

**PENGARUH PROSES PENGERINGAN DAN CAMPURAN BRIKET
ANTRASIT DENGAN BIOMASSA SERBUK GERGAJI KAYU
TERHADAP DAYA TAHAN DAN KUAT TEKAN**

PROYEK AKHIR



Diusulkan Oleh:

Muhammad Filo Fadhian NIM. 1042120

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI
BANGKA BELITUNG**

2024

LEMBAR PENGESAHAN

JUDUL PROYEK AKHIR

**PENGARUH PROSES PENERINGAN DAN CAMPURAN BRIKET
ANTRASIT DENGAN BIOMASSA SERBUK GERGAJI KAYU
TERHADAP DAYA TAHAN DAN KUAT TEKAN**

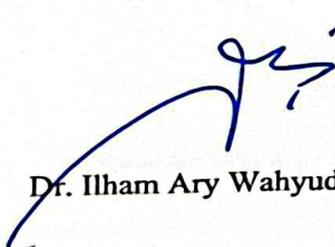
Diusulkan Oleh:

Muhammad Filo Fadhian / NIM 1042120

Laporan akhir ini telah disetujui dan disahkan sebagai salah satu syarat kelulusan
Program Sarjana Terapan/Diploma IV Politeknik Manufaktur Negeri Bangka
Belitung

Menyetujui,

Pembimbing 1


Dr. Ilham Ary Wahyudie, M.T.

Pembimbing 2


Yuliyanto, S.S.T., M.T.

Penguji 1


Muhammad Subhan, S.S.T., M.T.

Penguji 2


Erwansyah, S.S.T., M.T.

PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa : Muhammad Filo Fadhian

NIM : 1042120

Dengan judul : Pengaruh Proses Pengeringan Dan Campuran Briket Antrasit Dengan Biomassa Serbuk Gergaji Kayu Terhadap Daya Tahan dan Kuat Tekan

Menyatakan bahwa laporan akhir ini adalah hasil kerja saya sendiri dan bukan plagiat. Pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan bila di kemudian hari ternyata melanggar pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksi yang berlaku.

Sungailiat, 30 Juli 2024

Nama Mahasiswa

Muhammad Filo Fadhian

Tanda Tangan


.....

ABSTRAK

Briket antrasit dikenal memiliki efisiensi energi yang tinggi dan emisi yang rendah, namun inovasi dalam proses produksi diperlukan untuk meningkatkan performanya. Penambahan serbuk gergaji kayu dan penggunaan molase sebagai perekat merupakan pendekatan inovatif yang diuji dalam penelitian ini. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh suhu, waktu pengeringan, dan fraksi antara air dan molase terhadap kekuatan briket. Hasil penelitian menunjukkan bahwa briket memiliki ketahanan uji drop test dari ketinggian 1,8 meter yang baik serta briket dengan komposisi antara fraksi air dan molase 1:1 dengan suhu pengeringan selama 120°C dengan lama waktu 90 menit memiliki nilai kuat tekan tertinggi senilai 249 kPa. Sedangkan briket dengan komposisi antara fraksi air dan molase 2:1 dengan suhu pengeringan 100°C dengan lama waktu 90 menit memiliki nilai kuat tekan terendah senilai 130 kPa.

Kata Kunci : Antrasit, Briket, Molase, Serbuk Gergaji Kayu



ABSTRACT

Anthracite briquettes are known for their high energy efficiency and low emissions, but innovations in the production process are needed to improve their performance. The addition of wood sawdust and the use of molasses as an adhesive are innovative approaches tested in this study. This research aims to determine the effect of temperature, drying time, and the fractions of water and molasses on the compressive strength of briquettes. The results indicate that briquettes had a good drop test resistance from height of 1,8 meters and briquettes with a composition between water and molasses fractions of 1:1 with a drying temperature of 120°C for 90 minutes, had the highest compressive strength of 249 kPa. Meanwhile, the briquettes with a composition between water and molasses fractions of 2:1 with a drying temperature of 100°C for 90 minutes, have the lowest compressive strength of 130 kPa.

Keywords : *Anthracite, briquettes, Molasses, Wood Sawdust*



Kata Pengantar

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas ramhat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan akhir yang berjudul “Pengaruh Proses Pengeringan Dan Campuran Briket Antrasit Dengan Biomassa Serbuk Gergaji Kayu Terhadap Daya Tahan dan Kuat Tekan”. Laporan ini menjadi salah satu syarat kelulusan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. Dalam penyusunan laporan ini, penulis mendapatkan bantuan, bimbingan serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terimakasih yang tulus kepada:

1. Orang tua tercinta Bapak Heru Purwanto dan Ibu Marlina utami atas ridho, restu, bantuan moral dan moril, kasih sayang serta doa yang tak pernah henti sehingga diberikan kemudahan dalam menyelesaikan laporan akhir ini.
2. Keluarga tersayang yang selalu memberikan dukungan, perhatian dan doa selama penulisan.
3. Bapak Dr. Ilham Ary Wahyudie, M.T. selaku dosen pembimbing 1 yang sangat banyak membantu serta membagikan sedikit ilmunya untuk menyelesaikan laporan ini.
4. Bapak Yuliyanto, S.S.T., M.T. selaku dosen pembimbing 2 yang sangat banyak membantu dan memberikan arahan dalam menyelesaikan laporan ini.
5. Bapak I Made Andik Setiawan, M.Eng., Ph.D. selaku Direktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
6. Bapak Pristiansyah, S.S.T., M.Eng. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
7. Bapak Boy Rollastin, S.Tr., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin dan Manufaktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
8. Segenap dosen dan tenaga pengajar yang sangat membantu dan memberikan sedikit ilmunya selama perkuliahan.
9. Dan seluruh teman dan pihak yang terlibat dalam menyelesaikan laporan akhir ini yang tidak dapat penulis cantumkan setia dalam memberikan dukungan dan doa.

Penulis sadar laporan ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun akan sangat membantu dalam penulisan agar lebih baik lagi ke depannya.

Sungailiat, 30 Juli 2024

Penulis



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
Kata Pengantar	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I Pendahuluan	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Tujuan	3
BAB II Dasar Teori	4
2.1. Briket.....	4
2.2. Antrasit.....	4
2.3. Serbuk Gergaji Kayu.....	5
2.4. Perekat Molase	6
2.5. Metode Pengeringan.....	7
2.6. Kuat Tekan	8
2.7. <i>Drop Test</i>	10
BAB III Metode Pelaksanaan	12
3.1. Diagram Alir	12
3.2. Studi Literatur	13
3.3. Desain Eksperimen.....	13
3.3.1. Penentuan Faktor dan Level Eksperimen.....	13
3.3.2. Membuat Desain Eksperimen	13
3.4. Persiapan Alat dan Bahan	14
3.4.1. Alat.....	14
3.4.2. Bahan	17
3.5. Pembuatan Sampel.....	18

3.5.1. Proses Pembuatan sampel	19
3.5.2. Proses Pengeringan Briket	19
3.6. Pengujian Sampel.....	20
3.6.1. Uji Drop Test	20
3.6.2. Uji Kuat Tekan.....	21
BAB IV Pembahasan	22
4.1. Pengambilan Data Hasil Uji <i>Drop Test</i>	22
4.2. Pengambilan Data Hasil Uji Kuat Tekan.....	22
4.3. Analisa Uji <i>Drop Test</i> dan Uji Kuat Tekan.....	23
BAB V Kesimpulan dan Saran	25
5.1. Kesimpulan	25
5.2. Saran.....	25
Daftar Pustaka	26



DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Tabel Parameter	13
Tabel 3. 2 Desain Faktorial Penelitian	14
Tabel 4. 1 Data Hasil Pengujian Drop Test	22
Tabel 4. 2 Hasil dari pengujian Uji Kuat Tekan	22



