat juga sejalan dengan prinsip keberlanjutan dan ramah lingkungan. Dengan mengurangi jumlah limbah TKKS yang dibuang, kita dapat mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan.

Serat TKKS memiliki karakteristik mekanik yang baik, termasuk kekuatan tarik dan kekuatan tekan yang dapat memberikan kontribusi positif terhadap sifat

mekanik material yang diperkuat. Dengan adanya serat ini, material konstruksi dapat mengalami peningkatan daya tahan dan kekuatan struktural. TKKS yang dibuang, kita dapat mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Serat TKKS dihasilkan dari proses pemisahan tandan buah kelapa sawit yang sudah kosong, yang merupakan limbah umum dalam industri kelapa sawit. Keberadaan sumber bahan baku yang mudah diakses di banyak wilayah membuat serat TKKS menjadi pilihan menarik sebagai bahan penguat lokal.

Gambar serat TKKS dapat dilihat pada gambar 2.3 di bawah ini:



Gambar 2.3 serat TKKS

Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) adalah kumpulan serat yang tertinggal setelah proses pemisahan antara buah dari tandannya. Sifat keras dan kuat dimiliki oleh serat kelapa sawit serta berpori, Morfologi pori serat kelapa sawit rata-rata sebesar 0.07 m, sangat bermanfaat untuk meningkatkan ikatan mekanik dengan resin matriks ketika digunakan dalam pembuatan komposit (Rahmasita et al., 2017) Berikut tabel sifat fisik dan mekanik dari serat kelapa sawit:

Tabel 2.1 Sifat Fisik dan Mekanik Serat TKKS .sumber (Rahmasita et al., 2017)

| <u>Sifat</u> | <u>Nilai</u> |
|---|--------------|
| Diameter (μm) | 150 – 500 |
| Microfibrillar angle ($^{\circ}$) | 46 |
| Density (gr/cm^3) | 0.7 – 1.55 |
| Tensile strength (MPa) | 50 – 400 |
| Young's modulus (GPa) | 0.57 – 9 |
| Elongation at break (%) | 4 – 18 |
| Tensile strain (%) | 13.71 |
| Length-weighted fiber length (mm) | 0.99 |
| Cell-wall thickness (μm) | 3.38 |
| Fiber coarseness (mg/m) | 1.37 |
| Rigidity index $(T/D)^3 \times 10^{-4}$ | 55.43 |

Tabel ini menunjukkan komposisi kimia serat kelapa sawit. Senyawa yang paling sering ditemukan di serat kelapa sawit adalah sebagai berikut.

Tabel 2.2 Komposisi Kimia Serat Kelapa Sawit (Rahmasita et al., 2017)

| <u>Unsur</u> | <u>Nilai</u> |
|--|--------------|
| Selulosa (%) | 42.7 – 65 |
| Lignin(%) | 13.2 – 25.31 |
| Hemiselulosa (%) | 17.1 – 33.5 |
| Holoselulosa (%) | 68.3 – 86.3 |
| Kadar abu (%) | 1.3 – 6.04 |
| Ekstraktif dalam air panas (100°C) (%) | 2.8 – 14.79 |
| Kelarutan dalam air dingin (30°C) (%) | 8 – 11.46 |
| Alkali larut (%) | 14.5 – 31.17 |
| Alfa selulosa (%) | 41.9 – 60.6 |
| Kelarutan alcohol – benzene (%) | 2.7 – 12 |
| Pentosan (%) | 17.8 – 20.3 |
| Glukosa (%) | 66.4 |
| Silika (%) | 1.8 |
| Cu (g/g) | 0.8 |
| Kalsium (g/g) | 2.8 |
| Mn (g/g) | 7.4 |
| Fe (g/g) | 10.0 |
| Sodium (g/g) | 11.0 |

2.3.3 Komposit

Komposit berasal dari Bahasa Inggris “*Composite*” yang berarti gabungan. Menurut Gibson (1994), komposit adalah material yang terdiri dari dua atau lebih material yang berbeda yang digabungkan dalam skala makroskopis. Komposit adalah suatu material yang dibentuk dari kombinasi dua atau lebih material yang sifat mekanik dari material pembentuknya berbeda-beda dimana satu material sebagai pengisi (Matriks) dan lainnya sebagai fasa penguat (*Reinforcement*). Komposit biasanya tersusun dari dua bahan dasar yaitu serat dan matrik.

2.3.3.1 Faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja komposit

Faktor yang memengaruhi kinerja komposit berdasarkan faktor penguat penyusun maupun matriknya, antara lain:

a. Faktor serat

Serat adalah suatu bahan pengisi matrik yang digunakan dalam memperbaiki sifat dan struktur matrik yang tidak dimilikinya. Serat juga diharapkan mampu menjadi bahan penguat matrik pada komposit untuk menahan gaya yang terjadi.

b. Letak serat

Penentu kekuatan mekanik komposit terletak pada letak dan arah serat dalam matrik yang akan memengaruhi kinerja suatu komposit.

c. Panjang serat

Kekuatan komposit serat matrik sangat dipengaruhi oleh serat yang digunakan dalam pembuatan komposit tersebut. Penggunaan serat panjang dan pendek dalam campuran komposit. Serat panjang memiliki kekuatan yang lebih besar daripada serat pendek. Dibandingkan dengan serat sintetis, panjang dan diameter serat alam tidak sama. Oleh karena itu, panjang dan diameter serat sangat berpengaruh pada kekuatan dan modulus komposit. Rasio aspek digunakan untuk menggambarkan panjang serat dibandingkan diameternya. Panjang serat (*continuous fiber*) memengaruhi kemampuan proses komposit serat. Serat panjang melekat lebih baik daripada serat pendek, tetapi serat pendek melekat lebih mudah daripada serat panjang.

d. Faktor matriks

Fungsi matrik dalam komposit adalah pengikat serat menjadi sebuah unit struktur, melindungi dari kerusakan eksternal, meneruskan atau memindahkan beban eksternal pada bidang geser antara serat dan matrik sehingga matrik dan serat saling berhubungan.

e. Katalis

Katalis digunakan untuk membantu proses pengeringan (*curing*) pada bahan matrik suatu komposit. Penggunaan katalis yang berlebihan akan semakin mempercepat proses laju pengeringan tetapi akan menyebabkan bahan komposit yang dihasilkan semakin getas.

2.4 *Paving Block*

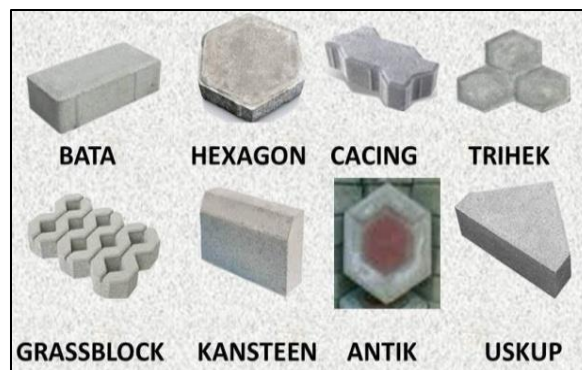
Paving Block memiliki nama lain Bata Beton. Bata beton adalah campuran bahan bangunan yang terdiri dari air, agregat, semen portland atau perekat hidrolis lainnya, dan beberapa campuran bahan lain, dengan atau tanpa tambahan bahan lain yang dapat mengurangi mutu beton. Dalam istilah lain, bata beton ini adalah potongan-potongan kecil beton berbentuk segi empat atau lainnya yang dipasang

sedemikian rupa sehingga dapat saling merekat atau mengunci dalam lingkungan padat. rooma.id/material/1538/paving-block (2019).

Paving block (bata beton) adalah suatu komposisi bahan bangunan yang terbuat dari campuran semen portland atau bahan perekat hidrolis sejenisnya, air, dan agregat dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya (SNI 03-0691-1996). *Paving block* dapat diproduksi dengan berbagai macam bentuk dan ukuran. Bentuk *paving block* ini dikelompokkan menjadi 2 menurut Khoirunnisah (2015) yaitu *Paving block* berbentuk segi empat (*rectangular*) serta *Paving block* berbentuk segi banyak antara lain hexagon, cacing, trihek, grassblock, kansteen, antik, dan skup.

2.4.1. Bentuk-Bentuk *Paving Block*

Berikut adalah contoh bentuk paving block pada gambar 2.4



Gambar 2.4 bentuk-bentuk *paving block* (Sumber: Khoirunnisah,2015)

1. *Paving Block* Bentuk Bata

Salah satu jenis *paving* yang paling banyak digunakan, *paving* blok model ini, yang juga disebut paving persegi panjang, berfungsi untuk melapisi jalan yang digunakan kendaraan dan pejalan kaki. Oleh karena itu, *paving* ini sering digunakan di jalan perumahan hingga perkantoran. Paving ini merupakan jenis *paving* yang memiliki pilihan mutu terbanyak sehingga ketika diaplikasikan dapat menahan kendaraan beban ringan hingga berat.

2. Bentuk *Zig – Zag* (cacing)

Bentuk paving ini yaitu *zig – zag* atau model cacing. Jika model *paving* lainnya cenderung bentuknya kaku, untuk model ini lebih fleksibel. *Paving block* *zig – zag* bisa digunakan di area jalan sama seperti *paving block* bata atau yang

lainnya. Ditambah dengan bentuk yang dimiliki paving ini membuat jalanan terlihat lebih menarik.

3. *Paving Block Hexagonal*

Paving block hexagonal merupakan jenis *paving* yang berbentuk segi enam. *Paving* ini sering menjadi pilihan untuk melapisi trotoar dan halaman rumah karena bentuknya yang unik. Memadukan warna paving ini akan memunculkan motif unik sekaligus menjadi hiasan halaman rumah.

4. Bentuk Taman / Grass Block

Paving ini cukup berbeda dari yang sebelumnya. *Paving* berbentuk taman ini, juga dikenal sebagai blok rumput, memiliki lubang di tengahnya. Karena *paving* blok ini digunakan di taman, inovasi ini muncul. Oleh karena itu, meskipun area tamannya ditutup dengan *paving*, Kita masih dapat menanam rumput di sana. untuk membuat taman terlihat lebih segar dan tanaman pun terlihat lebih menarik

5. Bentuk Uskup

Bentuk uskup sangat berbeda dari *paving* biasa, seperti *paving* taman. *Paving blok* uskup hampir mirip segitiga, hanya saja ada terdapat dengan dua sisi di kanan dan kirinya. kegunaan *paving blok* uskup ini yaitu agar membentuk garis lurus di setiap sisinya. Sehingga apabila Anda sedang menggunakan *paving* bata, *paving* uskup bisa digunakan di setiap tepi halaman sebagai garisnya.

6. Bentuk Trihex

Paving trihex memiliki nama sebenarnya *trihexagonal*. *Paving* ini memang memiliki bentuk tiga buah hexagonal berukuran kecil. *Paving* ini sama dengan *paving hexagonal* karena lebih banyak digunakan untuk pelapis trotoar dan halaman rumah. Dari segi kekuatan tekan, jenis *paving* ini lebih rendah dibanding *paving trupave, interpave dan hexagonal*.

7. Paving block bentuk kansteen

Paving block bentuk kansteen adalah blok beton yang dibentuk dengan ukuran dan bentuk tertentu untuk digunakan sebagai pembatas tepi jalan, trotoar, atau area perkerasan lainnya. Biasanya, bentuknya lebih tinggi dan ramping dibandingkan paving block biasa. Kansteen berfungsi sebagai pembatas fisik antara area yang berbeda, seperti antara jalan dan trotoar, atau untuk menahan kerikil dan material perkerasan agar tidak menyebar.

