

Analisis Kekuatan Tarik Dan Bending Produk *Caliper Bracket* Motor Berbahan Limbah Aluminium Hasil *Sand Casting*

Rivandy Ahlal Fikri¹, Zainal Abadi², Budi Syahri³, Wanda Afnison⁴

¹²³⁴Program Studi Teknik Mesin, Universitas Negeri Padang
e-mail : rivandyahlal2018@gmail.com, zainalabadi87@gmail.com,
budisyahri@ft.unp.ac.id, wandaafnison@ft.unp.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kekuatan tarik dan bending dari caliper bracket motor yang diproduksi menggunakan limbah aluminium melalui metode sand casting. Aluminium daur ulang digunakan sebagai bahan utama karena sifatnya yang ringan dan kemudahan dalam pembentukan ulang. Proses penelitian diawali dengan peleburan aluminium dan pengecoran ke dalam cetakan pasir yang dipadatkan menggunakan bentonite sebagai pengikat. Setelah produk caliper bracket terbentuk, pengujian dilakukan melalui uji tarik dan uji bending menggunakan Universal Testing Machine (UTM). Uji tarik digunakan untuk menentukan tegangan dan modulus elastisitas, sedangkan uji bending menilai kemampuan material menahan beban lentur hingga terjadi deformasi permanen. Hasil pengujian menunjukkan bahwa caliper bracket hasil sand casting memiliki nilai kekuatan tarik rata-rata sebesar 10,53 MPa, lebih tinggi dibandingkan produk standar pabrik sebesar 6,44 MPa. Untuk uji bending, rata-rata kekuatan bending pada produk hasil casting mencapai 149,994 MPa, yang juga lebih tinggi dari produk standar sebesar 135,673 MPa. Temuan ini menunjukkan bahwa pemanfaatan limbah aluminium dengan metode sand casting dapat menghasilkan produk dengan kekuatan yang memadai dan layak untuk digunakan dalam komponen otomotif.

Kata Kunci : *Caliper Bracket, Sand Casting, Aluminium Daur Ulang, Kekuatan Tarik, Kekuatan Bending*

Abstract

This study aims to analyze the tensile and bending strength of a motorcycle caliper bracket produced using aluminum waste through the sand casting method. Recycled aluminum was used as the main material due to its lightweight nature and ease of reshaping. The research process begins with aluminum melting and casting into a compacted sand mold using bentonite as a binder. After the caliper bracket product is formed, testing is carried out through tensile tests and bending tests using a Universal Testing Machine (UTM). The tensile test is used to determine the stress and modulus of elasticity, while the bending test assesses the ability of the material to withstand

bending loads until permanent deformation occurs. The test results show that the sand casting caliper bracket has an average tensile strength value of 10.53 MPa, higher than the factory standard product of 6.44 MPa. For the bending test, the average bending strength of the casting product reached 149.994 MPa, which is also higher than the standard product of 135.673 MPa. These findings indicate that the utilization of aluminum waste by sand casting method can produce products with adequate strength and are suitable for use in automotive components.

Keywords: *Caliper Bracket, Sand Casting, Recycled Aluminum, Tensile Strength, Bending Strength*

PENDAHULUAN

Perkembangan asesoris motor pada zaman sekarang, sangat signifikan terhadap masyarakat di dunia otomotif terutama dalam modifikasi motor pada pengereman yang mana berperan sangat penting dalam kendaraan. Salah satu asesoris *Brecket calliper* komponen yang penting dalam sistem pengereman sepeda motor, dan asesoris yang terkait sering kali menjadi fokus bagi penggemar modifikasi. Pengguna material yang lebih ringan dalam pembuatan *brecket calliper* dapat penggunaan aluminium yang diperkuat atau bahkan serat karbon untuk mengurangi bobot dan meningkatkan kekuatannya. Perkembangan asesoris tersebut bertujuan untuk meningkatkan kinerja, keamanan motor, yang terpenting selalu memperhatikan standar keselamatan dan kompatibilitas *brecket calliper* pada sepeda motor.