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Diagram Alir	12
Gambar 3. 2 Tampilan Software Minitab 19	14
Gambar 3. 3 Mesin Cetak Briket.....	15
Gambar 3. 4 Mesin Oven (Furnance).....	15
Gambar 3. 5 Universal Testing Machine	15
Gambar 3. 6 Saringan.....	16
Gambar 3. 7 Timbangan Digital	16
Gambar 3. 8 Pengaduk	16
Gambar 3. 9 Gelas Ukur.....	17
Gambar 3. 10 Serbuk Antrasit.....	17
Gambar 3. 11 Serbuk Kayu.....	18
Gambar 3. 12 Pengujian <i>Drop Test</i>	20
Gambar 3. 13 Hasil Pengujian <i>Drop Test</i>	20
Gambar 3. 14 Pengujian Kuat Tekan.....	21
Gambar 3. 15 Hasil Pengujian Kuat Tekan.....	21
Gambar 4. 1 Grafik Uji Tekan Briket	23

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	36
Lampiran 2	37
Lampiran 3	38



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dalam beberapa tahun terakhir, pemerintah memberikan perhatian terhadap penggunaan bahan bakar yang lebih ramah lingkungan sebagai alternatif guna mencapai Indonesia emas 2045. Berbagai langkah strategis telah diambil oleh pemerintah Indonesia, termasuk kebijakan, inisiatif, dan kolaborasi lintas sektor. Pemerintah telah menerbitkan berbagai regulasi untuk mendorong investasi dalam energi terbarukan dan efisiensi energi. Ini termasuk tarif feed-in untuk energi terbarukan, insentif pajak, dan kemudahan perizinan bagi proyek energi bersih.

Salah satu usaha yang dilakukan oleh penulis dalam mendukung upaya pemerintah Indonesia untuk mencapai energi yang ramah lingkungan dan terbarukan adalah mencampurkan bahan bakar fosil seperti, antrasit dengan biomassa serbuk gergaji kayu. Hal ini bertujuan untuk menghasilkan energi yang terbarukan dan alternatif dalam industri baik rumah tangga maupun industri skala besar.

Pembuatan briket melibatkan dua komponen utama, yaitu bahan baku dan perekat. Kedua komponen ini mempengaruhi kualitas briket yang dihasilkan. Briket antrasit yang terbuat dari limbah batu bara dengan kandungan karbon tinggi, memiliki keunggulan dalam efisiensi energi dan emisi yang rendah. Namun, untuk meningkatkan performa diperlukan inovasi dalam proses produksi (Morris, R. C., 2019). Inovasi yang penulis ingin gunakan ialah menggunakan perekat dan menambahkan serbuk gergaji kayu dalam proses pembuatannya sebagai langkah inovatif.

Perekat memegang peran penting dalam pembuatan arang briket. Jenis perekat yang umum digunakan tepung tapioka, tanah liat, dan molase. Namun, molase sebuah produk sampingan dalam pembuatan gula menjadi sebuah inovasi dalam penggunaan bahan perekat briket. Penggunaan molase dalam pembuatan briket masih jarang karena ketersediaannya, biaya dan pengolahan dalam pencampuran

dibandingkan perekat lainnya. Sehingga, penggunaan molase sebagai objek penelitian yang akan sangat menarik untuk dibahas, terutama jika digabungkan dengan limbah serbuk gergaji kayu dalam bahan campuran pembuatan briket.

Sebagai limbah dari pengolahan kayu, serbuk gergaji kayu adalah jenis limbah yang mudah diakses dan seringkali tidak dimanfaatkan dengan baik. Menambahkan serbuk gergaji kayu ke dalam campuran briket antrasit dapat mengurangi sisa pembakaran yang dihasilkan dari pembakaran briket (Wang et al., 2021). Diharapkan bahwa mencampurkan briket dengan serbuk gergaji kayu dapat meningkatkan efisiensi pembakaran pada briket.

Pengaruh pencampuran antara perekat dan serbuk gergaji kayu terhadap kuat tekan dan ketahanan briket antrasit sangat menarik untuk diteliti. Pencampuran ini diharapkan dapat menghasilkan briket dengan karakteristik pembakaran yang optimal, kuat, memiliki ketahanan yang baik, dan dampak lingkungan yang minimal. Penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa penambahan biomassa dalam campuran briket dapat menurunkan emisi gas rumah kaca serta meningkatkan efisiensi energi (Chen et al., 2020).

Secara keseluruhan, penggunaan serbuk gergaji kayu dalam pembuatan briket antrasit merupakan pendekatan inovatif untuk meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan produk bahan bakar padat ini. Dengan penelitian dan pengembangan teknologi yang lebih lanjut, potensi maksimal dari kombinasi ini dapat direalisasikan, menghasilkan solusi energi yang lebih efektif dan tidak menghasilkan polusi udara yang menyebabkan masalah lingkungan. Oleh karena itu, pada penelitian ini penulis ingin memulai merealisasikan dan menghasilkan solusi energi yang efisien dan ramah lingkungan.

1.2. Perumusan Masalah

1. Seberapa besar pengaruh dari suhu pengeringan dan waktu pengeringan terhadap briket.
2. Seberapa besar nilai kuat tekan briket yang dihasilkan.

3. Bagaimana ketahanan briket ketika dijatuhkan dari ketinggian 1,8 meter pada uji *drop test*.

1.3. Tujuan

1. Mengetahui pengaruh dari suhu dan waktu pengeringan terhadap briket.
2. Mendapatkan nilai kuat tekan dari briket yang dihasilkan.
3. Mengetahui ketahanan briket ketika dijatuhkan dari ketinggian 1,8 meter.



BAB II

DASAR TEORI

2.1. Briket

Bahan bakar yang terbuat dari bahan organik yang dipadatkan ialah briket. Limbah organik seperti sekam padi, serbuk kayu, batok kelapa dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku briket. Pemanfaatan limbah tersebut merupakan langkah cerdas dalam solusi sumber energi alternatif yang murah dan ramah lingkungan (Wahyudi et al., 2022).

Bahan bakar umumnya dikenal berasal dari bahan bakar fosil yang memiliki dampak buruk pada lingkungan serta makin sedikitnya persediaan. Energi terbarukan seperti briket dapat menjadi solusi dalam mengatasi krisis energi serta lebih ramah lingkungan. Briket memiliki kesanggupan karena ketersediaan bahan baku yang melimpah dan kemampuannya menjadi sumber energi panas dan listrik (Demirbas, 2020).

Kualitas briket sangat dipengaruhi oleh sifat fisik dan mekaniknya, seperti ketahanan dan kekuatan kompresi. Penelitian menunjukkan bahwa briket dengan kerapatan yang lebih tinggi cenderung memiliki nilai kalori yang lebih tinggi dan durasi pembakaran yang lebih lama. Kekuatan kompresi dan ketahanan terhadap guncangan juga penting untuk memastikan briket tidak mudah hancur (Kim, S., & Lee, H., 2020). Pemilihan bahan baku serta proses pembuatan juga mempengaruhi kualitas briket yang dihasilkan. Bahan baku yang baik menghasilkan pembakaran optimal, sedikitnya polusi yang dihasilkan, serta nilai kalor tinggi yang mempengaruhi kualitas pembakaran briket (Yaman, 2021).

2.2. Antrasit

Antrasit merupakan batubara dengan karakteristik yang unik, seperti tingkat kekerasan dan tingkat kelembapan yang dimilikinya dibanding dengan jenis batubara lainnya. Selain itu antrasit memiliki kandungan air yang sangat dikit sehingga lebih mudah mencapai suhu pembakaran yang optimal. Ketika suhu

pembakaran optimal, menghasilkan pembakaran yang lebih optimal dan mengurangi sisa pembakaran seperti abu (Muhajiroh, E. N. A., 2020).

