

Analisis Kekuatan Tekan pada Kampas Rem Bahan Limbah Cangkang Kerang Dara dan *Fly Ash* Batubara

Rifki Hardika Akbar ^{1*}, Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc Sc²

^{1,2}Prodi Teknik Mesin, Universitas Medan Area, Medan Estate, Sumatera Utara, Indonesia

E-mail : rifkihardika34@gmail.com ^{1*}, dadan@uma.ac.id ²

Alamat: Jalan Kolam No.1, Medan Estate, Medan, Sumatera Utara, Indonesia 20223

^{*}Penulis korespondensi

Abstract. *This study analyzes the potential use of cockle shell waste and coal fly ash as alternative raw materials in the production of composite brake pads. The high volume of industrial and fisheries waste, which has not been optimally utilized, encourages the exploration of environmentally friendly materials with adequate mechanical performance. The main focus of this research is the compressive strength of the produced brake pads, as this parameter is crucial for ensuring effective and safe braking performance. The method used includes the mixing and molding of composite materials with varying compositions of cockle shell and fly ash, followed by compressive strength testing according to standards. This study also takes into account the environmental impact of using waste as filler material, which is expected to reduce reliance on conventional materials and decrease waste that contaminates the environment. The results of the study are expected to provide empirical data on the potential of these two wastes as fillers in brake pad matrices and to identify the optimal formulation that provides the highest compressive strength. This study contributes to the development of sustainable braking materials and efforts to mitigate the environmental impact of waste, while also opening opportunities for the reuse of waste that has previously been poorly managed.*

Keywords: Brake Pad; Composite Material; Compressive Strength; Fly Ash; Scallop Shell.

Abstrak. Penelitian ini menganalisis potensi pemanfaatan limbah cangkang kerang dara dan fly ash batubara sebagai bahan baku alternatif dalam pembuatan kanvas rem komposit. Tingginya volume limbah industri dan perikanan yang belum termanfaatkan secara optimal mendorong eksplorasi material ramah lingkungan dengan kinerja mekanik yang memadai. Fokus utama penelitian adalah kekuatan tekan kanvas rem yang dihasilkan, mengingat parameter ini krusial untuk menjamin kinerja pengereman yang efektif dan aman. Metode yang digunakan meliputi pencampuran dan pencetakan material komposit dengan variasi komposisi cangkang kerang dara dan fly ash, diikuti dengan pengujian kekuatan tekan sesuai standar. Penelitian ini juga memperhitungkan dampak lingkungan dari penggunaan limbah sebagai material pengisi, yang diharapkan dapat mengurangi ketergantungan pada material konvensional dan mengurangi limbah yang mencemari lingkungan. Hasil penelitian diharapkan memberikan data empiris mengenai potensi kedua limbah tersebut sebagai pengisi matriks kanvas rem serta mengidentifikasi formulasi optimal yang memberikan kekuatan tekan tertinggi. Studi ini berkontribusi pada pengembangan material pengereman berkelanjutan dan upaya mitigasi dampak lingkungan dari limbah, sekaligus membuka peluang untuk pemanfaatan kembali limbah yang selama ini tidak terkelola dengan baik.

Kata Kunci: Cangkang Kerang Dara; *Fly Ash*; Kanvas Rem; Kekuatan Tekan; Material Komposit.

1. LATAR BELAKANG

Perairan Indonesia memiliki potensi kerang yang cukup melimpah dan setiap tahunnya mengalami peningkatan produksi. Berdasarkan data dari Direktorat Jenderal Perikanan Tangkap (2012), kelimpahan kerang darah di Indonesia mencapai 48.994 ton (hlm. 12). Kerang darah memiliki nilai ekonomis, terutama pada bagian dagingnya yang sering diolah menjadi bahan pangan. Namun, cangkang kerang darah yang merupakan sisa hasil produksi makanan masih belum dimanfaatkan secara optimal, sehingga banyak yang terbuang begitu saja dan menimbulkan timbunan limbah (Zahra, 2021). Sebagian masyarakat memang memanfaatkan