8. Paving block bentuk antik

Paving block bentuk antik adalah blok beton yang diproduksi dengan desain atau tekstur yang meniru gaya batu-batu lama atau tradisional. Biasanya digunakan untuk menciptakan tampilan yang elegan dan bersejarah pada area perkerasan seperti trotoar, jalan setapak, atau area outdoor lainnya. Bisa memiliki permukaan kasar atau bertekstur yang meniru batuan alami. Kadang-kadang diberi efek penuaan untuk menambah kesan antik

2.4.2 Metode Pembuatan *Paving Block*

Cara pembuatan *paving block* yang biasanya digunakan dalam masyarakat dapat diklasifikasikan menjadi dua metode, yaitu :

1. Metode Konvensional

Metode ini adalah metode yang paling banyak digunakan oleh masyarakat kita dan lebih dikenal dengan metode gablokan. Pembuatan *paving block* cara konvensional dilakukan dengan menggunakan alat gablokan / alat pukul dengan beban pemadatan yang berpengaruh terhadap tenaga orang yang mengerjakan.

2. Metode Mekanis

Metode mekanis didalam masyarakat biasa disebut metode press. Metode ini masih jarang digunakan karena untuk pembuatan *paving block* dengan metode mekanis membutuhkan alat yang harganya relatif mahal. Metode mekanis biasanya digunakan oleh pabrik dengan skala industri sedang atau besar. Pembuatan *paving block* cara mekanis dilakukan dengan menggunakan mesin

2.4.3 Standar mutu *Paving Block*

Standar mutu yang harus dipenuhi *paving block* untuk lantai menurut 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.
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. *Paving block* untuk lantai harus mempunyai kekuatan fisik sebagai berikut :

Tabel 2.3 Kekuatan fisik *paving block* (Sumber : SNI 03-0691-1996)

| Mutu | Kegunaan | Kuat Tekan (MPa) | | Ketahanan Aus (mm / menit) | | Penyerapan air rata – rata Maks (%) |
|------|------------------------|-----------------------|------|--------------------------------|-------|---|
| | | Rata - Rata | Min | Rata - Rata | Min | |
| A | Perkerasan Jalan | 40 | 35 | 0,0090 | 0,103 | 3 |
| B | Tempat Parkir Mobil | 20 | 17 | 0,1300 | 1,149 | 6 |
| C | Pejalan Kaki | 15 | 12,5 | 0,1600 | 1,184 | 8 |
| D | Taman Kota | 10 | 8,5 | 0,2190 | 0,251 | 10 |

5. *Paving block* untuk lantai apabila diuji dengan natrium sulfat tidak boleh cacat,dan kehilangan berat yang diperbolehkan maksimum 1%.

2.4.4 Kegunaan dan Keuntungan *Paving Block*

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

1. Dapat diaplikasikan pada pembangunan jalan dengan tanpa memerlukan keahlian khusus.
2. *Paving block* lebih mudah dihamparkan dan langsung bisa digunakan tanpa harus menunggu pengerasan seperti pada beton
3. *Paving block* menghasilkan sampah konstruksi lebih sedikit dibandingkan penggunaan pelat beton.
4. Adanya pori-pori pada *paving block* meminimalisasi aliran permukaan dan memperbanyak infiltrasi dalam tanah.
5. *Paving block* memiliki nilai estetika yang unik terutama jika didesain dengan pola dan warna yang indah.
6. Perbandingan harganya lebih rendah dibanding dengan jenis perkerasan konvensional yang lain.
7. Pemasangannya cukup mudah dan biaya perawatan yang cukup murah.

2.5 Uji Tekan

Kekuatan suatu objek seringkali sulit untuk diprediksi, beberapa objek mungkin memiliki kombinasi kekuatan yang signifikan namun tetap ringan. Penting untuk berhati-hati terhadap objek yang kuat atau berat karena dapat menyebabkan cedera serius bahkan kematian. Namun, dengan kemajuan teknologi saat ini, kita dapat mengukur atau mengetahui kekuatan objek tersebut melalui alat uji tekan. Alat uji tekan merupakan perangkat mekanik yang digunakan untuk mengukur serta menilai ketahanan suatu objek terhadap gaya tekan.

Menurut M hadi H.(Dalam web Ilmu beton,2019) Uji kuat tekan memerlukan pengukuran yang tepat, sehingga proses "tekanan" dari uji tegangan tekan harus dilakukan di bawah kondisi yang terkontrol dengan hati-hati. Gambar alat uji tekan beton dapat dilihat pada gambar 2.5 di bawah:



Gambar 2.5 Alat uji Tekan

Persamaan yang digunakan untuk menentukan nilai kuat beton adalah

$$KT = \frac{P}{A}$$

2.6 Uji Absorpsi (Penyerpan air)

Pengujian kadar penyerapan air (*absorpsi*) membandingkan berat beton yang telah mengalami perendaman (dalam kondisi SSD) dengan berat beton dalam kondisi oven kering untuk mengetahui berapa banyak air yang diserap (Aminarta 2017), Sebuah persamaan dapat digunakan untuk menghitung penyerapan air.

$$\text{penyerapan air}(\%) = \frac{w_w - w_s}{w_s}$$

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

3.1.1 Tempat Penelitian

Tempat pelaksanaan pembuatan penelitian ini akan di laksanakan di Laboratorium Mekanika Kekuatan Material Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dan Laboratorium Bahan dan Rekayasa Beton Universitas Sumatera Utara

3.1.2 Waktu Penelitian

Waktu pelaksanaan penelitian ini akan dilakukan selama 6 bulan

Tabel 3.1 Waktu kegiatan penelitian

| No | Kegiatan | Waktu (Bulan) | | | | | |
|----|--------------------------------|---------------|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | Studi literatur | ■ | ■ | ■ | | | |
| 2 | Survei alat dan bahan | | ■ | ■ | ■ | | |
| 3 | Pembuatan sampel uji | | | ■ | ■ | | |
| 4 | Pengujian sampel uji | | | | ■ | ■ | |
| 5 | Pengumpulan dan analisis data | | | | | ■ | ■ |
| 6 | Penyelesaian penulisan skripsi | | | | | | ■ |
| 7 | Seminar hasil | | | | | | ■ |
| 8 | Sidang sarjana | | | | | | ■ |

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat Penelitian

1. Timbangan Digital

Alat ukur untuk mengukur bahan penyusun adukan *paving block*.



Gambar 3.1 timbangan digital

2. Gunting

Alat ini digunakan sebagai alat pemotong serat TKKS agar ukurannya sesuai dengan yang kita inginkan



Gambar 3.2 Gunting

3. Cetakan *Paving Block*

Berfungsi untuk mencetak *Paving Block*



Gambar 3.3 Cetakan *Paving block*

4. Mesin Uji Tekan

Alat ini berfungsi sebagai pengujian tekan statis pada *Paving Block*



Gambar 3.4 Mesin Uji Tekan beton

5. Wadah Air

Sebagai wadah air untuk uji penyerapan air pada *Paving Block*



Gambar 3.5 Wadah Air

6. Sendok Semen

Sendok semen berfungsi sebagai alat untuk mencampurkan mengaduk bahan pembuatan *Paving Block*



Gambar 3.6 Sendok Semen

7. Gelas ukur

Gelas ukur ini digunakan untuk mengukur air pada campuran *paving Block*



Gambar 3.7 gelas ukur

9. Oven

Digunakan sebagai pengeringan paving block untuk mencapai berat konstan dalam pengujian daya serap air



Gambar 3.8 oven

10. Kompor dan Gas

Kompor dan gas ini digunakan untuk menyalurkan udara panas ke oven melalui api yang keluar



Gambar 3.9 kompor dan gas

3.2.2 Bahan penelitian

1. Pasir

Pasir ini digunakan sebagai bahan Utama penguat *Paving block*



Gambar 3.10 pasir

2. Air

Air di gunakan sebagai bahan pencampur antara pasir dan semen



Gambar 3.11 Air

3. Semen

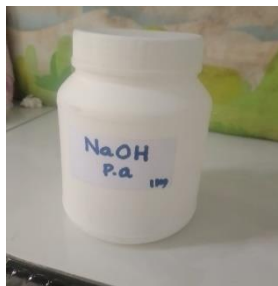
Semen ini digunakan sebagai bahan pengikat campuran *Paving block*, semen yang digunakan pada penelitian ini yaitu semen merk Merah putih



Gambar 3.12 Semen

4. NaOH

Merendam serat dengan natrium hidroksida (NaOH) bertujuan untuk menghilangkan lignin dan kontaminan dari serat, yang membuat serat lebih halus, lebih kuat, dan lebih mudah diproses. Proses ini meningkatkan daya serap serat dan kualitas warna, serta mempersiapkan serat untuk pemrosesan lebih lanjut



Gambar 3.13 NaOH

5. *Filter rokok*

Filter rokok yang telah dibersihkan dan direndam untuk menghilangkan zat nikotin dan telah di jemur digunakan sebagai bahan penguat tambahan selain tandan kosong kelapa sawit dalam pembuatan *Paving Block* berbahan komposit



Gambar 3.14 *filter rokok*

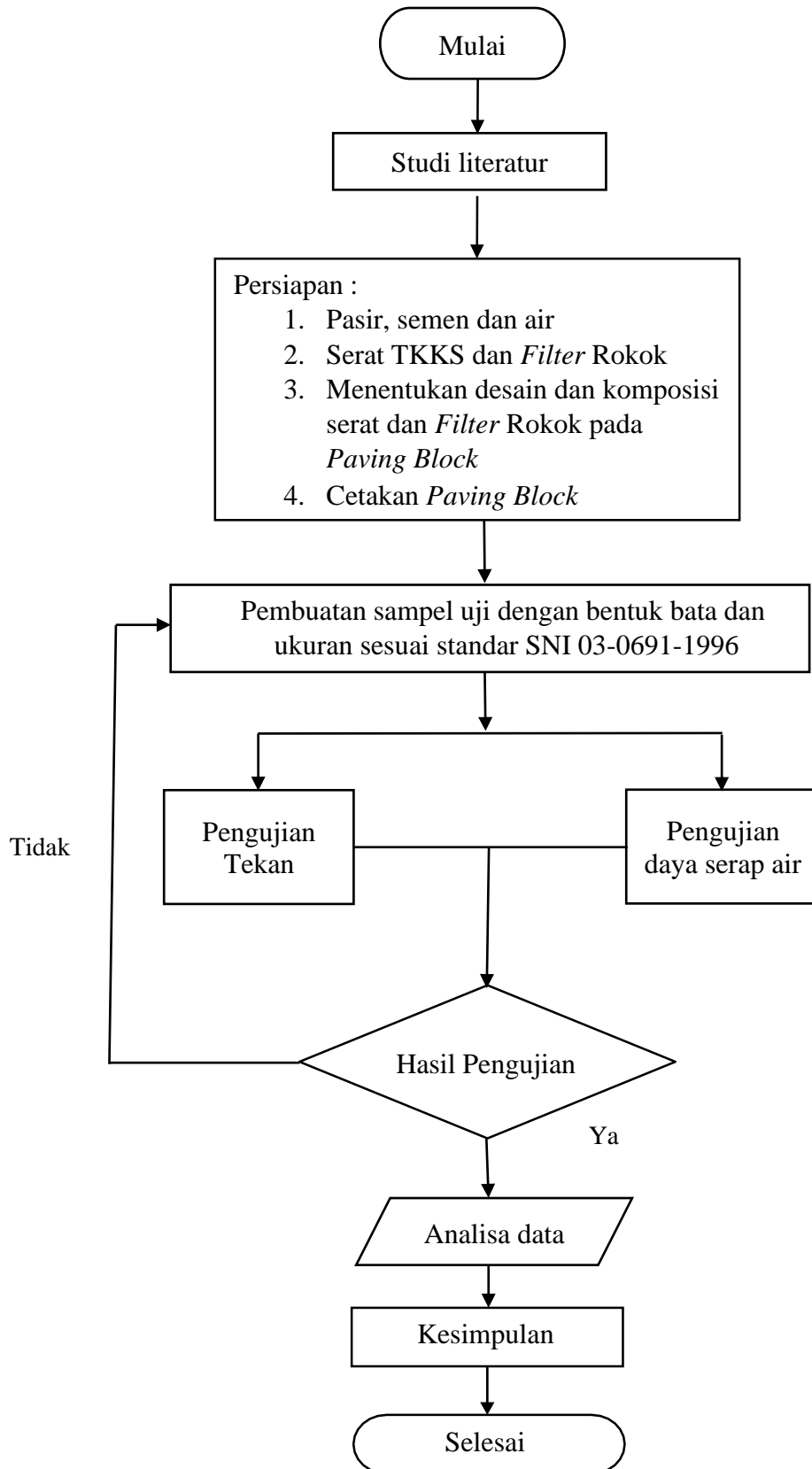
6. Serat TKKS

Serat yang sudah di rendam NaOH selama 24 jam dan sudah di keringkan dan digunting. Serat ini digunakan sebagai penguat pada matrik komposit dengan ukuran diameter berkisar antara 0,1 – 2 cm



