



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**UJI KELAYAKAN MESIN FRAIS VERTIKAL TIPE  
SM-5 DENGAN PENGUJIAN KETELITIAN  
GEOMETRIK DI PT. NKI**

LAPORAN TUGAS AKHIR

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**

Oleh:

**Fakhri Nur Cahyo**

**NIM. 2002311053**

**PROGRAM STUDI DIII TEKNIK MESIN  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA  
AGUSTUS, 2023**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**UJI KELAYAKAN MESIN FRAIS VERTIKAL TIPE  
SM-5 DENGAN PENGUJIAN KETELITIAN  
GEOMETRIK DI PT. NKI**

**LAPORAN TUGAS AKHIR**

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Diploma III Program Studi DIII Teknik Mesin, Jurusan

Teknik Mesin

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**

Oleh:

**Fakhri Nur Cahyo**

**NIM. 2002311053**

**PROGRAM STUDI DIII TEKNIK MESIN  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

**AGUSTUS, 2023**



“Tugas Akhir ini kupersembahkan untuk keluarga, bangsa, dan almamater”

## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta







- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
  2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## HALAMAN PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

### UJI KELAYAKAN MESIN FRAIS VERTIKAL TIPE SM-5 DENGAN PENGUJIAN KETELITIAN GEOMETRIK DI PT. NKI

Oleh:

Fakhri Nur Cahyo

NIM. 2002311053

Program Studi DIII Teknik Mesin

Laporan Tugas Akhir telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1

Asep Apriana, S.T., M.Kom.

NIP. 196211101989031004

Pembimbing 2

Drs. Darius Yuhas, S.T., M.T.

NIP. 196002271986031003

Ketua Program Studi

DIII Teknik Mesin

Budi Yuwono, S.T.

NIP. 196306191990031002



- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
  2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**HALAMAN PENGESAHAN  
LAPORAN TUGAS AKHIR**

**UJI KELAYAKAN MESIN FRAIS VERTIKAL TIPE SM-5 DENGAN  
PENGUJIAN KETELITIAN GEOMETRIK DI PT. NKI**

Oleh:

Fakhri Nur Cahyo

NIM. 2002311053

Program Studi DIII Teknik Mesin

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang Tugas Akhir dihadapan Dewan Penguji pada tanggal 09 Agustus tahun 2023 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Diploma III pada Program Studi DIII Teknik Mesin

Jurusan Teknik Mesin

**DEWAN PENGUJI**

No.	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1	Asep Apriana, S.T., M.Kom. NIP. 196211101989031004	Ketua		21/8-2023
2	Rosidi, S.T., M.T. NIP. 196509131990031001	Anggota		21/8 2023
3	Budi Yuwono, S.T. NIP. 196306191990031002	Anggota		21/8 2023

Depok, 09 Agustus 2023

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Eng. Ir. Muslimin, S.T, M.T, IWE.

NIP. 97707142008121005



## LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Fakhri Nur Cahyo  
NIM : 2002311053  
Program Studi : DIII Teknik Mesin

Menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri bukan jiplakan (plagiasi) karya orang lain baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat, gagasan, atau temuan orang lain yang terdapat di dalam Laporan Tugas akhir telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya

Depok, 09 Agustus 2023



Fakhri Nur Cahyo  
NIM. 2002311053

POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





## UJI KELAYAKAN MESIN FRAIS VERTIKAL TIPE SM-5 DENGAN PENGUJIAN KETELITIAN GEOMETRIK DI PT. NKI

Fakhri Nur Cahyo<sup>1)</sup>, Asep Apriana<sup>2)</sup>, Darius Yuhas<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Program Studi DIII Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

<sup>2)</sup>Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok 16424

Email: [fakhrincahyo@gmail.com](mailto:fakhrincahyo@gmail.com)

### ABSTRAK

Mesin frais mempunyai peran yang sangat besar dalam pembuatan komponen-komponen dengan ketelitian yang tinggi. Oleh karena itu, ketelitian dari produk yang dibuat sangat bergantung pada kondisi mesin itu sendiri. Mesin frais yang dipakai dalam jangka waktu tertentu, beban kerja yang berat, dan kurangnya perawatan dapat mengakibatkan terjadinya beberapa penyimpangan pada komponennya sehingga terjadinya perubahan pada ketelitian awal mesin. Penyimpangan ini tidak boleh melebihi dari batas toleransi yang diizinkan. Mesin frais yang berada di PT. NKI sudah berumur 16 tahun, kondisinya kurang terawat, dan belum pernah dilakukannya pengujian ketelitian geometrik sebelumnya. Dalam menjaga kualitas dan kepresisian dari benda kerja yang dibuat, maka perlu adanya pengujian ketelitian geometrik pada mesin. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah mesin frais tersebut masih layak digunakan atau tidak. Metode yang digunakan adalah dengan melakukan pengujian ketelitian geometrik statis yakni melakukan pengujian saat mesin dalam keadaan diam dan tidak dikenai beban. Dari 15 pengujian yang sudah dilakukan, hanya 5 pengujian atau 33,33 % dalam kondisi yang layak dengan nilai penyimpangan berkisar -0,008 sampai 0,0113 mm dengan toleransi 0,02 mm. Sisanya, sebanyak 10 pengujian atau 66,66 % dalam kondisi yang tidak layak dengan nilai penyimpangan berkisar 0,022 sampai 0,743 mm dengan toleransi sebesar 0,02 mm. Berdasarkan hal ini, dapat ditarik kesimpulan bahwa mesin frais vertikal tipe SM-5 yang berada di PT.NKI dalam kondisi yang tidak layak.

