

PROGAM PPM



Judul:

**Pelatihan Teknologi Pengujian Geometrik Mesin Untuk
Meningkatkan Kompetensi Pembelajaran Praktik Kerja
Mesin Bagi Guru SMK Se-Wilayah DIY**

Diusulkan Oleh :

Drs. Edy Purnomo, M.Pd.	/ NIP. 19611127 199002 1 001
Dr. Th. Sukardi, M.Pd.	/ NIP. 19531125 197803 1 002
Paryanto, M.Pd.	/ NIP. 19780111 200501 1 001
Edy Ridwansyah	/ NIM. 07503244010
Wahyudi	/ NIM. 07503244024
Danu Wijaya	/ NIM. 07503244030

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
TAHUN 2011**

Pelatihan Teknologi Pengujian Geometrik Mesin Untuk Meningkatkan Kompetensi Pembelajaran Praktik Kerja Mesin Bagi Guru SMK se-wilayah DIY

Oleh
Edy Purnomo; Th. Sukardi; Paryanto;

1. Analisis Situasi

Untuk mendapatkan hasil praktik kerja mesin yang baik tidak hanya ditunjang oleh peralatan yang baik, tetapi juga harus didukung oleh keterampilan guru praktik. Survei yang telah dilakukan di beberapa SMK di wilayah DIY menunjukkan bahwa, 50-60% peralatan praktik di SMK kondisinya tidak terpelihara dengan baik terutama kualitas geometriknnya. Hal itu disebabkan umur pakai (*life time*) mesin sudah terlalu lama dan tidak presisi lagi. Sedangkan untuk menambah mesin-mesin perkakas baru harganya sangat mahal, praktis tidak terjangkau SMK pada umumnya. Sementara itu, kegiatan pembelajaran praktik harus tetap berjalan dengan baik. Salah satu keterampilan yang diperlukan adalah kemampuan dalam menguji kualitas geometrik mesin .

Fakta di lapangan menunjukkan bahwa sebagian besar guru praktik belum memiliki kemampuan untuk melakukan pengujian kualitas geometrik mesin perkakas, sehingga kondisi mesin yang mereka miliki tidak standar lagi. Dalam hal lain, pihak sekolah terhambat dengan minimnya biaya *maintenance* untuk mesin, bilamana mereka harus mendatangkan tenaga/teknisi dari luar. Kondisi tersebut pasti akan menghambat jalannya pembelajaran praktik di bengkel dan tentunya kualitas pembelajaran praktik tidak tercapai secara maksimal, sehingga permasalahan tersebut harus segera diatasi. Dari permasalahan tersebut, tim pengabdian merumuskan metode pemecahannya, yaitu dengan memberikan pelatihan teknologi pengujian geometrik mesin perkakas kepada guru-guru pengajar praktik. Hal ini sangat dibutuhkan, dan menurut penuturan beberapa guru praktik yang sempat kami wawancarai, mereka sangat membutuhkan bantuan peningkatan kompetensi pengujian geometrik mesin guna meningkatkan kualitas pembelajaran praktik.

Kondisi peralatan mesin perkakas dan kompetensi guru-guru praktik di SMK perlu mendapatkan perhatian agar kontribusinya terhadap hasil belajar praktik dapat dicapai seoptimal mungkin. Sehubungan dengan hal tersebut maka kegiatan pengabdian pada masyarakat melalui program PPM Reguler ini perlu direalisasikan khususnya untuk meningkatkan kompetensi guru-guru praktik SMK di wilayah DIY. Hal ini mendukung program sinergi antara SMK dengan UNY sebagai Lembaga Pendidikan Tinggi Kejuruan (LPTK).

2. Identifikasi dan Perumusan Masalah

Berdasarkan analisis situasi di atas, maka dapat diidentifikasi beberapa permasalahan yang masih dijumpai di SMK, yaitu:

- 1) Kemampuan guru dalam pengujian geometrik mesin masih sangat kurang.
- 2) Mesin-mesin perkakas yang dimiliki SMK memerlukan perawatan rutin, sedangkan dana untuk perawatan sangat terbatas.
- 3) Tuntutan globalisasi akan peningkatan kualitas lulusan SMK.
- 4) Pemenuhan kebutuhan kompetensi sebagai prasyarat sertifikasi guru.

Berdasarkan identifikasi di atas, maka permasalahan yang akan di atasi dengan kegiatan pengabdian kepada masyarakat melalui Program PPM Reguler 2011 ini adalah:

- 1) Bagaimanakah proses penerapan teknologi pengujian geometrik mesin perkakas dengan langkah yang benar untuk diaplikasikan pada mesin perkakas ?
- 2) Bagaimanakah peningkatan kompetensi guru-guru praktik dalam menguji kualitas geometrik mesin perkakas setelah mengikuti program pelatihan ?

3. Tujuan Kegiatan

Tujuan yang ingin dicapai dalam kegiatan ini adalah:

- 1) Untuk membantu memecahkan masalah pengujian geometrik mesin perkakas yang sudah tidak standar lagi di SMK di wilayah DIY.
- 2) Untuk meningkatkan kompetensi guru-guru praktik dalam menguji kualitas geometrik mesin perkakas dalam rangka meningkatkan kualitas PBM SMK di wilayah DIY.

4. Manfaat Kegiatan

Manfaat dari dilaksanakannya kegiatan ini adalah:

Dengan meningkatnya kompetensi guru dalam menguji kualitas geometrik mesin perkakas, maka ada beberapa manfaat yang dapat diperoleh, antara lain:

- 1) Manfaat bagi guru peserta pelatihan:
 - a. Memiliki keterampilan dalam menguji kualitas geometrik mesin perkakas sehingga dapat meningkatkan profesionalitas guru.
 - b. Pelaksanaan proses pembelajaran praktik kerja mesin di sekolah masing-masing dapat berjalan lancar.
 - c. Materi yang didapatkan dapat diajarkan kembali kepada anak didiknya.
 - d. Menambah nilai guru dibidang pelatihan, sehingga dapat digunakan untuk menunjang program sertifikasi guru.
- 2) Manfaat bagi SMK:
 - a. Profesionalitas staf pengajarnya/guru meningkat.

- b. Perawatan mesin dapat dilakukan secara mandiri sehingga kualitas geometrik mesin selalu terjaga dan menghemat biaya perawatan mesin.
 - c. Siswa dapat melaksanakan pembelajaran dengan lancar sehingga kompetensi dapat dicapai secara maksimal
- 3) Manfaat bagi dosen tim PPM:
- a. Mendapatkan kesempatan yang berharga dalam melaksanakan Tri Darma Perguruan Tinggi dalam bidang Pengabdian kepada Masyarakat.
 - b. Menjembatani hubungan antara pihak Universitas dengan masyarakat sekolah sehingga masyarakat sekolah dapat merasakan manfaat akan keberadaan sebuah lembaga Perguruan Tinggi.

5. Kerangka Pemecahan Masalah

Untuk menjawab permasalahan yang dihadapi oleh para guru dan setelah dilakukan analisis kebutuhan dengan seksama yang disesuaikan dengan bidang keahlian tim PPM, maka kami tim PPM merumuskan sebuah program **pelatihan teknologi pengujian geometrik mesin perkakas** untuk guru SMK se wilayah DIY.

Untuk mendapatkan kompetensi dalam menguji kualitas geometrik mesin perkakas, maka seseorang harus mencari pengalaman tersebut dengan melakukan latihan yang berulang-ulang pada penggunaan fasilitas dalam hal ini mesin perkakas dan alat uji mesinnya. Untuk itu keterlibatan secara aktif dalam menguji kualitas geometrik mesin perkakas dan kelengkapannya, mutlak diperlukan dalam keberhasilan pembelajaran praktik.

6. Khalayak Sasaran

Khalayak sasaran dalam kegiatan ini adalah guru-guru SMK baik negeri maupun swasta jurusan teknik pemesinan di wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta yang berjumlah 19 sekolah. Sekolah tersebut adalah [SMK Muh 2 Wates](#), [SMK Bopkri 1 Sentolo](#), [SMK N 2 Pengasih](#), [SMK N 1 Nanggulan](#), [SMK N 1 Pundong](#), [SMK Muh 1 Bantul](#), [SMK N 1 Sedayu](#), [SMK N 2 Wonosari](#), [SMK Muh 1 Playen](#), [SMK N 1 Seyegan](#), [SMK N 2 Depok](#), [SMK Nasional](#), [SMK Muh Prambanan](#), [SMK PIRI Sleman](#), [SMK ISLAM Yogyakarta](#), [SMK Muh 3 Yogyakarta](#), [SMK PIRI 1 Yogyakarta](#), [SMK N 3 Yogyakarta](#), dan [SMK N 2 Yogyakarta](#). Dari 19 SMK tersebut dibatasi setiap SMK dapat mengirimkan peserta 2 orang guru pengajar praktik, sehingga ditargetkan kegiatan ini diikuti oleh 38 peserta.

