

Analisa Defleksi Tulang Kerbau Dengan Beban Terpusat Pada Tumpuan Sederhana

Rizky Imanuel Ramba Paembonan¹, Musa B. Palungan², Karel Tikupadang³

¹Program Studi Teknik Mesin, Universitas Kristen Indonesia Paulus
Jl. Perintis Kemerdekaan Km 13 Daya, Makassar 90243
Email : riskynuel0@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kekuatan tarik dan defleksi tulang kerbau. Kegiatan penelitian ini dilakukan pada Lab Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar. Metode yang dipakai dalam penelitian ini adalah pengujian tarik dan defleksi untuk mengetahui kekuatan tarik tulang kerbau dan kelendutan tulang kerbau. Berdasarkan penelitian dan analisa data yang telah dilakukan, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut. Pengasapan berpengaruh terhadap kekuatan tarik tulang kerbau dimana kekuatan tarik tulang kerbau tanpa pengasapan (σ) = 58,50 MPa, sedangkan kekuatan tarik tulang kerbau dengan pengasapan 5 hari sebesar (σ) = 75,94 MPa. Defleksi tulang kerbau yang tanpa di asapi dan yang di asapi untuk beban yang sama menghasilkan defleksi yang berbeda, untuk beban 5 N defleksi, tulang kerbau tanpa pengasapan (Y) = 0,196 mm sedangkan yang dengan pengasapan (Y) = 0,144 mm. Beban berbanding lurus dengan defleksi, semakin besar beban semakin besar defleksi.

Kata kunci : Tulang Kerbau, pengujian Tarik, Pengujian Defleksi

Abstract

This study aims to analyze the tensile strength and deflection of buffalo bones. This research activity was carried out at the Mechanical Engineering Lab, Faculty of Engineering, Paulus Indonesian Christian University, Makassar. The method used in this research is tensile and deflection testing to determine the tensile strength of buffalo bones and the flexibility of buffalo bones. Based on the research and data analysis that has been carried out, the following conclusions are obtained. Fumigation affects the tensile strength of buffalo bones where the tensile strength of buffalo bones without smoking (σ) = 58.50 MPa, while the tensile strength of buffalo bones with 5 days of smoking is (σ) = 75.94 MPa. The deflection of buffalo bones without smoking and smoking for the same load produces different deflections, for a load of 5 N deflection, buffalo bones without smoking (Y) = 0.196 mm while those with smoking (Y) = 0.144 mm. The load is directly proportional to the deflection, the greater the load the greater the deflection.

Keywords: Buffalo Bone, Tensile testing, Deflection testing.

1. Pendahuluan

Keberadaan tulang kerbau dan tulang hewan yang lain seperti sapi masih banyak di jumpai tetapi dalam bentuk limbah, terkadang dimanfaatkan tetapi sebagai hiasan atau *souvenir* atau cinderamata (Wahyono H, 2016). Potensi penggunaan tulang sapi sebagai produk industri memiliki peluang karena tulang hewan seperti sapi memiliki sifat mekanis yang baik seperti kekuatan tarik dan impact (Arifki Pratama, 2023).

Khusus daerah Tana Toraja dan Toraja Utara, tulang kerbau merupakan komoditi yang banyak dijumpai dikarenakan banyaknya kegiatan tradisional dengan melibatkan prosesi pemotongan hewan seperti kerbau. Namun tulang kerbau masih dijadikan komoditas bahan utama pembuatan makanan (Sadidan, 2015).

Didalam kehidupan sehari-hari kita sering dijumpai permasalahan defleksi, baik defleksi pada baja, besi maupun kayu. Oleh sebab itu, dalam perancangan suatu bagian mesin atau struktur, besarnya defleksi atau lendutan memegang peranan

yang penting dan perlu diperhitungkan, contohnya saja pada struktur mesin. Jika seorang *engineer* tidak memperhitungkan, maka akan berakibat pada penggunaan mesin tersebut karena faktor lendutan yang lebih besar akan mempengaruhi faktor pada struktur tersebut. (Ibnu Kaldum, 2021)

2. Tulang Kerbau

Tulang merupakan jaringan ikat, terdiri dari sel, serat, dan substansi dasar yang berfungsi untuk penyokong dan pelindung kerangka. Tulang merupakan penyokong tubuh dan pelindung otot dan tendo untuk daya gerak. Sifat fisik tulang sangat kuat, tahan kompresi, sedikit elastis dan sekaligus merupakan materi yang relatif ringan. Tulang juga cukup responsif terhadap pengaruh *metabolik*, *nutrisional*, dan *endokrin*. Namun, dengan segala kekuatan dan kekerasannya, tulang merupakan materi hidup yang dinamis, secara tetap diperbaharui dan dikonstruksi ulang dalam seumur hidup (Fawcett, 2002).