Penelitian lain yang dilakukan oleh (Johnson, 2021) menunjukkan keunggulan utama antrasit adalah nilai kalorinya yang sangat tinggi, yang menjadikannya sumber energi yang efisien. Nilai kalori yang tinggi berarti lebih banyak energi yang dapat dihasilkan membuatnya sangat ideal untuk aplikasi industri yang memerlukan energi intensif. Antrasit juga memiliki kemampuan untuk menghasilkan briket dengan kekuatan tekan yang tinggi serta memiliki ketahanan yang baik untuk memastikan stabilitas selama penanganan dan penyimpanan.

Dalam penggunaan sebagai bahan bakar, antrasit memberikan pembakaran yang lebih bersih dibandingkan jenis batubara lainnya. Antrasit memproduksi lebih sedikit asap dan partikel berbahaya saat dibakar, sehingga emisi polutan seperti sulfur dioksida dan nitrogen oksida lebih rendah. Hal ini menjadikan antrasit sebagai pilihan yang lebih ramah lingkungan untuk pembangkit energi (Wang, X., 2022). Melalui pencampuran dengan limbah seperti serbuk gergaji kayu diharapkan dapat mengurangi dampak yang dihasilkan dari pembakaran sambil mempertahankan efisiensi pembakaran.

2.3. Serbuk Gergaji Kayu

Serbuk gergaji kayu pada umumnya limbah biomassa yang dalam pemanfaatannya masih sangat kurang. Pengelolaan dan menumpuknya limbah serbuk gergaji kayu menjadi tantangan logistik yang membutuhkan biaya yang tinggi terutama dalam industri kecil.

Dalam beberapa kasus, peraturan lingkungan yang ketat mengenai pengelolaan limbah dapat menghambat pemanfaatan serbuk gergaji kayu, terutama jika pengelolaannya tidak memenuhi standar yang ditetapkan. Dalam penelitian ini penulis memanfaatkan limbah serbuk gergaji kayu jati belanda yang didapatkan dari pengrajin kayu. Pemanfaatan ini diharapkan dapat mengurangi limbah biomassa dan dapat menjadi sebuah inovasi dalam sumber energi yang lebih ramah lingkungan.

Selain itu, kayu jati Belanda dipilih sebagai bahan dasar untuk briket ini karena karakteristiknya yang memiliki potensi untuk memberikan efisiensi pembakaran yang tinggi. Kayu jati Belanda dikenal memiliki nilai kalor yang tinggi dan pembakaran yang lambat (Syahrul Hidayat, 2023).

Dengan menambahkan serbuk gergaji kayu, kestabilan pembakaran dapat meningkat dan mengurangi emisi yang dihasilkan. Penggunaan serbuk gergaji memberikan fungsi pengikat alami briket dan meningkatkan kekerasan dan kestabilan pada briket. Selain itu, penggunaan serbuk gergaji kayu memberikan keuntungan ekonomis dan lingkungan karena memanfaatkan limbah yang biasanya tidak terpakai (Kurniawan, A., & Putra, A., 2020).

2.4. Perekat Molase

Molase, limbah cair dari industri pengolahan gula memiliki kadar air rata 15-25%. Menggunakan molase sebagai perekat pembuatan briket dapat menghasilkan briket yang kuat, rapat, dan sisa pembakaran yang lebih sedikit. Namun, sangat penting untuk memperhatikan berapa banyak perekat yang digunakan karena semakin banyak perekat, semakin banyak asap yang dihasilkan saat briket dibakar. Perekat yang terlalu sedikit akan membuat briket lebih mudah hancur. Kualitas briket juga dipengaruhi jumlah perekat yang digunakan (Harlina, A. C., & Ropiudin, A. M. R., 2021).

Penggunaan molase sebagai perekat juga memberikan manfaat lingkungan yang berarti. Dengan menggunakan molase sebagai perekat, emisi gas rumah kaca yang dihasilkan selama pembakaran dapat dikurangi. Ini disebabkan oleh kandungan organik molase yang lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan perekat sintesis yang umum digunakan dalam industri briket (Zhang et al., 2021).

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa kombinasi antrasit, serbuk gergaji kayu, dan molase dapat menghasilkan briket dengan sifat mekanis yang baik. Menurut (Zhang, 2020), formulasi yang tepat dari bahan-bahan ini dapat meningkatkan ketahanan briket terhadap kerusakan mekanis. Selain itu, (Patel,

2021) menyatakan bahwa jumlah molase dalam campuran bahan briket dapat mempengaruhi hasil *drop test* secara signifikan.

Secara keseluruhan, molase sebagai perekat dalam pembuatan briket menawarkan potensi besar untuk meningkatkan kualitas briket sekaligus memberikan manfaat lingkungan yang signifikan. Penggunaan molase tidak hanya dapat meningkatkan kekuatan mekanik dan efisiensi pembakaran briket, tetapi juga dapat membantu mengurangi dampak lingkungan dari produksi briket. Dengan penelitian dan inovasi lebih lanjut, molase dapat menjadi pilihan perekat yang semakin populer dalam industri briket.

2.5. Metode Pengeringan

Proses pengeringan merupakan tahap penting dalam produksi briket. Proses ini dapat mempengaruhi aspek penting dari briket yaitu, kekuatan briket dan ketahanan briket. Untuk membuat pembakaran lebih efisien dan mengurangi emisi, pengeringan digunakan untuk mengurangi kadar air. Pengeringan menggunakan oven adalah metode yang paling umum digunakan dalam industri untuk mengeringkan briket. Metode ini melibatkan penggunaan oven atau alat pemanas untuk menghilangkan kelembapan dari briket melalui aplikasi panas yang terkontrol. Pengeringan briket menggunakan oven memiliki beberapa keuntungan dibandingkan dengan metode pengeringan lainnya, seperti pengeringan alami atau pengeringan udara. Pengeringan menggunakan oven memungkinkan kontrol yang lebih baik terhadap suhu dan kelembapan. Metode ini juga mengurangi risiko kontaminasi dan kerusakan akibat faktor lingkungan seperti hujan atau kelembapan udara yang tinggi, yang sering menjadi tantangan dalam metode pengeringan alami.

Pengeringan yang tepat dapat mengoptimalkan kedua parameter tersebut. Pengaturan suhu dan waktu pengeringan yang optimal diperlukan agar serbuk gergaji kayu yang ditambahkan dapat terdistribusi merata dan bereaksi secara optimal dengan antrasit. Penelitian yang dilakukan (Kalami et al, 2019) menyimpulkan pengeringan briket pada suhu 100-125°C selama 60-90 menit memberikan hasil optimal dalam mengurangi kadar air dan meningkatkan nilai kalor. Studi ini menunjukkan bahwa pada suhu dan waktu ini, briket mencapai

kadar air yang rendah tanpa mengalami kerusakan struktural. (Azeez et al, 2017) melakukan penelitian menemukan bahwa suhu pengeringan antara 100-125°C selama 70-90 menit adalah optimal untuk mempertahankan kualitas briket dan meningkatkan efisiensi energi. Pengeringan yang sering digunakan untuk membuat briket berkualitas tinggi, dilakukan selama 60 hingga 90 menit pada suhu 100-125°C. Selain itu, proses ini mempengaruhi dalam kekuatan briket yang dihasilkan. Suhu yang digunakan harus cukup tinggi untuk mempercepat penguapan air, tetapi tidak terlalu tinggi sehingga menyebabkan dekomposisi termal yang tidak diinginkan.

2.6. Kuat Tekan

Pengujian kekerasan briket menggunakan alat uji tekan untuk mengukur kekuatan tekan maksimum yang dapat ditahan oleh briket sebelum pecah. Untuk melakukan pengujian ini, briket ditempatkan pada alat uji tekan dan diberi beban yang meningkat secara bertahap hingga briket pecah. Hasil pengujian ini memberikan data kuantitatif tentang kekerasan briket, yang dapat digunakan untuk mengevaluasi kualitas dan daya tahan briket, serta membantu mengoptimalkan proses pembuatan briket yang lebih baik (Montgomery, D. C., 2019).

