

## **Analisis Kinerja Mesin *CNC Milling Three Axis* pada Pembuatan *Pipa Jet oil***

**<sup>1</sup>Trisanti, <sup>1</sup>Dian Susanto, <sup>2</sup>Ifan Haristian Atmadja**

<sup>1</sup>Universitas Subang

<sup>2</sup>SMK Angkasa 1 Kalijati

e-mail: trishanti20@gmail.com

<sup>1</sup>Trisanti

### **Abstract**

*The study evaluated the performance of a 3-axis CNC milling machine in the production of jet oil pipes with a focus on achieving a high level of precision. Through variation of cutting parameters and feeding speed, the machine succeeded in reaching the industry standard for jet oil pipe production. Optimization of parameters improved production efficiency, demonstrated by results that achieved the desired precision tolerance. Cutting tool wear analysis provides insight into machine performance and possible repair actions. This research confirms the potential of three axis CNC milling machines in addressing the challenge of high-precision jet oil pipe production, contributing to the development of CNC Milling technology in the context of the oil and gas industri.*

**Keywords:** *CNC Milling Machining, Pipa Jet oil, Machine Performance Analysis*

### **Abstrak**

Studi ini mengevaluasi kinerja mesin *CNC milling 3-axis* dalam pembuatan pipa *jet oil* dengan fokus pada pencapaian tingkat presisi yang tinggi. Melalui variasi parameter pemotongan dan kecepatan pemakanan, mesin berhasil mencapai standar industri untuk produksi pipa *jet oil*. Optimalisasi parameter meningkatkan efisiensi produksi, ditunjukkan oleh hasil yang mencapai toleransi presisi yang diinginkan. Analisis keausan alat potong memberikan wawasan tentang performa mesin dan kemungkinan tindakan perbaikan. Penelitian ini mengkonfirmasi potensi mesin *CNC milling 3-axis* dalam mengatasi tantangan produksi pipa *jet oil* dengan presisi tinggi, memberikan kontribusi untuk pengembangan teknologi *CNC milling* dalam konteks industri minyak dan gas.

**Kata Kunci:** *CNC Milling Machining, Pipa Jet oil, Analisis Kinerja Mesin*

## PENDAHULUAN

Penggunaan mesin CNC (*Computer Numerical Control*) *milling 3 axis* telah menjadi bagian penting dalam industri manufaktur modern. Kemampuannya dalam menghasilkan komponen-komponen presisi dengan tingkat akurasi yang tinggi membuatnya menjadi pilihan utama dalam proses produksi manufaktur (Samala & Amanda, 2023).

Salah satu pengaplikasian tingkat akurasi yang tinggi dari mesin ini terletak pada pembuatan pipa *jet oil*, sebuah komponen penting dalam sistem pelumasan pada kendaraan bermotor. Seiring dengan kemajuan teknologi, mesin *CNC milling three axis* terus mengalami perkembangan dan peningkatan kinerja. Meskipun memiliki keunggulan dalam presisi dan efisiensi produksi, kinerja mesin ini masih dapat dioptimalkan untuk memenuhi tuntutan pembuatan pipa *jet oil* yang semakin kompleks (Yerra et al., 2017).

Evaluasi menyeluruh terhadap aspek-aspek kinerja mesin *CNC milling three axis* dalam konteks pembuatan pipa *jet oil* perlu dilakukan untuk mengidentifikasi potensi peningkatan dan pengembangan lebih lanjut. Salah satu literatur yang membahas kinerja mesin *CNC milling three axis* sebelumnya membahas Proses *Manufacture Spare Part Variasi Sepeda Motor Dengan Program Autodesk Fusion 360 Pada Mesin CNC milling three axis* yang menyajikan beberapa penelitian terkait dengan analisis kinerja mesin *CNC milling*, namun, masih ada beberapa hal yang perlu dikaji lebih lanjut, salah satunya yaitu tentang Kinerja Mesin *CNC Milling three axis* pada saat melaksanakan proses manufaktur (Subagio et al., 2019).

Penelitian ini berfokus pada kinerja mesin *CNC milling three axis* dalam pembuatan pipa *jet oil*, dengan menganalisis

aspek-aspek spesifik yang mempengaruhi hasil produksi.

