

BAB I

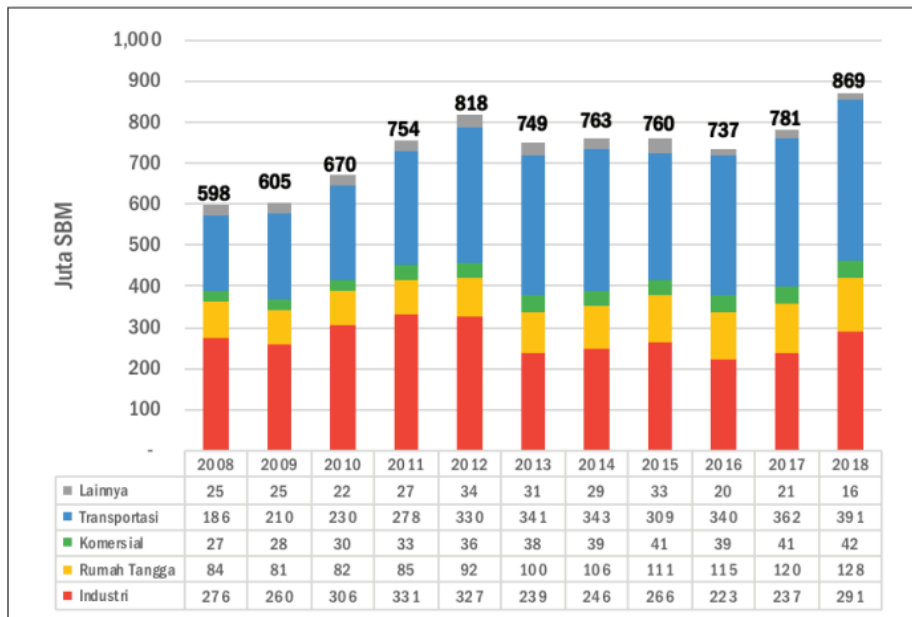
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri manufaktur saat ini telah memasuki era industri 4.0. Era tersebut menyebabkan industri manufaktur mengalami perkembangan yang luar biasa. Teknologi yang digunakan juga semakin canggih dan lebih memadai dibandingkan teknologi yang sudah ada sebelumnya. Hampir semua proses manufaktur saat ini dilakukan dengan menggunakan mesin. Adanya tuntutan produk yang berkualitas yang dapat dibuat dalam waktu yang singkat dengan biaya produksi yang rendah telah mendorong pengembangan mesin produksi dan operasi manufaktur yang lebih efisien (Fauzi & Sumbodo, 2021).

Mesin produksi yang dikendalikan secara numerik oleh komputer yang umum dikenal sebagai mesin *computer numerically controlled* (CNC) termasuk salah satu hasil dari kemajuan di sektor industri manufaktur. Mesin tersebut beroperasi secara otomatis menggunakan perintah yang dituliskan ke dalam bahasa numerik sehingga operasi pemesinan dapat dilakukan dengan semakin efisien serta hemat energi dan biaya. Mesin ini sangat unggul dalam menghasilkan produk yang berkualitas, terutama dalam ketelitian yang sangat tinggi. Kualitas hasil produksi mesin CNC jauh lebih baik dibandingkan dengan mesin perkakas manual. Oleh sebab itu, mesin ini banyak digunakan dalam dunia industri modern, khususnya industri logam (Jalmanto et al., 2021).

Energi yang ada di dunia saat ini semakin menipis. Sehubungan dengan ini, pengoperasian mesin CNC yang berpotensi meningkatkan konsumsi energi listrik oleh industri merupakan tantangan yang harus dihadapi dalam pengelolaan energi. Direktorat Jenderal Energi Baru, Terbarukan, dan Konservasi Energi (EBTKE), Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral mengungkapkan bahwa konsumsi energi di Indonesia pada sektor industri, transportasi, rumah tangga, komersial, dan sektor lainnya terus mengalami kenaikan dari tahun ke tahun. Kenaikan tersebut rata-rata adalah sebesar 4 % tiap tahun. Sektor industri sendiri menghabiskan 33 % dari total konsumsi energi dari berbagai sektor (Ditjen EBTKE, 2020). Oleh karena itu, sektor industri memiliki peran kunci dalam upaya mengoptimalkan pengolahan energi. Industri dapat berperan dalam mengurangi konsumsi energi dengan mengadopsi teknologi yang lebih efisien. Selain itu, industri juga harus menerapkan energi dengan berwawasan lingkungan.



Gambar 1.1 Konsumsi energi Indonesia (Ditjen EBTKE, 2020).