Aluminium sering digunakan sebagai bahan untuk pembuatan komponen asesoris motor seperti, piston, bak mesin, foot step, hendel rem, brecket calliper dan lainnya. Aluminium merupakan logam yang bersifat lunak dan dapat dicampur dengan unsur-unsur lain seperti tembaga, silium, managan, magnesium dan sebagainya. Hal ini dikarenakan aluminium memiliki sifat fisis dan mekanik yang dapat diperbaiki, bahan baku yang mudah didapat juga relatif murah.

Limbah aluminium yang digunakan dapat diperoleh dari campas rem, kaleng minuman. Aluminium dapat dimanfaatkan kembali melalui proses daur ulang untuk mengurangi dampak lingkungan.

Penggunaan Produk aluminium yang mengakibatkan timbulnya limbah yang dampaknya sangat berbahaya untuk lingkungan. Aluminium pada zaman sekarang banyak digunakan pada asesoris motor salahsatunya *caliper brecket*. Selain itu, bahan dasar untuk membuat brecket calliper sangat terbatas, pengolahannya memerlukan dana yang cukup besar. Sehingga perlu dilakukan daur ulang (*recycle*) dari limbah aluminium untuk digunakan sebagai material teknik. Pemanfaatan kembali limbah aluminium daur ulang yang tidak mempunyai nilai ekonomi dan dijadikan barang yang mempunyai nilai ekonomi, selain itu akan lebih menghemat sumber daya alam yang ada. Salah satunya dengan cara di daur ulang kembali dengan cetakan *sand casting* salah satu teknik yang digunakan untuk mndaur ulang limbah aluminium yang dapat dilelehkan dan di cetak dalam cetakan pasir untuk membentuk berbagai produk komponen asesoris motor. (Dendi Santika,2022).

Proses pengecoran logam merupakan proses pembuatan produk yang diawali dengan mencairkan logam tungku peleburan kemudian dituangkan kembali ke dalam cetakan hingga logam cair tersebut membeku dan kemudian dipindahkan ke dalam cetakan.

Maka dari itu peneliti mendapatkan ide meneliti pembuatan produk asesoris menggunakan cetakan *sand casting*. Adapun produk asesoris bracket calliper yang diproduksi selama ini yaitu menggunakan metode pengecoran *sand casting* dan cetakan pasir yang sudah digunakan, cetakan logam atau cetakan *sand casting* sekarang banyak dikembangkan untuk membuat produk komponen asesoris. Pengecoran cetakan pasir didahului dengan pembuatan model yang dapat dipecah menjadi dua bagian atau lebih, membuat adonan pasir cetak yang terdiri dari pasir, tanah liat, pengikat dan air. Dimana peneliti berfokus kepada penelitian yang berjudul Analisis Kekuatan Tarik Dan Bending Produk *Caliper Bracket Motor* Berbahan Limbah Aluminium Hasil *Sand Casting*. Dengan harapan penelitian ini dapat mengetahui kekuatan produk yang menggunakan cetakan *sand casting*.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental untuk mengkaji kekuatan tarik dan bending pada caliper bracket yang terbuat dari aluminium daur ulang. Proses penelitian dimulai dengan pembuatan caliper bracket menggunakan metode *sand casting* atau pengecoran pasir, di mana aluminium dilebur dan dituangkan ke dalam cetakan pasir yang dipadatkan dengan bentonite sebagai pengikat. Setelah spesimen caliper bracket terbentuk, pengujian dilakukan menggunakan dua jenis pengujian, yaitu uji tarik dan uji bending. Uji tarik bertujuan untuk mengukur tegangan, regangan, serta modulus elastisitas material, sementara uji bending berfungsi untuk menilai kekuatan material secara visual, terutama dalam menahan beban lentur sebelum mengalami deformasi atau keretakan permanen.

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui kedua jenis pengujian tersebut. Pada uji tarik, data diambil dari titik di mana material mulai patah atau retak secara permanen akibat gaya tarik yang diberikan. Hasil ini kemudian dihitung sebagai kekuatan tarik, yang merupakan rasio antara gaya maksimal yang diterapkan pada spesimen dengan luas penampang awal. Sementara itu, pada uji bending, tekanan diberikan pada permukaan spesimen untuk mengamati ketahanan terhadap beban lentur.