Gambar 3.15 Serat TKKS

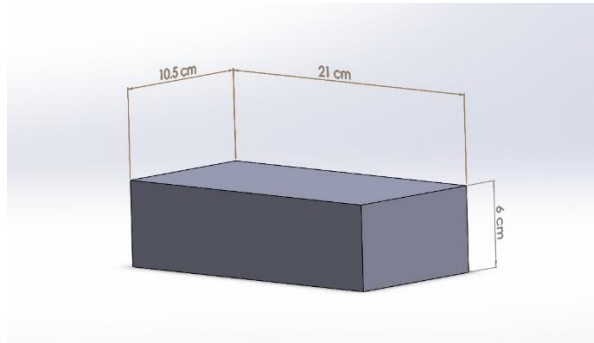
3.3 Bagan Aliran Penelitian



Gambar 3.16 bagan alir

3.4 Rancangan Sampel uji

Rancangan sampel uji pada penelitian ini adalah paving block berbentuk bata (balok) berukuran panjang 21 cm, lebar 10,5 cm dan tebal 6 seperti pada gambar 3.17 berikut :



Gambar 3.17 rancangan sampel uji

Pada penelitian ini ada 3 variasi komposisi antara perbandingan serat TKKS dan *Filter* rokok pada 20 % yaitu :

1. Sampel 1 perbandingan 50:50
2. Sampel 2 perbandingan 60:40
3. Sampel 3 perbandingan 70:30

Dan pada tiap sampel terdapat 3 benda uji untuk mendapatkan hasil rata-rata pada pengujian tekan dan daya serap air pada tiap komposisi.

3.5 Prosedur Pembuatan

Adapun prosedur pembuatan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah :

1. Proses pengolahan tandan kelapa sawit dan *filter* rokok menjadi serat. TKKS dan *filter* Fokok yang telah dibersihkan, kemudian serat TKKS direndam dengan NaOH selama 24 jam di suhu kamar dan di keringkan.
2. Langkah selanjutnya yang dilakukan adalah memotong serat TKKS dan *filter* rokok menggunakan gunting.
3. Mempersiapkan bahan yang akan digunakan untuk membuat *Paving Block* berbahan komposit seperti Air, pasir, semen, *filter* rokok dan serat tandan kosong kelapa sawit, timbangan digital, gunting dan lain-lain.
4. Menimbang semua bahan sesuai dengan komposisi yang direncanakan.

5. Pengadukan air, semen, pasir dan komposisi serat tandan kosong dan *filter* rokok.
6. Masukkan ke dalam cetakan kemudian di padatkan.
7. Tuang *paving block* dari cetakan lalu simpan selama 1 hari di dalam ruangan.
8. setelah satu hari biarkan *paving block* tersebut dalam keadaan lembab atau basah dengan cara merendam di dalam air 5 menit selama 7 hari
9. Simpan *paving block* sampai di hari ke 28 untuk mencapai kekuatan maksimal.
10. Selesai.

3.6 Prosedur pengujian

3.6.1 Prosedur Pengujian Tekan

1. Mempersiapkan mesin uji tekan dan kelengkapannya.
2. Mempersiapkan kamera dan alat tulis untuk mencatat data hasil pengujian tekan.
3. Mempersiapkan sampel *Paving Block* komposit yang akan diuji.
4. Menimbang *Paving Block*.
5. Tempatkan *paving block* secara rata dan kencang pada permukaan mesin uji tekan.
6. Menaruh *paving block* terletak di tengah dan sejajar dengan mesin uji.
7. Memastikan bahwa alat pemberat dan pengukur beban terpasang dengan benar.
8. tambahkan beban secara bertahap hingga *paving block* mengalami kegagalan atau retak.
9. Catat semua data yang relevan, termasuk dimensi awal, beban awal, beban puncak, dan mode kegagalan.
10. Ambil foto atau catatan visual dari *paving block* setelah pengujian.
11. Selesai.

3.6.2 Prosedur Pengujian Absorpsi (Penyerapan Air)

1. Pastikan *paving block* dalam kondisi kering sebelum percobaan.
2. Tentukan berat awal (W_{awal}) dari masing-masing *paving block*.

Dengan cara mengeringkan *paving block* di oven dengan suhu 100-120°C selama 4 – 8 jam Untuk mendapatkan berat konstan konstan.

3. Isi ember atau wadah dengan air bersih.
4. Rendam *paving block* dalam air bersih selama 24 jam.
5. Pastikan air direfresh jika terjadi kontaminasi atau penguapan yang signifikan.
6. Setelah 24 jam, angkat *paving block* dari rendaman dan biarkan air yang menempel di permukaannya mengalir selama 1 menit.
3. Timbang *paving block* yang basah dan catat beratnya sebagai berat jenuh (W_{jenuh}).
4. Selesai

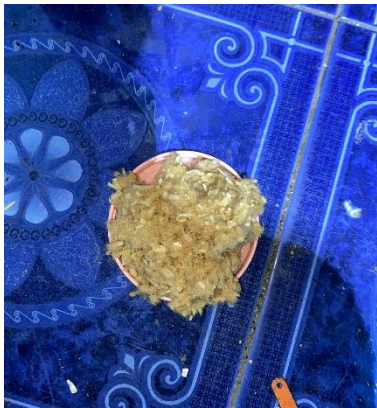
BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pembuatan sampel uji

Berikut adalah cara pembuatan sampel uji *Paving Block* komposit :

1. Memerisapkan bahan bahan utama pembuatan *Paving Block* komposit berupa Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS), *Filter* puntung rokok, pasir, semen. Yang terlihat pada gambar 4.1



a.



b.



c.



d.

gambar 4.1 Bahan utama. a. *filter* rokok, b. TKKS, c. semen d. pasir

2. Menimbang campuran TKKS dan *Filter* 20% dari volume *paving block* untuk 3 komposisi dan perbandingan bahan utama *paving block* dengan perbandingan air, semen, pasir (0,5:1:3), seperti pada gambar di bawah :

a. menimbang TKKS dan Filter rokok sampel 1



a.



b.

4.2 menimbang bahan a. serat TKKS. b. Filter rokok

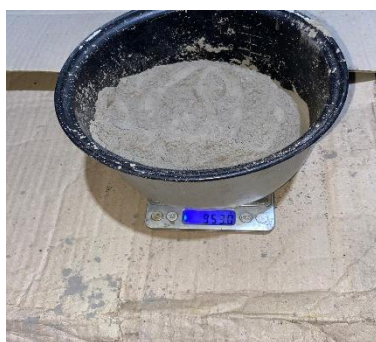
b. Menimbang bahan utama paving block dengan cara mencatat dahulu berat wadah kemudian menimbang berat bahan ditambah berat wadah untuk mendapat berat bersih bahan



a.



b.



c.



d.

Gambar 4.3 menimbang bahan utama a. Wadah. b. air. c.semen d. pasir

Dan begitu juga cara menimbang seterusnya untuk sampel 2 dan 3. Berikut tabel komposisi untuk tiap tiap sampel pada tabel 4.1 berikut :

Tabel 4.1 Komposisi sampel uji

| Nama sampel | Perbandingan TKKS dan Filter Rokok | TKKS (gr) | Filter rokok (gr) | Air (gr) | semen(gr) | pasir(gr) |
|-------------|------------------------------------|-----------|-------------------|----------|-----------|-----------|
| Sampel 1 | 50:50 | 11 | 11 | 400 | 800 | 2400 |
| Sampel 2 | 60:40 | 13,2 | 8,8 | 400 | 800 | 2400 |
| Sampel 3 | 70:30 | 15,4 | 6,6 | 400 | 800 | 2400 |

3. Menyiapkan alat yang dibutuhkan dalam proses pembuatan *paving block* : cetakan, pemukul, adukan semen. seperti terlihat pada gambar 4.5



gambar 4.4 alat pembuat *paving block*

4. Mencampurkan semua bahan untuk membuat *paving block* sesuai dengan takaran yang sudah di tentukan (sesuai dengan point 2).



Gambar 4.5 pencampuran semua bahan *paving block*

5. setelah proses pencampuran bahan merata kemudian semua bahan dimasukkan ke dalam cetakan dengan metode cetak tuang, seperti pada gambar di bawah



Gambar 4.6 Memasukkan bahan ke cetakan

6. Proses pemadatan bahan yang ada didalam cetakan supaya terdistribusi dengan sempurna dipukul dengan pemukul cetakan agar *paving block* padat merata



Gambar 4.7 Memadatkan campuran paving di cetakan

7. kemudian *paving block* yang sudah di cetak tersebut dan diamkan di ruangan tertutup selama 1 hari dengan temperatur suhu kamar



Gambar 4.8 Menyimpan *paving block*

8. setelah satu hari biarkan *paving block* tersebut dalam keadaan lembab atau basah dengan cara merendam di dalam air 5 menit perhari selama 7 hari
9. setelah itu biarkan sampai di hari ke 28 di ruangan tertutup dalam suhu kamar
10. setelah 28 hari bisa dilakukan pengujian karna beton sudah mencapai kekuatan maksimal di umur 28 hari
11. selesai

4.2 Prosedur pengujian tekan

Prosedur pengujian tekan *paving block* menggunakan mesin compression test beton adalah sebagai berikut :

1. Siapkan sampel uji *paving block*



4.9 Sampel uji *paving block*

2. Mempersiapkan alat uji tekan



Gambar 4.10 alat uji tekan

3. Meletakkan *paving block* di permukaan di alat uji tekan seperti terlihat pada gambar di bawah



Gambar 4.11 peletakan sampel di alat uji tekan

4. Jalankan mesin kemudian di beri penambahan beban secara konstan sampai *paving block* tersebut retak terlihat seperti pada gambar di bawah.



