

BAB I.

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Aluminium 2024 adalah salah satu paduan aluminium-tembaga-magnesium. Aluminium 2024 sering digunakan dalam aplikasi struktural pesawat terbang karena memiliki kekuatan (*Strength*) yang cukup tinggi, daya tahan ketahanan lelah (*Fatigue*) yang cukup tinggi dengan berat yang lebih ringan dan lebih tahan terhadap korosi dibandingkan dengan besi atau baja, sebagai contoh penggunaan Aluminium 2024-T3 pada kulit pesawat dan Aluminium 7075-T7651 pada wing panel, *stabilizer*, *frame*, dan bagian-bagian yang membutuhkan kekuatan yang tinggi¹.

Salah satu jenis atau varian dari Aluminium adalah Aluminium 2024-O, Aluminium 2024-O adalah salah satu jenis dari Aluminium 2024, Arti simbol “O” pada Aluminium 2024-O adalah kondisi *annealed* atau telah melalui proses *annealing* tanpa proses *heat tempering*, yang berarti bahwa sebagian besar tegangan sisa dari proses *wrought forming* telah dihilangkan dengan proses *annealing*².

Dalam proses *annealing*, dapat terbentuk *residual stress*, *residual stress* atau tegangan sisa adalah tegangan yang tetap ada walaupun beban atau *load* pada benda atau material dihilangkan. Tegangan sisa atau *residual stress* ini dapat terjadi setelah melalui proses manufaktur atau proses produksi seperti proses pemesinan/*machining process* (seperti pembubutan/*turning*, *milling*, *drilling*,

¹ Assrul FII, Dr. Priyo Tri Iswanto, S.T., M.Eng, “SIFAT FISIS DAN MEKANIS MATERIAL PESAWAT TERBANG ALUMINIUM 7050-T7651 DENGAN PERLAKUAN SHOT PEENING DAN CHROMIC ACID ANODIZING”, (Yogyakarta : UGM, 2015), Abstract

² Callister, William D., and David G. Rethwisch. Materials Science and Engineering: An Introduction. 10th ed., Wiley, 2020.

proses penyekrapan/*shaping* atau *planning* dan lainnya), proses pengecoran (*casting*), proses pengelasan (*welding*) dan proses penempaan (*forging*)³.

Pada material yang memiliki *residual stress*, arah tegangan dapat berupa tegangan tarik atau tegangan tekan, arah tegangan yang searah dengan *crack* atau retakan akan menghasilkan *crack growth* atau rambatan retak. Rambatan Retak atau *Crack Growth* pada aluminium merupakan fenomena yang terjadi ketika retakan kecil atau mikro mulai muncul pada permukaan logam. Proses ini biasanya disebabkan oleh beberapa faktor :

Rambatan Retak atau *Crack Growth* pada aluminium merupakan fenomena yang terjadi ketika retakan kecil atau mikro mulai muncul pada permukaan logam. Proses ini biasanya disebabkan oleh beberapa faktor :

- a. Kelelahan logam akibat pembebanan siklik atau berulang
- b. Lingkungan yang korosif, atau
- c. Cacat Produksi.

Salah satu faktor utama yang dapat menyebabkan keretakan merambat adalah kelelahan logam akibat pembebanan siklik atau berulang, seperti yang sering terjadi pada struktur aluminium yang mengalami pembebanan dinamis secara terus menerus, selain kelelahan logam, pembebanan secara berulang pada material atau pembebanan siklik ini juga tergantung pada jenis struktur kristal dari material⁴.

Faktor lain yang dapat memicu rambatan retak adalah lingkungan korosif, seperti kelembaban tinggi atau keberadaan zat kimia agresif. Aluminium cenderung membentuk lapisan oksida yang melindungi permukaannya dari korosi, jika lapisan oksida yang melindungi permukaannya dari korosi menjadi rusak atau terganggu, logam tersebut menjadi rentan terhadap kerusakan korosif dan retak, faktor lain

³ ASM International, ASM Handbook, Volume 19: Fatigue and Fracture (Materials Park, OH: ASM International, 1996).