Berbagai faktor dapat mempengaruhi kuat tekan briket, seperti jenis dan ukuran partikel bahan baku, kelembaban, tekanan, dan suhu pengeringan. Jenis dan ukuran partikel antrasit memainkan peran penting dalam menentukan kekuatan mekanis briket. Pengendalian faktor ini sangat penting untuk menghasilkan briket dengan kekerasan optimal. Briket dengan densitas dan kekuatan tekan yang lebih tinggi biasanya dihasilkan dari briket dengan tekanan yang lebih tinggi. Suhu pengeringan juga mempengaruhi kuat tekan briket; suhu yang terlalu tinggi atau terlalu rendah dapat mengurangi kekuatan mekanisnya (Kurniawan, A., & Putra, A., 2020)

Beberapa faktor yang mempengaruhi kekerasan briket termasuk jenis dan komposisi bahan baku, tekanan pembentukan, suhu pengeringan, dan jenis binder yang digunakan. Faktor tersebut memainkan peran penting dalam menentukan sifat mekanis briket.

Uji ini penting untuk mengukur ketahanan briket terhadap tekanan atau beban mekanik, memastikan briket memiliki kekuatan untuk mempertahankan bentuknya selama penanganan dan transportasi. Hasil uji tekan dapat digunakan untuk mengidentifikasi bahan baku dan proses menghasilkan briket dengan kekerasan optimal. Briket dengan kepadatan yang lebih tinggi cenderung memiliki kuat tekan yang lebih baik, yang berarti lebih banyak bahan bakar yang dikemas dalam volume yang sama.

Penelitian oleh (Li et al., 2019) menemukan bahwa kepadatan yang lebih tinggi menghasilkan waktu pembakaran yang lebih lama dan stabilitas pembakaran yang lebih baik. Oleh karena itu, ini sangat penting untuk pengaplikasian dimana sumber energi yang dibutuhkan memiliki energi yang stabil dan tahan lama. Secara keseluruhan, kuat tekan yang baik sangat penting untuk memastikan kinerja optimal dari briket selama proses pembakaran.

Salah satu standar yang digunakan untuk mengukur kuat tekan briket adalah ASTM D2166/D2166M. Meskipun standar ini awalnya dirancang untuk menguji kekuatan tanah kohesif, metode ini sering diadaptasi untuk pengujian briket karena memberikan informasi penting tentang kekuatan mekanik material. Dalam metode ini, briket ditempatkan dalam alat uji tekan dan diberi beban hingga hancur, dengan mengukur kekuatan tekan maksimum yang dicapai. Standar ini membantu menentukan kekuatan mekanik briket yang dihasilkan. Standar ini mengungkapkan bahwa briket yang memiliki nilai kuat tekan antara 500 hingga 1500 kPa menunjukkan briket memiliki nilai kuat tekan yang baik.

Briket dengan kekuatan tekan yang tinggi tidak hanya menunjukkan ketahanan fisik tetapi juga menunjukkan kualitas pembakarannya. Briket dengan kekuatan tekan yang tinggi cenderung memiliki densitas yang lebih tinggi, yang menghasilkan lebih banyak bahan bakar per unit volume dan pembakaran yang lebih efisien, serta memiliki durasi pembakaran yang lebih lama dan emisi yang lebih rendah, membuatnya pilihan yang lebih ramah lingkungan.

2.7. Drop Test

Uji *drop test* melibatkan penjatuhan briket dari ketinggian tertentu ke permukaan keras, kemudian mengukur jumlah yang hilang dan yang tetap utuh. Metode ini memberikan gambaran realistis tentang ketahanan briket dalam kondisi penanganan yang sebenarnya. Hasil uji ini memberikan gambaran tentang daya tahan dan kekuatan briket (Pradana & Sutanto, 2021).

Ketinggian jatuh, jumlah siklus jatuh, dan berat briket adalah faktor penting dalam penilaian *drop test*. Briket dengan kandungan molase sebagai perekat cenderung memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap kerusakan mekanis. Selain itu, penggunaan serbuk gergaji kayu dapat meningkatkan kekuatan struktural briket (Green, 2021). Standarisasi uji *drop test* menjadi tantangan tersendiri mengingat variasi dalam aplikasi dan regulasi di berbagai negara. Namun, ada konsensus umum bahwa briket berkualitas tinggi harus mampu mempertahankan integritasnya setelah dijatuhkan dari ketinggian minimal 1,5 meter. Standar ini tidak hanya menjamin kualitas produk, tetapi juga berperan dalam meningkatkan efisiensi rantai pasok dan kepuasan konsumen. Selain itu, standarisasi ini memfasilitasi perbandingan kualitas antar produsen dan mendorong inovasi dalam teknologi produksi briket (Safitri et al., 2023).

Standar uji *drop test* bervariasi tergantung pada tujuan briket digunakan dan peraturan yang berlaku. Namun, jika kehilangan massa setelah uji *drop test* tidak melebihi 5–10% dari massa awal, briket akan dianggap berkualitas baik. Briket yang memiliki ketahanan terhadap benturan yang baik akan cenderung lebih stabil dan efisien dalam proses pembakaran (Zhang et al., 2023). Saat diuji, briket dengan komposisi dan proses pembuatan yang tepat akan memiliki persentase kehilangan massa yang lebih rendah. Ini menunjukkan bahwa briket tersebut memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap benturan dan guncangan (Sulistyaningkartti & Utami, 2020). Penelitian lebih lanjut oleh (Kim, 2021) menekankan pentingnya standar ketinggian dan metode pengujian yang konsisten untuk mendapatkan hasil yang akurat dan dapat diulang. Briket yang pecah dalam *drop test* mungkin tidak cocok untuk aplikasi industri atau komersial. Oleh karena itu, drop test merupakan

langkah penting dalam proses pengembangan dan pengujian briket antrasit (Hernandez, 2022).

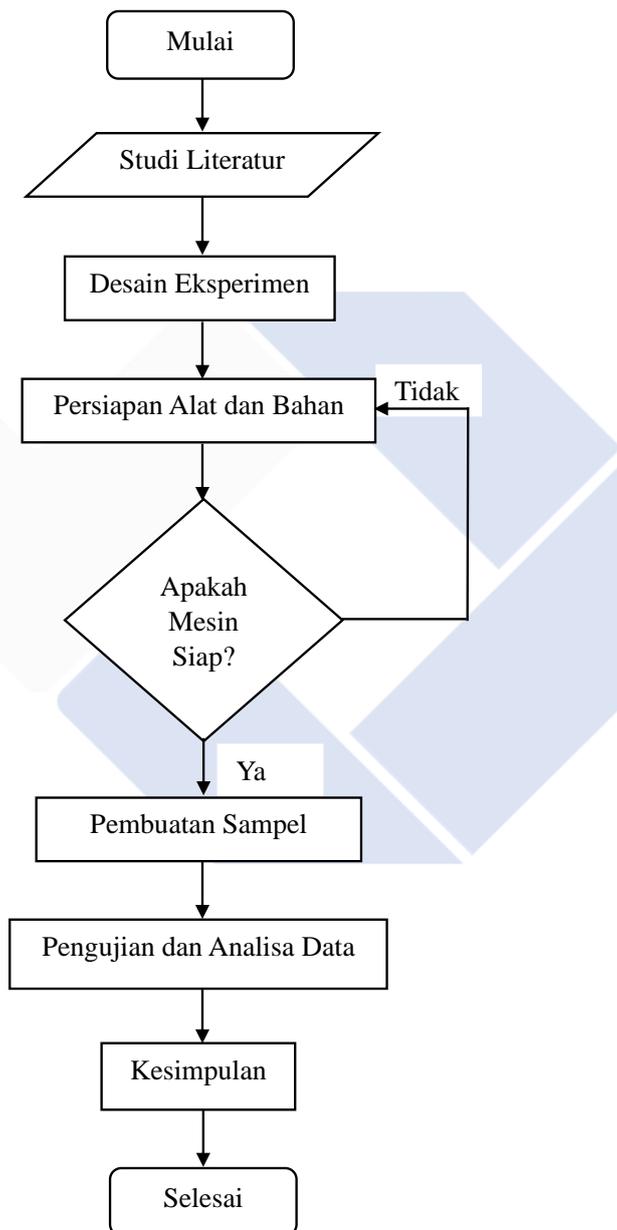
Berdasarkan penelitian tersebut disimpulkan bahwa hasil *drop test* briket berkorelasi dengan karakteristik pembakarannya. Briket dengan ketahanan benturan yang lebih tinggi umumnya memiliki densitas yang lebih tinggi, yang dapat memperlambat laju pembakaran dan meningkatkan waktu nyala api. Di sisi lain, briket yang mudah hancur selama drop test cenderung memiliki laju pembakaran yang lebih cepat tetapi waktu nyala yang lebih singkat. Selain itu, ketahanan briket terhadap benturan juga berpengaruh terhadap emisi yang dihasilkan selama pembakaran. Briket yang lebih tahan terhadap benturan cenderung menghasilkan emisi partikular yang lebih rendah karena berkurangnya fragmentasi selama proses pembakaran.

