



Pengaruh Penggunaan Kapur Sirih Sebagai Perekat Terhadap Kekuatan Tekan Briket Batubara

Yuliyanto¹, Ilham Ary Wahyudie², Lioe Kon Phin³

^{1,2,3}Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungailiat

Email : yuliyanto@polman-babel.ac.id

Received:25 November 2024; Received in revised form:3 September 2025; Accepted:30 September 2025

Abstract

The increasing dependence on fossil fuels drives the need for alternative energy solutions to reduce environmental impacts and reliance on petroleum. Coal, particularly anthracite, has emerged as one of the best options due to its abundant availability in Indonesia. However, coal combustion often results in the emission of harmful gases, requiring special handling. This study aims to develop coal briquettes using lime water as a binder. In addition to improving the mechanical characteristics of the briquettes, lime water is also intended to reduce sulfur gas emissions during the briquette combustion process. The briquettes were produced using a binder-to-water ratio (5:6, 5:7, 5:8, 5:9), pressing pressure (8, 9, 10 tons), and drying time (2, 4, 6 days). Compression testing was conducted following the ISO 844 standard using a Universal Testing Machine. The highest result in this study was 502 kPa (5.11 kg/cm²), achieved with a binder-to-water ratio of 5:9, a pressing pressure of 8 tons, and a drying time of 4 days. However, this result remains far below the SNI standard (50 kg/cm²).

Keywords: compression test; lime; coal briquettes

Abstrak

Ketergantungan bahan bakar fosil yang semakin besar mendorong perlunya Solusi energi alternatif demi mengurangi dampak buruk terhadap lingkungan dan ketergantungan pada minyak bumi. Batubara khususnya jenis antrasit, menjadi salah satu pilihan terbaik karena ketersediannya masih berlimpah di Indonesia. Namun, pembakaran batubara sering menimbulkan emisi gas berbahaya yang memerlukan penanganan khusus. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan briket batubara dengan kapur sirih sebagai perekat, selain memperbaiki karakteristik mekanik pada briket kapur sirih juga difungsikan untuk mengurangi emisi gas sulfur selama proses pembakaran briket. Briket yang dibuat menggunakan rasio perekat dengan air (5:6, 5:7, 5:8, 5:9), tekanan cetak (8,9,10 ton), dan waktu pengeringan (2,4,6 hari). Pengujian tekan dilakukan dengan standar ISO 844 menggunakan *Universal testing machine*. Hasil tertinggi dalam penelitian ini adalah sebesar 502 kPa (5,11 kg/cm²) dengan rasio perbandingan perekat dan air (5:9), tekanan pada cetakan sebesar 8 ton yang dikeringkan selama 4 hari. Namun hasil yang didapatkan tersebut masih jauh dari standar SNI (50 kg/cm²).

Kata kunci: uji tekan; kapur sirih; briket batubara

1. PENDAHULUAN

Penggunaan energi, terutama bahan bakar minyak bumi, terus meningkat seiring dengan pertumbuhan populasi manusia dan perkembangan industri di berbagai negara. Peningkatan konsumsi bahan bakar minyak bumi tidak diimbangi dengan produksi yang cukup, yang dapat menyebabkan krisis energi. Maka dari itu untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan pembaruan sumber energi, terutama pada sektor rumah tangga dan industri kecil untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar minyak. alternatif solusi yang dapat dipilih adalah mengganti bahan bakar minyak bumi dengan batubara [1]. Indonesia adalah negara penghasil dan pegeksor batubara terbesar di dunia diantara beberapa negara. Dengan menduduki peringkat kelima sejak tahun 2005 [2]. Yang sumber dayanya

tersebar hampir di seluruh wilayah dengan potensi terbesar batubara terdapat pada pulau kalimantan dan sumatera [3].