Tulang sapi dan kerbau merupakan contoh produk ekspor yang memiliki peluang cukup besar.

Meski sering dianggap limbah, ternyata memiliki nilai ekonomi untuk ekspor ke Jepang (Dewi Anggriani, 2022). Tulang kerbau di Indonesia sering merupakan limbah atau sampah yang tidak dimanfaatkan atau dibuang begitu saja (Anonim, 2024).



Gambar 1. Tulang kerbau yang tidak dimanfaatkan (Banjar Chaeruddin, 2022)

Uji Tarik

Pada pengujian tarik akan diberi beban secara kontinyu dan secara perlahan akan ditambah bebannya, bersamaan dengan itu dilakukan pengamatan mengenai perpanjangan yang dialami spesimen. Pertambahan beban yang sama akan menghasilkan panjang dan spesimen akan bertambah panjang dengan sendirinya tanpa diberikan penambahan beban. Hal ini terjadi karena spesimen mengalami luluh (*yield*). Kondisi ini hanya terjadi sebentar saja dan setelah itu akan naik kembali kenaikan beban yang diberikan akan berlangsung sampai mencapai titik maksimum, untuk spesimen yang ulet beban tarik akan turun lagi sampai akhirnya spesimen putus. Pada saat mencapai beban maksimum Apabila spesimen telah putus maka dapat dihitung Tegangan, Regangan dan reduksi Penampang dari spesimen tersebut dengan menggunakan persamaan berikut ini :

1. Tegangan tarik

$$\sigma = \frac{F}{A} \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan

σ : Tegangan tarik (MPa)

F : Beban tarik (N)

A : Luas penampang (mm²)

2. Regangan:

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100 \% \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan:

ε : Regangan

ΔL : Pertambahan panjang (mm)

L_0 : Panjang mula-mula (mm)

3. Modulus elastis

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan :

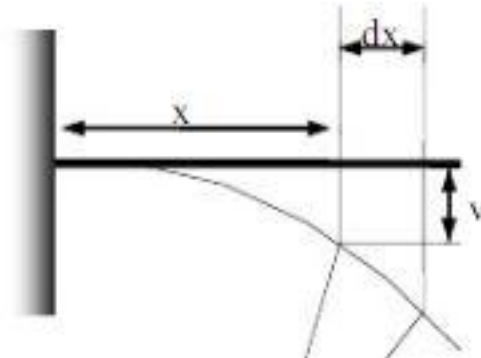
E : Modulus elastisitas (MPa)

σ : Tegangan (MPa)

ε : Regangan (%)

Uji Defleksi

Pengertian defleksi adalah Suatu batang atau beam yang diberi tumpuan pada bagian ujungnya akan mengalami lendutan atau defleksi apabila terdapat gaya atau beban yang bekerja pada batang tersebut. Defleksi adalah besarnya pergeseran atau perpindahan pada batang akibat dari adanya beban yang bekerja pada batang tersebut (etsworlds 2019)



Gambar 2. Defleksi (Etsworlds, 2019)

Defleksi yang terjadi pada suatu batang akan berhubungan secara langsung dengan regangan pada batang tersebut. Apabila regangan yang terjadi pada suatu struktur akan berbanding lurus dengan tegangan struktur tersebut, sehingga analisa mengenai defleksi merupakan suatu hal yang sangat penting dalam mempertimbangkan suatu struktur karena berhubungan dengan desain struktur dan keamanan suatu struktur.

