

## ANALISIS PERBANDINGAN MESIN BUBUT KONVENSIONAL DAN CNC PADA PROSES MANUFAKTUR MODERN

Siti Amalia<sup>1</sup>, Rania Octa Dewi<sup>2</sup>, Fauzan Azim Mandela<sup>3</sup>, Zarqa Tsabith Fedayeen Jamil<sup>4</sup>  
[amaliasiti749@gmail.com](mailto:amaliasiti749@gmail.com)<sup>1</sup>, [raniaocta066@gmail.com](mailto:raniaocta066@gmail.com)<sup>2</sup>, [fauzanazimmandela@gmail.com](mailto:fauzanazimmandela@gmail.com)<sup>3</sup>,  
[zatsafeja@gmail.com](mailto:zatsafeja@gmail.com)<sup>4</sup>

Universitas Pelita Bangsa

### ABSTRAK

Perkembangan teknologi manufaktur telah mendorong penggunaan mesin perkakas yang lebih modern untuk meningkatkan produktivitas dan kualitas produk. Salah satu teknologi yang banyak digunakan dalam industri manufaktur adalah mesin bubut Computer Numerical Control (CNC), yang hadir sebagai pengembangan dari mesin bubut konvensional. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan karakteristik, produktivitas, tingkat presisi, biaya investasi, serta penerapan mesin bubut konvensional dan CNC dalam proses manufaktur modern. Metode penelitian yang digunakan adalah studi literatur dengan mengumpulkan dan menganalisis berbagai sumber ilmiah berupa jurnal, buku, dan artikel penelitian yang relevan. Hasil kajian menunjukkan bahwa mesin bubut CNC memiliki keunggulan dalam aspek presisi, produktivitas, konsistensi kualitas produk, serta kemampuan produksi massal karena menggunakan sistem kendali berbasis komputer. Sementara itu, mesin bubut konvensional memiliki keunggulan dari segi biaya investasi yang lebih rendah, kemudahan pengoperasian, dan fleksibilitas untuk produksi skala kecil. Dalam era Industri 4.0, mesin CNC lebih sesuai diterapkan pada industri yang membutuhkan efisiensi tinggi dan kualitas produk yang konsisten. Namun demikian, mesin bubut konvensional tetap memiliki peran penting terutama pada industri kecil dan menengah. Oleh karena itu, pemilihan jenis mesin harus disesuaikan dengan kebutuhan produksi, kapasitas perusahaan, dan target kualitas produk yang ingin dicapai.

**Kata Kunci:** Mesin Bubut Konvensional, Mesin Bubut CNC, Manufaktur Modern, Produktivitas, Presisi.

### PENDAHULUAN

Salah satu peralatan paling mendasar dan paling banyak digunakan dalam industri manufaktur modern adalah mesin bubut. Karena, sejak awal perkembangan industri, proses produksi komponen-komponen mesin yang berbentuk silindris, seperti poros, baut, roda gigi, dan berbagai suku cadang industri lainnya, pasti bergantung pada mesin bubut. Finofal et al. (2025) menjelaskan bahwa seiring kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, mesin-mesin perkakas seperti mesin bubut, mesin frais, mesin sekrup, dan mesin bor telah berhasil dan terbukti mempermudah produksi komponen mesin secara substansial, membuat proses pembuatan komponen lebih efisien dan memiliki tingkat ketelitian yang sangat tinggi. Pernyataan ini mencerminkan betapa pentingnya peran mesin bubut sebagai alat produksi utama dalam rantai manufaktur, baik di skala industri kecil maupun industri besar.

Mesin bubut telah berkembang menjadi dua sistem utama yang kini banyak digunakan di industri, yaitu mesin bubut konvensional dan mesin bubut berbasis pengendalian numerik komputer (CNC). Prinsip dasar dari kedua sistem ini adalah sama, yakni benda kerja diputar pada sumbu utama sementara alat potong mengikis material untuk membentuk geometri yang diinginkan. Namun demikian, metode pengendalian dan tingkat otomasi keduanya sangat berbeda satu sama lain, sehingga karakteristik produksi berbeda.

Mesin bubut konvensional adalah sistem pemesinan di mana operator secara langsung mengontrol seluruh proses operasinya. Handel dan roda putar yang dioperasikan secara manual mengontrol setiap gerakan alat potong, baik memanjang maupun melintang. Keterampilan dan pengalaman operator sangat penting untuk kualitas dan presisi produk yang dihasilkan. Dalam penelitian mereka tentang dampak tren otomasi pada dunia manufaktur dan industri, Aanam et al. (2022) mengatakan bahwa sebelum era otomasi, proses produksi di industri manufaktur sangat bergantung pada kemampuan manual tenaga kerja, yang memiliki masalah dalam hal akurasi, kecepatan, dan konsistensi dalam jangka panjang. Salah satu kelemahan utama mesin bubut konvensional adalah ketergantungan pada faktor manusia, terutama ketika dihadapkan pada tuntutan produksi massal dengan standar kualitas yang ketat.

