



Analisis Uji Tarik Sambungan *Rivets* Dan *Sheet* Pada Bahan Alternatif Untuk *Aluminium Alloy 7075-T6*.

(*Tensile Test Analysis of Rivets and Sheet Joints on Alternative Materials for Aluminum Alloy 7075-T6.*)

Filbert Maximillian¹, Herman²

^{1,2} Teknik Aeronautika Pertahanan Akademi Angkatan Udara
E-mail: filbertmax1@gmail.com, hermanir90@gmail.com

Abstract — *This study aims to evaluate the tensile test performance on rivet and sheet joints using alternative materials to the 7075-T6 aluminum alloy sheet, which is used as the skin of the C-130 Hercules aircraft. The tensile test method is used to examine tensile strength, deformation, and failure characteristics on materials such as aluminum, copper, brass, and stainless steel. The results show that the 7075-T6 aluminum alloy stands out as the primary choice, displaying the highest modulus of elasticity value of 24,465 N/mm², indicating higher stiffness compared to other alternative materials. Additionally, it was found that rivet joints with a zigzag pattern demonstrated higher strength compared to inline rivet joints, providing important insights for selecting the optimal joint method in aircraft structures. These findings contribute significantly to the context of material selection and joint methods in the aerospace industry. With the 7075-T6 aluminum alloy leading in mechanical performance with a very high modulus of elasticity, the implications include potential improvements in the strength and structural performance of aircraft. The use of zigzag rivet joints can also provide additional benefits in enhancing structural reliability, potentially leading to lighter and more weight-efficient aircraft designs. This research provides a strong foundation for further development in material selection and joint techniques in aircraft design. By highlighting the advantages of the 7075-T6 aluminum alloy in terms of modulus of elasticity and structural strength, as well as the advantages of zigzag rivet joints, this study leads to a better understanding of the most suitable material and joint techniques for structural applications in the C-130 Hercules aircraft, with the potential to enhance performance and safety in the aerospace industry as a whole.*

Keywords — Aluminum, Riveting, Tensile test

Abstrak — *Studi ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja uji tarik pada sambungan rivet dan sheet menggunakan bahan alternatif terhadap aluminium alloy sheet 7075-T6, yang digunakan sebagai kulit pesawat C-130 Hercules. Metode uji tarik digunakan untuk memeriksa kekuatan tarik, deformasi, dan karakteristik kegagalan pada bahan aluminium, tembaga, kuningan, dan baja tahan karat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aluminium alloy 7075-T6 menonjol sebagai pilihan utama, menampilkan nilai modulus elastisitas tertinggi sebesar 24.465 N/mm², yang menegaskan kekakuan lebih tinggi dibandingkan bahan alternatif lainnya. Selain itu, ditemukan bahwa sambungan rivet dengan pola zigzag menunjukkan kekuatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan sambungan rivet secara inline, memberikan wawasan penting untuk pemilihan metode sambungan yang optimal dalam struktur pesawat. Temuan ini memberikan kontribusi penting dalam konteks pemilihan bahan dan metode sambungan dalam industri dirgantara. Dengan aluminium alloy 7075-T6 memimpin dalam kinerja mekanis dengan modulus elastisitas yang sangat tinggi, implikasinya mencakup potensi untuk meningkatkan kekuatan dan kinerja struktural pesawat. Penggunaan sambungan rivet secara zigzag juga dapat memberikan manfaat tambahan dalam meningkatkan keandalan struktural, yang dapat*

* Filbert Maximillian
E-mail: filbertmax1@gmail.com

mengarah pada desain yang lebih ringan dan efisien dari segi berat pesawat. Penelitian ini memberikan landasan kuat untuk pengembangan lebih lanjut dalam pemilihan bahan dan teknik sambungan dalam desain pesawat. Dengan menyoroti keunggulan aluminium alloy 7075-T6 dalam hal modulus elastisitas dan kekuatan struktural, serta keunggulan sambungan rivet zigzag, penelitian ini mengarah pada pemahaman yang lebih baik tentang opsi material dan teknik sambungan yang paling sesuai untuk aplikasi struktural pesawat C-130 Hercules, dengan potensi meningkatkan kinerja dan keamanan dalam industri dirgantara secara keseluruhan.