3. Metode

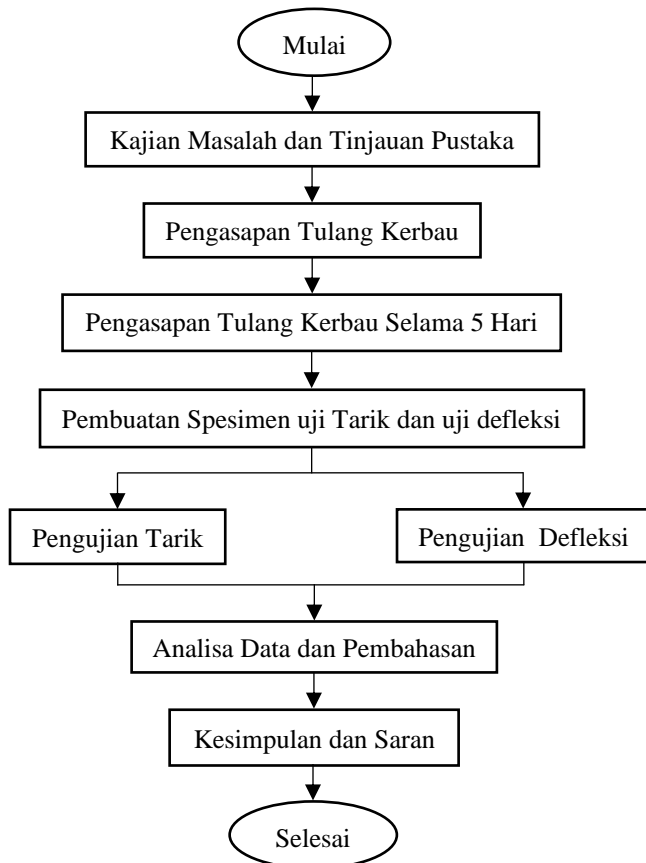
Penelitian ini dilaksanakan dimulai dari proses pengambilan tulang kerbau pada tanggal 10 januari 2024 di Bori Lombongan, Toraja Utara selanjutnya dilakukan proses pengasapan dan penjemuran tulang kerbau selama 5 hari dari tanggal 15 januari 2024 dan pada bulan Februari – Maret 2024 dilakukan pembuatan spesimen dan pengujian pada laboratorium program studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar.

Alat dan bahan

Alat dan bahan yang digunakan adalah sebagai berikut

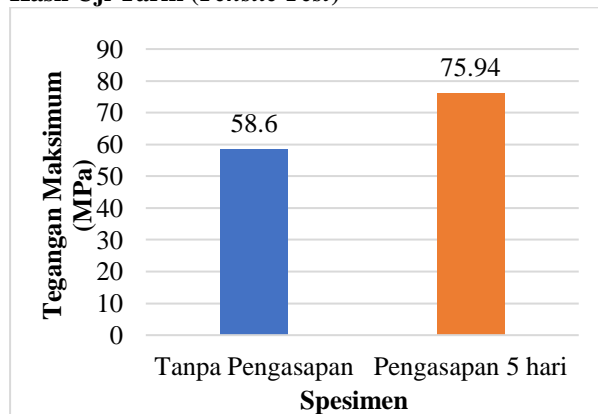
- a. Gurinda untuk memotong spesimen tulang kerbau
- b. Mistar untuk mengukur panjang spesimen tulang kerbau
- c. Amplas gerinda untuk menghaluskan spesimen tulang kerbau
- d. Tempurung untuk mengasapi spesimen tulang kerbau
- e. Spidol untuk menandai spesimen tulang kerbau yang akan di gerinda
- f. Mesin Uji Tarik
- g. Defleksi
- h. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tulang kerbau yang diambil dari paha belakang kaki kerbau

Diagram Alir Penelitian



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

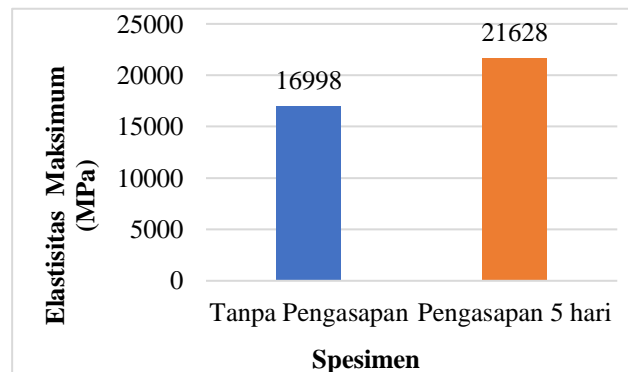
4. Hasil dan Pembahasan Hasil Uji Tarik (*Tensile Test*)