Mesin bubut CNC berbeda dengan mesin konvensional karena bekerja berdasarkan instruksi program komputer yang disebut kode G dan M. Finofal et al. (2025) menjelaskan bahwa mesin CNC dilengkapi dengan sistem kontrol berbasis komputer yang dapat membaca kode G, M, T, A, dan bahasa pemrograman lainnya, dan secara otomatis menjalankan proses pemesinan sesuai dengan perancangan dan program yang telah dibuat sebelumnya. Sistem ini memungkinkan seluruh gerakan alat potong dilakukan secara berulang dan tepat tanpa bergantung pada kemampuan operator untuk melakukannya secara manual. Akibatnya, produk tetap memiliki dimensi yang sama selama setiap siklus produksi.

Pertanyaan utama yang sering muncul di kalangan industri dan akademisi adalah kapan mesin bubut konvensional lebih baik daripada CNC? Karena setiap sistem memiliki keunggulan dan keterbatasannya masing-masing tergantung pada konteks penggunaannya, jawaban atas pertanyaan ini tidak mudah. Sementara mesin konvensional memerlukan penyesuaian manual untuk setiap perubahan dimensi atau jenis produk, mesin CNC dapat beroperasi secara konsisten dengan waktu siklus yang konsisten. Ini meningkatkan efisiensi waktu produksi. Dari perspektif presisi, penelitian Finofal et al. (2025) membuktikan bahwa kualitas dan presisi hasil pemesinan secara langsung dipengaruhi oleh parameter pemesinan CNC seperti kecepatan spindle, kecepatan pemotongan, dan kedalaman pemotongan. Dengan kontribusi 86,14% terhadap Rate Removal Material (MRR), kedalaman pemotongan adalah faktor yang paling penting. Pada mesin konvensional yang dikendalikan secara manual, tingkat kontrol parameter yang sangat terukur ini sulit dicapai secara konsisten.

Teknologi manufaktur tidak berhenti pada CNC saja. Dalam penelitian mereka tentang pengaruh Industri 5.0 terhadap perekonomian Indonesia, Nugroho et al. (2023) mengatakan bahwa industri saat ini berada di tengah era yang mengintegrasikan AI, robotika, otomasi, dan Internet of Things digabungkan untuk menghasilkan sistem produksi yang lebih terhubung dan efisien. Dalam konteks ini, mesin bubut CNC berfungsi sebagai penghubung penting antara pemesinan konvensional dan manufaktur cerdas masa depan. Sebelum industri memasuki era otomasi yang lebih tinggi, sangat penting untuk memahami perbedaan mesin konvensional dan CNC.

Transformasi dari pemesinan manual menuju CNC sejatinya merupakan bagian dari gelombang otomasi yang lebih besar di sektor manufaktur. Anaam et al. (2022) mencatat

bahwa otomasi dalam manufaktur dapat meningkatkan kualitas, efisiensi, dan efektivitas produksi secara signifikan. Lebih jauh, otomasi industri disebutkan sebagai kunci untuk mengikuti perkembangan teknologi dalam era Industri 4.0. Kondisi ini menunjukkan bahwa keputusan untuk beralih dari mesin konvensional ke CNC bukan sekadar keputusan teknis semata, melainkan juga merupakan keputusan strategis yang berdampak pada daya saing industri secara keseluruhan.

Kenyataan di lapangan menunjukkan bahwa mesin bubut konvensional masih banyak digunakan, terutama di industri kecil dan menengah (IKM) dan institusi pendidikan teknik di Indonesia, meskipun teknologi CNC telah berkembang pesat. Faktor-faktor praktis seperti biaya investasi, ketersediaan karyawan, dan variasi produksi adalah penyebabnya. Oleh karena itu, sangat penting bagi pelaku industri yang membuat keputusan investasi dan akademisi dan mahasiswa teknik industri untuk mendapatkan pemahaman yang menyeluruh dan berbasis bukti tentang perbandingan kedua sistem ini. Sesuai dengan kebutuhan dan kemampuan masing-masing, kajian perbandingan yang sistematis akan membantu industri dalam menentukan opsi yang paling efektif dan efisien.

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, artikel tinjauan literatur ini disusun dengan tujuan untuk: (1) mengkaji dan membandingkan karakteristik mesin bubut konvensional dan CNC dari aspek cara kerja dan sistem pengendaliannya; (2) menganalisis perbedaan efisiensi produksi, tingkat presisi, dan biaya antara kedua jenis mesin tersebut berdasarkan bukti-bukti dari literatur ilmiah; (3) mengidentifikasi kondisi dan konteks industri yang paling sesuai untuk penerapan masing-masing sistem; serta (4) memberikan rekomendasi berbasis literatur mengenai pemilihan mesin yang tepat untuk berbagai kebutuhan industri manufaktur di Indonesia.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini menggunakan pendekatan tinjauan literatur sistematis (Systematic Literature Review/ SLR) untuk mengumpulkan, mengevaluasi, dan mensintesis bukti-bukti ilmiah yang relevan dengan topik perbandingan mesin bubut konvensional dan CNC. Tahapan penelitian dilaksanakan sebagai berikut:

