

## Analisis Hukum Termodinamika pada Pembuatan Batu Bata di Magelang, Jawa Tengah

Intan Zahrani Mufidah<sup>1)</sup>, Keisyah Meifiyanti Salsabila<sup>1)</sup>, Choirul Muniroh<sup>1)</sup>, Fitri Dea Mawa Risqi<sup>1)</sup>, Rizki Kurniawan<sup>1)</sup>, Eli Trisnowati<sup>1),\*</sup>

<sup>1)</sup>Universitas Tidar

\*Coresponding Author: elitrisnowati@untidar.ac.id

**Abstrak:** Penelitian ini dilakukan karena memiliki alasan utama untuk mengetahui peran pengusaha batu bata dalam kegiatan pengembangan SDM di daerah Magelang Jawa Tengah, dimana usaha batu bata yang dijalankan memiliki peran penting dalam distribusi dan pembangunan. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisa dan mengidentifikasi hukum termodinamika pada proses pembuatan batu bata. Penelitian ini dilakukan di pabrik batu bata sederhana yang terletak di Mertoyudan, Magelang, Jawa Tengah. Peneliti menggunakan metode observasi, wawancara dan study literatur yang berhubungan dengan termodinamika yang terdapat dalam proses pembuatan batu bata. Dari penelitian ini didapatkan hasil bahwa pada proses pembuatannya menggunakan konsep hukum II termodinamika pada pembakarannya yaitu proses perpindahan kalor secara radiasi dan konduksi. Selain konsep termodinamika terdapat unsur STEM dalam pembuatan dan pembakaran batu bata yaitu secara manual dan mesin. Kalor juga berpengaruh dalam pembakaran batu bata dalam pengembangan usaha daerah, semakin banyak kalor yang dihasilkan maka waktu yang digunakan untuk pembuatan batu bata menjadi semakin cepat, sebaliknya apabila kalor yang dihasilkan sedikit maka waktu pembuatan batu bata menjadi semakin lama. Penelitian ini signifikan sebab dapat menambah wawasan para pembaca terutama pada materi termodinamika dan meningkatkan proses pembuatan batu bata ini supaya dapat berkembang lagi seiring meningkatnya zaman yang sudah modern ini.

**Kata Kunci:** Batu Bata, Termodinamika, Pembakaran

## 1. PENDAHULUAN

Termodinamika artinya ilmu yang menelaah mengenai kalor serta perpindahannya. Hubungan antara energi panas dan kerja dibahas pada termodinamika. Komponen yang termasuk pada proses termodinamika ialah sistem, lingkungan, kerja, dan kalor.

Aturan-aturan dari termodinamika saling berikatan antara satu dengan yang lainnya. Aturan tersebut dibedakan sebagai 4 macam yaitu Hukum 0,1,2 dan 3 termodinamika ([Hastutiningrum S, 2017](#)). Mengatur perubahan energi dari satu bentuk ke bentuk yang lainnya merupakan prinsip dari termodinamika. Pembahasan mengenai termodinamika berpusat pada entropi dengan kekekalan energi serta ketepatannya.

Konsep dari termodinamika erat kaitanya di kenyataan yang terjadi pada kehidupan sehari-hari. Penerapan konsep termodinamika yaitu pembuatan batu bata. Batu bata adalah suatu bagian yang penting pada pembuatan bangunan. Batu bata dijadikan bahan primer rumah atau gedung. Hal tersebut disebabkan batu bata mempunyai harga yang murah, praktis dan memiliki kekuatan yang tinggi, dan tahan pada cuaca serta api saat suhu mencapai 800°C, dengan hal itu batu bata tidak hancur bila direndam oleh air. Sedangkan pembakarannya dilakukan menggunakan kayu bakar.

Cuaca mempengaruhi proses pembuatan batu bata. Jika cuaca baik maka proses pembuatannya dapat berlangsung selama 1 bulan. Dalam proses pembuatannya batu bata secara tradisional maupun modern, tergantung kepada jenis tanah dan proses pengolahannya hingga mendapatkan kualitas produksi batu bata yang baik ([Prayuda et al., 2018a](#)).