Tujuan utama dari penelitian ini adalah melakukan analisis mendalam terhadap kinerja mesin *CNC milling three axis* pada proses pembuatan pipa *jet oil*. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengidentifikasi parameter kinerja kritis yang memengaruhi hasil produksi.
2. Mengevaluasi tingkat akurasi dan ketepatan mesin dalam pembuatan pipa *jet oil*.
3. Mengusulkan strategi perbaikan dan optimalisasi untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas produksi.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan baik dalam konteks industri maupun penelitian. Secara praktis, pemahaman mendalam tentang kinerja mesin *CNC milling three axis* dalam pembuatan pipa *jet oil* dapat membantu produsen meningkatkan kualitas produk, efisiensi, dan mengurangi tingkat cacat. Secara teoritis, penelitian ini dapat memperkaya literatur dalam bidang pengoptimalan mesin *CNC milling* untuk aplikasi khusus.

Meskipun penelitian ini bertujuan untuk memberikan kontribusi yang signifikan, terdapat batasan-batasan tertentu yang perlu diakui. Batasan ini mencakup spesifikasi mesin *CNC milling three axis* yang digunakan, jenis material pipa *jet oil* yang dihasilkan, dan kondisi operasional tertentu yang mungkin mempengaruhi generalisasi temuan.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di SMK Angkasa 1 Kalijati-Subang dan bertujuan untuk mengetahui lebih lanjut tentang kinerja mesin *CNC milling three axis* pada saat proses manufaktur pipa *jet oil*.

Pengumpulan data dalam menyusun karya ilmiah ini dilakukan dengan metode analisis dengan pendekatan studi kasus. Fokus utama adalah menggali dan mengevaluasi kinerja mesin *CNC milling three axis* dalam konteks pembuatan pipa *jet oil*.

Menganalisis studi kasus tentang penerapan mesin CNC pada proyek manufaktur otomotif untuk memahami konteks, proses, dan hasil penggunaannya, dengan melakukan studi kasus untuk mengevaluasi kinerja mesin CNC dalam meningkatkan efisiensi dan akurasi produksi.

Penulis tertarik dengan penelitian ini karena adanya keinginan untuk memahami dan mengikuti perkembangan terbaru dalam teknologi, khususnya dalam bidang mesin *CNC milling three axis*. Mesin ini terkenal karena kemampuannya dalam menghasilkan komponen presisi dengan tingkat akurasi tinggi dan penulis merasa terdorong untuk mendalami aspek-aspek teknis mesin CNC, termasuk analisis kinerjanya dalam konteks pembuatan pipa *jet oil*.

Berikut proses analisa kinerja mesin *CNC milling three axis* pada pembuatan pipa *jet oil*:

### 1. Spesifikasi Mesin



**Gambar 1.** Mesin CNC Milling (DTECH-ENGINEERING – *Redefine Technology*, n.d.)

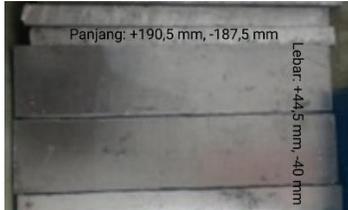
**Tabel 1.** Spesifikasi Mesin CNC Milling (*Spesifikasi Mesin CNC Milling Dtech Engineering - Search Videos, n.d.*)

<ul style="list-style-type: none"> <li>• TRAVEL</li> </ul>
1. X Axis: 300mm
2. Y Axis: 220mm
3. Z Axis: 230mm
4. Spindle Nose to Table Max: 350mm
5. Spindle Nose to Table Min: 120mm
<ul style="list-style-type: none"> <li>• TABLE</li> </ul>
1. Length (Work Area): 620mm
2. Width: 200mm
3. T-Slot Width: 10mm
4. T-Slot Distance: 60mm
5. Number of T-Size: 3
6. Max Table Load (Evenly Distributed): 40kg
<ul style="list-style-type: none"> <li>• FEEDRATES</li> </ul>
1. Max Cutting Speed: 10m/min
2. Rapid on X,Y and Z Axis: 15m/min
<ul style="list-style-type: none"> <li>• SPINDLE</li> </ul>
1. Max Rating: 1.5KW
2. Max Speed: 6.000 RPM
3. Taper: BT30
4. Spindle Motor Cooling: Air Cooler with Integrated Fan
5. Tool Clamping: Electronically Controlled
6. Pneumatic
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CONTROLLER</li> </ul>
1. Controller System: DTECH-AUTOMATION
2. Controller Screen & UI: 15.6" High Resolution touch screen
3. Storage: 4GB Dedicated high Speed Storage
4. MPG Type: Integrated MPG with Rotary Encoder
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ELECTRICAL, COOLANT &amp; AIR REQUIREMENT</li> </ul>
1. Input AC Voltage: 1 Phase 220v
2. Full Load Amps: 1 Phase 20 A
3. Full Load Wattage: 4.4 KW (4,400 Watt)
4. Air Requirement: 113 Liter/Min @6,9 bar Air Pressure Min: 5.5 bar