- a. Melakukan identifikasi permasalahan yang akan dibahas, yaitu perbedaan mesin bubut konvensional dan CNC dalam hal efisiensi dan presisi dalam proses manufaktur modern.
- b. Mendiskusikan masalah berdasarkan identifikasi awal, seperti bagaimana perbandingan efisiensi dan presisi antara mesin bubut konvensional dan CNC, serta faktor apa yang mempengaruhi pemilihan mesin yang tepat dalam industri manufaktur.
- c. Menentukan tujuan penelitian, yaitu mempelajari dan membandingkan karakteristik, efisiensi, presisi, dan biaya kedua jenis mesin berdasarkan literatur ilmiah yang tersedia.
- d. Melakukan pencarian literatur melalui Google Scholar, dan Publish or Perish menggunakan kata kunci seperti "mesin bubut CNC", "mesin bubut konvensional", "CNC machining", "efisiensi pemesinan", dan "Material Removal Rate (MRR)" dsb.
- e. Melakukan seleksi literatur berdasarkan kriteria: diterbitkan antara tahun 2020–2025, berbahasa Indonesia, berkaitan langsung dengan topik pemesinan CNC atau

- konvensional.
- f. Membandingkan temuan dari berbagai literatur untuk menghasilkan analisis perbandingan yang komprehensif antara mesin bubut konvensional dan CNC.
  - g. Mengambil kesimpulan dan saran berdasarkan hasil analisis literatur yang telah dilakukan.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Proses Pemesinan

Pemesinan (machining) adalah proses manufaktur yang dilakukan dengan cara membuang atau menghilangkan sebagian material dari benda kerja menggunakan alat potong (pahat) pada mesin perkakas untuk membuat komponen dengan ukuran, bentuk, dan kualitas permukaan yang diinginkan.

Proses ini merupakan proses pemotongan logam (metal cutting process) di mana pahat potong bergerak relative terhadap benda kerja menghasilkan geram (chips) dan permukaan benda kerja terbentuk secara bertahap.

Pemesinan adalah keterampilan keahlian di bidang teknik yang mempelajari cara membentuk, memotong, dan mengubah logam atau bahan lain menjadi bagian mesin dengan menggunakan berbagai alat dan mesin perkakas seperti mesin bubut, mesin frais, mesin gerinda, mesin bor, dan CNC.

### Jenis-Jenis Proses Pemesinan Secara Umum

Proses pemesinan dapat diklasifikasikan menjadi beberapa kategori berdasarkan berbagai kriteria:

Tabel 1 Klasifikasi proses pemesinan menurut jenis kombinasi gerak potong dan gerak makan. Rochim, T. (1993). Teori Dan Teknologi Proses Pemesinan. Bandung: Institut Teknologi Bandung

No.	Jenis Proses Pemesinan	Nama lain	Keterangan
1.	Proses Bubut	Turning	Benda kerja berputar, pahat bergerak lurus
2.	Proses Gurdi/Bor	Drilling	Membuat lubang dengan mata bor
3.	Proses Frais	Milling	Pahat berputar, benda kerja bergerak lurus
4.	Proses Gerinda Rata	Surface Grinding	Menghaluskan permukaan rata
5.	Proses Gerinda Silindrik	Cylindrical Grinding	Menghaluskan permukaan silindrik
6.	Proses Sekrap	Shaping/Planing	Pahat bergerak bolak-balik
7.	Proses Gerinda	Grinding	Proses penghalusan umum

Tabel 2 Klasifikasi Berdasarkan Teknologi yang Digunakan. LMS-SPADA Indonesia (t.t.). Proses Dasar Pemesinan Part 1. Kemdiktisaintek

No.	Kategori	Jenis	Karakteristik
1	Konvensional	Bubut, Frais, Sekrap, Bor	Dioperasikan secara manual oleh mekanik, cocok untuk produksi kecil dan bagian sederhana
2	Non-Konvensional	EDM (Electro Discharge Machining), Laser Beam Machining, Chemical Machining	Tidak menggunakan pahat potong konvensional, menggunakan energi listrik, laser, atau bahan kimia
3	CNC	Pusat Pemesinan, Pusat Putar & Giling	Kawalan berangka, cocok untuk produksi besar-besaran dan bentuk rumit szcnc-machining

Tabel 3 Klasifikasi Berdasarkan Proses Pemotongan. Proses Permesinan (t.t.). Scribd

No.	Kelompok	Proses yang Termasuk
1	Mesin Pres	Shearing (pengguntingan), Pressing (pengepresan), Drawing/Elongating (penarikan)
2	Mesin Perkakas Konvensional	Bubut ( <i>turning</i> ), Frais ( <i>milling</i> ), Sekrap ( <i>shaping</i> )
3	Non-Konvensional	EDM, Laser, Chemical Machining

### Mesin Bubut Konvensional

Mesin bubut konvensional merupakan salah satu mesin perkakas yang digunakan untuk membentuk benda kerja dengan cara memutar benda pada sumbu utama (*spindle*) sementara pahat bergerak memotong material hingga diperoleh bentuk dan ukuran yang diinginkan. Mesin ini banyak digunakan dalam industri manufaktur untuk membuat komponen berbentuk silindris seperti poros, baut, bushing, dan berbagai komponen mekanik lainnya. (Rochim, 2007)