7. Metode Kegiatan

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini menggunakan metode survei, pelatihan, dan observasi. Survei berkaitan dengan analisis kebutuhan dilakukan untuk mengetahui kemampuan awal guru. Pelatihan dilakukan dalam bentuk ceramah, tutorial, demonstrasi,

praktik, dan evaluasi, dilakukan untuk memberikan kompetensi pengujian geometrik mesin perkakas kepada guru. Observasi untuk mengamati perkembangan kompetensi / kemampuan / keterampilan guru setelah mengikuti program pelatihan. Kegiatan pelatihan dan pendampingan dilaksanakan di jurusan Pendidikan Teknik Mesin FT UNY dengan menggunakan fasilitas Lab. Metrologi dan Bengkel Pemesinan, serta penugasan pengujian di sekolah masing-masing peserta.

8. Rancangan Evaluasi

Rancangan evaluasi dalam kegiatan ini dilakukan dalam dua tahap yaitu:

- 1) Tahap evaluasi I, dilakukan untuk mengetahui pemahaman peserta pelatihan terhadap materi yang disampaikan. Hasil evaluasi tahap ini diperoleh dengan memberikan penilaian/skor terhadap hasil tes dan penugasan. Dan tolok ukur untuk menyatakan keberhasilan evaluasi tahap I adalah 90% peserta dapat memahami materi tersebut dengan skor penilaian ≥ 75 .
- 2) Tahap evaluasi II, dilakukan untuk mengetahui tingkat keberhasilan pelaksanaan kegiatan pengabdian secara menyeluruh. Kriteria keberhasilan untuk evaluasi tahap II, apabila 90% target kegiatan yang ditetapkan dapat dilaksanakan dengan baik.

9. Rencana dan Jadwal Kerja

Kegiatan pengabdian masyarakat ini direncanakan memerlukan waktu 6 bulan. Secara rinci jadwal tersebut adalah sebagai berikut :

Tabel 2. Rencana dan Jadwal Kerja

No	Kegiatan	Bulan ke					
		Juni	Juli	Ags	Sep	Okt	Nop
1	Pengurusan ijin & koordinasi						
2	Persiapan lokasi, seminar I						
3	Pelaksanaan kegiatan						
4	Evaluasi I						
5	Evaluasi II						
6	Persiapan akhir kegiatan dan seminar II						
7	Penyelesaian laporan dan pengiriman laporan						

MATERI PELATIHAN

PENGUJIAN MESIN PERKAKAS



OLEH :

Dr. Th. Sukardi, MPd

**JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK UNY**

BAB I.

MESIN PERKAKAS DAN KONSTRUKSINYA

A. PENGERTIAN

Mesin perkakas adalah susunan seperangkat elemen mesin yang kompleks dan kompak, yang berfungsi sebagai alat produksi untuk pembuatan benda kerja yang memenuhi ukuran baku tertentu (sesuai dengan Toleransi dan Suaian yang telah disepakati), yang prosesnya menggunakan prinsip pemotongan dan penyayatan.

Dalam istilah industri, proses produksi yang menggunakan mesin perkakas lazim disebut :

1. Proses pemesinan (*Machining Processes*).
2. Proses pemotongan logam (*Metal Cutting Processes*)

Prinsip kerjanya menggunakan dua prinsip gerakan utama yaitu :

3. Gerakan Rotasi (*Rotation*) dan
4. Gerakan Translasi/lurus (*Translation*).

B. KONSTRUKSI MESIN PERKAKAS.

Konstruksi utama mesin perkakas yang secara umum dimiliki adalah :

- a. **Kerangka mesin**, yang berfungsi sebagai pendukung utama Mesin Perkakas.
- b. **Meja kerja mesin**, yang berfungsi sebagai pendukung benda kerja selama produksi berlangsung.
- c. **Seperangkat unit pemotong**, yang berfungsi sebagai penjepit atau pemegang dan penggerak alat-alat pemotong.
- d. **Unit penggerak mesin**, yang berfungsi sebagai alat utama penggerak mesin perkakas (misal gear box spindel utama).
- e. **Unit kelistrikan mesin**, yang berfungsi sebagai jalur masuk sumber tenaga mesin.

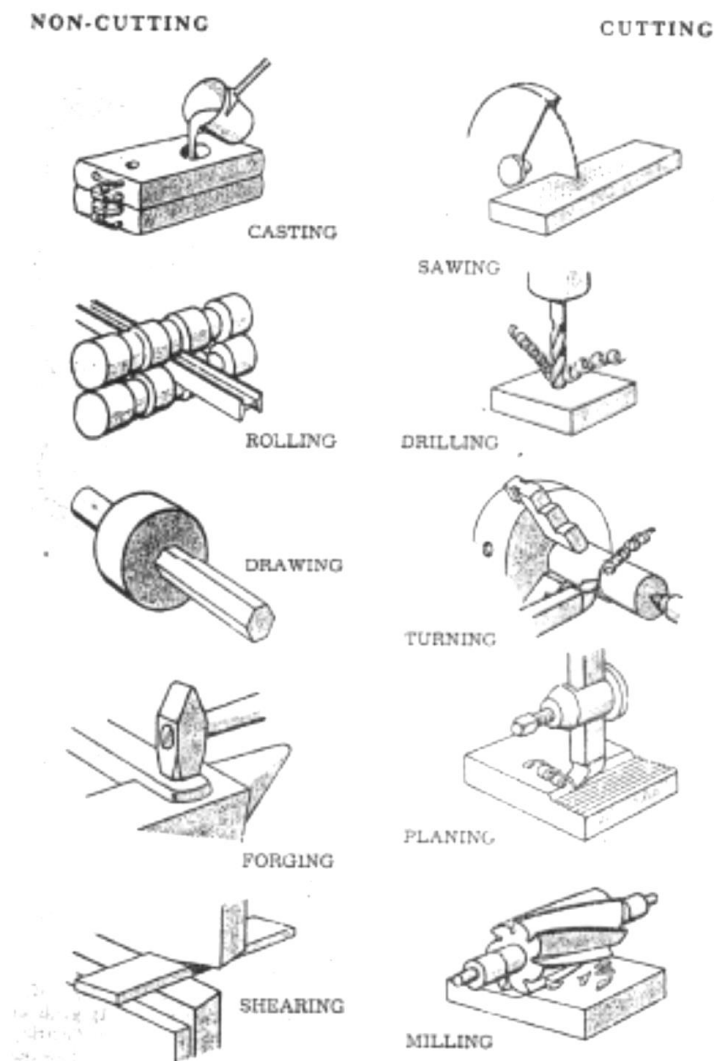
C. PROSES PEMOTONGAN LOGAM.

Proses pemotongan logam secara garis besar dikelompokkan menjadi empat kelompok dasar yaitu :

- a. Proses pemotongan dengan mesin las.
- b. Proses pemotongan dengan mesin pres.
- c. Proses pemotongan konvensional (prinsip penyayatan).
- d. Proses pemotongan non konvensional (misal dengan EDM).

Proses-proses pemotongan ini sudah dikenal sejak th. 1775 yang pada waktu itu dikenalkan oleh Wilkinson, yaitu sebuah mesin koter (*Boring Machines*) untuk membuat Mesin Uap yang ditemukan James Watt. Proses pemotongan konvensional/proses pemesinan konvensional ini menurut jenis kombinasi gerak potong/gerak makan (*feeding movement*) dari alat potong diklasifikasikan ada 7 macam yaitu :

1. Proses Membubut (*Turning*).
2. Proses Mengebor (*Drilling*).
3. Proses Mengefrais (*Milling*).
4. Proses Menggerinda rata (*Surface Grinding*).
5. Proses Menggerinda silindris (*Cylindrical Grinding*).
6. Proses Menyekerap (*Shaping & Planing*).
7. Proses Menggergaji/memarut (*Sawing/Broaching*).



Gambar 1. Jenis pembentukan dan pemotongan logam.

D. MENGAPA MESIN PERKAKAS PERLU DIUJI

Pada proses pemotongan logam hasil produknya dituntut untuk mempunyai ketelitian yang tinggi sesuai dengan standart baku yang diinginkan, dengan kata lain produk harus mempunyai Kualitas Geometris yaitu menyangkut :

- a. Ukuran yang tepat.
- b. Bentuk yang ideal (silindris, siku, sejajar, dlsb.),
- c. Kekasaran permukaan yang ideal.

Dengan adanya persyaratan produk yang sangat ketat tersebut, maka mesin pembuat produk harus dalam kondisi yang standart, karena mesin perkakas merupakan alat pembentuk duplikasi benda kerja yang dihasilkan, dengan demikian mesin harus mempunyai kualitas geometris juga.

Untuk memenuhi kualitas yang harus dipersyaratkan tersebut maka mesin perkakas perlu diuji kelayakannya, perlu diuji kualitas geometrisnya, bagaimana gerakan-gerakan masing-masing elemen yang saling berhubungan satu dengan lainnya, apakah masih dalam batas-batas yang diijinkan atau tidak?, kalau menyimpang apa yang harus dilakukan?