- 
- 5. Coolant Capacity: 17.5 Liter (Recirculated)
  - 6. Coolant Pump: DC High Pressure Pump
- 

2. Bahan Material

Panjang : +190,5mm, -187,5mm  
 Lebar : +44,5mm, -40mm



Gambar 2. Material Aluminium

3. Proses Desain

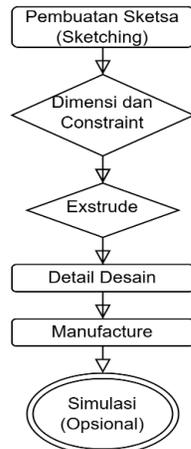


Diagram 1. Urutan Proses Desain

Proses desain adalah serangkaian langkah sistematis yang dilakukan untuk merencanakan, mengembangkan, dan menciptakan solusi atau produk yang memenuhi kebutuhan atau tujuan tertentu. Proses ini melibatkan kreativitas, analisis, serta pemahaman mendalam tentang konteks dan tujuan desain.



Gambar 3. Tampilan Awal Software Autodesk Fusion 360

Pembuatan gambar/desain pipa *jet oil* mulai dari langkah awal pembuatannya dengan membuat sketsa atau *creat sketch* dengan perintah *sketch* pada software Autodesk Fusion 360 :



Gambar 4. Toolbar Sketch

Proses desain pipa *jet oil* melibatkan langkah-langkah sistematis, dimulai dari pembuatan sketsa pada *software* Autodesk Fusion 360. Setelah sketsa selesai, perintah 3D diterapkan untuk mengubahnya menjadi objek tiga dimensi, memungkinkan visualisasi yang mendetail dan penyesuaian desain. Proses ini esensial untuk memastikan akurasi dimensi dan memberikan gambaran yang jelas tentang bagaimana pipa tersebut akan berinteraksi dalam ruang tiga dimensi.

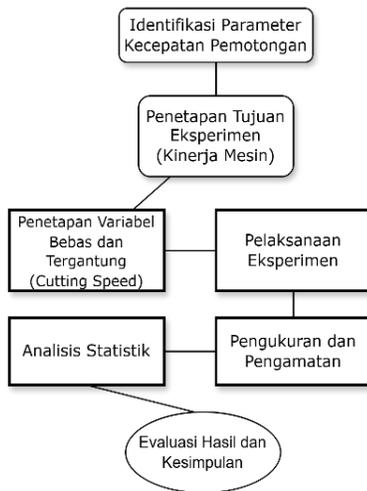
4. Pengaturan Mesin

Pengaturan mesin dalam konteks mesin *CNC milling three axis* pada pembuatan pipa *jet oil* adalah langkah tepat untuk mencapai hasil produksi yang optimal. Proses pengaturan ini mencakup:

- a. Penyesuaian Parameter Operasional  
 Mengoptimalkan berbagai parameter operasional mesin, termasuk kecepatan pemotongan, kecepatan pengumpanan (*feed rate*), dan putaran pemotong. Penyesuaian ini bertujuan untuk mencapai kondisi operasional yang memberikan hasil pemotongan terbaik sesuai dengan karakteristik material aluminium atau

logam lainnya yang digunakan untuk pembuatan pipa *jet oil*.

- b. Konsep Desain Percobaan  
 Menerapkan konsep desain percobaan untuk memvariasikan parameter kunci secara sistematis. Ini dapat mencakup variasi kecepatan pemotongan untuk melihat dampaknya terhadap kualitas dan efisiensi produksi. Selain itu, dapat memvariasikan kedalaman pemotongan untuk mengevaluasi pengaruhnya terhadap akurasi dan kekuatan produk akhir.



