



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Baut adalah salah satu komponen pengikat, banyak digunakan dalam industri mekanik, listrik, kimia dan konstruksi. Pada kendaraan bermotor terdapat banyak sekali komponen yang dibuat secara terpisah, kemudian digabungkan menggunakan baut dan mur untuk memudahkan dilakukan pelepasan kembali saat diperlukan, misalnya untuk melakukan pekerjaan perbaikan atau pergantian komponen kendaraan. Baut dan mur umumnya digunakan dan memiliki kondisi kerja yang berbeda dan pemilihan bahan baut dan mur juga berbeda. Bahan untuk membuat baut dan mur umumnya terbuat dari baja karbon dan bahan *stainless steel* yang memiliki density $7,8 \frac{g}{cm^3}$. Dari studi yang sudah dilakukan bobot keseluruhan baut dan mur pada kendaraan merek X sebesar 1,502 kg, Jika dibandingkan dengan density material komposit yang hanya $2,4 \frac{g}{cm^3}$ baut dan mur yang terbuat dari material komposit bobotnya hanya 0,376 kg dengan perbedaan $\frac{1}{4}$ dari nilai keseluruhan baut dan mur pada kendaraan merek X. Dengan material baut dan mur yang lebih ringan mempengaruhi bobot kendaraan dengan bobot kendaraan yang ringan berpengaruh terhadap pemakaian bahan bakar pada kendaraan. Semakin ringan komponen baut dan mur maka semakin sedikit pemakaian bahan bakar pada kendaraan, begitu juga sebaliknya (M. Setyadi, dkk, 2008). Jadi baut dan mur dengan material komposit inilah yang menjadi fokus penelitian untuk mengembangkan baut dan mur sebagai inovasi material komposit dengan bahan aluminium dan penguat abu dasar batubara. Pada aplikasinya baut dan mur menerima beban sebagaimana fungsi dan memiliki kerja yang berbeda untuk mengikat komponen dari kendaraan. Pembebanan terus menerus pada baut dan mur akan mempengaruhi sifat mekanik material tersebut, terutama fatik atau kelelahan yang akhirnya akan menyebabkan baut dan mur akan patah. Ada tiga fase kerusakan yang diakibatkan oleh fatik yaitu pengintian retak (*crack initiation*), perambatan retak (*crack propagation*), dan patah statik (*fracture*). Kerusakan akibat fatik banyak terjadi di dunia teknik. Biasanya kerusakan ini terjadi karena disebabkan dengan adanya cacat atau retakan dan juga adanya pembebanan pada saat beroperasi (B. L. Sanyoto, dkk, 2008). Retak yang terjadi akan semakin bertambah panjang dan retakan ini akan berpengaruh terhadap kekuatan material, sehingga umur komponen menjadi lebih pendek.

Berdasarkan penelitian (Bambang Pratowo, dkk, 2016) *fatigue* atau kelelahan material terjadi diakibatkan adanya tegangan yang berfluktuasi yang besarnya lebih



kecil dari tegangan tarik maksimum. Akibat beban yang berulang-ulang dalam jangka waktu yang lama, dapat merubah struktur material sehingga terjadinya retak (*crack*) ataupun patah. Patah lelah diawali dengan tumbuhnya inti retak akibat pergerakan dislokasi siklik, dilanjutkan dengan perkembangan menjadi *microcrack* yang kemudian tumbuh menjadi *macrocrack* dan selanjutnya berkembang (*propogation*) hingga terjadi patah. Berdasarkan penelitian (**Zuhaimi, dkk, 2012**) retak awal terjadi pada bagian terluar dari spesimen, yang menyebabkan terjadinya konsentrasi tegangan yang tinggi di ujung retak akibat pembebanan, yang akan merambat seiring dengan bertambahnya siklus pembebanan. Berdasarkan penelitian (**Sunardi, dkk, 2013**) bahwa semakin tinggi kekasaran permukaan material, akan memungkinkan akan terjadinya konsentrasi tegangan permukaan pada alur-alur bekas pemotongan dan pada proses pemesinan. Alur pada permukaan material dapat memicu terjadinya retak awal, adanya beban yang terus berkerja pada material akan menyebabkan terjadinya pertumbuhan retak hingga patah. Berdasarkan penelitian (**Lixin Zhang, dkk, 2017**) reduksi ketebalan berpengaruh terhadap sifat mekanik di kisaran reduksi 30% memiliki nilai *Yield Strenght* 101,47 Mpa, meningkat di reduksi 50% pada proses *hot rolling* dengan nilai *Yield Strenght* 140,65 Mpa. Pada reduksi *cold rolling* 70% memiliki nilai *Yield Strenght* 222,36 Mpa, meningkat pada reduksi 90% nilai *Yield Strenght* 262,06 Mpa. Seiring dengan meningkatnya nilai *Yield Strenght* maka umur kelelahan semakin panjang sehingga menyebabkan laju pertumbuhan retak akan semakin menurun. Berdasarkan penelitian (**S. Wang, B.X. Liu, dkk, 2018**) dengan reduksi 20% 40% 70% 90% pada *hot working process* menunjukkan semakin tinggi reduksi menyebabkan ukuran butir semakin halus dan meningkatkan *ultimate tensile strenght* 543 Mpa pada reduksi 90%. Sehingga ketahanan lelah meningkat dengan meningkatnya *ultimate tensile strenght* dan mengakibatkan laju pertumbuhan retak menurun. Berdasarkan penelitian (**M.Y Hasbi, dkk, 2016**) terjadi peningkatan nilai kekerasan dari reduksi 6-10% nilai kekerasan sebesar 191,3 HB meningkat hingga 297,6 HB di reduksi 16-20%. Nilai reduksi ketebalan kekerasan berbanding lurus dengan nilai umur lelah, semakin tinggi nilai kekerasan maka nilai umur lelah semakin meningkat sehingga laju pertumbuhan retak akan semakin menurun. Berdasarkan penelitian (**Hao Huang, dkk, 2016**) pada proses penempaan (*forging*) *multi-directional* sifat mekanis didaerah pusat dan tepi pada temperatur 300°C, 350°C, dan 400°C menunjukkan bahwa nilai *ultimate tensile strenght* meningkat pada temperatur tinggi. Dengan meningkatnya nilai *ultimate tensile strenght* maka umur kelelahan semakin panjang sehingga menyebabkan laju pertumbuhan retak akan semakin menurun, dikarenakan pada temperatur tinggi pada *hot working process* ukuran butir semakin halus dikarenakan adanya mekanisme rekristalisasi dinamis mengakibatkan sifat mekanik meningkat. Berdasarkan penelitian (**Yuna Wu, dkk, 2019**) tentang