Gambar 4.12 sampel hancur

5. Setelah retak atau hancur catat semua data pemberian beban maksimum setiap sampel
6. Selesai.

4.3 Pengujian serap air

1. Mengeringkan *paving block* didalam oven dengan suhu 100-120°C selama 4-8 jam untuk mencapai berat konstan



Gambar 4.13 Pengeringan menggunakan oven

2. Timbang paving yg sudah di oven dan di catat hasilnya untuk berat kering



Gambar 4.14 Menimbang paving kering

3. Kemudian rendam *paving block* keseluruhan dan biarkan selama 24 jam



Gambar 4.15 perendaman paving

4. Angkat dan biarkan air mengalir selama 1 menit
5. kemudian timbang paving yg sudah di rendam selama 24 jam dan catat hasilnya



Gambar 4.16 menimbang paving basah

5. Selesai

4.4 Data hasil pengujian

4.4.1 Data Hasil pengujian Tekan

Pengujian tekan ini dilakukan untuk melihat seberapa kuat sampel menahan beban di tiap perbandingan komposisi. Di sampel 1 dengan perbandingan serat TKKS dan *filter* rokok 50:50, sampel 2 dengan perbandingan 60:40 dan sampel 3 dengan perbandingan 70:30. Dan di tiap komposisi terdapat 3 benda uji

Pengujian ini dilakukan di laboratorium bahan dan rekayasa beton Universitas Sumatera Utara. Dan data hasil dari pengujian tekan *paving block* pada sampel 1, 2 dan 3 tersebut dapat di lihat gambar sebelum dan sesudah di uji kemudian data beban aktual yang di dapat pada tiap tiap sampel seperti pada gambar dan tabel di bawah :

1. Gambar sebelum dan sesudah di uji tekan sampel 1



Gambar 4.17 Sampel 1(1) sebelum dan sesudah di Uji Tekan



Gambar 4.18 sampel 1(2) sebelum dan sesudah di Uji Tekan



Gambar 4.19 sampel 1(3) sebelum dan sesudah di uji tekan

2. Gambar sebelum dan sesudah di uji tekan sampel 2



Gambar 4.20 Sampel 2(1) sebelum dan sesudah di Uji Tekan



Gambar 4.21 Sampel 2(2) sebelum dan sesudah di Uji Tekan



Gambar 4.22 Sampel 2(3) sebelum dan sesudah di Uji Tekan

3. Gambar sebelum dan sesudah di uji tekan sampel 3



Gambar 4.23 Sampel 3(1) sebelum dan sesudah di Uji Tekan



Gambar 4.24 Sampel 3(2) sebelum dan sesudah di Uji Tekan



Gambar 4.25 Sampel 3(3) sebelum dan sesudah di Uji Tekan

Berikut data hasil yang di dapatkan dari pengujian tekan *paving block* dalam bentuk tabel :

Tabel Gambar 4.2 Hasil pengujian tekan

| Nama sampel | Perbandingan serat TKKS dan <i>filter</i> rokok | Beban aktual (kN) |
|-------------|---|-------------------|
| Sampel 1 | 50:50 | 368 |
| Sampel 1 | 50:50 | 360 |
| Sampel 1 | 50:50 | 370 |
| Sampel 2 | 60:40 | 405 |
| Sampel 2 | 60:40 | 420 |
| Sampel 2 | 60:40 | 410 |
| Sampel 3 | 70:30 | 443 |
| Sampel 3 | 70:30 | 470 |
| Sampel 3 | 70:30 | 465 |

4.4.2 Hasil pengujian serap air

Pengujian serap air *Paving block* ini dilakukan untuk melihat apakah serat tambahan TKKS dan *filter* rokok mampu menambah daya serap air pada *paving block* komposit ini untuk data hasil pengujian bisa di lihat pada gambar di bawah

1. Sampel 1



Gambar 4.26 hasil pengujian serap air sampel 1(1)



Gambar 4.27 hasil pengujian serap air Sampel 1(2)



Gambar 4.28 hasil pengujian serap air sampel 1(3)

2. Sampel 2



Gambar 4.29 hasil pengujian serap air sampel 2(1)



Gambar 4.30 hasil pengujian serap air Sampel 2 (2)



Gambar 4.31 hasil pengujian serap air Sampel 2(3)

3. Sampel 3



Gambar 4.32 hasil pengujian serap air sampel 3(1)



Gambar 4.33 hasil pengujian serap air Sampel 3(2)



Gambar 4.34 hasil pengujian serap air sampel 3(3)

Dari pengujian daya serap air dan gambar di atas didapat hasil pengujian berupa berat kering dan basah paving block tersebut berikut dalam bentuk tabel :

Tabel 4.3 Hasil pengujian serap air

| Nama sampel | Berat kering (gr) | Berat basah (gr) |
|-------------|-------------------|------------------|
| Sampel 1 | 2178,5 | 2339,7 |
| Sampel 1 | 2260,9 | 2405,8 |
| Sampel 1 | 2228,6 | 2387,2 |
| Sampel 2 | 2213,3 | 2348,2 |
| Sampel 2 | 2342,4 | 2459,5 |
| Sampel 2 | 2260,0 | 2384,2 |
| Sampel 3 | 2330,6 | 2420,6 |
| Sampel 3 | 2300,9 | 2386,5 |
| Sampel 3 | 2281,1 | 2371,1 |

4.5 Analisa Data Pengujian

4.5.1 Analisa Pengujian Tekan

Di bawah ini merupakan hasil perhitungan dan analisa pengujian tekan yang didapatkan dari sampel 1, 2 dan 3 menggunakan mesin uji compression test beton yang telah dilakukan dan menghitung hasil kuat tekannya sebagai berikut :

1. Perhitungan Kuat Tekan Sampel 1 dengan perbandingan serat TKKS dan *Filter* rokok (50:50)

a. Sampel 1(1)

Beban aktual = 368 kN

1 kN = 1000 N

368 kN = 368000 N

luas bidang tekan (P x L)

P = 21 cm. L = 10,5 cm

$P \times L = 21 \times 10,5 = 220,5 \text{ cm}^2$

Konversi ke mm^2

$1 \text{ cm}^2 = 100 \text{ mm}^2$

$220,5 \text{ cm}^2 = 22050 \text{ mm}^2$

Untuk mengetahui Kuat Tekan kita gunakan persamaan seperti di bawah ini

$$KT = \frac{P}{A} = \frac{368000 \text{ N}}{22050 \text{ mm}^2} = 16,68 \text{ N/mm}^2$$

$16,68 \text{ N/mm}^2 = 16,68 \text{ MPa}$

- b. Sampel 1(2), perbandingan serat TKKS dan *Filter* rokok (50:50)

Beban aktual

$$\text{Beban aktual} = 360 \text{ kN}$$

Konversi ke Newton

$$1 \text{ kN} = 1000 \text{ N}$$

$$360 \text{ kN} = 360000 \text{ N}$$

luas bidang tekan (P x L)

$$P = 21 \text{ cm. L} = 10,5 \text{ cm}$$

$$P \times L = 21 \times 10 = 220,5 \text{ cm}^2$$

Konversi ke mm^2

$$1 \text{ cm}^2 = 100 \text{ mm}^2$$

$$220,5 \text{ cm}^2 = 22050 \text{ mm}^2$$

Untuk mengetahui Kuat Tekan kita gunakan persamaan seperti di bawah ini

$$KT = \frac{P}{A} = \frac{360000 \text{ N}}{22050 \text{ mm}^2} = 16,32 \text{ N/mm}^2$$

$$16,32 \text{ N/mm}^2 = 16,32 \text{ Mpa}$$

- c. Sampel 1(3), perbandingan serat TKKS dan *Filter* rokok (50:50)

Beban aktual

$$\text{Beban aktual} = 370 \text{ kN}$$

Konversi ke Newton

$$1 \text{ kN} = 1000 \text{ N}$$

$$370 \text{ kN} = 370000 \text{ N}$$

luas bidang tekan (P x L)

$$P = 21 \text{ cm. L} = 10,5 \text{ cm}$$

$$P \times L = 21 \times 10,5 = 220,5 \text{ cm}^2$$

Konversi ke mm^2

$$1 \text{ cm}^2 = 100 \text{ mm}^2$$

$$220,5 \text{ cm}^2 = 22050 \text{ mm}^2$$

Kuat tekan

$$KT = \frac{P}{A} = \frac{370000 \text{ N}}{22050 \text{ mm}^2} = 16,78 \text{ N/mm}^2$$

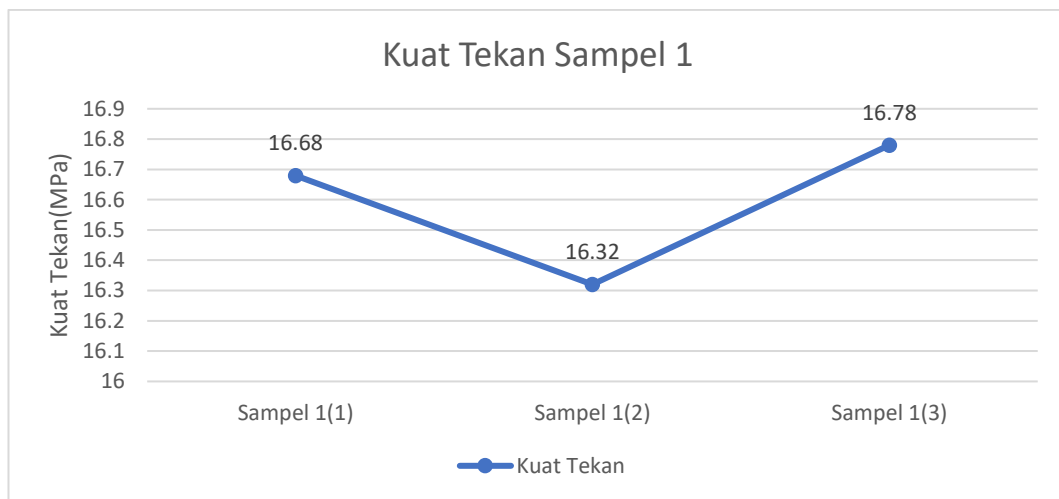
$$16,78 \text{ N/mm}^2 = 16,78 \text{ Mpa}$$

d. Rata-rata hasil kuat tekan sampel 1

$$\text{Rata rata} = \frac{\text{total data}}{\text{jumlah data}}$$

$$\text{Rata rata} = \frac{16,68+16,32+16,78}{3} = 16,59 \text{ MPa}$$

Dari hasil perhitungan kuat tekan sampel 1 di atas dapat di tarik grafik hasil kuat tekan untuk sampel 1 pada 3 benda uji



Gambar 4.35 Grafik hasil kuat tekan sampel 1

Dari hasil perhitungan di atas di dapat hasil pengujian pada sampel 1 sebesar 16,68 MPa 16,32 MPa 16,78 MPa Dari hasil tersebut di dapat nilai rata rata 16,59 Mpa. Untuk melihat masuk dalam mutu apa sampel tersebut dilihat dari rujukan tabel kekuatan tekan *paving block* SNI-03-0691-1998 di bawah :

Tabel 4.4 Tabel kekuatan tekan paving blok SNI-03-0691-1998

| Mutu | Kuat tekan (Mpa) | |
|------|------------------|---------|
| | Rata rata | Minimum |
| A | 40 | 35 |
| B | 20 | 17 |
| C | 15 | 12,5 |
| D | 10 | 8,5 |

Maka dari hasil perhitungan kuat tekan dari rujukan *paving block* SNI 03-0691-1998, *paving block* dengan bahan tambahan 20 % serat TKKS dan *filter* rokok dengan perbandingan 50:50 masuk dalam mutu C karna tidak sampai nilai minimum di mutu B dengan nilai 17 Mpa.