**Kata Kunci :** Mesin frais, uji kelayakan, ketelitian geometrik, toleransi geometrik.

- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
  2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
  2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

# **FEASIBILITY TESTING OF VERTICAL MILLING MACHINE TYPE SM-5 USING GEOMETRIC ACCURACY METHOD AT PT. NKI**

**Fakhri Nur Cahyo<sup>1)</sup>, Asep Apriana<sup>2)</sup>, Darius Yuhas<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup>DIII Mechanical Engineering Study Program, Mechanical engineering Departments, Jakarta State Polytechnic, Kampus UI Depok, 16424

<sup>2)</sup>Mechanical Engineering Departments, Jakarta State Polytechnic, Kampus UI Depok 16424

Email: [fakhrincahyo@gmail.com](mailto:fakhrincahyo@gmail.com)

## **ABSTRACT**

*Milling machines have a very large role in the manufacture of components with high accuracy. Therefore, the accuracy of the product is very dependent on the condition of the machine itself. Milling machines that are used for a certain period of time, heavy workloads, and lack of maintenance can result in several deviations in the components resulting in changes to the initial precision of the machine. This deviation must not exceed the allowable tolerance limit. The milling machine at PT. NKI is 16 years old, in poor condition, and has never been tested for geometric accuracy before. In maintaining the quality and precision of the workpieces made, it is necessary to test the geometric accuracy of the machine. This test aims to determine whether the milling machine is still suitable for use or not. The method used is to do a static geometric accuracy test, namely testing when the machine is at rest and not subjected to a load. From the 15 tests that have been carried out, only 5 tests or 33.33% are in proper condition with deviation values ranging from -0.008 to 0.0113 mm with a tolerance of 0.02 mm. The remaining 10 tests or 66.66% were in inappropriate conditions with deviation values ranging from 0.022 to 0.743 mm with a tolerance of 0.02 mm. Based on this, it can be concluded that the SM-5 type vertical milling machine at PT.NKI is in an unfit condition.*

**Keywords:** *Milling machine, feasibility testing, geometric precision, geometric tolerance.*





## KATA PENGANTAR

Puji serta syukur penulis panjatkan ke Hadirat Allah SWT, karena atas rahmat dan hidayah-Nya, Penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Uji Kelayakan Mesin Frais Vertikal Tipe SM-5 Dengan Pengujian Ketelitian Geometrik Di PT. NKI”. Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi Diploma III Program Studi DIII Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.

Penulisan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang tiada terhingga kepada :

1. Bapak Dr. Eng. Ir. Muslimin, S.T., M.T., IWE selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
2. Bapak Budi Yuwono, S.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
3. Bapak Asep Apriana, S.T., M.Kom. Selaku dosen pembimbing 1 yang telah memberikan bimbingan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
4. Bapak Drs. Darius Yuhas, S.T., M.T. Selaku dosen pembimbing 2 yang telah memberikan bimbingan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
5. Bapak Ahmad Iskandar selaku Direktur Utama PT.NKI
6. Bapak Saca Syaehuddin selaku pembimbing On Job Training PT.NKI dan rekan-rekan pekerja PT. NKI yang telah banyak membantu dalam pembuatan Tugas Akhir ini
7. Kedua orang tua, kakak, dan adik yang telah banyak memberikan doa dan dukungan kepada penulis sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan.
8. Muhammad Figo Nurdiansyah selaku teman seperjuangan yang telah banyak membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini sehingga dapat terselesaikan dengan baik.

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

9. Fadhil Muhammad, Farhan Yanuariano Rizky dan rekan-rekan pribadi penulis yang telah banyak membantu dan memberikan dukungan dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini.
10. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu yang telah terlibat langsung sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan.

Penulis berharap semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi semua pihak terutama pada bidang Teknik Mesin.

Depok, 09 Agustus 2023

Fakhri Nur Cahyo

NIM. 2002311053



POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**DAFTAR ISI**

HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS .....	vi
ABSTRAK .....	vii
KATA PENGANTAR .....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR GAMBAR .....	xx
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Penulisan Tugas Akhir.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penulisan Laporan Tugas Akhir.....	2
1.4.1 Tujuan Umum.....	2
1.4.2 Tujuan Khusus .....	2
1.5 Manfaat Penulisan Laporan Tugas Akhir.....	3
1.6 Sistematika Penulisan Laporan Tugas Akhir .....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Mesin Frais .....	4





2.1.1 Pengertian Mesin Frais .....	4
2.1.2 Bagian-bagian mesin frais .....	5
2.2 Pengujian Ketelitian Geometrik .....	8
2.2.1 Pengertian pengujian ketelitian geometrik .....	8
2.2.2 Aspek pengujian ketelitian geometrik .....	8
2.3 Objek Pengujian Ketelitian Geometrik Mesin Frais .....	13
2.3.1 Pengujian Simpang Putar (Run Out) Spindle Utama .....	13
2.3.2 Pengujian Slip Aksial Putaran spindle utama .....	15
2.3.3 Pengujian Kerataan Meja Kerja .....	16
2.3.4 Pengujian Kepararelan Meja Kerja dengan gerakan membujurnya (Longitudinal) .....	17
2.3.5 Pengujian Ketegaklurusan Spindle dengan meja kerja .....	18
2.3.6 Pengujian Kepararelan meja kerja dengan gerakan melintangnya (Transversal) .....	19
2.3.7 Pengujian Kepararelan T-slots dengan gerakan membujurnya (Longitudinal) .....	19
2.3.8 Pengujian kepararelan T-Slots dengan gerakan melintangnya (Transversal) .....	20
2.3.9 Pengujian Ketegaklurusan gerak vertikal spindle dengan meja kerja pada sumbu simetri vertikal mesin .....	21
2.3.10 Pengujian Ketegaklurusan gerak vertikal spindle dengan meja kerja tegak lurus sumbu simetri vertikal mesin. ....	21
2.3.11 Pengujian Ketegaklurusan gerak vertikal lutut dengan meja kerja pada sumbu simetri vertikal mesin .....	22
2.3.12 Pengujian Ketegaklurusan gerak vertikal lutut dengan meja kerja tegak lurus sumbu simetri vertikal mesin .....	23
2.4 Alat Ukur .....	23

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.4.1 Pengertian alat ukur .....	23
2.4.2 Spirit level/waterpass .....	24
2.4.3 Dial Gauge .....	25
2.4.4 Test bar (Mandrel) .....	25
2.4.5 Inclinometer (Level Box).....	26
2.5 Pengumpulan dan pengolahan data .....	27
2.5.1 Pengujian Data.....	28
2.5.2 Pengujian Keseragaman Data .....	29
<b>BAB III METODOLOGI Pengerjaan Tugas Akhir .....</b>	<b>30</b>
3.1 Diagram Alir Pengerjaan.....	30
3.2 Penjelasan Langkah Kerja .....	31
3.2.1 Identifikasi Masalah.....	31
3.2.2 Penentuan Judul .....	31
3.2.3 Studi Lapangan dan Studi Literatur.....	31
3.2.4 Rumusan Masalah.....	31
3.2.5 Pengumpulan Data.....	32
3.2.6 Pengujian Data.....	32
3.2.7 Pembuatan Laporan .....	32
3.3 Metode Pemecahan Masalah .....	32
3.3.1 Pengumpulan data.....	32
<b>BAB IV PEMBAHASAN.....</b>	<b>52</b>
4.1 Pengujian simpang putar (run out) spindle utama.....	52
4.1.1 Pengujian simpang putar (run out) spindle utama dengan posisi dekat dengan spindle nose .....	52



