

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Turbin air merupakan sebuah alat yang dirancang untuk mengubah energi potensial air menjadi energi mekanik. Energi mekanik yang dihasilkan ditransfer melalui poros (*shaft*) menuju generator yang kemudian diubah menjadi energi listrik oleh generator. Poros (*Shaft*) Turbin air berfungsi sebagai penerus putaran turbin ke generator menggunakan material *stainless steel*, karena poros turbin air bekerja pada lingkungan yang korosif, sehingga poros tidak mudah korosi karena pengaruh lingkungan sekitar dan dapat digunakan dalam jangka waktu yang relatif lama. Widodo dkk (2017) melakukan sebuah penelitian yang menganalisis model desain poros menggunakan material *stainless steel* jenis AISI 410. Namun, untuk mengantisipasi kelangkaan energi mineral dalam bidang teknologi material, penggunaan material konvensional seperti ini terbilang tidak efisien dalam penghematan energi. Sehingga, menjadi sebuah keharusan untuk mengantisipasi kelangkaan energi dengan melakukan penelitian dan pengembangan teknologi.

Berbagai penelitian dan pengembangan teknologi telah banyak dilakukan dalam rangka mewujudkan penghematan energi. Khususnya, pengembangan dalam bidang teknologi material sebagai penerapan berbagai macam material baru, untuk mensubstitusi penggunaan material yang konvensional. Sebagai contohnya adalah peralatan transportasi yang menggunakan material lain, tanpa mengabaikan syarat-syarat desain lainnya.

Penggunaan material *dissimilar* pada suatu struktur komponen alat dapat diterapkan dengan metode penyambungan. Penyambungan logam berbentuk silinder pejal dapat dilakukan dengan metode pengelasan gesek. Penyambungan logam *dissimilar* menggunakan metode pengelasan gesek (*Friction Welding*), merupakan salah satu cara dalam rangka penghematan dan penggunaan energi dalam bidang material yang lebih efisien. Caranya adalah dengan menyambungkan antara material *stainless steel* 304 dan Baja St 41 menggunakan metode las gesek, untuk sambungan poros turbin. Pengelasan gesek dilakukan untuk mengatasi keterbatasan dalam penyambungan logam berbentuk silinder pejal, karena metode

pengelasan yang menggunakan busur las sulit dilakukan dan sering terjadi kegagalan dalam sambungannya.

Husodo dkk (2014) dalam penelitiannya mengatakan bahwa las gesek (*Friction Welding*) merupakan salah satu metode penyambungan dua buah material yang sama atau berbeda, tanpa menggunakan *filler* (Pengisi) atau elektroda, pengelasan ini termasuk jenis *solid state welding*, yaitu pengelasan yang memanfaatkan energi panas dari gesekan antara dua material, yang kemudian diberi tekanan tempa, sehingga dua material dapat tersambung. Belum banyak yang menerapkan dan memperhatikan metode pengelasan ini baik dalam dunia industri menengah dan kecil, walaupun teknologi ini terbilang cukup *efisien* dan *efektif*. Hal ini diperkuat oleh Anam dkk (2018) dalam penelitiannya, yang mengatakan bahwa metode pengelasan ini terbilang cukup *efisien* dan *efektif* karena memiliki banyak kelebihan dibandingkan dengan pengelasan konvensional, diantaranya adalah kebersihan permukaan sambungan tidak diperlukan, tidak menggunakan *filler* (logam pengisi) atau elektroda, tidak memerlukan pelindung *flux* dan gas pelindung saat pengelasan, serta dapat dilakukan penyambungan menggunakan dua material berbeda dengan ongkos pengerjaan yang lebih murah.

Beberapa variabel yang biasa digunakan pada pengelasan gesek adalah tekanan gesek, waktu gesek, tekanan tempa, waktu tempa dan kecepatan putar. Prabowo & Sunyoto (2021) dalam penelitiannya menggunakan metode pengelasan gesek pada material baja St 41 dan variasi waktu tempa 4, 5, dan 6 detik mendapatkan waktu tempa terbaik selama 5 detik, serta waktu gesek dengan nilai rata-rata kekuatan tarik 535,3 MPa. Kemudian, dibandingkan dengan metode pengelasan SMAW yang hanya mendapatkan nilai kekuatan tarik 422,01 MPa. Penelitian ini membuktikan bahwa variasi waktu tempa 5 detik pada material baja St 41 mampu menghasilkan nilai kekuatan tarik yang maksimal. Kemudian, kekuatan tarik paling maksimal didapatkan pada variasi waktu gesek 10 detik dengan nilai kekuatan tarik 527,97 MPa. Namun, variasi waktu gesek selama 10 detik masih belum bisa dikatakan *efektif* dalam proses pengelasan. Penelitian ini juga masih menggunakan material sejenis (*similar*) baja St 41 yang memiliki sifat termal dan mekanik yang sama. sehingga, masih perlu dikembangkan dengan menggunakan metode las gesek *dissimilar*.

Variasi tekanan gesek juga berpengaruh terhadap nilai kekuatan tarik, Pah dkk (2018) dalam penelitiannya menggunakan variasi tekanan gesek 24, 32, 40 MPa dan waktu gesek 5, 7, 9, 11 detik, dengan kecepatan putar 1600 rpm. Material yang digunakan adalah *dissimilar*, antara aluminium dan baja karbon. Hasil las terbaik didapatkan pada variasi waktu gesek 7 detik dan tekanan gesek 40 MPa dengan nilai kekuatan tarik 186,978 MPa. Namun, pada data distribusi nilai kekerasan *vickers* pada titik yang lebih jauh dari daerah sambungan, menunjukkan laju penurunan nilai kekerasan yang lebih kecil, dibandingkan dengan proses pada temperatur yang rendah. Hal ini terjadi karena perubahan struktur mikro dan perluasan daerah HAZ pada kedua sisi sambungan, sehingga terjadi perubahan sifat mekanis kekerasan.