Batubara adalah bahan bakar fosil yang berasal dari penimbunan tumbuhan selama jutaan tahun di dalam tanah, berasal dari sisa-sisa tumbuhan yang telah mengalami berbagai perubahan fisik maupun kimia dalam waktu yang lama [4]. Batubara mempunyai peran penting sebagai sumber energi yang sangat dibutuhkan di banyak negara, sumber daya ini dapat dimanfaatkan dengan lebih efisien. Berbeda dengan polimer organik lainnya batubara mempunyai variasi bentuk fisik dan kimia yang luas, dengan komposisi molekul dan struktur kimia yang kompleks [5]. Sebagai jenis batubara berkualitas tinggi, antrasit mempunyai peringkat dan kandungan karbon tinggi serta nilai kalori yang besar, sangat cocok untuk digunakan dalam aplikasi tradisional seperti pembakaran dan gasifikasi [6]. Namun penggunaan batubara dapat berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan dari emisi gas yang dihasilkan dan dapat merusak kesehatan manusia apabila dihirup setiap hari [7].

Kapur sirih atau yang lebih dikenal dengan nama kapur tohor yang memiliki nama kimia kalsium oksida, jika dicampurkan dengan air maka kapur tohor akan berubah sifat kimianya menjadi kalsium hidroksida [8]. Kapur tohor dapat digunakan untuk mengurangi emisi gas SO_2 [9]. Sehingga penggunaan kapur tohor/kapur sirih diharapkan dapat mengurangi emisi gas sulfur yang dihasilkan dari hasil pembakaran batubara tersebut. Selain digunakan untuk menurunkan emisi gas sulfur batubara, kapur sirih juga dapat digunakan sebagai bahan perekat pada briket [10]. Penggunaan kapur tohor sebagai perekat dikarenakan kapur tohor memiliki sifat mengikat partikel-partikel yang baik.

Berdasarkan latar belakang ini penulis melakukan penelitian untuk mengembangkan energi alternatif dengan memanfaatkan batubara sebagai sumber energi yang lebih efisien. Fokus utama dalam penelitian ini mengevaluasi pengaruh penggunaan kapur sirih sebagai perekat terhadap kuat tekan briket dan mengidentifikasi tekanan cetak, rasio kapur sirih:air serta waktu pengeringan yang optimal. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam mendukung diversifikasi energi.

2. METODE PENELITIAN

Total berat briket yang akan dibuat memiliki berat 55 gram dengan kapur sirih sebanyak 9,09% dengan air pada fraksi pertama sebesar 10,91%, kedua sebesar 12,73%, ketiga sebesar 14,55% dan keempat sebesar 16,36%. Dari keempat fraksi tersebut dibuat perbandingan seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan Antrasit, Kapur Sirih, dan Air

No.	Antrasit (g)	Perbandingan Kapur Sirih : Air (g)
1	44	(5:6)
2	43	(5:7)
3	42	(5:8)
4	41	(5:9)

Dari Tabel 1 dilakukan pembuatan briket dengan tekanan 8,9, dan 10 ton dengan pengulangan sebanyak 3 kali untuk dijemur dengan waktu yang berbeda yaitu 2,4, dan 6 hari.

2.1 Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang akan digunakan dalam pembuatan briket ini adalah batubara (*antrasite*), kapur sirih digunakan sebagai perekat, dan air digunakan sebagai media mencairkan kapur sirih.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah cetakan briket digunakan untuk mencetak briket, timbangan digital digunakan untuk menimbang bahan-bahan, gelas ukur digunakan sebagai wadah untuk mengaduk bahan briket, *stirer* digunakan untuk mengaduk, mesin uji tekan digunakan untuk uji.

2.2 Langkah-langkah Pembuatan Briket Batubara

Tahapan dalam pembuatan briket batubara :

1. Timbang antrasit dengan timbangan ketelitian 0,00g dengan berat sesuai tabel 1.
2. Timbang air dan kapur sirih dengan timbangan ketelitian 0,00g sesuai perbandingan yang ada pada tabel 1.