Kata Kunci — Aluminium, Riveting, Uji tarik

I. PENDAHULUAN

Transportasi udara melibatkan penggunaan pesawat seperti pesawat terbang, helikopter, dan balon udara untuk mengangkut penumpang dan kargo. Ini merupakan bentuk transportasi tercepat, terutama untuk jarak jauh. C-130 Hercules adalah pesawat transportasi militer serbaguna yang telah digunakan sejak 1954 oleh Angkatan Udara AS dan negara-negara lain. Pesawat ini berfungsi untuk berbagai misi militer, termasuk transportasi personel, kargo, dan peralatan.

Sambungan rivet dan sheet adalah metode pengikatan lembaran logam menggunakan rivet, yang umum digunakan dalam konstruksi logam, terutama di industri pesawat, kendaraan, dan bangunan. Teknik ini menawarkan sambungan yang kuat dan tahan lama, ideal untuk lingkungan dengan beban mekanis tinggi. Tugas akhir ini menganalisis uji tarik pada sambungan rivet dan sheet dengan bahan aluminium, tembaga, kuningan, dan baja tahan karat sebagai alternatif untuk aluminium alloy 7075-T6 pada skin pesawat C-130 Hercules. Tantangannya adalah memilih material yang memenuhi standar kekuatan dan keamanan, serta memahami pengaruh karakteristik mekanis sambungan pada performa struktur pesawat. Perhatikan jarak antar Bab seperti contoh berikut. Silakan diatur dan jangan mengubah jarak. Perhatikan contoh paragraf dan jarak antar Bab dalam paragraf-paragraf berikut.

Industri penerbangan terus berkembang pesat, dan keterbatasan aluminium mendorong pencarian bahan alternatif yang lebih efisien. Penelitian ini fokus pada penggunaan aluminium, tembaga, kuningan, dan baja tahan karat sebagai pengganti aluminium alloy 7075-T6 dengan ketebalan 0,8 mm pada skin pesawat C-130 Hercules.

II. LANDASAN TEORI

Riveting adalah suatu proses penggabungan dua atau lebih benda dengan menggunakan paku khusus yang disebut rivet. Proses ini umumnya digunakan dalam industri manufaktur, terutama untuk menghubungkan logam atau material-material lain yang kuat. Rivet sendiri biasanya terbuat dari logam dan memiliki bentuk silinder dengan kepala di salah satu ujungnya. Proses *riveting* melibatkan penempatan rivet melalui lubang yang sudah disiapkan di dua benda yang akan digabungkan, lalu ujung rivet yang tidak memiliki kepala ditekan dan membentuk kepala baru di sisi lain, mengunci dua benda tersebut secara permanen. Keunggulan dari teknik ini termasuk kekuatan dan kestabilan hubungan yang dihasilkan, sehingga riveting sering digunakan dalam konstruksi pesawat terbang, kendaraan, dan struktur logam lainnya.

A. Definisi Operasional

Dalam penyusunan jurnal ini, terdapat beberapa pengertian yang maknanya perlu diketahui oleh pembaca yaitu seperti uji tarik, sambungan rivets dan sheet, bahan alternatif, aluminium, dll.

Uji tarik adalah metode pengujian yang digunakan untuk mengukur kekuatan tarik, modulus elastisitas, dan pemanjangan material, yang penting dalam penentuan sifat mekanik material sebelum digunakan dalam aplikasi industri. Selain itu, sambungan rivets dan sheet merupakan teknik penggabungan yang umum digunakan dalam konstruksi, terutama pada pesawat dan produk manufaktur, karena memberikan sambungan yang kuat dan tahan lama. Salah satu material yang sering digunakan dalam industri penerbangan adalah *Aluminium Alloys Sheet 7075-T6*, yang memiliki kekuatan tarik tinggi, ringan, dan tahan korosi, membuatnya ideal untuk aplikasi struktural pesawat.