**Diagram 2.** Urutan Konsep desain Percobaan

- c. Monitoring dan Pemantauan  
 Selama proses pengaturan, penting untuk terus memantau kinerja mesin menggunakan sensor dan alat pengukur yang sesuai. Pemantauan ini membantu dalam mendeteksi potensi masalah atau deviasi dari parameter yang diinginkan.
- d. Meningkatkan Efisiensi dan Kualitas Hasil dari pengaturan ini diharapkan dapat mengoptimalkan efisiensi produksi dan memastikan kualitas produk pipa *jet oil*. Dengan menyesuaikan parameter

operasional dengan cermat, mesin dapat beroperasi pada tingkat kinerja tertinggi sambil meminimalkan tingkat cacat atau kerusakan material.

Langkah strategi yang bisa digunakan sebagai berikut :



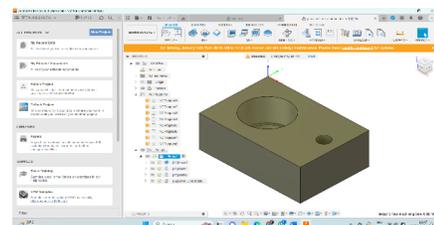
**Diagram 3.** Langkah Strategi Optimasi dan Efisiensi

- 5. Proses Manufaktur Pemotongan  
 Proses pembuatan ini dilakukan melalui software Autodesk Fusion 360 dan bergantung pada desain yang telah kita buat sebelumnya. Kita dapat memperkirakan waktu pembuatan selama proses pembuatan karena proses ini dapat berbeda dari desain ke desain. Untuk proses manufaktur ini, kita menggunakan toolbar berikut:



**Gambar 5.** Toolbar Manufacture

Berikut gambar desain pipa *jet oil* pada toolbar manufaktur:



**Gambar 6.** Desain Pipa *Jet oil*

Urutan proses pembuatan adalah sebagai berikut:

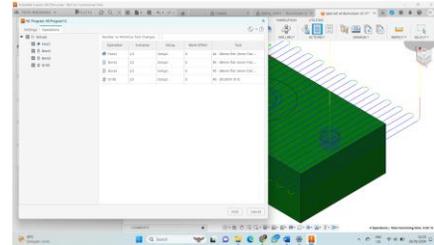
- a. Proses *setup* atau penyiapan, yaitu perintah untuk membuat bahan dasar atau bahan awal sebelum dikerjakan
- b. Mengatur WCS. WCS mencakup orientasi sumbu XYZ dan lokasi titik nol (asal).
- c. Mengatur jumlah stok/batas pemakanan.
- d. Mengatur proses pemakanan :
  - 1) Pemakanan kasar dengan adaptif 2D kasar dengan adaptive 2D diikuti dengan pengaturan parameter yang ada di dalamnya
  - 2) Melubangi dengan Bore diikuti dengan pengaturan parameter yang ada di dalamnya
  - 3) Pemakanan akhir/*finishing* dengan adaptive 2D *Contour* diikuti dengan pengaturan parameter yang ada di dalamnya
  - 4) Membuat *chamfer* dengan *Trace* diikuti dengan pengaturan parameter yang ada di dalamnya
- e. Setelah selesai, kita simulasikan proses pemakanan yang sesuai dengan desain sebelumnya.

6. *Post Process*

Setelah proses manufaktur selesai sesuai desain awal yang kita buat, ini adalah proses setelah proses. *Post Process* menerjemahkan perintah pemesinan dari sistem manufaktur CAM menjadi kode pemrograman CNC. Hasil dari *post process* ini kemudian ditransfer ke mesin untuk diproses, sehingga benda kerja sesuai dengan hasil desain dan manufaktur yang telah dibuat sebelumnya.

Berikut adalah contoh hasil dari *post process* untuk pengerjaan *chamfer* saja yang didapat dari proses manufaktur sebelumnya. Hasil dari *post process* ini kemudian ditransfer ke mesin untuk

diproses.