Data yang diperoleh dari pengujian ini dianalisis menggunakan metode statistik dengan menghitung nilai rata-rata dan standar deviasi dari kekuatan tarik dan bending yang terukur. Analisis ini memungkinkan evaluasi terhadap kualitas material hasil cetakan *sand casting* jika dibandingkan dengan produk caliper bracket buatan pabrikan. Penelitian ini berlangsung selama bulan Juli hingga Agustus 2024 di Laboratorium Metalurgi, Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang, dan bertujuan untuk memahami karakteristik kekuatan material dari aluminium daur ulang sebagai bahan pembuatan caliper bracket.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Setelah dilakukan pengecoran, maka hasil pengecoran *caliper bracket* dapat di jelaskan sebagai berikut:

1. Hasil Pengecoran

Hasil cetakan pertama memiliki kekerasan yang kurang baik, tingkat kesempurnaan yang baik, namun memiliki penyusutan dan rontokan cetakan.

Hasil cetakan kedua memiliki kekasaran baik, tingkat kesempurnaan yang baik dan rendahnya penyusutan cetakan.

Hasil dari pengecoran dari cetakan pasir pengikat bentonit, seperti ditunjukkan pada gambar 28:



Gambar 1. Hasil coran *caliper bracket* sebelum finishing

2. Hasil Pengecoran Setelah Finising

Setelah dilakukan finishing pada hasil coran maka diperoleh hasil produk, seperti ditunjukkan pada gambar 29:



Gambar 2. Hasil Coran *caliper bracket* Setelah Finishing

3. Spesimen Uji Tarik

Setelah dilakukan finishing pada hasil coran maka untuk dilakukan pengujian kekerasan dan mikrostruktur perlu dilakukan pemotongan menjadi spesimen uji, seperti ditunjukkan pada gambar 30.



a

b

(Spesimen Produk *Casting*) (Spesimen Produk standar)

gambar 3. Spesimen *Caliper Bracket* Pengujian Tari

4. Spesimen Uji Bending

Setelah dilakukan finishing pada hasil coran maka untuk dilakukan pengujian bending perlu dilakukan pemotongan menjadi spesimen uji, seperti ditunjukkan pada gambar 31.



(Spesimen *caliper brackhet* standar) (Spesimen *Caliper Brackhet Casting*)
Gambar 4. Spesimen *caliper brackhet* sebelum pengujian tarik

B. Pengujian Hasil Pengecoran *Caliper Bracket*

Dalam penelitian ini dilakukan pengujian dengan melihat hasil pengujian tarik dan pengujian bending.

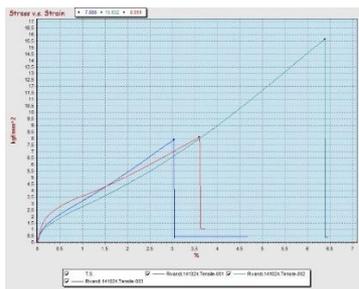
1. Hasil Pengujian Tarik *caliper brackhet casting*

Hasil pengujian tarik pada spesimen 1,2 dan 3 memiliki beban maksimal yang berbeda, setiap spesimen dapat terlihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Tarik Pada Spesimen Produk *Casting*.

Spesimen	Area mm^2	Max Force N	Yield Strength N/mm^2	Tensile Strength N/mm^2	Young Modulus N/mm^2
Aluminium <i>Caliper Bracket. (casting)</i> 1	68	536.414	7.89	7.89	485
Aluminium <i>Caliper Bracket. (casting)</i> 2	68	1062.95	7.41	15.63	541
Aluminium <i>Caliper Bracket.(Casting)</i> 3	68	550.220	3.79	8.09	329
Rata-rata	10.53 (Mpa)				
Standar devisisasi	4,412 (Mpa)				