Standar ASTM D440-86 menetapkan standar untuk uji *drop test*. Standar ini mengatur prosedur pengujian, termasuk ketinggian briket dan kriteria penilaian kerusakan briket. Menurut standar ini, briket dijatuhkan dari ketinggian 1,8 m. Data yang diperoleh dari uji ini digunakan untuk mengevaluasi dan meningkatkan proses produksi briket.

BAB III
METODE PELAKSANAAN

3.1. Diagram Alir

Metode yang digunakan dalam menyelesaikan proyek akhir ini di tunjukkan pada Gambar 3.1



Gambar 3. 1 Diagram Alir

3.2. Studi Literatur

Pencarian referensi teoretis terhadap situasi dan kesulitan yang dihadapi adalah bagian dari proses kajian literatur. Mencari referensi yang relevan dari penelitian yang ada. Referensi didapat dari berbagai tempat, antara lain buku, jurnal, artikel hasil penelitian untuk membantu memecahkan masalah yang dihadapi guna mencapai tujuan penelitian yang diinginkan.

3.3. Desain Eksperimen

Desain eksperimen adalah pendekatan sistematis guna merencanakan, melaksanakan, menganalisis, dan menginterpretasikan eksperimen dengan tujuan mengevaluasi pengaruh variabel input terhadap variabel respon. Selain itu, desain eksperimen untuk mengoptimalkan proses, mengidentifikasi faktor penting, dan meminimalkan variabilitas produk. Suhu, waktu pemanasan, komposisi yang digunakan menjadi parameter dalam penelitian ini.

3.3.1. Penentuan Faktor dan Level Eksperimen

Faktor dan level yang penulis gunakan terdapat 3 jenis faktor dan 2 level pada setiap faktor yang disajikan pada Tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Tabel Parameter

Faktor	Parameter Proses	Level	
		1	2
1	Fraksi Air:Molase	1:1	2:1
2	Temperature	100°C	120°C
3	Delay Time	60 Menit	90 Menit

Tabel 3.1 menunjukkan parameter proses penelitian yang akan digunakan pada proses pencetakan dimana ditentukan berdasarkan studi literatur yang telah dilakukan.

3.3.2. Membuat Desain Eksperimen

Untuk mendapatkan hasil penelitian ini, desain faktorial yang akan digunakan ditunjukkan pada tabel 3.2 dengan 4 kombinasi perlakuan, karena setiap faktor memiliki 2 level dan ada 3 faktor yang diuji disajikan pada Tabel 3.2.

Tabel 3. 2 Desain Faktorial

Sampel	Temperature	Delay Time	Fraksi Air Molase
1	100	60	1:1
2	100	90	2:1
3	120	60	2:1
4	120	90	1:1

3.4. Persiapan Alat dan Bahan

Dalam penelitian ini, diperlukan alat dan bahan untuk menunjang keberhasilan eksperimen dan pengumpulan data. Pada bagian ini akan diuraikan secara rinci alat serta bahan yang digunakan. Proses penelitian memerlukan persiapan alat dan bahan sebagai berikut:

3.4.1. Alat

Alat yang digunakan selama penelitian yaitu :

1. Software Minitab 19

Program ini membantu dalam pengolahan data dalam menentukan jumlah level dan variasi faktor yang membantu penulis untuk merancang eksperimen dengan berbagai kombinasi faktor dan level secara efisien serta penentuan varietas parameter atau faktor yang berpengaruh terhadap variabel pada metode *Design of Experiment (DoE)*. Berikut gambar Minitab pada Gambar 3.2.

Minitab® 19



Gambar 3. 2 Tampilan Software Minitab 19

2. Mesin Pencetak Briket

Perangkat yang dirancang khusus untuk memproduksi briket yang ditampilkan pada Gambar 3.3.



Gambar 3. 3 Mesin Cetak Briket

3. Mesin Oven (*Furnance*)

Mesin yang digunakan untuk memanaskan atau mengeringkan suatu produk secara intensif. Mesin ini rancang untuk mencapai suhu tinggi dengan konsisten dan terkontrol. Berikut gambar oven yang ditampilkan pada Gambar 3.4.



Gambar 3. 4 Mesin Oven (Furnance)

4. *Universal Testing Machine*

Alat yang digunakan untuk mengukur kekuatan dari briket. Alat ditunjukkan pada Gambar 3.5.



Gambar 3. 5 Universal Testing Machine

5. Saringan

Saringan digunakan untuk menyaring partikel agar kehalusan bahan yang dihasilkan dapat sesuai dengan keinginan. Berikut gambar saringan pada Gambar 3.6.



Gambar 3. 6 Saringan

6. Timbangan Digital

Perangkat yang menggunakan teknologi untuk mengukur massa tahu berat secara akurat. Timbangan ini digunakan untuk mendapatkan berat komposisi yang diinginkan yang ditunjukkan pada Gambar 3.7.



Gambar 3. 7 Timbangan Digital

7. Stirer (Pengaduk)

Alat yang digunakan untuk mencampur bahan yang digunakan. Pergerakan yang dihasilkan dapat mengaduk atau mencampur bahan lebih tercampur dengan rata yang ditampilkan pada Gambar 3.8.



Gambar 3. 8 Pengaduk

8. Gelas Ukur

Alat yang digunakan untuk menampung campuran air dan molase yang digunakan selama penelitian yang ditampilkan pada Gambar 3.9.



Gambar 3. 9 Gelas Ukur

3.4.2. Bahan

Bahan yang digunakan selama penelitian yaitu :

1. Antrasit

Antrasit digunakan sebagai bahan penambahan dengan harapan dapat menambahkan kualitas briket yang dihasilkan. Berikut gambar antrasit pada Gambar 3.10.



Gambar 3. 10 Serbuk Antrasit

2. Serbuk Kayu

Serbuk gergaji kayu jati belanda menjadi yang digunakan dalam penelitian adalah serbuk kayu jati belanda yang didapatkan dari hasil sisa penggergajian dari pengrajin kayu. Serbuk gergaji kayu dikarbonisasi terlebih dahulu di mesin oven(furnance) hingga menjadi arang dengan suhu 300 °C dengan waktu 1 jam yang ditampilkan pada Gambar 3.11.



Gambar 3. 11 Serbuk Kayu

3.5. Pembuatan Sampel

Pembuatan briket melibatkan beberapa tahapan penting, mulai dari persiapan bahan baku hingga pembentukan briket itu sendiri. Tahap pertama adalah mengumpulkan dan memilih bahan baku yang tepat. Bahan baku yang digunakan harus memiliki kualitas terbaik untuk mendapatkan hasil yang optimal.