Pengoperasian mesin bubut konvensional dilakukan secara manual oleh operator. Seluruh gerakan pemakanan pahat, pengaturan kecepatan putaran *spindle*, serta kedalaman pemotongan dikendalikan langsung oleh operator melalui handel dan tuas penggerak. Oleh karena itu, kualitas hasil pengerjaan sangat dipengaruhi oleh keterampilan, pengalaman, dan ketelitian operator yang mengoperasikannya. (Widarto, 2008)

Kelebihan utama mesin bubut konvensional adalah biaya investasi yang relatif rendah, perawatan yang sederhana, serta fleksibilitas yang baik untuk pekerjaan perbaikan dan produksi dalam jumlah kecil. Mesin ini juga lebih mudah dipelajari oleh operator pemula dibandingkan mesin CNC. Namun demikian, mesin bubut konvensional memiliki beberapa kelemahan, antara lain tingkat presisi yang bergantung pada kemampuan operator, waktu produksi yang relatif lebih lama, serta kesulitan dalam mempertahankan konsistensi kualitas produk pada produksi massal. (Fahrudin, 2018)

Dalam industri manufaktur modern, mesin bubut konvensional masih banyak digunakan terutama pada industri kecil dan menengah (IKM), bengkel pemesinan, serta institusi pendidikan teknik sebagai media pembelajaran dasar proses pemesinan. Keberadaan mesin ini tetap relevan karena mampu memenuhi kebutuhan produksi dengan biaya investasi yang lebih terjangkau dibandingkan teknologi otomatis berbasis komputer.

Gambar 1 Mesin Bubut Konvensional



### Mesin Bubut CNC

Computer Numerical Control (CNC) merupakan teknologi pemesinan yang menggunakan sistem kontrol berbasis komputer untuk mengendalikan pergerakan mesin secara otomatis. Pada mesin bubut CNC, seluruh proses pemesinan dikendalikan melalui program yang berisi instruksi numerik berupa kode G (*G-Code*) dan kode M (*M-Code*) yang telah disusun sebelumnya oleh programmer atau operator. (Agrisa, 2020)

Prinsip kerja mesin bubut CNC pada dasarnya sama dengan mesin bubut konvensional, yaitu benda kerja diputar pada spindle sementara pahat melakukan proses pemotongan material. Perbedaannya terletak pada sistem pengendalian yang dilakukan secara otomatis melalui komputer sehingga gerakan pahat dapat dikontrol dengan tingkat akurasi yang sangat tinggi. (Kalpakjian & Schmid, 2014)

Penerapan teknologi CNC memberikan berbagai keuntungan dalam proses produksi. Mesin CNC mampu menghasilkan produk dengan tingkat presisi dan konsistensi yang tinggi, mempercepat waktu produksi, mengurangi kesalahan manusia (human error), serta meningkatkan efisiensi penggunaan material. Selain itu, kemampuan mesin CNC dalam menjalankan program secara berulang memungkinkan proses produksi massal dilakukan dengan kualitas yang seragam. (Nugroho et al., 2024)

Meskipun memiliki banyak keunggulan, penggunaan mesin CNC juga memiliki beberapa keterbatasan. Biaya investasi awal yang tinggi, kebutuhan tenaga kerja yang memiliki kemampuan pemrograman, serta biaya perawatan yang relatif lebih besar menjadi tantangan tersendiri bagi perusahaan, khususnya industri skala kecil. Namun seiring berkembangnya teknologi Industri 4.0, penggunaan mesin CNC semakin meningkat karena mampu mendukung sistem manufaktur yang terintegrasi dan otomatis. (Groover, 2020)

Gambar 2 Mesin Bubut CNC



### **Perbandingan Mesin Bubut Konvensional dan CNC**

Mesin bubut konvensional dan mesin bubut CNC memiliki fungsi dasar yang sama, yaitu melakukan proses pembubutan untuk menghasilkan bentuk tertentu pada benda kerja. Akan tetapi, kedua jenis mesin tersebut memiliki karakteristik yang berbeda dalam aspek pengendalian, produktivitas, akurasi, biaya, dan kebutuhan operator. (Rusdin & Iswar, 2023)

Pada aspek pengendalian, mesin bubut konvensional mengandalkan keterampilan operator dalam mengatur seluruh proses pemesinan secara manual. Sebaliknya, mesin CNC menggunakan program komputer yang memungkinkan proses pemesinan berjalan secara otomatis sesuai instruksi yang telah ditentukan. Perbedaan sistem pengendalian ini menyebabkan tingkat konsistensi produk yang dihasilkan mesin CNC lebih tinggi dibandingkan mesin konvensional. (Nugroho et al., 2024)

Dari segi produktivitas, mesin CNC mampu menyelesaikan proses produksi dalam waktu yang lebih singkat karena sebagian besar pekerjaan dilakukan secara otomatis. Sementara itu, mesin konvensional memerlukan keterlibatan operator secara terus-menerus sehingga waktu pengerjaan cenderung lebih lama. Kondisi ini menjadikan mesin CNC lebih sesuai digunakan pada produksi massal yang membutuhkan jumlah produk besar dengan kualitas yang seragam. (Agrisa, 2020)

Dalam aspek presisi dan kualitas produk, mesin CNC memiliki keunggulan yang signifikan. Sistem kontrol numerik memungkinkan pengaturan parameter pemotongan dilakukan secara akurat dan konsisten. Sebaliknya, hasil pemesinan pada mesin konvensional sangat dipengaruhi oleh faktor manusia sehingga variasi kualitas produk lebih mungkin terjadi. (Fahrudin, 2018)

Namun demikian, dari sisi biaya investasi dan operasional awal, mesin bubut konvensional masih lebih ekonomis. Harga pembelian, biaya pelatihan operator, serta biaya pemeliharaan mesin konvensional relatif lebih rendah dibandingkan mesin CNC. Oleh karena itu, pemilihan jenis mesin harus mempertimbangkan kebutuhan produksi, kapasitas perusahaan, serta target kualitas produk yang ingin dicapai.