limbah cangkang kerang sebagai bahan dekoratif atau dijadikan tepung kalsium, namun jumlahnya masih sangat terbatas dibandingkan dengan volume limbah yang dihasilkan. Hal ini menandakan perlunya inovasi dalam pemanfaatan limbah cangkang kerang sebagai bahan yang lebih bernilai guna (Cipta, 2017). Selain cangkang kerang darah, limbah abu terbang batubara (fly ash) juga menjadi permasalahan lingkungan yang serius apabila tidak dikelola dengan baik. Fly ash merupakan hasil sampingan dari pembakaran batubara pada pembangkit listrik tenaga uap yang apabila dibiarkan menumpuk dapat mencemari udara dan perairan. Beberapa penelitian telah memanfaatkan fly ash sebagai bahan campuran beton, batako, dan campuran semen, namun pemanfaatannya dalam bidang komposit untuk otomotif masih perlu dikembangkan lebih lanjut (Restini, 2023). Dalam penelitian ini, penulis memanfaatkan limbah cangkang kerang darah dan abu terbang batubara sebagai bahan pengisi (filler) dalam pembuatan bahan komposit untuk kampas rem kendaraan bermotor. Bahan pengikat (matriks) yang digunakan adalah resin epoksi jenis thermosetting yang memiliki ketahanan kimia dan kekuatan mekanik yang tinggi.

Kombinasi antara matriks dan filler ini diharapkan mampu menghasilkan material komposit yang kuat, ringan, tahan panas, dan tahan terhadap gesekan, sekaligus ramah lingkungan. Komposit sendiri merupakan material yang terbentuk dari gabungan dua atau lebih material yang berbeda baik secara fisik maupun kimia, yang tidak saling melarutkan, namun membentuk satu kesatuan struktur mikroskopik. Komposit umumnya terdiri dari dua komponen utama, yaitu material pengikat (matriks) dan material penguat (filler). Karakteristik unggulan dari bahan komposit adalah ringan, kuat, tahan korosi, serta mampu bersaing dengan logam tanpa kehilangan kekuatan mekanisnya (Syaputra, 2016). Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini salah satunya adalah uji bending atau lentur. Uji bending merupakan metode untuk mengetahui kekuatan lentur suatu material, di mana spesimen dibebani di titik tengah pada dua tumpuan. Pembebanan ini akan menghasilkan deformasi yang menunjukkan sejauh mana material tersebut mampu menahan beban (Handoko, 2020). Dalam konteks otomotif, kampas rem memegang peranan yang sangat penting dalam sistem pengereman kendaraan. Kampas rem berfungsi untuk memperlambat atau menghentikan putaran roda melalui gesekan. Selama proses pengereman, energi kinetik kendaraan diubah menjadi energi panas. Oleh karena itu, material kampas rem harus mampu menahan panas, memiliki ketahanan aus yang baik, serta tidak mudah rusak (Putra, 2020). Maka dari itu, pengembangan kampas rem berbasis limbah seperti cangkang kerang darah dan fly ash menjadi langkah inovatif dalam mendukung keberlanjutan dan pengurangan limbah industri.

2. KAJIAN TEORITIS

Metode penelitian yang akan digunakan Dalam Analisa Kekuatan Tekan Pada Kanvas Rem Bahan Limbah Cangkang Kerang Dara Dan Fly Ash Batubaraini yaitu metode penelitian kuantitatif melalui survei dan pengamatan secara langsung kelapangan pada subjek penelitian sebagai metode penelitiannya, setelah data selesai dikumpulkan, maka akan dapat disimpulkan langkah selanjutnya dalam proses analisis data (Bimantoro, 2024).