Prosedur pengujiannya dilaksanakan melalui tiga tahap yaitu:

- 1) Mesin pada saat tanpa beban, dan
- 2) Mesin pada saat terbebani, serta
- 3) Hasil kerja dari mesin tersebut (produknya).

Dan kalau mesin dalam kondisi standart maka benda kerja yang dihasilkan memenuhi kriteria standart pula.

1. MILLING

Diperkenalkan pertama kali oleh seorang ahli mekanik yang bernama Henry Maudslay th. 1790, yang bekerja di perusahaan Joseph Bramah (membuat bentuk slot). Pada th. 1818, dibuat oleh perusahaan English Gunsmith (pabrik senjata) oleh Robert Johnson di Amerika. Pada th. 1848 di Amerika, Frederik Howe membuat mesin frais dengan kriteria *Heavier Cuts*.

a. TIPE MILLING MACHINE :

Tipe mesin frais dapat dikelompokkan dalam dua kategori utama yaitu :

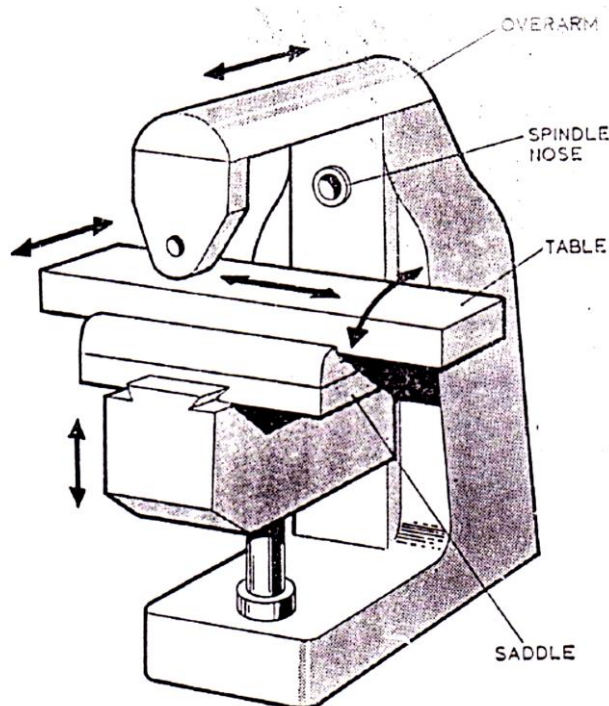
- 1) *Horisontal spindle machines*, dan
- 2) *Vertikal spindle machines*.

Horisontal spindle machines, mempunyai jenis yaitu :

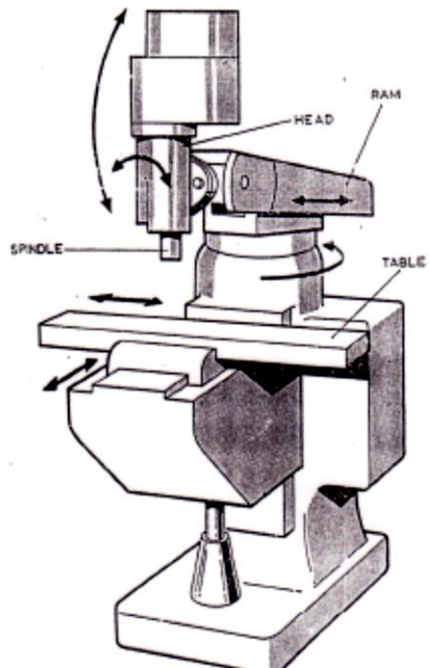
- 1) *Universal Milling Machines*.
- 2) *Plain spindle machines*.

Vertical Milling Machines, mempunyai jenis yaitu :

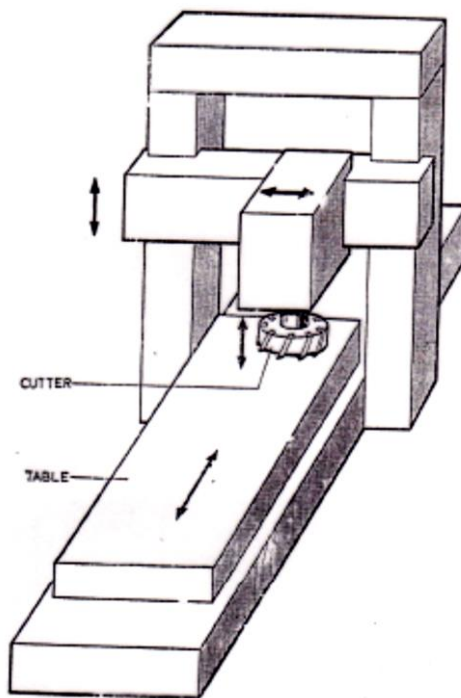
- 1) *Plano Milling Machines*.
- 2) *Copy Milling Machines*.
- 3) *Machining Centres*.
- 4) *Unit Head*.
- 5) *Engraving Machines*, dan
- 6) *Routine machines*.



Gambar 2. Mesin frais universal.



Gambar 3. Mesin frais vertikal



Gambar 4. Mesin frais planno.

2. DRILLING.

Diperkenalkan pertama kali pada tahun 1796 oleh perusahaan Soho Foundry di Birmingham yang kemampuan putarnya pada waktu itu hanya berkisar 8 s/d 50 RPM. Kemudian pada th. 1862 dikembangkan untuk keperluan yang lebih luas oleh Whitworths, yaitu mesin bor radial yang dibuat di Soho Foundry.

Peralatan Drilling dibagi menjadi 2 bagian utama yaitu :

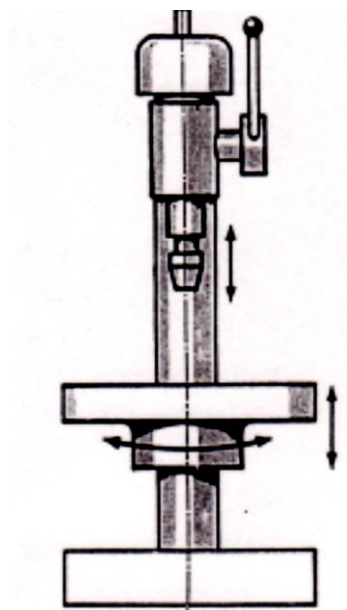
- a. *Portable Equipment.*
- b. *Non Portable Equipment.*

❖ *PORTABLE EQUIPMENT* macamnya ada :

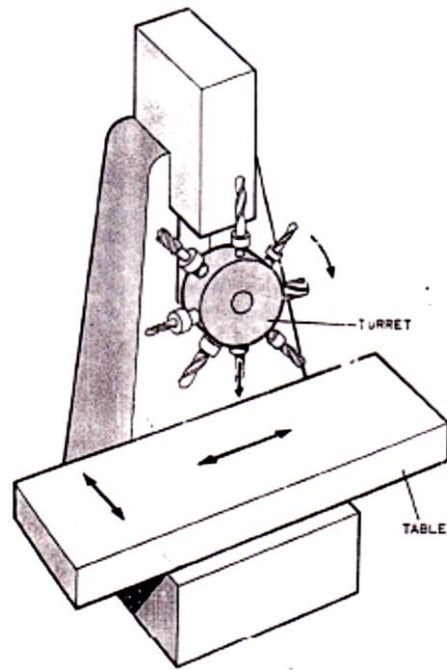
- 1) *Hand Operated* : (a). *Geared hand drills.*
(b). *Ratchet Drills.*
- 2) *Power Operated* : (a). *Electric drill (diameter bor 6-15 mm).*
(b). *Pneumatic drills (diameter kecil & rpm sampai dengan 20.000 rpm).*

❖ *NON PORTABLE DRILLING EQUIPMENT* macamnya ada :

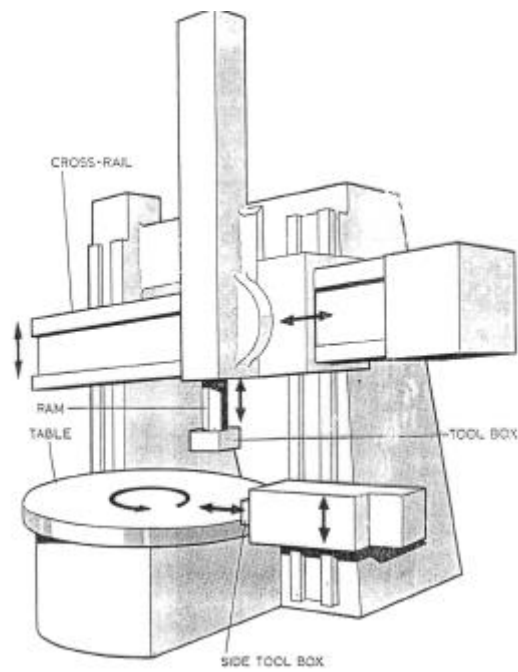
- 1) *Sensitive drilling machines.*
- 2) *Pillar drilling machines.*
- 3) *Radial drilling machines.*
- 4) *Multi spindle machines.*
- 5) *Pneumatic Drilling Machines.*
- 6) *Unit Heads.*
- 7) *NC machines*
- 8) *Gun drilling.*



