

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pada proses manufaktur modern, keberlangsungan produksi sangat bergantung pada kinerja berbagai mesin dan perangkat pendukung yang saling terintegrasi membentuk satu ekosistem kerja yang efisien. Salah satu perangkat penting yang berperan dalam tahapan produksi ialah mesin *cut foil*, yang umumnya berfungsi untuk memotong kawat khususnya kawat pipih sesuai dengan kebutuhan yang ditetapkan pada bidang manufaktur [1]. Pada dunia industri, mesin *cut foil* hadir dengan berbagai variasi teknologi dan skala operasional, mulai dari unit mesin sistem otomatis hingga sistem mekanis yang lebih sederhana, sesuai dengan spesifikasi produk yang dihasilkan [2]. Salah satu produk yang dihasilkan yaitu kawat pipih, kawat pipih sendiri memiliki fungsi sebagai komponen penghantar listrik pada transformator, motor listrik, serta berbagai peralatan lainnya karena efisiensi ruang dan stabilitas termal yang baik [3]. Namun, selama proses pemotongan berlangsung, sering kali muncul kendala berupa ketidakstabilan kawat pipih pada *spool* karena posisi dan tarikan kawat sebelum dilakukan pemotongan. Kondisi ini dapat menyebabkan hasil potongan menjadi tidak presisi, timbulnya kerusakan pada material seperti bentuk yang tidak lurus, hingga terganggunya kontinuitas proses kerja dan *reject* produk serta meningkatnya kenaikan biaya produksi [4].

Kondisi ketidakstabilan *spool* kawat pipih mempunyai potensi besar untuk mengganggu proses pada tahapan produksi, terutama pada sistem pemotongan kawat yang membutuhkan ketepatan tinggi [5]. Permasalahan ini terjadi langsung pada industri manufaktur pada *line* produksi khususnya di di industri manufaktur kawasan Bintan Industrial Estate (BIE), yang mana dari permasalahan tersebut dibutuhkan sebuah desain perangkat yang mampu menjaga kestabilan tegangan dan posisi kawat pipih secara konsisten agar hasil potongan tetap presisi. *Tensioner* hadir sebagai solusi yang menawarkan kemampuan untuk mengatur dan menyeimbangkan gaya tarik kawat selama proses berlangsung [6].

Perangkat untuk menjaga kestabilan seperti *tensioner* memiliki peranan yang sangat penting dalam menjaga kestabilan gaya tarik agar material tetap berada pada posisi ideal saat proses pemotongan, penggulungan, maupun saat penarikan berlangsung. Solusi menggunakan *tensioner* dipilih karena alat ini mampu menyesuaikan tarikan secara otomatis mengikuti putaran gulungan kawat yang berubah-ubah, sehingga hentakan atau kendurnya kawat dapat dicegah tanpa perlu pengaturan manual. Dengan adanya pengaturan tegangan yang tepat, sistem mekanik dapat bekerja lebih halus, mencegah terjadinya slip atau putusnya kawat, serta meningkatkan presisi hasil produksi [7]. Dalam penelitian sebelumnya Try Putra *et al.* [8] merancang sistem *tensioner* otomatis berbasis pegas menggunakan metode *free body diagram* untuk mencegah *belt mulur* pada sistem *Turbine Cooling Air*, yang terbukti meningkatkan efisiensi tanpa perlu penyetelan manual. Di sisi lain, Bas van Empel merancang *active wire* [9] dengan integrasi mekanik dan sistem kontrol otomatis yang mampu mempertahankan tegangan optimal secara adaptif melalui pengendalian sensorik dan aktuator, menandai arah pengembangan *tensioner* modern berbasis mekatronika.

Dalam mendukung proses perancangan dan analisis tersebut, digunakan perangkat lunak *Computer Aided Design (CAD)*, salah satunya *SolidWorks*. *SolidWorks* memungkinkan proses pemodelan 3D yang detail dan akurat, sehingga memudahkan visualisasi bentuk geometrik serta perhitungan parameter mekanik pada berbagai hal seperti sistem *tensioner* [10], [11]. Dengan demikian, penggunaan *SolidWorks* berperan sebagai alat bantu visualisasi desain secara dua dimensi dan tiga dimensi yang memudahkan pemahaman bentuk, dimensi, dan konfigurasi komponen sebelum dilakukan tahap eksperimen.

Analisis data hasil eksperimen dalam penelitian ini dilakukan melalui pendekatan statistik parametrik dengan menggunakan metode *Paired Samples T-Test*. Pemilihan metode ini bertujuan untuk membandingkan nilai rata-rata (*mean*) dari dua kondisi perlakuan yang saling berpasangan, yakni performa sistem sebelum dan sesudah pengaplikasian perangkat *tensioner* pada mesin *cut foil*. Uji *t* berpasangan ini memberikan kekuatan analisis yang lebih tinggi dalam mendeteksi perbedaan signifikan antar kelompok data, dengan asumsi bahwa data hasil eksperimen industri tersebut memiliki distribusi yang normal [12], [13]. Melalui

pendekatan ini, pengaruh penggunaan *tensioner* terhadap jumlah hasil potongan dan *cycle time* serta efisiensi operasional mesin dapat diukur secara lebih akurat dan ilmiah untuk memvalidasi optimalisasi kinerja di lingkungan manufaktur.

Try Putra et al. dan Bas van Empel menunjukkan upaya dalam pengembangan sistem *tensioner*, baik dari sisi desain mekanik, dan maupun penerapan teknologi otomasi [8], [14]. Meskipun demikian, hasil-hasil tersebut masih menyisakan ruang untuk pengembangan lebih lanjut, terutama dalam aspek analisis performa dan pembuktian efektivitas *tensioner* secara eksperimen. Sebagian besar penelitian terdahulu berfokus pada desain, simulasi, atau penerapan sistem otomatis tanpa melakukan perbandingan langsung antara sistem yang menggunakan *tensioner* dan yang tidak menggunakan *tensioner*.

Berdasarkan kekurangan penelitian sebelumnya, penelitian ini diarahkan untuk mengisi kekosongan tersebut dengan melakukan perancangan serta pengujian eksperimen terhadap sistem *tensioner* yang diaplikasikan pada mesin *cut foil* di industri manufaktur yang berada di Kawasan Bintan Industrial Estate (BIE). Selain pengujian terhadap hasil potongan dan waktu siklus produksi, penelitian ini juga melibatkan pengukuran parameter kelistrikan berupa arus listrik motor penggerak *spool* kawat pipih sebagai indikator beban kerja sistem. Sampai saat ini, penerapan penggabungan desain mekanis, analisis komparatif kinerja, serta pengamatan parameter kelistrikan dalam satu kajian terpadu di lingkungan manufaktur, khususnya di kawasan Bintan Industrial Estate (BIE), masih sangat terbatas. Oleh karena itu, melalui pendekatan desain dan metode parametrik, penelitian ini diharapkan dapat memberikan pembuktian ilmiah terhadap efektivitas penggunaan *tensioner*, sekaligus menghasilkan rancangan yang lebih presisi dan efisien terhadap kebutuhan proses produksi nyata.

B. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, permasalahan utama penelitian ini adalah belum adanya analisis yang membandingkan kinerja mesin *cut foil* dengan dan tanpa penggunaan *tensioner*, khususnya di lingkungan industri manufaktur Kawasan Bintan Industrial Estate (BIE). Penelitian ini berfokus pada kestabilan tegangan kawat pipih melalui perancangan *tensioner* berbasis simulasi desain

menggunakan SolidWorks dan pengujian eksperimental. Performa sistem dibandingkan berdasarkan jumlah hasil potongan, efisiensi *cycle time*, serta perubahan arus dan daya listrik motor penggerak *spool* sebagai indikator beban kerja, dengan analisis perbedaan dilakukan menggunakan metode statistik parametrik.

C. Batasan Penelitian

Batasan penelitian ini dibuat supaya pembahasan secara spesifik dan tidak meluas, berikut beberapa batasan masalah pada penelitian ini:

1. Penelitian ini hanya melakukan desain dan eksperimen untuk *tensioner* sebagai *improvement* mesin *cut foil* di salah satu industri manufaktur di kawasan BIE.
2. Penelitian ini dianalisis berdasarkan kondisi operasional mesin *cut foil* yang digunakan di industri manufaktur kawasan Bintan Industrial Estate (BIE).
3. Penelitian ini menggunakan SolidWorks untuk simulasi dengan fitur di dalamnya.
4. Pengukuran serta pengambilan data pada penelitian ini dilakukan dengan pencatatan manual menggunakan lembar pencatatan, kemudian direkap dan diolah menggunakan Microsoft Excel dan JASP, berdasarkan parameter penelitian yang meliputi waktu pengambilan data, jumlah hasil potongan, *cycle time*, serta arus (*Ampere*) dan daya (*Watt*) listrik motor penggerak *spool* kawat pipih.
5. Posisi *tensioner* dan perangkat pendukung selama pengambilan data menyesuaikan posisi yang diinginkan.
6. Penelitian ini hanya ingin melihat perbedaan menggunakan *tensioner* dan tanpa menggunakan *tensioner* serta tanpa membahas tentang spesifikasi mesin *cut foil*.

D. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah merancang desain *tensioner* dan melakukan eksperimen langsung untuk mengevaluasi kinerja mesin *cut foil* pada kondisi dengan dan tanpa penggunaan *tensioner* menggunakan metode parametrik uji *Paired Samples T-Test*. Penelitian ini juga berfokus pada mengidentifikasi perbedaan jumlah hasil potongan dan waktu siklus (*cycle time*). Selain itu, dilakukan pengukuran arus dan daya listrik motor penggerak *spool* kawat pipih sebagai parameter kelistrikan pendukung untuk memberikan gambaran kondisi beban kerja sistem selama pengujian. Penelitian ini juga bertujuan memvalidasi kesesuaian hasil simulasi desain dengan kondisi lapangan melalui eksperimen langsung pada industri manufaktur di kawasan Bintan Industrial Estate (BIE).

E. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini dapat ditinjau dari sisi praktis maupun teoretis. Secara praktis, penelitian ini memberikan kontribusi bagi industri manufaktur dalam bentuk rekomendasi desain *tensioner* yang lebih akurat, tahan lama, serta mudah pengaplikasiannya, sehingga mampu meningkatkan produktivitas sekaligus menekan biaya produksi. Hasil penelitian juga dapat dijadikan referensi teknis bagi praktisi dalam memilih atau mengembangkan desain *tensioner* yang sesuai dengan kebutuhan lapangan. Secara teoretis, penelitian ini memperkaya literatur di bidang teknik dan manufaktur, khususnya terkait integrasi antara metode simulasi dan eksperimen dalam analisis desain mekanis. Bagi mahasiswa dan akademisi, penelitian ini bermanfaat sebagai sumber pembelajaran, rujukan ilmiah, sekaligus kontribusi akademik dalam pengembangan teknologi manufaktur modern. Pada skala yang lebih luas, manfaat penelitian ini juga dapat dirasakan oleh masyarakat melalui tersedianya produk industri yang lebih berkualitas dengan harga yang lebih kompetitif berkat efisiensi proses produksi.