Gambar 4. Grafik Hubungan Antara Jenis Spesimen VS Kekuatan Tarik Rata-Rata (MPa)

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat diketahui pengaruh pengasapan tegangan tarik rata-rata tulang kerbau dimana spesimen tulang tanpa pengasapan diketahui kekuatan tarik rata-rata sebesar 58,60 MPa, sedangkan pada spesimen tulang dengan perlakuan pengasapan selama 5 hari mempunyai kekuatan tarik rata-rata sebesar 75,94 MPa. Berdasarkan kondisi tersebut diketahui bahwa spesimen tulang dengan pengasapan 5 hari sebesar 58,60 MPa lebih kuat dibandingkan spesimen tulang tanpa pengasapan dengan selisih kekuatan sebesar 17,34 MPa.

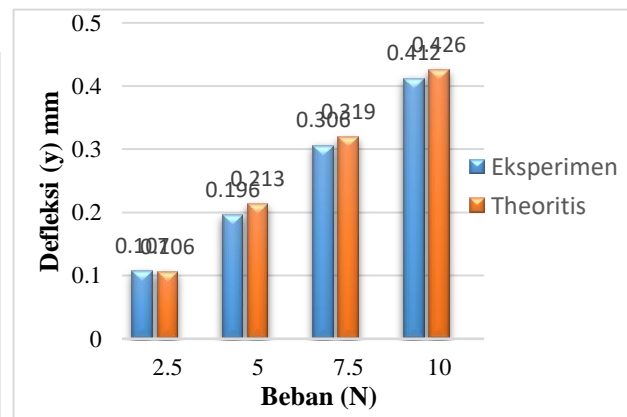
Untuk nilai elastisitas, setelah dilakukan perhitungan dan dengan menggunakan nilai rata-rata, diketahui perbandingan antara spesimen tulang tanpa perlakuan pengasapan dan spesimen tulang dengan proses pengasapan seperti grafik sebagai berikut:



Gambar 5. Grafik Hubungan Antara Jenis Spesimen VS Nilai Elastisitas Rata-Rata (MPa)

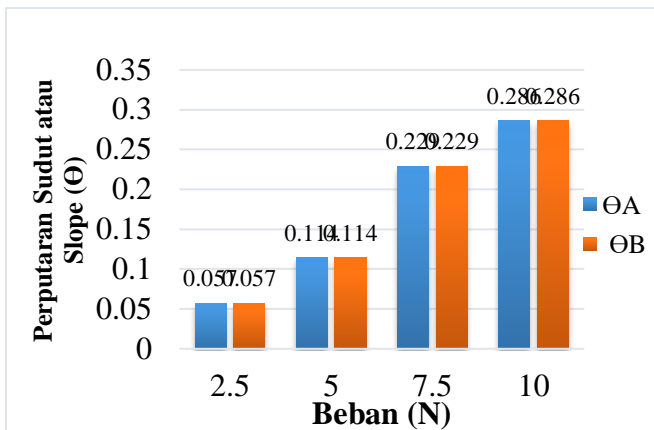
Berdasarkan grafik pada gambar 4.2 maka dapat diketahui pengaruh pengasapan terhadap nilai elastisitas rata-rata tulang kerbau yang dimana pada spesimen tulang kerbau tanpa pengasapan mempunyai nilai elastisitas sebesar 16998 MPa, pada spesimen tulang kerbau dengan perlakuan pengasapan mempunyai nilai elastisitas sebesar 21628 MPa.