3. campurkan air dan kapur sirih dengan antrasit sampai campuran homogen.
4. Masukkan adonan ke cetakan briket.
5. Tekan adonan briket dengan tekanan sebesar 8,9, dan 10 ton.
6. Tunggu kurang lebih selama 1 menit jika tekanan turun ditambah.
7. Keluarkan briket dari cetakan.
8. Briket dijemur di bawah sinar matahari dengan waktu 2,4, dan 6 hari.



Gambar 1. Proses pencetakan dan tekanan yang diberikan pada cetakan

2.3 Proses Pengujian Tekan

Dalam proses pengujian tekan yang dilakukan menggunakan standar ISO 844 [11]. Berikut langkah-langkah yang akan dilakukan dalam pengujian tekan :

1. Mengukur dimensi ukuran setiap benda kerja.
2. Melakukan pemasangan dua pelat sejajar pada mesin uji tekan.
3. Menepatkan benda uji dengan terpusatkan antara dua pelat sejajar.
4. Melakukan setting ukuran briket di komputer dengan software testXpert II.
5. Dilanjutkan dengan proses menjalankan mesin uji tekan dari komputer menggunakan software testXpert II.



Gambar 2. Proses Pengujian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Pengujian Tekan

Pengujian Tekan dilakukan menggunakan *Universal Testing Machine* dengan merek *Zwick/roell 2020*. Pengujian tekan ini dilakukan untuk mengevaluasi ketahanan deformasi briket yang telah dibuat. Tekanan yang digunakan dalam mencetak briket adalah sebesar 8,9, dan 10 ton, yang dikeringkan dengan waktu 2,4, dan 6 hari. Hasil uji dapat dilihat pada Tabel 2, Tabel 3, dan Tabel 4.

Tabel 2. Hasil Pengujian Tekan Pengeringan 2 Hari

No.	Tekanan Cetak	Antrasit (g)	Perbandingan Kapur Sirih : Air (g)	Hasil Uji Tekan (kPa)
1	8 TON	44	(5:6)	339
2	8 TON	43	(5:7)	272
3	8 TON	42	(5:8)	342
4	8 TON	41	(5:9)	314
5	9 TON	44	(5:6)	284
6	9 TON	43	(5:7)	368
7	9 TON	42	(5:8)	277
8	9 TON	41	(5:9)	344
9	10 TON	44	(5:6)	311
10	10 TON	43	(5:7)	419
11	10 TON	42	(5:8)	361
12	10 TON	41	(5:9)	362

Dari Tabel 2 dibuat grafik untuk memudahkan dalam melihat data tertinggi dan terendah dari hasil pengujian. Grafik dapat dilihat pada Gambar 3.



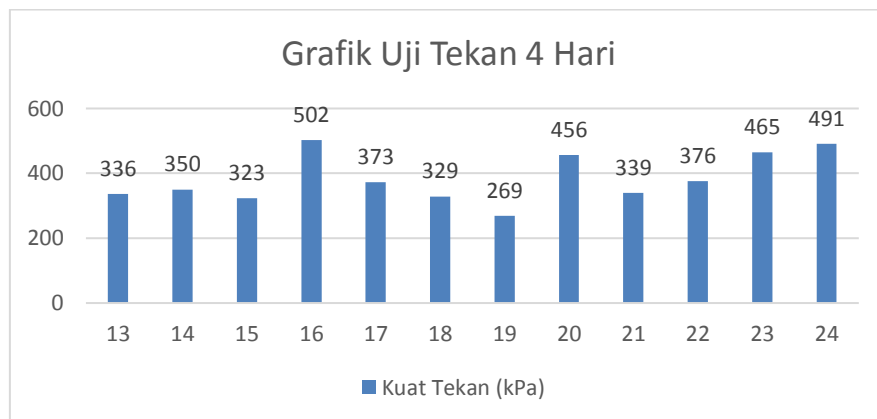
Gambar 3. Grafik Pengujian Tekan Penjemuran 2 Hari

