

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam teknologi manufaktur mengalami pesat fokus pada efisiensi, akurasi, dan otomatisasi dalam proses produksi. CNC adalah singkatan dari *Computer Numerical Control*, yaitu teknologi yang menggunakan komputer untuk mengontrol mesin produksi secara otomatis. yang memungkinkan produksi komponen dengan tingkat presisi tinggi. CNC telah banyak diterapkan dalam berbagai industri, mulai dari otomotif, manufaktur, hingga peralatan elektronik, karena kemampuannya dalam menghasilkan produk berkualitas dengan tingkat kesalahan yang minimal.

Ketentuan Otoritas Kode 38 Bagian 38 Sub-bagian 2 Periode 2016 Alat peralatan dan pengolahan mencakup peranti alternatif dan berdasar sistem elektronik kendali bilangan (CNC) contohnya alat tajamkan, alat kilapkan, alat cetak, alat bentuk dan tekanan, alat perusak, pemroses dan penghalus, alat pembor, alat pengikis, alat pemutar, alat cutter/pembelah pelat, alat sayat dan belah papan, alat ayakan dan alat pembedah, alat saringan sedimen, alat gulung dan alat rajut serta alat selebihnya yang serupa.

Di antara berbagai jenis mesin CNC, *CNC Router Mini* menjadi pilihan yang semakin diminati, terutama di lingkungan pendidikan dan industri kecil-menengah. Keunggulan utama *CNC Router Mini* adalah ukurannya yang lebih kompak, biaya operasional yang lebih rendah, serta kemudahan dalam pengoperasian. Namun, meskipun memiliki potensi besar dalam meningkatkan keterampilan siswa Sekolah

Menengah Kejuruan (SMK), pemanfaatan *CNC Router Mini* dalam pembelajaran masih menghadapi berbagai tantangan, terutama dalam hal optimasi parameter pemesinan, seperti kecepatan pemotongan.

Kecepatan pemotongan merupakan salah satu parameter kritis dalam proses pemesinan CNC. Variasi kecepatan pemotongan dapat memengaruhi kualitas hasil produksi, efisiensi waktu pengerjaan, serta umur pahat yang digunakan. Dalam praktik industri, pemilihan kecepatan pemotongan yang tepat sangat diperlukan untuk memastikan hasil produksi yang presisi dan ekonomis. Namun, di banyak SMK, termasuk SMK Swasta PAB 1 Helvetia, pemahaman siswa mengenai hubungan antara kecepatan pemotongan dan kualitas hasil produksi masih terbatas. Hal ini disebabkan oleh kurangnya pelatihan intensif dan terbatasnya waktu praktik menggunakan mesin *CNC Router Mini* di sekolah.

Tabel 1.1 Permasalahan Kompetensi dan Sarana Praktik *CNC Router Mini* di SMK Swasta PAB 1 Helvetia

No	Aspek Permasalahan	Data Kuantitatif	Keterangan
1	Nilai Rata-Rata Praktik CNC	75 (setara KKM)	Mayoritas siswa hanya mencapai batas minimal kelulusan
2	Jumlah Siswa Kelas XII TAPI	30 siswa	Setiap kelas hanya memiliki 1 sesi praktik bergantian
3	Jumlah Unit Mesin <i>CNC Router Mini</i>	1 unit	Rasio alat tidak ideal: 1 mesin untuk 30 siswa
4	Waktu Praktik Efektif per Siswa	± 10 menit/siswa per sesi	Waktu terlalu singkat untuk eksplorasi dan pemahaman mandiri

Sumber: Hasil Pra Survei Penelitian

Berdasarkan hasil observasi di SMK Swasta PAB 1 Helvetia, ditemukan bahwa kemampuan siswa dalam mengoperasikan mesin *CNC Router Mini* masih minim. Rata-rata nilai kompetensi siswa dalam praktik CNC berada pada angka 75

atau setara dengan bahwa sebagian besar siswa hanya mencapai batas minimal kelulusan tanpa pemahaman yang lebih mendalam mengenai teknik optimalisasi parameter pemesinan. Selain itu, jumlah mesin *CNC Router Mini* yang tersedia di sekolah hanya satu unit, sementara jumlah siswa kelas XII Teknik Pemesinan mencapai 30 orang/kelas. Keterbatasan ini mengakibatkan siswa tidak memiliki cukup waktu dan kesempatan untuk berlatih secara mandiri, sehingga pemahaman dan keterampilan mereka dalam mengoperasikan mesin *CNC Router Mini* masih kurang optimal.