Hasil Uji Defleksi dan Perputaran sudut Tanpa Perlakuan



Gambar 6. Defleksi Eksperimen, Teoritis VS Beban (N)

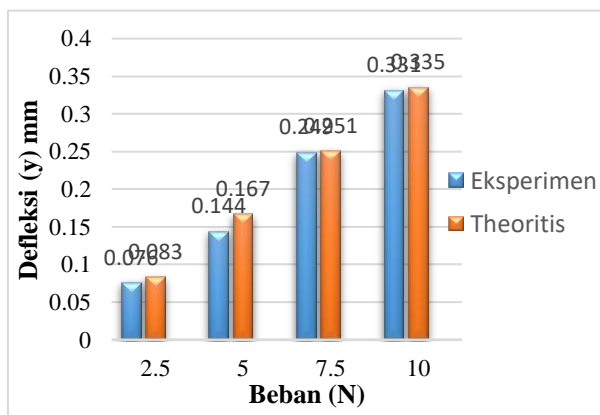
Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa pada Normal yang memiliki beban 2,5 N nilai defleksi eksperimen 0,107 mm, dan nilai defleksi teoritis 0,106 mm pada beban 5 N nilai defleksi eksperimen 0,196 mm dan nilai defleksi teoritis 0,213 mm, pada beban 7,5 N memiliki nilai defleksi eksperimen 0,308 mm dan nilai defleksi teoritis 0,319 mm dan pada beban 10 N memiliki nilai defleksi eksperimen 0,426 mm dan nilai defleksi teoritis 0,426 mm.



Gambar 7. Grafik Perputaran Sudut atau Slope (Θ) vs Beban (N)

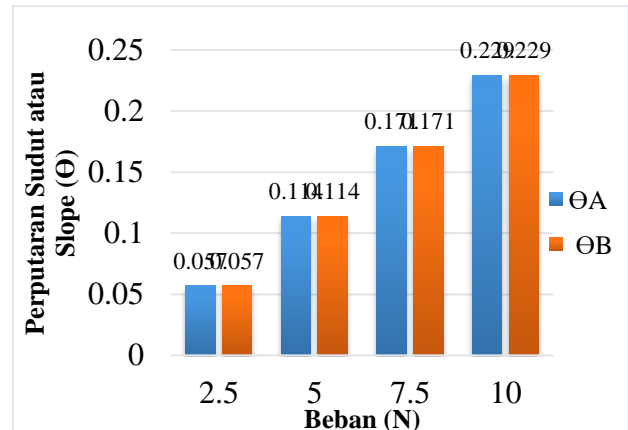
Dari grafik di atas, dapat dilihat bahwa perputaran sudut yang terjadi pada tulang kerbau dengan panjang 220 mm berbanding lurus dengan besar beban yang diberikan, semakin besar beban semakin besar perputaran sudut atau slope yang terjadi. Pada beban 2,5 N diketahui perputaran sudut sebesar $0,057^\circ$ pada tumpuan A dan B, diketahui perputaran sudut $0,057^\circ$ pada tumpuan A dan B, pada beban 5 N diketahui perputaran sudut sebesar $0,114^\circ$ pada tumpuan A dan B, diketahui perputaran sudut sebesar $0,114^\circ$ pada tumpuan A dan B, pada beban 7,5 N diketahui perputaran sudut sebesar $0,229^\circ$ pada tumpuan A dan B, diketahui perputaran sudut sebesar $0,229^\circ$ pada tumpuan A dan B, 10 N diketahui perputaran sudut sebesar $0,286^\circ$ pada tumpuan A dan B diketahui nilai sudut sebesar $0,286^\circ$ pada tumpuan A dan B.

Hasil Uji Defleksi dan Perputaran sudut Dengan Perlakuan



Gambar 8. Defleksi Eksperimen, Theoritis VS Beban (N)

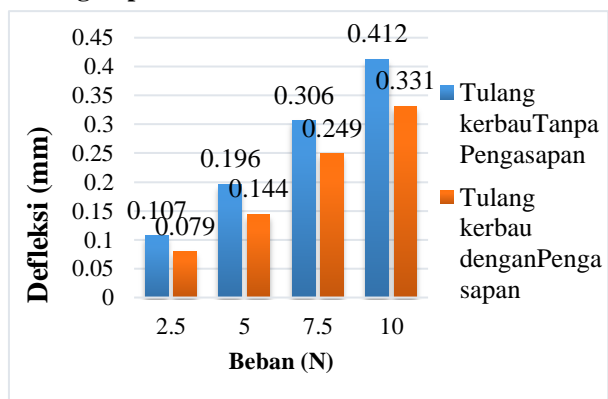
Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa pada normal yang memiliki beban 2,5 N nilai defleksi eksperimen 0,076 mm dan nilai defleksi teoritis 0,083 mm pada beban 5 N nilai defleksi eksperimen 0,144 mm dan nilai defleksi teoritis 0,167 mm pada beban 7,5 N memiliki nilai defleksi eksperimen 0,249 mm dan nilai defleksi teoritis 0,251 mm dan pada beban 10 N memiliki nilai defleksi eksperimen 0,331 mm dan nilai defleksi teoritis 0,335 mm.