Seperti yang di tunjuk pada tabel 1. Hasil pengujian Tarik pada produk *casting*, pada spesimen 1, memiliki beban tengangan maksimal 536.414 N dan Tensile Strength $7.89 N/mm^2$, pada spesimen 2 memiliki beban tegangan maksimal 1062.95 N dan Tensile Strength $15.63 N/mm^2$, dan pada spesimen 3 memiliki beban tegangan maksimal 550.220 N dan Tensile Srength $8.09 N/mm^2$, untuk mengetahui nilai rengangan dan patahan ya spesimen bisa dilihat pada gambar 33. Grafik tensile Tes Report ASTM E 8 berikut ini :



Gambar 5. Grafik Tensile Test Report ATSM E 8

Dilihat pada grafik saat spesimen mengalami tekanan maksimal kurva menurun drastis, karena spesimen tersebut mengalami patah saat diberikan tekanan maksimal, dan pertambahan panjang yang terjadi pada spesimen bisa dilihat pada grafik tersebut, pada spesimen 1 pertambahan panjang yang terjadi saat spesimen mengalami patahan, yaitu 0,5 mm, spesimen 2 pertambahan panjang yang terjadi saat spesimen mengalami patahan, 0,2 mm dan spesimen 3 pertambahan panjang yang terjadi saat spesimen mengalami patahan 0,2 mm.

Nilai rata – rata tensile strength dari 3 spesimen tersebut dibandingkan dengan nilai tensile strength standar yang dilakukan oleh peneliti adalah $10,53 \text{ N/mm}^2$.

2. Hasil Pengujian Tarik caliper brackhet standar pabrik

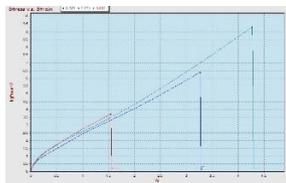
Hasil pengujian tarik pada spesimen 1,2 dan 3 memiliki beban maksimal yang berbeda, setiap spesimen dapat terlihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Tarik Pada Spesimen produk Standar

Spesimen	Area mm^2	Max Force N	Yield Strength N/mm^2	Tensile Strength N/mm^2	Young Modulus N/mm^2
Aluminium Caliper Bracket,(standar) 1	80	509,850	2.79	6.37	131
Aluminium Caliper Bracket,(standar) 2	80	741,838	3.94	9.27	162
Aluminium Caliper Bracket,(standar) 3	80	294,543	2.99	3.68	176
Rata-Rata			6.44 (Mpa)		
Standar devisiasai			2,795 (Mpa)		

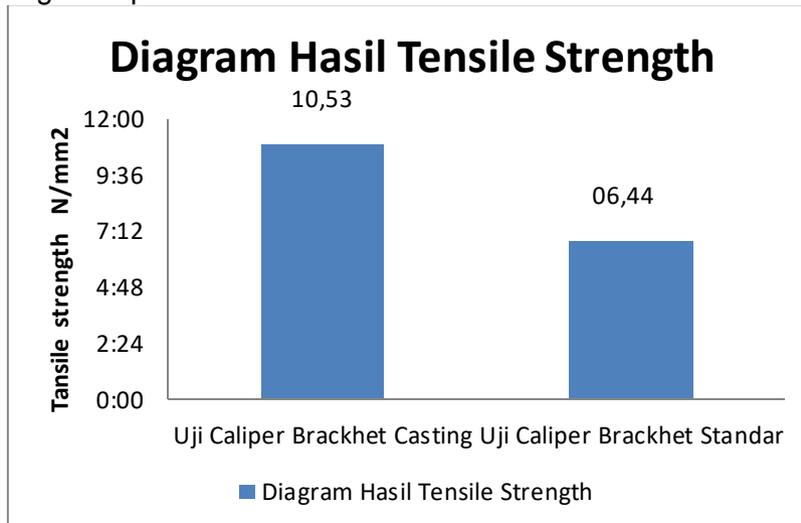
Seperti yang di tunjuk pada tabel 1. Hasil pengujian Tarik pada produk standar, pada spesimen 1, memiliki beban teggangan maksimal 509.85 N dan Tensile Strength 6.37 N/mm^2 , pada spesimen 2 memiliki beban teggangan maksimal 741.834 N dan Tensile Strength 9.27 N/mm^2 , dan pada spesimen 3 memiliki beban teggangan maksimal 294.543 N dan Tensile Srength 3.68 N/mm^2 , untuk mengetahui nilai

rengangan dan patahan ya spesimen bisa dilihat pada gambar 35. Grafik tensile Test Report ASTM E 8 berikut ini :