Tabel 4 Perbandingan umum antara mesin bubut konvensional dan CNC

Aspek	Mesin Bubut Konvensional	Mesin Bubut CNC
Sistem pengendalian	Manual	<u>Otomatis Berbasis Komputer</u>
Presisi	Sedang	Tinggi
Produktivitas	Relatif rendah	Tinggi
Konsistensi produk	<u>Bergantung Operator</u>	Sangat <u>Konsisten</u>
Produksi massal	<u>Kurang Efektif</u>	Sangat <u>Efektif</u>
Biaya investasi	<u>Rendah</u>	Tinggi
Perawatan	<u>Sederhana</u>	<u>Lebih Kompleks</u>
Kebutuhan operator	<u>Keterampilan Manual</u>	<u>Keterampilan Programmer</u>

Tabel 5 Penelitian Terdahulu

No.	Penulis dan Tahun	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
1.	Rusdin & Iswar (2024)	Analisis Kekerasan Mesin Bubut Konvensional dan CNC TU-2A Dengan RPM 1500 Menggunakan Poros Aluminium	Eksperimen dan Pengujian Kekerasan Permukaan	Mesin kekerasan permukaan yang lebih rendah (lebih halus) dibandingkan mesin bubut konvensional sehingga kualitas permukaan benda kerja lebih baik.
2.	Muhammad & Iskandar (2020)	Retrofit Mesin Bubut Konvensional Menjadi Sistem Mesin CNC 2 Axis	Perancangan (engineering design)	Retrofit mesin bubut menjadi sistem CNC dapat meningkatkan kemampuan mesin tanpa harus membeli mesin CNC baru dengan biaya investasi yang tinggi.
3.	Nugroho, Sena & Ujiburrahman (2024)	A Comparison of CNC Lathe Machine Programming Simulation and CNC Machine Production Results	Analisis komparatif simulasi dan produksi aktual	Simulasi CNC mampu memberikan gambaran hasil produksi yang baik, namun masih terdapat perbedaan terhadap hasil produksi aktual sehingga

No.	Penulis dan Tahun	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
				diperlukan validasi pada proses manufaktur.
4.	Dinata & Duskiardi (2015)	Analisis Kinerja Mesin Bubut CNC Type TU-2A Pada Proses Pemesinan Terhadap Bahan Kuningan	Eksperimen pemesinan CNC	Parameter pemotongan seperti putaran spindle, gerak makan dan kedalaman potong berpengaruh terhadap kinerja pemesinan dan .daya potong yang dihasilkan.
5.	Luqman & Supto (2023)	Perancangan Sistem Transmisi Penggerak Mefsin Bubut Mini Konvensional	Perancangan dan analisis teknik	Hasil perancangan menunjukkan sistem transmisi yang dirancang memenuhi persyaratan kekuatan dan aman digunakan pada mesin bubut konvensional.

Berdasarkan penelitian terdahulu, dapat diketahui bahwa perkembangan teknologi CNC memberikan peningkatan pada aspek presisi, kualitas permukaan, dan efisiensi proses produksi dibandingkan sistem pemesinan konvensional. Penelitian Rusdin dan Iswar (2024) menunjukkan bahwa mesin bubut CNC menghasilkan tingkat kekasaran permukaan yang lebih baik dibandingkan mesin bubut konvensional. Selain itu, penelitian Muhammad dan Iskandar (2022) membuktikan bahwa pengembangan mesin konvensional menjadi sistem CNC melalui metode retrofit dapat menjadi solusi untuk meningkatkan kemampuan produksi dengan biaya yang lebih rendah dibandingkan pembelian mesin CNC baru.

Penelitian Nugroho dkk. (2024) menunjukkan bahwa penggunaan simulasi pada pemrograman CNC dapat membantu meningkatkan efisiensi perencanaan produksi meskipun masih terdapat perbedaan dengan hasil produksi aktual. Sementara itu, penelitian Dinata dan Duskiardi (2015) menegaskan pentingnya pengaturan parameter pemotongan terhadap kualitas hasil pemesinan CNC. Berdasarkan berbagai penelitian tersebut, masih diperlukan kajian yang membandingkan secara komprehensif mesin bubut konvensional dan CNC dari aspek produktivitas, presisi, biaya investasi, dan penerapannya dalam industri manufaktur modern.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Perbandingan Karakteristik Mesin Bubut Konvensional dan CNC

Berdasarkan hasil kajian literatur yang telah dilakukan, mesin bubut konvensional dan mesin bubut CNC memiliki fungsi utama yang sama, yaitu melakukan proses pemesinan untuk menghasilkan komponen dengan bentuk dan ukuran tertentu. Namun

demikian, kedua jenis mesin tersebut memiliki perbedaan yang signifikan pada sistem pengoperasian, tingkat akurasi, produktivitas, serta kebutuhan sumber daya manusia. Mesin bubut konvensional dioperasikan secara manual oleh operator. Seluruh proses pemotongan, pengaturan kecepatan putar spindle, dan pergerakan pahat dikendalikan langsung oleh operator menggunakan tuas dan handel yang tersedia pada mesin. Oleh karena itu, kualitas hasil pemesinan sangat dipengaruhi oleh keterampilan dan pengalaman operator.