Selain itu, keterbatasan fasilitas dan sumber daya di sekolah menjadi faktor penghambat dalam meningkatkan kompetensi siswa. Minimnya pelatihan berbasis praktik menyebabkan siswa kurang percaya diri dalam mengoperasikan *CNC Router Mini* secara mandiri. Padahal, keterampilan dalam mengatur kecepatan pemotongan dan memahami efeknya terhadap hasil dunia kerja yang semakin mengarah pada otomatisasi dan presisi tinggi.

Tabel 1.2 Pelatihan Analisis Kecepatan

No	Indikator Permasalahan	Jumlah Siswa Terkait	Persentase (%)
1	Jumlah sesi praktik <i>CNC Router Mini</i> yang dilakukan	3 dari 5 pertemuan	60%
2	Siswa yang tidak memahami fungsi kecepatan spindle dan feed rate	22 dari 30 siswa	73,3%
3	Waktu praktik yang terbatas	1 mesin untuk 30 siswa	-
4	Metode pelatihan kurang berbasis eksperimen	70% kegiatan ceramah dan demonstrasi	-

Sumber: Hasil Pra Survei Penelitian

Berdasarkan tabel 2 terlihat bahwa pelaksanaan pelatihan analisis kecepatan pada mesin *CNC Router Mini* di SMK Swasta PAB 1 Helvetia masih menghadapi beberapa kendala. Dari enam pertemuan yang dijadwalkan, hanya tiga sesi praktik yang terlaksana, sehingga pelatihan belum optimal dalam memberikan pengalaman langsung kepada siswa. Sebagian besar siswa, yaitu 73,3%, belum memahami fungsi kecepatan spindle dan feed rate, yang merupakan parameter penting dalam pengoperasian mesin CNC. Selain itu, keterbatasan sarana praktik juga menjadi hambatan serius, di mana satu unit mesin CNC harus digunakan secara bergiliran oleh 30 siswa. Pelatihan yang lebih banyak berfokus pada ceramah dan demonstrasi tanpa pendekatan eksperimen juga menyebabkan tujuan pelatihan untuk meningkatkan pemahaman teknis secara praktis belum tercapai sepenuhnya.

Sejumlah penelitian telah menunjukkan pentingnya optimasi kecepatan pemotongan dalam pemesinan CNC. Setiawan (2020) dalam penelitiannya tentang pengaruh kecepatan spindle terhadap kualitas permukaan benda kerja pada mesin *CNC Router Mini* menemukan bahwa kecepatan spindle yang tepat berpengaruh signifikan terhadap kehalusan dan presisi permukaan benda kerja. Namun, kecepatan yang terlalu tinggi dapat menyebabkan cacat pada hasil produksi. Supriyadi (2018) meneliti analisis feed rate dan *spindle speed* pada mesin CNC, yang menunjukkan bahwa kombinasi optimal antara feed rate dan kecepatan spindle sangat penting untuk menghasilkan produk yang berkualitas. Sementara itu, Widiatama (2020) dalam penelitiannya mengenai pengaruh pelatihan keterampilan teknologi CNC terhadap peningkatan kompetensi siswa SMK menegaskan bahwa

pelatihan berbasis praktik langsung secara signifikan meningkatkan pemahaman teoretis dan keterampilan praktis siswa dalam mengoperasikan CNC.

Tabel 1 Hasil Uji Praktik Awal Pengoperasian *CNC Router Mini*

No	Aspek yang Dinilai	Rata-rata Skor	KKM
1	Presisi dan akurasi dimensi produk	72	75
2	Kehalusan permukaan benda kerja	70	75
3	Efisiensi waktu pemotongan	68	75

Sumber: Hasil Pra Suvei Penelitian

Berdasarkan observasi yang di bentuk dalam tabel 3 hasil uji praktik awal pengoperasian *CNC Router Mini* menggambarkan hasil uji praktik awal siswa dalam mengoperasikan mesin *CNC Router Mini* yang menunjukkan bahwa seluruh aspek penilaian masih akurasi dimensi produk berada pada angka 72, kehalusan permukaan benda kerja hanya mencapai 70, dan efisiensi waktu pemotongan tercatat sebesar 68. Hasil ini mengindikasikan bahwa kompetensi teknis siswa masih belum optimal, terutama dalam hal memahami dan menerapkan parameter pemesinan seperti kecepatan spindle dan feed rate secara efektif. Rendahnya hasil praktik ini menunjukkan adanya kebutuhan mendesak akan pelatihan yang lebih terstruktur dan berbasis praktik langsung agar siswa mampu menghasilkan produk sesuai dengan standar industri.