Gambar 35. Grafik Tensile Test Report ATSM E 8

Dilihat pada grafik saat spesimen mengalami tekanan maksimal kurva menurun drastis, karena spesimen tersebut mengalami patah saat diberikan tekanan maksimal, dan pertambahan panjang yang terjadi pada spesimen bisa dilihat pada grafik tersebut, pada spesimen 1 pertambahan panjang yang terjadi saat spesimen mengalami patahan, yaitu 0.3 mm, spesimen 2 pertambahan panjang yang terjadi saat spesimen mengalami patahan, 0.3 mm dan spesimen 3 pertambahan panjang yang terjadi saat spesimen mengalami patahan 0.3 mm.



Gambar 36. Diagram Batang Nilai Tensile Strength

Berdasarkan gambar 36.dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Pada diagram batang diatas nilai hasil produk *casting* adalah 10.53 N/mm² dan nilai rata – rata spesimen produk standar 6.44 N/mm². Jadi perbandinga nilai rata – rata dari 6 spesimen yang dimana 3 spesimen produk hasil *casting* dan 3 spesimen dari produk standar dimana nilai rata – rata tensile strength produk *caliper brackhet casting* berbahan limbah campas rem lebih tinggi dibandingkan produk *caliper brackhet standar*.
2. Jadi nilai rata –rata tensile strength dari 3 spesimen uji tarik dari produk *caliper brackhet* hasil *casting* berbahan limbah campas rem motor tersebut layak untuk di gunakan dan diproduksi.
3. Hasil Pengujian Bending caliper brackhet standar pabrik

Pada pengujian bending ini menggunakan alat UTM (Universal Tensile Machine), dengan diambil beban maksimal suatu tengangan yang dapat ditahan oleh 3 spesimen dari spesimen caliper bracket yang di potong sampai akhirnya spesimen tersebut patah atau patah. Seperti ditunjukkan gambar 37 :



Gambar 6. Spesimen Caliper Bracket Sebelum Dan Sesudah Pengujian Bending

Berikut tabel hasil pengujian bending produk *caliper bracket* standar :

Material yang digunakan pada pembuatan produk caliper bracket ini berbahan dasar limbah aluminium campas rem motor yang lebur sampai cair dengan suhu 400-750°C. sebelum pengujian bending dilakukan, spesimen dibentuk dengan sesuai standar yang sudah di tentukan yaitu standar ASTM E-290 pengujian logam dengan diperbandingkan antara produk hasil coran dan juga standar. Pengujian dilakukan dengan menggunakan Universal Testing Machine.

Hasil pengujian bending dapat dilihat pada tabel 3.

No	Spesimen	Bending Strength (Mpa)		
		1	2	3
1.	<i>Caliper Bracket</i> Standar	121.556	160.206	125.259
2.	<i>Caliper Bracket Casting</i>	155.241	144.483	150.260