Suwanda dkk (2020) pada penelitiannya menggunakan material Aluminium 6061 dan AISI 304, yang disimulasikan dengan komputer dan solusi eksperimental. Material dibuat sesuai dengan standar pengujian JIS Z 2201. Hasil sambungan aluminium-*stainless steel* menggunakan metode las CDFW, menunjukkan bahwa daerah yang terpengaruh panas paling signifikan adalah aluminium. Hal tersebut telah diprediksi dengan simulasi komputer. Namun, dalam penelitiannya masih belum memvariasikan parameter proses pengelasan untuk mendapatkan kekuatan tarik maksimum hasil sambungan, dan luasan daerah HAZ minimum. Sehingga, masih perlu dilakukan sebuah penelitian yang memvariasikan parameter proses pengelasan CDFW, baik itu menggunakan bahan aluminium 6061-*Stainless steel* 304 maupun menggunakan bahan lain yang berbeda.

Beberapa hal diatas dapat dijadikan sebagai acuan dalam memperbaiki hasil pengujian menggunakan metode las gesek *dissimilar*. Dengan melakukan pengujian sifat mekanis agar mendapatkan hasil paling optimal, terhadap variasi waktu gesek dan tekanan gesek yang cocok, untuk diterapkan pada proses pengelasan gesek *dissimilar*. Maka dalam penelitian ini dilakukan menggunakan variabel bebas, terikat dan terkontrol. Variabel bebas penelitian ini adalah tekanan gesek 30, 40, 50, 60 MPa, dan waktu gesek 5 detik. Variabel terkontrol yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari kecepatan putar relatif pada permukaan kontak sebesar 1000 rpm, waktu tempa 5 detik dan tekanan tempa 50 MPa.

Material yang digunakan pada penelitian ini adalah *Stainless steel* 304 dan Baja St 41 berbentuk silinder pejal. *Stainless steel* 304 banyak diaplikasikan dalam dunia industri maupun non industri, karena *Stainless steel* 304 merupakan material yang memiliki karakter *austenitik*, yaitu karakter material yang memiliki ketahanan korosi cukup baik, sifat mampu bentuk, dan sifat mampu las (Novita, 2018). Sedangkan Baja St 41 merupakan baja karbon rendah yang memiliki unsur karbon sebesar 0.08%-0,20% dan material yang biasa diaplikasikan pada pembuatan komponen elemen mesin otomotif seperti *Torque rod* dan industri lainnya seperti poros yang memiliki kekuatan optimal serta sifat mekanik yang kuat (Supriyono dkk., 2015).

Menindak lanjuti latar belakang diatas, maka dilakukan sebuah penelitian yang memanfaatkan teknologi las gesek CDFW (*Continuous Drive friction Welding*) menggunakan material beda jenis (*dissimilar*), yang diterapkan pada sambungan poros (*shaft*) turbin air. Tujuan penelitian ini adalah mendapatkan analisis hasil nilai kekuatan tarik maksimal pada pengelasan gesek rotasi *dissimilar* AISI 304 dan baja St 41, terhadap variasi tekanan gesek. Mendukung tujuan tersebut, maka dilakukan penelitian terkait pengaruh variasi tekanan gesek terhadap distribusi temperatur, sifat tarik, struktur mikro dan kekerasan sambungan las CDFW bahan AISI 304-St 41 untuk poros turbin air.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah dari pemanfaatan teknologi las gesek untuk poros (*shaft*) turbin air, yaitu bagaimana pengaruh variasi tekanan gesek pada proses pengelasan CDFW (*continuous drive friction welding*) terhadap distribusi temperatur, sifat tarik, struktur mikro, dan kekerasan sambungan las CDFW bahan AISI 304-St 41.

## **1.3 Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini, agar dapat berjalan sesuai dengan tujuan yang diinginkan, maka penelitian difokuskan pada:

1. Asumsi putaran mesin dianggap konstan.
2. Getaran yang dihasilkan oleh mesin diasumsikan tidak mempengaruhi hasil pengelasan.

3. Temperatur pemotongan material diasumsikan tidak berpengaruh terhadap perubahan struktur mikro dan makro material.

#### 1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh variasi tekanan gesek terhadap sifat tarik hasil sambungan las CDFW bahan AISI 304-St41.
2. Mengetahui pengaruh variasi tekanan gesek terhadap kekerasan hasil sambungan las CDFW bahan AISI 304-St41.
3. Mengetahui pengaruh distribusi temperatur terhadap perubahan struktur mikro dan makro pada sambungan las CDFW bahan AISI 304-St41.

#### 1.5 Manfaat Penelitian

Dengan dilakukannya penelitian ini, maka diharapkan hasil penelitian dapat memberikan beberapa manfaat, yaitu:

1. Bagi Mahasiswa

Hasil data penelitian dengan variasi tekanan gesek paling optimal dan tidak optimal pada bahan AISI 304-St 41, dapat dijadikan sebagai referensi yang inovatif dan informatif bagi mahasiswa. referensi penelitian ini dapat dikembangkan pada penelitian kedepannya menggunakan beberapa parameter yang belum divariasikan sebelumnya.

2. Bagi Industri

Metode pengelasan gesek *dissimilar* antara *Stainless steel* 304 dan baja St 41 dapat diterapkan pada poros (*shaft*) turbin air dengan harga yang lebih ekonomis (murah), namun tetap memiliki kekuatan yang optimal tanpa mengabaikan syarat-syarat desain lainnya.