2. Perhitungan Kuat Tekan Sampel 2 dengan perbandingan serat TKKS dan *Filter* rokok (60:40)

a. Sampel 2(1)

Beban aktual = 405 kN

1 kN = 1000 N

405 kN = 405000 N

luas bidang tekan (P x L)

P = 21 cm. L = 10,5 cm

P x L = 21 x 10,5 = 220,5 cm²

Konversi ke mm²

1 cm² = 100 mm²

220,5 cm² = 22050 mm²

Untuk mengetahui Kuat Tekan kita gunakan persamaan seperti di bawah ini

$$KT = \frac{P}{A} = \frac{405000 \text{ N}}{22050 \text{ mm}^2} = 18,36 \text{ N/mm}^2$$

18,36 N/mm² = 18,36 MPa

b. Sampel 2(2), perbandingan serat TKKS dan *Filter* rokok (60:40)

Beban aktual

Beban aktual = 420 kN

Konversi ke Newton

1 kN = 1000 N

420 kN = 420000 N

luas bidang tekan (P x L)

P = 21 cm. L = 10,5 cm

P x L = 21 x 10 = 220,5cm²

Konversi ke mm²

1 cm² = 100 mm²

220,5 cm² = 22050 mm²

Untuk mengetahui Kuat Tekan kita gunakan persamaan seperti di bawah ini

$$KT = \frac{P}{A} = \frac{420000 \text{ N}}{22050 \text{ mm}^2} = 19,04 \text{ N/mm}^2$$

$$19,04 \text{ N/mm}^2 = 19,04 \text{ Mpa}$$

- c. Sampel 2(3), perbandingan serat TKKS dan *Filter* rokok (60:40)

Beban aktual

$$\text{Beban aktual} = 410 \text{ kN}$$

Konversi ke Newton

$$1 \text{ kN} = 1000 \text{ N}$$

$$410 \text{ kN} = 410000 \text{ N}$$

luas bidang tekan (P x L)

$$P = 21 \text{ cm. L} = 10,5 \text{ cm}$$

$$P \times L = 21 \times 10,5 = 220,5 \text{ cm}^2$$

Konversi ke mm^2

$$1 \text{ cm}^2 = 100 \text{ mm}^2$$

$$220,5 \text{ cm}^2 = 22050 \text{ mm}^2$$

Kuat tekan

$$KT = \frac{P}{A} = \frac{410000 \text{ N}}{22050 \text{ mm}^2} = 18,59 \text{ N/mm}^2$$

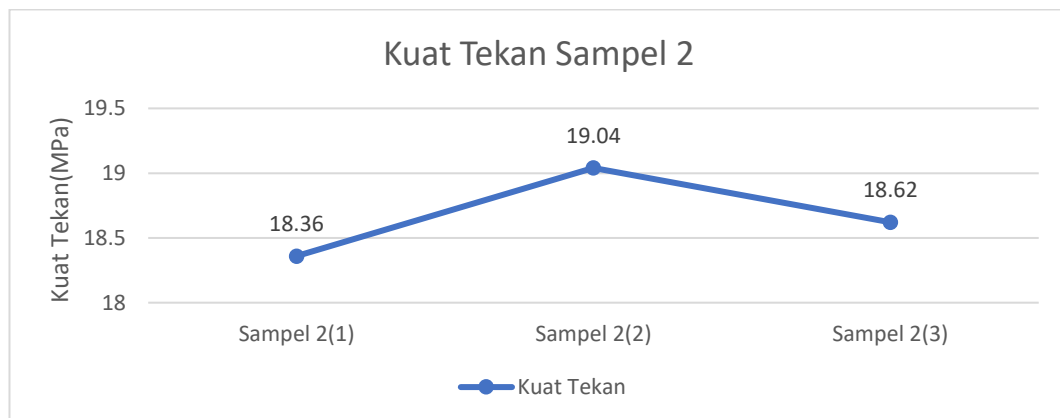
$$18,59 \text{ N/mm}^2 = 18,59 \text{ Mpa}$$

- d. Rata-rata hasil kuat tekan sampel 2

$$\text{Rata rata} = \frac{\text{total data}}{\text{jumlah data}}$$

$$\text{Rata rata} = \frac{18,36+19,04+18,59}{3} = 18,66 \text{ MPa}$$

Dari hasil perhitungan kuat tekan pada sampel 2 di atas dapat di tarik sebuah grafik di bawah ini :



Gambar 4.36 Grafik hasil kuat tekan sampel 2

Dari hasil perhitungan di atas di dapat hasil pengujian pada sampel 2 sebesar 18,36 Mpa, 19,04 Mpa dan 18,59 MPa. Dari hasil tersebut maka didapat hasil rata-rata kekuatan pada sampel 2 sebesar 18,66 MPa. Dan melihat rujukan kekuatan tekan *paving block* SNI-03-0691-1998. Berikut merupakan tabel kekuatan *paving block*:

Tabel 4.5 kekuatan tekan paving blok SNI-03-0691-1998

| Mutu | Kuat tekan (Mpa) | |
|------|------------------|---------|
| | Rata rata | Minimum |
| A | 40 | 35 |
| B | 20 | 17 |
| C | 15 | 12,5 |
| D | 10 | 8,5 |

Maka dari hasil perhitungan kuat tekan dari rujukan *paving block* SNI 03-0691-1998, *paving block* dengan bahan tambahan 20 % serat TKKS dan *filter* rokok dengan perbandingan 60:40 masuk dalam mutu B, dengan nilai minimum 17 Mpa.

3. Perhitungan Kuat Tekan sampel 3 dengan perbandingan serat TKKS dan *Filter* rokok (70:30)

a. Sampel 3(1)

Beban aktual = 443 kN

1 kN = 1000 N

443 kN = 443000 N

luas bidang tekan (P x L)

P = 21 cm. L = 10,5 cm

$P \times L = 21 \times 10,5 = 220,5 \text{ cm}^2$

Konversi ke mm^2

$1 \text{ cm}^2 = 100 \text{ mm}^2$

$220,5 \text{ cm}^2 = 22050 \text{ mm}^2$

Untuk mengetahui Kuat Tekan kita gunakan persamaan seperti di bawah ini

$$KT = \frac{P}{A} = \frac{443000 \text{ N}}{22050 \text{ mm}^2} = 20,09 \text{ N/mm}^2$$

$20,09 \text{ N/mm}^2 = 20,09 \text{ MPa}$

b. Sampel 3(2), perbandingan serat TKKS dan *Filter* rokok (70:30)

Beban aktual

Beban aktual = 470 kN

Konversi ke Newton

1 kN = 1000 N

470 kN = 470000 N

luas bidang tekan (P x L)

P = 21 cm. L = 10,5 cm

P x L = 21 x 10 = 220,5 cm²

Konversi ke mm²

1 cm² = 100 mm²

220,5 cm² = 22050 mm²

Untuk mengetahui Kuat Tekan kita gunakan persamaan seperti di bawah ini

$$KT = \frac{P}{A} = \frac{470000 \text{ N}}{22050 \text{ mm}^2} = 21,31 \text{ N/mm}^2$$

21,31 N/mm² = 21,31 Mpa

- c. Sampel 3(3), perbandingan serat TKKS dan *Filter* rokok (70:30)

Beban aktual

Beban aktual = 465 kN

Konversi ke Newton

1 kN = 1000 N

465,0 kN = 465000 N

luas bidang tekan (P x L)

P = 21 cm. L = 10 cm

P x L = 21 x 10,5 = 220,5 cm²

Konversi ke mm²

1 cm² = 100 mm²

220,5 cm² = 22050 mm²

Kuat tekan

$$KT = \frac{P}{A} = \frac{465000 \text{ N}}{22050 \text{ mm}^2} = 21,08 \text{ N/mm}^2$$

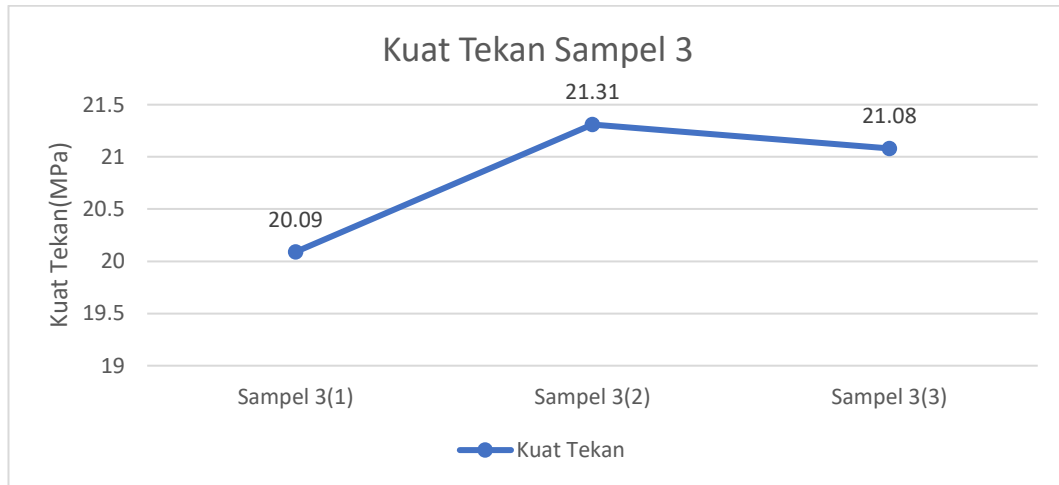
21,08 N/mm² = 21,08 Mpa

d. Rata-rata hasil pengujian tekan sampel 3

$$\text{Rata rata} = \frac{\text{total data}}{\text{jumlah data}}$$

$$\text{Rata rata} = \frac{20,09+21,31+21,08}{3} = 20,82 \text{ Mpa}$$

Dari hasil perhitungan kuat tekan sampel 3 pada 3 benda uji dapat di tarik grafik pengujian tekan sampel 3 di bawah ini :



Gambar 4.37 Grafik hasil kuat tekan sampel 3

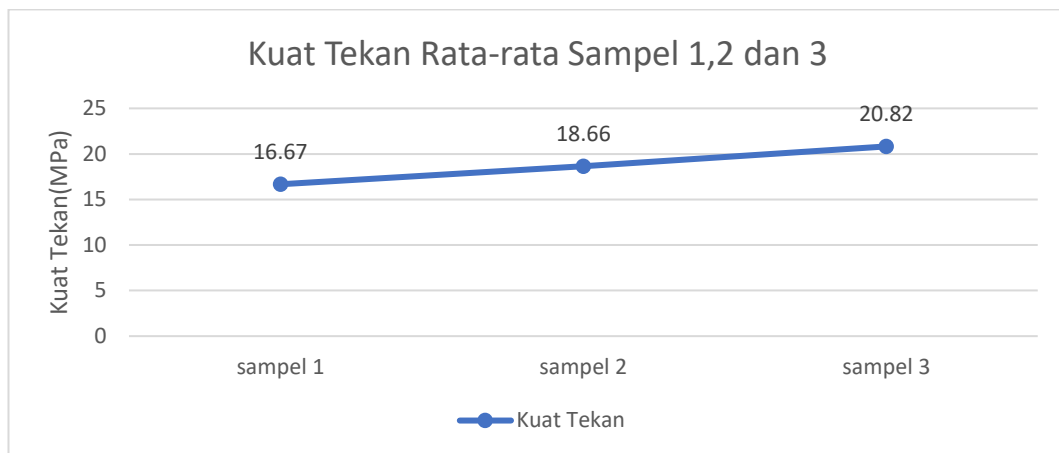
Dari hasil perhitungan di atas di dapat hasil pengujian pada sampel 3 sebesar 20,09 Mpa, 21,31 Mpa dan 21,08 MPa. Dari hasil tersebut maka didapat hasil rata-rata kekuatan pada sampel 3 sebesar 20,82 MPa. dan melihat rujukan kekuatan tekan *paving block* SNI-03-0691-1998. Berikut merupakan tabel kekuatan *paving block*:

Tabel 4.6 kekuatan tekan paving blok SNI-03-0691-1998

| Mutu | Kuat tekan (Mpa) | |
|------|------------------|---------|
| | Rata rata | Minimum |
| A | 40 | 35 |
| B | 20 | 17 |
| C | 15 | 12,5 |
| D | 10 | 8,5 |

Maka dari hasil perhitungan kuat tekan dari rujukan *paving block* SNI 03-0691-1998, *paving block* dengan bahan tambahan 20 % serat TKKS dan *filter* rokok dengan perbandingan 70:30 masuk dalam mutu B, dengan nilai minimum 17 Mpa.