Selain aluminium, tembaga dan kuningan adalah logam penting yang digunakan dalam berbagai industri. Tembaga dikenal karena konduktivitas listrik dan panasnya yang luar biasa, sehingga sering digunakan dalam kabel listrik dan peralatan elektronik. Sementara itu, kuningan, paduan tembaga dan seng, digunakan dalam aplikasi dekoratif, alat musik, dan komponen peralatan karena sifatnya yang mudah dibentuk dan tahan korosi. Bahan alternatif, seperti yang dijelaskan oleh Jamal (2023), juga terus dikembangkan sebagai pengganti material konvensional yang lebih ekonomis dan berkelanjutan.

Tegangan dan regangan adalah dua konsep mekanik penting yang membantu dalam analisis kekuatan material. Tegangan mengukur gaya internal per satuan luas yang timbul akibat beban eksternal, sementara regangan mengukur perubahan bentuk material saat menerima beban. Kedua konsep ini, bersama dengan modulus elastisitas yang menggambarkan kekakuan material terhadap deformasi elastis, digunakan untuk mengevaluasi perilaku material dalam aplikasi struktural, sesuai standar ASTM A370 yang mengatur metode pengujian mekanik.

B. Uraian Data

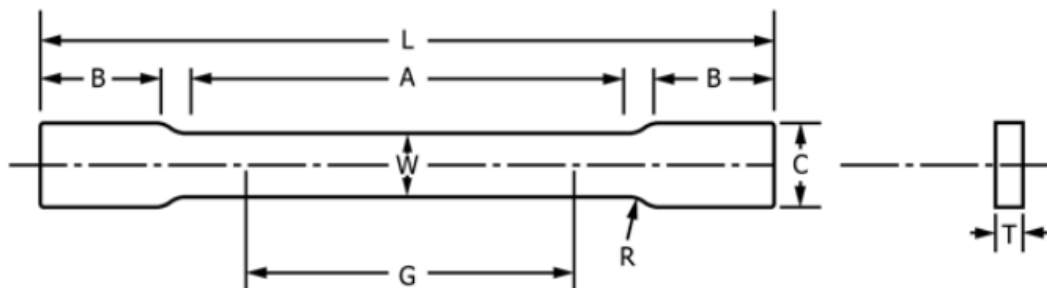
Penelitian yang dilakukan pada *aluminium alloy 7075-T6* dan bahan alternatif seperti *aluminium, copper, brass, dan stainless steel* yang telah mengalami proses *Riveting* ini adalah untuk menganalisis dan membandingkan kekuatan tarik dari sambungan *rivets* dan *sheet* pada berbagai jenis bahan logam, yaitu *aluminium, copper, brass, dan stainless steel*. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kemungkinan penggunaan bahan alternatif tersebut sebagai pengganti *aluminium alloys sheet 7075-T6* pada *skin* pesawat C-130 Hercules. Beberapa tujuan spesifik yang dapat disertakan dalam penelitian ini termasuk.

- a. Mengukur kekuatan tarik dari sambungan rivets dan sheet pada setiap jenis bahan logam yang diuji.
- b. Menganalisis karakteristik deformasi dan kegagalan pada sambungan rivets dan sheet untuk setiap jenis bahan logam.
- c. Membandingkan kekuatan tarik relatif antara berbagai jenis bahan logam yang diuji.
- d. Mengevaluasi kemampuan bahan alternatif dalam menahan beban dan tekanan yang serupa dengan *aluminium alloys sheet 7075-T6* pada *skin* pesawat C-130 Hercules.

- e. Menyimpulkan apakah salah satu dari bahan logam alternatif tersebut memenuhi atau bahkan melampaui persyaratan kekuatan yang diperlukan untuk aplikasi pada pesawat C-130 Hercules.
- f. Memberikan rekomendasi tentang pilihan bahan yang paling sesuai untuk penggantian *aluminium alloys sheet 7075-T6* pada *skin* pesawat C-130 Hercules berdasarkan hasil penelitian.