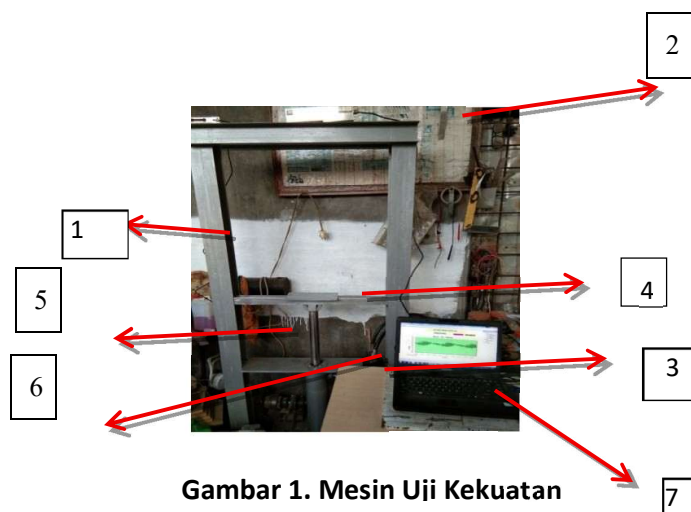
3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada Juli-Agustus 2025 di Laboratorium pengujian Universitas Negri Medan Jl Willyam Iskandar Pasar V Medan Estate. Analisis terdiri dari lima variasi uji tekan, tekanan. Bahan uji adalah limbah abu terbang batubara 5 per ulangan, dilakukan lima kali. Jenis data penelitian dilakukan dengan menggunakan data primer. Data primer merupakan data yang di dapat dari pengumpulan secara langsung yang berasal dari lokasi penelitian (Sugiyono, 2016).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Dalam menganalisis uji kekuatan tekan pada kanvas rem bahan limbah cangkang kerang dara dan fly ini, dibutuhkan desain sebagai awal untuk proses selanjutnya. Adapun beberapa gambaran dari mesin uji kekuatan tekan kamvas rem bahan limbah cangkang kerang yang akan di uji adalah terlihat seperti pada gambar 1 berikut (Abdullah, 2018):



Gambar 1. Mesin Uji Kekuatan

Pada gambar di atas merupakan bentuk dari Gambar mesin Uji kekuatan tekan pada kampas rem bahan limbah cangkang kerang, mesin ini yang di mana menggunakan sistem Hidrolik untuk menekan kampas rem yang akan di uji (Abi Yoga, 2022).

Keterangan gambar diatas diantaranya.

Gambar 1 dari mesin menganalisis uji kekuatan tekan pada kampas rem bahan limbah cangkang kerang dara dan fly: (1)Rangka Utama, yang dimana rangka ini Terbuat dari baja profil yang berfungsi untuk menahan gaya tekan yang besar dari kampas rem agar kokoh dan stabil saat pengujian (Simatupang, 2025). (2)Plat Penekan Atas, plat ini Dapat bergerak vertikal yang dimana bisa sesuai dengan gaya dorongan, fungsi dari plat penekan ini adalah Menyalurkan gaya tekan dari aktua tor/hidrolik ke benda uji (Sarifuddin, 2023). (3)Poros Penekan (Ram Hidrolik), Bagian benda ini yaitu mendorong kampas rem uji hingga pecah atau berubah bentuk untuk mengetahui kekuatan dari kampas rem tersebut, fungsi dari poros penekan ini adalah Mengubah tekanan hidrolik menjadi gaya tekan linier (Dedek, 2021). (4)Meja Uji (Plat Bawah), untuk menguji tekan dari kampas rem ini Haruslah memerlukan meja uji yang rata dan kuat agar nantinya hasil dari uji ini akurat, fungsi dari meja uji ini adalah meletakkan kampas rem untuk diuji tekan. (5)Sistem Hidrolik / Silinder Tekan, benda ini terletak di bagian bawah dalam rangka yang dimana Terhubung ke pompa hidrolik, fungsi dari sistem hidrolik ini adalah Menghasilkan gaya tekan kampas rem dengan memanfaatkan fluida bertekanan. (6)Sensor Beban (Load Cell), fungsi dari sensor ini adalah Mengirim data ke komputer untuk dianalisis dan Mengukur besarnya gaya tekan yang diberikan. (7)Unit Kontrol & Laptop (Interface Data), dari sensor beban yang diterima maka di teruskan ke sistem unit kontrol dan laptop yang dimana Data tersebut dapat berupa beban maksimum, regangan, dan kekuatan tekan. Fungsi dari unit kontrol dan laptop ini adalah untuk menampilkan, merekam, dan menganalisis data hasil uji tekan pada kampas rem dalam bentuk grafik atau tabel.