Selain ketergantungannya pada energi listrik, mesin CNC yang digunakan dalam industri juga dapat menimbulkan kebisingan. Kebisingan dianggap sebagai polutan di tempat kerja dikarenakan dapat mencemari dan mengganggu aktivitas kerja sehingga menyebabkan kerugian pada lingkungan industri. Menurut Muzakar et al. (2022), kebisingan di lingkungan industri tersebut tidak boleh melebihi ambang batas yang diijinkan agar pekerja tidak mengalami gangguan kesehatan telinga. Batas nilai kebisingan yaitu sebesar 85 dB dengan durasi bekerja 8 jam/hari atau 40 jam/minggu. Suryaatmaja et al. (2020) menyatakan bahwa intensitas kebisingan adalah salah satu faktor yang dapat mempengaruhi kelelahan pekerja dan dapat mengakibatkan kecelakaan kerja. Selain itu, kebisingan juga dapat berpengaruh terhadap kesehatan mental. Pekerja akan mengalami stress akibat kebisingan yang dialaminya secara terus menerus. Stress tersebut akan mempengaruhi tekanan darah sehingga pekerja dapat mengalami hipertensi (Sumardiyono et al., 2020). Oleh karena itu, tingkat kebisingan di lingkungan industri harus diminimalisir.

Salah satu konsep yang dapat menjadi alternatif untuk menyelesaikan masalah yang terkait dengan aspek ekonomi, sosial, dan lingkungan pada industri manufaktur adalah *sustainable manufacturing*. Konsep ini memiliki dampak positif serta mendukung implementasi agenda Industri 4.0 dalam ketiga aspek tersebut. *Sustainable manufacturing* berperan sebagai sistem yang menghasilkan produk berkualitas tinggi dengan menggunakan sumber daya yang lebih sedikit dan berkelanjutan. Konsep tersebut juga bertujuan untuk menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman bagi pekerja, pelanggan,

dan masyarakat sekitar serta mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan sosial dalam siklus hidup produk, serta meningkatkan keuntungan (Machado et al., 2019).

Sustainable manufacturing dapat diterapkan pada pengoperasian mesin CNC *milling*. Beberapa penelitian yang terkait dengan pengoptimalan parameter mesin CNC telah dilakukan, seperti optimasi untuk meningkatkan efisiensi energi yang telah dilakukan oleh Nguyen et al. (2021) dengan menggunakan mesin CNC *milling* dan material SCr440. Variabel respon yang digunakan adalah kecepatan spindel, kecepatan pemakanan, kedalaman pemakanan, dan jumlah *roller*. Metode yang digunakan untuk membangun hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat adalah *adaptive neuro-based-fuzzy inference system* (ANFIS) dan *non-dominated sorting particle swarm optimization* (NSPSO). Hasil optimasi menyebabkan peningkatan efisiensi konsumsi energi, kekasaran permukaan, dan tingkat kebisingan mesin sebesar 6,98%, 25,00%, dan 2,23% dibandingkan dengan awal. Selain itu, biaya pemesinan menurun sebesar 6,2% pada keadaan optimal. Hasil tersebut selaras dengan penelitian yang dilakukan oleh Jia et al. (2022) terhadap material St 45 yang menyatakan bahwa optimasi parameter pemesinan CNC *milling* dapat meningkatkan efisiensi pemrosesan sebesar 21,0%, konsumsi energi berkurang 15,3%, dan kekasaran permukaan berkurang 5,5%. Konsumsi energi tersebut dapat dipengaruhi oleh peningkatan kecepatan spindel serta durasi proses pemesinan (Hermanto et al., 2018).

Penelitian ini dilakukan untuk mencari kombinasi parameter pemesinan yang paling optimal untuk mendapatkan nilai energi pemotongan spesifik dan tingkat kebisingan yang rendah. Energi pemotongan spesifik dapat diartikan sebagai energi yang digunakan untuk memotong material setiap satuan volume. Energi pemotongan spesifik yang rendah dapat memperoleh konsumsi energi yang minim dengan *material removal rate* yang tinggi. Optimasi multi respon diperlukan untuk mendapatkan nilai optimal beberapa variabel respon tersebut. Titik optimal tersebut berguna untuk mendukung penerapan konsep *sustainable manufacturing* dalam operasi pemesinan. Selain itu, penelitian ini juga dilakukan untuk mengetahui pengaruh parameter pada keseluruhan hasil respon yang diukur. Material yang digunakan adalah baja ST37. Material ini sering digunakan untuk membuat komponen mesin sehingga dalam pembuatannya diperlukan proses *milling*. Parameter yang akan digunakan adalah kecepatan potong, laju pemakanan, serta kedalaman pemotongan. Penelitian ini sangat penting untuk dilaksanakan dikarenakan parameter mesin yang optimal dapat memberi dampak positif seperti yang telah diuraikan

di atas, serta dapat mewujudkan penerapan konsep *sustainable manufacturing* pada proses pemesinan CNC *milling*.