C. ASTM

American Society for Testing and Materials (ASTM) merupakan standarisasi untuk melaksanakan yang menyediakan metode pengujian standar untuk menentukan sifat mekanis material logam seperti kekuatan tarik, kekuatan luluh, kekerasan, dan ketangguhan. Dikutip dari (www.laboratuar.com) *ASTM A370* adalah standar pengujian yang mencakup definisi dan prosedur pengujian mekanis untuk produk baja seperti baja tempa dan tuang, baja tahan karat, dan paduan terkait. Standar ini mencakup uji tarik, tekuk, kekerasan, dan benturan. Berbagai pengujian mekanis yang dijelaskan dalam spesifikasi ini dapat digunakan untuk menentukan sifat-sifat yang diperlukan dalam spesifikasi produk.



Gambar 1. Dimensi spesimen *ASTM A370*.

Berikut merupakan keterangan ukuran dari gambar spesimen *ASTM A370* di atas :

TABEL I

Keterangan Dimensi Spesimen	mm
G—Gauge length	50
W—Width	12,5
T—Thickness	3
R—Radius of fillet	13
L—Overall length	200
A—Length of reduced section	60
B—Length of grip section	50
C—Width of grip section	20

D. Jenis dan Desain Penelitian

Dalam bab ini akan dijelaskan mengenai metodologi penelitian yang dilakukan. Serta langkah-langkah dalam melaksanakan pengerjaan. Maksud dari bab ini adalah bertujuan untuk mengetahui tata urut dan mengetahui hasil percobaan. Dalam penelitian ini dilakukan pengujian terhadap sambungan *rivet* dan *sheet* terhadap bahan *aluminium*, *copper*, *brass*, dan *stainless steel* sebagai bahan alternatif *aluminium alloys sheet 7075-T6* skin pesawat C-130 Hercules. Alat yang digunakan dalam penelitian ini cukup banyak diantaranya adalah mesin uji tarik. Mesin uji tarik adalah mesin yang dirancang khusus untuk mengukur sifat mekanis material dengan cara mengaplikasikan gaya tarik secara bertahap pada sampel bahan. Tujuan utama dari mesin ini adalah untuk mengevaluasi daya tahan dan perilaku regangan material saat dikenai beban tarik. Mesin uji tarik bekerja dengan cara menggantung sampel bahan di antara dua *gripper* atau klip yang terpisah, kemudian secara perlahan menarik kedua ujungnya menjauh satu sama lain. Sementara itu, sensor pada mesin akan merekam gaya yang diterapkan dan perubahan panjang sampel seiring waktu. Data yang dihasilkan dari pengujian ini digunakan untuk menentukan sifat-sifat mekanis material, termasuk tegangan maksimum, regangan patah, dan modulus elastisitas, memberikan wawasan yang kritis untuk pemahaman karakteristik material dalam konteks penelitian atau pengembangan produk.

III. METODE/MODEL YANG DIUSULKAN

A. Rancangan Percobaan

Dalam penelitian ini, diperlukan urutan proses penelitian yang tepat dan sistematis agar dapat memperoleh hasil yang dibutuhkan dalam proses analisa data pengujian. Tahapan proses penelitian yang akan dilakukan dalam pengujian ini adalah:

Langkah pertama dalam uji tarik adalah mempersiapkan sampel. Potong sampel dari aluminium alloy sheet 7075-T6 sesuai dengan standar yang berlaku dan pastikan sampel memiliki dimensi yang sesuai dengan spesifikasi uji tarik. Setelah itu, pemasangan sampel dilakukan dengan memastikan bahwa sampel terpasang dengan benar pada mesin uji tarik, serta pengikatan sampel kuat dan sesuai standar.

Langkah berikutnya adalah kalibrasi mesin untuk memastikan pembacaan beban dan perpanjangan akurat. Setelah mesin terkalibrasi, lakukan pengujian awal pada beberapa sampel untuk memahami karakteristik material. Pada pengujian utama, lakukan uji tarik sesuai prosedur standar dan rekam data beban versus perpanjangan atau waktu.