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.1.2 Pengujian simpang putar (run out) spindle utama dengan jarak 300 mm dari spindle nose .....	55
4.1.3 Pengujian simpang putar (run out) spindle utama pada posisi eksternal spindle .....	58
4.2 Pengujian slip aksial putaran spindle utama.....	61
4.3 Pengujian kerataan meja mesin .....	64
4.3.1 Pengujian kerataan meja mesin pada arah membujur.....	64
4.3.2 Pengujian kerataan meja kerja pada arah melintang.....	68
4.4 Pengujian kepararelan meja kerja dengan gerakan membujurnya .....	74
4.5 Pengujian ketegaklurusan spindle dengan meja kerja .....	77
4.6 Pengujian kepararelan meja kerja dengan gerakan melintangnya (transversal) .....	80
4.7 Pengujian kepararelan T-slot dengan gerakan membujurnya .....	83
4.8 Pengujian kepararelan T-slot dengan gerakan melintangnya.....	86
4.9 Pengujian ketegaklurusan gerak vertikal spindle dengan meja kerja pada sumbu simetri vertikal mesin .....	89
4.10 Pengujian ketegaklurusan gerak vertikal spindle dengan meja kerja tegak lurus sumbu simetri vertikal mesin .....	92
4.11 Pengujian ketegaklurusan gerak vertikal lutut dengan meja kerja pada sumbu simetri vertikal mesin .....	95
4.12 Pengujian ketegaklurusan gerak vertikal lutut dengan meja kerja tegak lurus dengan sumbu simetri vertikal mesin .....	98
4.13 Kesimpulan.....	102
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>105</b>
5.1 Kesimpulan.....	105
5.2 Saran .....	106





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA .....	107
LAMPIRAN.....	108



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Toleransi yang diizinkan pada pengujian simpang putar (run out) spindle utama .....	15
Tabel 2. 2 Toleransi yang diizinkan pada pengujian kerataan meja kerja .....	17
Tabel 3. 1 Data pengujian simpang putar (run out) spindle utama dekat dengan spindle nose.....	36
Tabel 3. 2 Data pengujian simpang putar (run out) spindle utama dengan jarak 300 mm dari spindle nose .....	37
Tabel 3. 3 Data pengujian simpang putar (run out) spindle utama pada sisi eksternal spindle.....	37
Tabel 3. 4 Data pengujian slip aksial putaran spindle utama.....	38
Tabel 3. 5 Hasil pengujian levelling mesin pada arah membujur (longitudinal)..	40
Tabel 3. 6 Hasil Pengujian levelling mesin pada arah melintang (transversal) ....	41
Tabel 3. 7 Hasil pengujian kepararelan meja kerja dengan gerakan membujur(longitudinal) .....	42
Tabel 3. 8 Data pengujian ketegaklurusan spindle dengan meja kerja .....	43
Tabel 3. 9 Data pengujian kepararelan meja kerja dengan gerakan melintang.....	44
Tabel 3. 10 Data pengujian kepararelan T-slots dengan gerakan membujur .....	45
Tabel 3. 11 Data pengujian kepararelan T-slots dengan gerakan melintang .....	46
Tabel 3. 12 Data pengujian ketegaklurusan gerak vertikal spindle dengan meja kerja pada sumbu simetri vertikal mesin.....	47
Tabel 3. 13 Data pengujian ketegaklurusan gerak vertikal spindle dengan meja kerja tegak lurus sumbu simetri vertikal mesin.....	49
Tabel 3. 14 Data pengujian ketegaklurusan gerak vertikal lutut dengan meja kerja pada sumbu simetri vertikal mesin.....	50
Tabel 3. 15 Data pengujian ketegaklurusan gerak vertikal lutut dengan meja kerja tegak lurus sumbu simetri vertikal mesin.....	51
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian simpang putar (run out) spindle utama dekat dengan spindle nose.....	52

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 4. 2 uji keseragaman pengukuran simpang putar (run out) spindle utama dekat dengan spindle nose.....	53
Tabel 4. 3 Kesimpulan pengujian simpang putar (run out) spindle utama dekat dengan spindle nose .....	55
Tabel 4. 4 hasil pengujian simpang putar (run out) spindle utama dengan jarak 300 mm dari spindle nose .....	55
Tabel 4. 5 uji keseragaman pengukuran simpang putar (run out) spindle utama dengan jarak 300 mm dari spindle nose.....	56
Tabel 4. 6 Kesimpulan pengujian simpang putar (run out) spindle utama dengan jarak 300 mm dari spindle nose .....	58
Tabel 4. 7 Hasil pengujian simpang putar (run out) spindle utama pada psosisi eksternal spindle.....	58
Tabel 4. 8 Uji keseragaman pengukuran simpang putar (run out) spindle utama pada posisi eksternal spindle.....	59
Tabel 4. 9 Kesimpulan pengujian simpang putar (run out) spindle utama pada posisi eksternal spindle .....	61
Tabel 4. 10 Hasil pengujian slip aksial putaran spindle utama .....	61
Tabel 4. 11 Uji keseragaman pengukuran slip aksial putaran spindle utama .....	62
Tabel 4. 12 Kesimpulan pengujian slip aksial putaran spindle utama .....	64
Tabel 4. 13 Hasil pengujian kerataan meja kerja dalam arah membujur .....	66
Tabel 4. 14 Uji keseragaman data pengukuran kerataan meja mesin dalam arah membujur .....	67
Tabel 4. 15 Kesimpulan pengujian kerataan meja mesin dalam arah membujur...	68
Tabel 4. 16 Hasil pengujian kerataan meja kerja dalam arah melintang .....	72
Tabel 4. 17 Uji keseragaman pengukuran kerataan meja kerja dalam arah melintang.....	72
Tabel 4. 18 Kesimpulan pengujian kerataan meja kerja dalam arah melintang .....	74
Tabel 4. 19 Hasil pengujian kepararelan meja kerja dengan gerakan membujurnya .....	74
Tabel 4. 20 Uji keseragaman pengukuran kepararela meja kerja dengan gerakan membujurnya.....	75





## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 4. 21Kesimpulan pengujian kerataan meja kerja dengan gerakan membujurnya.....	77
Tabel 4. 22 Hasil pengujian ketegaklurusan spindle dengan meja kerja .....	77
Tabel 4. 23 Uji keseragaman pengukuran ketegaklurusan spindle dengan meja kerja.....	78
Tabel 4. 24Kesimpulan pengujian ketegaklurusan spindle dengan meja kerja ....	80
Tabel 4. 25 Hasil pengujian kepararelan meja kerja dengan gerakan melintangnya .....	80
Tabel 4. 26 Uji keseragaman pengukuran kepararelan meja kerja dengan gerakan melintangnya .....	81
Tabel 4. 27 Kesimpulan pengujian kepararelan meja kerja dengan gerakan melintangnya.....	83
Tabel 4. 28 Hasil pengujian kepararelan T-slots dengan gerakan membujur .....	83
Tabel 4. 29 Uji keseragaman pengukuran kepararelan T-slots dengan gerakan membujur .....	84
Tabel 4. 30 Kesimpulan pengujian kepararelan T-slots dengan gerakan membujur .....	86
Tabel 4. 31 Hasil pengujian kepararelan T-slots dengan gerakan melintangnya..	86
Tabel 4. 32 Uji keseragaman pengukuran pada pengujian kepararelan T-slots dengan gerkan melintangnya.....	87
Tabel 4. 33Kesimpulan pengujian kepararelan T-slots dengan gerakan melintangnya .....	89
Tabel 4. 34 Hasil pengujian ketegaklurusan gerak vertikal spindle denga meja kerja pada sumetri vertikal mesin .....	89
Tabel 4. 35 Uji keseragaman pengukuran ketegaklurusan gerak vertkal spindle dengan meja kerja pada sumbu simetri vertikal mesin .....	90
Tabel 4. 36 Kesimpulan pengujian ketegaklurusan gerak vertikal lutut dengan meja kerja pada sumbu simetri vertikal mesin.....	92
Tabel 4. 37 Hasil pengujian ketegaklurusan gerak vertikal spindle dengan meja kerja tegak lurus sumbu simetri vertikal mesin.....	92



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 4. 38 Uji keseragaman pengukuran ketegaklurusan gerak vertikal spindle dengan meja kerja tegak lurus sumbu simetri vertikal mesin .....	93
Tabel 4. 39 Kesimpulan pengujian ketegaklurusan gerak vertikal spindle dengan meja kerja tegak lurus sumbu simetri vertikal mesin.....	95
Tabel 4. 40 Hasil pengujian ketagklurusan gerak vertikal lutut dengan meja kerja pada sumbu simetri vertikal mesin.....	95
Tabel 4. 41Uji keseragaman pengukuran gerak vertikal lutut dengan meja kerja pada sumbu simetri verikal mesin.....	96
Tabel 4. 42 Kesimpulan pengujian ketegaklurusan gerak vertikal lutut dengan meja kerja pada sumbu simetri vertikal mesin.....	98
Tabel 4. 43 Hasil pengujian ketegaklurusan gerak vertikal lutut dengan meja kerja tegak lurus sumbu simetri vertikal .....	98
Tabel 4. 44Uji keseragaman pengukuran ketegaklurusan gerak vertikal lutut dengan meja kerja tegak lurus sumbu simetri vertikal mesin .....	99
Tabel 4. 45 Kesimpulan pengujian ketegaklurusan gerak vertikal lutut dengan meja kerja tegak lurus sumbu simetri vertikal mesin.....	101
Tabel 4. 46 Kesimpulan Pengujian .....	102

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**





**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**DAFTAR GAMBAR**

Gambar 2. 1 Mesin Frais Type SM-5 di PT.NKI.....	4
Gambar 2. 2 Bagian-bagian mesin frais .....	5
Gambar 2. 3 Simbol Kelurusan .....	9
Gambar 2. 4 Ilustrasi Kelurusan .....	9
Gambar 2. 5 Simbol Kerataan .....	10
Gambar 2. 6 Ilustrasi Kerataan.....	10
Gambar 2. 7 Simbol Kesejajaran .....	11
Gambar 2. 8 Ilstrasi Kesejajaran .....	11
Gambar 2. 9 Simbol Ketegaklurusan .....	12
Gambar 2. 10 Ilustrasi Ketegaklurusan.....	12
Gambar 2. 11 Simbol Run Out.....	13
Gambar 2. 12 Ilustrasi Run Out .....	13
Gambar 2. 13 Posisi Dial pada pengujian simpang putar (run out) dekat dekat dengan spindle nose .....	14
Gambar 2. 14 Posisi Dial pada pengujian simpang putar (run out) dengan jarak 300 mm dari spindle nose .....	14
Gambar 2. 15 Posisi dial pada pengujian simpang putar (run out) pada sisi eksternal spindle.....	15
Gambar 2. 16 Posisi dial pada pengujian slip aksial putaran spindle utama.....	16
Gambar 2. 17 Posisi level box pada pengujian kerataan meja kerja dalam arah membujur .....	16
Gambar 2. 18 Posisi level box pada pengujian kerataan meja kerja dalam arah melintang.....	17
Gambar 2. 19 Posisi dial pada pengujian kepararelisan meja kerja dengan gerakan membujur .....	18
Gambar 2. 20 Posisi dial pada pengujian ketegaklurusan spindle dengan meja kerja.....	18
Gambar 2. 21 Posisi dial pada pengujian kepararelisan meja kerja dengan gerakan melintangnya.....	19