Dari hasil perhitungan kuat tekan pada sampel 1,2 dan 3 di dapatlah hasil dari masing masing sampel dan dapat dilihat pada grafik di bawah ini :



Gambar 4.38 Hasil Rata-rata kuat tekan Sampel 1,2 dan 3

Dari data grafik di atas kekuatan tekan rata-rata meningkat dari sampel 1 dengan perbandingan TKKS dan *filter* rokok(50:50),Sampel 2 perbandingan TKKS dan *filter* rokok(60:40),dan sampel 3 perbandingan TKKS dan *filter* rokok(70:30). Dari data di atas bahwa komposisi dengan penambahan serat TKKS dapat meningkatkan kuat tekan pada *paving block*

4.5.2 Analisa pengujian serap air

Berikut perhitungan dan analisa pengujian serap air pada sampel 1,2 dan 3 :

1. Sampel 1, dengan perbandingan TKKS dan *Filter* rokok 50:50

- a. Sampel 1(1)

Berat kering (W_s) = 2178,5

Berat basah (W_w) = 2339,7

$$\text{Serapan Air} = \left(\frac{W_w - W_s}{W_s} \right) \times 100$$

$$\text{Serapan Air} = \left(\frac{2339,7 - 2178,5}{2178,5} \right) \times 100$$

Hitung selisih berat basah dan kering :

$$2339,7 - 2178,5 = 161,2 \text{ gr}$$

Kemudian bagi hasilnya dengan berat kering

$$\frac{161,2}{2178,5} = 0,073$$

Kemudian kalikan dengan 100 untuk mendapatkan persen

$$0,073 \times 100 = 7,3 \%$$

b. Sampel 1(2)

Berat kering (W_s) = 2260,9

Berat basah (W_w) = 2405,8

$$\text{Serapan Air} = \left(\frac{W_w - W_s}{W_s} \right) \times 100$$

$$\text{Serapan Air} = \left(\frac{2405,8 - 2260,9}{2260,9} \right) \times 100$$

Hitung selisih berat basah dan kering :

$$2405,8 - 2260,9 = 144,9 \text{ gr}$$

Kemudian bagi hasilnya dengan berat kering

$$\frac{144,9}{2260,9} = 0,064$$

Kemudian kalikan dengan 100 untuk mendapatkan persen

$$0,064 \times 100 = 6,4 \%$$

c. Sampel 1 (3)

Berat kering (W_s) = 2228,6

Berat basah (W_w) = 2387,2

$$\text{Serapan Air} = \left(\frac{W_w - W_s}{W_s} \right) \times 100$$

$$\text{Serapan Air} = \left(\frac{2387,2 - 2228,6}{2228,6} \right) \times 100$$

Hitung selisih berat basah dan kering :

$$2387,2 - 2228,6 = 158,6 \text{ gr}$$

Kemudian bagi hasilnya dengan berat kering

$$\frac{158,6}{2228,6} = 0,071$$

Kemudian kalikan dengan 100 untuk mendapatkan persen

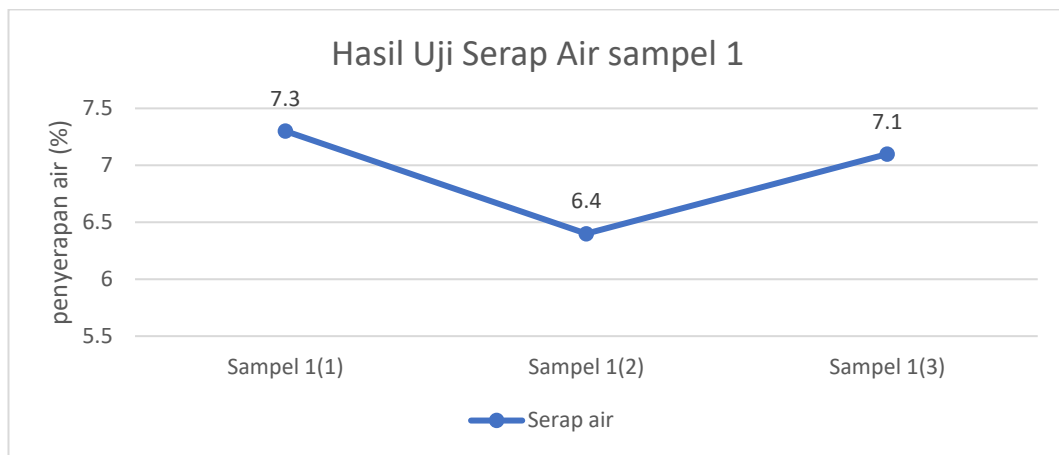
$$0,071 \times 100 = 7,1 \%$$

d. Nilai rata rata

$$\text{Rata rata} = \frac{\text{total data}}{\text{jumlah data}}$$

$$\text{Rata rata} = \frac{7,3+6,4+7,1}{3} = 6,93 \%$$

Dari hasil perhitungan di atas dapat di tarik sebuah grafik untuk sampel 1 pada 3 benda uji di bawah ini :



Gambar 4.39 Grafik hasil serap air sampel 1

Dari hasil perhitungan di atas di dapat hasil pengujian penerapan air pada sampel 1 sebesar 7.3%, 6.4% dan 7,1%. Dan setelah di rata-ratakan hasil pengujian serap air dari Sampel 1 sebesar 6,93% Dari hasil tersebut maka *paving block* berbahan campuran serat TKKS dan *filter* rokok pada sampel 1 dengan perbandingan serat TKKS dan *filter* rokok (50:50) dengan nilai rata rata 6,93% pada tabel penyerapan air dengan nilai maksimal standar *paving block*. Berikut merupakan tabel kekuatan *paving block*

Tabel 4.7 mutu serap air *paving block* SNI 03-0691-1998

| Mutu | Penyerapan air Rata rata maks% |
|------|-----------------------------------|
| A | 3 |
| B | 6 |
| C | 8 |
| D | 10 |

Maka dari hasil perhitungan kuat tekan dari rujukan *paving block* SNI 03-0691-1998, *paving block* dengan bahan tambahan 20 % serat TKKS dan *filter* rokok dengan perbandingan 50:50 masuk dalam mutu C dengan penyerapan air maksimal di 8%.

2. perhitungan pengujian serap air sampel 2, dengan perbandingan TKKS dan *Filter* rokok 60:40

a. Sampel 2(1)

Berat kering (W_s) = 2213,3

Berat basah (W_w) = 2348,2

$$\text{Serapan Air} = \left(\frac{W_w - W_s}{W_s} \right) \times 100$$

$$\text{Serapan Air} = \left(\frac{2348,2 - 2213,3}{2213,3} \right) \times 100$$

Hitung selisih berat basah dan kering :

$$2348,2 - 2213,3 = 134,9 \text{ gr}$$

Kemudian bagi hasilnya dengan berat kering

$$\frac{134,9}{2213,3} = 0,0609$$

Kemudian kalikan dengan 100 untuk mendapatkan persen

$$0,0609 \times 100 = 6,09 \%$$

b. Sampel 2(2)

$$\text{Berat kering } (W_s) = 2342,4$$

$$\text{Berat basah } (W_w) = 2459,5$$

$$\text{Serapan Air} = \left(\frac{W_w - W_s}{W_s} \right) \times 100$$

$$\text{Serapan Air} = \left(\frac{2459,5 - 2342,4}{2342,4} \right) \times 100$$

Hitung selisih berat basah dan kering :

$$2459,5 - 2342,4 = 117,1 \text{ gr}$$

Kemudian bagi hasilnya dengan berat kering

$$\frac{117,1}{2342,4} = 0,049$$

Kemudian kalikan dengan 100 untuk mendapatkan persen

$$0,049 \times 100 = 4,9 \%$$

c. Sampel 2(3)

$$\text{Berat kering } (W_s) = 2260,0$$

$$\text{Berat basah } (W_w) = 2384,2$$

$$\text{Serapan Air} = \left(\frac{W_w - W_s}{W_s} \right) \times 100$$

$$\text{Serapan Air} = \left(\frac{2384,2 - 2260,0}{2260,0} \right) \times 100$$

Hitung selisih berat basah dan kering :

$$2384,2 - 2260,0 = 124,2 \text{ gr}$$

Kemudian bagi hasilnya dengan berat kering

$$\frac{124,2}{2260,0} = 0,054$$

Kemudian kalikan dengan 100 untuk mendapatkan persen

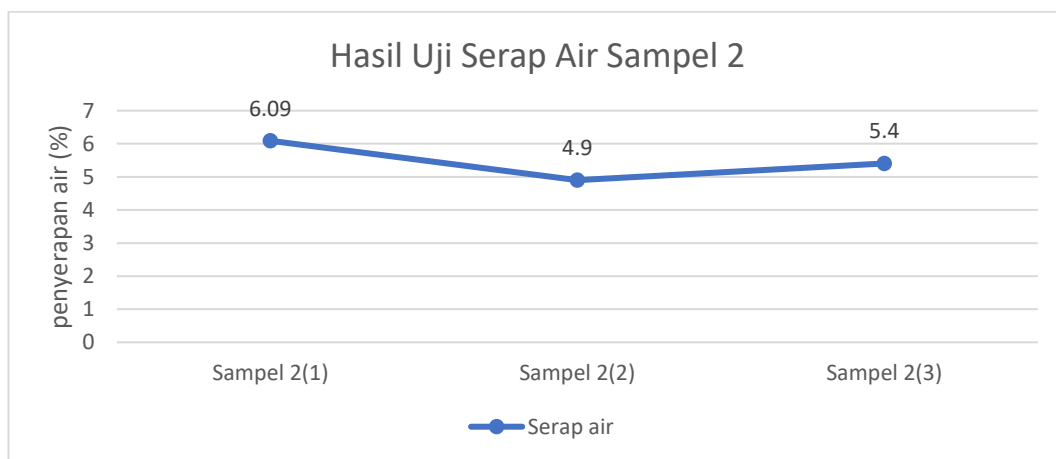
$$0,054 \times 100 = 5,4 \%$$

d. Nilai rata rata

$$\text{Rata rata} = \frac{\text{total data}}{\text{jumlah data}}$$

$$\text{Rata rata} = \frac{6,09+4,9+5,4}{3} = 5,46\%$$

Dari hasil perhitungan di atas dapat di tarik sebuah grafik untuk sampel 2 pada 3 benda uji seperti pada grafik di bawah :



Gambar 4.40 Grafik hasil uji serap air sampel 2

Dari hasil perhitungan di atas di dapat hasil pengujian penerapan air pada sampel 1 sebesar 6,09 %, 4,9% dan 5,4%. Dari hasil tersebut maka *paving block* berbahan campuran serat TKKS dan *filter* rokok pada sampel 2 dengan perbandingan serat TKKS dan *filter* rokok 60:40 dengan nilai rata rata 5,46% pada tabel penyerapan air dengan nilai maksimal standar *paving block*. Berikut merupakan tabel kekuatan *paving block*

Tabel 4.8 mutu serap air *paving block* SNI 03-0691-1998

| Mutu | Penyerapan air Rata rata maks% |
|------|-----------------------------------|
| A | 3 |
| B | 6 |
| C | 8 |
| D | 10 |

Maka dari hasil perhitungan kuat tekan dari rujukan *Paving Block* SNI 03-0691-1998, *paving block* dengan bahan tambahan 20 % serat TKKS dan *filter* rokok dengan perbandingan 60:40 masuk dalam mutu B, dengan maksimal 6%.