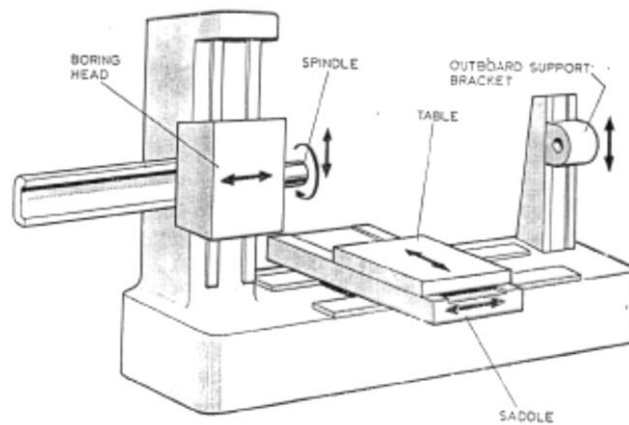
Gambar 5. Mesin bor lantai.



Gambar 6. Mesin bor turret.



Gambar 7. Mesin bor vertikal



Gambar 8. Mesin bor horizontal.

3. TURNING.

Dikenal pertama pada th. 700 BC di Tuscany, Northern Italy. Th. 1500-1700 sudah banyak digunakan, dengan bentuk kecil dan sederhana. Th. 1816, oleh Richard Roberts di Manchester dibuat mesin bubut untuk roda gila dan poros engkol, Roberts mengenalkan mesin bubut sejak th. 1789-1864.

Kemudian abad 19 dikembangkan sistem hidrolik dan NC, hal ini dapat dilihat ditemukannya mesin bubut otomatis secara *longitudinal* maupun *transversal* dengan satu *lead screw* oleh Withworth.

Tipe mesin bubut ada 9 jenis yang sudah dikenal yaitu :

- a. *Bench Lathes.*
- b. *General purpose lathes.*
- c. *Plain Production Lathes.*
- d. *Copy Lathes.*
- e. *Relieving Lathes.*
- f. *Tool Room Lathes.*
- g. *Large Centre Lathes.*
- h. *Facing Lathes, dan*
- i. *NC Lathes.*

4. BORING

Mesin Boring adalah mesin yang berfungsi untuk melebarkan lubang bentuk silindris yang mempunyai ukuran besar dan kualitas yang akurat (sebagai contoh motor diesel atau motor bensin, atau yang lain).

Proses boring atau melebarkan lubang ini biasa disebut Proses Koter, sehingga mesinnya juga dinamai Mesin Koter, dan prosesnya disebut mengkoter.

Pertama kali mesin ini dibuat di Swiss pada th. 1713 oleh seorang ahli mekanik bernama Maritz, dan bentuk mesinnya Vertikal. Kemudian pada Th. 1747 diproduksi secara masal oleh Netherland States Foundry di Hague.

Pada th. 1798 William Murdoch mengembangkan mesin boring untuk keperluan kerja berat (*Heavier Boring Machines*) dengan kapasitas, panjang 17,5 feet dan besar diameter 16 inchi.

Dalam pemakaiannya mesin boring ini diklasifikasikan menjadi empat tipe yaitu :

- a. *Vertical machines.*
- b. *Horisontal machines.*
- c. *Deep Hole Boring Machines, dan*
- d. *Jig Boring Machines.*
- e.

BAB II.

PENGETESAN MESIN PERKAKAS

A. STANDART PENGETESAN

Mesin-mesin perkakas adalah suatu alat yang berfungsi sebagai pembuat komponen atau macam-macam benda kerja misalnya komponen-komponen permesinan, perkakas-perkakas untuk keperluan industri, benda-benda untuk kebutuhan rumah tangga, dan benda-benda lain yang merupakan hasil pengerjaan mesin perkakas. Adapun yang disebut dengan mesin perkakas di sini adalah mesin bubut, mesin frais, mesin sekrup atau mesin ketam, mesin gerinda silinder dan gerinda datar, dan mesin perkakas yang lain yang fungsinya sebagai pembuat produk komponen permesinan.

Jenis komponen yang dihasilkan oleh mesin-mesin perkakas tersebut pada prinsipnya adalah, komponen untuk keperluan perakitan dan jenis komponen yang tidak perlu dirakit. Untuk keperluan yang perlu dirakit atau perlu disatukan dengan komponen yang lain (baik dalam satu pabrik ataupun antar pabrik), maka untuk:

- ketelitian ukuran
- bentuk yang ideal, dan
- dimensi-dimensi lain

dari komponen tersebut harus betul-betul terpenuhi sesuai dengan kualitas yang diminta. Sehingga komponen tersebut kalau disetel atau dirakit, tidak memerlukan waktu banyak untuk mengadakan penyesuaian di antara komponen yang dirakit.

Jika demikian, maka mesin perkakas yang digunakan untuk mengerjakan komponen tersebut harus bias memenuhi ketelitian atau kualitas yang diminta oleh komponen yang dikerjakan, dalam arti ketelitian mesin perkakas (ketelitian geometris) harus betul-betul memenuhi standard yang sudah ditentukan. Apalagi kalau mesin-mesin perkakas tersebut sudah dipakai, yang mungkin dalam pemakaian tersebut tidak selalu dikontrol, maka jelas mesin itu tidak akan bisa bekerja dengan teliti, sehingga hasilnya pun tidak sesuai dengan ketelitian yang diminta.

Demikian juga dengan mesin-mesin perkakas yang telah dibongkar, pemasangannya dan penyetelannya kembali paling tidak harus mendekati harga standard yang ada dalam pengetesan atau pengujian mesin perkakas. Secara kasar semua penyimpangan-penyimpangan yang terjadi tidak boleh melebihi dari harga 0,02 mm sampai dengan 0,05 mm (dianggap sebagai pedoman jika si pekerja si montir mesin perkakas tidak mempunyai test chart sesuai dengan yang sedang diperbaiki). Hal tersebut mungkin sekali bisa terjadi, karena dalam perbaikan terjadi pengurangan ukuran akibat dari pengikiran atau pengerjaan dengan mesin, selain itu kesalahan dalam menempatkan posisi komponen mesin dalam susunannya semula juga berpengaruh sekali. Dengan demikian sangatlah perlu mengadakan pengetesan pada mesin-mesin perkakas yang telah selesai mengalami proses perbaikan (repairing)

Untuk mengetahui ketelitian dari mesin perkakas diperlukan suatu standard ketelitian yang khusus digunakan untuk pengetesan ketelitian geometris dari mesin perkakas tersebut. Adapun klasifikasi ketelitian geometris dari mesin perkakas dapat diperoleh dari sejumlah standart yaitu:

- standart ISO;
- standart BSA;
- standart Schlesinger;
- standart IS
- standart DIN
- standart Solomon;
- dan lain sebagainya

Standart-standart tersebut tidaklah sama antara yang satu dengan yang lainnya, tetapi pada prinsipnya sama dan standart-standart tersebut dapat dipakai untuk menguji ketelitian geometris dari suatu mesin perkakas, Diantara beberapa standart tersebut yang paling tua dipakai adalah standart Schlesinger (standart dibuat oleh Dr. Schlesinger), tetapi standart ini

dipakai sebagai pedoman oleh standart-standart yang lainnya seperti ISO, BSA dan lain-lainnya.

Bagi seorang pekerja atau operatos mesin perkakas, atau orang-orang yang sering berkecimpung dalam hal mesin-mesin perkakas, mereka itu sangatlah perlu untuk mengetahui atau bahkan memiliki standart pengujian ketelitian geometris mesin perkakas tersebut . Sebab kalau tidak, mereka tidak akan mengetahui penyimpangan-penyimpangan dan ketelitian ketelitian yang seharusnya dimiliki oleh mesin perkakas. Dalam kenyataannya penggunaan standart pada mesin perkakas adalah untuk mengetahui atau memperoleh informasi tentang :

- lintasan bimbing yang lurus;
- garis sumbu yang koaksial;
- bidang yang hampir benar-benar rata;

Yang kesemuanya itu untuk menjamin ketelitian geometris benda kerja yang dihasilkan melalui proses permesinan (dikerjakan dengan mesin mesin perkakas).