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 2. 22 Posisi dial pada pengujian kepararelan T-Slots dengan gerakan membujur .....	20
Gambar 2. 23 Posisi dial pada pengujian kepararrelan T-Slots dengan gerakan melintang.....	20
Gambar 2. 24 Posisi dial pada pengujian ketegaklurusan gerak vertikal spindle dengan meja kerja pada sumbu simetri vertikal mesin .....	21
Gambar 2. 25 Posisi dial pada pengujian ketegaklurusan gerak vertikal spindle dengan meja kerja tegak lurus sumbu simetri vertikal mesin .....	22
Gambar 2. 26 Posisi dial pada pengujian ketegaklurusan gerak vertikal lutut dengan meja kerja pada sumbu simetri vertikal mesin .....	22
Gambar 2. 27 Pengujian ketegaklurusan gerak vertikal spindle dengan meja kerja tegak lurus sumbu simetri vertikal mesin.....	23
Gambar 2. 28 Waterpass dengan ketelitian 0,04/1000 mm .....	24
Gambar 2. 29 Waterpass dengan ketelitian 0,5/1000 mm .....	24
Gambar 2. 30 Dial Gauge dengan ketelitian 0,01 mm.....	25
Gambar 2. 31 Testbar/Mandrel .....	26
Gambar 2. 32 Level box dengan ketelitian 0,05 .....	26
Gambar 3. 1 Membersihkan mesin .....	33
Gambar 3. 2 pengukuran sebelum leveling pada arah membujur.....	34
Gambar 3. 3 Pengukuran sebelum levelling pada arah melintang.....	34
Gambar 3. 4 Penyetingan levelling mesin.....	34
Gambar 3. 5 Pengukuran setelah levelling pada arah membujur.....	34
Gambar 3. 6 Pengukuran setelah levelling pada arah melintang .....	35
Gambar 3. 7 Posisi dial saat pengujian simpang putar (run out) spindle utama dekat dengan spindle nose.....	36
Gambar 3. 8 Posisi dial saat pengujian simpang putar (run out) spindle utama dengan jarak 300 mm dari spindle nose.....	36
Gambar 3. 9 Posisi dial saat pengujian simpang putar (run out) pada sisi eksterna spindle .....	37
Gambar 3. 10 Posisi dial saat pengujian slip aksial putaran spindle utama.....	38



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 3. 11 Posisi level box saat pengujian kerataan meja kerja arah membujur pada bagian ujung kiri ..... 39

Gambar 3. 12 Posisi level box saat pengujian kerataan meja kerja arah membujur pada bagian tengah ..... 39

Gambar 3. 13 Posisi level box saat pengujian kerataan meja kerja arah membujur pada bagian ujung kanan ..... 40

Gambar 3. 14 Posisi level box saat pengujian kerataan meja kerja arah melintang pada bagian ujung kiri ..... 40

Gambar 3. 15 Posisi level box saat pengujian kerataan meja kerja arah melintang pada bagian ujung kanan ..... 41

Gambar 3. 16 Posisi dial saat pengujian kepararelan meja kerja dengan gerakan membujur ..... 42

Gambar 3. 17 Posisi dial saat pengujian ketegaklurusan spindle dengan meja kerja ..... 43

Gambar 3. 18 Posisi dial saat pengujian kepararelan meja kerja dengan gerakan melintang ..... 44

Gambar 3. 19 Posisi dial saat pengujian kepararelan T-Slots dengan gerakan membujur ..... 45

Gambar 3. 20 Posisi dial saat pengujian kepararelan T-Slots dengan gerakan melintang ..... 46

Gambar 3. 21 Posisi dial saat pengujian ketegaklurusan gerak vertikal spindle dengan meja kerja pada sumbu simetri vertikal mesin ..... 47

Gambar 3. 22 Posisi dial saat pengujian ketegaklurusan gerak vertikal spindle dengan meja kerja tegak lurus sumbu simetri vertikal mesin ..... 48

Gambar 3. 23 Posisi dial saat pengujian ketegaklurusan gerak vertikal lutut dengan meja kerja pada sumbu simetri vertikal mesin ..... 50

Gambar 3. 24 Posisi dial saat pengujian ketegaklurusan gerak vertikal lutut dengan meja kerja tegak lurus sumbu simetri vertikal mesin ..... 51

Gambar 4. 1 Grafik rata-rata penyimpangan berdasarkan derajat putar pada pengujian simpang putar (run out) spindle utama dekat dengan spindle nose ..... 53





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4. 2 Control chart pengukuran simpang putar (run out) spindle utama dekat dengan spindle nose.....	54
Gambar 4. 3 Grafik rata-rata penyimpangan berdasarkan derajat putar pada pengujian simpang putar (run out) spindle utama dengan jarak 300 mm dari spindle nose.....	56
Gambar 4. 4 Control chart pengukuran simpang putar (run out) spindle utama dengan jarak 300 mm dari spindle nose.....	57
Gambar 4. 5 Grafik rata-rata penyimpangan berdasarkan derajat putar pada pengujian simpang putar (run out) spindle utama pada posisi eksternal spindle..	59
Gambar 4. 6 Control chart pengukuran simpang putar (run out) spindle utama pada posisi eksternal spindle.....	60
Gambar 4. 7 Grafik rata-rata penyimpangan berdasarkan derajat putar pada pengujian slip aksial putaran spindle utama.....	62
Gambar 4. 8 Control chart pengukuran slip aksial putaran spindle utama .....	63
Gambar 4. 9 Grafik rata-rata penyimpangan berdasarkan posisi pengukuran pada pengujian kerataan meja kerja dalam arah membujur.....	66
Gambar 4. 10 Control chart pengukuran kerataan meja kerja dalam arah membujur .....	68
Gambar 4. 11 Grafik rata-rata penyimpangan berdasarkan posisi pengukuran pada pengujian kerataan meja kerja dalam arah melintang .....	72
Gambar 4. 12 Control chart pengukuran kerataan meja kerja dalam arah melintang .....	73
Gambar 4. 13 Grafik rata-rata penyimpangan berdasarkan jarak pengukuran pada pengujian kepararelisan meja kerja dengan gerakan membujurnya.....	75
Gambar 4. 14 Control chart pengukuran kepararelisan meja kerja dengan gerakan membujurnya.....	76
Gambar 4. 15 Grafik rata-rata penyimpangan berdasarkan derajat putar pada pengujian ketegaklurusan gerak vertikal spindle dengan meja kerja.....	78
Gambar 4. 16 Control chart pengukuran ketegaklurusan spindle dengan meja kerja .....	79