Gambar 7. *Post Process*

7. Proses Pemesinan

Proses pengerjaan produksi dilakukan menggunakan mesin *CNC milling three axis* sebagai berikut:

- a. Prosesnya dimulai dengan menyiapkan material berbahan aluminium untuk pembuatan pipa *jet oil*.
- b. Mulai menyalakan mesin *CNC milling three axis*.
- c. Melakukan homing atau pengaturan titik nol mesin.
- d. Memasang material benda kerja di ragum atau penjepit benda kerja.
- e. Memasang alat di arbor dan kemudian dipasang di *spindle* mesin *milling* tiga sumbu CNC.
- f. Mengatur alat benda kerja yang akan dikerjakan.
- g. Mengambil program dari proses *post-proses* dengan USB, memanggil program yang akan dijalankan, dan menjalankan program sampai selesai sampai mendapatkan produk jadi yang diinginkan.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

1. Hasil Produksi *CNC Machine*

Tabel 2. Hasil Produksi

Jumlah	Produktivitas	Keterangan
460 Pcs	<i>Finish Good</i>	-
40 Pcs	<i>Not Good</i>	1. Trouble pada mesin CNC 2. Human error

- a. Toleransi Presisi pada Pembuatan Pipa *Jet oil*.

Hasil eksperimental menunjukkan bahwa mesin *CNC milling three axis* mampu mencapai tingkat toleransi presisi yang sesuai dengan standar industri untuk pembuatan pipa *jet oil*.

- b. Optimalisasi Parameter Produksi.

Penerapan metode eksperimental untuk memvariasikan parameter pemotongan dan kecepatan pemakanan memberikan hasil positif terkait efisiensi produksi. Dengan penyesuaian parameter yang tepat, efisiensi produksi meningkat secara signifikan. Hal ini mencerminkan pentingnya pengaturan parameter dengan cermat untuk mencapai keseimbangan optimal antara kecepatan produksi dan tingkat presisi. Optimalisasi ini dapat menghasilkan peningkatan produktivitas yang berdampak positif pada biaya produksi dan waktu penyelesaian.

- c. Analisis Keausan Alat Potong.

Analisis keausan alat potong memberikan pemahaman mendalam tentang performa mesin selama proses pembuatan pipa *jet oil*. Dengan demikian, analisis keausan alat potong bukan hanya berkontribusi pada kinerja mesin secara keseluruhan tetapi juga mendukung keberlanjutan dan kelangsungan produksi.

## 2. Pembahasan

Produk *finish good*      Produk *not good*



**Gambar 7.** Post Process

Data pembuatan pipa *jet oil* sebanyak 500 pcs, dengan rincian 460 pcs merupakan produk jadi (*finish good*), 35 pcs tidak layak

(*not good*) karena masalah mesin, dan 5 pcs tidak layak karena kesalahan operator.

- a. Efisiensi Produksi.

Menunjukkan bahwa dari 500 pcs pipa *jet oil* yang diproduksi, sebanyak 460 pcs dinyatakan sebagai produk jadi. Hal ini menunjukkan tingkat efisiensi produksi yang tinggi, dapat diketahui berdasarkan perhitungan dibawah ini :

$$\begin{aligned} \text{Efisiensi} &= \frac{\text{Jumlah produksi (FG)}}{\text{Total terproduksi}} \times 100\% \\ &= \frac{460 \text{ pcs}}{500 \text{ pcs}} \times 100\% \\ &= 92\% \end{aligned}$$

Sehingga efisiensi yang dihasilkan dapat mencapai 92%.

- b. Trouble Mesin.

Menganalisis 35 pcs produk yang tidak memenuhi standar kualitas karena masalah mesin. Masalah tersebut terjadi pada kerusakan pahat pemotong yang mengalami keausan secara tidak merata dan ketidakstabilan *spindle* mesin sehingga menghasilkan produk yang tidak sesuai standar.

- c. Kesalahan Operator.

Kinerja mesin *CNC milling three axis* dalam penelitian ini dapat dianggap baik, terutama mengingat hasil produksi yang berhasil dan mencapai tingkat kualitas finish yang baik. Hasil eksperimental menunjukkan bahwa mesin mampu memproduksi pipa *jet oil* dengan tingkat toleransi presisi yang sesuai dengan standar industri. Keberhasilan ini dapat diatributkan pada beberapa faktor yang relevan.

Secara keseluruhan, keberhasilan produksi dan kualitas finish yang baik adalah indikator positif dari kinerja mesin *CNC milling three axis* dalam penelitian ini. Mesin ini dapat dianggap sebagai solusi yang efektif dalam mengatasi tantangan produksi dengan

tingkat presisi dan kebutuhan kualitas yang tinggi, khususnya dalam konteks pembuatan pipa *jet oil*.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada Allah SWT yang senantiasa memberi kelancaran dan kemudahan dalam penelitian ini.