Setelah pengujian selesai, analisis data uji tarik dilakukan untuk menentukan kekuatan tarik, batas elastisitas, dan sifat-sifat lainnya. Jika diperlukan, hitung nilai rata-rata dan deviasi standar.

B. Alat dan Bahan

1. Alat

Dalam penelitian ini, beberapa alat penting digunakan untuk memastikan akurasi dan efektivitas pengujian. Mesin uji tarik adalah alat utama yang digunakan untuk mengukur kekuatan tarik bahan. Selain itu, jangka sorong digital digunakan untuk mengukur dimensi secara presisi. Pulpen berfungsi untuk mencatat data dan observasi, sementara buku digunakan sebagai tempat mencatat hasil pengujian. Lap pembersih diperlukan untuk menjaga kebersihan alat dan

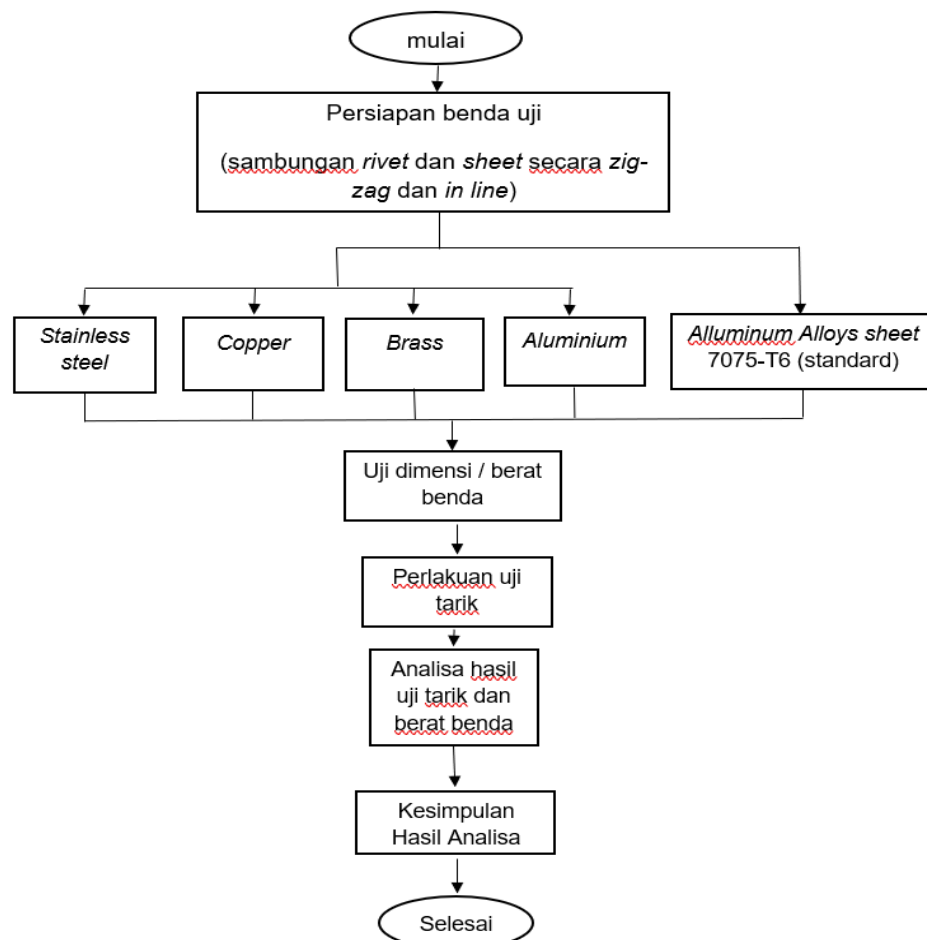
bahan selama proses. Penggaris juga digunakan untuk mengukur panjang dan lebar bahan. Pemotong lembaran sheet berfungsi untuk memotong bahan sesuai ukuran yang dibutuhkan. Kikir halus digunakan untuk merapikan tepi bahan setelah pemotongan. Dudukan paku keling membantu dalam penempatan rivet, dan pembentuk rivet jamur digunakan untuk membentuk rivet dengan baik. Terakhir, rivets adalah komponen penting yang digunakan untuk mengikat bahan-bahan.