Metode yang sering digunakan untuk mencari hasil yang optimal pada suatu proses dengan *single* respon ialah metode Taguchi. Alasan penggunaan metode dalam penelitian ini adalah karena metode ini lebih efisien dalam segi tenaga, biaya, maupun waktu. Informasi yang diperoleh juga lebih banyak dengan jumlah eksperimen yang lebih sedikit (Miftah et al., 2022). Sementara itu, *Grey Relational Analysis* (GRA) digunakan untuk menyederhanakan permasalahan multirespon menjadi respon tunggal (Jayaraman & Mahesh kumar, 2014). Kombinasi dari kedua metode ini efektif dalam melakukan optimasi proses pemesinan dengan beberapa karakteristik respon (Unnikrishna Pillai et al., 2018).

1.2 Rumusan Masalah

Masalah yang akan diselesaikan dengan penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana pengaruh parameter pemesinan CNC *milling* terhadap energi pemotongan spesifik dan tingkat kebisingan?
2. Bagaimana kombinasi parameter yang optimal untuk mendapatkan energi pemotongan spesifik dan tingkat kebisingan yang rendah pada proses pemesinan CNC *milling*?
3. Bagaimana kontribusi masing-masing parameter terhadap energi pemotongan spesifik dan tingkat kebisingan?

1.3 Tujuan

Tujuan yang akan dicapai pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh variasi parameter pemesinan terhadap keseluruhan energi pemotongan spesifik dan tingkat kebisingan pada proses CNC *milling*.
2. Menentukan kombinasi parameter pemesinan yang optimal pada keseluruhan hasil respon yaitu energi pemotongan spesifik dan tingkat kebisingan.
3. Mengetahui persen kontribusi dari masing-masing parameter terhadap semua hasil respon.

1.4 Manfaat

Manfaat yang diperoleh dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mendapatkan variasi parameter pemesinan yang optimal dalam menerapkan konsep *sustainable manufacturing* pada proses CNC *milling* menggunakan material baja ST37.
2. Mengetahui bagaimana cara menentukan variasi parameter pemesinan yang optimal dengan menggunakan metode Taguchi yang dikolaborasikan dengan metode multi

respon *Grey Relational Analysis* pada proses pemesinan CNC *milling*.

3. Penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya yang berkaitan tentang proses pemesinan CNC *milling* menggunakan material baja ST37.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah yang diterapkan pada penelitian ini adalah:

1. Seluruh operasi pemotongan dalam percobaan dilakukan tanpa menggunakan cairan pendingin.
2. Proses pemesinan digunakan dikategorikan kedalam jenis proses *end milling*.
3. Pengukuran variabel terikat dilakukan selama mata pahat menyentuh benda kerja.
4. Pahat potong digunakan untuk seluruh kombinasi parameter selama proses pemesinan berlangsung tanpa dilakukan pergantian.

1.6 Sistematika Penulisan Proposal Skripsi

Sistematika penulisan proposal skripsi yang telah dibuat adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab pendahuluan ini berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tinjauan atas rujukan yang relevan dari jurnal ilmiah berkala terbaru maupun buku teks yang mendukung penelitian. Uraian teori, konsep, dan hasil penelitian berkaitan dengan penelitian yang akan dilaksanakan, seperti material, proses/operasi pemesinan *milling*, parameter pemesinan *milling*, serta metode penelitian yang digunakan.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini menguraikan tahapan-tahapan yang akan dilakukan pada penelitian ini. Selain itu pada bab ini juga berisi jenis penelitian, waktu, tempat, peralatan, bahan, perancangan eksperimen, cara pengambilan data, dan cara pengolahan dan analisis data yang diterapkan pada penelitian ini.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini memaparkan data yang didapatkan setelah penelitian dilaksanakan serta uraian dari pengolahan data. Data tersebut akan dianalisis dengan menggunakan metode Taguchi dan *Grey Relational Analysis*. Kemudian hasil tersebut dibahas dalam pembahasan.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi tentang kesimpulan yang diperoleh dari penelitian yang telah dilaksanakan. Kesimpulan tersebut dapat menjawab tujuan penelitian yang akan dicapai. Pada bab ini juga berisikan saran yang dapat berguna bagi penelitian selanjutnya.