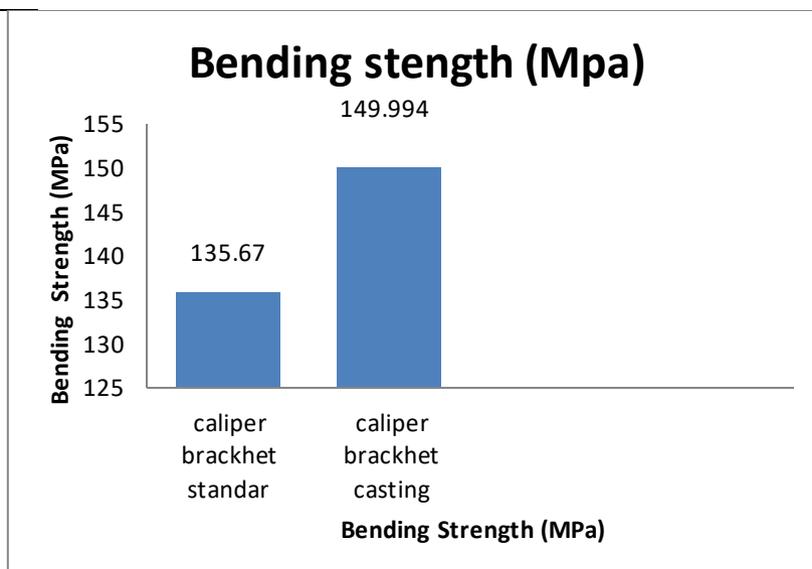
Berdasarkan tabel di atas, data didapatkan dari hasil pengujian memiliki hasil dengan nilai perbedaan yang jauh. Oleh karena itu, hasil data yang di uji dari tiga sampel yang di ambil dari produk caliper bracket tersebut. Hasil data pengujian bending yang digunakan yaitu data bending strenght dengan nilai yang paling kuat antara kedua produk standar dan hasil casting setiap spesimen yang di tunjukan pada tabel 3.

Tensile strenght pada setiap spesimen uji hasil pengaruh suhu tuang pada proses pengecoran aluminium terhadap kekuatan bending mngunakan metode sand casting memiliki nilai yang meningkat, menunjukkan bahwa hasil data dengan perbedaan yang jauh mempunyai kekurangan padahasil pengecoran yang di sebabkan oleh tidak sempurnanya hasil coran logam tersebut. Hal ini mengakibatkan kelemahan pada kekuatan bending yang ada pada spesimen 37.

Berdasarkan tabel di atas, kekuatan bending dari produk standar dan juga hasil cetakan pasir dapat di lihat bahwa, semakin tinggi suhu peleburan pada limbah campas rem tersebut maka semakin tingi juga kekuatan bending dari produk caliper bracket hasil casting tersebut. Hal ini berbanding lurus dengan hasil penelitian sebelumnya (Gerson, G., Kismanti, S. T., & Nurdin, M. F. (2023)) mengatakan bahwa Dalam pemberian beban dan penentuan dimensi mandrel ada beberapa factor yang harus diperhatikan yaitu kekuatan tarik, komposisi kimia dan struktur mikro. Dapat disimpulkan bahwa semakin rendah suhu temperatur peleburan maka berpengaruh pada struktur kekuatan bending dari suatu produk tersebut.

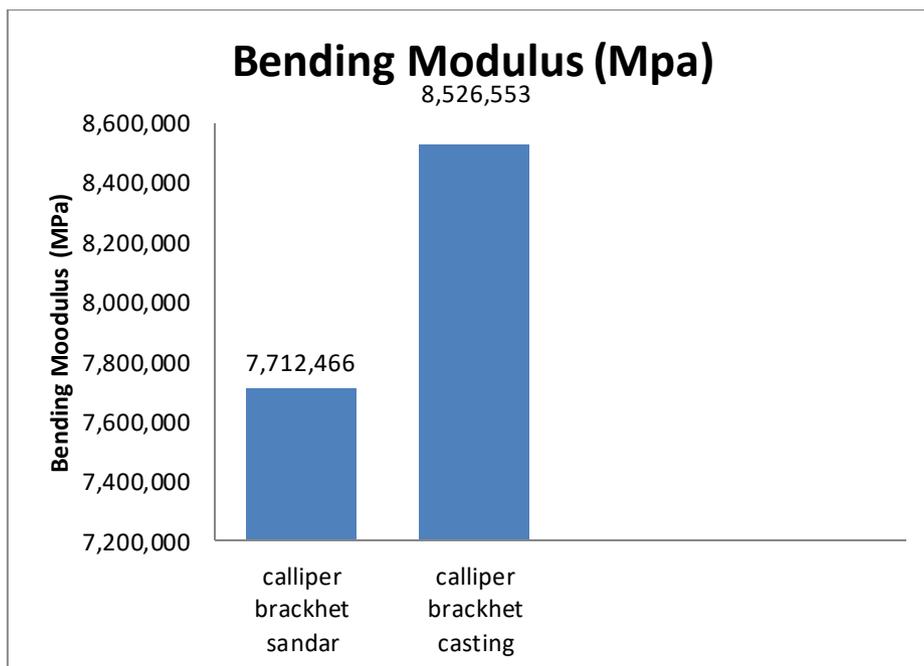
Tabel 4. Data kekuatan bending yang digunakan