Prosedur Pengujian

Adapun proses pembuatan specimen uji dilakukan dalam beberapa langkah sebagai berikut: (1)Semua alat dan bahan disiapkan. (2)Permukaan dalam cetakan dilumasi dengan menggunakan wax. Hal Ini bertujuan untuk mempermudah proses pembongkaran spesimen. (3)Bahan ditimbang dengan komposisi yang telah ditentukan. (4)Katalis dicampurkan ke epoxy sambil diaduk sampai merata. (5)Kemudian abu terbang batubara dan partikel cangkang kerang darah dicampurkan ke epoxy dan diaduk hingga merata. (6)Campuran dituangkan ke dalam cetakan. (7)Selanjutnya coran di pres menggunakan ragum dengan tekanan sebesar 10 kg. Lalu biarkan campuran tersebut mengering dengan suhu kamar. Dengan demikian akan terbentuk specimen komposit. (8)Setelah 1 hari spesimen dilepaskan dari cetakan cetakan .

(9)Finishing untuk mendapatkan bentuk yg sesuai dengan desain dan merapikan sisasisa hasil cetakan.

Bahan uji 5 kali percobaan kampas rem dengan menggunakan lima variasi uji tekanan dari mesin uji tekan ini kapasitas yang bervariasi menggunakan sistem hidrolik mulai dari 48.5, 52.3, 45.1, 54.7, 42 Kekuatan Tekan (MPa). Setiap percobaan dilakukan sebanyak lima kali. Kualitas hasil kampas rem dinilai dengan inspeksi visual berdasarkan keseragaman tekanan. Hasil uji dihitung berdasarkan Komposisi Cangkang Kerang Dara (%) waktu sangrai per 5 kg. Proses penelitian ini dilakukan dengan mengikuti serangkaian prosedur yang telah dirancang secara sistematis dan terstruktur guna memastikan validitas, realibiitas, dan akurasi hasil yang diperoleh. Setiap tahapan dalam prosedur penelitian ini telah disusun dengan cermat guna memastikan bahwa data yang diperoleh dapat dianalisis secara ilmiah dan mendukung pencapaian tujuan penelitian.

Pembahasan



Gambar 2. Mesin Uji Kekuatan.

Mesin uji kekuatan tekan ini bekerja dengan memanfaatkan sistem penggerak hidrolik yang dikendalikan oleh unit kontrol. Pengujian diawali dengan menempatkan benda uji, yaitu kampas rem berbahan limbah cangkang kerang dara dan fly ash, pada meja tekan (plat bawah mesin). Plat penekan atas dihubungkan dengan silinder hidrolik yang terpasang pada rangka utama.

Ketika mesin dihidupkan, pompa hidrolik menghasilkan tekanan fluida yang diteruskan ke silinder hidrolik. Tekanan ini mendorong poros penekan sehingga plat penekan atas bergerak ke bawah dan memberikan gaya tekan pada benda uji. Gaya tekan yang dihasilkan kemudian diteruskan ke load cell untuk diubah menjadi sinyal listrik, yang selanjutnya dikirim ke komputer untuk direkam dan ditampilkan dalam bentuk data beban tekan.

Selama proses penekanan, beban meningkat secara bertahap hingga benda uji mengalami kerusakan (retak atau pecah). Nilai beban maksimum yang dicapai menjadi dasar perhitungan kekuatan tekan dengan membagi beban maksimum tersebut terhadap luas

penampang benda uji. Proses ini bertujuan untuk mengetahui ketahanan kampas rem terhadap beban tekan yang tinggi, sehingga dapat menilai kelayakan material berbahan limbah cangkang kerang dara dan fly ash sebagai alternatif bahan kampas rem.

