Rancang Bangun *Fixture* dan Pelat *Curvature* Struktur *Fuselage* Sebagai Penunjang Pelaksanaan Praktik *Riveting*

Hadian Nasyir[1], Ahmad Fauzan Hilmi[2], Lenny Iryani[3]

[1]*Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bandung, Bandung, Indonesia*
E-mail : hadian.nasyir.aer23@polban.ac.id
[2]*Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bandung, Bandung, Indonesia*
E-mail : ahmad.fauzan.hilmi.aer23@polban.ac.id
[3]*Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bandung, Bandung, Indonesia*
[*]*Email korespondensi: lenny.iryani@polban.ac.id*

ABSTRAK

Maintenance pesawat udara merupakan aspek *fundamental* dalam menjaga keselamatan penerbangan. Salah satu kegiatan penting dalam proses tersebut adalah melakukan *repair* pada bagian *badan pesawat*, terutama pada bagian *rivet* di *fuselage*, ini menjadi salah satu komponen kecil namun sangat krusial. Maka untuk memiliki kompetensi dalam bidang *rivet* diperlukan sarana pelatihan yang tidak hanya sesuai namun bisa menggambarkan lebih banyak terkait dengan pengalaman kerja ketika melakukan perbaikan *riveting* secara langsung di *skin fuselage*. Penelitian ini dibuat guna mengatasi keterbatasan praktik *riveting* yang dilaksanakan di pelat datar, sehingga masih belum dapat menggambarkan perbaikan *rivet* di kondisi industri pesawat yang sebenarnya. Dengan demikian pada penelitian ini dibuat media praktik berupa *fixture* sebagai penopang dan pelat *curvature* sebagai media *riveting*, sehingga media praktik ini dapat menggambarkan pengalaman yang sesuai dan *representative* terhadap kompetensi dalam melakukan *repair* maupun perawatan badan pesawat, khususnya yang berkaitan dengan *riveting* pada *skin fuselage*. Dengan media praktik pelat kurvatur ini diharapkan dapat meningkatkan pengalaman dan wawasan serta kompetensi yang dibutuhkan untuk melaksanakan *repair* dan *maintenance* dengan tepat dan akurat.

Kata Kunci:
Fuselage, Perbaikan, Pelat kurvatur, *Riveting*, Perawatan

Aircraft maintenance is a fundamental aspect of ensuring flight safety. A critical activity within this process is repairing the airframe specifically the fuselage rivets, which, despite their small size, are crucial components. Consequently, developing competence in riveting requires training equipment that is not only suitable but also accurately reflects the practical experience of performing riveting repairs directly on the fuselage skin. In this research the limitations of current riveting practice—which typically relies on flat plates and fails to replicate actual industrial conditions by developing a practice setup consisting of a support fixture and a curved plate. This setup is designed to provide realistic and representative experience for developing the skills needed for airframe repair and maintenance, particularly regarding fuselage skin riveting. The use of this curved plate practice medium is expected to enhance the experience, knowledge, and competence required to perform repairs and maintenance accurately and effectively.

Keywords:
Fuselage, Repair, Plate curvature, Riveting, Maintenance

1. PENDAHULUAN

Pesawat merupakan transportasi udara yang memiliki regulasi yang sangat ketat. Agar pesawat udara dapat beroperasi dengan baik, struktur pesawat harus selalu dijaga keutuhannya melalui perawatan yang rutin. Perbaikan pada bagian struktur logam pesawat wajib mengikuti teknik terbaik, sebab kesalahan dalam teknik perbaikan dapat langsung membahayakan atau menyimpan resiko bahaya di kemudian hari.

Teknik perbaikan yang dilakukan wajib mengikuti dokumen manual perawatan pesawat udara yang terkini (*latest issued*), hal ini dikarenakan tingkat kualitas dan keamanan sebuah pesawat udara ditentukan oleh terlaksananya perawatan pesawat udara dengan baik dan keterampilan teknisi saat mengerjakan perbaikan (1– 4). Integritas dan kekuatan struktur pesawat udara menjadi faktor utama dalam menjaga dan menciptakan operasional penerbangan dalam kondisi selamat dan aman.

Cheraghi, S. Hossein. (5) menjelaskan bahwa kegagalan pada sambungan *rivet* pada badan pesawat terbang merupakan kombinasi dari tiga faktor: *induce stress, thermal fatigue dan vibration*. Dari ketiga faktor tersebut, *induce stress* merupakan faktor yang dapat dikendalikan untuk meminimalisir risiko kegagalan sambungan *rivet*.

Kondisi ini menegaskan bahwa proses *repair* dan perawatan struktur pesawat udara, khususnya pada sambungan *rivet*, memiliki peranan penting dalam menjaga integritas struktur serta menjamin keselamatan penerbangan (6–8).

2. LANDASAN TEORI

2.1 *Aircraft Rivets*

Rivet merupakan pin logam yang memiliki kepala bawaan pada satu ujungnya sejak diproduksi. *Rivet* dimasukkan ke dalam lubang bor, lalu bagian batangnya ditempa atau diubah bentuknya menggunakan alat tangan atau peralatan *pneumatic rivet gun*. Kepala kedua yang terbentuk melalui proses ini disebut sebagai *shop head*, yang fungsinya serupa dengan mur pada baut. Khususnya untuk menyatukan bagian-bagian kulit pesawat, *rivet* menghasilkan ikatan yang kekuatannya setidaknya setara dengan material yang disambungkan.

2.2 *Edge Distance*

Edge distance yaitu jarak dari pusat lubang ke tepi material, sesuai dengan yang digunakan oleh produsen pada area di sekitar kerusakan. Manual Perbaikan Struktur (*Structural Repair Manual* atau SRM) untuk pesawat tertentu juga dapat dijadikan acuan. Diluar aturan dasar ini, tidak ada satu set aturan spesifik yang mengatur jarak rivet untuk semua kasus, namun terdapat persyaratan minimum tertentu yang wajib dipatuhi.

Ketika memungkinkan, jarak tepi *rivet*, jarak antar *rivet*, dan jarak antar baris harus sama dengan ins talasi aslinya. Saat menambahkan bagian baru, jarak tepi yang diukur dari pusat *rivet* tidak boleh kurang dari 2 kali diameter batang keling. Selain itu, jarak antar *rivet* atau pit (*pitch*) minimal harus 3 kali diameter, dan jarak antar baris *rivet* tidak boleh kurang dari 2,5 kali diameter *rivet* tersebut. Jika *rivet* ditempatkan terlalu dekat dengan tepi lembaran, lembaran tersebut dapat retak atau terlepas dari *rivet*. Jika mereka ditempatkan terlalu jauh dari tepi, lembaran tersebut kemungkinan akan melengkung ke atas pada bagian tepi-tepinya.

2.3 *Rivet Spacing*

Rivet patterns atau *rivet spacing* yaitu jarak antar rivet diukur dari garis tengah setiap rivet dalam baris yang sama. Jarak minimum untuk *rivet* dengan kepala menonjol (*protruding head*) tidak boleh kurang dari 3,5 kali diameter *rivet*, sedangkan jarak minimum untuk *rivet* kepala rata (*flush head*) tidak boleh kurang dari 4 kali diameter *rivet*. Dimensi ini dapat digunakan sebagai standar jarak minimum.

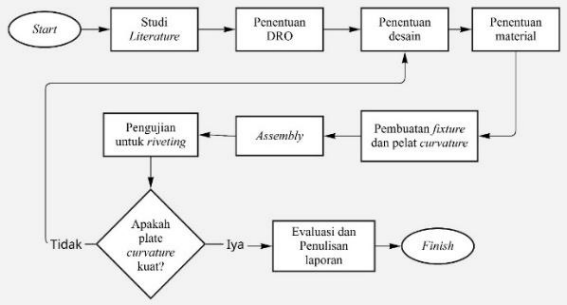
Jarak antar *rivet* adalah jarak antara pusat-pusat *rivet* yang bertetangga dalam baris yang sama. Jarak antar *rivet* terkecil yang diizinkan adalah 3 diameter *rivet*. Rata-rata jarak antar *rivet* biasanya berkisar antara 4 sampai 6 diameter *rivet*, meskipun dalam beberapa contoh jarak antar *rivet* bisa sebesar 10 diameter *rivet*. Jarak *rivet* pada bagian-bagian yang dikenakan momen tekuk seringkali lebih dekat ke jarak minimum untuk mencegah tekukan pada kulit di antara rivet tersebut.

2.4 Material Manufaktur

Pemilihan komponen mempertimbangkan karakteristik material, khususnya sifat *rigid*, stabil, dan tahan lama dalam menopang beban. Untuk *fixture*, dipilih besi *hollow* galvanis karena unggul dalam ketahanan korosi dibandingkan besi hollow hitam, di samping memiliki kekakuan, umur pakai panjang, dan tampilan yang baik. Sedangkan pelat *curvature* menggunakan *alloy* 2024-T3, material yang umum digunakan pada struktur badan pesawat karena kekuatannya yang tinggi namun tetap ringan, sehingga tidak menambah beban struktural secara signifikan.

3. METODE DAN PROSES PENYELESAIAN

Metode penyelesaian yang digunakan adalah sistem diagram alir. Diagram alir yang menjadi outlent pengerjaan dalam penyelesaian rancang bangun ini. Berikut ini adalah diagram alir penelitian ini:



Gambar 1. Diagram Alir

3.1 Studi literatur

Tahap ini diawali dengan pengumpulan referensi dan materi teknis yang relevan dengan topik penelitian, yakni rancang bangun *fixture* dan pelat *curvature* struktur *fuselage* untuk menunjang pembelajaran praktik *riveting*. Langkah ini penting untuk membangun kerangka kerja yang terstruktur, di mana data dan materi yang terkumpul menjadi landasan teori dan rujukan utama dalam penyusunan laporan penelitian. Sumber yang digunakan meliputi literatur ilmiah, jurnal kedirgantaraan, penelitian terdahulu, buku teks teknik, serta situs web terpercaya, yang seluruhnya didokumentasikan dalam daftar pustaka.

3.2 *Design Requirements and Objectives (DRO)*

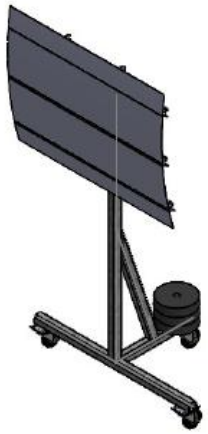
Pada tahapan ini dilakukan kajian terkait indikator atau parameter yang menjadi acuan dalam perancangan manufaktur *fixture* dan pelat *curvature* seperti ditunjukkan oleh tabel 1 berikut ini:

Tabel 1. Design Requirements and Objectives

Nomor	Parameter	Spesifikasi
1	Design Fixture	Rigid, kuat, dan stabil
2	Material Fixture	Galvanis steel
3	Material Pelat	Alloy 2024
4	Radius kurvatur	23°
5	Perbandingan	Skala fuselage boeing 737

3.3 Desain Alat Praktik

Desain yang dibuat berdasarkan hasil yang didesain menggunakan *software solidwork*. Terdapat beberapa komponen *assembly* yang terpasang. yaitu *stringer, frame, dan skin.* Gambar 2 menunjukkan hasil desain pelat *curvature* dan penopangnya.



Gambar 2. Desain Pelat Curvature dan Penopangnya.

3.4 Material Struktur Alat Praktik

Tabel 2 berikut ini merupakan material struktur yang digunakan untuk manufaktur *fixture* dan pelat *curvature*:

Tabel 2. Material fixture dan pelat curvature

No.	Material
1	*Galvanized steel*
2	*Alloy 2024*
3	*Steel plate*

3.5 Alat Yang Digunakan

Tabel 3 berikut ini menunjukkan alat-alat yang digunakan selama proses manufaktur pelat *curvature* dan penopangnya (*fixture*).

Tabel 3. Alat-alat

No	Alat	Fungsi
1	Mesin Gerinda	untuk memotong material besi
2	Meteran	Untuk pengukuran material
3	Mesin Las	Untuk menyambungkan besi
4	Penggaris	Untuk pengukuran material
5	Kikir	Untuk menghaluskan permukaan
6	Mesin Bor	Untuk proses melubangi material
7	*Marker*	Untuk menandai area pengukuran
8	*Drill bits*	Untuk melubangi material
9	*Wrech*	Untuk melepas atau mengencangkan
10	*Cornice brake*	Untuk proses penekukan
11	*Cutting plate*	Untuk memotong pelat alloy
12	*Bucking bar*	Untuk penahan saat proses riveting
13	*Rivet cutting*	Untuk memotong panjang tivet
14	*Deburring*	Untuk menghaluskan permukaan lubang hasil pengeboran
15	*Rivet gun*	Untuk proses riveting
16	*Cleco pliers*	Untuk memasang melepas cleco
17	*Cleco rivet*	Untuk menahan dua lembar logam
18	*Hammer*	Untuk memberi gaya pukulan
19	*Center punch*	Untuk membuat cekungan kecil
20	*Mallet*	Untuk member ipukulan tanpa bekas pukulan
21	*Aviation snip*	Untuk memotong pelat logam
22	*Air drill*	Untuk proses pengeboran
23	Elektroda	Untuk media proses pengelasan

4. PROSES MANUFAKTUR

Proses manufaktur yang dilakukan pertama kali adalah pembuatan struktur *fixture* menggunakan metode penyambungan las (*welding*) pada material baja galvanis (*galvanized steel*). Pada proses las ini perlu diperhatikan beberapa poin penting seperti kemungkinan terjadinya *defect* dan cara bagaimana melakukan perbaikannya (9,10). Selanjutnya, dilakukan pemasangan tiga roda pada kaki *fixture*. Tahap berikutnya adalah pembuatan *bracket* dengan metode penyambungan las. Setelah itu, dilakukan pembuatan komponen *skin*, yang terdiri atas *frame*, *stringer*, dan pelat lengkung (*curvature plate*) menggunakan metode *hand forming* (11–14).

Proses Manufaktur *Fixture*

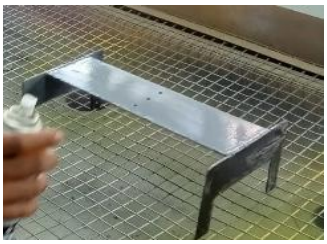
Tahap awal adalah pengukuran dimensi sesuai dengan gambar teknik untuk disesuaikan dengan bentuk *fixture*. Selanjutnya, material dipotong menggunakan mesin potong sesuai dengan ukuran tersebut. Tahap berikutnya adalah penyambungan setiap besi *hollow* menggunakan mesin las. Setelah seluruh bagian tersambung, hasil pengelasan dirapikan menggunakan

gerinda. Kemudian, dibuat pondasi berbentuk persegi sebagai dudukan roda.

Tahap selanjutnya adalah pembuatan pondasi untuk menyatukan roda pada bagian bawah *fixture* menggunakan pelat besi. Pelat besi tersebut memiliki ukuran panjang dan lebar 80 × 80 cm dengan lubang berdiameter 6 mm, yang kemudian dilas pada setiap tumpuan. Selanjutnya, dilakukan pemotongan pelat sesuai dengan ukuran tersebut, dilanjutkan dengan pengeboran pada keempat sisi pelat besi menggunakan mesin bor. Tahap akhir adalah pemasangan roda pada tiga tumpuan kaki *fixture* menggunakan baut dan mur (*nut*) berukuran M6×1.0. Gambar 3 menunjukkan komponen *fixture* yang telah di-*assembly*.

Gambar 3. Pembuatan *fixture*

1. Proses Manufaktur *Bracket*



Gambar 4. Pembuatan *bracket*

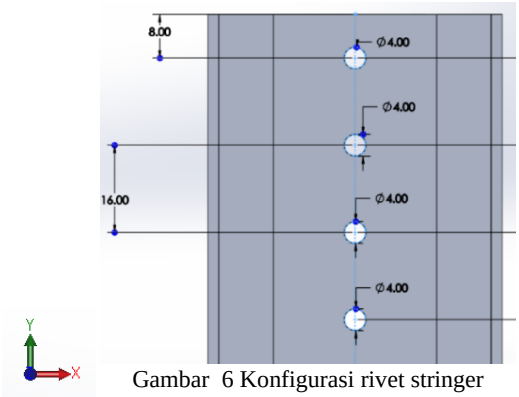
Bracket menggunakan material pelat besi dengan ketebalan 4 mm. Tahap pertama adalah pemotongan pelat besi sesuai dengan konfigurasi ukuran pada gambar teknik. Tahap kedua adalah pengeboran bagian tengah *bracket* dan bagian tangan kanan dan kiri *bracket*, bagian-bagian tersebut disambungkan dengan metode pengelasan (*welding*). Tahap ketiga adalah pengecatan seluruh bagian permukaan bracket menggunakan cat besi berwarna abu-abu. Hasil manufaktur *bracket* ditunjukkan oleh Gambar 4.

2. Proses Manufaktur *Stringers*

Material yang digunakan dalam proses pembuatan komponen *stringer* ini adalah pelat Al 2024, yaitu jenis paduan aluminium yang umum digunakan pada komponen struktur pesawat terbang karena memiliki karakteristik kekuatan tinggi dengan bobot yang relatif ringan. Tahap awal dari proses manufaktur ini adalah pemotongan lembaran pelat sesuai dengan konfigurasi ukuran *stringer* yang telah ditentukan berdasarkan gambar teknik, guna memastikan dimensi hasil potongan sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan. Selanjutnya, dilakukan pembuatan *layout* atau tanda batas tekukan pada permukaan pelat menggunakan (*marker*) dan penggaris sebagai alat bantu ukur, dengan tujuan untuk menentukan titik-titik atau garis lipat yang akan menjadi acuan pada proses penekukan berikutnya. Setelah seluruh bagian yang akan ditekuk diberi tanda secara presisi, tahap selanjutnya adalah proses penekukan menggunakan mesin tekuk (*bending machine*) untuk membentuk setiap bagian pelat sesuai dengan sudut dan kontur yang telah dirancang, sehingga diperoleh bentuk stringer yang sesuai dengan spesifikasi rancangan awal. Gambar 5 menunjukkan hasil manufaktur penguat yang telah dipasang pada pelat *curvature*.

Gambar 5. Pembuatan stringer

Langkah selanjutnya adalah membuat lubang pada *stringer*. Gambar 6 merupakan gambar yang menujukan konfigurasi *rivet* yang digunakan sebagai acuan dalam membuat lubang tempat *rivet*. Perhitungan konfigurasi menggunakan perhitungan yang sesuai dengan standar SRM (Struktur Repair Manual). *Edge distance* yaitu jarak titik tengah *rivet* terluar ke tepi pelat , dengan ketentuan minimal 2 – 2 ½ x Diameter *rivet* ,dan tidak lebih dari 4x Diameter *rivet*. *Rivet pitch* yaitu jarak antar titik tengah *rivet* dalam satu baris. Jarak *rivet pitch* terkecil adalah 3D *rivet*, secara umum jarak *rivet pitch* yang digunakan berkisar antara 3D hingga 6D *rivet*. Sehingga diperoleh ED (*Edge Distance*) 4 mm dan RS (*Rivet Spacing*) 16 mm.



Gambar 6 Konfigurasi rivet stringer

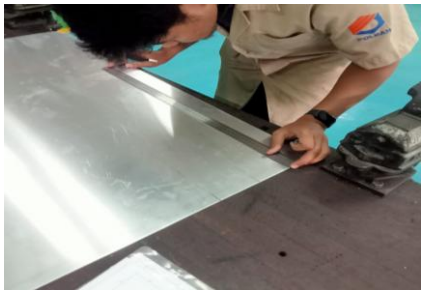
3. Proses Manufaktur *Frame*

Pada tahapan ini *frame* dibuat dengan menggunakan metode *hand forming*, dengan media kayu untuk memberntuk kelengkungan dan penekukan sesuai dengan gambar teknik. Dengan sudut kelengkungan kayu 23°. Tahap selanjutnya pembuatan frame dengan metode *hand forming* dengan cara diberikan pukulan ringan secara merata menggunakan *mallet*, sampai membentuk kelengkungan dan penekukan sesuai profil pada kayu. Hasil manufaktur *frame* ditunjukkan oleh Gambar 7.

Gambar 7. Pembuatan frame

4. Proses Manufaktur *Skin*

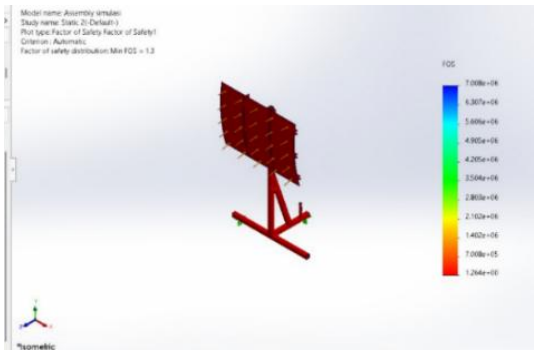
Proses pembuatan skin ini diawali dengan tahap *layout*, yaitu penggunaan penggaris untuk menentukan ukuran serta menandai garis potong pada lembaran logam sesuai dengan dimensi yang telah dirancang sebelumnya. Setelah proses pengukuran dan penandaan selesai dilakukan, langkah berikutnya adalah menggunakan mesin pemotong pelat untuk memotong lembaran logam tersebut sesuai dengan garis yang telah ditentukan. Proses pemotongan ini dilakukan secara hati-hati agar hasil potongan presisi dan sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan untuk pembuatan *skin*. Gambar 8 menunjukkan proses pembuatan *skin* pelat *curvature*.



Gambar 8. Pembuatan skin

4.1 *Safety Factor*

Safety factor atau (faktor keamanan) bertujuan untuk menilai tingkat keamanan suatu struktur alat yang akan dibuat. Nilai ini kemudian menjadi parameter untuk menentukan apakah suatu alat mampu menahan beban yang akan diterima ketika digunakan. Berdasarkan hasil simulasi *safety factor* menggunakan *software solidworks*, diperoleh nilai *safety factor* sebesar 1,3. Nilai tersebut menjadi acuan dalam penilaian kekuatan dan kekakuan struktur. Nilai yang diperoleh dikategorikan cukup baik dan mampu menahan beban secara optimal seperti terlihat pada Gambar 9. Hal ini menunjukkan bahwa struktur mampu menahan beban dinamis maupun statis yang akan diterima selama alat digunakan.



Gambar 9. Simulasi safety factor

Proses detail dari simulasi ini merujuk pada penelitian yang dihasilkan oleh (15).

4.2 Pengujian *Riveting*

Pengujian ini dilakukan untuk mengidentifikasi media praktik, dari segi fungsi. Ketika dilakukan proses *riveting* pada media praktik, hasil yang didapatkan adalah media praktik mampu menopang struktur *skin*, serta mampu menahan *skin* dengan cukup baik pada saat proses *riveting* berlangsung. Sehingga ini menjadi parameter yang positif dari hasil praktik *riveting* yang sudah coba dilaksanakan.

Alat yang digunakan adalah *rivet gun* yang berfungsi memasang *rivet* guna menyatukan dua material. *Bucking bar* yang berfungsi untuk memberikan gaya hantaman kepada ujung *rivet* guna membentuk kepala baru. Secara umum penempatan pelaksanaan *riveting* ini dibagi menjadi 2 posisi yaitu ada yang bertangung jawab menggunakan alat *rivet gun* dan yang bertanggung jawab menggunakan alat *bucking bars* seperti pada Gambar 10.

Gambar 10. Pengujian riveting

Selain itu berdasarkan standar penentuan konfigurasi *rivet* yang sesuai dengan SRM. Menyebutkan bahwa batas minimal pendekatan rumus *edge distance* adalah 2 kali diameter *rivet*. Maksimal adalah 4 kali diameter *rivet*. Pendekatan rumus *rivet spacing*, minimal nya adalah 4 kali diameter *rivet*. Maksimal

nya adalah 6 kali diameter *rivet*. Maka rumus tersebut menjadi pedoman dalam menentukan konfigurasi *rivet* pada *skin*. *Rivet* yang digunakan dalam melaksanakan *riveting* adalah tipe *universal head*, dengan kode *rivet* AN470DD 5-8 berdiameter 4 mm. Menggunakan pendekatan rumus minimal untuk *edge distance* 2 kali diameter *rivet*, dan *rivet spacing* 4 kali diameter *rivet*. Diperoleh *edge distance* 8 mm dan *rivet spacing* 16 mm.

4.3 Hasil Manufaktur

Berdasarkan hasil manufaktur sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 11, proses manufaktur *fixture* dan pelat *curvature* telah berhasil diselesaikan. Seluruh proses tahapan rancang bangun mulai dari tahap tahap perancangan hingga sampai pada proses pemotongan, pengelasan, pengeboran, hingga proses *riveting*. Hasil akhir menunjukkan bahwa komponen pada *skin*/pelat *curvature* yaitu *frame*, *stringers* dan stand/*fixture* telah terbentuk sebagai satu kesatuan struktur.

Gambar 11 Hasil Manufaktur

5. KESIMPULAN

Struktur *fuselge* pesawat udara SRM 53-00-00 merupakan referensi awal kami dalam membuat dan merancang setiap detail dari *skin* pesawat, tidak hanya menjadi referensi namun diaktualisasikan dalam bentuk asli yang menyesuaikan setiap ukuran dan bentuk dari *skin fuselage*. Mencangkup bagian *frame* yang membentuk *skin* sekaligus menopang *skin*, *stringer* yang memperkuat struktur *skin*. Selain itu juga pemilihan jenis material yang digunakan berupa material yang umumnya digunakan pada *skin fuselage* pesawat udara, yaitu Al 2024. *Frame* dan *stringer*s pun memiliki jenis material yang sama. Dalam menopang semua itu diperlukan material yang tidak hanya kuat namun dapat bertahan dengan jangka waktu lama. Maka dipilih material *galvanized steel* dengan tujuan agar lebih tahan terhadap korosi.

Berdasarkan hasil simulasi *safety factor* pada *software solidwork*, untuk memastikan keamanan alat ketika digunakan untuk praktik *riveting*, diperoleh hasil simulasi *safety factor* 1.3. Hasil *safety factor* tersebut menunjukan nilai yang baik (lebih dari 1). Ketika dilakukan pengujian *riveting* pada *skin* hasilnya menunjukkan *skin* stabil dan kokoh ketika digunakan saat *riveting* dan *fixture* kuat, serta *rigid* ketika menahan beban *riveting* maupun ketika menahan beban struktural. Hal ini ditunjukkan dengan tidak terjadinya goncangan pada saat dilakukannya proses *riveting* pada pelat *curvature* tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

1. Sugawara E, Nikaido H. Aviation Maintenance Technician Handbook. Volume 1. Aviation Maintenance Technician Handbook-Airframe. 2018;1:9-21.
2. Maldonado O. What Is Aircraft Maintenance? Importance, Types, and Processes [Internet]. Available from: https://www.somasoftware.com/post/what-is-aircraft-maintenance-importance-types-and-processes.
3. Web S. Aircraft Maintenance, Ini Alasan Kenapa Pesawat Selalu Optimal [Internet]. Available from: https://sttkd.ac.id/berita/aircraft-maintenance-ini-alasan-kenapa-pesawat-selalu-optimal/.
4. Iryani L, Wibowo SS. Perhitungan Failure Index Struktur Sayap Pesawat Terbang Tanpa Awak Ai-X1 dengan Menggunakan Kriteria Tsai-Hill Disimulasikan dengan Metode Elemen Hingga. Indones J Aerosp. 2020;18(Juni):43-51.
5. Cheraghi SH. Effect of Variations in the Riveting Process on the Quality of Riveted Joints. Int J Adv Manuf Technol. 2008;39(11-12):1144-1155.
6. Santosa F. Modul Aircraft Structure Repair. 2019. p. 34.
7. Dwinata FHRB, Putra AG. Analisa Kekuatan Sambungan Rivet Zig-Zag dan Inline Dengan Plat Al 2024-T3. 2021;32(3):167-186.
8. Aljaly K, Balaid IM, Budar MR, Masmoudi F. Study the Effect of Some Attributed Process Parameters in Riveting for the Sequence, the Distance Between Rivets, and the Gap Between the Aluminum Alloys Sheets 2024. 2024;(16):1-15.
9. Team W. Bahan Ajar Manual Metal Arc Welding Politeknik Negeri Bandung. 2023. p. 1-43.
10. Sulistiyono F, Susilawati, Kamaludin M, Raharjo FDN. Visual Inspection of Welding Joints: Analysis of the Causes of Welding Defects and Solutions for Repair. J E-Komtek. 2025;9(1):198-206.
11. Iryani L, Adolf S. Finite Element Method Analysis in Simulation of Induction Heater Using Helical Coil Method. METAL J Sist Mek dan Termal. 2023;7(1):23-26.
12. Iryani L, Fithri NP, Kadir AM, Irawan B. Manufacturing Spar I Beam of UAV Wing Structure Made of Composite Material. J Adv Res Dyn Control Syst. 2019;11:556-562.
13. Iryani L, Ramadhan AS. Analisis Geometris Sistem Kendali Elevator Pesawat Udara N219. METAL J Sist Mek dan Termal. 2021;5(2):93-97.
14. Putra AG. Pengaruh Variasi Proses Peregangan terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Mikro Baja ST. 37 pada Proses Roll Bending. 2020.
15. A. F. Hilmi. Desain *Fixture* dan Pelat *Curvature* Struktur *Fuselage* Sebagai Penunjang Pelaksanaan Praktik *Riveting*. 2026; Tugas Akhir.