Pada umumnya di tiap-tiap mesin perkakas, penggabungan lengkap dari komponen-komponen mesin perkakas yang walaupun tiap-tiap komponen mempunyai bentuk maupun ukuran geometris yang baik dan terpenuhi, tetapi setelah digabungkan menjadi satu mesin perkakas yang utuh, mereka itu tidak mungkin tidak menyimpang dari bentuk maupun ukuran geometris yang diinginkan. Sehingga pada tiap-tiap mesin perkakas mempunyai harga-harga toleransi kualitas geometris yang besarnya berbeda di antara jenis mesin yang satu dengan yang lainnya sesuai dengan standart yang dipakai.

Ada tiga alasan pada mesin perkakas, bahwa ia harus dan tidak mungkin tidak menyimpang dari bentuk dan ukuran geometris yang sempurna seperti yang diinginkan (diutamakan pada mesin yang sudah dipakai), ketiga alasan tersebut adalah:

1. Terjadinya perbedaan temperatur yang timbul pada waktu mesin sedang berjalan.
2. Adanya pengaruh dari gaya-gaya yang bekerja atau yang ditimbulkan selama mesin dipakai, misalnya gaya-gaya pemotongan, gaya-gaya penjepitan, gaya-gaya gesekan, gaya-gaya perputaran dan gaya-gaya yang lainy timbul pada waktu mesin berjalan.
3. Terjadinya kecepatan keausan yang berbeda-beda di masing-masing tempat selama mesin digunakan.

B. KETELITIAN GEOMETRIS MESIN PERKAKAS

Ketelitian geometris mesin perkakas dimaksudkan untuk mengadakan pengetesan atau pengujian terhadap dimensi-dimensi dan bentuk-bentuk serta posisi-posisi dari komponen mesin antara yang satu dengan yang lainnya, misalnya ketegak lurusan antara dua bidang, kesejajaran antara dua gerakan, kesejajaran antara dua bidang dan lain sebagainya. Ketelitian geometris suatu mesin perkakas dapat dibagi atas tiga klasifikasi yaitu:

1. Ketelitian geometris mesin perkakas statik drain (manufacturing accuracy), yaitu seberapa besar ukuran nyata (yang terukur) dari mesin perkakas dalam keadaan tak berbeban mendekati suatu ukuran baku tertentu.
2. Ketelitian geometris mesin perkakas dinamik (working accuracy), yaitu seberapa besar ukuran yang terukur dari mesin perkakas dalam keadaan berbeban atau dalam keadaan kerja mendekati suatu ukuran baku tertentu.
3. Ketelitian geometris hasil kerja mesin perkakas (performance accuracy), yaitu seberapa besar ukuran geometris benda kerja yang telah dihasilkan oleh mesin perkakas terhadap ukuran baku yang tertentu.

Untuk menentukan baik dan tidaknya kondisi suatu mesin perkakas ditinjau dari semua aspek, maka ketiga macam ketelitian tersebut harus ditest atau diuji yang kemudian diadakan pertimbangan-pertimbangan atau analisa apakah mesin perkakas tersebut dalam keadaan baik atau tidak. Dalam praktek sehari-hari untuk mengetahui ketiga macam ketelitian tersebut ditempuh dengan menggunakan dua jenis pengetesan atau pengujian yaitu:

1. Pengetesan secara statik.

Pengetesan ini dilakukan untuk mengetahui ketelitian geometris pembuatan mesin perkakas, yang dilaksanakan pada keadaan tidak berbeban (drain). Dalam hal ini yang diukur adalah dimensi geometris berbagai komponen dan hubungan gerak relatif dari komponen tersebut antara yang satu dengan yang lainnya, misalnya kelurusan gerak eretan terhadap sumbu kepala tetap (pada mesin bubut), kesejajaran T-slot meja dengan pemegang pahat (pada mesin sekrup); dan lain sebagainya.

2. Pengetesan secara praktis atau secara dinamik.

Pengetesan ini dilakukan untuk mengetahui ketelitian geometris hasil kerja dari mesin perkakas. Yang ditest dalam hal ini adalah benda kerja yang telah dipotong dengan mesin perkakas yang bersangkutan. Permukaan benda kerja yang telah dipotong tersebut harus mempunyai ukuran geometris yang tertentu atau ukuran geometris yang diinginkan.

Sehubungan dengan hal tersebut, maka si pekerja atau si montir mesin perlu sekali mengetahui macam ketelitian geometris mesin perkakas dan pengetesannya, karena ketiga macam ketelitian tersebut saling berhubungan dengan test statik dan dinamik atau test praktis. Dan perlu diketahui juga bahwa ketelitian geometris mesin itu ditentukan pula oleh gerakan komponen itu sendiri. Kemudian kalau diperhatikan gerakan komponen-komponen tersebut pada prinsipnya bergerak secara rotasi (gerakan-gerakan putar) dan secara translasi (gerakan-gerakan yang lurus)

Untuk menjamin gerakan-gerakan tersebut, pada mesin perkakas dilengkapi dengan apa yang disebut “pemandu gerak” yang berfungsi sebagai landasan gerak dari komponen-komponen mesin perkakas. Dengan demikian “pemandu gerak” ini sangatlah erat sekali kaitannya dengan macam ketelitian dan jenis pengetesan mesin perkakas, untuk itu perlu sekali ditest karena gerakan utama mesin ditentukan oleh baik atau buruknya “pemandu-pemandu gerak” tersebut.

C. TOLERANSI

Semua hal yang berhubungan dengan pengukuran baik itu pengukuran benda kerja ataupun pengukuran mesinnya sendiri, tidak mungkin dan tidak bisa lepas dari harga-harga toleransi yang telah ditentukan.

Sangatlah sulit bagi operator atau pekerja mesin perkakas untuk mendapatkan benda kerja ataupun penggabungan komponen yang betul-betul sesuai dan pas dengan dimensi mutlak tanpa mencapai harga toleransi. Pada penggabungan komponen mesin perkakas, dari komponen yang satu dengan komponen yang lain kalau ingin disatukan (misal antara poros dengan bantalan) tanpa ada harga toleransi maka kedua komponen tidak akan bisa terpasang (harga dimensinya sama tetapi tidak ada harga toleransi). Dengan adanya hal tersebut gerakan mesin perkakas tidak mungkin lepas dari penyimpangan-penyimpangan, hanya saja penyimpangan-penyimpangan tersebut dibatasi sesuai dengan standart yang ada. Kemudian besarnya harga-harga penyimpangan yang diperbolehkan atau yang sesuai dengan standart disebut dengan toleransi.

Toleransi di sini dapat didefinisikan sebagai harga-harga yang membatasi penyimpangan-penyimpangan dari harga baku yang diikuti dengan suatu harga yang tidak boleh untuk dilampaui. Harga-harga toleransi tersebut berhubungan dengan ukuran, bentuk, posisi, dan gerakan-gerakan yang penting bagi ketelitian mesin perkakas.

Apabila suatu toleransi harus ditentukan, maka ada syarat-syarat yang harus dipenuhi, yaitu :

1. Satuan pengukuran yang dipergunakan, misal untuk panjang, untuk sudut, dan lain sebagainya.
2. Bidang atau garis referensi dari harga toleransi, demikian pula arah serta lokasinya terhadap referensi yang diambil.
3. Besarnya jangkauan (range) pengukuran yang dilakukan.

Dalam pengetesan atau pengujian mesin perkakas ada terdapat tiga jenis toleransi yang sering digunakan, toleransi -toleransi tersebut antara lain adalah :

1. Toleransi Dimensi.

Toleransi dimensi didefinisikan sebagai batas harga penyimpangan yang diperbolehkan terhadap dimensi nominal yang telah ditentukan. Dan toleransi dimensi ini biasanya dinyatakan dalam satuan panjang.

2. Toleransi Posisi.

Toleransi posisi didefinisikan sebagai batas harga penyimpangan yang diperbolehkan dari suatu komponen yang relatif terhadap suatu bidang atau terhadap komponen yang lainnya. Toleransi posisi biasanya dinyatakan dalam satuan panjang dan sudut. Contoh penyimpangannya misal kesejajaran bed terhadap spindel utama (sumbu utama), ketegaklurusan spindel bor (sumbu bor) dengan meja kerja, dan lain sebagainya.

3. Toleransi Bentuk.

Toleransi bentuk didefinisikan sebagai batas harga penyimpangan yang diperbolehkan terhadap bentuk geometrik teoritis suatu komponen. Toleransi bentuk ini biasanya dinyatakan dalam satuan panjang atau sudut. Misal penyimpangan relatif terhadap bidang lurus, terhadap bidang datar, terhadap profil, dan lain sebagainya.

D. BEBERAPA KONSEP DASAR KETELITIAN GEOMETRIS MESIN PERKAKAS

Ada beberapa konsep dasar yang harus diketahui dan dipakai oleh si operator atau si montir mesin dalam pengetesan ketelitian geometris mesin perkakas, yaitu :

1. Kelurusan (straightness).

Suatu garis dinyatakan lurus apabila harga perubahan dari jarak antara titik-titik pada garis itu terhadap satu bidang proyeksi yang sejajar terhadap garis, selalu di bawah suatu harga tertentu.