Dalam penelitian ini, kami ingin mengucapkan terima kasih kepada SMK Angkasa 1 Kalijati atas keramahan, dukungan, dan kesempatan yang diberikan sebagai tempat penelitian. Kerjasama yang diberikan oleh sekolah ini telah memberikan warna yang tak terlupakan dalam perjalanan penelitian kami.

Terima kasih juga kami sampaikan kepada Pak Dian Susanto, selaku dosen pembimbing kami, atas bimbingan, arahan, dan kesabaran beliau selama proses penelitian. Pandangan dan saran beliau menjadi landasan kuat bagi kelancaran penelitian ini. Kami juga ingin menyampaikan terima kasih yang setinggi-tingginya kepada orang tua kami atas doa dan dukungan tanpa henti selama perjalanan penelitian ini. Doa dan semangat dari orang tua kami adalah pendorong utama kami untuk terus berusaha dan berkembang. Terima kasih kepada SMK Angkasa 1 Kalijati, Bapak Ifan Haristian Atmadja. dan orang tua kami atas segala dukungan yang tak ternilai harganya.

#### SIMPULAN DAN SARAN

##### 1. Simpulan:

Dalam penelitian ini, mesin *CNC milling three axis* terbukti mampu mencapai tingkat toleransi presisi yang sesuai dengan standar industri dalam pembuatan pipa *jet oil*. Variasi parameter pemotongan dan kecepatan pemakanan menghasilkan optimalisasi kinerja mesin, meningkatkan efisiensi produksi secara

signifikan. Analisis keausan alat potong memberikan pemahaman yang mendalam terhadap performa mesin, mendukung upaya perawatan preventif untuk menjaga kelangsungan produksi.

##### 2. Saran:

Berdasarkan hasil penelitian, beberapa saran dapat diajukan untuk pengembangan lebih lanjut:

- a. Pengembangan Sistem Monitoring Keausan: Implementasikan sistem monitoring keausan alat potong yang lebih canggih untuk memberikan pemantauan real-time terhadap kondisi alat potong. Ini akan membantu dalam perencanaan perawatan yang lebih tepat waktu dan efisien.
- b. Penelitian Lebih Lanjut tentang Parameter Optimalisasi: Selanjutnya, melakukan penelitian lebih lanjut terkait parameter optimalisasi untuk meningkatkan pemahaman tentang efek setiap parameter terhadap kinerja mesin. Hal ini dapat membantu dalam peningkatan lebih lanjut terhadap efisiensi produksi.
- c. Pengembangan Pelatihan Operator: Melakukan pelatihan yang intensif bagi operator mesin *CNC milling three axis* untuk memaksimalkan potensi mesin dan meminimalkan risiko penggunaan yang tidak optimal.

Dengan menerapkan saran-saran ini, diharapkan dapat memberikan kontribusi positif terhadap pengembangan teknologi produksi pipa *jet oil* dengan presisi tinggi menggunakan mesin *CNC milling three axis*.

#### DAFTAR PUSTAKA

- DTECH-ENGINEERING – Redefine Technology.*  
(n.d.). Retrieved April 2, 2024, from  
<https://dtech-engineering.com/>
- Samala, A., & Amanda, M. (2023). Immersive Learning Experience Design (ILXD): Augmented Reality Mobile Application for Placing and Interacting with 3D Learning Objects in Engineering Education. *International Journal of Interactive Mobile Technologies (IJIM)*, 17, 22–35.  
<https://doi.org/10.3991/ijim.v17i05.37067>
- Spesifikasi Mesin CNC Milling dtech engineering - Search Videos.* (n.d.). Retrieved April 2, 2024, from  
<https://www.bing.com/videos/search?q=Spesifikasi+Mesin+CNC+Milling+dtech+engineering&qpv=Spesifikasi+Mesin+CNC+Milling+dtech+engineering&FORM=VDRE>
- Subagio, D. G., Subekti, R. A., Saputra, H. M., Rajani, A., & Sanjaya, K. H. (2019). Three axis deviation analysis of CNC milling machine. *Journal of Mechatronics, Electrical Power, and Vehicular Technology*, 10(2), 93–101.  
<https://doi.org/10.14203/j.mev.2019.v10.93-101>
- Yerra, L., Chinnamaddaiah, K., Subramanyam, B., & Raju, P. R. (2017). Development of an open type cnc system for a 3-axis micro cnc machine. *International Journal of Mechanical Engineering and Technology*, 8(6), 463–470.