⁴ Liu, Y., & Dai, F. (2021). A review of experimental and theoretical research on the deformation and failure behavior of rocks subjected to cyclic loading. In *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering* (Vol. 13, Issue 5, pp. 1203–1230). Chinese Academy of Sciences. <https://doi.org/10.1016/j.jrmge.2021.03.012>

seperti cacat produksi dapat menyebabkan rambatan retak pada logam, seperti ketidaksempurnaan dalam struktur kristal aluminium atau ketidakseragaman dalam distribusi unsur-unsur logam, juga dapat menjadi faktor yang memengaruhi kemungkinan terjadinya rambatan retak. Proses pembentukan aluminium dan kondisi pabrikasi juga dapat memainkan peran penting dalam mempengaruhi kekuatan dan ketahanan logam terhadap retakan.

Perhitungan retakan (*crack*) dan *life cycle* dipengaruhi oleh beberapa faktor dan parameter, parameter-parameter yang bisa digunakan dalam *crack growth* analisis seperti Hukum Paris-Erdoğan (*Paris-Erdoğan Laws*) dan Parameter Intensitas Tegangan (*Stress Intensity Factor*)⁵.

Aluminium 2024-O, penggunaannya di dunia nyata, salah satunya dibidang penerbangan atau *aviation field*, produksi material untuk bidang-bidang industri tersebut melewati beberapa proses *treatment* dan salah satunya adalah menggunakan proses *forging*, salah satu contoh penggunaan material Aluminium 2024-O yaitu pada komponen Pesawat CN-235, pembentukan/*forging* akan menyebabkan *residual stress*, yang akan menghasilkan *crack growth* sehingga material akan patah. Pembentukan material akan menyebabkan atom-atom pada material tertekan/termampatkan yang pada akhirnya menyebabkan retakan menjadi terhambat, sehingga patah pada material yang sudah dibentuk menjadi lebih lama.

Tugas akhir ini akan melakukan pemodelan dan penganalisaan terhadap rambat retak pada Aluminium 2024-O, nilai yang diambil merupakan hasil uji dari Tesis oleh bapak Uum Sumirat yang berjudul “PENGARUH Pengerjaan Dingin Terhadap Perilaku Perambatan Retak Aluminium Paduan”. Perbedaan penelitian yang dilakukan terhadap penelitian terdahulu, adalah pada penelitian terdahulu dilakukan penganalisaan perilaku rambat retak pada material Aluminium paduan yang telah mengalami pengerjaan diangin, pada

⁵ T.L. Anderson. (2017). Fracture Mechanics Fundamentals and Applications (4th ed.). CRC Press.

penelitian yang dilakukan penulis, dilakukan pemodelan terhadap rambat retak dan analisa dari pemodelan tersebut.

1.2. Rumusan Masalah

- Bagaimana hubungan antara jumlah siklus beban dengan laju pertumbuhan retak pada material aluminium 2024-O?
- Hubungan antara *residual stress* dengan *crack growth*
- Salah satu pemodelan matematis untuk memprediksi umur *fatigue* pada komponen aluminium 2024-O dengan *residual stress*

1.3. Tujuan Tugas Akhir

- Mencari *residual stress* pada ujung retak
- Menganalisa hubungan antara *residual stress* dengan *crack growth*
- Memodelkan secara sistematis untuk memprediksi umur kelelahan (*fatigue*) pada aluminium 2024-O

1.4. Manfaat Tugas Akhir

- Pada penelitian ini akan diketahui besarnya *residual stress* pada ujung retak
- Mengetahui hubungan antara *residual stress* dan *crack growth*
- Akan diketemukan model matematis untuk menghitung umur *fatigue* yang diakibatkan *residual stress* pada ujung retak

1.5. Ruang Lingkup Tugas Akhir

- Aluminium 2024-O
- Perhitungan *Residual stress* akibat *forging* pada material
- Perhitungan model matematis umur *fatigue* pada aluminium 2024-O yang diakibatkan oleh *residual stress* karena *forging*

1.6. Batasan Tugas Akhir

- Perhitungan *residual stress* akibat *forging*
- Perhitungan model rambat retak, pada aluminium 2024-O
- Pemodelan ini memiliki batas terkait dengan *software* Microsoft Excel sebagai perangkat lunak yang digunakan.