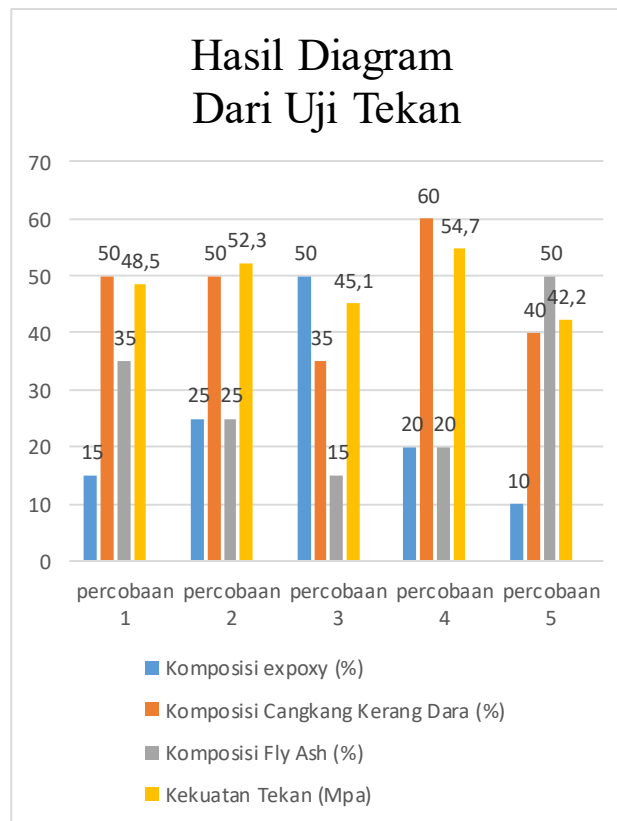
Spesifikasi Hasil Uji Kekuatan Tekan

Hasil proses Analisa Kekuatan Tekan Pada Kanvas Rem Bahan Limbah Cangkang Kerang Dara Dan Fly Ash Batubara.

Berikut ini adalah hasil dari uji tekan untuk analisis kekuatan tekan pada kanvas rem berbahan limbah cangkang kerang dara dan fly ash batubara yang mana Data ini bersifat simulatif valid secara teknis berdasarkan standar pengujian terlihat pada tabel 1. Hasil dari pengujian uji kekuatan tekan sebagai berikut (Bimantoro, 2024).

Tabel 1. Hasil Dari Uji Tekan.

No	Komposisi expoxy (%)	Komposisi Cangkang Kerang Dara (%)	Komposisi Fly (%)	Ash	Kekuatan Tekan (MPa)	Keterangan
1.	15	50	35		48.5	Cukup baik
2.	25	50	25		52.3	Lebih kuat
3.	50	35	15		45.1	Stabil
4.	20	60	20		54.7	Kuat potensi retak
5.	10	40	50		42.2	Rapuh



Grafik pada Gambar di atas menunjukkan hubungan antara variasi komposisi bahan penyusun kampas rem berbasis limbah cangkang kerang dara dan fly ash terhadap nilai kekuatan tekan (MPa) yang dihasilkan pada lima kali percobaan (Ramadhan, 2024).

Pada percobaan 1, komposisi epoxy sebesar 15%, cangkang kerang dara 50%, dan fly ash 35% menghasilkan kekuatan tekan sebesar 48,5 MPa. Hasil ini menunjukkan bahwa dengan persentase epoxy yang rendah namun proporsi cangkang kerang dara yang tinggi, kekuatan tekan tetap mencapai nilai cukup besar (Siregar, 2009).

Pada percobaan 2, komposisi epoxy ditingkatkan menjadi 25%, dengan cangkang kerang dara dan fly ash masing-masing 50% dan 25%, menghasilkan kekuatan tekan tertinggi kedua sebesar 52,3 MPa. Hal ini mengindikasikan bahwa peningkatan epoxy dalam batas tertentu dapat memperbaiki ikatan antar partikel sehingga meningkatkan kekuatan tekan.