Kesenjangan ini menunjukkan bahwa diperlukan program pelatihan yang berfokus pada analisis kecepatan pemotongan terhadap hasil produksi menggunakan *CNC Router Mini*. Dengan adanya pelatihan ini, siswa tidak hanya memahami teori dasar CNC, tetapi juga mampu menerapkan keterampilan teknis dalam pengoperasian mesin, sehingga meningkatkan kompetensi mereka dalam bidang teknik pemesinan.

Pentingnya pelatihan ini juga selaras dengan tujuan pendidikan kejuruan sebagaimana diatur yang menyebutkan bahwa kejuruan membekali dengan keterampilan relevan dengan dunia industri. Dengan demikian, implementasi Pelatihan Analisis Kecepatan terhadap Hasil Produksi *CNC Router Mini* diharapkan dapat menjadi solusi dalam meningkatkan kompetensi manufaktur modern.

Dalam penelitian ini, variabel bebas yang menjadi fokus adalah kecepatan putaran mesin CNC Router Mini. Kecepatan putaran ini dapat diatur pada beberapa tingkatan, yaitu rendah, sedang, dan tinggi, yang bertujuan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap hasil produksi. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah hasil produksi yang dihasilkan oleh mesin CNC Router Mini, yang diukur berdasarkan ketepatan ukuran produk, kualitas potongan, serta kecepatan produksi. Ketiga aspek tersebut menjadi indikator utama untuk menilai keberhasilan proses produksi menggunakan mesin tersebut. Selain itu, penelitian ini juga mempertimbangkan beberapa variabel kontrol yang berpotensi memengaruhi hasil produksi, seperti jenis dan kualitas bahan yang digunakan, kondisi mesin CNC Router Mini, pengalaman serta keterampilan operator, serta kondisi lingkungan kerja seperti suhu dan kelembapan.

Berjudul "Pelatihan Analisis Kecepatan terhadap Hasil Produksi *CNC Router Mini* untuk Meningkatkan Kompetensi Siswa Kelas XII TP di SMK Swasta PAB 1 Helvetia".

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang diuraikan, maka identifikasi masalah yaitu:

1. Kurangnya pemahaman siswa mengenai pengaruh kecepatan pemotongan terhadap hasil produksi pada mesin *CNC Router Mini*.
2. Keterbatasan fasilitas sekolah, di mana hanya tersedia satu unit mesin *CNC Router Mini* untuk 30 siswa kelas XII Teknik Pemesinan, sehingga waktu praktik menjadi sangat terbatas.
3. Nilai rata-rata siswa dalam praktik CNC hanya mencapai batas minimal KKM (75), yang menunjukkan bahwa kompetensi mereka masih belum optimal.
4. Pembelajaran lebih banyak berfokus pada teori daripada praktik intensif, sehingga siswa kurang percaya diri dalam mengoperasikan mesin *CNC Router Mini*.
5. Minimnya latihan praktis menghambat penguasaan keterampilan teknis, termasuk pengaturan parameter pemesinan seperti kecepatan pemotongan dan feed rate.
6. Kurangnya integrasi pembelajaran berbasis industri dalam kurikulum, yang mengakibatkan siswa kurang siap menghadapi tuntutan dunia kerja.
7. Belum adanya program pelatihan khusus yang berfokus pada analisis kecepatan terhadap hasil produksi menggunakan *CNC Router Mini* untuk meningkatkan kompetensi siswa.