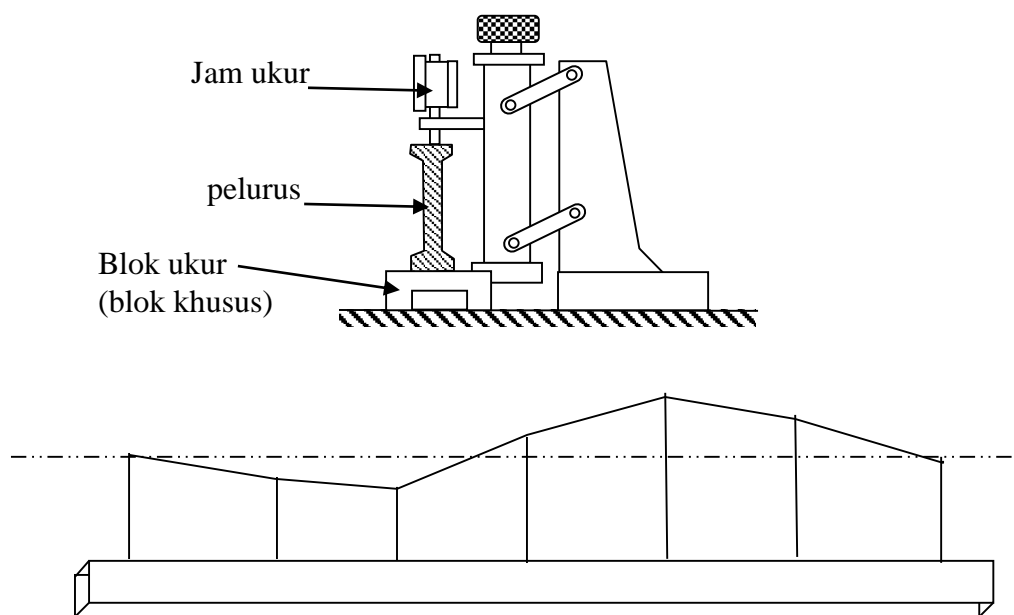
dalam pengetesan mesin perkakas, yang perlu ditest mengenai kelurusan in adalah :

- a. kelurusan antara dua bidang.
- b. Kelurusan masing-masing komponen.
- c. Kelurusan gerakan tiap komponen dan antar komponen.

Metode untuk pengukuran ada bermacam-macam, yang masing-masing dapat dipakai menurut situasi dan kondisinya, maksudnya jika alat ukurnya ada (sesuai dengan yang diinginkan) dan memungkinkan dipakai untuk mengukur. Ada tiga macam metode yang dapat dipakai untuk mengukur kelurusan tersebut yaitu, metode pengukuran kelurusan dengan pelurus (straight edge), pengukuran kelurusan dengan pendatar (spirit-level), dan pengukuran kelurusan dengan menggunakan Autokolimator (autocollimator). Dari ketiga jenis tersebut masing-masing mempunyai kelebihan sendiri-sendiri, kelebihan yang dimaksud terutama menyangkut ketelitian yang dipunyai.

- Metode Pengukuran kelurusan Dengan Menggunakan pelurus

Pada metode ini peralatan yang dipakai adalah, pelurus, blok ukur (slip gauge) secukupnya, dan jam ukur (dial indicator) beserta pemegangnya. Pada metode ini pelurus harus ditumpu oleh dua susunan blok ukur yang sama tingginya secara bersama-sama di atas permukaan atau bidang yang akan diukur, yang kemudian pada bagian atas dari pelurus dicek kelurusannya dengan menggunakan jam ukur. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada gambar berikut ini.

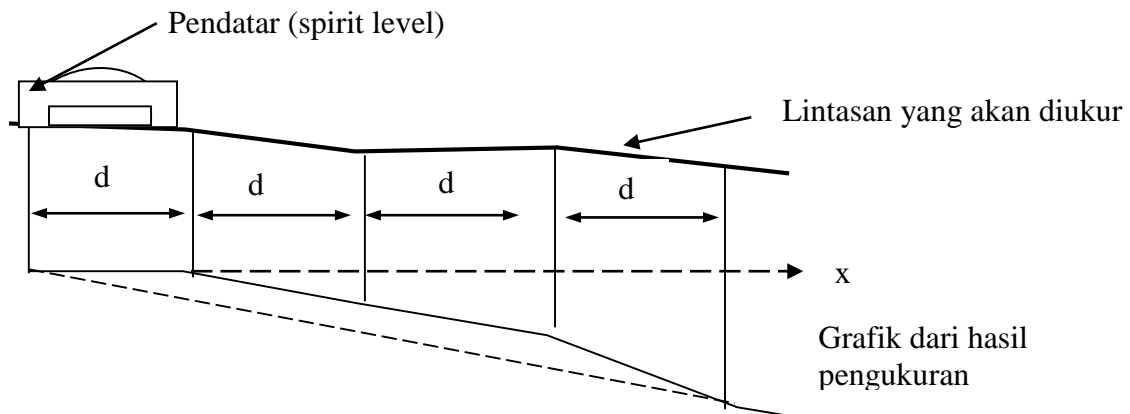


Gambar 9. Pengukuran kelurusan dengan menggunakan pelurus.

- Metode Pengukuran kelurusan Dengan Menggunakan Pendatar.

Pada metode ini peralatan yang dipakai adalah pendatar (spirit level) dengan ketelitian yang sangat presisi. Selain ketelitian satu hal lagi yang harus diketahui adalah panjang dari pendatar itu sendiri, karena dalam pengukuran ini panjang pendatar sangat menentukan sekali

terhadap konfigurasi kelurusan yang didapatkan. Adapun proses pengukurannya dapat dilaksanakan sebagai berikut, pertama membagi lintasan pada bidang yang akan diukur sesuai dengan panjang pendatar, dan kedua melaksanakan pengukuran yaitu dengan menggeser pendatar tersebut pada lintasan yang sudah dibagi pada langkah pertama, langkah ketiga mencatat penyimpangan yang terjadi yang selanjutnya diterjemahkan dalam bentuk gambar grafik. Untuk lebih jelasnya berikut ini diberikan gambar skema pengukuran kelurusan beserta grafik hasil pengukurannya.



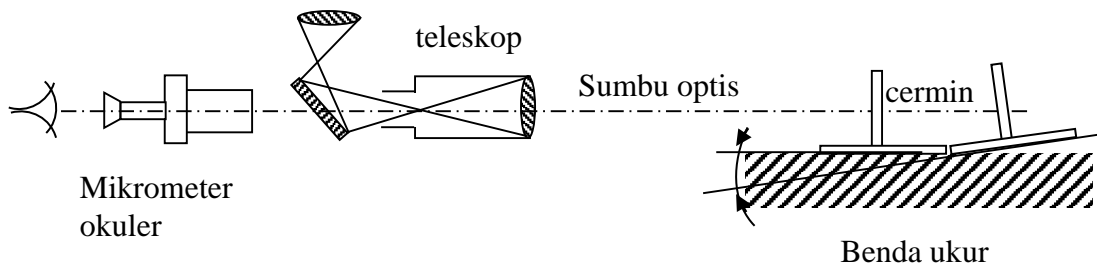
Gambar 10. Pengukuran kelurusan dengan pendatar.

- Pengukuran Kelurusan Dengan Menggunakan Autokolimator

Pada metode ini pengukuran yang dilaksanakan menganut prinsip optik, yaitu dengan menggunakan alat ukur optik yang bernama Autokolimator. Peralatan ini dilengkapi dengan satu unit perangkat optik dan sebuah cermin atau reflektor atau target, serta alat-alat bantu lain seperti pelurus, dan lain sebagainya. Adapun proses pengukurannya sama seperti pengukuran dengan menggunakan pendatar, yaitu membagi lintasan yang akan diukur dengan panjang cermin yang dipakai, kemudian mengukur lintasan tersebut seberapa jauh penyimpangannya. Kelebihan alat ini jika dibanding dengan pendatar adalah kecermatan dalam membaca kesalahan yang terjadi, yaitu alat ini bisa membaca langsung dengan ketelitian yang tinggi, tidak perlu diterjemahkan lagi ke dalam ukuran lain.

Secara skematis berikut ini diberikan gambar pengukuran kelurusan dengan menggunakan Autokolimator.



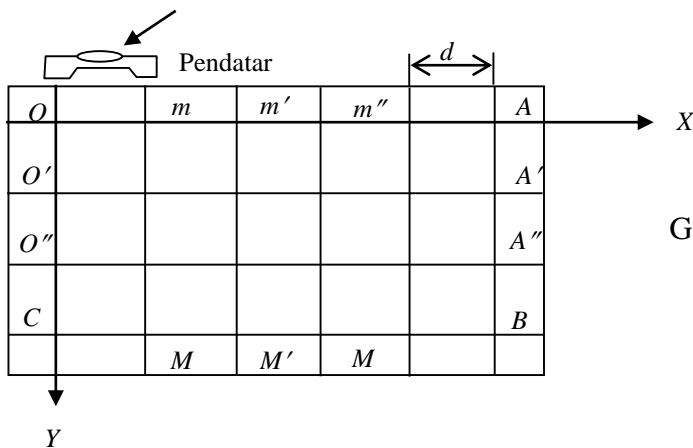


Gambar 11. pengukuran kelurusan dengan menggunakan Autokolimator.