Pada percobaan 3, epoxy ditingkatkan lebih jauh hingga 50%, sedangkan cangkang kerang dara dan fly ash masing-masing 35% dan 15%, kekuatan tekan justru menurun menjadi 45,1 MPa. Penurunan ini dapat disebabkan oleh berkurangnya kandungan partikel penguat (fly ash dan cangkang kerang) sehingga sifat kekuatan mekanis berkurang.

Pada percobaan 4, dengan komposisi epoxy 20%, cangkang kerang dara 60%, dan fly ash 20%, diperoleh kekuatan tekan tertinggi pada seluruh pengujian yaitu 54,7 MPa. Peningkatan ini kemungkinan besar disebabkan oleh kombinasi optimal antara partikel penguat (cangkang kerang dara) dan matriks pengikat (epoxy) yang menghasilkan ikatan yang kuat dan merata.

Sedangkan pada percobaan 5, dengan komposisi epoxy 10%, cangkang kerang dara 50%, dan fly ash 40%, kekuatan tekan menurun menjadi 42,2 MPa. Rendahnya nilai ini dapat dihubungkan dengan proporsi epoxy yang terlalu kecil, sehingga ikatan antar partikel kurang optimal meskipun persentase fly ash tinggi.

Secara umum, tren data menunjukkan bahwa kekuatan tekan dipengaruhi oleh keseimbangan antara matriks pengikat (epoxy) dan partikel penguat (cangkang kerang dara serta fly ash). Komposisi yang terlalu dominan pada salah satu komponen cenderung mengurangi kekuatan tekan material. Nilai optimum pada pengujian ini terdapat pada komposisi 20% epoxy, 60% cangkang kerang dara, dan 20% fly ash.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pengujian yang ditampilkan pada diagram, dapat disimpulkan bahwa variasi komposisi epoksi, cangkang kerang dara, dan fly ash memberikan pengaruh signifikan terhadap kekuatan tekan material yang dihasilkan. Nilai kekuatan tekan tertinggi diperoleh pada percobaan ke-4 sebesar 54,7 MPa, yang dicapai pada komposisi cangkang kerang dara sebesar 60%, epoksi 20%, dan fly ash 20%. Kondisi ini menunjukkan bahwa proporsi cangkang kerang dara yang tinggi, dikombinasikan dengan kadar epoksi dan fly ash yang seimbang, mampu meningkatkan kekuatan mekanik material secara optimal. Sebaliknya, kekuatan tekan terendah diperoleh pada percobaan ke-5 sebesar 42,2 MPa, dengan komposisi epoksi 10%, cangkang kerang dara 40%, dan fly ash 50%, yang mengindikasikan bahwa penggunaan fly ash dalam proporsi terlalu tinggi cenderung menurunkan performa mekanik. Hasil ini juga menunjukkan bahwa peningkatan komposisi epoksi secara berlebihan, seperti pada percobaan ke-3 (50% epoksi), tidak selalu berbanding lurus dengan kenaikan kekuatan tekan. Secara umum, formulasi komposisi yang paling mendekati kondisi optimum untuk memperoleh kekuatan tekan tinggi berada pada kisaran epoksi 20–25%, cangkang kerang dara 50–60%, dan fly ash 20–35%, sehingga ketiga komponen tersebut berperan saling melengkapi dalam meningkatkan sifat mekanik material komposit.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa atas segala karunianya sehingga jurnal ini berhasil diselesaikan. Adapun judul yang dipilih penulis ialah “analisa kekuatan tekan pada *kanvas* rem bahan limbah cangkang kerang dara dan *fly ash* batubara Rifki Hardika Akbar” Terima kasih penulis sampaikan kepada Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc yang telah membantu dan membimbing penulis selama melaksanakan penelitian. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada kedua Orang Tua, serta saudara kandung dan seluruh keluarga atas segala doa juga perhatiannya.