Komposisi dalam pembuatan briket menggunakan antrasit dengan campuran serbuk kayu memiliki fraksi antara antrasit dengan serbuk gergaji kayu 9:1. Fraksi antrasit dengan serbuk kayu ini tetap, semua sampel memiliki jumlah penggunaan yang sama dalam penggunaannya. Ketika penggunaan antrasit 90 gram maka, penggunaan serbuk kayu 10 gram sedangkan ketika antrasit 180 gram maka, penggunaan serbuk kayu 20 gram.

Penggunaan air serta binder pada briket memiliki 2 jenis perbandingan dalam parameter yang sudah ditentukan yakni, 2:1 dan 1:1 dimana ketika penggunaan air 20 ml maka binder 20 ml atau ketika air 20 ml maka 10 ml. Jumlah binder dan air dicampur secara bertahap dengan antrasit serta serbuk kayu agar adonan briket tidak terlalu cair ataupun lembek. Adonan yang sedikit basah dinilai sudah cukup dalam proses pembuatannya serta untuk memudahkan dalam pembentukan briket tetapi tidak terlalu cair sehingga sulit untuk dibentuk. Adonan yang terlalu cair tidak dapat mempertahankan bentuknya dengan baik selama pencetakan dan cenderung akan rusak saat dikeringkan. Kelembapan pada adonan briket juga harus merata untuk memastikan semua partikel dapat tercampur merata, ketika semua komponen tercampur dengan merata maka briket yang dihasilkan akan lebih tidak mudah rapuh dan tahan terhadap tekanan.

3.5.1. Proses Pembuatan sampel

Ketika alat dan bahan sudah siap, selanjutnya membuat briket sesuai dengan parameter dan level yang ditentukan. Berikut proses dalam pembuatan briket yang diuraikan sebagai berikut:

1. Serbuk kayu yang didapat dilakukan proses karbonisasi dengan dimasukkan ke dalam *furnance* dengan suhu 300°C dengan waktu 60 menit.
2. Selanjutnya, serbuk kayu dan antrasit disaring menggunakan saringan.
3. Masukkan serbuk yang sudah di saring ke dalam gelas ukur sesuai dengan komposisi, campur hingga merata menggunakan *strirrer*.
4. Timbang molase dan air dengan perbandingan 1:1 atau 1:2, lalu aduk hingga merata menggunakan *strirrer*.
5. Masukkan molase dan air yang sudah tercampur pada adonan antrasit dengan serbuk gergaji kayu, hingga dirasa adonan cukup basah dan aduk hingga merata
6. Masukkan adonan ke dalam mesin cetak briket, lalu cetak briket dengan menahan tuas dengan waktu tahan sekitar 15-20 detik.
7. Setelah tuas ditahan, keluarkan briket dari cetakan.
8. Briket yang sudah di cetak keringkan dibawah sinar matahari selama ± 3 hari.
9. Setelah pengeringan dibawah sinar matahari, dilanjutkan dengan proses pengeringan briket menggunakan oven.

Setelah proses pencetakan briket, tahap selanjutnya masuk pada proses pengeringan briket sesuai parameter suhu yang digunakan.

3.5.2. Proses Pengeringan Briket

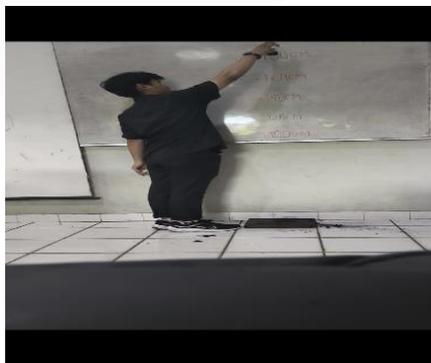
Setelah briket dicetak, dilanjutkan proses pengeringan menggunakan oven untuk mendapatkan pengendalian suhu yang lebih tepat dan konsisten. Pengeringan briket dilakukan pada suhu 100-125°C selama 60 hingga 90 menit telah diidentifikasi sebagai parameter yang efektif untuk menghasilkan briket dengan kualitas tinggi. Penggunaan suhu ini berdasarkan penelitian terdahulu yang menunjukkan efektivitas dalam mengurangi kadar air tanpa merusak struktural briket.

Proses ini tidak hanya mengurangi kadar air tetapi juga mempertahankan integritas struktural briket, yang penting untuk penggunaan dan penyimpanan. Selain itu, briket yang lebih kering tahan lama, tidak mudah rusak oleh jamur atau bakteri, dan mempertahankan bentuk dan ukuran yang konsisnten. Secara keseluruhan, pengeringan oven adalah langkah penting dalam produksi briket berkualitas tinggi yang efisien dan tahan lama.

3.6. Pengujian Sampel

3.6.1. Uji Drop Test

Pengujian *drop test* merupakan langkah penting dalam memastikan kualitas dan ketahanan briket yang dihasilkan. Dengan mengikuti prosedur pengujian yang tepat, penulis dapat memastikan briket yang dihasilkan memenuhi standar kualitas yang diperlukan. Standar pengujian *drop test*, penulis menggunakan standar ASTM D440-86. Sampel dijatuhkan dari ketinggian 180 cm dengan landasan berupa plat. Pengujian *drop test* pada briket ditunjukkan pada Gambar 3.12 dan hasil briket setelah pengujian *drop test* ditunjukkan pada Gambar 3. 13.



Gambar 3. 12 Pengujian *Drop Test*

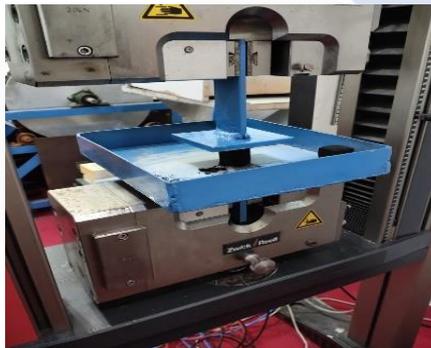


Gambar 3. 13 Hasil Pengujian *Drop Test*

3.6.2. Uji Kuat Tekan

Untuk memastikan efektivitas dan efisiensi penggunaan briket, pengujian kekuatan mekanik, khususnya kuat tekan, menjadi sangat penting. Pengujian kuat tekan briket tidak hanya memberikan informasi mengenai kemampuan briket dalam menahan beban mekanik selama penanganan dan transportasi, tetapi juga berkontribusi dalam penilaian kualitas dan kinerja pembakaran briket.

Pengujian kuat tekan dilakukan untuk mendapatkan nilai dari kekuatan briket dari proses penekanan dengan plat. Data yang didapat dari uji Kuat Tekan memberikan informasi tentang kemampuan briket dalam menahan beban tekan. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan mesin Universal Testing Machine. Pengujian kuat tekan disajikan pada Gambar 3.14. dan hasil briket setelah pengujian kuat tekan ditunjukkan pada Gambar 3.15.



Gambar 3. 14 Pengujian Kuat Tekan



Gambar 3. 15 Hasil Pengujian Kuat Tekan

BAB IV PEMBAHASAN

4.1. Pengambilan Data Hasil Uji *Drop Test*

Hasil seluruh pencetakan briket kemudian dilakukan uji *Drop Test*. Data dari pengujian tersebut disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 4. 1 Data Hasil Pengujian Drop Test

Sampel	Faktor			Uji Drop Test		
	Temperature	Delay Time	Delay Time	1	2	3
1	100	60	1:1	TP	TP	TP
2	100	90	2:1	TP	TP	TP
3	120	60	2:1	TP	TP	TP
4	120	90	1:1	TP	TP	TP

Tabel 4.1. Hasil dari pengujian drop test menggunakan standar ASTM D440-86.

Ket : TP : Tidak Pecah

P : Pecah

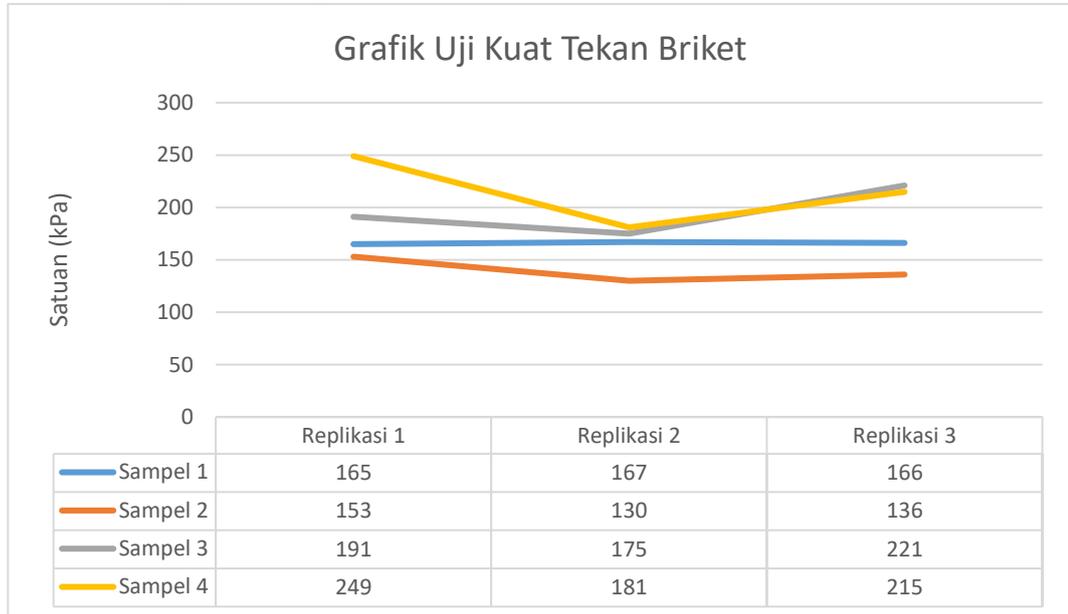
4.2. Pengambilan Data Hasil Uji Kuat Tekan

Hasil dari uji Kuat Tekan disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 4. 2 Hasil dari pengujian Uji Kuat Tekan (kPa)

Sample s	Faktor			Uji Kuat Tekan(kPa)		
	Temperatur (°C)	Delay Time (Menit)	Fraksi Air dan Molase	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3
1	100	60	1:1	165	167	166
2	100	90	2:1	153	130	136
3	120	60	2:1	191	175	221
4	120	90	1:1	249	253	215

Perbandingan nilai Uji Kuat Tekan menggunakan mesin Zwick/Roell di sajikan dalam bentuk grafik sebagai berikut:



Gambar 4. 1 Grafik Uji Tekan Briket

Berdasarkan grafik Uji Kuat pada gambar 4.1 menunjukkan briket sampel 4 memiliki rata-rata nilai yang lebih tinggi sedangkan sampel 2 memiliki nilai rata-rata terendah dibandingkan sampel lainnya.

4.3. Analisa Uji *Drop Test* dan Uji Kuat Tekan

Dari data hasil pengujian diatas sampel 4 memiliki kuat tekan yang lebih tinggi dibanding sampel lainnya. Pengaruh dari proses pengeringan setelah pencetakan briket mempengaruhi briket yang dihasilkan ini dapat dilihat nilai yang dihasilkan dari uji kuat tekan. Briket yang langsung dilakukan proses pengeringan oven tanpa melalui pengeringan di bawah sinar matahari akan lebih mudah pecah dan rapuh. Perbedaan proses pengeringan ini menunjukkan bahwa briket setelah dicetak terlebih dahulu dikeringkan di bawah sinar matahari memiliki ketahanan yang baik. Pengeringan di bawah sinar matahari menunjukkan bahwa proses pengeringan secara lambat, kelembapan pada briket berkurang secara bertahap sehingga struktural briket tidak pecah dan tidak mudah rapuh.

Pengeringan di bawah sinar matahari dibawah selama \pm 3 hari dinilai cukup untuk dilakukan pengeringan secara lambat atau di bawah sinar matahari. Pengeringan ini membantu mengurangi kadar air pada briket tanpa merusak bentuk dari briket. Briket dengan kadar air renda mengurangi risiko pembusukan dan jamur pada briket. Ini sangat penting untuk penyimpanan jangka panjang, terutama dalam keadaan lembap. Briket yang terdapat jamur akan mengurangi efisiensi pembakaran yang mana akan mempengaruhi kualitas briket yang dihasilkan.



BAB V

Kesimpulan dan Saran

5.1. Kesimpulan

Setelah mendapatkan data sampai dengan pengujian sampel sehingga didapatkan kesimpulan sebagai berikut.

1. Waktu pengeringan dan suhu pengeringan briket mempengaruhi kekuatan dari briket yang dihasilkan. Semakin lama dan semakin tinggi suhu pengeringan maka semakin kuat briket yang dihasilkan
2. Nilai kuat tekan yang dihasilkan menunjukkan bahwa briket dengan suhu pengeringan 120°C dengan waktu pengeringan 90 menit dan fraksi antara air dan molase 1:1 menunjukkan nilai kuat tertinggi dengan 249 kPa. Nilai ini masih kurang dari standar yang ditetapkan berdasarkan standar ASTM D2166.
3. Briket menunjukkan ketahanan yang baik terhadap benturan melalui pengujian *drop test*, briket dijatuhkan dari ketinggian 1,8 meter sesuai dengan Standar ASTM D440.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang penulis lakukan, ada beberapa saran yang penulis dapat berikan untuk penelitian lebih lanjut sebagai berikut

1. Briket yang sudah dicetak lebih baik dilakukan pengeringan dibawah sinar matahari terlebih dahulu sebelum dimasukkan ke dalam oven.
2. Briket yang sudah dicetak dilakukan pengeringan dengan waktu yang lebih lama dan suhu yang lebih tinggi untuk mendapatkan nilai kekuatan briket yang lebih baik.
3. Dibutuhkan penyesuaian kembali dalam penggunaan komposisi serta suhu dan waktu pengeringan pada proses pembuatan briket untuk penelitian selanjutnya dikarenakan nilai kuat tekan yang dihasilkan belum memenuhi standar ASTM D2166.

Daftar Pustaka

- Azeez, O., et al. (2017). "Impact of Drying Time and Temperature on Briquette Quality". *International Journal of Biomass & Bioenergy*, 5(2), 112-119.
- Chen, Z., Li, Q., & Zhou, L. (2020). Mechanical and Combustion Properties of Anthracite and Biomass Composite Briquettes. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 8(5), 104232.
- Demirbas, A. (2020). Biomass resource facilities and biomass conversion processing for fuels and chemicals. *Energy Conversion and Management*, 42(11), 1357-1378.
- Harlina, A. C., & Ropiudin, A. M. R. (2021). Pengaruh Kadar Perekat Molase Dan Lama Pengeringan Terhadap Kualitas Biobriket Dari Tempurung Kelapa Dan Sekam Padi. *Journal of Agricultural and Biosystem Engineering Research*, 2(2), 19-27.
- Hernandez, P. (2022). "Drop Test and Briquette Longevity." *International Journal of Biomass Energy*.
- Hidayat, S. (2023). Pengaruh Persentase Serbuk Kayu Jati Belanda Dan Tempurung Kemiri Terhadap Karakteristik Briket Untuk Bekal Lapangan Prajurit Kopasgat (Doctoral Dissertation, Institut Teknologi Dirgantara Adisutjipto).
- Johnson, L. (2021). "Compressive Strength Testing of Anthracite Briquettes." *Fuel Processing Technology*
- Kalami, S., et al. (2019). "Optimal Drying Conditions for Biomass Briquettes Production". *Journal of Renewable Energy Research*, 7(4), 223-232.
- Kim, H. (2021). "Dynamic Testing of Fuel Briquettes." *Applied Energy Journal*.
- Kim, S., & Lee, H. (2020). "Mechanical Properties of Biomass Briquettes." *Journal of Material Science*.