No	Spesimen	bending Strength (Mpa)			Rata-rata (Mpa)	Standar devisiasi (Mpa)
		1	2	3		
1.	<i>Caliper Bracket Standar</i>	121.556	160.206	125.259	135.673	21,326,1479
2.	<i>Caliper Brackhet Casting</i>	155.241	144.483	150.260	149.994	53,795,985



Gambar 7. Bending Strength (Mpa)
Tabel 5. Bending Modulus

No	Spesimen	Bending Modulus			Rata-rata (Mpa)	Standar divisiasi (Mpa)
		1	2	3		
1	<i>Caliper Bracket Standar</i>	6909.944	9107.012	7120.443	7.712.466	1212,28943
2	<i>Caliper Brackhet Casting</i>	8824.793	8213.245	8541.621	8.526.553	306,0532



Gambar 8. Bending Modulus (Mpa)

Berdasarkan tabel 4 meenunjukkan bahwa kenaikan pada bending strength caliper brackhet casting di bandingkan caliper bracket standar variasi bending strength produk caliper brackhet standar variasi lebih rendah dari produk coran berbahan limbah aluminium campas rem motor yaitu 135,673 Mpa, sedangkan bending strength produk hasil casting berbahan campas rem dengan rata-rata 149,994 Mpa, jadi perbandingan nilai rata-rata dari dua produk standar variasi lebih rendah dari produk casting berbahan limbah campas lebih tinggi.

Berdasarkan tabel 5 menunjukkan bahwa kenaikan pada bending modulus pada produk caliper brackhet hasil casting berbahan campas rem, bending modulus produk meningkat dari produk coran berbahan limbah campas rem yaitu 8,526,553 Mpa sedangkan hasil modulus produk standar variasi yaitu 7,712,446 Mpa, bending modulus paling tinggi diperoleh pada produk hasil casting berbahan limbah campas rem dengan nilai 8,526,553 Mpa, sedangkan bending modulus terendah didapat pada produk standar variasi dengan nilai 7,712,446 Mpa.

Pembahasan

Hasil data yang mengungkapkan bahwa hasil pengujian kekuatan tarik dan bending produk caliper brackhet standar dan produk coran berbahan limbah campas rem menunjukkan perbedaan signifikan ketahanan material, pada pengujian kekuatan tarik, caliper brackhet casting berbahan campas rem menunjukkan nilai rata-rata lebih tinggi dibandingkan prooduk caliper brackhet standar, hal ini di sebabkan oleh komposisi material campas rem lebih ideal untuk dipergunakan dan dijadikan komponen otomotif.

Hal ini menyatakan bahwa produk hasil coran berbahan limbah campas rem motor mengakibatkan peningkatan pada tensile strength dan juga bending strength tersebut. maka produk tersebut layak untuk di produksi.