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4. 17 Grafik rata-rata penyimpangan berdasarkan jarak pengukuran pada pengujian kepararelan meja kerja dengan gerakan melintangnya .....	81
Gambar 4. 18 Control chart pengukuran kepararelan meja kerja dengan gerakan melintangnya .....	82
Gambar 4. 19 Grafik rata-rata penyimpangan berdasarkan jarak pengukuran pada pengujian kepararelan T-slots dengan gerakan membujur.....	84
Gambar 4. 20 Control chart pengukuran kepararelan T-slots dengan gerakan membujurnya.....	85
Gambar 4. 21Grafik rata-rata penyimpangan berdasarkan jarak pengukuran pada pengujian kepararelan T-slots dengan gerakan melintangnya .....	87
Gambar 4. 22 Control chart pengukuran kepararelan T-slots dengan gerakan melintangnya.....	88
Gambar 4. 23 Grafik rata-rata penyimpangan berdasarkan jarak pengukuran pada pengujian ketegaklurusan gerak vertikal spindle dengan meja kerja pada sumbu simetri vertikal mesin .....	90
Gambar 4. 24 Control chart pengukuran ketegaklurusan gerak vertikal spindle dengan meja kerja pada sumbu simetri vertikal mesin .....	91
Gambar 4. 25 Grafik rata-rata penyimpangan berdasarkan jarak pengukuran pada pengujian ketegaklurusan gerak vertikal spindle dengan meja kerja tegak lurus sumbu simetri vertikal mesin .....	93
Gambar 4. 26 Control chart pengukuran ketegaklurusan gerak vertikal spindle dengan mejak kerja tegak lurus sumbu simetri vertikal mesin .....	94
Gambar 4. 27 Grafik rata-rata penyimpangan berdasarkan jarak pengukuran pada pengujian ketegaklurusan gerak vertikal lutut dengan meja kerja pada sumbu simetri vertikal mesin.....	96
Gambar 4. 28 Control chart pengukuran ketegaklurusan gerak vertikal lutut dengan meja kerja pada sumbu simetri vertikal mesin .....	97
Gambar 4. 29 Grafik rata-rata penyimpangan berdasarkan jarak pengukuran pada pengujian ketegaklurusan gerak vertikal lutu dengan meja kerja tegak lurus sumbu simetri vertikal mesin.....	99



Gambar 4. 30 Control chart pengukuran ketegaklurusan gerak vertikal lutut dengan meja tegak lurus sumbu simetri vertikal mesin ..... 101



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Penulisan Tugas Akhir

PT. Nusa Krantechnik Indonesia (PT. NKI) adalah sebuah perusahaan yang bergerak dibidang manufaktur khususnya pembuatan *hoist crane*. Mesin frais mempunyai peran yang sangat besar dalam pembuatan komponen-komponen *hoist crane* yang memiliki ketelitian yang tinggi. Oleh karena itu, ketelitian dari produk yang dibuat sangat bergantung pada kondisi mesin itu sendiri. Mesin frais yang dipakai dalam jangka waktu tertentu, digunakan pada beban kerja yang berat, dan kurangnya perawatan dapat mengakibatkan terjadinya beberapa penyimpangan pada komponennya. Penyimpangan pada komponen mesin frais ini mengakibatkan terjadinya perubahan pada ketelitian awal mesin. Penyimpangan ini tidak boleh melebihi dari batas penyimpangan yang diizinkan. Besarnya penyimpangan dapat diketahui dari pengujian ketelitian geometrik pada mesin frais ketika mesin tersebut dalam keadaan diam (statis) dan tidak dikenai beban.

Mesin Frais yang berada di PT. NKI sudah berumur 16 tahun, kondisinya yang kurang terawat, dan belum pernah dilakukannya pengujian ketelitian geometrik sebelumnya. Untuk menjaga kualitas dan kepresisian dari benda kerja yang dibuat, maka perlu adanya pengujian ketelitian geometrik pada mesin frais tersebut. Pengujian ketelitian geometrik yang dilakukan adalah pengujian simpang putar spindel utama, levelling meja kerja, kepararelan meja kerja dengan gerakan longitudinal, kepararelan meja kerja dengan gerakan transversal, kepararelan dan ketegaklurusan t-slots meja kerja, ketegaklurusan gerakan slider cutter spindle, dan ketegaklurusan gerak vertikal lutut. Besarnya nilai penyimpangan yang didapat ketika pengujian geometrik akan diandingkan dengan nilai batas toleransi yang diizinkan.





**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka rumusan masalah yang harus diselesaikan adalah sebagai berikut :

1. Seberapa besar penyimpangan yang terjadi pada mesin frais vertikal tipe SM-5 di PT. NKI?
2. Apakah mesin frais vertikal tipe SM-5 tersebut masih layak untuk digunakan?

## 1.3 Batasan Masalah

Agar masalah yang dibahas dalam tugas akhir ini tidak terlalu luas dan menyimpang dari topik yang telah ditentukan, maka penulis perlu membatasi permasalahan sebagai berikut:

1. Hanya melakukan pengujian ketelitian geometrik statik.
2. Hanya melakukan pengambilan data pengujian tanpa mencari penyebab dan melakukan tindakan perbaikan pada mesin jika ditemukan penyimpangan yang melebihi batas toleransi yang diizinkan.

## 1.4 Tujuan Penulisan Laporan Tugas Akhir

### 1.4.1 Tujuan Umum

Pengujian ketelitian geometrik mesin frais vertikal tipe SM-5 ini diharapkan mampu menjadi tolak ukur untuk mengetahui kondisi mesin untuk menjaga kualitas dari produk yang dihasilkan dan menjadi bahan pertimbangan tindakan perbaikan.

### 1.4.2 Tujuan Khusus

1. Mengetahui besarnya penyimpangan yang terjadi pada mesin frais vertikal tipe SM-5 di PT. NKI
2. Mengetahui apakah mesin frais vertikal tipe SM-5 di PT. NKI masih layak untuk digunakan atau tidak.



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

### 1.5 Manfaat Penulisan Laporan Tugas Akhir

Manfaat dari pengujian ketelitian geometrik pad mesin frais tipe SM-5 di PT. NKI adalah :

1. Dapat menjadi bahan pertimbangan bagi perusahaan apakah mesin frais vertikal tipe SM-5 tersebut masih layak digunakan atau tidak.
2. Dapat menjadi bahan pertimbangan untuk penelitian selanjutnya terhadap komponen-komponen mesin frais vertikal tipe SM-5.
3. Dapat menjadi bahan pertimbangan bagi divisi *maintenance* PT. NKI tentang bagian apa saja yang perlu diperbaiki dan dikalibrasi dari mesin frais vertikal tipe SM-5 di PT. NKI

### 1.6 Sistematika Penulisan Laporan Tugas Akhir

#### 1. Bab I Pendahuluan

Menguraikan latar belakang pemilihan topik, perumusan masalah, tujuan umum dan tujuan khusus, batasan masalah, manfaat penulisan, serta sistematika penulisan tugas akhir

#### 2. Bab 2 Tinjauan Pustaka

Memaparkan rangkuman kritis atau Pustaka untuk menunjang penyusunan penelitian, meliputi pembahasan topik yang akan dikaji.

#### 3. Bab 3 Metodologi Pengerjaan Tugas Akhir

Menguraikan tentang metodologi, yaitu metode yang digunakan untuk menyelesaikan masalah/penelitian, meliputi diagram alir, penjelasan diagram alir, dan metode pemecahan masalah.