2. Kedataran (flatness).

Suatu permukaan atau bidang dinyatakan rata atau datar bila perubahan jarak tegak lurus dari titik-titik itu terhadap sebuah bidang geometrik yang sejajar permukaannya, mempunyai harga di bawah suatu harga tertentu. Bidang geometrik dapat diwakilkan oleh sebuah plat rata (surface plate) atau oleh sekumpulan garis-garis lurus yang dapat diperoleh dengan pertolongan suatu pelurus (straight edge), pendatar atau sinar cahaya yang dipindah-pindahkan.

Metode untuk mengukurnya dapat dilaksanakan dengan menggunakan alat ukur pendatar, atau alat ukur Autokolimator atau alat-alat ukur optik lainnya seperti Angle Dekkor dan jenis optik yang lainnya. Gambar berikut ini menunjukkan pengukuran kedataran dengan menggunakan pentara (spirit level). Pada gambar terlihat bahwa bidang yang akan diukur dibuat lintasan-lintasan (yang akan dilewati pendatar), lintasan-lintasan tersebut adalah garis OX dan garis OY yang keduanya dibagi beberapa titik (jarak tiap titik sebesar d). prosedurnya lintasan OA dan OC diukur terlebih dahulu, kemudian baru lintasanyang lain seperti $O'A'$; $O''A''$; $m'M'$; $m''M''$; CB ; AB ; dan kalau perlu diagonalnya juga diukur.



Gambar 12. Pengukuran kedataran dengan menggunakan pendatar (spirit level)

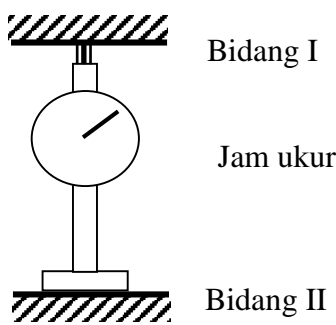
3. Kesejajaran (Paralellism).

Sebuah garis dinyatakan sejajar terhadap suatu bidang apabila diadakan pengukuran antara garis tersebut terhadap bidang pada beberapa tempat, maka perbedaan maksimum yang diperbolehkan tidak melampaui harga tertentu.

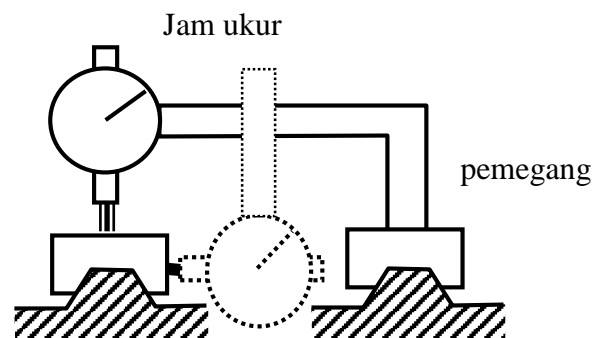
Jenis-jenis kesejajaran yang ada pada mesin perkakas dan yang perlu dites (diuji) adalah :

- Kesejajaran antar bidang yang ada pada mesin perkakas.
- Kesejajaran gerakan antara komponen-komponen mesin.
- Kesejajaran antara sumbu-sumbu.
- Kesejajaran antara sumbu dengan bidang mesin perkakas.

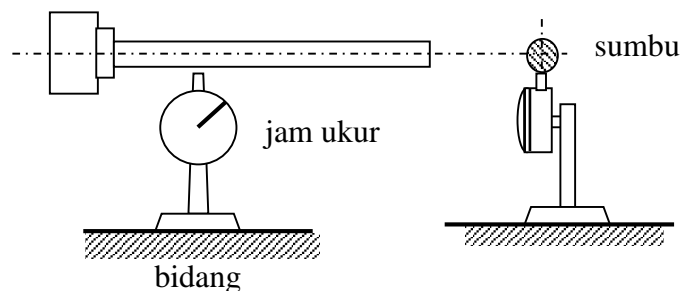
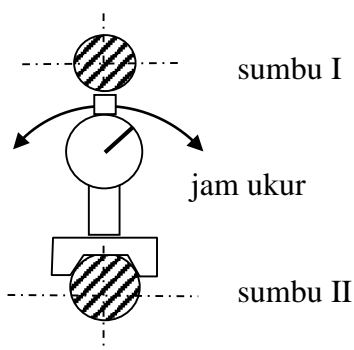
Pengukurannya menggunakan alat-alat ukur yang sederhana seperti jam ukur dan pemegangnya, pendatar dan alat bantu, serta alat-alat ukur yang lainnya. Untuk memberi ilustrasi yang jelas berikut ini diberikan beberapa jenis gambar kesejajaran dan pengukurannya.



Gambar 13. Kesejajaran antar bidang dan



Gambar 14. Kesejajaran gerakan antara komponen mesin dan pengukurannya



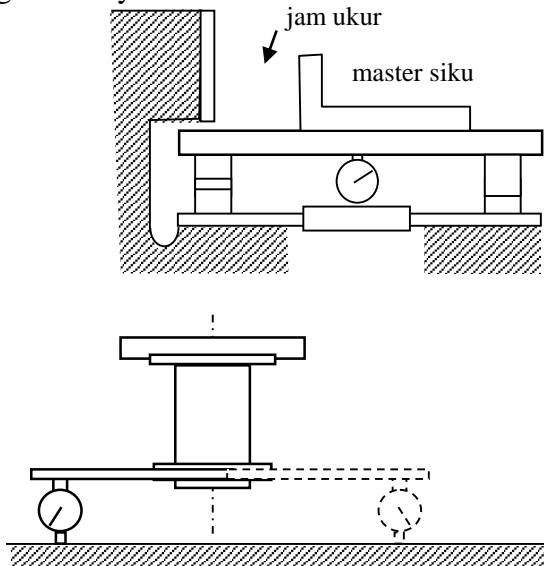
4. Ketegaklurusan.

Dua bidang, dua garis lurus atau satu garis lurus dan sebuah bidang dinyatakan tegak lurus satu terhadap yang lain, apabila penyimpangan kesejajaran terhadap sebuah harga tegak lurus baku tidak melampaui suatu harga tertentu.

Jenis jenis ketegaklurusan yang perlu dites pada mesin perkakas adalah :

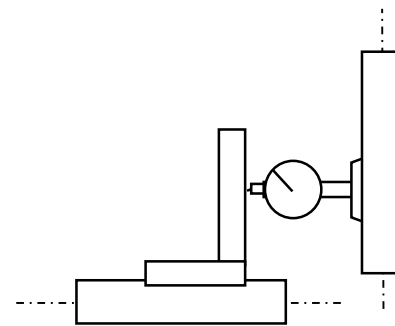
- Ketegaklurusan gerakan-gerakan komponen mesin.
- Ketegaklurusan antara garis lurus dan bidang.
- Ketegaklurusan antara sumbu dengan sumbu.

Berikut ini akan diberikan beberapa ilustrasi tentang ketegaklurusan tersebut dan cara-cara pengukurannya.



Gambar 15a. Salah satu contoh ketegaklurusan antara garis dan bidang serta cara pengukurannya

Gambar 15. Ketegak lurusan gerakan-gerakan komponen mesin dan pengukurannya



Gambar 16. Ketegak lurusan antara sumbu dengan sumbu dan cara pengukurannya

5. Penyimpangan Rotasi

Penyimpangan rotasi banyak sekali terjadi pada mesin-mesin perkakas, karena sebagian besar dari mesin perkakas memakai prinsip kerja rotasi, walaupun dari prinsip rotasi tersebut banyak yang diubah menjadi prinsip translasi. Dengan demikian penyimpangan rotasi pada mesin-mesin perkakas selalu ada dan selalu terjadi baik itu secara dinamik atau statik. Beberapa penyimpangan rotasi yang biasa terjadi pada mesin perkakas adalah :

a. Out of Round.

Yaitu penyimpangan relatif terhadap bentuk lingkaran suatu komponen yang diukur dalam satu bidang yang tegak lurus terhadap sumbu bentuk lingkaran.

b. Penyimpangan Radial Perputaran.