Dynamic precipitation and recrystallization in Al-12.5 wt%Si-0.6 wt% Mg-0.1 wt%Ti alloy during hot-rolling and their impacts on mechanical properties. Menunjukkan pada temperatur tinggi sifat mekanik meningkat pada temperatur 540 °C menunjukkan *ultimate tensile strength* 243,8 mpa. Berdasarkan penelitian (**Tung Chen Cheng, dkk, 2018**) menunjukkan pada temperatur tinggi menyebabkan penurunan ukuran butir dan meningkatkan *ultimate tensile strenght* 276,05 Mpa. Berdasarkan penelitian (**Yan Xu, dkk, 2013**) tentang *deformation behaviour and dynamic recrystallization of AZ61 magnesium alloy* pada temperatur 220, 260, 300, 340 dan 380°C. pengamatan struktur mikro menunjukkan bahwa fraksi volume dan ukuran butir rata-rata butiran rekristalisasi dinamis meningkat. Berdasarkan penelitian (**W.X. Sun, dkk, 2004**) pada proses *cold rolling* pada *deformation* plastis menunjukkan nilai kekerasan material meningkat dari 271HV ke 325HV, dikarenakan adanya *work hardening* yang bertujuan untuk meningkatkan kekuatan matrial dan berbanding lurus dengan kelelahan material yang menunjukkan kekuatan kelelahan matrial juga meningkat yang akan menyebabkan laju pertumbuhan retak akan semakin menurun. Berdasarkan penelitian (**D.L. Duquesnay, dkk, 1990**) pada variasi reduksi 22%, menunjukkan nilai kekerasan 122HB, pada reduksi 56% nilai kekerasan 160HB, dan pada variasi reduksi 76% nilai kekerasan meningkat 195HB. Karena adanya *work hardening*, pengerasan regang atau *strain hardening* dapat dijelaskan dengan mekanisme interaksi dislokasi logam akan menjadi naik dengan semakin besarnya deformasi, Nilai reduksi ketebalan kekerasan berbanding lurus dengan nilai umur lelah, semakin tinggi nilai kekerasan maka nilai umur lelah semakin meningkat sehingga laju pertumbuhan retak akan semakin menurun. Berdasarkan penelitian (**FU. Yong, dkk, 2013**) pada proses *cold rolling* menunjukkan variasi reduksi 0, 4%, 10%, 20%, 40%, dan 60%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan reduksi meningkatkan tegangan luluh secara bertahap. Yang artinya semakin besar reduksi umur kelelahan akan semakin panjang dan laju pertumbuhan retak akan semakin menurun.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa pertumbuhan retak (*crack growth*) uji *fatigue* komposit Al paduan dengan penguat abu dasar batubara hasil proses penekanan (*pressing*). Memungkinkan dengan variasi temperatur benda kerja dan reduksi ketebalan akan meningkatkan sifat mekanik kelelahan dan pertumbuhan retak (*crack growth*) pada material baut dan mur.

Dari uraian latar belakang diatas maka penulis ingin meneliti pengaruh variasi temperatur benda kerja dan reduksi ketebalan pada saat proses penekanan (*pressing*) terhadap pertumbuhan retak kelelahan, yang diaplikasikan terhadap baut dan mur dari bahan komposit aluminium diperkuat abu dasar batubara.