3. Perhitungan pengujian serap air sampel 3, dengan perbandingan TKKS dan *Filter* rokok 70:30

a. Sampel 3(1)

$$\text{Berat kering } (W_s) = 2330,6$$

$$\text{Berat basah } (W_w) = 2420,6$$

$$\text{Serapan Air} = \left(\frac{W_w - W_s}{W_s} \right) \times 100$$

$$\text{Serapan Air} = \left(\frac{2420,6 - 2330,6}{2330,6} \right) \times 100$$

Hitung selisih berat basah dan kering :

$$2420,6 - 2330,6 = 90 \text{ gr}$$

Kemudian bagi hasilnya dengan berat kering

$$\frac{90}{2330,6} = 0,038$$

Kemudian kalikan dengan 100 untuk mendapatkan persen

$$0,038 \times 100 = 3,8 \%$$

b. Sampel 3(2)

$$\text{Berat kering } (W_s) = 2300,9$$

$$\text{Berat basah } (W_w) = 2386,5$$

$$\text{Serapan Air} = \left(\frac{W_w - W_s}{W_s} \right) \times 100$$

$$\text{Serapan Air} = \left(\frac{2386,5 - 2300,9}{2300,9} \right) \times 100$$

Hitung selisih berat basah dan kering :

$$2386,5 - 2300,9 = 85,6 \text{ gr}$$

Kemudian bagi hasilnya dengan berat kering

$$\frac{85,6}{2300,9} = 0,037$$

Kemudian kalikan dengan 100 untuk mendapatkan persen

$$0,037 \times 100 = 3,7 \%$$

c. Sampel 3(3)

$$\text{Berat kering } (W_s) = 2281,1$$

$$\text{Berat basah } (W_w) = 2371,1$$

$$\text{Serapan Air} = \left(\frac{W_w - W_s}{W_s} \right) \times 100$$

$$\text{Serapan Air} = \left(\frac{2371,1 - 2281,1}{2281,1} \right) \times 100$$

Hitung selisih berat basah dan kering :

$$2371,1 - 2281,1 = 90 \text{ gr}$$

Kemudian bagi hasilnya dengan berat kering

$$\frac{90}{2281,1} = 0,039$$

Kemudian kalikan dengan 100 untuk mendapatkan persen

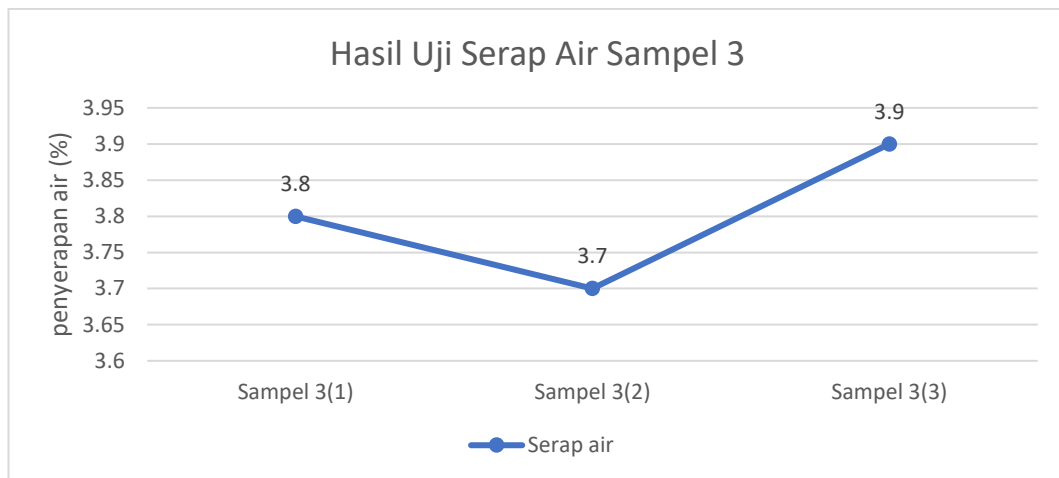
$$0,039 \times 100 = 3,9 \%$$

d. Nilai rata rata

$$\text{Rata rata} = \frac{\text{total data}}{\text{jumlah data}}$$

$$\text{Rata rata} = \frac{3,8 + 3,7 + 3,9}{3} = 3,8 \%$$

Dari hasil perhitungan di atas dapat di tarik sebuah grafik untuk sampel 3 pada 3 benda uji dibawah ini :



Gambar 4.41 Grafik Hasil uji serap air sampel 3

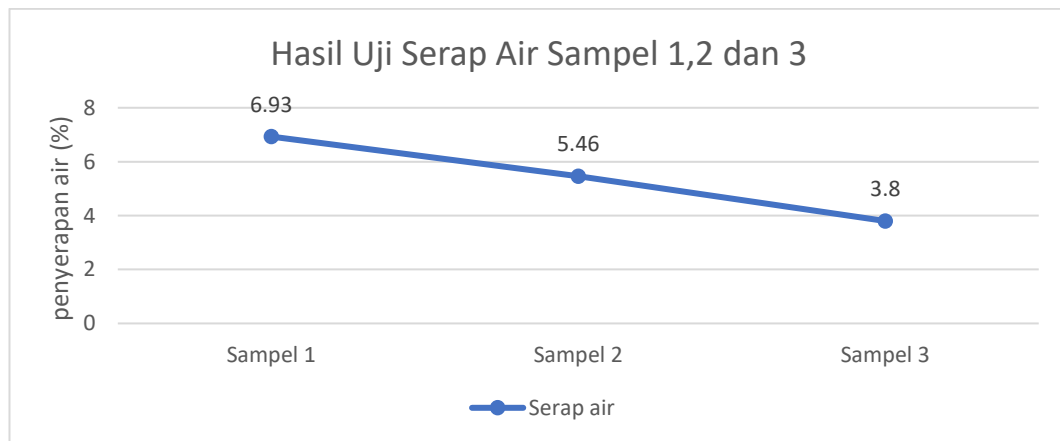
Dari hasil perhitungan di atas di dapat hasil pengujian penyerapan air pada sampel 1 sebesar 3,8%, 3,7% dan 3,9%. Dari hasil tersebut maka *paving block* berbahan campuran serat TKKS dan *filter* rokok pada sampel 3 dengan perbandingan serat TKKS dan *filter* rokok (70:30) dengan nilai rata rata 3,8% pada tabel penyerapan air dengan nilai maksimal standar *paving block*.

Tabel 4.9 mutu serap air *paving block* SNI 03-0691-1998

| Mutu | Penyerapan air Rata rata maks% |
|------|-----------------------------------|
| A | 3 |
| B | 6 |
| C | 8 |
| D | 10 |

Maka dari hasil perhitungan pengujian serap air dari rujukan *paving block* SNI 03-0691-1998, *paving block* dengan bahan tambahan 20 % serat TKKS dan *filter* rokok dengan perbandingan 70:30 masuk dalam mutu B.

Berdasarkan hasil perhitungan uji serap air pada sampel 1,2 dan 3 di dapat lah hasil rata rata pada tiap sampel dan dapat di tarik sebuah grafik untuk 3 sampel dapat dilihat pada grafik di bawah ini :



Gambar 4.42 Grafik hasil serap air rata-rata sampel 1,2 dan 3

Dari data grafik di atas kekuatan daya serap air menurun dari sampel 1 dengan perbandingan TKKS dan *filter* rokok(50:50),Sampel 2 perbandingan TKKS dan *filter* rokok(60:40),dan sampel 3 perbandingan TKKS dan *filter* rokok(70:30). Dari data di atas membuktikan bahwa komposisi dengan penambahan serat *Filter* rokok dapat membantu meningkatkan daya serap air pada *Paving block*.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Pembuatan Sampel uji *Paving Block*:

Penelitian ini berhasil memproduksi sampel uji *paving block* yang menggunakan bahan komposit dengan memanfaatkan limbah TKKS dan limbah *filter* rokok. Dari serat TKKS dan *Filter* rokok. terdapat 3 variasi pada penelitian ini. Perbandingan serat TKKS dan *filter* rokok yang diuji kekuatan tekan dan serap air adalah :

sampel 1 = 50:50, Sampel 2 = 60:40, dan Sampel 3 = 70:30

2. Uji tekan dan Penyerpan air

a. Uji Tekan:

Sampel 1 : Mencapai kekuatan tekan dengan nilai rata-rata sebesar 16,59 MPa, masuk kategori mutu C

Sampel 2 : Mencapai kekuatan tekan dengan nilai rata-rata sebesar 18,66 MPa, masuk kategori mutu B

Sampel 3 : Mencapai kekuatan tekan dengan nilai rata-rata sebesar 20,82 MPa, masuk kategori mutu B

Ternyata untuk penambahan serat TKKS dan *filter* rokok di 20 % dari volume *Paving block*, semakin banyak serat TKKS dari pada *filter* rokoknya menambah kekuatan tekan *paving block* tersebut

b. Uji Serap Air :

Dari hasil uji serap air pada setiap Sampel didapat nilai rata-rata :

Sampel 1 : Memiliki serapan air dengan nilai rata-rata sebesar 6,93%, masuk kategori mutu C

Sampel 2 : Memiliki serapan air dengan nilai rata-rata sebesar 5,46%, masuk kategori mutu B

Sampel 3 : Memiliki serapan air dengan nilai rata-rata sebesar 3,8%, masuk kategori mutu B

Ternyata untuk penambahan *filter* rokok di *paving block* mampu menambahkan serapan air pada *paving block* komposit tersebut.

3. Klasifikasi Mutu dari Parameter uji tekan dan serap air
 - a. Sampel 1 (50:50): Memiliki kekuatan tekan yang cukup baik dengan serapan air cukup tinggi, masuk dalam kategori mutu C untuk kedua parameter.
 - b. Sampel 2 (60:40): Memiliki keseimbangan yang lebih baik antara kekuatan tekan dan penyerapan air, dengan kekuatan tekan dan serapan air yang sesuai dengan kategori mutu B Untuk kedua parameter
 - c. Sampel 3 (70:30): Meskipun sampel ini memiliki kekuatan tekan tertinggi, penyerapan airnya yang lebih rendah dari sampel lainnya menunjukkan performa yang lebih baik dalam hal kekuatan tekan tetapi kurang optimal dalam penyerapan air. Hasil serapan air yang lebih rendah membuat sampel ini juga masuk dalam kategori mutu B untuk kedua parameter,

5.2 Saran

Perlu adanya penelitian lebih lanjut tentang *paving block* komposit ini penambahan serat TKKS dan *filter* puntung rokok dengan maksimum berapa persen penambahan serat dari volume *paving block* untuk mencapai kekuatan maksimumnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, S., & Rusman, A. (2017). Kuat Tekan Material Dari Bahan Komposit Diperkuat Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS). *Jurnal Mekanova*, 3(5), 128–136.
- Alwie, rahayu deny danar dan alvi furwanti, Prasetio, A. B., Andespa, R., Lhokseumawe, P. N., & Pengantar, K. (2020). Tugas Akhir Tugas Akhir. In *Jurnal Ekonomi Volume 18, Nomor 1 Maret201* (Vol. 2, Issue 1).
- Khoirunnisah M. 2015. *Pengaruh Abu Cangkang Sawit Untuk Substitusi Semen Terhadap Kuat Tekan Paving Block*. Palembang: Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Lubis, R. D. W., Syam, B., & Gunawan, S. (2020). Simulasi Respon Mekanik Komposit Busa Polimer Diperkuat Serat Tkks Dengan Variasi Konsentrasi Al₂O₃. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur Dan Energi*, 3(1), 29–37. <https://doi.org/10.30596/rmme.v3i1.4526>
- Lubis, R. W., Yani, M., Gunawan, S., & ... (2022). Analisa Respon Mekanik Material Polimer Komposit Diperkuat Serat Tkks Dan Filter Rokok Akibat Beban Statik. *Seminar Nasional ...*, 151–154. <https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/semnastek/article/view/5647>
- Lubis, R. W., Yani, M., Siregar, C. A. P., & Gunawan, S. (2022). Development of cigarette butt fibre filter reinforced by opefb fiber composite material for trash can. *Journal of Physics: Conference Series*, 2193(1), 0–5. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2193/1/012021>
- Mayleni, D. (2021). *Kaji Eksperimental Material Komposit Berpenguat Limbah Filter Rokok Sebagai Kaji Eksperimental Material Komposit*. 1–74.
- Mustangin, M. (2021). AGRO FABRICA Jurnal Teknik Pengolahan Hasil Perkebunan Kelapa Sawit dan Karet Available online. *Agro Fabrica*, 1(2), 7–15.
- Prasetyo, G. L., Fitriani, S. E., Sihotang, D. P., & Zulkania, A. (2018). Potensi Kandungan Aseton Dari Limbah Puntung Rokok. *Khazanah: Jurnal Mahasiswa*, 10(2), 1–6. <https://doi.org/10.20885/khazanah.vol10.iss2.art4>
- Priawan, W. (2021). *Kajian Eksperimental Polimer Komposit Diperkuat Serat TKKS Dan Filter Rokok Sebagai Produk Tong Sampah*.