Dari Tabel 2 hasil pengujian tekan tertinggi diperoleh variasi kapur sirih sebanyak 5 gram, air sebanyak 7 gram, antrasit sebanyak 43 gram, dan tekanan saat mencetak yang diberikan adalah sebesar 10 TON dengan nilai sebesar 419 kPa. Dan hasil terendah diperoleh variasi kapur sirih sebanyak 5 gram, air sebanyak 7 gram, antrasit sebanyak 43 gram, dan tekanan saat mencetak yang diberikan adalah sebesar 8 TON dengan nilai sebesar 272 kPa. Hal ini membuktikan bahwa gaya beban yang diberikan saat mencetak dapat mempengaruhi hasil uji tekan yang diberikan. Sehingga pada penjemuran 2 hari briket dengan tekanan cetak yang tinggi dapat menghasilkan kuat tekan yang lebih maksimal.

Tabel 3. Hasil Pengujian Tekan Pengeringan 4 Hari

No.	Tekanan Cetak	Antrasit (g)	Perbandingan Kapur Sirih : Air (g)	Hasil Uji Tekan (kPa)
13	8 TON	44	(5:6)	336
14	8 TON	43	(5:7)	350
15	8 TON	42	(5:8)	323
16	8 TON	41	(5:9)	502
17	9 TON	44	(5:6)	373
18	9 TON	43	(5:7)	329
19	9 TON	42	(5:8)	269
20	9 TON	41	(5:9)	456
21	10 TON	44	(5:6)	339
22	10 TON	43	(5:7)	376
23	10 TON	42	(5:8)	465
24	10 TON	41	(5:9)	491

Dari tabel 3 dibuat grafik untuk memudahkan dalam melihat data tertinggi dan terendah dari hasil pengujian. Grafik dapat dilihat pada Gambar 4.



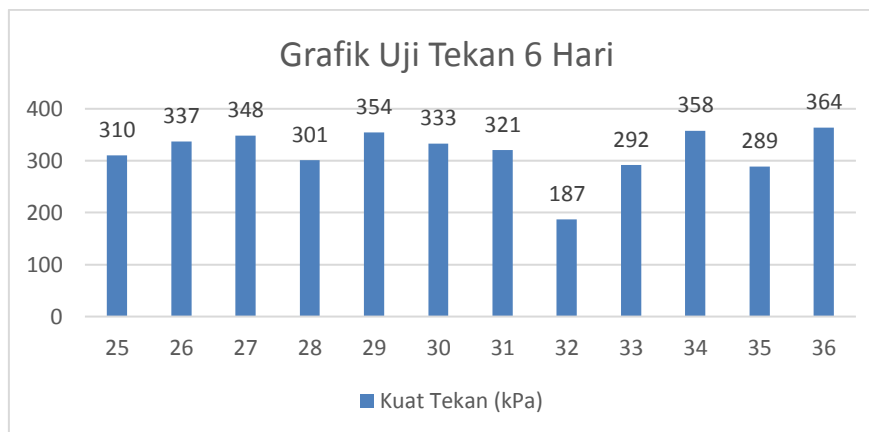
Gambar 4. Grafik Pengujian Tekan Penjemuran 4 Hari

Dari Tabel 3 hasil pengujian tekan tertinggi diperoleh variasi kapur sirih sebanyak 5 gram, air sebanyak 9 gram, antrasit sebanyak 41 gram, dan tekanan saat mencetak yang diberikan adalah sebesar 8 ton dengan nilai sebesar 502 kPa. Dan hasil terendah diperoleh variasi kapur sirih sebanyak 5 gram, air sebanyak 8 gram, antrasit sebanyak 42 gram, dan tekanan saat mencetak yang diberikan adalah sebesar 9 ton dengan nilai sebesar 269 kPa. Pada pengujian kuat tekan briket dengan pengeringan selama 4 hari briket dengan tekanan 10 ton tetap menghasilkan hasil uji tekan yang cukup tinggi namun hasil tertinggi didapat dari hasil penekanan briket sebesar 8 ton, tekanan 8 ton menghasilkan briket dengan kepadatan lebih rendah jika dibandingkan tekanan 9 ton dan 10 ton. Meskipun dengan tekanan 8 ton mengurangi kekuatan tekan dalam beberapa kondisi, namun untuk kombinasi ini tekanan yang lebih rendah memberi manfaat tertentu. Dikarenakan pada tekanan rendah perekat tidak sepenuhnya terdorong keluar dari struktur material dengan begitu dapat menciptakan ikatan yang lebih kuat setelah pengeringan selain itu, pengeringan selama 4 hari memberikan waktu yang cukup untuk air menguap dan material perekat mengeras sepenuhnya.