1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian latar belakang di atas, peneliti mengidentifikasi perumusan masalah sebagai berikut :

- a. Bagaimana pengaruh variasi temperatur benda kerja pada saat proses penekanan (*pressing*) terhadap pertumbuhan retak (*crack growth*) uji *fatigue* komposit Aluminium paduan dengan penguat abu dasar batubara (*bottom ash*).
- b. Bagaimana pengaruh variasi reduksi ketebalan pada saat proses penekanan (*pressing*) terhadap pertumbuhan retak (*crack growth*) uji *fatigue* komposit Aluminium paduan dengan penguat abu dasar batubara (*bottom ash*).

1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini memiliki beberapa batasan masalah, agar penelitian dapat berjalan sesuai yang diinginkan dan tidak menyimpang dari batasan masalah. Batasan masalah dalam penelitian ini antara lain :

- a. Bahan yang dipakai adalah :
 - Aluminium paduan yang dibeli dari usaha kecil pengecoran di daerah Kecamatan Lakar Santri, Kota Surabaya. Dengan komposisi Al 86,44% ; Si 6,11% ; Fe 1,69% ; Cu 1,01% ; Zn 4,13%
 - Serbuk abu dasar batubara (*bottom ash*) ukuran 200 mesh yang telah diberi perlakuan *electroless plating*.
 - Serbuk magnesium bermerek Merck KgaA Millipore Corporation, Germany.
 - Serbuk Aluminium murni bermerek Merck KgaA Millipore Corporation, Germany.
 - Alkohol 75%
 - Serbuk Al_2O_3 bermerek Nippon Light Metal Company, Ltd.
 - Larutan Asam Nitrat (HNO_3) 65% bermerek Merck KgaA Millipore Corporation, Germany.
- b. Pengecoran metode *stir casting*.
- c. Proses *homogenizing* pada temperatur 125°C dan waktu 2 jam.
- d. Proses penekanan (*pressing*) dengan variasi temperatur benda kerja dan reduksi ketebalan. Berdasarkan penelitian terdahulu (**Bayu Ardyanto, dkk, 2019**) mengambil nilai reduksi yang sama dan temperatur yang lebih tinggi
- e. Variasi temperatur benda kerja adalah :



- 125 °C
 - 135 °C
 - 145 °C
- f. Variasi reduksi ketebalan adalah :
- 5 %
 - 10 %
 - 15 %
- g. Standart spesimen pengujian uji tarik ASTM E8.
- h. Standart spesimen pengujian uji fatik ASTM E647.
- i. Menggunakan Mesin Uji Fatik GOTECH AI-7000 LA10.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh variasi temperatur benda kerja dan reduksi ketebalan pada saat proses penekanan (*pressing*) terhadap pertumbuhan retak (*crack growth*) uji *fatigue* komposit aluminium paduan dengan penguat abu dasar batubara (*bottom ash*).

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari Penelitian ini adalah :

1. Manfaat bagi mahasiswa.
 - a. Memenuhi tugas akhir sebagai prasyarat mendapatkan gelar sarjana (S1)
 - b. Mengetahui bagaimana cara merekayasa material.
 - c. Mampu membuat terobosan dan inovasi baru dalam merekayasa material
 - d. Digunakan referensi inovasi atau objek penelitian orang lain.
2. Manfaat bagi dunia industri material.
 - a. Memberi inovasi dalam perindustrian material sehingga dapat diaplikasikan untuk pembuatan bahan baut dan mur dan mempunyai daya jual tinggi.
 - b. Membenahi perekayasaan material dalam negeri agar mampu bersaing dipasar luar negeri.
 - c. Memenuhi tuntutan produksi material dalam negeri supaya tidak impor keluar negeri.
 - d. Mengurangi limbah abu dasar batubara (*bottom ash*).

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

Bab I : Pendahuluan



Pada bab ini menjelaskan tentang latar belakang yang mendasari penelitian tugas akhir ini, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan pada penelitian tugas akhir ini.

Bab II : Dasar Teori

Pada bab ini berisi tentang uraian dasar teori yang digunakan sebagai literatur yang digunakan penulis untuk membahas pokok masalah tentang pengaruh variasi temperatur benda kerja dan reduksi ketebalan pada proses pembentukan (*pressing*) terhadap pertumbuhan retak *fatigue* pelat komposit Aluminium dengan penguat abu dasar batubara (*bottom ash*).

Bab III : Metodologi Penelitian

Pada bab ini berisi tentang langkah-langkah rencana penelitian penulis, diagram alir (*flow chart*) dan uraian penjelasan diagram alir penelitian tentang pengaruh variasi temperatur benda kerja dan reduksi ketebalan pada proses pembentukan (*pressing*) terhadap pertumbuhan retak *fatigue* pelat komposit Aluminium dengan penguat abu dasar batubara (*bottom ash*).

Bab IV : Analisa Data

Pada bab ini berisi tentang uraian penelitian dari proses pengambilan data sampai perhitungan dan pembahasan hasil pengujian.

Bab V : Kesimpulan dan Saran

Pada bab ini berisi tentang kesimpulan penelitian dan saran terhadap penelitian yang telah dilakukan penulis.

Daftar Pustaka

Lampiran