Gambar 9. Grafik Perputaran Sudut atau Slope (Θ) vs Beban (N)

Dari grafik di atas, dapat dilihat bahwa perputaran sudut yang terjadi pada tulang kerbau dengan panjang 220 mm berbanding lurus dengan besar beban yang diberikan, semakin besar beban semakin besar perputaran sudut atau slope yang terjadi. Pada beban 2,5 N diketahui perputaran sudut sebesar $0,057^\circ$ pada tumpuan A dan B, diketahui perputaran sudut $0,057^\circ$ pada tumpuan A dan B, pada beban 5 N diketahui perputaran sudut sebesar $0,114^\circ$ pada tumpuan A dan B, diketahui perputaran sudut sebesar $0,114^\circ$ pada tumpuan A dan B, pada beban 7,5 N diketahui perputaran sudut sebesar $0,171^\circ$ pada tumpuan A dan B, diketahui perputaran sudut sebesar $0,171^\circ$ pada tumpuan A dan B, 10 N diketahui perputaran sudut sebesar $0,229^\circ$ pada tumpuan A dan B diketahui nilai sudut sebesar $0,229^\circ$ pada tumpuan A dan B.

Beban (N) vs Defleksi Tanpa Pengasapan dan Pengasapan



Gambar 10. Grafik Defleksi Penguat Tanpa Pengasapan, Pengasapan vs Beban (N)

Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa pada nilai teoritis Tanpa pengasapan lebih tinggi dari nilai pengasapan. Untuk beban 2,5 N memiliki nilai teoritis Tanpa pengasapan 0,107 mm dan nilai Pengasapan memiliki nilai 0,079 mm pada beban 5 N memiliki nilai teoritis Tanpa pengasapan 0,196 mm dan nilai Pengasapan memiliki nilai 0,144 mm pada beban 7,5 N memiliki nilai teoritis Tanpa pengasapan 0,306 mm dan nilai Pengasapan memiliki nilai 0,249 mm pada beban 10 N memiliki nilai teoritis Tanpa pengasapan 0,412 mm dan nilai Pengasapan memiliki nilai 0,331 mm.

dan nilai Pengasapan memiliki nilai 0,249 mm pada beban 10 N memiliki nilai teoritis Tanpa pengasapan 0,412 mm dan nilai Pengasapan 0,331 mm.

5. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan analisa data yang telah dilakukan, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Pengasapan berpengaruh terhadap kekuatan tarik tulang kerbau dimana kekuatan tarik tulang kerbau tanpa pengasapan (σ) = 58,50 MPa, sedangkan kekuatan tarik tulang kerbau dengan pengasapan 5 hari sebesar (σ) = 75,94 MPa.
2. Defleksi tulang kerbau yang tanpa di asapi dan yang di asapi untuk beban yang sama menghasilkan defleksi yang berbeda, untuk beban 5 N defleksi, tulang kerbau tanpa pengasapan (Y) = 0,196 mm sedangkan yang dengan pengasapan (Y) = 0,144 mm. Beban berbanding lurus dengan defleksi, semakin besar beban semakin besar defleksi.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada pembimbing yang telah membantu dalam penelitian ini dan juga rekan-rekan Teknik Mesin 2019.

Daftar Pustaka

- [1] Pratama A, 2023, "Analisa Sifat Mekanik Tulang Sapi Sebagai Alternatif Pengganti Material Implan"s
- [2] Etsworlds 2019 "Pengertian Dan Jenis – Jenis Defleksi"
- [3] Fawcett, 2002 "Pengertian Tulang"
- [4] Ikhsanuddin, D., Ikhsanuddin, S.D., 2022. "Variasi Waktu Pengasapan Serat Sabut Kelapa Sebagai Komposit Terhadap Kekuatan Impak. Jurnal Teknik Mesin"
- [5] Agung Testindo, 2023 "Uji Lendutan Jembatan Pada Loading Test"