<http://repository.umsu.ac.id/handle/123456789/15085>

- Rahmasita, M. E., Farid, M., & Ardhyanta, H. (2017). *Komponen Selulosa*. 6(2).
- Root, T. (2019). Cigarette butts are toxic plastic pollution. Should they be banned. *National Geographic*, 9.
- SNI 03-0691-1996. 1996. Bata Beton (*Paving Block*). Bandung: Badan Standarisasi Nasional
- Sukmawati, L., Naely, & Diansari, T. (2020). Analisis Pengendalian Kualitas Produk Paving Block Menggunakan Statistical Quality Control (Sqc) Pada Ud Abadi. -.
- Tarkono, T.-, & Ali, H.-. (2017). Penambahan Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (Tkks) Dalam Rangka Mereduksi Berat Komposit Papan Semen. *Rotor*, 10(2), 36. <https://doi.org/10.19184/rotor.v10i2.5761>

LAMPIRAN

| Jenis Benda Uji | | UKURAN (CM) | | F A S | SLUMP (cm) | BAHAN TAMBAHAN | TANGGAL | | UMUR BETON (hari) | BERAT uji (kg) | BEBAN TEKAN AKTUAL (kN) | KOKOH TEKAN (kg/cm ²) | |
|-----------------|------------|-------------|------|-------|------------|----------------|---------|--------|-------------------|----------------|-------------------------|-----------------------------------|------------------|
| | | | | | | | cetak | uji | | | | sewaktu pengujian | estimasi 28 hari |
| 1 | Sampel (1) | 21 | 10,5 | 6 | | | 10-7-24 | 7-8-24 | 28 | 2,38 | 360 | | |
| 2 | Sampel (1) | 21 | 10,5 | 6 | | | 10-7-24 | 7-8-24 | 28 | 2,42 | 405 | | |
| 3 | Sampel (3) | 21 | 10,5 | 6 | | | 10-7-24 | 7-8-24 | 28 | 2,48 | 443 | | |
| 4 | Sampel (1) | 21 | 10,5 | 6 | | | 10-7-24 | 7-8-24 | 28 | 2,40 | 360 | | |
| 5 | Sampel (3) | 21 | 10,5 | 6 | | | 10-7-24 | 7-8-24 | 28 | 2,47 | 420 | | |
| 6 | Sampel (3) | 21 | 10,5 | 6 | | | 10-7-24 | 7-8-24 | 28 | 2,46 | 430 | | |
| 7 | Sampel (1) | 21 | 10,5 | 6 | | | 10-7-24 | 7-8-24 | 28 | 2,41 | 320 | | |
| 8 | Sampel (3) | 21 | 10,5 | 6 | | | 10-7-24 | 7-8-24 | 28 | 2,42 | 410 | | |
| 9 | Sampel (3) | 21 | 10,5 | 6 | | | 10-7-24 | 7-8-24 | 28 | 2,45 | 465 | | |
| | X | | | | | | | | | | | | |
| | X | | | | | | | | | | | | |
| | X | | | | | | | | | | | | |
| | X | | | | | | | | | | | | |
| | X | | | | | | | | | | | | |
| | X | | | | | | | | | | | | |
| | X | | | | | | | | | | | | |

Disaksikan Oleh: Zainul Albar

NB: - Keaslian sampel yang telah diuji bukan merupakan tanggung jawab pihak laboratorium.
 - Pihak laboratorium tidak bertanggung jawab untuk menyimpan sampel yang telah diuji

LABORATORIUM BAHAN DAN REKAYASA BETON
 FAKULTAS TEKNIK U.S.U
 LABORATORIUM
 B E T O N
 JURUSAN TEKNIK SIPIL



LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Judul : Pengembangan *Filter* Puntung Rokok Diperkuat Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) Sebagai *Paving Block*
Nama : Zainul Akbar
NPM : 2007230082
Dosen Pembimbing : Riadini Wanty Lubis, S.T., M.T.

| No | Hari/Tanggal | Kegiatan | Paraf |
|----|---------------|----------------------------------|-------|
| 1 | Kamis 16/5/24 | Perbaiki latar belakang | Zf |
| 2 | Rabu 07/6/24 | Selesaikan proses pembuatan | Zf |
| 3 | Rabu 17/7/24 | Selesaikan gambar alat dan bahan | Zf |
| 4 | Senin 22/7/24 | Perbaiki analisa data | Zf |
| 5 | Kamis 1/8/24 | Perbaiki grafik & lengkapi | Zf |
| 6 | Senin 19/8/24 | Perbaiki kesimpulan | Zf |
| 7 | Senin 19/8/24 | Perbaiki format penulisan | Zf |
| 8 | Rabu 04/9/24 | ACC Seminar Hasil | Zf |
| 9 | Jumat 20/9/24 | Perbaiki Analisa & Grafik | Zf |
| 10 | Kamis 26/9/24 | ACC Sidang Tugas Akhir | Zf |



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

Untuk mengetahui surat ini agar disebutkan nomor dan tanggalnya

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK

UMSU Terakreditasi Unggul Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 1913/SK/BAN-PT/Ak.KP/PT/KU/2022
Pusat Administrasi: Jalan Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - 66224567 Fax. (061) 6625474 - 6631003
<https://fatek.umsu.ac.id> fatek@umsu.ac.id [umsumedan](https://www.facebook.com/umsumedan) [umsumedan](https://www.instagram.com/umsumedan) [umsumedan](https://www.youtube.com/umsumedan) [umsumedan](https://www.linkedin.com/umsumedan)

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN
DOSEN PEMBIMBING**

Nomor: 1076/3AU/UMSU-07/F/2023

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Mesin pada Tanggal 08 November 2023 dengan ini Menetapkan :

Nama : ZAINUL AKBAR
Npm : 2007230082
Program Studi : TEKNIK Mesin
Semester : 7 (TUJUH)
Judul Tugas Akhir : PENGEMBANGAN FILTER PUNTUNG ROKOK DI PERKUAT SERAT TKKS SEBAGAI PAVING BLOCK.

Pembimbing : RIADINI WANTY LUBIS 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.

Ditetapkan di Medan pada Tanggal.
Medan, 27 Rabiul Akhir 1445 H
08 November 2023 M



Munawar Alfansury Siregar, ST.,MT
NIDN: 0101017202



**DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK – UMSU
TAHUN AKADEMIK 2023 – 2024**

Peserta seminar

Nama : Zainul Akbar
 NPM : 2007230082
 Judul Tugas Akhir : Pengembangan Filter Puntung Rokok Diperkuat Serat TKKS Sebagai Paving Block

DAFTAR HADIR

TANDA TANGAN

Pembimbing – I : Riadini Wanty Lubis, ST, MT :
 Pembimbing – I : Ahmad Mawabdi Siregar, ST, MT :
 Pembimbing – I : Rahmatullah, ST, M.Sc :
 Pembimbing – II : M. Yani, ST, MT :
 (Note: Handwritten signatures are present for the first three rows.)

| No | NPM | Nama Mahasiswa | Tanda Tangan |
|----|-------------|----------------------|--------------|
| 1 | 2207230160P | Dwika Chandra | |
| 2 | 2007230090 | M. Rendy Ansyah | |
| 3 | 2007230099 | REKSA INDIRIYAN | |
| 4 | 2007230119 | Afdawi Musa Hasibuan | |
| 5 | 2007230131 | Mhd Karim AL DINIYAS | |
| 6 | | | |
| 7 | | | |
| 8 | | | |
| 9 | | | |
| 10 | | | |

Medan, 15 Rabi'ul Awal 1446 H
19 September 2024 M

Ketua Prodi. T. Mesin

Chandra A Siregar, ST, MT

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

Nama : Zainul Akbar
NPM : 2007230082
Judul Tugas Akhir : Pengembangan Filter Puntung Rokok Diperkuat Serat TKKS Sebagai Paving Block

Dosen Pembanding – I : ~~Rahmatullah, ST, M.Sc~~ Ahmad Marabdi S.
Dosen Pembanding – II : M. Yani, ST, MT
Dosen Pembimbing – I : Riadini Wanty Lubis, ST, MT

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

..... - perbaiki Dokumentasi pengus
..... - perbaiki hitungan yg salah
..... tabel & grafik

3. Harus mengikuti seminar kembali

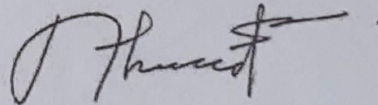
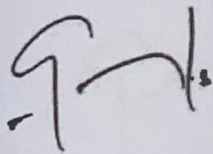
Perbaikan :

.....
.....
.....
.....

Medan, 15 Rabi'ul Awal 1446 H
19 September 2024 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin

Dosen Pembanding- I



Chandra A Siregar, ST, MT

Ahmad Marabdi Siregar ST MT
~~Rahmatullah, ST, M.Sc~~

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

Nama : Zainul Akbar
NPM : 2007230082
Judul Tugas Akhir : Pengembangan Filter Puntung Rokok Diperkuat Serat TKKS Sebagai Paving Block

Dosen Pembanding – I : Rahmatullah, ST, M.Sc
Dosen Pembanding – II : M. Yani, ST, MT
Dosen Pembimbing – I : Riadini Wanty Lubis, ST, MT

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

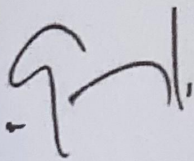
Wahai pada draft skripsi bagian yg harus direvisi!!

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

.....
.....
.....
.....

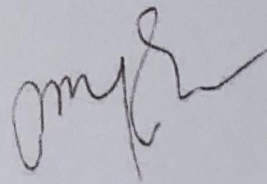
Medan 15 Rabi'ul Awal 1446 H
19 September 2024 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin



Chandra A Siregar, ST, MT

Dosen Pembanding- II



M. Yani, ST, MT

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



A. DATA PRIBADI

Nama : Zainul Akbar
Jenis Kelamin : Laki-laki
Tempat, Tanggal Lahir : Bandar Negeri, 12 Juni 2002
Alamat : Dusun iv, Desa Bintang Bayu
Agama : ISLAM
E-mail : znlakbar123@gmail.com
No.Hp : 083161613343

B. RIWAYAT PENDIDIKAN

1. SDN 101987 Bintang Bayu Tahun 2008-2014
2. MTs Guppi Bintang Bayu Tahun 2014-2017
3. MAN Serdang Bedagai Tahun 2017-2020
4. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Tahun 2020-2024