SIMPULAN

Penelitian mengenai pengujian produk caliper brackhet berbahan limbah campas rem dan diprbandingkan dengan hasil pengujian produk standar variasi dengan menggunakan Universal Testing Machine dengan proses pembuatan produk menggunakan metode sand casting. Hasil yang memperoleh nilai paling tinggi yaitu produk hasil cetakan pasir berbahan limbah campas rem motor dengan nilai tensil strength sebesar 10,53Mpa sedangkan untuk nilai tertinggi pada pengujian bending yaitu produk caliper brackhet hasil casting berbahan limbah campas rem dengan nilai sebesar 149,994 Mpa. Hal ini produk hasil pengolahan limbah campas rem sangat ideal dan layak untuk digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriliyanto, P., & Mahendra, A. (2014). Analisis variabel proses produk pengecoran logam menggunakan cetakan sand casting. *Jurnal Teknik Mesin*, 02(02), 70–78.
- Barajas, C., de Vicente, J., Caja, J., Maresca, P., & Gómez, E. (2017). Considerations to the hardness Brinell measurement using optical equipment. *Procedia Manufacturing*, 13, 550–557. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.089>
- Caprili, S., Mattei, F., Mazzatura, I., Ferrari, F., Gammino, M., Mariscotti, M., Mori, M., & Piscini, A. (2022). Evaluation of mechanical characteristics of steel bars by nondestructive Vickers micro-hardness tests. *Procedia Structural Integrity*, 44(2022), 886–893. <https://doi.org/10.1016/j.prostr.2023.01.115>
- Chen, H., Alamnie, M. M., Barbieri, D. M., Zhang, X., Liu, G., & Hoff, I. (2023). Comparative study of indirect tensile test and uniaxial compression test on asphalt mixtures: Dynamic modulus and stress-strain state. *Construction and Building Materials*, 366(October 2022), 130187. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.130187>
- Eviyanti, N. (2021). Analisis Fishbone Diagram Untuk Mengevaluasi Pembuatan Peralatan Aluminium Studi Kasus Pada Sp Aluminium Yogyakarta. *JAAKFE UNTAN (Jurnal Audit Dan Akuntansi Fakultas Ekonomi Universitas Tanjungpura)*, 10(1), 10. <https://doi.org/10.26418/jaakfe.v10i1.45233>
- Fidelus, J. D., Germak, A., & Origlia, C. (2021). Bilateral comparison in Rockwell C hardness scale between INRiM and GUM. *Measurement: Sensors*, 18, 3–5. <https://doi.org/10.1016/j.measen.2021.100360>
- Firdaus, A., Tjahjono, A., & Saptari, S. A. (2019). Analisis Pengaruh Bentuk Filler Pada Komposit Batang Bambu Terhadap Nilai Kekerasan (Hardness Shore D). *Al-Fiziya: Journal of Materials Science, Geophysics, Instrumentation and Theoretical Physics*, 1(2), 1–6. <https://doi.org/10.15408/fiziya.v1i2.9506>
- Sari, J., & Martianis, E. (2019). Analisa Getaran Footers(Pijakan) Pada Sepeda Motor Non-Matic Dengan Variasi Kecepatan. *Seminar Nasional Industri Dan*

- Teknologi (SNIT)*, 129–144.
- Sastranegara, O. A. (n.d.). *Mengenal Uji Tarik dan Sifat sifat Mekanik Logam*.
- Setiawan, H. (2015). Pengujian Kekuatan Tarik Produk Cor Propeler Aluminium. *Prosiding SNATIF Kedua*, 429–434.
- Wibowo, T. N., & Pratiwi, Y. D. (2021). *Pengaruh Variasi Colling pada Pengelasan GMAW Terhadap Uji Tarik dan Uji Kekerasan pada Baja ST 60*. 02(01), 22–26. <https://doi.org/10.35970/accurate.v2i1.578>
- Suprpto, W. (2017). *Teknologi Pengecoran Logam*. Malang: UB Press.
- Mizhar, S., & Fauzi, R. (2016). Pengaruh penambahan magnesium terhadap kekerasan, kekuatan impact dan struktur mikro pada aluminium paduan (Al-Si) dengan metode lost foam casting. *MEKANIK: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 2(2).
- Sinaga, N., & Nugraha, R. (2016). Pemanfaatan Limbah Aluminium Sebagai Bahan Baku Aksesoris. *eProceedings of Art & Design*, 3(2).
- Utama, I. M. (2020). Analisis Kerangka Sepeda Amfibi dari Limbah Kaleng. *Tegal: Universitas Pancasakti Tegal*.
- Purnawan, Ade, Sarjito Jokosisworo, and Hartono Yudo. "Analisa Kekuatan Tarik Dan Komposisi Bahan Paduan Aluminium Limbah Piston Dengan Metode Metal Casting Untuk Bahan Jendela Kapal." *Jurnal Teknik Perkapalan* 4.4 (2016).