Penerapan konsep termodinamika yaitu produksi batu bata ditemui di Mertoyudan, Magelang, Jawa Tengah. Pabrik batu bata masih tergolong kecil sebab bukan berbentuk besar namun tempatnya berada

pada lingkungan tempat tinggal dari pemilik dan alat-alat yang dipergunakan masih sederhana. Namun, pabrik ini mampu memproduksi banyak batu bata.

Berbagai analisis mengenai bagaimana proses pembuatan batu bata yang sesuai dengan hukum kedua termodinamika telah dilakukan beberapa penelitian mengenai proses tersebut. Beberapa penelitian tersebut seperti pada penelitian yang dilakukan ([Rumissar Panurisma Naibaho et al., 2023](#)) mengenai teknologi tepat guna yang digunakan dalam proses pembuatan batu bata. Dalam penelitiannya, terdapat alat pencetak batu bata yang sudah cukup tua yang dalam mekanisme pencetakan kurang efisien karena membutuhkan tenaga yang cukup banyak. Hasil penelitian yang dilakukan yaitu dapat menciptakan mesin pencetak yang mampu mencetak batu bata dengan cepat dan efisien tanpa memerlukan tenaga yang banyak. Metode yang digunakan dalam penelitian ini berupa metode survey untuk mengumpulkan data sebanyak-banyaknya sehingga didapat solusi dari permasalahan yang terjadi. Selanjutnya ada metode proses pernacangan dan pembuatan peralatan, tahap pelaksanaan dalam bentuk penyuluhan, dan tahap pendampingan usai dilaksanakan pengabdian. Kelebihan dari adanya penelitian dengan menggunakan metode survey tersebut adalah relative mudah dan nyaman untuk dilakukan, memerlukan biaya yang cukup rendah, data yang diperoleh menunjukkan ketepatan, dan masih banyak kelebihan lainnya. Adapun kelemahan dari metode penelitian yang dilakukan adalah kualitas data yang diperoleh dari responden yang mungkin tidak akurat sehingga perlu perbaikan lagi untuk mendapatkan data yang benar-benar akurat dan mewakili populasi dari responden.

Pada penelitian yang dilakukan oleh ([Gede & Darmayasa, 2022](#)) mengenai proses pembuatan batu bata yang memanfaatkan abu dari sisa pembakaran kayu bakar yang dilakukan dengan beberapa teknik atau metode pencampuran dengan perbandingan yang berbeda. Dalam penelitiannya, proses pembuatan batu bata yang mencampurkan abu kayu bakar akan menghasilkan batu bata yang tidak mudah hancur saat dibakar dengan suhu yang tinggi, waktu pengeringan batu bata juga lebih cepat. Namun dengan pencampuran abu kayu bakar pada proses pembuatan batu bata adalah belum diketahui bagaimana pengaruhnya dari kandungan senyawa kimia pada abu sisa dari pembakaran kayu bakar terhadap kualitas tanah. Pada penelitian yang dilakukan dengan menggunakan metode deskriptif eksperimental yang menggambarkan masalah atau mendeskripsikan apa yang terjadi dalam penelitian yang dilakukan dengan melakukan pengumpulan data untuk dianalisis hasilnya dengan melalui uji coba. Kelebihan dari metode penelitian deskriptif dengan uji coba ini adalah mampu membuktikan bagaimana hasil uji coba yang dilakukan sehingga dapat menguatkan kesimpulan. Selain itu, dapat melakukan manipulasi dari variabel data yang digunakan. Adapun kelemahan dari metode eksperimen ini adalah waktu penelitian yang membutuhkan waktu lebih lama dan hasil yang cukup sulit untuk digeneralisasikan.

Penelitian tentang proses pembuatan batu bata perlu dilakukan karena dapat memberikan informasi tentang hukum termodinamika dalam pembuatan batu bata, serta unsur STEM pada proses pembuatan batu bata yang meliputi, unsur teknologi berupa alat yang digunakan dalam pembuatan batu bata, unsur enjinering berupa susunan batu bata yang akan dibakar, dan unsur matematika dari penjelasan kalor saat pembakaran batu bata. Selain itu, temuan yang diperoleh dapat menjadi dasar penelitian yang dilakukan dalam pembelajaran sains. Hasil dari penelitian juga dapat diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari mengenai ilmu termodinamika. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk memahami, mengidentifikasi, dan mengetahui penerapan konsep hukum termodinamika berupa batu bata. Melalui proses pembuatan batu bata dapat menguatkan wawasan dan pengaplikasian ilmu termodinamika di kehidupan sehari-hari, serta mengetahui unsur stem proses pembuatan batu bata.