#### 4. Bab 4 Hasil dan Pembahasan

Berisi tentang data yang didapat di lapangan, kemudian data tersebut diolah dan akan didapatkan hasil analisis serta pembahasannya.

#### 5. Bab 5 Kesimpulan

Berisi kesimpulan dari seluruh hasil pembahasan. Isi kesimpulan harus menjawab permasalahan dan tujuan yang telah ditetapkan dalam tugas akhir.



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengujian ketelitian geometrik yang telah dilakukan pada mesin frais vertikal tipe SM-5 di PT.NKI, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Terdapat 5 pengujian ketelitian geometrik yang masih dalam batas toleransi yang diizinkan atau layak seperti simpang putar spindle utama dekat dengan spindle nose dengan nilai penyimpangan sebesar  $-0,0086$  mm (toleransi 0,01 mm), Slip aksial putaran spindle dengan nilai penyimpangan sebesar  $-0,006$  mm (toleransi 0,01 mm), Kerataan meja kerja pada arah membujur dan melintang dengan nilai masing-masing sebesar 0,011 mm dan 0,008 mm (toleransi 0,04), dan kepararelan meja kerja dengan gerakan membujur dengan nilai penyimpangan sebesar  $-0,008$  mm (toleransi 0,02 mm).

Sisanya, sebanyak 10 pengujian sudah diluar batas toleransi yang diizinkan atau tidak layak dengan nilai penyimpangan terbesar hingga terkecil berturut-turut terdapat pada pengujian kepararelan T-slots terhadap gerakan melintangnya dengan nilai penyimpangan sebesar 0,743 mm (toleransi 0,02 mm), gerak vertikal lutut sebesar 0,294 mm (toleransi 0,02 mm), ketegaklurusan gerak vertikal spindle dengan nilai sebesar 0,139 mm (toleransi 0,02 mm), simpang putar spindle pada jarak 300 mm dengan nilai penyimpangan sebesar  $-0,077$  mm (toleransi 0,02 mm), dan kepararelan meja kerja terhadap gerak melintang sebesar 0,032 mm (toleransi 0,02 mm).

Diperlukannya tindakan perbaikan dan pengkalibrasian ulang khususnya pada bagian-bagian yang memiliki nilai penyimpangan yang cukup besar seperti pada gerak vertikal spindle, keparareral T-slots terhadap gerak membujur dan melintang, serta gerak vertikal lutut pada mesin frais vertikal tipe SM-5 di PT.NKI.





## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2. Dari 15 pengujian, hanya 5 pengujian atau 33,33% yang layak dan sisanya sebanyak 10 pengujian atau 66,66% tidak layak. Berdasarkan hal ini, mesin frais vertikal tipe SM-5 di PT.NKI berada dalam kondisi yang tidak layak.

### 5.2 Saran

Dalam pengujian ketelitian geometrik diperlukan beberapa alat ukur untuk mengetahui besar penyimpangan yang terjadi. Untuk mendapatkan nilai penyimpangan yang lebih akurat dan presisi diperlukannya alat ukur yang lebih modern dan teliti agar mendapatkan hasil yang lebih maksimal.





## DAFTAR PUSTAKA

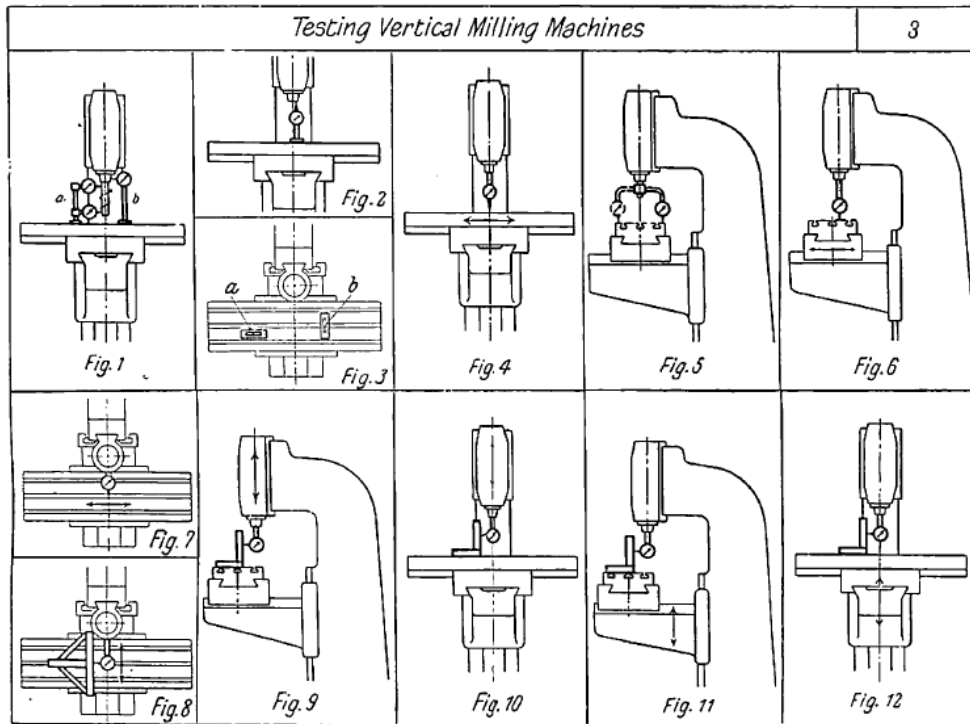
- Ade Sumpena, A. S. (2010). Studi Kemampuan Dan Keandalan Mesin Milling F4 Melalui Pengujian Karakteristik Statik Menurut Standar Iso 1701. *POLITEKNOLOGI VOL.9 NO 3*.
- Asep Apriana, B. P. (2015). ANALISA KELAYAKAN MESIN MILLING F3 DENGAN PENGUJIAN KETELITIAN GEOMETRIK. *POLITEKNOLOGI VOL. 14 NO.3*.
- Darius Yuhas, A. S. (2016). PENGUKURAN STATIS KETELITIAN GEOMETRIK MESIN BUBUT MAXIMAT V13 DI BENGKEL TEKNIK MESIN PNJ MENURUT REFERENSI. *POLITEKNOLOGI*, 215-228.
- Mitutoyo. (2018). *Mitutoyo Measuring Instruments Catalog No. US-1005*. Illinois: Mitutoyo America Corporation.
- Montgomery, D. C. (2002). Applied Statistics and Probability for Engineers. Dalam D. C. Montgomery, *Applied Statistics and Probability for Engineers* (hal. 599-600). New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Schlesinger, D. G. (1977). *Testing Machine Tools*. London : The Machinery Publishing, Co.LTD.
- Sumbodo, W. (2008). Teknik Produksi Mesin Industri Jilid 2. Dalam W. Sumbodo, *Teknik Produksi Mesin Industri Jilid 2* (hal. 278). Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- Yulingga N, W. H. (2017). *Statistik Pendidikan*. Yogyakarta: Deepublish.
- Yuwana, Y. (2017). Acceptance Test Mesin Perkakas . <https://Journals.itb.ac.id>, 54-71.