Daftar Pustaka

- Zahra, Rahmalina Nur. "Pemanfaatan Cangkang Kerang Darah (*Anadara granosa*) sebagai Koagulan Alami dalam Menurunkan Kadar TSS dan Kekeruhan." (2021).
- Cipta, Lingkup Hak. "Kajian Pengemasan yang Aman, Nyaman, Efektif dan Efisien." Diambil dari https://simdos.unud.ac.id/uploads/file_penelitian_1_dir/0bf4eea8bc820ac73885fd9b6d954532.pdf (2017).
- Restini, Endah Rahayu, and Yusriani Sapta Dewi. "Pemanfaatan Limbah Batubara Fly Ash Dan Bottom Ash Sebagai Campuran Media Tanam." PROSIDING 4 (2023): 26-37. <https://doi.org/10.59134/prosidng.v4i-.548>
- Syaputra, Ridho. Sifat-Sifat Mekanis Bahan Komposit dengan Serat Kulit Durian sebagai Bahan Penguat. Diss. 2016.
- Handoko, Rahmat Dwi, and Ferry Setiawan. "Pengaruh fraksi serbuk kayu jati terhadap kekuatan komposit partikel dengan pengujian impact." *Teknika STTKD: Jurnal Teknik, Elektronik, Engine* 8.2 (2022): 322-329. <https://doi.org/10.56521/teknika.v8i2.738>
- Putra, Ismet Eka, and Jecky Agusti. "Analisa Pengaruh Beban Pengereman dan Variasi Merk Kampas Rem Terhadap Keausan Kampas Rem." *Rang Teknik Journal* 3.1 (2020):60
- Bimantoro, Leo, and Slamet Putro Raharjo. ANALISIS KUAT TEKAN BATA BETON TERHADAP PENAMBAHAN SAMPAH PLASTIK KULIT KERANG FLY ASH DAN BOTTOM ASH (FABA). Diss. Universitas Islam Sultan Agung Semarang, 2024.
- ABDULLAH, KHARIS. "Pengembangan dan Uji Dinamis Sandwich Panel Berbahan Core Material Limbah Cangkang Kerang pada Konstruksi Kapal." (2018). <https://doi.org/10.29122/jurnalwave.v12i2.2919>
- Abi Yoga, Muhamad. "ANALISIS KARAKTERISITIK KOMPOSIT SERBUK KAYU, SERABUT KELAPA DAN CANGKANG KERANG PADA REM TROMOL SEPEDA MOTOR LISTRIK." *Jurnal Pendidikan Teknik dan Vokasional* 5.2 (2022): 135-140. <https://doi.org/10.21009/JPTV.5.2.135>
- SIMATUPANG, AGUS SAF'I., and SAF'I. AGUS. ANALISA KOEFISIEN GESEKAN KINETIS YANG TERJADI PADA KANVAS REM DEPAN SEPEDA MOTOR BAHAN DASAR KOMPOSIT CANGKANG KELAPA SAWIT DAN POLIURETAN DENGAN TEKANAN PEMBENTUKAN 5 TON. Diss. Fakultas Teknik, Universitas Islam Sumatera Utara, 2025.
- Sarifuddin, Andika. Analisis Pengaruh Pelat Peredam Pitch Di Dasar SPAR Terhadap Redaman= Analysis of the Effect of Pitch Plate Damper in SPAR bottom on Damping. Diss. Universitas Hasanuddin, 2023.
- Syaputra, Dedek. Analisa Kampas Rem Dengan Pemodelan Metode Elemen Hingga. Diss. Universitas Islam Riau, 2021.
- Bimantoro, Leo, and Slamet Putro Raharjo. ANALISIS KUAT TEKAN BATA BETON TERHADAP PENAMBAHAN SAMPAH PLASTIK KULIT KERANG FLY ASH DAN BOTTOM ASH (FABA). Diss. Universitas Islam Sultan Agung Semarang, 2024.

Ramadhan, Rahfie. ANALISA KEKUATAN LENTUR DAN KEKERASAN KAMPAS REM NON ASBESTOS DENGAN VARIASI KANDUNGAN FILLER CANGKANG KELAPA SAWIT. Diss. Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, 2024.