## 2. METODE

Pada saat melakukan penelitian, peneliti menggunakan metode observasi, wawancara dan study literatur yang berhubungan dengan termodinamika yang terdapat dalam proses pembuatan batu bata. Metode observasi merupakan suatu proses dimana pengambilan suatu data dilakukan secara langsung dengan mengamati suatu objek yang akan dikaji yang di sertai dengan wawancara dan membuat suatu catatan tentang berbagai informasi ataupun peristiwa yang berlangsung pada saat melakukan observasi dengan menggunakan alat tulis maupun media elektronik seperti pengambilan rekaman gambar atau video dan rekaman suara akan memperoleh suatu hasil pengamatan dengan tujuan untuk mengetahui, menganalisis dan menjelaskan Konsep Termodinamika pada produksi batu bata ([Subekti et al., 2022](#)).

Proses pengamatan dan pengumpulan data dilakukan secara langsung ke tempat pembuatan batu bata dengan menggunakan seluruh Panca indra yang dimiliki pengamat dengan baik untuk mengamati peristiwa atau gejala yang sedang berlangsung. Pengumpulan data juga dilakukan secara langsung dengan melakukan sesi wawancara sebagai suatu interaksi langsung dengan pemilik maupun karyawan pada pabrik batu bata tersebut. Selain itu, dilakukan juga study literatur yang merupakan suatu proses mengevaluasi, mengidentifikasi dan menginterpretasikan hasil pengamatan yang relevan terhadap topik yang sedang dikaji terkait Konsep Termodinamika yang terdapat ada proses pembuatan batu bata (Warokka et al., 2015). Proses pengumpulan data dibantu dengan menggunakan jurnal-jurnal yang terpercaya. Hasil observasi dirangkum secara deskriptif dalam hasil dan pembahasan. Penelitian kali ini dengan menggunakan metode pendekatan kualitatif untuk mendapatkan keterkaitan antara Konsep Termodinamika dengan proses pembuatan Batu bata.

Variabel yang di amati ada penelitian ini adalah hal-hal yang diperhatikan berupa proses pembuatan yang meliputi suhu pembakaran dalam pembuatan batu bata, cara pembuatan, serta waktu yang dibutuhkan untuk pembuatan batu bata. Dalam penelitian ini bahan yang digunakan memiliki pengaruh terhadap bentuk, warna yang masuk ke dalam variabel terikatnya. Variabel bebas berupa modal yang di keluarkan untuk produksi batu bata, tenaga kerja dan bahan baku.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil observasi yang telah dilakukan mengenai pembuatan batu bata yang dilaksanakan pada Kamis, 25 Mei 2023. Observasi tersebut dilaksanakan pada dua tempat yang berbeda di Mertoyudan. Dari hasil data diperoleh tahap proses pembuatan batu bata yang dimulai dari menggali tanah, mengolah, pembentukan, pencetakan, penjemuran, pembakaran, dan pendinginan. Alat dan bahan yang digunakan berupa tanah liat, serbuk, cangkul, cetakan, dan mesin diesel. Terdapat tahapan pada setiap prosesnya. Pada tempat yang berbeda, terdapat perbedaan dalam proses pembuatan batu bata. Perbedaan tersebut dilihat dari alat bahan, lama waktu, kualitas, bentuk, dan proses pembakaran. Perbedaan kedua tempat pada proses pembuatan batu bata dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 1.** Perbedaan tempat pada proses pembuatan batu bata

Perbedaan	Tempat 1	Tempat 2
Lama waktu pembakaran	1 hari 1 malam	1 hari 1 malam, bisa juga sampai 3 hari
Kualitas	Menggunakan tanah liat murni tanpa campuran serbuk, sehingga batu bata yang dihasilkan kualitasnya mudah retak atau hancur.	Tanah liat dicampur dengan serbuk, lalu adanya campuran tersebut dapat meningkatkan kualitas batu bata menjadi lebih bagus dan tidak mudah retak.
Alat	Pencetak manual dengan tatakan kayu	Mesin pencetak menggunakan diesel
Bahan	Tanah liat murni tanpa campuran serbuk	Tanah liat dicampur serbuk
Bentuk	Persegi Panjang	Persegi Panjang
Proses pembakaran	Menggunakan kayu bakar	Menggunakan kayu bakar dan sekam padi