Tabel 4. Hasil Pengujian Tekan Pengeringan 6 Hari

No.	Tekanan Cetak	Antrasit (g)	Perbandingan Kapur Sirih : Air (g)	Hasil Uji Tekan (kPa)
25	8 TON	44	(5:6)	310
26	8 TON	43	(5:7)	337
27	8 TON	42	(5:8)	348
28	8 TON	41	(5:9)	301
29	9 TON	44	(5:6)	354
30	9 TON	43	(5:7)	333
31	9 TON	42	(5:8)	321
32	9 TON	41	(5:9)	187
33	10 TON	44	(5:6)	292
34	10 TON	43	(5:7)	358
35	10 TON	42	(5:8)	289
36	10 TON	41	(5:9)	364

Dari Tabel 4 dibuat grafik untuk memudahkan dalam melihat data tertinggi dan terendah dari hasil pengujian. Grafik dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Pengujian Tekan Penjemuran 6 Hari

Dari Tabel 4 hasil pengujian tekan tertinggi diperoleh variasi kapur sirih sebanyak 5 gram, air sebanyak 9 gram, antrasit sebanyak 41 gram, dan tekanan saat mencetak yang diberikan adalah sebesar 10 TON dengan nilai sebesar 364 kPa. Dan hasil terendah diperoleh variasi kapur sirih sebanyak 5 gram, air sebanyak 9 gram, antrasit sebanyak 41 gram, dan tekanan saat mencetak yang diberikan adalah sebesar 9 ton dengan nilai sebesar 187 kPa. Pada pengujian briket dengan pengeringan 6 hari briket dengan tekanan cetak sebesar 10 ton kembali menghasilkan hasil uji tekan tertinggi. Namun, nilai yang dihasilkan dari pengujian ini lebih rendah dari pengujian dengan pengeringan selama 2 hari dan 4 hari. Hal ini mungkin disebabkan oleh pengeringan yang terlalu lama sehingga tekanan internal dalam briket yang meningkat karena perekat yang menyusut menciptakan retakan mikro dalam struktur yang tidak terlihat secara kasat mata namun dapat mengurangi kekuatan tekan.

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan briket dengan pengeringan 4 hari merupakan briket dengan waktu pengeringan terbaik yang dapat dilakukan. Namun hasil tertinggi yang didapatkan yaitu sebesar 502 kPa ($5,11 \text{ kg/cm}^2$) masih belum memenuhi standar SNI No. 1/6235/2000 dengan standar kuat tekan sebesar 50 kg/cm^2 .

4. SIMPULAN

Dari hasil penelitian uji tekan pada briket antrasit dengan perekat kapur sirih dapat disimpulkan bahwa hasil tertinggi dari pengujian tersebut didapat dari pengeringan 4 hari dengan variasi kapur sirih sebanyak 5 gram, air sebanyak 9 gram, antrasit sebanyak 41 gram, dan tekanan saat mencetak yang diberikan adalah sebesar 8 TON dengan nilai sebesar 502 kPa. Dan hasil terendah dari pengujian didapat dari pengeringan 6 hari dengan variasi kapur sirih sebanyak 5 gram, air sebanyak 9 gram, antrasit sebanyak 41 gram, dan tekanan saat mencetak yang diberikan adalah sebesar 9 TON dengan nilai sebesar 187 kPa. Hal ini mungkin disebabkan oleh pengeringan yang terlalu lama sehingga tekanan internal dalam briket yang meningkat karena perekat yang menyusut menciptakan retakan mikro dalam struktur yang tidak terlihat secara kasat mata namun dapat mengurangi kekuatan tekan. Dari hasil tertinggi pengujian kuat tekan briket antrasit ini masih belum memenuhi standar SNI No. 1/6235/200 dengan standar kuat tekan sebesar 50 kg/cm^2 . Dikarenakan hasil uji tekan tertinggi yang dihasilkan hanya mencapai 502 kPa ($5,11 \text{ kg/cm}^2$).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Komalasari dan S. Wulandari, "Pengaruh Variasi Tekanan Pada Modifikasi Briket Batubara Terhadap Waktu Sulut," Des 2022.
- [2] M. Suciadi, E. Priyo Purnomo, dan A. Nur Kasiwi, "Eksternalitas Positif Tambang Batubara Terhadap Kesejahteraan Sosial Ekonomi Masyarakat Di Kabupaten Kutai Kartanegara," *Ilmiah Dinamika Sosial*, vol. 4, hlm. 267–285, Jul 2020.
- [3] A. P. Afin dan B. F. T. Kiono, "Potensi Energi Batubara serta Pemanfaatan dan Teknologinya di Indonesia Tahun 2020 – 2050 : Gasifikasi Batubara," *Jurnal Energi Baru dan Terbarukan*, vol. 2, no. 2, hlm. 144–122, Jul 2021, doi: 10.14710/jebt.2021.11429.

-
- [4] Nurhalim, A. Abidin, dan M. Zainul Ridlo, "Karakteristik Laju Pembakaran Briket Bio-batu bara," *Jurnal Kajian Ilmiah dan Teknologi Teknik Mesin*, vol. 9, no. 1, hlm. 56–61, Agu 2024, doi: 10.32528/jp.v9i1.2093.
- [5] J. Jia dkk., "Analisis Karakterisasi Struktur Molekul Dan Konstruksi Model Molekul Antrasit," *PLoS One*, vol. 17, hlm. 1–20, Sep 2022, doi: 10.1371/journal.pone.0275108.
- [6] Y. Hou dkk., "Sebuah Studi Tentang Struktur Antrasit Berdasarkan Asam Karboksilat Benzena," *Journal of the Energy Institute*, vol. 98, hlm. 153–160, Okt 2021, doi: 10.1016/j.joei.2021.06.013.
- [7] A. Julya Halulanga, R. Rosdiana, dan A. Adami, "Uji Kandungan Gas Sulfur Dioksida (SO₂) pada Udara Ambien Akibat Adanya Pembakaran Batubara PLTU Nii Tanasa, Sulawesi Tenggara," Des 2021.
- [8] L. Rianti, Maryana, dan Aprianti, "Analisis Efektivitas Penetralkan Air Asam Tambang Menggunakan Kapur Tohor Dan Soda Ash Dari Kolam Pengendapan Lumpur Pit Tambang Batubara Dalam Skala Laboratorium," 2021.
- [9] A. Buja Ahmad Pradana, Y. Mafendro Dedet Eka Saputra, Dwiyono, dan E. Darud Budi Waluyo, "Rancang Bangun Progressive Cavity Pump untuk Optimalisasi Sistem Injeksi Kapur Tohor di GCT Nar 2," 2022. [Daring]. Tersedia pada: <http://prosiding.pnj.ac.id>
- [10] U. Jusi, H. Maizir, M. Ilham, dan R. Saily, "Pengaruh Penambahan Kapur Tohor Terhadap Sifat Mekanis Bata Ringan," Jun 2021.
- [11] "ISO-844 Plastik seluler kaku-Penentuan sifat kompresi," 2021. [Daring]. Tersedia pada: <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/89f1920c-0c4e-4dd2-be07->