- Kurniawan, A., & Putra, A. (2020). *The Effect of Raw Material Composition on the Quality of Biomass Briquettes*. *Journal of Renewable Energy and Environment*, 7(1), 45-52.
- Li, H., Zhang, B., & Wang, Z. (2019). Effects of binder and compaction parameters on the quality of bio-briquettes made from corn stover. *Biomass and Bioenergy*, 130, 105371.
- Montgomery, D. C. (2019). *Design and Analysis of Experiments*. John Wiley & Sons.
- Morris, R. C. (2019). Enhancing Coal Briquette Quality with Binders. *Journal of Sustainable Energy*, 12(3), 45-56.
- Muhajiroh, E. N. A. (2020). Perancangan museum pertambangan batubara dengan pendekatan metafora tangible: batubara antrasit di Kabupaten *Kutai Timur* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim).
- Patel, M. (2021). "Enhancing Briquette Strength with Wood By-products." *Renewable & Sustainable Energy Reviews*.
- Pradana, Y. A., & Sutanto, H. (2021). Evaluation of biomass briquette quality using drop test method: A case study on agricultural waste briquettes. *Journal of Renewable Energy Research*, 6(2), 78-85.
- Safitri, L., Rahman, A., & Prasetyo, B. (2023). Standardization challenges in drop test methods for biomass briquettes: A global perspective. *Renewable Energy*, 203, 112-124.
- Sulistyaningarti, L., & Utami, B. (2020). Optimasi parameter proses pembuatan briket dari limbah pertanian untuk meningkatkan ketahanan terhadap benturan. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 21(1), 87-96.
- Wahyudi, Y., Amrullah, S., & Oktaviananda, C. (2022). Uji Karakteristik Briket Berbahan Baku Bonggol Jagung Berdasarkan Variasi Jumlah

Perekat. *Jurnal Pengendalian Pencemaran Lingkungan (JPPL)*, 4(2), 84-90.

Wang, X. (2022). "The Role of Molasses as a Binder in Briquette Making." *Journal of Sustainable Energy*.

Wang, Y., Zhang, Y., & Gao, S. (2021). Optimization of Biomass-Anthracite Briquetting Process to Reduce Ash Content and Improve Combustion Properties. *Fuel Processing Technology*, 211, 106589.

Yaman, S. (2021). Pyrolysis of biomass to produce fuels and chemical feedstocks. *Energy Conversion and Management*, 45(5), 651-671.

Zhang, X., Li, Y., & Wang, J. (2023). Standardization of drop test methods for solid biofuel briquettes: A comprehensive review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 168, 112741.

Zhang, Y. (2020). "Effect of Sawdust on Briquette Mechanical Properties." *Journal of Cleaner Production*.

Zhang, Q., Wang, Y., & Li, S. (2021). Environmental Benefits of Using Molasses as a Binder in Biomass Briquette Production. *Journal of Cleaner Production*, 278, 123857.

Lampiran 1

Daftar Riwayat Hidup



1. Data Pribadi

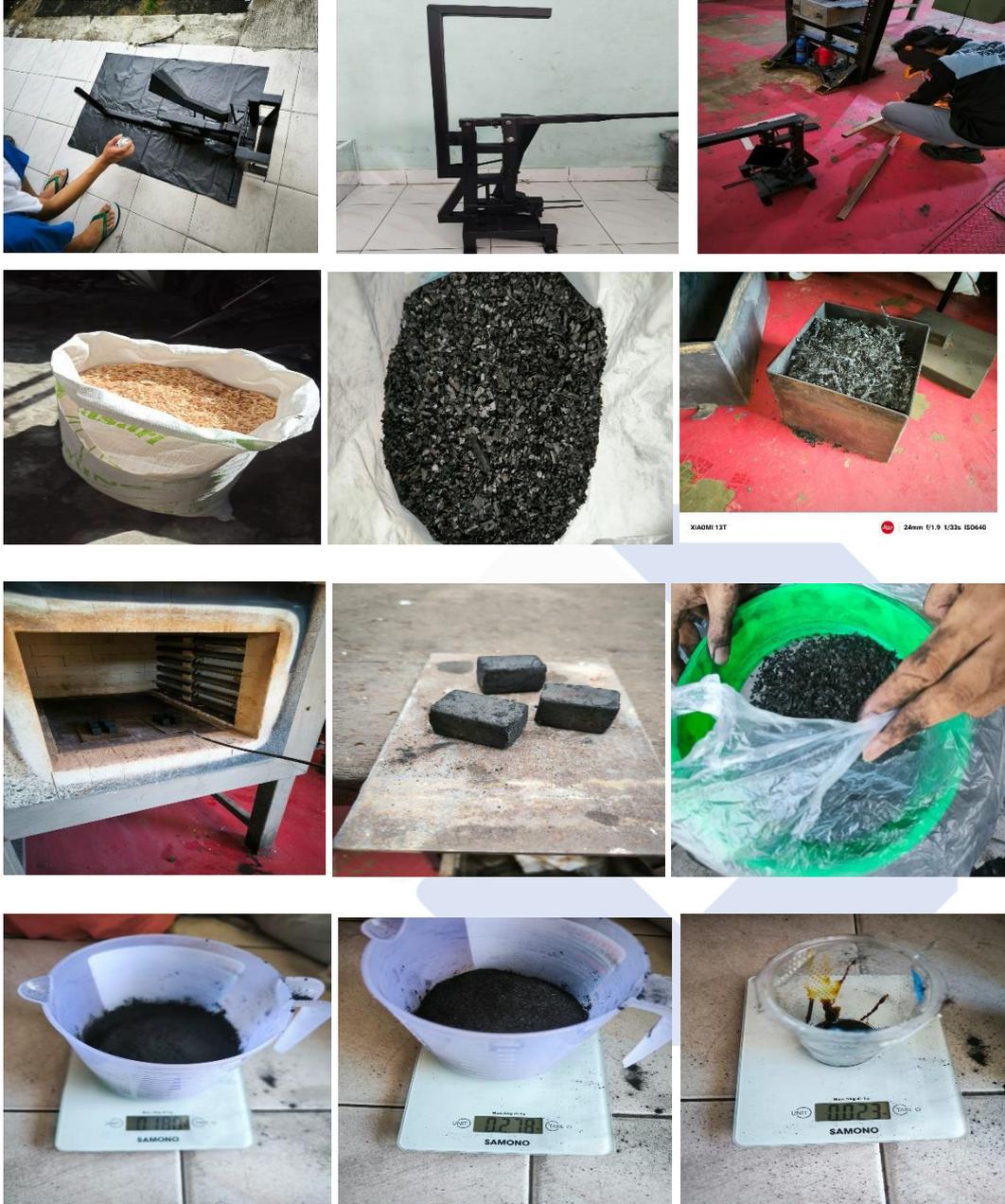
Nama Lengkap : Muhammad Filo Fadhian
Tempat & Tanggal Lahir : Bogor, 17 April 2003
Alamat Rumah : Jl. Depati Hamzah, Air Itam
HP : 082372314898
E-mail : fadhianfilo@gmail.com
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam

2. Riwayat Pendidikan

SD Negeri 21 Pangkalpinang : Tahun 2009-2015
SMP Negeri 6 Pangkalpinang : Tahun 2015-2018
SMA Negeri 2 Pangkalpinang : Tahun 2018-2021
Sungailiat, 23 Juli 2024

Muhammad Filo Fadhian

Lampiran 2



Lampiran 3