Sebaliknya, mesin bubut CNC menggunakan sistem kendali berbasis komputer yang memungkinkan seluruh proses pemesinan dilakukan secara otomatis berdasarkan program yang telah dibuat sebelumnya. Sistem ini menghasilkan gerakan yang lebih presisi dan konsisten sehingga mampu mengurangi kesalahan yang disebabkan oleh faktor manusia. Berdasarkan Tabel 4 dapat diketahui bahwa mesin bubut CNC memiliki keunggulan pada aspek produktivitas dan kualitas hasil pemesinan, sedangkan mesin bubut konvensional lebih unggul dalam hal biaya investasi awal yang lebih rendah. (Rusdin & Iswar, 2023; Nugroho et al., 2024)

#### **Analisis Presisi dan Kualitas Produk**

Presisi merupakan kemampuan mesin untuk menghasilkan ukuran produk sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan. Dalam industri manufaktur modern, tingkat presisi yang tinggi sangat diperlukan untuk menjamin kualitas dan fungsi suatu komponen. Berdasarkan kajian literatur, mesin bubut CNC memiliki tingkat akurasi yang lebih tinggi dibandingkan mesin bubut konvensional. Hal ini disebabkan oleh penggunaan sistem kendali numerik yang mampu mengatur posisi pahat dengan tingkat ketelitian yang sangat tinggi. Selain itu, program yang sama dapat digunakan berulang kali sehingga menghasilkan produk dengan kualitas yang konsisten. (Rusdin & Iswar, 2023) Sebaliknya, hasil pemesinan pada mesin bubut konvensional sangat dipengaruhi oleh keterampilan operator. Perbedaan teknik pengoperasian dapat menyebabkan variasi ukuran dan kualitas permukaan benda kerja. Oleh karena itu, pada produksi yang membutuhkan toleransi ketat, penggunaan mesin CNC lebih direkomendasikan dibandingkan mesin bubut konvensional. (Sidi, 2014)

#### **Analisis Biaya Investasi dan Operasional**

Aspek biaya merupakan pertimbangan penting dalam pemilihan teknologi manufaktur. Mesin bubut konvensional memiliki biaya investasi awal yang relatif rendah sehingga lebih mudah dijangkau oleh industri kecil dan menengah. Selain itu, biaya perawatan dan pelatihan operator juga lebih sederhana. (Fahrudin, 2018) Di sisi lain, mesin bubut CNC memerlukan investasi yang lebih besar karena dilengkapi dengan sistem komputer, motor servo, sensor, dan perangkat lunak pengendali. Perusahaan juga perlu menyediakan tenaga kerja yang memiliki kemampuan pemrograman dan pengoperasian CNC. (Muhammad & Iskandar, 2022).

Meskipun demikian, dalam jangka panjang penggunaan mesin CNC dapat memberikan keuntungan ekonomis karena mampu meningkatkan produktivitas, mengurangi jumlah produk cacat, serta menekan biaya tenaga kerja per unit produk. Oleh sebab itu, biaya investasi yang tinggi dapat terkompensasi oleh peningkatan efisiensi produksi yang diperoleh.

### **Penerapan Mesin Bubut pada Industri Manufaktur Modern**

Perkembangan Industri 4.0 telah mendorong perusahaan manufaktur untuk mengadopsi teknologi otomatisasi dalam proses produksinya. Salah satu teknologi yang banyak diterapkan adalah mesin bubut CNC karena mampu diintegrasikan dengan sistem produksi digital dan teknologi manufaktur cerdas. (Groover, 2020). Mesin bubut CNC banyak digunakan pada industri otomotif, dirgantara, alat kesehatan, dan industri komponen presisi yang membutuhkan tingkat akurasi tinggi. Kemampuan mesin dalam memproduksi komponen secara cepat dan konsisten menjadikannya pilihan utama pada sistem produksi modern. (Nugroho et al., 2024). Meskipun demikian, mesin bubut konvensional masih memiliki peran penting dalam kegiatan pendidikan, pelatihan operator, pekerjaan perawatan mesin, serta produksi dalam jumlah kecil. Fleksibilitas dan biaya operasional yang relatif rendah membuat mesin ini tetap digunakan oleh banyak industri kecil dan bengkel pemesinan. (Fahrudin, 2018). Dengan demikian, kedua jenis mesin memiliki fungsi dan keunggulan masing-masing. Pemilihan teknologi yang tepat harus disesuaikan dengan kebutuhan produksi, kapasitas perusahaan, serta tingkat kualitas produk yang diinginkan.