2. Bahan

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari beberapa jenis logam. Aluminium alloys 7075-T6 dengan dimensi 300mm x 300mm x 0,8mm adalah salah satu bahan utama. Selain itu, lembaran tembaga juga digunakan dengan dimensi yang sama. Lembaran aluminium umum dan stainless steel keduanya memiliki dimensi yang serupa, yaitu 300mm x 300mm x 0,8mm. Terakhir, lembaran kuningan juga digunakan dengan dimensi yang sama, memastikan variasi bahan dalam pengujian ini.

3. Penulisan *flowchart*

Analisa uji tarik pada sambungan *rivet* dan *sheet* terhadap bahan *aluminium*, *copper*, *brass*, dan *stainless steel* sebagai bahan alternatif *aluminum alloys sheet* 7075-T6 skin pesawat C-130 Hercules. dilaksanakan menurut diagram alir sebagai berikut:



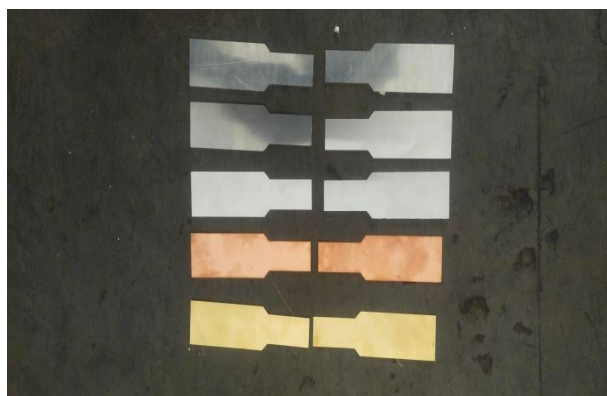
Gambar 2. Diagram alir

Proses penelitian dimulai dengan pengajuan judul penelitian yang akan diteliti. Setelah judul diajukan, tahap persiapan benda uji dilakukan. Pada tahap ini, penyusun membuat sambungan rivets dan sheet secara zig-zag dan in-line menggunakan bahan alternatif serta sambungan rivets dan sheet secara zig-zag dan in-line dengan aluminium alloys 7075-T6. Setelah persiapan benda uji selesai, tahap berikutnya adalah uji tarik serta uji dimensi dan berat benda. Pada tahap ini, spesimen yang telah disiapkan akan diuji kekuatan tariknya, dan dimensi serta berat benda diukur secara teliti.

Tahap berikutnya adalah analisis hasil uji tarik dan berat benda. Setelah pengujian dilakukan, perhitungan dan percobaan dilaksanakan untuk mendapatkan hasil dari setiap spesimen yang diuji. Hasil ini kemudian dibandingkan pada tahap perbandingan hasil uji tarik, di mana penyusun membandingkan hasil uji tarik dari setiap spesimen untuk melihat perbedaan yang ada. Terakhir, kesimpulan dan saran dibuat berdasarkan analisa yang telah dilakukan, dengan penyusun memberikan kesimpulan mengenai efisiensi dari masing-masing bahan yang digunakan baik pada sambungan zig-zag maupun in-line.

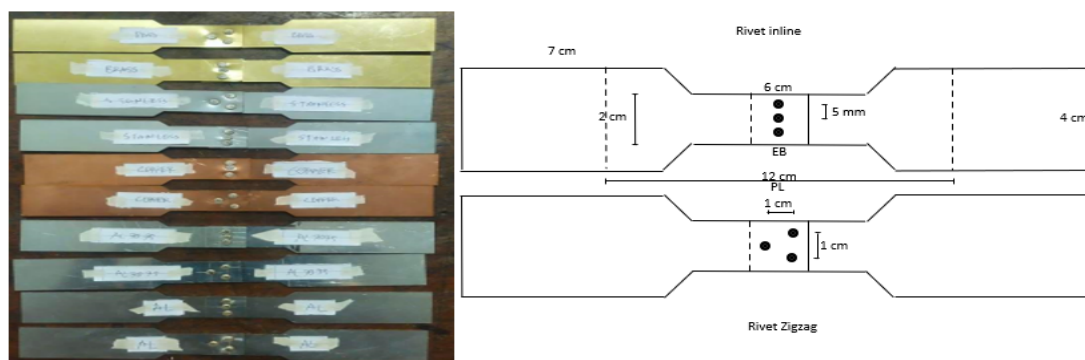
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan data diperoleh dari konsultasi dengan dosen pembimbing, para instruktur serta dosen yang terkait dengan penelitian ini. Untuk memperkuat landasan teori, didapatkan pula melalui sumber-sumber yang ada di perpustakaan, maupun data pendukung lainnya di internet. Data awal yang dapat diperoleh berupa dokumentasi sebagai pendukung pada tugas akhir ini. Pada dokumentasi ini terdapat pengambilan gambar hasil dari pemotongan spesimen.



Gambar 3. Pemotongan spesimen

A. Implementasi Model



Gambar 4. Hasil spesimen

Pada gambar 4 diatas merupakan hasil dari riveting secara zig-zag dan inline dari masing masing bahan spesimen yang dibuat bejumlah 30 spesimen karena pada penelitian yang saya buat terdapat 10 variasi sehingga masing masing variasi terdapat 3 buah spesimen yang akan di buat sebagai bahan uji agar mendapatkan data yang valid.

B. Pengujian Tarik

Pada pengujian tarik akan dilaksanakan di ITDA. Pengujian tarik dilakukan pada 30 spesimen dengan variasi 2 jenis rivet yaitu rivet inline dan zigzag dan dengan 5 bahan yang berbeda. hasil perhitungan tegangan seperti tabel di bawah ini

TABEL II

No	Spesimen	Tegangan rata rata (N/mm ²)
1.	AL A	60,69
2.	AL B	87,13
3.	S A	288,67
4.	S B	328,21
5.	C A	93,44
6.	C B	127,53
7.	B A	157,56
8.	B B	181,6
9.	T6 A	253,37
10.	T6 B	293,58

hasil perhitungan regangan seperti tabel di bawah ini :

TABEL III

No	Spesimen	Tegangan rata rata (N/mm ²)
1.	AL A	0,0065
2.	AL B	0,0071
3.	S A	0,013
4.	S B	0,017
5.	C A	0,015
6.	C B	0,029
7.	B A	0,0225
8.	B B	0,0298
9.	T6 A	0,014
10.	T6 B	0,012

Hasil perhitungan modulus elastisitas seperti tabel di bawah ini :

TABEL IV

No	Spesimen	Modulus elastisitas (N/mm ²)
1.	AL A	9336,92
2.	AL B	12271,83
3.	S A	22205,38
4.	S B	19306,47
5.	C A	6229,3
6.	C B	4397,58
7.	B A	7002,6
8.	B B	6093,95
9.	T6 A	18097,85
10.	T6 B	24465

C. Pembahasan

Dari perhitungan dan pengolahan data – data hasil analisis, sehingga dapat ditampilkan dalam tabel sebagai berikut :

TABEL V

No	Spesimen	Tegangan rata rata (N/mm ²)	Regangan rata rata	Modulus elastisitas (N/mm ²)
1.	AL A	60,69	0,0065	9336,92
2.	AL B	87,13	0,0071	12271,83
3.	S A	288,67	0,013	22205,38
4.	S B	328,21	0,017	19306,47
5.	C A	93,44	0,015	6229,3
6.	C B	127,53	0,029	4397,58
7.	B A	157,56	0,0225	7002,6
8.	B B	181,6	0,0298	6093,95
9.	T6 A	253,37	0,014	18097,85
10.	T6 B	293,58	0,012	24465

Berdasarkan data perhitungan diatas dapat diketahui nilai tegangan, regangan, dan modulus elastisitas dari hasil percobaan uji tarik pada masing-masing spesimen yang telah dirivet secara *inline* maupun *zig-zag*. Dari perbandingan pada tabel 4.10 dapat dilihat bahwa modulus elastisitas pada spesimen yang terbuat dari material *aluminium alloy 7075-T6* merupakan material yang paling besar dibandingkan dengan material yang lain.

Selain itu, dari data diatas kita juga dapat mengetahui bahwa nilai regangan dan tegangan pada spesimen yang dirivet dengan cara *zig-zag* lebih besar dibandingkan dengan cara *inline*.

V. KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis uji tarik pada sambungan rivets dan sheet terhadap berbagai bahan alternatif aluminium alloys sheet 7075-T6 skin pesawat C-130 Hercules, yaitu aluminium, copper, brass, dan stainless steel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa modulus elastisitas aluminium alloy 7075-T6 merupakan yang paling besar dibandingkan dengan bahan alternatif lainnya. Hal ini menandakan tingkat kekakuan yang tinggi pada material tersebut, yang merupakan kualitas yang penting dalam aplikasi struktural pesawat. Penelitian ini telah membahas analisis uji tarik pada sambungan rivets dan sheet terhadap bahan aluminium, copper, brass, dan stainless steel sebagai bahan alternatif untuk aluminium alloys sheet 7075-T6 skin pesawat C-130 Hercules. Hasil penelitian menunjukkan beberapa temuan yang signifikan yang dapat memengaruhi pemilihan bahan dan metode sambungan dalam aplikasi struktural pesawat.

1. Pertama, aluminium alloy 7075-T6 menunjukkan nilai modulus elastisitas yang paling besar dibandingkan dengan bahan alternatif lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa aluminium alloy 7075-T6 memiliki nilai tegangan yang paling besar dan nilai regangan yang paling kecil.
2. Selanjutnya, temuan menunjukkan bahwa sambungan rivets secara zigzag lebih kuat daripada rivets secara inline. Hal ini mengindikasikan bahwa penggunaan metode sambungan zigzag dapat meningkatkan kekuatan dan keandalan struktural sambungan pada pesawat.
3. Selain itu, dapat dilihat bahwa bahan dari Aluminium alloy 7075-T6 masih menjadi bahan yang paling baik untuk digunakan dibandingkan dengan bahan alternatif yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Aluminium, Copper, Brass, Stainless Steel. Alinea ini berisi saran dari tim penulis untuk penelitian mendatang (*future works*) yang relevan dengan naskah ini. Alinea ini wajib dibuat untuk memajukan penelitian.

REFERENSI

- [1] Rahutomo, D. 2016. Analisis Perbandingan Kekuatan Tarik Baja ST-36 Setelah Mengalami Pengelasan Argon Dengan Metode Zig-zag Dan Spiral. Tugas Akhir. Akademi Angkatan Udara Yogyakarta.
- [2] Dwinata, Brilliant, Adi Ganda Putra, Fauziyya Hafizha Riana (2021). Analisa Kekuatan Sambungan Rivet Zig-Zag dan Inline dengan Plat Al 2024-T3, *Syntax Idea*, 3(7).
- [3] Surdia, T. (2013). Pengetahuan Bahan Teknik. Jakarta: Balai Pustaka.
- [4] Raharjo, W. W. (Tidak Diketahui). Uji Tarik. Diakses dari https://spada.uns.ac.id/pluginfile.php/195109/mod_resource/content/1/Bab%201.%20Uji_tarik.pdf.
- [5] George E. Dieter. 1986. "*Mechanical Metallurgy*", 3rd ed., Mc. Graw Hill Books Co., Singapore
- [6] Sumaryono. (2010). Perilaku Pengujian Tarik Pada Polimer Polisterin dan Polipropelin. Jurnal Natural Vol. 11, No. 2, 2011. Universitas Negeri Semarang.