1.3 Pembatasan Masalah

Berikut adalah pembatasan masalah yang sesuai dengan latar belakang penelitian ini. Agar penelitian ini lebih terfokus dan terarah, maka pembatasan masalah yang ditetapkan adalah sebagai berikut:

1. Pengaruh kecepatan pemotongan terhadap hasil produksi menggunakan mesin *CNC Router Mini* di SMK Swasta PAB 1 Helvetia.
2. Penelitian dilakukan pada siswa kelas XII Teknik Pemesinan yang mengikuti pelatihan *CNC Router Mini*.
3. Parameter hasil produksi yang dianalisis meliputi presisi dimensi dan kualitas permukaan benda kerja.
4. Penelitian ini tidak mencakup aspek lain dalam pemrograman CNC, seperti pemilihan alat potong atau strategi pemesinan yang lebih kompleks.
5. Fasilitas yang digunakan dalam penelitian ini terbatas pada satu unit mesin *CNC Router Mini* yang tersedia di sekolah.

1.4 Perumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh kecepatan pemotongan terhadap hasil produksi menggunakan mesin *CNC Router Mini* di SMK Swasta PAB 1 Helvetia?
2. Seberapa efektif pelatihan analisis kecepatan pemotongan dalam meningkatkan kompetensi?
3. Apa saja kendala yang dihadapi siswa dalam memahami dan mengoptimalkan parameter kecepatan pemotongan pada mesin *CNC Router Mini*?

4. Bagaimana strategi yang dapat diterapkan untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran berbasis praktik dalam penggunaan mesin *CNC Router Mini* di SMK Swasta PAB 1 Helvetia?

1.5 Tujuan Penelitian

1. Menganalisis kecepatan pemotongan hasil produksi menggunakan mesin *CNC Router Mini* di SMK Swasta PAB 1 Helvetia.
2. Menilai efektivitas pelatihan analisis kecepatan pemotongan dalam meningkatkan kompetensi Swasta PAB 1 Helvetia.
3. Mengidentifikasi kendala yang dihadapi siswa dalam memahami dan mengoptimalkan parameter kecepatan pemotongan pada mesin *CNC Router Mini*.
4. Merumuskan strategi yang dapat diterapkan untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran berbasis praktik dalam penggunaan mesin *CNC Router Mini* di SMK Swasta PAB 1 Helvetia.

1.6 Manfaat Penelitian

Dalam meningkatkan kompetensi siswa SMK serta memberikan solusi alternatif bagi Dunia Usaha dan Dunia Industri (DUDI).

1. Manfaat Teoritis
 - a. Menambah wawasan dan referensi ilmiah mengenai pengaruh kecepatan pemotongan terhadap hasil produksi menggunakan mesin *CNC Router Mini*.

b. Menjadi bahan acuan bagi penelitian selanjutnya dalam bidang teknologi pemesinan dan pendidikan vokasi terkait efektivitas pelatihan berbasis praktik.

2. Manfaat Praktis

a. Bagi Siswa SMK

1. Meningkatkan keterampilan siswa dalam memahami dan mengoptimalkan kecepatan pemotongan pada mesin *CNC Router Mini*.
2. Membantu siswa dalam memperoleh pengalaman praktik yang lebih intensif sehingga siap menghadapi tuntutan industri manufaktur modern.
3. Meningkatkan kompetensi lulusan SMK agar lebih sesuai dengan kebutuhan DUDI.

b. Bagi Guru dan Sekolah

1. Menyediakan strategi pembelajaran yang lebih efektif dengan menekankan pada praktik langsung dan pemanfaatan optimal mesin *CNC Router Mini*.
2. Memberikan rekomendasi dalam pengembangan kurikulum berbasis industri yang lebih aplikatif dan sesuai dengan perkembangan teknologi pemesinan.
3. Meningkatkan kualitas lulusan SMK dalam bidang teknik pemesinan sehingga memiliki daya saing lebih tinggi di dunia kerja.

c. Bagi Dunia Usaha dan Dunia Industri (DUDI)

1. Menjadi solusi alternatif dalam pemenuhan tenaga kerja yang memiliki keterampilan CNC sesuai standar industri.

2. Mengurangi biaya pelatihan tenaga kerja baru karena lulusan SMK telah memiliki keterampilan dasar dalam pengoperasian mesin CNC.
3. Memperkuat sinergi antara SMK dan DUDI dalam menciptakan tenaga kerja terampil yang siap pakai.

