

**PEMANFAATAN ANTRASIT BATU BARA SEBAGAI BAHAN
BRIKET DENGAN CAMPURAN KAPUR SIRIH, MOLASE,
AIR DI UNIT METALURGI PT TIMAH TBK MUNTOK
MENGUNAKAN METODE *TAGUCHI***

PROYEK AKHIR

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat
kelulusan Sarjana Terapan Politeknik Manufaktur Negeri Bangka



Disusun Oleh :

Gilbert Simanjuntak

NIM 1042210

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI
BANGKA BELITUNG
TAHUN 2025**

LEMBAR PENGESAHAN

PEMANFAATAN ANTRASIT BATU BARA SEBAGAI BAHAN BRIKET DENGAN CAMPURAN KAPUR SIRIH, MOLASE, AIR DI UNIT METALURGI PT TIMAH TBK MUNTOK MENGUNAKAN METODE *TAGUCHI*

Oleh:

Gilbert Simanjuntak

NIM 1042210

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

Menyetujui,

Pembimbing 1

Pembimbing 2

(Dr. Ilham Ary Wahyudie, S.S.T., M.T.)

(Yudi Oktriadi, S.Tr., M.Eng.)

Penguji 1

Penguji 2

(Sugiyarto, S.S.T., M.T.)

(Yuli Darta, S.S.T., M.T.)

PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Gilbert Simanjuntak NIM : 1042210

Dengan Judul : **PEMANFAATAN ANTRASIT BATU BARA
SEBAGAI BAHAN BRIKET DENGAN CAMPURAN
KAPUR SIRIH, MOLASE, AIR DI UNIT
METALURGI PT TIMAH TBK MUNTOK
MENGUNAKAN METODE *TAGUCHI***

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

Sungailiat, 2025

Nama Mahasiswa

Tanda Tangan

Gilbert Simanjuntak

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh penggunaan perekat molase, kapur sirih, dan air terhadap kualitas briket batu bara berbahan dasar antrasit, yang digunakan sebagai bahan bakar dalam proses peleburan bijih timah di Unit Metalurgi PT Timah Tbk Muntok. Metode Taguchi dengan matriks ortogonal L8(2⁷) digunakan untuk mengidentifikasi pengaruh faktor-faktor utama yaitu binder, suhu, dan waktu serta interaksinya (binder × suhu, binder × waktu, dan suhu × waktu) terhadap kadar air briket. Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor binder memiliki pengaruh paling signifikan dengan kontribusi sebesar 46,52%, diikuti oleh suhu sebesar 9,78%, dan waktu sebesar 8,69%. Rasio S/N tertinggi diperoleh pada kombinasi binder 15%, suhu 110 °C, dan waktu 120 menit, yang menghasilkan kadar air terendah. Interaksi binder × suhu menjadi kombinasi paling optimal dalam menghasilkan briket berkualitas tinggi. Secara keseluruhan, metode Taguchi terbukti efektif dalam menentukan kombinasi parameter yang optimal untuk meminimalkan kadar air dan meningkatkan kualitas briket batu bara.

Kata kunci: briket batu bara, antrasit, molase, kapur sirih, kadar air, metode Taguchi

ABSTRACT

This study aims to evaluate the effect of using molasses, slaked lime, and water as binders on the quality of anthracite-based coal briquettes, which are used as fuel in the tin ore smelting process at the Metallurgical Unit of PT Timah Tbk Muntok. The Taguchi method with an L8(2⁷) orthogonal array was employed to identify the influence of main factors binder, temperature, and time as well as their interactions (binder $\times$ temperature, binder $\times$ time, and temperature $\times$ time) on the moisture content of the briquettes. The results showed that the binder was the most influential factor, contributing 46.52%, followed by temperature (9.78%) and time (8.69%). The highest S/N ratio was obtained with a combination of 15% binder, 110 °C temperature, and 120 minutes of heating time, resulting in the lowest moisture content. The binder $\times$ temperature interaction was found to be the most optimal combination for producing high-quality briquettes. Overall, the Taguchi method proved effective in determining optimal parameter combinations for minimizing moisture and improving coal briquette quality

Keywords: coal briquettes, anthracite, molasses, slaked lime, moisture content, Taguchi method

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa penulis panjatkan karena berkat rahmat, nikmat serta hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan dan menyusun laporan proyek akhir yang berjudul “Pemanfaatan Antrasit Batu Bara Sebagai Bahan Briket Dengan Campuran Kapur Sirih, Molase, Air Di Unit Metalurgi Pt Timah Tbk Muntok Menggunakan Metode *Taguchi*” Laporan proyek akhir ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan D-IV program studi Teknik Mesin Manufaktur di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. Dalam pembuatan proyek akhir ini penulis sangat berterima kasih kepada semua pihak yang telah membantu, membimbing serta berdoa sehingga penulis dapat menyelesaikan proyek akhir ini. Dengan itu perkenankan penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua Orang tua dan keluarga yang selalu memberikan dukungan, kasih sayang serta doa yang tiada hentinya kepada penulis.
2. Dr. Ilham Ary Wahyudie, S.S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing 1 Proyek Akhir Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
3. Yudi Oktriadi, S.Tr., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing 2 Proyek Akhir Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
4. Bapak I Made Andik Setiawan, M.Eng., Ph.D selaku direktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
5. Dosen serta staf pengajar Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung yang telah mengajar, mendidik dan memberikan saya ilmu selama berkuliah di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
6. Teman-teman seperjuangan yang selalu memberikan support dan seluruh Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin angkatan 28 Polmanbabel.

7. Bang Arman Bencah yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan proyek akhir dengan meminjamkan alat press hidrolik yang sangat membantu menyelesaikan proyek akhir.
8. Semua pihak terkhususnya.

Dalam penyusunan laporan proyek akhir ini, penulis menyadari bahwa terdapat banyak sekali kekurangan serta kesalahan, keterbatasan, kemampuan, dan juga pemahaman yang kurang maka penulis mohon maaf yang sebesar-besarnya. Penulis sangat antusias dan terima baik atas kritik dan saran apabila terdapat kesalahan penulisan pada laporan proyek akhir. Hal ini demi perbaikan yang bersifat membangun serta memberikan pemahaman lebih yang penulis belum begitu mengerti dan paham. Demikian laporan yang penulis buat, penulis mengucapkan terima kasih dan berharap semoga dengan adanya proyek akhir yang penulis buat dapat menambah wawasan untuk kita semua dan teruntuk para pembaca.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	1
LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT	ii
ABSTRAK.....	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRA.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah.	3
1.3 Tujuan Proyek Akhir	3
1.4 Batasan Masalah	3
BAB II DASAR TEORI	4
2.1 Tinjauan Pustaka	4
2.2 Batu Bara	6
2.3 Campuran Bahan Perekat Pada Briket Batubara.....	9
2.4 Perhitungan Persentase Binder.	11
2.5 Alat Yang Digunakan Pada Proses Pembuatan Briket Batu Bara	12

2.6	Metode Taguchi.....	15
2.7	Interaksi	15
2.8	Grafik Linear (<i>Linear Graphs</i>).....	16
BAB III METODE PENELITIAN		18
3.1	Tahap- Tahap Kegiatan	18
3.2	Studi Literatur.....	19
3.3	Identifikasi Dan Rumusan Masalah.....	19
3.4	Persiapan Alat dan Bahan.....	19
3.5	Parameter Penelitian	20
3.7	Penimbangan	26
3.8	Pencetakan	26
3.9	Penimbangan Setelah Selesai Dicetak.....	27
3.10	Pemanasan	27
3.11	Penimbangan Setelah Selesai Dipanaskan	27
3.12	Pengujian	27
3.13	Analisis Data	28
3.14	Kesimpulan	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		29
4.1	Hasil Uji Coba	29
4.2	Pengujian Kadar Air Pada Briket Batu Bara	29
4.3	Analisis varian <i>Taguchi</i>	32
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		42
5.1	Kesimpulan.....	42
5.2	Saran	43
DAFTAR PUSTAKA.....		44

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 3. 1 Parameter Bebas.....	21
Tabel 3. 2 Total derajat kebebasanparameter	22
Tabel 3. 3 Matrisk Ortogonal $L_8(2^7)$	23
Tabel 3. 4 Rancangan eksperimen berdasarkan matriks ortogonal $L_8(2^7)$	24
Tabel 4. 1 tabel penimbangan sebelum dan sesudah oven.....	30
Tabel 4. 2 perhitungan rata-rata kadar air.	33
Tabel 4. 3 respon rata-rata parameter terhadap faktor	34
Tabel 4. 4 Rasio S/N dari Pengaruh Parameter.....	37
Tabel 4. 5 analysis of variance (ANOVA)	40

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 2. 1 Batu bara	7
Gambar 2. 2 Antrasit.....	8
Gambar 2. 3 Kapur sirih	9
Gambar 2. 4 Molase.....	9
Gambar 2. 5 Air	10
Gambar 2. 6 Timbangan Digital 10000g x 1g/353oz x 0.1oz.....	12
Gambar 2. 7 mixer	13
Gambar 2. 8 Gelas plastik.....	13
Gambar 2. 9 Cetakan Briket	14
Gambar 2. 10 Press Hidrolik	14
Gambar 2. 11 Linear Graphs.....	17
Gambar 3. 1 Diagram alir penelitian	18
Gambar 3. 2 <i>Heat treatment</i>	20
Gambar 3. 3 Batu bara Antrasit	20

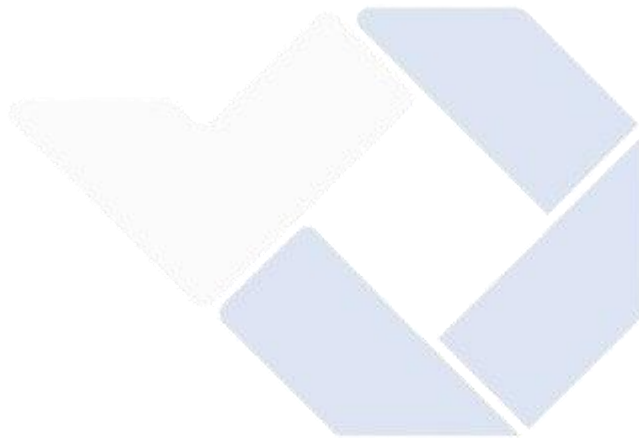
DAFTAR LAMPIRA

Lampiran 1: Daftar Riwayat Hidup

Lampiran 2: Penimbangan

Lampiran 3: Histori Pembuatan Briket

Lampiran 4: Plagiat



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Di Indonesia batubara merupakan sumber daya yang sangat melimpah khususnya di Kalimantan dan Sulawesi. Batubara adalah salah satu sumber daya alam sangat berpotensi yang dapat digunakan atau dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif untuk mencukupi kebutuhan industri. Dengan demikian, diperlukan upaya untuk pembuatan briket batu bara sebagai bahan untuk menstabilkan suhu tinggi dalam tungku dan mempercepat proses pelebur biji timah. Salah satu permasalahan yang muncul adalah efisiensi dan keberlanjutan proses peleburan bijih timah menggunakan briket batubara dengan bahan perekat kapur sirih, molase, air di Unit Metalurgi PT Timah Tbk Muntok. Fungsi batu bara dalam peleburan timah adalah untuk menstabilkan suhu atau bahan yang digunakan untuk menghasilkan panas dalam proses pemanasan di dalam tanur [1]. Bahan utama yang di gunakan untuk proses pembuatan briket batu bara sebagai bahan untuk menstabilkan suhu dalam pelebur biji timah adalah antrasit. Kandungan karbon di dalamnya mencapai 92,1-98,0%. Secara fisik, warnanya hitam mengkilap karena kandungan karbon yang tinggi.

Unit Metalurgi Muntok PT Timah Tbk menjadi salah satu bagian penting dalam proses hilirisasi timah, namun hingga kini masih menghadapi tantangan dalam hal proses peleburan biji Timah. Seiring dengan meningkatnya permintaan global terhadap timah yang banyak digunakan dalam industri elektronik, bahan bangunan, hingga otomotif peran Indonesia dalam menjaga kestabilan pasokan menjadi semakin penting. Dengan cadangan timah yang melimpah, Indonesia memiliki kontribusi signifikan dalam industri ini, dan PT Timah Tbk berperan sebagai pemimpin utama dalam kegiatan ekstraksi dan pengolahan [2]. Salah satu solusi yang berpotensi meningkatkan efisiensi proses peleburan biji timah adalah optimalisasi pemanfaatan batubara antrasit, yaitu jenis batubara dengan kandungan karbon sangat tinggi (92,1–98%).

Briket adalah bentuk energi alternatif yang diproduksi melalui penelitian ini guna secara sederhana dan disesuaikan dengan kondisi daerah setempat. Bahan dasar briket berasal dari biomassa, yang menjadi pengganti bahan bakar fosil seperti minyak bumi. Beberapa jenis limbah biomassa yang bisa dimanfaatkan sebagai bahan dasar briket antara lain batubara, tempurung kelapa, sekam padi, serbuk gergaji, bongkol jagung, dan daun-daunan. Proses pembuatan briket dilakukan melalui tahap pemadatan guna meningkatkan nilai kalor per satuan luas dari bahan tersebut. Semakin kecil ukuran biomassa, energi yang dihasilkan justru bisa lebih besar [3]. Dalam studi ini, bahan utama briket adalah batubara.

Beberapa aspek yang memengaruhi karakteristik briket batubara meliputi jenis bahan, tingkat kehalusan partikel, suhu dan lama karbonisasi, serta tekanan saat proses pencetakan [4]. Untuk menghasilkan briket yang kuat dan mudah terbakar, terutama saat digunakan dalam peleburan timah, dibutuhkan bahan tambahan berupa perekat [5]. Perekat yang biasa digunakan meliputi molase, kapur sirih, dan air.

Menurut beberapa penelitian, molase mampu menghasilkan briket yang memiliki suhu bara tinggi dan mudah terbakar. Briket berbasis molase cenderung memiliki densitas rendah, cepat menyala pada tahap awal pembakaran, namun juga cepat habis terbakar. Sementara itu, penggunaan kapur sirih sebagai perekat menghasilkan briket yang lebih tahan lama dan tidak berasap, meski dengan nilai kalor yang relatif lebih rendah [6]. Air juga memainkan peranan penting dalam proses pencampuran bahan, tetapi jika digunakan secara berlebihan, dapat menyebabkan pembakaran tidak sempurna, menghasilkan banyak sisa hasil pembakaran, dan menyulitkan proses penyalaan. Kadar air dalam briket batubara murni mencapai 9,48%, sedangkan dalam briket campuran berkisar antara 4,16% hingga 9,36%. Kelebihan kadar air menghambat pembakaran dan menurunkan efisiensi energi. Proses pemanasan dalam oven diketahui mampu menurunkan kadar air, yang pada akhirnya meningkatkan nilai kalor, karena suhu tinggi mempercepat penguapan air [7]. Maka dari itu, pemilihan jenis dan komposisi

perekat menjadi faktor penting dalam menentukan kualitas akhir briket batubara yang akan digunakan untuk peleburan timah.

1.2 Rumusan Masalah.

Rumusan masalah yang muncul sesuai dari latar belakang di atas adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh campuran atau bahan perekat (molase, kapur sirih, air) terhadap briket batubara yang digunakan dalam proses peleburan timah?
2. Bagaimana cara mengetahui nilai kadar air pada briket batubara?

1.3 Tujuan Proyek Akhir

1. Untuk mengetahui pengaruh campuran bahan perekat seperti molase, kapur sirih, dan air terhadap briket batubara yang digunakan dalam proses peleburan timah.
2. Mengukur nilai kadar air briket batu bara dengan cara penimbangan sebelum dan sesudah di oven.

1.4 Batasan Masalah

1. Penelitian briket Batubara ini hanya menggunakan campuran molase, kapur sirih dan air sebagai perekat.
2. Pengujian yang dilakukan uji tekan dan kadar air pada briket batu bara.
3. Jenis batubara yang digunakan batu bara *anthracite*.

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Dalam bagian tinjauan pustaka ini, ditampilkan sejumlah penelitian terdahulu yang relevan dengan topik proyek akhir mengenai briket batubara.

Salah satu penelitian bertajuk Pengaruh Komposisi dan Kuat Tekan terhadap Tingkat Kerapuhan Briket Arang Biomassa Campur Batubara dengan Tepung Kanji sebagai Perekat [8]. Menyimpulkan bahwa komposisi bahan baku serta tekanan cetak berpengaruh terhadap tingkat kerapuhan briket, namun pengaruhnya tidak bersifat linier. Artinya, peningkatan tekanan cetak tidak selalu menghasilkan briket yang lebih kuat. Berdasarkan uji drop test, komposisi yang paling stabil ditemukan pada campuran 60% batubara, 30% kulit kacang tanah, dan 10% tepung kanji pada tekanan 80 lb/in². Sebaliknya, komposisi 50% batubara, 40% tempurung kelapa, dan 10% tepung kanji pada tekanan yang sama menghasilkan tingkat kerapuhan tertinggi.

Penelitian berjudul Pengaruh Konsentrasi Perekat Tepung Tapioka dan Tanah Liat terhadap Mutu Briket Batubara [9] menunjukkan bahwa briket yang dihasilkan masih memiliki kerapuhan yang lebih rendah dibandingkan dengan briket produksi PT Bukit Asam. Tingginya kandungan tanah liat dalam campuran menyebabkan kekuatan mekanik briket meningkat, namun di sisi lain, nilai Indeks Resistensi Impak (IRI) menjadi rendah. Selain itu, peningkatan kadar tanah liat juga berdampak pada penurunan laju pembakaran. Briket yang dibuat dalam penelitian ini memerlukan waktu 275 hingga 470 detik untuk mulai membara, dan waktu yang dibutuhkan hingga menjadi abu berkisar antara 61 hingga 101 menit. Sementara itu, untuk briket hasil karbonisasi, waktu yang diperlukan untuk mulai membara adalah 190 detik dan menjadi abu dalam waktu 190 menit..

Analisis Kadar Air dan Kadar Abu Briket Lumpur IPAL dan *Fly Ash* dengan Penambahan Serbuk Gergaji Kayu [3]. Mengatakan bahwa baku lumpur IPAL, *fly ash* dan serbuk gergaji kayu dapat digunakan sebagai bahan pembuatan briket dengan penambahan molase sebagai bahan perekat dengan penambahan 20%

molase yaitu sebesar 38,9%. Terdapat hasil kadar air briket pada perbandingan parameter, briket dengan kadar air tertinggi di tunjukan oleh briket dengan konsentrasi perbandingna 40%, 30%, 30%, dengan konsetrasi molase 20% yaitu sebesar 4,24%. Untuk kadar air terendah di tunjukan oleh briket dengan konsentrasi 100%, 0%, 0%. Dengan konsentrasi molase 10% yaitu sebesar 2,26%. Kandungan abu yang terdapat pada biobriket terutama berasal dari komposisi *fly ash* batubara. Hal ini dikarenakan bottom ash tersebut didapatkan dari sisa hasil pembakaran PLTU. Kandungan abu pada *fly ash* sebelum dibuat menjadi biobriket adalah sebesar 21,80%. Sehingga briket dengan campuran *fly ash* akan menghasilkan kadar abu yang lebih tinggi dari campuran bahan baku tanpa *fly ash*.

Penelitian Kajian Analisis Proksimat pada Briket Batubara dan Briket Biomassa [11] menggunakan beberapa jenis bahan baku, yakni batubara, batubara yang telah melalui proses karbonisasi, bambu, serta serbuk kayu. Dalam kajian ini, batubara dibedakan menjadi dua jenis, yaitu batubara tanpa karbonisasi dan briket batubara tanpa karbonisasi. Briket yang dibuat dari batubara tanpa karbonisasi memiliki komposisi 90% batubara, 7% bahan perekat, dan 3% kapur. Sedangkan untuk briket dari batubara karbonisasi, proporsinya terdiri dari 80–90% batubara yang telah dikarbonisasi, ditambah perekat dan kapur sebagai sisanya.

Adapun perekat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi tanah liat, tepung kanji, dan air. Komposisi kapur dibatasi hingga maksimum 5%. Berdasarkan hasil uji laboratorium, kadar air (*moisture*) tertinggi ditemukan pada briket batubara, yakni sebesar 30,75%, sedangkan kadar air terendah tercatat sebesar 9,23%. Selisih kadar air antara briket batubara biasa dan briket batubara karbonisasi mencapai 21,52%. Perbedaan ini terjadi karena proses karbonisasi efektif dalam menurunkan kadar air dalam bahan baku.

Penelitian berjudul Pengaruh Jenis dan Komposisi Perekat terhadap Kualitas Briket Batubara Muda [12] memanfaatkan batubara muda sebagai bahan dasar dalam pembuatan serbuk dan briket. Bahan campuran yang digunakan sebagai perekat terdiri dari pati biji jarak, pati singkong, dan tepung kanji. Proses awal melibatkan penggerusan dan pengayakan batubara menggunakan saringan berukuran 60 mesh, dilanjutkan dengan proses aktivasi pada suhu 600°C. Setelah

itu, bahan yang telah diaktivasi dicampur dengan masing-masing jenis perekat dalam variasi konsentrasi 5%, 10%, dan 15% dari total massa sampel.

Penelitian yang berjudul Peningkatan Kinerja Briket Debu Batubara Penerapan Desain Taguchi dan Analisis Pareto untuk Optimasi Variabel Proses Utama[13]. Pemilihan jenis dan takaran perekat yang sesuai merupakan tantangan utama dalam pembuatan briket. Perekat yang digunakan harus memiliki daya rekat yang baik dan tidak mengganggu kompatibilitas dengan bahan lainnya. Briket merupakan bahan bakar padat alternatif berbasis karbon dengan nilai kalor tinggi, yang memungkinkan proses pembakaran berlangsung lebih lama. Batubara termasuk material yang umum digunakan sebagai bahan dasar briket. Komposisi dan jenis perekat yang dipakai sangat berpengaruh terhadap kekuatan tekan, kestabilan termal, serta ketahanan briket di berbagai kondisi lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh parameter proses terhadap kekuatan tekan briket dari serbuk batubara dengan molases sebagai perekat. Metode Taguchi digunakan dalam penelitian ini, dengan empat faktor utama yang diuji dalam tiga level dan tiga kali pengulangan, yaitu: persentase molases (10%, 12,5%, dan 15%), tekanan pemadatan (8, 10, dan 12 MPa), suhu pengeringan (70°C, 90°C, 110°C), dan waktu pemanasan (60, 90, 120 menit). Penelitian ini juga mencakup analisis kadar air sebagai salah satu parameter tambahan. Hasil menunjukkan bahwa suhu selama proses pengeringan memiliki pengaruh paling signifikan terhadap kualitas akhir briket.

Sebelum proses pencetakan menjadi briket, campuran batubara muda berbentuk serbuk yang telah diberi perekat terlebih dahulu dianalisis. Pengujian yang dilakukan mencakup analisis nilai kalor serta analisis proksimat, yang meliputi kadar air, kadar zat terbang (*volatile matter*), kadar abu, dan kandungan karbon tetap (*fixed carbon*).

2.2 Batu Bara

Batubara merupakan salah satu jenis bahan bakar fosil yang berasal dari batuan sedimen mudah terbakar, yang terbentuk dari endapan organik, terutama sisa-sisa tumbuhan. Proses pembentukannya dikenal dengan istilah pembatubaraan,

yang berlangsung melalui dua tahap utama: tahap diagenetik (biokimia) dan tahap malihan (eokimia). Komposisi utama batubara terdiri atas unsur karbon, hidrogen, nitrogen, dan oksigen. Secara umum, batubara diklasifikasikan ke dalam lima peringkat, yaitu antrasit, batubara bituminus, sub-bituminus, lignit, dan gambut [14].

Pada industri pengolahan batu bara, terutama batu bara antrasit, sering kali terdapat sisa-sisa pengolahan yang terbuang begitu saja. Padahal, sisa batu bara tersebut dapat dimanfaatkan untuk pembuatan briket batu bara yang dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif. Namun, dalam pembuatan briket batu bara, sering ditemukan masalah seperti briket yang susah menyala dan menghasilkan banyak abu pada proses pembakarannya. Oleh karena itu, diperlukan penelitian untuk meningkatkan kualitas briket batu bara dengan menambahkan campuran bahan perekat yang dapat meningkatkan kinerja pembakaran. Beberapa bahan yang dapat digunakan sebagai perekat adalah kapur sirih, molase, dan air. Kapur sirih berfungsi sebagai pengikat yang memperkuat daya ikat karbonisasi, sementara molase dapat meningkatkan suhu bara api dan memperlambat laju pembakaran, sehingga menghasilkan briket yang lebih efisien dan tahan lama.

Batu bara selain digunakan sebagai pengganti bahan bakar dapat juga sebagai reduktor pada proses peleburan timah, industri nikel, industri besi dan baja. Penelitian pembuatan briket batu bara ini hanya mengacu pada proses peleburan timah di PT Timah TBK Muntok.



Gambar 2. 1 Batu bara

2.2.1 Jenis Batu Bara yang Digunakan dalam Pembuatan Briket.

Dalam penelitian ini batu bara yang digunakan sebagai briket adalah batu bara anthracit yang di suplai dari PT. Bukit Asam Tbk[15]. Antrasit adalah batubara yang bersifat keras dan kuat dengan warna hitam mengkilat seperti kaca. Antrasit memiliki kandungan zat terbang kurang dari 10% dan karbon lebih dari 93% sehingga diklasifikasikan sebagai batubara dengan tingkatan tertinggi[16]. Antrasit, jenis batubara dengan peringkat tertinggi, hanya ditemukan di Indonesia dalam jumlah kecil dan terbatas pada daerah Kalimantan dan Sumatera. Meski demikian, batubara Indonesia secara umum cukup unggul dalam hal rendahnya kadar belerang dan abu. Di sisi lain, tingginya kadar air dalam batubara, terutama pada peringkat rendah, berdampak pada rendahnya nilai kalor. Kondisi ini membuat penggunaan batubara Indonesia di sektor metalurgi kurang optimal, karena tidak memiliki sifat kokas yang baik. Untuk mengatasi hal tersebut, diperlukan teknologi tambahan guna meningkatkan kualitas dan karakteristik pembakaran batubara tersebut [17].



Gambar 2. 2 Antrasit

Proses pembuatan briket batu bara antrasit memiliki beberapa campuran sebagai bahan perekat di antaranya, kapur sirih, molase dan air.

2.3 Campuran Bahan Perekat Pada Briket Batubara

2.3.1 Kapur Sirih



Gambar 2. 3 Kapur sirih

Dalam pembuatan briket, menentukan komposisi bahan yang tepat sebagai bahan penting untuk menghasilkan produk berkualitas tinggi. Salah satu bahan tambahan yang sering di gunakan adalah kapur sirih. Kapur sirih tidak hanya berfungsi sebagai pengikat, tetapi juga dapat meningkatkan kekuatan dan kestabilan briket. Sifat alkalinya membantu mengurangi kadar air dalam briket, sekaligus meningkatkan ketahanan terhadap suhu tinggi.

2.3.2 Molase



Gambar 2. 4 Molase

Molase merupakan salah satu bahan perekat yang berfungsi meningkatkan mutu briket. Zat ini merupakan hasil samping dari proses pengolahan gula dan memiliki bentuk cair. Selain digunakan sebagai perekat, molase juga telah lama

dimanfaatkan sebagai bahan tambahan dalam pakan ternak karena kandungan nutrisinya yang cukup baik. Komposisi nutrisinya meliputi protein kasar sebesar 3,1%, serat kasar 0,6%, BETN (bahan ekstrak tanpa nitrogen) 83,5%, lemak kasar 0,9%, serta kandungan abu sebesar 11,9% [18].

Molase memiliki nilai kalor sebesar 6106,23 kalori/gram, yang tergolong tinggi dan melebihi standar SNI 01–6235–2000, yaitu sebesar 5000 kalori/gram. Artinya, penggunaan molase sebagai bahan perekat tidak hanya berperan dalam mengikat partikel briket, tetapi juga turut meningkatkan nilai kalor dari produk akhir. Dengan pemilihan jenis perekat yang sesuai serta penerapan proses produksi yang tepat, biomassa yang dihasilkan akan memiliki kualitas tinggi dan layak dijadikan sumber energi terbarukan [19]. Selain itu, molase juga efektif sebagai perekat dalam pembuatan pelet, yang turut memperkuat nilai kalor produk. Penggunaan tetes tebu sebagai perekat pada briket arang terbukti mampu meningkatkan kerapatan, kekuatan tekan, serta kadar abu, jika dibandingkan dengan penggunaan perekat dari tepung tapioka.

2.3.3 Air



Gambar 2. 5 Air

Proses pembuatan biobriket mempunyai dampak yang signifikan terhadap nilai kalor biobriket dan bahwa nilai kalor biobriket berkorelasi positif dengan nilai kadar air; sebaliknya, nilai kadar air yang tinggi akan menghasilkan nilai kalor yang lebih rendah sehingga berdampak negatif terhadap kualitas biobriket.

2.4 Perhitungan Persentase Binder.

Dalam penelitian briket batu bara, binder atau pengikat adalah bahan tambahan yang berfungsi untuk merekatkan partikel-partikel batubara agar dapat membentuk briket yang padat, kuat, dan tidak mudah hancur saat ditangani, disimpan, atau digunakan.

Fungsi utama binder dalam pembuatan briket:

1. Memperkuat struktur briket: Menjaga agar briket tetap utuh selama proses pengeringan, penyimpanan, dan pembakaran.
2. Meningkatkan daya tahan mekanik: Mengurangi kemungkinan briket pecah atau rapuh.
3. Membantu proses pencetakan: Memudahkan partikel batubara menyatu saat ditekan dalam cetakan.
4. Menstabilkan pembakaran: Beberapa jenis binder juga dapat mempengaruhi karakteristik pembakaran, seperti meningkatkan efisiensi atau mengurangi asap.

Perhitungan persentase binder dalam pembuatan briket batu bara umumnya mengacu pada persentase massa binder terhadap total massa campuran (yaitu campuran antara batubara, binder, dan bahan perekat yang digunakan). Dibawah ini rumus untuk perhitungan persentase binder

$$\text{Persentase binder(\%)} = \left(\frac{\text{massa binder}}{\text{massa total campuran}} \right) \times 100\%$$

Pada penelitian ini massa total campuran ditentukan dari Unit Metalurgi PT Timah Tbk Muntok dengan massa total 55 gram. Kemudian akan dihitung persentase binder sebagai berikut:

Batu bara = 48,125 gram

Molase, kapur sirih, air = 6,875 gram

Jadi total masa campuran keseluruhan adalah 48,125 gram + 6,875 gram = 55 gram.

Berikut ini perhitungan persentase binder sebagai berikut.

$$\text{Persentase binder (\%)} = \frac{6,875}{55} \times 100\%$$

$$= 0,125 \times 100\% = 12,5\%$$

Batu bara = 46,75 gram

Molase, kapur sirih, air = 8,25 gram

Jadi total masa campuran keseluruhan adalah 46,75 gram + 8,25 gram = 55 gram.

$$\text{Persentase binder (\%)} = \frac{8,25}{55} \times 100\%$$

$$= 0,12 \times 100\% = 15\%$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, diketahui bahwa persentase binder yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebesar 12,5% dan 15%. Selanjutnya, untuk keperluan pengujian lanjutan, total massa campuran akan diperkecil menjadi 25 gram, dengan tetap mempertahankan persentase binder pada nilai 12,5% dan 15%.

2.5 Alat Yang Digunakan Pada Proses Pembuatan Briket Batu Bara

Dalam pembuatan briket batu bara tentu ada alat yang digunakan untuk proses pembuatannya adalah sebagai berikut :

2.5.1 Timbangan Digital



Gambar 2. 6 Timbangan Digital
10000g x 1g/353oz x 0.1oz

Timbangan Digital digunakan untuk menimbang bahan-bahan yang digunakan untuk pembuatan briket agar setiap komposisi yang telah ditentukan sama rata.

2.5.2 Mixer



Gambar 2. 7 *mixer*

Mixer bertujuan untuk melakukan proses pengadukan terhadap air, molase, kapur sirih, dan antrasit, agar pada saat proses pengadukan lebih rata, sehingga bahan yang diaduk bisa tercampur rata.

2.5.3 Gelas Plastik



Gambar 2. 8 Gelas plastik

Gelas plastik berfungsi sebagai wadah atau tempat penimbanagn dan pengadukan terhadap antrasit, kapur sirih, molase, dan air.

2.5.4 Cetakan Briket.



Gambar 2. 9 Cetakan Briket

Cetakan briket bertujuan untuk tempat pencetakan briket, berbentuk silinder. Bahan pembuatan briket yang telah diaduk akan dimasukkan ke dalam cetakan lalu dilakukan proses penekanan. Cetakan terbuat dari bahan logam supaya mampu menahan tekanan yang diberikan. Ukuran cetakan untuk pembuatan briket batu bara yang kami gunakan dengan tinggi 130mm, diameter 78mm, diameter dalam 30mm.

2.5.5 Press Hidrolik.



Gambar 2. 10 Press Hidrolik

Press Hidrolik berfungsi untuk alat penekan atau memadatkan briket pada proses pencetakan briket batubara. Press hidrolik ini mampu menekan hingga 50

ton. Alat ini kami gunakan untuk melakukan proses penekanan pada pencetakan briket. Tekanan yang digunakan untuk melakukan penekanan adalah 10, 12 ton.

2.6 Metode Taguchi

Untuk menentukan parameter yang berpengaruh terhadap kualitas briket, *metode Taguchi* menggunakan tiga karakteristik kualitas, yaitu perbandingan Signal to Noise (S/N) ratio, yang terdiri dari: kecil lebih baik, besar lebih baik, dan nominal paling baik. Dengan menggunakan metode ini, kita dapat memaksimalkan kualitas pembuatan briket.

Metode Taguchi dikembangkan dengan pendekatan yang secara fundamental berbeda dari metode konvensional dalam bidang rekayasa kualitas. Dalam konsep pengendalian kualitasnya, Taguchi mengintegrasikan prinsip-prinsip utama yang telah lama digunakan di industri manufaktur. Pendekatan ini dalam perancangan eksperimen bertujuan untuk menghasilkan peningkatan kualitas yang tangguh (robust), terutama terhadap gangguan dari faktor noise. Melalui eksperimen konfirmasi, dapat diketahui apakah kombinasi level faktor optimal yang diperoleh mampu diterapkan secara luas dalam skala industri.

2.7 Interaksi

Interaksi adalah suatu faktor yang tergantung pada level tertentu dari faktor lain. Suatu interaksi terjadi ketika dua atau lebih faktor bertindak bersama-sama mempunyai efek yang berbeda dengan karakteristik kualitas dari pada efek dari setiap faktor yang bertindak individu. Interaksi terjadi apabila pengaruh dua faktor atau lebih berbeda dari jumlah masing-masing faktor secara individu. Konsep interaksi adalah pertimbangan penting dalam perencanaan suatu eksperimen yang efektif. Gagal untuk mengenali interaksi bisa mengarah pada kesalahan menginterpretasikan dan gagal untuk memasukkan proses optimalisasi. Tidak semua interaksi buruk.

Untuk memahami suatu dampak interaksi kita harus secara spesifik mendesain interaksi kedalam suatu eksperimen. Perlakuan interaksi suatu eksperimen melatih beberapa pemikiran. Metode Taguchi menekankan pada

pentingnya focus utama dan seleksi karakteristik kualitas sehingga menghasilkan interaksi diantara faktor control yang diminimalkan.

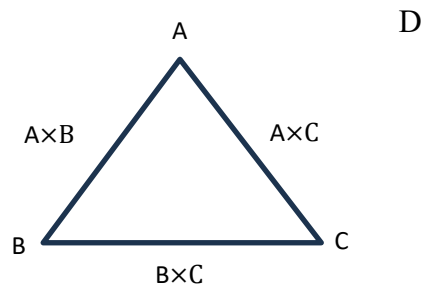
Pada penelitian ini terdapat tiga faktor (binder, suhu, waktu) dan dua level, dan juga antraksi antara binder $\times$ suhu, binder $\times$ waktu dan suhu $\times$ waktu.

2.8 Grafik Linear (*Linear Graphs*)

Grafik linear dalam pendekatan Taguchi berfungsi sebagai panduan visual yang memudahkan penempatan faktor-faktor utama dan interaksi di dalam kolom matriks ortogonal (Orthogonal Array/OA). Alat ini penting untuk merancang eksperimen yang valid, karena memastikan bahwa setiap faktor dan interaksi ditempatkan secara tepat tanpa saling bertabrakan atau menumpuk dalam satu kolom. Grafik linear ini berbentuk titik-titik yang mewakili kolom dalam OA, dihubungkan oleh garis-garis yang menunjukkan relasi interaksi antar faktor. Misalnya, jika terdapat tiga faktor yang diuji A, B, dan C, maka kolom 1 bisa digunakan untuk faktor A, kolom 2 untuk faktor B, dan kolom 3 untuk interaksi antara A dan B, untuk faktor C digunakan kolom 4, untuk kolom 5 akan diisi interaksi antara A dan C, untuk kolom 6 akan diisi interaksi antara B dan C. Grafik ini mengarahkan pengguna agar interaksi antar faktor diletakkan pada kolom yang benar sesuai struktur matriks. Penggunaan grafik linear memungkinkan analisis yang lebih akurat terhadap pengaruh individu dan gabungan dari setiap faktor. Tanpa acuan ini, eksperimen berisiko mengalami kekeliruan dalam pengalokasian interaksi atau terjadinya duplikasi data. Oleh sebab itu, grafik linear memainkan peran penting dalam menjamin kejelasan dan keterpisahan pengaruh setiap faktor dalam eksperimen berbasis metode Taguchi.

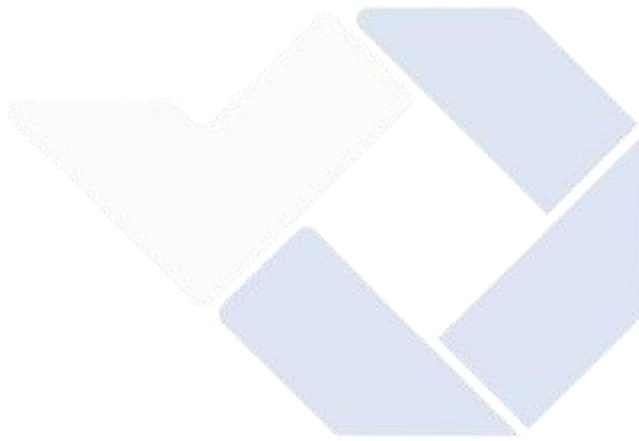
Taguchi telah merancang sejumlah grafik linear (linear graphs) yang berfungsi untuk mempermudah dalam pengaturan faktor-faktor serta interaksi yang mungkin terjadi antar kolom. Grafik linear ini berperan penting dalam menentukan posisi setiap faktor dan interaksi pada kolom-kolom dalam orthogonal array [20].

Adapun grafik linear yang digunakan dalam penelitian ini disajikan sebagai berikut:



Gambar 2. 11 Linear Graphs

Pada gambar 2.12 diatas terdapat titik sudut A, B, C, merupakan faktor utama yang dimana A, (binder) B (suhu) C (waktu). Sisi-sisi segitiga terdapat menunjukna interaksi dua arah antara pasangan fakot $A \times B$ (binder $\times$ suhu), $A \times C$ (binder $\times$ waktu) $B \times C$ (suhu $\times$ waktu), D sebagai eror.

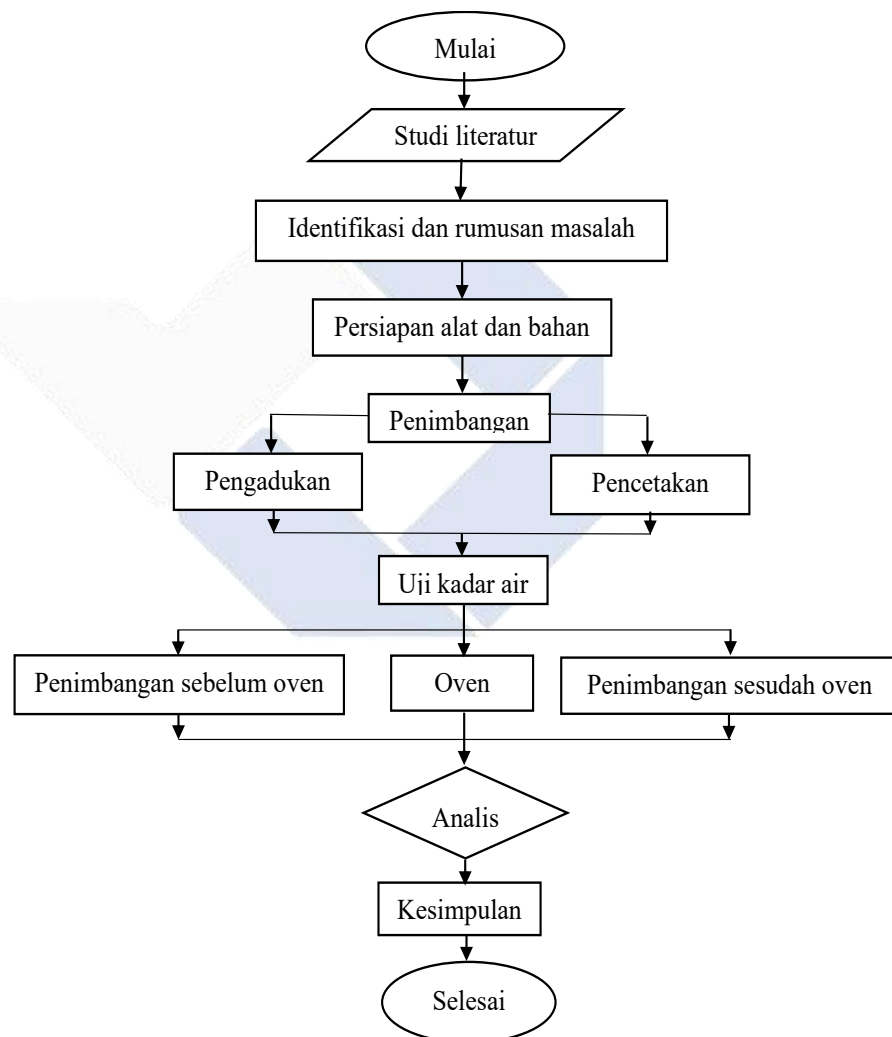


BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tahap- Tahap Kegiatan

Tahapan pelaksanaan pada proyek akhir ini adalah merancang kegiatan dalam bentuk diagram alir. Diagram alir dapat di lihat seperti gambar (3.1).



Gambar 3. 1 Diagram alir penelitian

3.2 Studi Literatur

Pada tahapan ini dilakukan pengumpulan data-data tertulis mengenai briket Batubara sumber referensi yang didapatkan dari buku, jurnal, tulisan ilmiah, laporan penelitian.

3.3 Identifikasi Dan Rumusan Masalah

Suatu penelitian dapat dilakukan sebab adanya suatu masalah atau fonema yang memiliki potensi untuk dipecahkan permasalahannya. Oleh karena itu, diperlukan proses identifikasi masalah pada awal proses penelitian untuk mengetahui masalah yang perlu diteliti dengan cara mengamati pokok permasalahannya. Hal yang akan dilakukan pada tahap penelitian ini adalah dengan mengumpulkan beberapa data yang berkaitan dengan permasalahan pokok yang akan diamati. Dengan cara mencari informasi serta meneliti data terkait dari penelitian sebelumnya akan menambah wawasan mengenai masalah serupa.

3.4 Persiapan Alat dan Bahan

3.4.1 Alat Penelitian

Beberapa alat yang digunakan untuk proses penelitian ini di laboratorium Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung adalah sebagai berikut.

a. *Heat treatment*

Dalam proses pembuatan briket batu bara, *heat treatment* berfungsi sebagai tahap penting yang berkontribusi terhadap peningkatan mutu produk. Tujuan utamanya adalah untuk mengurangi kandungan air dalam briket setelah dicetak, baik air yang terserap maupun air bebas, guna mencegah kerusakan selama penyimpanan dan mempermudah proses pembakaran. Dengan menerapkan perlakuan panas, bahan pengikat seperti molases atau kapur sirih akan mengalami pengerasan, sehingga memperkuat struktur fisik briket dan membuatnya lebih tahan terhadap tekanan dan gesekan. Selain memperkuat bentuk fisik, *heat treatment* juga membantu menjaga kestabilan bentuk agar briket tidak retak atau berubah bentuk selama masa simpan. Jika dilakukan pada suhu yang lebih tinggi, proses ini dapat memicu reaksi karbonisasi ringan yang berdampak pada peningkatan nilai kalor dan

kestabilan pembakaran. Oleh karena itu, pengaturan suhu dan waktu pemanasan yang tepat sangat menentukan keberhasilan tahap ini dalam menghasilkan briket yang berkualitas.



Gambar 3. 2 *Heat treatment*

3.4.2 Bahan Penelitian

Pelaksanaan dalam penelitian ini bahan yang digunakan berdasarkan batasan penelitian ini untuk mencapai hasil akhir. Bahan penelitian yang digunakan adalah sebagai berikut:

- a. Batu bara Antrasit.

Jenis batu bara yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis batu bara antrasit. Dapat dilihat pada gambar 3.3.



Gambar 3. 3 Batu bara Antrasit

3.5 Parameter Penelitian

Parameter yang digunakan dalam penda penelitian ini adalah sebagai berikut:

3.5.1 Parameter Bebas

Parameter bebas merujuk pada variabel yang dapat diubah atau dikendalikan dalam eksperimen untuk mempengaruhi hasil atau kualitas suatu proses atau produk. Parameter bebas adalah variable yang berpengaruh secara signifikan terhadap perubahan yang terjadi pada variable terikat. Pada penelitian ini parameter bebas mencakup pada binder, suhu dan waktu, antraksi antara binder dengan suhu, binder dengan waktu dan suhu dengan waktu. Dibawah ini adalah tabel 3.1 menunjukan tabel mengenai variable bebas.

Tabel 3. 1 Parameter Bebas

No	Parameter Bebas	Level 1	Level 2
1	Binder (%)	12,5	15
2	Suhu (C)	90	110
3	Waktu (menit)	90	120

3.5.2 Pemilihan Matriks Ortogonal

Pemilihan matriks ortogonal melalui perhitungan total derajat kebebasan berdasarkan jumlah variabel dan level yang digunakan. Pada penelitian ini faktor yang digunakan adalah binder, suhu, waktu dan akan digunakan proses intraksi antara binder×suhu, binder×waktu, suhu×waktu, masing-masing binder tersebut mempunyai 2 level. Jumlah total derajat kebebasan tersebut mempengaruhi pemilihan matriks ortogonal.

Tabel 3. 2 Total derajat kebebasan parameter

no	Parameter Bebas	Level	Derajat kebebasan (Vn) (k-1)
1	Binder (%)	2	2-1
2	Suhu (c°)	2	2-1
3	Waktu (menit)	2	2-1
4	Interaksi binder dan suhu	2	2-1
5	Interaksi binder dan waktu	2	2-1
6	Interaksi suhu dan waktu	2	2-1
Jumlah			6

Berdasarkan adanya 6 faktor dengan masing-masing memiliki 2 level, maka dapat ditentukan derajat kebebasan dihitung sebagai berikut:

DF Degrees of freedom yang berarti digunakan untuk menentukan jumlah nilai yang bebas bervariasi dalam Statistik

Total DF: Jumlah dari derajat kebebasan masing-masing faktor

$$\begin{aligned}\text{Derajat kebebasan} &= (\text{banyaknya faktor}) \times (\text{banyak level} - 1) \\ &= (6) \times (2-1)\end{aligned}$$

$$\text{Derajat kebebasan} = 6$$

Syarat untuk menentukan OA : $L_a(b^c)$ = Nilai C harus lebih besar atau sama dengan dari total derajat kebebasan (DF).

Keterangan :

L = Rancang bujursangkar latin

a = Banyak barisan/eksperimen

b = Banyak level

c = Banyak kolom/faktor

Pada tabel 3.2 yang menampilkan hasil perhitungan total derajat kebebasan sebesar 6 derajat kebebasan. Derajat kebebasan yang paling layak dan sesuai digunakan pada matriks ortogonal adalah $L_8(2^7)$ yang berarti matriks tersebut digunakan ketika memiliki 2 level. Penggunaan $L_8(2^7)$ dilakukan untuk pengujian 6 faktor dengan setiap baris mewakili kombinasi dari level-level tersebut. Berikut ini adalah gambar 3.3 untuk matriks ortogonal $L_8(2^7)$:

Tabel 3. 3 *Matrisk Ortogonal $L_8(2^7)$*

Matriks Ortogonal $L_8(2^7)$							
Eksperimen	Kolom / Faktor						
	A	B	C	D	E	F	G
1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	2	2	2	2
3	1	2	2	1	1	2	2
4	1	2	2	2	2	1	1
5	2	1	2	1	2	1	2
6	2	1	2	2	1	2	1
7	2	2	1	1	2	2	1
8	2	2	1	2	1	1	2

Keterangan

- A = Faktor
- A × B = Interaksi
- 1 = Faktor terendah
- 2 = Faktor tertinggi

Pada tabel 3.3 merupakan matriks ortogonal $L_8(2^7)$, penelitian ini menggunakan 6 derajat kebebasan. Setiap parameternya memiliki 3 faktor dan 3 interaksi dan masing-masing faktor mempunyai 2 level. Untuk menegetahui berapa

nilai dari intraksi antara binder $\times$ suhu, binder $\times$ waktu, dan suhu $\times$ waktu, akan digunakan Grafik Linear (*Linear Graphs*) Berikut dibawah ini gambar tabel yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 3. 4 Rancangan eksperimen berdasarkan matriks ortogonal $L_8(2^7)$

Eksperimen	Matriks Ortogonal $L_8(2^7)$						
	Kolom / Faktor						
	A	B	A $\times$ B	C	A $\times$ C	B $\times$ C	Eror
1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	2	2	2	2
3	1	2	2	1	1	2	2
4	1	2	2	2	2	1	1
5	2	1	2	1	2	1	2
6	2	1	2	2	1	2	1
7	2	2	1	1	2	2	1
8	2	2	1	2	1	1	2

3.6 Metode Analisis

Berikut merupakan beberapa bentuk analisis data yang digunakan dalam penelitian ini

1. Analisis varian Taguchi

Dalam metode Taguchi, analisis varian merupakan teknik statistik yang bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh tiap-tiap parameter uji selama proses analisis data, sebagai bagian dari tahapan perencanaan dan pelaksanaan eksperimen.

2. Analisis varians (ANOVA) Dua Arah

Dalam metode Taguchi, analisis varians dua arah merupakan teknik

statistik yang diterapkan pada data eksperimen yang mencakup lebih dari satu faktor, di mana setiap faktor memiliki dua atau lebih level. Melalui metode ANOVA ini, seluruh variasi total dari variabel yang diamati dapat diuraikan ke dalam bagian-bagian penyebabnya.

3. Perhitungan rasio S/N pada parameter respon

Dalam penelitian ini perhitungan rasio signal to noise (S/N) digunakan untuk mengetahui berapa besar pengaruh masing-masing parameter terhadap kualitas briket Batubara yang dibuat. Metode ini berasal dari pendekatan Taguchi, yang banyak digunakan untuk perancangan eksperimen untuk menghasilkan hasil yang optimal dengan variasi minim. Semakin kecil rasio ini maka akan semakin baik pula hasil percobaan yang didapatkan. Berikut ini adalah rumus yang digunakan untuk menghitung S/N:

$$\text{Rasio S/N} = -10 \log_{10} \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i^2 \right)$$

Keterangan :

- n = jumlah pengulangan / percobaan
- y_i = Nilai hasil percobaan

4. Menentukan parameter respon yang optimal

Untuk menentukan nilai terbaik dari hasil percobaan yang telah dilakukan berdasarkan analisis S/N untuk setiap kombinasi faktor yang diuji, sehingga dapat diketahui kondisi proses yang paling optimal dalam menghasilkan briket berkualitas.

5. Persen kontribusi

Kontribusi dalam bentuk persentase digunakan untuk mengukur besar pengaruh setiap faktor terhadap hasil percobaan secara keseluruhan. Perhitungan ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor mana yang memberikan pengaruh dominan terhadap respon. Adapun nilai SS (jumlah kuadrat) dari setiap faktor dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut:

$$SS'_{\text{faktor}} = S_{\text{sfakto}} - MS_{\text{error}} (V_v)$$

Masing-masing persen kontribusi faktor dapat dihitung dengan rumus:

$$\rho = \text{SS' faktor SST} \times 100\%$$

3.7 Penimbangan

Pada tahap ini dilakukan proses penimbangan terhadap antrasit, kapur siri, molase, dan air. Masing-masing di timbang berdasarkan binder, binder yang di gunakan yaitu binder 12,5% dan 15%. Setelah selesai penimbangan lakukan proses pengadukan antara komposisi yang sudah di timbang. Berikut dibawah ini langkah-langkah dalam proses pengadukan:

- Gabungkan antara molase dan air yang sudah ditimbang, aduk di dalam gelas plastik yang sudah di sediakan aduk hingga merata.
- Gabungkan antara antrasit dan kapur sirih yang sudah di timbang aduk dalam gelas plastik yang sudah disediakan aduk hingga merata.
- Kemudian gabungkan keseluruhan campuran atau perekan aduk selama 60 detik.

3.8 Pencetakan

Pada tahap ini dilakukan proses pencetakan pada antrasit, kapur siri, molase, air. Sebelum dilakukan proses pencetakan terlebih dahulu dilakukan pengadukan terhadap campuran lalu di cetak. Pencetakan di lakukan dengan alat uji tekan dengan 10 MPA dan 12 MPA. Langkah langkah dalam proses pencetakan sebagai berikut:

- Masukkan bahan yang sudah di timbang ke dalam cetakan yang sudah di siapkan.
- Lalu lakukan proses penekan denan 10 MPA dan 12 MPA, tunggu beberapa menit sampai MPA-nya benar-benar stabil di MPA yang sudah ditentukan.
- Setelah penekanan sudah selesai keluarkan briket yang sudah di cetak dari dalam cetakan.
- Lakukan penimbangan terhadap briket.

3.9 Penimbangan Setelah Selesai Dicetak

Setelah selesai dicetak timbang briket tersebut untung mengetahui berat awal sebelum dilakukan proses pemanasan dalam oven.

3.10 Pemanasan

Pada proses ini pemanasan di lakukan pada mesin *Heat treatment* dengan temperatur yang sudah di tentukan. Temperatur yang di gunakan pada saat pemanasan dengan suhu 90°C dan 110°C. Tujuan dilakukan proses pemanasan ini bertujuan untuk mengurangi kadar air pada briket yang telah di cetak. Berikut ini langkah-langkah dalam proses pemanasan sebagai berikut:

- Masukkan briket ke dalam oven
- Panaskan dengan suhu yang sudah ditentukan. Berikut ini suhu dan waktu yang digunakan dalam proses pemanasan

Temperatur °C	90 °C	110 °C
Time (menit)	90	120

Waktu yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu dari suhu ruang ke suhu yang sudah di tentukan sekitar 30 menit.

- Tunggu sampe waktu pemanasannya selesai
- Lakukan penimbangan terhadap briket yang sudah di oven.

3.11 Penimbangan Setelah Selesai Dipanaskan

Proses penimbanagn ini bertujuan untuk mengetahui berapa kadar air dan berat briket setelah selesai di panaskan.

3.12 Pengujian

Setelah briket selesai di timbang maka akan di lakukan proses pengujian. Proses pengujian kami lakukan dengan uji kadar air, terhadap briket. Tujuan dilakuakn pengujina kadar air untuk mengetahui kadar air pada briket batu bara, tejuan dilakukan uji kadar air ini untuk mengetahui berapa kadar air didalam briket

setelah selesai dilakukan pemanasan pada briket yang di cetak. Langkah-langkah proses pengujian sebagai berikut :

- Masukkan briket batu bara yang dicetak kedalam oven
- Hidupkan oven lalu masukkan berapa suhu dan waktu yang dibutuhkan
- Tunggu sampai waktu yang telah ditentukan
- Setelah waktu habis angkat briket batu bara dari dalam oven.

3.13 Analisis Data

Dalam tahap analisis data hasil uji coba, yaitu penulis menganalisis data yang sudah di dapatkan dari hasil uji yang telah dilakukan dengan menggunakan metode Taguchi. Penyajian data dalam bentuk perhitungan dan interpretasi hasil penelitian berbentuk tabel maupun diagram sesuai dengan tata letak yang ditetapkan.

3.14 Kesimpulan

Penulisan kesimpulan merujuk pada hasil akhir penelitian. Melalui informasi yang disusun secara sistematis dan terstruktur. Maka dalam penelitian ini kita dapat mengetahui binder yang mana kah yang menghasilkan briket yang bagus dalam proses peleburan timah, serta penulisan kesimpulan ini bertujuan untuk menyampaikan informasi kepada pembaca tentang hasil briket yang di dapatkan.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Uji Coba

Metode Taguchi digunakan untuk memperoleh hasil yang optimal selama proses uji coba. Dalam uji pendahuluan, dipertimbangkan tiga parameter bebas, yaitu binder (A), suhu (B), dan waktu (C). Selain itu, terdapat juga interaksi antar parameter, yaitu interaksi antara binder dan suhu ($A \times B$), binder dan waktu ($A \times C$), serta suhu dan waktu ($B \times C$). Masing-masing parameter dan interaksinya memiliki dua level, sebagaimana ditunjukkan pada tabel di bawah ini.

Tabel 4. 1 Parameter dan level.

Faktor	satuan	Level	
Binder	%	12,5	15
Suhu	°C	90	110
Binder $\times$ suhu	-	-	-
Binder $\times$ waktu	S	90	120
Binder $\times$ waktu	-	-	-
Suhu $\times$ waktu	-	-	-

4.2 Pengujian Kadar Air Pada Briket Batu Bara

Pengujian kadar air yang terkandung dalam briket batu bara dilakukan untuk mengetahui jumlah kandungan air. Setelah selesai pencetakan dilakukan proses penimbangan terlebih dahulu, lalu dipanaskan dalam oven metode yang digunakan adalah dengan memanaskan briket yang telah dicetak didalam oven dengan suhu 90°C dan 110°C. waktu pemanasan efektif dilakukan selama 90 menit dan 120 menit dan waktu yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu temperatur ruang ke temperatur 90°C dan 110°C selama 30 menit. Setelah selesai pemanasan ditimbang kembali untuk mendapatkan berat akhir.

Berikut data kadar air yang diperoleh dari hasil percobaan yang telah dilakukan adalah sebagai berikut.

Tabel 4. 1 tabel penimbangan sebelum dan sesudah oven.

No	Binder (%)	Suhu ° C	Waktu (menit)	Sebelum oven (gram)	Sesudah oven (gram)
Replikasi 1					
1	12,5	90	90	25	23
2	12,5	90	90	25	23
3	12,5	110	120	25	23
4	12,5	110	120	25	23
5	15	90	120	24	22
6	15	90	120	23	21
7	15	110	90	24	21
8	15	110	90	23	21
Replikasi 2					
1	12,5	90	90	24	22
2	12,5	90	90	25	23
3	12,5	110	120	25	23
4	12,5	110	120	24	22
5	15	90	120	24	22
6	15	90	120	23	21
7	15	110	90	21	19
8	15	110	90	22	20
Replikasi 3					
1	12,5	90	90	25	23
2	12,5	90	90	25	23
3	12,5	110	120	24	22
4	12,5	110	120	25	23
5	15	90	120	23	21
6	15	90	120	24	22

7	15	110	90	22	19
8	15	110	90	23	20

Dibawah ini adalah perhitungan kadar air yang terkandung dalam briket Batubara, dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{Wb - Wk}{Wb} \times 100\%$$

Keterangan

Wk = Berat awal (sebelum oven)

Wb = Berat akhir (sesudah oven)

Replikasi 1

$$\begin{aligned} \text{Kadar air(\%)} &= \frac{25-23}{25} \times 100\% = 8\% \\ \text{Kadar air(\%)} &= \frac{25-23}{25} \times 100\% = 8\% \\ \text{Kadar air(\%)} &= \frac{25-23}{25} \times 100\% = 8\% \\ \text{Kadar air(\%)} &= \frac{25-23}{25} \times 100\% = 8\% \\ \text{Kadar air(\%)} &= \frac{24-22}{24} \times 100\% = 8,33\% \\ \text{Kadar air(\%)} &= \frac{23-21}{23} \times 100\% = 8,69\% \\ \text{Kadar air(\%)} &= \frac{24-21}{24} \times 100\% = 12,5\% \\ \text{Kadar air(\%)} &= \frac{23-21}{23} \times 100\% = 8,69\% \end{aligned}$$

Replikasi 2

$$\begin{aligned} \text{Kadar air(\%)} &= \frac{24-22}{24} \times 100\% = 8,33\% \\ \text{Kadar air(\%)} &= \frac{25-23}{25} \times 100\% = 8\% \\ \text{Kadar air(\%)} &= \frac{25-23}{25} \times 100\% = 8\% \\ \text{Kadar air(\%)} &= \frac{24-22}{24} \times 100\% = 8,33\% \end{aligned}$$

$$\text{Kadar air(\%)} = \frac{24-22}{24} \times 100\% = 8,33\%$$

$$\text{Kadar air(\%)} = \frac{23-21}{23} \times 100\% = 8,69\%$$

$$\text{Kadar air(\%)} = \frac{21-19}{21} \times 100\% = 9,52\%$$

$$\text{Kadar air(\%)} = \frac{22-20}{22} \times 100\% = 9,09\%$$

Replikasi 3

$$\text{Kadar air(\%)} = \frac{25-23}{25} \times 100\% = 8\%$$

$$\text{Kadar air(\%)} = \frac{25-23}{25} \times 100\% = 8\%$$

$$\text{Kadar air(\%)} = \frac{24-22}{24} \times 100\% = 8,33\%$$

$$\text{Kadar air(\%)} = \frac{25-23}{25} \times 100\% = 8,5\%$$

$$\text{Kadar air(\%)} = \frac{23-21}{23} \times 100\% = 8,69\%$$

$$\text{Kadar air(\%)} = \frac{24-21}{24} \times 100\% = 12,5\%$$

$$\text{Kadar air(\%)} = \frac{22-19}{22} \times 100\% = 13,63\%$$

$$\text{Kadar air(\%)} = \frac{23-20}{23} \times 100\% = 13,04\%$$

4.3 Analisis varian *Taguchi*

Berikut ini analisis menggunakan metode Taguchi.

4.3.1 Perhitungan rata-rata terhadap respon

Untuk perhitungan S/N terhadap respon telah didapatkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 4. 2 perhitungan rata-rata kadar air.

Run	A	B	A×B	c	A×C	B×C	-	RPS1 (%)	RPS2 (%)	RPS3 (%)	Rata- rata (%)
1	1	1	1	1	1	1	-	8	8,33	8	8,11
2	1	1	1	2	2	2	-	8	8	8	8,00
3	1	2	2	1	1	2	-	8	8	8,33	8,11
4	1	2	2	2	2	1	-	8	8,33	8	8,11
5	2	1	2	1	2	1	-	8,33	8,33	8,69	8,45
6	2	1	2	2	1	2	-	8,69	8,69	12,5	9,96
7	2	2	1	1	2	2	-	12,5	9,52	13,63	11,88
8	2	2	1	2	1	1	-	8,69	9,09	13,04	10,27

Data data diatas kemudian dihitung untuk menentukan kualitas briket batu bara terhadap binder, suhu, waktu mendapatkan hasil rata-rata terhadap respon kemudian akan dianalisis menggunakan metode taguchi seperti berikut.

Rumus umu rata-rata respon $Y = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{n}$

Keterangan :

- Y = nilai rata-rata respon
- Y_i = nilai respon pengulangan ke- i
- n = jumlah pengulangan

Faktor A (binder)

$$A1 = \frac{1}{3}(8,11+8,00+8,11+8,11) = 10,7766$$

$$A2 = \frac{1}{3}(8,45+9,96+11,88+10,27) = 13,52$$

Faktor B (suhu)

$$B1 = \frac{1}{3}(8,11+8,00+8,45+9,96) = 11,5066$$

$$\begin{aligned}
 B2 &= \frac{1}{3}((8,11+8,11+11,88+10,27)) = 12,79 \\
 &\text{Faktor A} \times \text{B (binder} \times \text{suhu)} \\
 A \times B1 &= \frac{1}{3}(8,11+8,00+11,88+10,27) = 12,7533 \\
 A \times B2 &= \frac{1}{3}(8,11+8,11+8,45+9,96) = 11,5433 \\
 &\text{Faktor C (waktu)} \\
 C1 &= \frac{1}{3}(8,11+8,11+8,45+11,88) = 12,1833 \\
 C2 &= \frac{1}{3}(8,00+8,11+9,96+10,27) = 12,1133 \\
 &\text{Faktor A} \times \text{C (binder} \times \text{suhu)} \\
 A \times C1 &= \frac{1}{3}((8,11+8,11+9,96+10,27)) = 12,15 \\
 A \times B2 &= \frac{1}{3}((8,00+8,11+8,45+11,88)) = 12,1466 \\
 &\text{Faktor B} \times \text{C (suhu} \times \text{waktu)} \\
 B \times C1 &= \frac{1}{3}((8,11+8,11+8,45+10,27)) = 11,6466 \\
 B \times C2 &= \frac{1}{3}((8,00+8,11+9,95+11,88)) = 12,6466
 \end{aligned}$$

Tabel 4. 3 respon rata-rata parameter terhadap faktor

Level	Binder	Suhu	binder× suhu	Waktu	binder× waktu	suhu× waktu	eror
1	10,7766	11,5066	12,753	12,183	12,15	11,6466	-
			3	3			
2	13,52	12,79	11,5433	12,1133	12,1466	12,6466	-
Delta	-2,7434	-1,2834	1,21	0,07	0,0034	-1	-
Rank	6	5	1	2	3	4	-

Berdasarkan tabel diatas dapat disimpulkan bahwa parameter yang berpengaruh besar terhadap briket batu bara yaitu interaksi antara binder×suhu memberikan pengaruh dominan terhadap respon dengan nilai sebesar 1,21 dan posisi peringkat pertama. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi kedua faktor

tersebut sangat menentukan hasil proses. Terdapat perbedaan nilai pada waktu yaitu 0,07, selain itu terdapat perbedaan binder×waktu dengan nilai sebesar 0,0034, dan perbedaan suhu×waktu dengan nilai -1, perbedaan suhu sebesar -1,2834, perbedaan binder sebesar -2,7434.

4.3.2 Perhitungan rasio S/N Terhadap respon

Data yang diubah menjadi angka digunakan untuk mengidentifikasi Tingkat variasi yang muncul. Proses identifikasi faktor-faktor yang berkontribusi terhadap pengaruh kualitas respons briket Batubara dilakukan menggunakan metode rasio S/N. Perhitungan rasio S/N dalam penelitian ini digunakan untuk mengevaluasi respons kualitas briket Batubara dengan menggunakan fitur kualitas lebih kecil lebih baik (*smaller is better*). Rumus yang digunakan dapat kita lihat pada persamaan berikut.

$$\text{Rasio S/N} = -10 \log_{10} \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i^2 \right)$$

Keterangan:

y_i = nilai respon pengujian ke- i

n = jumlah pengulangan

Berikut ini adalah perhitungan rasio S/N setelah dilakukan proses tiga kali pengulangan

Eksperimen 1

$$\text{S/N} = -10 \log_{10} \left(\frac{1}{3} \times 8^2 + 8,33^2 + 8^2 \right) = -18,1820$$

Eksperimen 2

$$\text{S/N} = -10 \log_{10} \left(\frac{1}{3} \times 8^2 + 8^2 + 8^2 \right) = -18,062$$

Eksperimen 3

$$\text{S/N} = -10 \log_{10} \left(\frac{1}{3} \times 8^2 + 8^2 + 8,33^2 \right) = -18,1820$$

Eksperimen 4

$$S/N = -10 \log_{10} \left(\frac{1}{3} \times 8^2 + 8,33^2 + 8^2 \right) = -18,1820$$

Eksperimen 5

$$S/N = -10 \log_{10} \left(\frac{1}{3} \times 8^2 + 8,33^2 + 8^2 \right) = -18,1820$$

Eksperimen 6

$$S/N = -10 \log_{10} \left(\frac{1}{3} \times 8,69^2 + 8,69^2 + 12,5^2 \right) = -20,1112$$

Eksperimen 7

$$S/N = -10 \log_{10} \left(\frac{1}{3} \times 12,5^2 + 9,52^2 + 13,63^2 \right) = -21,585$$

Eksperimen 8

$$S/N = -10 \log_{10} \left(\frac{1}{3} \times 8,69^2 + 9,09^2 + 13,04^2 \right) = -20,3900$$

Berikut ini hasil perhitungan rasio S/N response binder, suhu, waktu dengan menggunakan kombinasi level masing-masing parameter.

$$A1 = \frac{1}{4} ((-18,1820 + (-18,062) + (-18,1820) + (-18,1820))) = -18,152$$

$$A2 = \frac{1}{4} ((-18,4554 + (-20,1112) + (-21,585) + (-20,3900))) = -20,1354$$

$$B1 = \frac{1}{4} ((-18,1820 + (-18,062) + (-18,4554) + (-20,1112))) = -18,7270$$

$$B2 = \frac{1}{4} ((-18,1820 + (-18,1820) + (-21,585) + (-20,3900))) = -19,5848$$

$$A \times B1 = \frac{1}{4} ((-18,1820 + (-18,062) + (-21,585) + (-20,3900))) = -19,5548$$

$$A \times B2 = \frac{1}{4} ((-18,1820 + (-18,1820) + (-18,4554) + (-20,1112))) = -18,7326$$

$$C = \frac{1}{4} ((-18,1820) + (-18,1820) + (-18,4554) + (-21,585)) = -19,1011$$

$$C2 = \frac{1}{4} ((-18,062) + (-18,1820) + (-20,1112) + (-20,3900)) = -19,1863$$

$$A \times C1 = \frac{1}{4} ((-24,2026) + (-18,1820) + (-20,1112) + (-20,3900)) = -20,7215$$

$$A \times C2 = \frac{1}{4} ((-18,062) + (-18,1820) + (-18,4554) + (-21,585)) = -19,0711$$

$$B \times C1 = \frac{1}{4}((-18,1820)+(-18,1820)+(-18,4554)+(20,3900))= -18,8024$$

$$B \times C2 = \frac{1}{4}((-18,062)+(-18,1820)+(-20,1112)+(-21,585))= -19,4851$$

Dibawah ini tabel yang menampilkan pengaruh keenam karakteristik yaitu binder, suhu, dan waktu, binder×suhu, binder×waktu dan waktu×suhu.

Tabel 4. 4 Rasio S/N dari Pengaruh Parameter

Lvel	Binder	Suhu	Binder× suhu	Waktu	binder× waktu	suhu× waktu
1	-18,152	-18,7027	-19,5548	-19,1011	-20,7215	-18,8024
2	-20,1354	-19,5848	-18,7326	-19,1863	-19,0711	-19,4851
Delta	1,9834	0,8821	-0,8222	0,0852	-1,6504	0,6827
Rank	1	2	5	4	6	3

Dari tabel di atas diketahui bahwa parameter yang paling signifikan mempengaruhi respon meliputi faktor binder, suhu, waktu, serta interaksi binder×suhu, binder×waktu, dan suhu×waktu. Berdasarkan analisis rasio S/N untuk setiap level, binder memberikan pengaruh terbesar terhadap respon, dengan selisih nilai sebesar 1,9834. Faktor suhu menunjukkan selisih nilai sebesar 0,8821, sedangkan interaksi suhu×waktu memiliki selisih nilai 0,6827. Selain itu, interaksi waktu menunjukkan selisih nilai sebesar 0,0852 dan binder×suhu selisih nilai sebesar -0,8222. Sementara itu, faktor binder×waktu pemanasan memiliki selisih nilai -1,6504. Pada metode Taguchi, nilai respon yang digunakan adalah rasio S/N karena pendekatan ini mampu menghasilkan produk yang lebih tahan terhadap faktor gangguan (*noise*).

4.3.3 Analisis varian rata-rata (ANOVA)

Proses analisis mencakup perhitungan derajat kebebasan, jumlah kuadrat, rata-rata jumlah kuadrat, dan nilai F-rasio. Tahapan perhitungan masing-masing

komponen tersebut dapat dilakukan sebagai berikut.

- Perhitungan kuadrat (*sum of square*).

$$SS = \frac{A_1^2}{nA_1} + \frac{A_2^2}{nA_2} - \frac{T^2}{N}$$

Keterangan:

A_1 = jumlah level faktor

N_{Ai} = jumlah percobaan level ke faktor

T = jumlah seluruh nilai data

N = Jumlah data keseluruhan

A_I = jumlah kepercobaan level ke I faktor A

$$SS_A = \frac{32,33^2}{4} + \frac{40,56^2}{4} - \frac{72,89^2}{8} = 8,8166$$

$$SS_B = \frac{34,52^2}{4} + \frac{38,37^2}{4} - \frac{72,89^2}{8} = 1,8528$$

$$SS_{A \times B} = \frac{38,26^2}{4} + \frac{34,63^2}{4} - \frac{72,89^2}{8} = 1,6471$$

$$SS_C = \frac{36,55^2}{4} + \frac{36,34^2}{4} - \frac{72,89^2}{8} = 0,0058$$

$$SS_{A \times C} = \frac{36,45^2}{4} + \frac{36,44^2}{4} - \frac{72,89^2}{8} = 0$$

$$SS_{B \times C} = \frac{34,94^2}{4} + \frac{37,95^2}{4} - \frac{72,89^2}{8} = 1,1325$$

- Menghitung derajat kebebasan.

$$V_A = 3 - 1 = 2$$

- Rata-rata kuadrat (*mean square*)

$$MS_A = \frac{8,8166}{2} = 4,4083$$

$$MS_B = \frac{1,8528}{2} = 0,9264$$

$$MS_{A \times B} = \frac{1,6471}{2} = 0,8235$$

$$\begin{aligned}
 MS_C &= \frac{0,0058}{2} = 0,0029 \\
 MS_{A \times C} &= \frac{0}{2} = 0 \\
 MS_{B \times C} &= \frac{1,1325}{2} = 0,5662
 \end{aligned}$$

- Jumlah kuadrat total

$$\begin{aligned}
 SS_T &= \sum y^2 \\
 &= 8,11^2 + 8,00^2 + 8,11^2 + 8,11^2 + 8,45^2 + 9,96^2 + 11,88^2 + 10,27^2 \\
 &= 678,1877
 \end{aligned}$$

- Jumlah kuadrat rata-rata (mean)

$$\begin{aligned}
 SS_m &= n \times \bar{y}^2 \\
 &= 8 \times (9,1112)^2 \\
 &= 664,1117
 \end{aligned}$$

- Jumlah kuadrat eror

$$\begin{aligned}
 SS_{\text{faktor}} &= SS_A + SS_B + SS_C + SS_{A \times B} + SS_{A \times C} + SS_{B \times C} \\
 &= 5,1239 + 0,9264 + 0,8235 + 0,0029 + 0 + 1,1325 \\
 &= 8,0092
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 SS_{\text{error}} &= SS_T - SS_m - SS_{\text{faktor}} \\
 &= 678,1877 - 664,1117 - 8,0092 \\
 &= 6,0668
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan analisis varian terhadap rata-rata dapat dilihat pada tabel 4.5 sebagai berikut:

Tabel 4. 5 analysis of variance (ANOVA)

Sumber	v	SS	MS
A	2	10,2478	4,5712
B	2	1,8528	4,5739
A×B	4	1,6471	4,5741
C	2	0,0029	4,5741
A×C	4	0	4,576
B×C	4	0,5662	4,5747
Error	2	6,0668	3,0334
Total	20	18,9524	-

Untuk menentukan persentase kontribusi terbesar dan terkecil dari tabel diatas, maka persentase setiap faktor terhadap total varian dihitung dengan membagi *Adjusted of Square* dari setiap faktor dengan total *Adjusted of Square* akan dikalikan dengan 100. Dibawah ini langkah-langkah bagaimana cara menghitung persentase kontribusi.

- Faktor A : SS = 8,8166
- Faktor B : SS = 1,8528
- Faktor C : SS = 1,6471
- Faktor A×B : SS = 0,0029
- Faktor A×C : SS = 0
- Faktor B×C : SS = 0,5662
- Residual eror = 6,0668
- Total = 18,9524

Perhitungan persentase kontribusi untuk setiap faktor dapat dihitung menggunakan rumus:

$$\% \text{ kontribusi} = \frac{SS_{\text{faktor}}}{SS_{\text{total}}} \times 100\%$$

- $\frac{8,8166}{18,9524} \times 100\% = 46,5197\%$

- $\frac{1,8528}{18,9524} \times 100\% = 9,7760\%$
- $\frac{1,6471}{18,9524} \times 100\% = 8,6907\%$
- $\frac{0,0029}{18,9524} \times 100\% = 0,0153\%$
- $\frac{0}{18,9524} \times 100\% = 0\%$
- $\frac{0,5662}{18,9524} \times 100\% = 2,9874\%$

Dari perhitungan kontribusi diatas bahwa dapat kita ketahui bahwa binder berkontribusi sebesar 46,5197%, suhu berpengaruh paling signifikan dengan kontribusi sebesar 9,7760%. Sedangkan pada waktu memiliki kontribusi sebesar 8,6907%. Interaksi antara binder×suhu memiliki nilai kontribusi sebesar 0,0150%, binder×waktu memiliki nilai kontribusi sebesar 0%, dan kontribusi suhu×waktu memiliki nilai sebesar 2,9874%.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapatkan dari penelitian ini adalah.

1. Hasil analisis melalui pendekatan metode Taguchi menunjukkan bahwa faktor perekat (binder) memiliki peran paling dominan dalam menentukan mutu briket batubara, dengan kontribusi sebesar 46,52% terhadap total variasi. Selain itu, interaksi antara perekat dan suhu pemanasan juga memberikan pengaruh signifikan terhadap kualitas briket, yang terlihat dari nilai delta tertinggi pada perhitungan rata-rata respon dan peringkat pertama dalam analisis rasio S/N. Penggunaan molase, kapur sirih, dan air sebagai bahan perekat secara nyata memengaruhi kekuatan ikatan dan kadar air dalam briket. Oleh karena itu, pemilihan jenis dan takaran bahan perekat yang sesuai menjadi kunci dalam menghasilkan briket dengan performa pembakaran yang optimal, terutama untuk aplikasi dalam peleburan timah.
2. Kadar air diperoleh melalui proses pemanasan di oven pada suhu 90°C dan 110°C selama 90 hingga 120 menit, dan dilakukan dalam tiga kali ulangan. Nilai kadar air dihitung berdasarkan selisih bobot briket sebelum dan sesudah pengeringan. Berdasarkan hasil pengujian, konfigurasi yang menghasilkan kadar air paling rendah adalah kombinasi penggunaan 15% binder, suhu 110°C, dan waktu 120 menit. Hasil analisis rasio signal-to-noise (S/N) memperkuat temuan ini, dengan nilai delta tertinggi sebesar 1,9834 pada faktor binder, menunjukkan bahwa faktor tersebut paling berperan dalam mengurangi kadar air. Kadar air yang rendah sangat menentukan efisiensi pembakaran dan mutu energi yang dihasilkan oleh briket.

Berikut perbandingan antara penelitian ini dengan penelitian sebelumnya. Kedua penelitian menggunakan metode Taguchi untuk mengkaji pengaruh

parameter proses terhadap kualitas briket batubara. Penelitian terdahulu bersifat umum, meneliti empat parameter utama tanpa fokus mendalam, dan menyimpulkan bahwa suhu pengeringan merupakan faktor paling berpengaruh terhadap kekuatan tekan. Sementara itu, penelitian ini lebih terfokus pada peran perekat (binder) dan menunjukkan bahwa binder memiliki kontribusi dominan sebesar 46,52% terhadap mutu briket. Selain itu, interaksi antara binder dan suhu terbukti signifikan dalam menurunkan kadar air, dengan konfigurasi optimal yaitu 15% binder, suhu 110°C, dan waktu 120 menit. Penelitian ini juga menggunakan kombinasi perekat molase, kapur sirih, dan air, yang lebih efektif dibanding hanya molase. Dengan analisis yang lebih mendalam dan aplikatif, terutama untuk kebutuhan industri peleburan timah, penelitian ini dinilai lebih unggul dibandingkan penelitian sebelumnya.

5.2 Saran

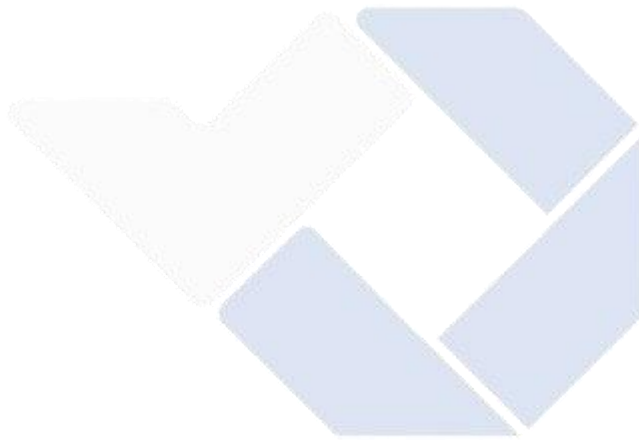
Berdasarkan hasil pengolahan data yang didapatkan penulis ingin memberikan saran atau masukan, hasil penelitian briket Batubara sebagai pelebur timah masih perlu penelitian lanjut yaitu memilih binder diatas 12,5% dan 15%, dan juga pemilihan bahan perekat seperti tepung tapioca, tepung kanji. Penelitian selanjutnya sebaiknya menyertakan analisis seperti analisis nilai kalor dan abu.

DAFTAR PUSTAKA

- Utomo, T. A. (2019). Karakteristik rilet arang serbuk gergaji dengan perekat berbahan tapioka, tepung sagu, dan molases.
- Prihatin, Triana, and Galeh Satriando. "Peleburan Bijih Timah menggunakan Reverberatory furnace di Unit Metalurgi Muntok." *Jurnal Ilmiah Teknik dan Sains* 2.1 (2024): 1-6.
- Anggraini, Y., Ariyanti, A. S., Putra, R. P., & Zakiyah, F. (2024). Pelatihan Pembuatan Arang Briket dengan Pemanfaatan Limbah Batok Kelapa di Desa Pangpong. *Jurnal Solutif: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 2(1), 32-37.
- Utomo, T. A. (2019). Karakteristik briket arang serbuk gergaji dengan perekat berbahan tapioka, tepung sagu, dan molases
- Rahman, R. (2023). Optimasi Kinerja, Ekologi dan Ekonomi Pada Biobriket Campuran Batubara dan Arang Kayu Bakau (Doctoral dissertation, Universitas Hasanuddin).
- Setyono, M. Y. P., & Purnomo, Y. S. (2022). Analisis Kadar Air dan Kadar Abu Briket Lumpur IPAL dan Fly Ash dengan Penambahan Serbuk Gergaji Kayu. *INSOLOGI: Jurnal Sains dan Teknologi*, 1(6), 696-703.
- Huda, M. S., Dethan, J. J., Bunga, F. J. H., Koehuan, J. E., Lano, M., Makaborang, M., & Abineno, J. C. (2024, December). Studi Penggunaan Ranting Kesambi Sebagai Bahan Baku Briket: Pengaruh Jenis Perekat Terhadap Karakteristik Fisik Dan Efisiensi Pembakaran. In *Prosiding Seminar Nasional Hasil-Hasil Penelitian* (Vol. 7, No. 1, pp. 163-172).
- ailami, D., Pribadyo, P., & Hanif, H. (2020). Pengaruh Komposisi Dan Kuat Tekan terhadap Tingkat Kerapuhan Briket Arang Biomasa Campur Batubara dengan Tepung Kanji sebagai Perekat. *VOCATECH: Vocational Education and Technology Journal*, 2(1), 67-72.

- Tamrin, T. (2015). Pengaruh Konsentrasi Perekat Tepung Tapioka Dan Tanah Liat Terhadap Mutu Briket Batu Bara. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 5(3), 134890.
- Setyono, M. Y. P., & Purnomo, Y. S. (2022). Analisis Kadar Air dan Kadar Abu Briket Lumpur IPAL dan Fly Ash dengan Penambahan Serbuk Gergaji Kayu. *INSOLOGI: Jurnal Sains dan Teknologi*, 1 (6), 696–703.
- Tambaria, T. N., & Serli, B. F. Y. (2019). Kajian analisis proksimat pada briket batubara dan briket biomassa. *Jurnal Geosains Dan Teknologi*, 2(2), 77-86.
- Jahiding, M., Hasan, E., & Gangganora, A. (2014). Pengaruh jenis dan komposisi perekat terhadap kualitas briket batubara muda. *Jurnal Aplikasi Fisika*, 4(2), 95-105.
- Yuli Darta, Ilham Ary Wahyudie1, Sukanto, Husman1, Yuliyanto, Yudi Oktriadi, Martin, Gilbert Simanjuntak, Rizki Ardiansyah(2025) Peningkatan Kinerja Briket Debu Batubara Penerapan Desain Taguchi dan Analisis Pareto untuk Optimasi Variabel Proses Utama.
- Jacob, G., Hasan, H., & Winarno, A. (2021). Karakteristik campuran batubara dengan arang gergaji kayu meranti dalam pembuatan briket batubara di kota Samarinda, Kalimantan Timur. *Kalimantan Timur (Characteristics of Mixture of Coal with Meranti Wood Saw Charcoal in Making Coal Briquettes in Samarinda City, East Kali. Jurnal Teknologi Mineral FT UNMUL*, 9, 1, 27-32.
- Sukanto, U., & Hutomo, R. A. (2021). Proses Fuming Untuk Recovery Timah di Terak Hasil Peleburan Tanur Reverberatory Unit Metalurgi Muntok Pt. Timah Tbk. *Journal of Metallurgical Engineering and Processing Technology*, 1(2), 110-116.
- Yanto Mallisa, Y. A. N. T. O. Analisis Terjadinya Kebakaran Muatan Batubara Di Mv. Clipper Kythira. Diss. Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar, 2024.
- Nurlela, N. (2015). Briket Batubara Dengan Penyulut Enceng Gondok Dengan Perekat Tapioka. *Jurnal Media Teknik*, 12(1).

- Nugraha, Agustinus Mahardika. Identifikasi Batu Bara Cair Dengan Menggunakan Metode Pengujian Proksimate Dan Gcms Daerah Batu Kajang. Diss. Institut Teknologi Kalimantan, 2025.
- Fachruzzaki, Halim, and Rina Lestari. "Pengaruh Campuran Sekam Padi pada Briket Batubara." Jurnal GEOSAPTA Vol 8.1 (2022).
- Fitria *karakteristik mutu* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim)., N. (2009). *Analisis metode desain eksperimen Taguchi dalam optimasi*



Lampiran 1. 1 Daftar Riwayat Hidup

1. Data Pribadi

Nama Lengkap : Gilbert Simanjuntak
Tempat Tanggal Lahir : purbasinomba 25-09-2003
Alamat : Purbasinomba,
Desa Pohan Jae. kec:
Siborongborong. Kab:
Tapanuli Utara
Jenis Kelamin : laki- laki
Agama : Ktisten
Telp : -
HP : 081260335503
Email : gilbertjuntak123@gmail.com



Riwayat Pendidikan

SD NEGERI 177928 Purbasinomba	Tahun 2010-2016
SMP Negeri 6 Satu atap Siborongborong	Tahun 2016-2019
SMA Negeri 2 Siborongborong	Tahun 2019-2022

Sungailiat 01Juli 2025

Gilbert simanjuntak

Lampiran 2 Penimbangan



Awal



Akhir



Awal



Akhir



Awal



Akhir



Awal



Akhir



Awal



Akhir



Awal



Akhir



Awal



Akhir



Awal



Akhir



Awal



Akhir



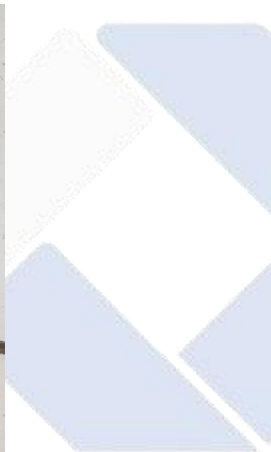
Awal



Akhir



Awal



Akhir

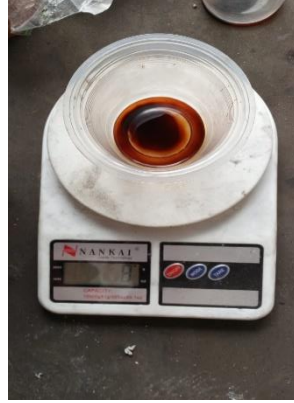


Awal



Akhir

Lampiran 3 Histori Pembuatan Briket



Lampiran 4: Plagiat

PEMANFAATAN ANTRASIT BATU B...  [Edit on PC](#)

 Page 1 of 31 - Cover Page

Submission ID: 114481113339562993

Gilbert Simanjuntak

PEMANFAATAN ANTRASIT BATU BARA SEBAGAI BAHAN BRIKET DENGAN CAMPURAN KAPUR SIRIH, MOLASE, AIR DI ...

 Proyek Akhir 2023 D1
 File: DA-2023
 Politeknik Kamanikur Negeri Bungka Belitung

Document Details

Submission ID	114481113339562993	52 Pages
Submission Date	Sep 16, 2023, 19:28 AM GMT+7	7,678 Words
Download Date	Sep 16, 2023, 11:12 AM GMT+7	44,711 Characters
File Name	ask_gilbert_MA.docx	
File Size	3.3 MB	

 Page 1 of 31 - Cover Page

Submission ID: 114481113339562993

1

 Page 2 of 31 - Integrity Overview

Submission ID: 114481113339562993

2% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each document.

Filtered from the Report

- Bibliography
- Quoted Text

Top Sources

Edit in WPS Office

Free Version of Office with PDF Editor

[No Thanks](#) [Open in APP](#)