Proses pembuatan batu bata dengan bahan dan alat yang digunakan dapat mempengaruhi kualitas yang dihasilkan oleh batu bata. Berdasarkan observasi yang telah dilakukan, proses pembuatan batu bata dimulai dari menggali tanah, mengolah tanah, pembentukan, penjemuran, pembakaran, dan pendinginan. Pada tahap pembuatan batu bata dimulai dengan tanah liat digali lalu dibiarkan hingga tanah liat menggunung sekitar tingginya 70 cm. Setelah itu tanah liat diberi sedikit air agar lebih mudah untuk diolah dan dibentuk. Untuk tanah liat yang padat perlu dikasih air, sedangkan tanah liat yang cukup lembek tidak perlu diberi tambahan air. Untuk tahap proses pencetakan atau pembentukan batu bata, tanah liat jika menggunakan tanah liat murni tanpa campuran hanya perlu dicetak dengan menggunakan tatakan yang terbuat dari kayu. Sementara untuk proses pencetakan yang menggunakan tanah liat dengan campuran serbuk sekam pada, tanah liat dicampur dengan serbuk tersebut, dan ditambahkan sedikit air agar bahan-bahan yang akan dicampur tersebut tercampur sempurna. Untuk adonannya sendiri, menggunakan perbandingan 1000 batu bata dengan satu karung serbuk sekam padi atau gergaji (Bata et al., 2017). Untuk pencetakan batu bata dapat dilakukan dengan menggunakan cara manual tradisional dan dapat dengan memanfaatkan teknologi. Pencetakan batu bata dengan manual

dilakukan dengan mencetak tanah liat pada cetakan yang terbuat dari tatakan kayu, sehingga lebih membutuhkan waktu yang cukup lama. Sedangkan pencetakan dengan menggunakan mesin diesel akan lebih mudah dan lebih cepat menghasilkan beberapa batu bata sekaligus, dan bentuknya akan lebih rapi.

Pembuatan batu bata dapat dilakukan dengan menggunakan bahan tanah liat murni tanpa campuran apapun, dan bisa juga dengan mencampurkan tanah liat dengan bahan lainnya seperti sekam padi. Untuk bahan yang menggunakan tanah liat murni akan menghasilkan kualitas batu bata yang kurang baik dibanding dengan kualitas batu bata dari campuran tanah liat dan serbuk gergaji atau padi (Irianto, 2016). Kualitas batu bata dengan tanah liat murni akan lebih mudah patah atau hancur karena daya serap air yang tinggi sehingga menyebabkan kuat pada batu bata menjadi lemah yang mengakibatkan mudah patah. Sementara untuk kualitas batu bata yang menggunakan campuran serbuk gergaji atau sekam padi dapat meningkatkan kualitas batu bata yang semakin baik dan tidak mudah hancur. Penambahan campuran tanah liat seperti serbuk gergaji atau sekam padi sebagai bahan pengikat yang dapat mengurangi keretakan dan kerapuhan pada batu bata. Dengan menambahkan serbuk gergaji pada pembuatan batu bata dapat menyebabkan berat batu bata menjadi semakin rendah atau ringan.

Tahap selanjutnya setelah pencetakan batu bata adalah tahap penjemuran yang mana memanfaatkan konsep termodinamika mengenai perpindahan kalor secara radiasi yang terjadi perpindahan panas dari satu tempat ke tempat lain secara langsung tanpa adanya medium perantaranya (Nurul Muhlisa Ruslan & Robert Salim, 2014). Penjemuran dengan memanfaatkan sinar matahari dapat menghemat energi dan biaya, namun juga ada kelemahan tersendiri tergantung kondisi cuaca yang kadang tidak menentu. Pada proses penjemuran, batu bata tidak menggunakan sinar matahari secara langsung, walaupun demikian suhu dari panas matahari dapat memengaruhi batu bata untuk mengalami pemuaian dari tanah liat yang menyebabkan batu bata akan pecah karena tingginya suhu dari panas matahari. Dengan begitu, penjemuran batu bata tidak menggunakan sinar matahari secara langsung, tetapi dengan ditutupi plastik. Batu bata apabila dipanaskan kandungan air pada batu bata akan menguap sehingga menyebabkan batu bata cepat keringnya karena tanah liat pada batu bata mengalami penyusutan.

Analisis data pada pembuatan batu bata terutama pada proses pembakaran adalah dapat dihitung dengan menggunakan rumus  $Q = m \cdot c \cdot \Delta t$ . Dimana perbandingan lama waktu pembakaran dengan banyaknya batu bata adalah semakin banyak batu bata yang akan dibakar, maka kalor yang dibutuhkan untuk pembakaran akan lebih banyak pada jumlah dan waktu yang bersamaan, dan juga kayu bakar untuk membakarnya juga perlu lebih banyak (Tahta Dinata & Adha, 2013). Karena apabila dengan waktu yang bersamaan, tapi dengan jumlah batu bata yang banyak, maka batu bata tidak akan matang sempurna karena kekurangan kalor yang dibutuhkan. Sehingga hubungan antara lama waktu pembakaran akan sebanding atau berbanding lurus dengan jumlah batu bata yang dibakar. Artinya semakin banyak batu bata yang dibakar, maka waktu yang dibutuhkan untuk pembakaran juga akan semakin lama. Selain itu, jumlah kalor yang dibutuhkan untuk proses pembakaran juga akan semakin banyak atau meningkat. Semakin banyak kayu bakar, suhunya semakin lama akan semakin naik dan kalor yang dihasilkan semakin besar atau banyak.

Proses pembakaran batu bata berlaku Hukum II termodinamika, yang menjelaskan bahwa kalor atau panas yang dimiliki oleh benda yang bersuhu tinggi akan berpindah ke benda yang bersuhu lebih rendah, namun tidak berlaku sebaliknya (Eli Trisnowati et al., 2023). Berdasarkan hasil wawancara, proses pembakaran batu bata dapat berlangsung selama 1 hari 1 malam. Pada saat proses pembakaran batu bata daerah disekitar pembakaran batu bata akan terasa panas hal tersebut disebabkan karena adanya perpindahan panas secara radiasi yang terjadi ketika panas yang berpindah dari sumber panas ke benda lain tanpa melalui suatu perantara dan dalam bentuk gelombang elektromagnetik, sehingga membuat benda-benda yang berada disekitar tempat pembakaran akan terasa panas. Hasil batu bata yang sudah dibakar bergantung pada proses pembakaran (Huda & Hastuti, 2020). Pembakaran batu bata yang sempurna dapat menghasilkan batu bata yang berkualitas. Sedangkan pembakaran batu bata yang tidak sempurna dapat membuat batu bata tidak matang dan apabila proses pembakaran telu lama, dapat mengakibatkan batu batanya menjadi gosong dan berwarna hitam. Batu bata yang mengalami kerusakan setelah dibakar akan dibuang. Hal tersebut dapat terjadi karena terlalu panas saat penjemuran maupun pembakaran. Selain itu, faktor saat proses pencetakan, batu bata terjatuh atau terlalu sering dipegang sehingga menyebabkan batu bata menjadi tidak lurus. Susunan batu bata saat pembakaran, pada bagian bawah batu bata diberi 3 lubang untuk jalan api dan menaruh kayu bakar supaya api dapat masuk untuk membakar batu bata (Nur Rokib et al., 2013). Lubang pertama dibagian bawah bata, lalu dibuat lubang kedua di atas lubang

bawah sekitar 50 cm, dan lubang ketiga yang merupakan lubang paling atas sekitar 1,5 meter. Pada bagian samping batu bata, saat proses pembakaran dibuat tameng hal tersebut bertujuan untuk mengisi kapak agar sisi batu bata dapat matang sempurna. Pada proses pembakaran batu bata akan terjadi transfer kalor secara konduksi yaitu ketika panas berpindah melalui zat perantara tanpa diikuti dengan perpindahan zat perantara tersebut, sehingga dapat menyebabkan batu bata yang terkena api akan membuat batu bata lain yang berada didekatnya menjadi panas yang akan membuat batu bata yang telah disusun dapat matang secara sempurna.

Proses terakhir dari pembuatan batu bata yaitu proses pendinginan. Batu bata yang sudah dibakar atau telah dipanaskan pada api kemudian dibongkar dengan diturunkan dari tempat pembakaran untuk diangin-anginkan dan didiamkan hingga dingin dan siap digunakan. Pada tahap pendinginan terjadi transfer kalor antara batu bata ke lingkungan. Hukum II termodinamika, yang menjelaskan bahwa kalor atau panas yang dimiliki oleh benda yang bersuhu tinggi akan berpindah ke benda yang bersuhu lebih rendah, namun tidak berlaku sebaliknya. Kalor akan mengalir dari batu bata yang memiliki suhu tinggi menuju ke lingkungan yang memiliki suhu lebih rendah daripada suhu batu bata. Proses pendinginan akan berlangsung hingga terjadi kesetimbangan termal antara batu bata dengan lingkungan yaitu keadaan dimana sudah tidak terjadi transfer kalor antara batu bata dengan lingkungan dan batu bata dan lingkungan sudah mencapai suhu yang sama (Sudarmo et al., 2017). Setelah proses pendinginan batu bata, akan dilakukan proses pemilihan untuk memilih batu bata yang menghasilkan kualitas terbaik untuk dipasarkan.

Faktor seperti suhu pembakaran, jenis tanah, susunan pembakaran, pembakaran yang menggunakan sekam padi dan kayu dapat mempengaruhi kualitas batu bata yang dihasilkan. Kalor yang diperlukan pada saat proses pembakaran dapat berpengaruh pada lamanya waktu pembakaran. Semakin banyak kalor yang dihasilkan maka waktu yang digunakan untuk pembuatan batu bata menjadi semakin cepat, sebaliknya apabila kalor yang dihasilkan sedikit maka waktu pembuatan batu bata menjadi semakin lama. Secara matematis hubungan antara suhu pemanasan dengan lamanya waktu pembuatan dapat dituliskan sebagai berikut:  $Q = m.c.\Delta T$  (Prayuda et al., 2018b). Kalor yang cukup pada pembuatan batu bata dapat membuat kualitas batu bata yang dihasilkan bagus. Hal tersebut dapat dibuktikan jika batu bata dijatuhkan langsung patah atau terbelah menjadi 2 bagian, maka batu bata tersebut memiliki kualitas yang bagus. Namun, jika batu bata yang dijatuhkan langsung hancur menandakan bahwa batu bata tersebut memiliki kualitas yang buruk. Oleh karena itu, penting untuk memperhatikan dan mengendalikan faktor tersebut agar batu bata yang dihasilkan dapat berkualitas.

#### 4. SIMPULAN

Konsep termodinamika sering ditemui dalam kehidupan sehari-hari, salah satu contohnya yaitu pada proses pembuatan batu bata di Mertoyudan, Magelang, Jawa Tengah. Proses pembuatan batu bata ini menerapkan proses perpindahan kalor dari suatu benda yang bersuhu tinggi ke benda yang bersuhu rendah. Pembuatan batu bata menggunakan konsep hukum II termodinamika pada pembakarannya yaitu perpindahan kalor secara radiasi dan konduksi. Selain konsep termo terdapat unsur stem dalam pembuatan dan pembakaran batu bata yang terbagi menjadi dua metode yaitu manual dan mesin. Pada pembuatan secara manual, batu bata dibuat dengan cara dicetak dan dijemur namun batu bata yang dihasilkan akan kurang rapi dan permukaannya tidak halus. Sedangkan pada pembuatan secara mesin, tanah liat akan diaduk dengan mesin secara merata hingga membentuk padatan dan dipotong sesuai ukuran. Proses pembakaran pada metode ini dilakukan dengan menyusun 3 lubang untuk pembakaran batu bata dan pada bagian sampingnya diberikan tameng agar setiap sisi batu bata matang sempurna. Kalor juga berpengaruh dalam pembakaran batu bata, semakin banyak kalor yang dihasilkan maka waktu yang digunakan untuk pembuatan batu bata menjadi semakin cepat, sebaliknya apabila kalor yang dihasilkan sedikit maka waktu pembuatan batu bata menjadi semakin lama.

#### Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kami ucapan kepada Pabrik Central Produksi Batu Bata, Mertoyudan, Magelang, Jawa Tengah yang telah bersedia untuk dijadikan bagian dari penelitian kami dan tidak lupa terima kasih kepada pihak yang telah mendukung dalam penyelesaian artikel ilmiah ini.

## Daftar Pustaka

- Bata, K. B., Dengan, M., Serbuk, P., Handayani, G.-S., & Handayani, S. (2017). KUALITAS BATU BATA MERAH DENGAN PENAMBAHAN SERBUK GERGAJI.
- Eli Trisnowati, Desika Rosiana Putri, Sabilla Safa Annisa Qurrota, Filda Khoirun Nikmah, & Danysa Mulyaningrum. (2023). Analisis Konsep Termodinamika pada Produksi Kerupuk Sebagai Bentuk Kearifan Lokal di Magelang Jawa Tengah. *JURNAL PENDIDIKAN MIPA*, 13(1), 268-273. <https://doi.org/10.37630/jpm.v13i1.795>
- Gede, I., & Darmayasa, O. (2022). PEMBUATAN BATU BATA DENGAN MEMANFAATKAN ABU SISA PEMBAKARAN LIMBAH KAYU.
- Hastutiningrum, S. (2017). 200 PROSES PEMBUATAN BATU BATA BERPORI DARI TANAH LIAT DAN KACA.
- Huda, M., & Hastuti, E. (2020). PENGARUH TEMPERATUR PEMBAKARAN DAN PENAMBAHAN ABU TERHADAP KUALITAS BATU BATA.
- Irianto, E. B. (2016). KUALITAS BATU BATA MERAH DENGAN PENAMBAHAN SERBUK GERGAJI.
- Nur Rokib, M., Ahmad, I., & Suyadi, D. S. (2013). PENGARUH POSISI PEMBAKARAN DALAM TUNGKU TERHADAP DAYA LEKAT (BOND SHEAR) BATU MERAH PEJAL.
- Nurul Muhlisa Ruslan, A., & Robert Salim, J. E. (2014). PENGARUH PENGGUNAAN ABU SEKAM TERHADAP KUAT TEKAN BATU BATA DI KABUPATEN SIDENRENG RAPPANG.
- Prayuda, H., Setyawan, E. A., & Saleh, F. (2018a). ANALISIS SIFAT FISIK DAN MEKANIK BATU BATA MERAH DI YOGYAKARTA (Analysis Physical and mechanical attributes of masonry in Yogyakarta). *Jurnal Riset Rekayasa Sipil*, 1(2).
- Prayuda, H., Setyawan, E. A., & Saleh, F. (2018b). ANALISIS SIFAT FISIK DAN MEKANIK BATU BATA MERAH DI YOGYAKARTA (Analysis Physical and mechanical attributes of masonry in Yogyakarta). *Jurnal Riset Rekayasa Sipil*, 1(2).
- Rumissar Panurisma Naibaho, P., Hestukoro, S., & Bismark Hamonangan Sitorus, M. (2023). TEKNOLOGI TEPAT GUNA PEMBUATAN BATU BATA DI DESA PEMATANG SIJONAM KECAMATAN PERBAUNGAN.
- Subekti, P., Suripto Program Studi Teknik Mesin, H., Teknik, F., Pasir Pengaraian, universitas, & Hulu, R. (2022). Article Review: Konsep Dasar Termodinamika. In *Jurnal Energi dan Inovasi Teknologi (ENOTEK)* (Vol. 1, Issue 2).
- Sudarmo, N. A., Albertus,), Lesmono, D., & Harijanto, A. (2017). ANALISIS KEMAMPUAN BERARGUMENTASI ILMIAH SISWA SMA PADA KONSEP TERMODINAMIKA 1).
- Tahta Dinata, M., & Adha, I. (2013). STUDI PENGARUH LAMA WAKTU PROSES PEMBAKARAN TERHADAP KUAT TEKAN BATU BATA SETELAH PENAMBAHAN BAHAN ADDITIVE ISS 2500 (IONIC SOIL STABILIZER) (Vol. 1, Issue 1).
- Warokka, A., Eng, M., & Boedi, S. (2015). TERMODINAMIKA TEKNIK. [www.polimdo.ac.id](http://www.polimdo.ac.id)