### **Rekomendasi Pemilihan Mesin**

Berdasarkan hasil kajian yang kami teliti, pemilihan antara mesin bubut konvensional dan CNC tidak dapat diterapkan secara universal karena setiap jenis mesin memiliki keunggulan pada kondisi tertentu. Rekomendasi pemilihan mesin yang tepat dapat dipertimbangkan berdasarkan beberapa faktor utama berikut.

Industri yang membutuhkan produksi massal dengan volume besar, komponen yang sangat presisi dengan toleransi ketat, dan produk dengan geometri kompleks yang tidak dapat dikerjakan secara manual harus menggunakan mesin bubut CNC. Mesin CNC juga lebih sesuai diterapkan pada perusahaan yang telah memiliki anggaran investasi yang memadai dan tenaga kerja terampil di bidang pemrograman. Dalam era Industri 4.0 dan menuju Industri 5.0, mesin CNC menjadi pilihan strategis karena dapat digabung dengan sistem manufaktur digital dan otomasi cerdas. (Nugroho et al., 2023; Groover, 2020)

Sebaliknya, mesin bubut konvensional tetap direkomendasikan untuk industri kecil dan menengah yang memiliki keterbatasan anggaran investasi, produksi dalam jumlah kecil atau bersifat custom, kegiatan pembelajaran dan pelatihan dasar pemesinan di institusi pendidikan teknik, serta pekerjaan perawatan dan perbaikan mesin yang bersifat tidak berulang. Fleksibilitas dan biaya operasional yang rendah menjadikan mesin konvensional pilihan yang tetap relevan pada kondisi-kondisi tersebut. (Fahrudin, 2018; Widarto, 2008). Jadi, semua tergantung kebutuhan perusahaan.

### **Rangkuman Temuan**

Berdasarkan tinjauan terhadap berbagai literatur ilmiah yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa temuan utama sebagai berikut. Pertama, mesin bubut CNC secara konsisten mengungguli mesin bubut konvensional dalam aspek presisi, konsistensi kualitas, dan efisiensi untuk produksi massal. Hal ini disebabkan oleh sistem kendali berbasis komputer yang mampu mengatur parameter pemotongan secara akurat dan berulang tanpa dipengaruhi oleh faktor kelelahan manusia. Penelitian Rusdin dan Iswar (2024) membuktikan bahwa mesin bubut CNC menghasilkan kekasaran permukaan yang lebih baik dibandingkan mesin bubut konvensional pada kondisi pengujian yang sama.

Kedua, mesin bubut konvensional tetap relevan dan memiliki keunggulan tersendiri, khususnya dari sisi biaya investasi yang lebih rendah, kemudahan pengoperasian, dan fleksibilitas untuk produksi skala kecil serta kegiatan pembelajaran. Ketiga, optimasi parameter pemesinan CNC seperti kedalaman pemotongan, kecepatan spindle, dan kecepatan pemotongan terbukti berpengaruh signifikan terhadap Material Removal Rate (MRR) dan kualitas produk akhir. Keempat, perkembangan teknologi menuju era Industri 4.0 dan Industri 5.0 mendorong semakin meluasnya adopsi mesin CNC di industri manufaktur, meskipun mesin konvensional masih memiliki peran penting di industri kecil dan menengah di Indonesia.

## **KESIMPULAN**

Berdasarkan tinjauan terhadap berbagai literatur ilmiah yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa temuan utama sebagai berikut. Pertama, mesin bubut CNC secara konsisten mengungguli mesin bubut konvensional dalam aspek presisi, konsistensi kualitas, dan efisiensi untuk produksi massal. Hal ini disebabkan oleh sistem kendali berbasis komputer yang mampu mengatur parameter pemotongan secara akurat dan berulang tanpa dipengaruhi oleh faktor kelelahan manusia. Penelitian Rusdin dan Iswar (2024) membuktikan bahwa mesin bubut CNC menghasilkan kekasaran permukaan yang lebih baik dibandingkan mesin bubut konvensional pada kondisi pengujian yang sama.

Kedua, mesin bubut konvensional tetap relevan dan memiliki keunggulan tersendiri, khususnya dari sisi biaya investasi yang lebih rendah, kemudahan pengoperasian, dan fleksibilitas untuk produksi skala kecil serta kegiatan pembelajaran. Ketiga, optimasi parameter pemesinan CNC seperti kedalaman pemotongan, kecepatan spindle, dan kecepatan pemotongan terbukti berpengaruh signifikan terhadap Material Removal Rate (MRR) dan kualitas produk akhir. Keempat, perkembangan teknologi menuju era Industri 4.0 dan Industri 5.0 mendorong semakin meluasnya adopsi mesin CNC di industri manufaktur, meskipun mesin konvensional masih memiliki peran penting di industri kecil dan menengah di Indonesia.

### **Gap Penelitian**

Dari tinjauan literatur yang telah dilakukan, terdapat beberapa gap penelitian yang masih terbuka untuk dikaji lebih lanjut. Pertama, belum banyak penelitian yang membandingkan secara kuantitatif total biaya produksi (Total Cost of Ownership) antara mesin bubut konvensional dan CNC dalam konteks industri kecil dan menengah di Indonesia secara spesifik. Sebagian besar kajian yang ada hanya membandingkan biaya investasi awal tanpa memperhitungkan biaya operasional jangka panjang secara menyeluruh.

Kedua, penelitian tentang efektivitas solusi retrofit mesin bubut konvensional menjadi sistem semi-CNC sebagai alternatif transisi yang terjangkau bagi IKM Indonesia masih sangat terbatas. Ketiga, kajian tentang kesiapan tenaga kerja industri manufaktur Indonesia dalam menghadapi transisi dari mesin konvensional ke CNC dalam konteks Industri 4.0 dan Industri 5.0 belum banyak tersedia. Ketiga gap penelitian ini dapat menjadi arah penelitian selanjutnya yang relevan dan berdampak bagi perkembangan industri manufaktur di Indonesia.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Agrisa, H. H. (2020). An Overview of Process CNC Machining. *Journal of Mechanical Science and Engineering*, 6(2). <https://doi.org/10.36706/jmse.v6i2.32>
- Anaam, I. K., Hidayat, T., Pranata, R. Y., Abdillah, H., & Putra, A. Y. W. (2022). Pengaruh Trend Otomasi dalam Dunia Manufaktur dan Industri. *Vocational Education National Seminar (VENS)*, 1(1), 46-50. Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. <https://jurnal.untirta.ac.id/index.php/VENS>
- Fahrudin, W. A. (2018). Analisis Keefektifitasan Mesin Bubut Konvensional Sebagai Usulan Perbaikan dalam Penerapan Total Productive Maintenance di PT. Xintai Indonesia. *JITMI (Jurnal Ilmiah Teknik dan Manajemen Industri)*, 1(2), 180–188. <https://doi.org/10.32493/jitmi.v1i2.y2018.p180-188>
- Finofal, A., Yudo, E., & Sukanto. (2025). Optimalisasi Parameter Pada Mesin CNC Milling Terhadap MRR Menggunakan Material S50C Dengan Metode Taguchi. *Jurnal Inovasi Teknologi Terapan (JITT)*, 3(2), 478-484. Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. e-ISSN: 3026-0213.
- Harbintoro & Srimurni. (2023). Identifikasi Aliran Energi Listrik pada Mesin CNC Machining Center. *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, dan Material*, 7(2). <https://www.researchgate.net/publication/377946996>
- Muhammad, & Iskandar, M. A. (2022). Retrofit Mesin Bubut Konvensional Menjadi Sistem Mesin CNC 2 Axis. *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar (IRWNS)*, 13(1). <https://doi.org/10.35313/irwns.v13i01.4194>
- Nugroho, S. A., Sena, B., & Ujiburrahman. (2024). A Comparison of CNC Lathe Machine Programming Simulation and CNC Lathe Machine Production Results. *Jurnal Dinamika Vokasional Teknik Mesin*, 9(1). <https://doi.org/10.21831/dinamika.v9i1.73127>
- Nugroho, T. A., Amaro, A. K., & Yasin, M. (2023). Perkembangan Industri 5.0 Terhadap Perekonomian Indonesia. *Manajemen Kreatif Jurnal (MAKREJU)*, 1(3), 95-106. Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya. DOI: <https://doi.org/10.55606/makreju.v1i3.1645>
- Rahmatullah et al. (2021). Effectiveness of CNC Turning and CNC Milling in Machining Process. *ResearchGate*. <https://www.researchgate.net/publication/372402273>
- Rianto, A., Fikry, V. M., & Nasril. (2017). Analisa Sumber Kesalahan Sumbu Spindel pada Mesin Bubut CNC dengan Metoda Uji Pemotongan. *Prosiding/Publikasi Teknik Mesin*.
- Rochim, T. (2007). *Teori dan Teknologi Proses Pemesinan*. Bandung: ITB Press.
- Rusdin, & Iswar, M. (2023). Analisis Kekasaran Mesin Bubut Konvensional dan CNC TU-2A Dengan RPM 1500 Menggunakan Poros Aluminium. *Journal of Applied Mechanical Engineering and Renewable Energy*, 4(1). <https://doi.org/10.52158/jamere.v4i1.788>
- Salam, A., et al. (2019). Rancang Bangun Mesin CNC Router Mini untuk Pembelajaran Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin. *ResearchGate*. <https://www.researchgate.net/publication/341185508>
- Sidi, P. (2014). Optimasi Nilai Kekasaran Permukaan Pada Proses Bubut CNC Dengan Metode Taguchi L27. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 9(2). <https://doi.org/10.32497/rm.v9i2.524>
- Tinulad, A. M., & Widodo, B. L. (2023). Analisa Perbandingan Kekuatan Struktur Bed Mesin Bubut CNC Kirana BPPT Terhadap Bed Modifikasi Dengan Menggunakan Software Analysis. *Majalah Ilmiah Pengkajian Industri*, 13(3). <https://doi.org/10.29122/mipi.v13i3.3493>
- Widarto. (2008). *Teknik Pemesinan Bubut*. Jakarta: Direktorat Pembinaan SMK.
- Wirawan. (2011). Penentuan Persamaan Kualitas Permukaan Bendakerja Hasil Proses Perautan Dengan Mesin Bubut CNC. *Jurnal Poli-Teknologi*, 9(3). <https://doi.org/10.32722/pt.v9i3.122>