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



LAMPIRAN



Test Chart for Vertical Milling Machines		No. 3 Chart 1
Test to be Applied	Fig. No.	Permissible Error
<b>Levelling of work table:</b>		
Work table flat or level in longitudinal direction	3a	mm. ±0.04 per 1,000 mm.
Ditto, in transverse direction	3b	±0.04 per 1,000 mm.
<b>Cutter spindle:</b>		
Internal taper of cutter spindle runs true:	1a	0.01 0.02
(1) Nearest to spindle nose		
(2) At a distance of 300 mm. (12 in.)		
External taper runs out of truth	1b	0.01
Cutter spindle for axial slip in machines with up to 50 mm. (2 in.) dia. of front bearing	2	0.01 0.02
Over 50 mm. (2 in.) dia. of front bearing		
<b>Work table:</b>		
Rise and fall of table, in its longitudinal movement	4	0.02 per 500 mm. 0.01 per 500 mm.
Addition: over 500 mm. movement 0.01 per 500 mm.		
Work table square with cutter spindle in plane through longitudinal axis of machine (turn round method; table rising towards the front side only)	5	0 to 0.02 per 300 mm.
Work table square with cutter spindle in plane perpendicular to that through longitudinal axis (turn round method)	5	0.02 per 300 mm.

Test Chart for Vertical Milling Machines		No. 3 Chart 2
Test to be Applied	Fig. No.	Permissible Error
Surface of work table parallel with its transverse movement	6	mm. 0.02 per 300 mm.
Centre T-slot parallel with longitudinal table movement	7	0.02 per 300 mm.
Centre T-slot square with transverse table movement	8	0.02 per 300 mm.
<b>Width of T-slots:</b>		
From 10 to 12 mm. ( $\frac{3}{8}$ to $\frac{1}{2}$ in.)		0 to +0.015
From 14 to 18 mm. ( $\frac{1}{2}$ to $\frac{3}{4}$ in.)		0 to +0.02
Over 18 mm. ( $\frac{3}{4}$ in.)		0 to +0.025
<b>Column:</b>		
Vertical adjustment of cutter slide square with work table in plane through longitudinal axis of machine (table rising towards the front side)	9	0 to 0.02 per 300 mm.
Ditto, in plane perpendicular to that through longitudinal axis	10	0.02 per 300 mm.
Column ways for knee square with work table, incline towards front and rear side, respectively	11	0.02 per 300 mm.
Ditto, lateral incline	12	0.02 per 300 mm.






- Hak Cipta :**
- Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
    - Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, pennisan karya ilmiah, pennisan laporan, pennisan kritik atau tinjauan satu masalah.
    - Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
  - Dilarang mengummikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta










## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Pengujian simpang putar (run out) spindle utama dekat dengan spindle nose dalam derajat

0	90	180
		
270	360	
		

### Pengujian simpang putar (run out) spindle utama dengan jarak 300 mm dari spindle nose dalam derajat

0	90	180
		
270	360	
		

#### Hak Cipta :











1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan satu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Pengujian simpang putar (run out) spindle utama pada posisi eksternal spindle dalam derajat		
0	90	180
		
270	360	
		
Pengujian slip aksial putaran spindle utama dalam derajat		
0	90	180
		
270	360	
		





## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan satu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Pengujian kerataan meja kerja dalam arah membujur dalam milimeter (mm)		
Ujung kiri	Tengah	Ujung kanan
Pengujian kerataan meja kerja dalam arah melintang dalam milimeter (mm)		
Ujung kiri	Ujung kanan	
Pengujian ketegaklurusan spindle dengan meja kerja dalam derajat		
0	90	180
270	360	





## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Pengujian kepararelan meja kerja dengan gerakan membujur dalam milimeter (mm)

0	50	100
150	200	250
300	350	400
450	500	






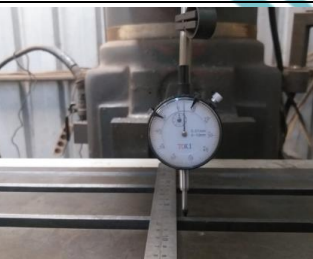





#### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan satu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Pengujian kepararelan meja kerja dengan gerakan melintang dalam milimeter (mm)

0	30	60
		
90	120	150
		
180	210	240
		
270	300	
		

#### Hak Cipta :












1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan satu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Pengujian keparelan T-slots dengan gerakan memajukan dalam milimeter (mm)

0	30	60
		
90	120	150
		
180	210	240
		
270	300	
		

#### Hak Cipta :












1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Pengujian kepararelisan T-slots dengan gerakan melintang dalam milimeter (mm)

0	30	60
		
90	120	150
		
180	210	240
		
270	300	
		














#### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Pengujian ketegaklurusan gerak vertikal spindle dengan meja kerja pada sumbu simetri vertikal mesin dalam milimeter (mm)

0	10	20
		
30	40	50
		
60	70	80
		
90	100	110
		
120		
		

#### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Pengujian ketegaklurusan gerak vertikal spindle dengan meja kerja tegak lurus sumbu simetri vertikal mesin dalam milimeter (mm)

0	10	20
30	40	50
60	70	80
90	100	110
120		

#### Hak Cipta :












1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , pennisan karya ilmiah,pennisan laporan, pennisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengummikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Pengujian ketegaklurusan gerak vertikal lutut dengan meja kerja pada sumbu simetri vertikal mesin dalam milimeter (mm)

0	30	60
		
90	120	150
		
180	210	240
		
270	300	
		

#### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Pengujian ketegaklurusan gerak vertikal lutut dengan meja kerja tegak lurus sumbu simetri vertikal mesin dalam milimeter (mm)

0	30	60
90	120	150
180	210	240
270	300	

#### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan satu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta