

BAB I

PENDAHULUAN

Pendahuluan akan menjelaskan tentang gambaran awal terkait permasalahan serta merumuskan permasalahan pada sistem terintegrasi dan memberikan manfaat serta tujuan dari penulisan tugas akhir.

1.1 Latar Belakang

Pada industri 4.0, teknologi mesin mengalami perkembangan yang pesat dengan perpaduan teknologi untuk menjalankan dan memaksimalkan kinerja mesin tersebut. Penerapan program komputer pada mesin dapat digunakan untuk berbagai aktivitas, salah satunya sebagai sistem pengendalian mesin dan sistem otomasi mesin. Otomasi dalam sistem manufaktur digunakan dalam melakukan operasi *processing, assembly, inspection*, maupun *material handling* dengan tingkat partisipasi manusia yang lebih rendah (Groover, 2001). Pada era modern otomasi pada sistem manufaktur telah didukung berbagai jenis komputerisasi seperti *computer-integrated manufacturing (CIM)*, *computer-aided design (CAD)*, dan *computer-aided manufacturing (CAM)*. Otomasi pada sistem produksi memberi berbagai keuntungan terutama pada peningkatan kualitas produk dan peningkatan produktivitas pekerja maupun mesin (Groover, 2001).

Perpaduan antara teknologi komputer dan mesin disebut CNC (*Computer Numerically Controlled*). Secara umum sistem operasi CNC berjalan menggunakan program yang dikendalikan oleh komputer untuk mengontrol pergerakan alat pemotong, serta mengatur kecepatan dan kedalaman pemotongan, sehingga menghasilkan produk dengan konsistensi dan tingkat presisi yang baik (Overby, 2011). Oleh karena itu mesin CNC lebih unggul dalam hal presisi, fleksibilitas, waktu dan kapasitas pengerjaan dibandingkan dengan mesin konvensional dengan kualitas yang sama atau setara (Rifai, 2023). Mesin CNC juga dapat dikendalikan dari jarak jauh menggunakan komputer atau perangkat *mobile*, sehingga memudahkan pengaturan dan pengawasan proses produksi secara efisien.

Penggunaan mesin CNC diterapkan dalam berbagai bidang, salah satunya adalah dari bidang pendidikan dan riset yang hasil penelitiannya dapat bermanfaat dan digunakan dalam kehidupan sehari-hari (Prmono dkk., 2015). Mesin CNC menjadi mesin utama yang digunakan dalam aktivitas permesinan mahasiswa dan dosen di program studi S1 Teknik Industri Kampus Surabaya Telkom University terutama pada lab sistem produksi. Mesin CNC yang tersedia di lab sistem produksi adalah CNC FC 1325 yang digunakan untuk berbagai kegiatan produksi seperti kebutuhan praktikum, penelitian dan hal-hal lainnya yang berkaitan dengan produksi yang membutuhkan kegiatan pemotongan.

Penelitian berawal ketika operator yang memiliki sedikit pengalaman (operator baru) mengoperasikan mesin CNC *router* FC 1325 dengan pendekatan *trial and error*. Aktivitas *trial and error* mengakibatkan produk yang dihasilkan berkualitas rendah. Penggunaan pendekatan *trial and error* dalam pengoperasian mesin CNC terbagi menjadi beberapa jenis yaitu asumsi dalam menggunakan metode, asumsi dalam pemilihan material, asumsi dalam pengaturan mesin, dan asumsi dalam situasi pemrosesan (faktor manusia). Wawancara dilakukan pada praktikan sistem terintegrasi 1 sebagai faktor manusia yang dapat dilihat pada Lampiran 2. Pada saat praktikum sistem terintegrasi 1 praktikan mencoba mengatur parameter permesinan menggunakan metode *trial and error* baik melalui *software* ataupun dari *remote control*. Dapat dilihat pada Gambar I.1 bahwa dari proses pemotongan mesin CNC menghasilkan permukaan yang tidak rata bahkan mempengaruhi hasil akhir secara fungsi dan visual. Pada gambar sebelah kiri terdapat banyak retakan dan goresan pada hasil akhir, sedangkan pada gambar sebelah kanan bentuk dan kekasaran tidak sesuai dengan yang diinginkan.



Gambar I. 1 Hasil Permesinan Praktikum Sistem Terintegrasi 1 Tahun 2024

Masalah lainnya yang ikut timbul karena penggunaan teknik *trial and error* dalam pengoperasian mesin CNC FC 1325 adalah pemborosan baik secara biaya dan waktu. Biaya dan waktu yang digunakan untuk mengulangi proses produksi tentu akan mengakibatkan pemborosan terhadap material maupun tenaga. Harga *acrylic sheet* yang digunakan adalah Rp720.000 dengan ketebalan 6 mm dan ukuran 120 cm x 240 cm. Sedangkan untuk harga satuan mata pahat *endmill CNC milling* berada pada harga Rp35.000. Total kelompok praktikum sistem terintegrasi 2024 berjumlah 14 kelompok dan rincian pengulangan proses *engraving* CNC setiap kelompok dapat dilihat pada Lampiran 3. Berdasarkan hasil wawancara dengan kepala Laboratorium Sistem Produksi, anggaran untuk praktikum adalah sebesar Rp3.000.000 sehingga kerugian yang dialami untuk pengulangan proses *engraving* CNC mencapai 7% dari biaya praktikum atau sebesar Rp212.500.

Penggunaan metode *trial and error* harus dihindari sehingga dibutuhkan usulan pengaturan yang tepat pada mesin CNC FC 1325 terutama pada penentuan kombinasi parameter agar mendapatkan hasil permesinan yang berkualitas. Usulan pengaturan mesin CNC dapat dilakukan dengan pendekatan eksperimen pada proses permesinan hingga diperoleh hasil dengan kualitas yang baik. Rancangan dalam pelaksanaan eksperimen menggunakan *design of experiment* (DoE). Metode-metode berbasis DOE dalam implementasinya diharuskan untuk dapat menentukan faktor, level dan respons terlebih dahulu agar dapat ditentukan jumlah sampel yang ideal (Montgomery, 2013). Faktor permesinan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *depth of cut* (DoC), *feed rate*, dan *spindle speed*. Ketiga faktor permesinan tersebut digunakan karena faktor tersebut dapat dikendalikan saat proses permesinan berjalan. Setelah pelaksanaan eksperimen data akan diolah menggunakan *two-way* ANOVA jika data yang diperoleh terdistribusi normal dan *kruskal wallis* jika data yang diperoleh tidak terdistribusi normal.

Penggunaan metode DoE pada percobaan mesin CNC sebelumnya telah dilakukan pada penelitian Rangga Galuh tahun 2021. *Full factorial* digunakan sebagai metode untuk menemukan kombinasi parameter yang sesuai agar menghasilkan nilai *surface rough* yang rendah pada mesin CNC *router* ACD-3346 dengan parameter permesinan yang sama yaitu *DoC*, *feed rate*, dan *spindle speed*. Namun pada penelitian Rangga masih membutuhkan uji lebih lanjut pada penentuan parameter

yang sesuai setelah menggunakan uji ANOVA untuk menemukan faktor parameter yang paling berpengaruh agar parameter permesinan CNC yang diusulkan menjadi lebih tepat. Dewa Kusuma (2020) juga menggunakan metode *full factorial* pada penelitiannya yang bertujuan mencari solusi pengaturan optimal pada mesin CNC router G-Weike WK1212 dengan parameter permesinan yang digunakan yaitu *DoC*, *spindle speed*, dan *motion speed*. Berbeda dari penelitian Rangga yang menggunakan uji statistik ANOVA, penelitian Dewa Kusuma menggunakan optimasi plot respons pada penentuan parameter pengaruh dan pengaturan parameter yang diusulkan.

Penggunaan metode *trial and error* pada penggunaan mesin CNC FC 1325 harus segera dihindari karena dapat menghasilkan kualitas permesinan yang relatif acak dan menimbulkan biaya tambahan dalam melakukan pengulangan proses. Sehingga perlunya studi terhadap pengaturan parameter permesinan yang tepat untuk mesin CNC tersebut. Dengan dilakukannya penelitian dengan judul “Usulan Pengaturan Parameter Mesin CNC FC 1325 untuk Mengurangi *Surface Roughness* pada Proses *Engraving* Akrilik Menggunakan *Design of Experiments*” diharapkan dapat menjadi acuan seluruh *civitas* kampus yang mengoperasikan mesin tersebut sehingga mampu menentukan pengaturan mesin yang tepat dan dapat menghasilkan produk berkualitas dengan nilai *surface roughness* yang rendah dengan biaya yang lebih rendah.

1.2 Rumusan Masalah

Penggunaan metode *trial and error* pada permesinan CNC merupakan tindakan yang merugikan secara waktu, tenaga dan biaya. Berdasarkan pada pokok masalah tersebut penelitian ini menjawab pertanyaan:

1. Parameter permesinan apa yang memiliki pengaruh terhadap nilai *surface roughness* pada proses *engraving* akrilik?
2. Bagaimana usulan pengaturan parameter permesinan yang tepat untuk mesin CNC FC 1325 agar menghasilkan *surface roughness* yang rendah?

1.3 Tujuan Tugas Akhir

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh nilai kombinasi parameter permesinan CNC dengan nilai *surface rough* terendah pada proses *engraving* akrilik dan melakukan pengujian untuk mengetahui faktor yang paling berpengaruh pada proses *engraving* akrilik mesin CNC FC 1325.

1. Menganalisis parameter permesinan yang memiliki pengaruh terhadap nilai *surface rough* pada proses *engraving* akrilik
2. Merancang usulan pengaturan parameter permesinan yang tepat untuk mesin CNC FC 1325 agar menghasilkan *surface roughness* yang rendah.

1.4 Batasan dan Asumsi Penelitian

Penelitian terbatas pada proses *engraving* menggunakan CNC FC 1325 dengan parameter yang dipilih yaitu *depth of cut*, *feed rate*, dan *spindle speed*. Material yang digunakan adalah akrilik dengan ketebalan 3 mm. Tingkat keausan mata pahat yang tidak signifikan diasumsikan tidak berpengaruh pada penelitian ini.

1.5 Manfaat Tugas Akhir

Terdapat manfaat secara praktis dan akademis dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Manfaat Akademis
Penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan bagi ilmu pengetahuan khususnya dibidang permesinan dengan permasalahan yang sama.
2. Manfaat Praktis
Setelah membuat kombinasi parameter permesinan yang optimal diharapkan untuk kegiatan permesinan selanjutnya akan membawa dampak positif ke peningkatan produksi dan meminimkan kesalahan atau kerusakan pada produk dan mata pahat.

1.6 Sistematika Penulisan

Berikut adalah sistematika penulisan dalam penelitian ini.

1. Bab I Pendahuluan
Pendahuluan akan menjelaskan tentang gambaran awal terkait permasalahan serta merumuskan permasalahan pada sistem terintegrasi dan memberikan manfaat serta tujuan dari penulisan tugas akhir.

2. Bab II Landasan Teori

Landasan Teori berisikan teori, metodologi, deskripsi referensi dan perbandingan tiap metode yang digunakan untuk menyelesaikan masalah yang sudah dirumuskan pada pendahuluan.

3. Bab III Metodologi Penelitian

Metodologi Penelitian berisi langkah-langkah sistematis yang akan dilakukan, rincian penerapan metode dan alat-alat yang digunakan dalam penyelesaian masalah penelitian.

4. Bab IV Pengumpulan dan Pengolahan Data

Pengumpulan dan Pengolahan Data berisikan data-data yang sudah dikumpulkan yaitu hasil eksperimen dan pengukuran *surface roughness* yang diuji menggunakan metode *full factorial*. Kemudian dilakukan uji asusi klasik dan uji statistik.

5. Bab V Hasil dan Pembahasan

Pembahasan terkait hasil dari perhitungan *full factorial* dan uji varians ANOVA atau *kruskall wallis*. Pada bab ini diperoleh parameter yang memiliki pengaruh terhadap nilai *surface roughness* dan kombinasi parameter dengan nilai *surface rough* terendah.

6. Bab VI Simpulan dan Saran

Simpulan dan Saran berisikan simpulan dari hasil pengolahan data serta saran penelitian setelah penulisan tugas akhir.