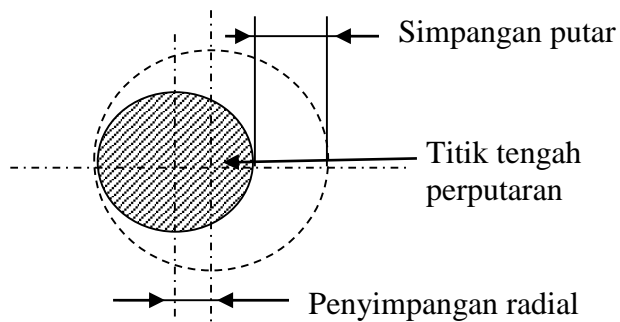
Yaitu bila sumbu geometris benda putar tidak berimpit dengan sumbu putarnya.

c. Camming.

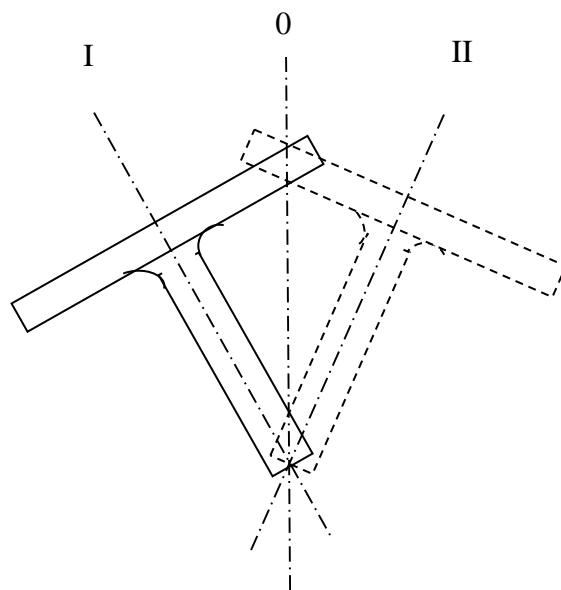
Yaitu bila permukaan dari benda putar tidak tegak lurus terhadap sumbu putar benda tersebut berputar.

Penyebabnya adalah :

- Permukaan benda putar tidak rata.
- Permukaan dan sumbu putar tidak tegak lurus.
- Terjadi perpindahan pada sumbu putarnya.



Gambar 17. Penyimpangan rotasi pada mesin-mesin perkakas.



Gambar 18. Camming

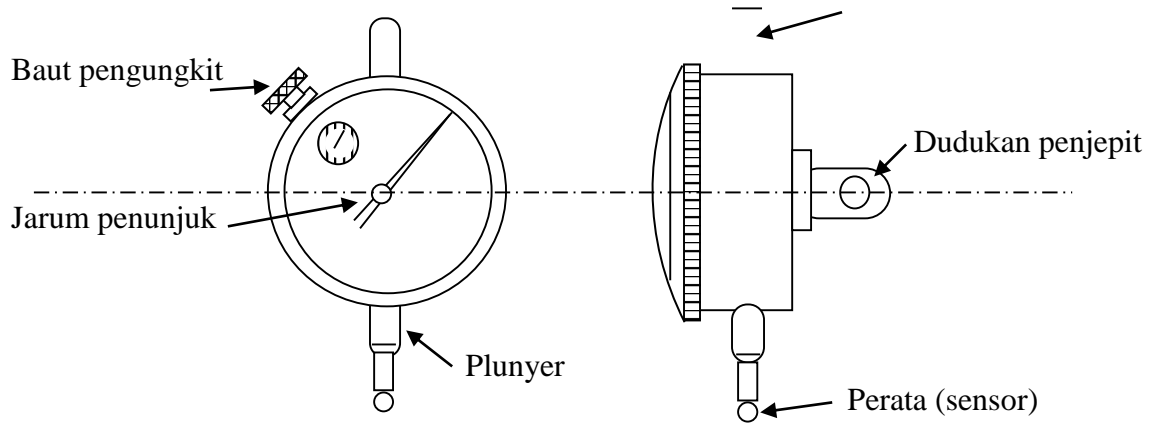
E. ALAT-ALAT UKUR YANG DIPAKAI UNTUK PENGETESAN MESIN PERKAKAS

Dalam pengetesan mesin perkakas ada beberapa alat-alat ukur yang dipakai dan alat-alat tersebut harus mempunyai ketelitian yang tinggi. Diantara alat-alat ukur yang sering dipakai adalah :

1. Jam Ukur (Dial Indicator).

Alat ukur ini dipakai untuk mendeteksi perubahan satuan panjang dalam satu arah. Pada alat ini skala yang ada pada penunjuk harus jelas dan mudah dibaca. Untuk pekerjaan

biasa dan normal suatu divisi menunjukkan perbedaan 0,01 mm, kalau diperlukan dapat dipakai jam ukur yang lebih teliti yaitu dengan divisi sampai dengan 1 μ m (satu mikrometer).



Gambar 19. Jam ukur dan bagian-bagiannya

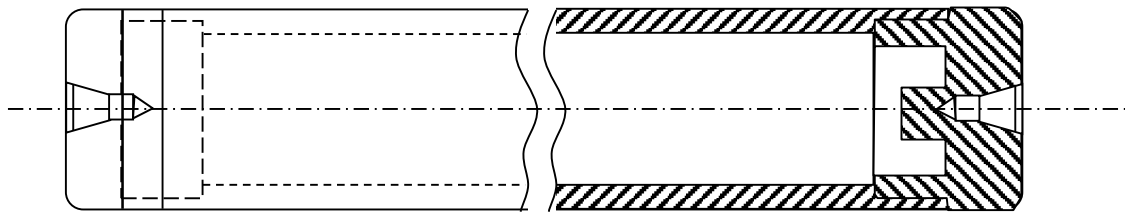
2. Mandrel Penguji.

Adalah suatu alat yang mewakili suatu sumbu yang akan diuji posisinya terhadap elemen-elemen mesin yang lain maupun gerakan sumbu itu terhadap posisinya sendiri.

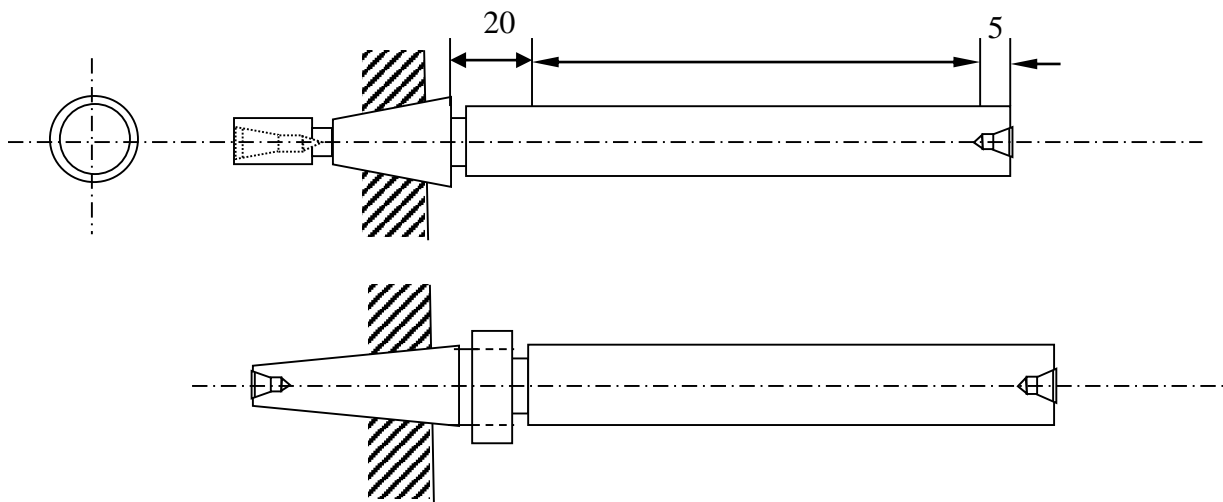
Ada dua jenis mandrel yang dapat dipakai pada pengujian mesin perkakas, yaitu :

- a. Mandrel silindrik, kedua ujungnya mempunyai diameter sama, dan pemakaiannya ditumpu oleh dua senter.
- b. Mandrel silindrik dengan satu ujung berbentuk tirus, pemakaiannya bisa ditumpu oleh kedua ujung senter dan bisa juga dipasang pada lubang tirus (sleave) yang ada pada mesin perkakas.

Mandrel ini terbuat dari bahan baja yang dikeraskan, yang bagian luarnya dilapisi dengan Chrom agar tahan korosi. Ukuran panjangnya bervariasi yaitu, 75 mm, 150 mm, 200 mm, 300 mm, dan 500 mm. Karena fungsinya sebagai wakil sumbu, maka ketelitian yang harus dipunyai baik diameter maupun ukuran panjangnya tidak boleh menyimpang melebihi 2 sampai 3 mikron.



Gambar 20. Mandrel silindrik dan penampang dalamnya



Gambar 21. Mandrel silindrik dengan satu ujungnya berbentuk tirus

3. Pendatar (Spirit level).

Pendatar adalah suatu alat yang terdiri dari suatu tabung melengkung berisi cairan gelembung satu, dan tabung itu biasa dipasang pada suatu dasar besi cor. Fungsi utama dari alat ini dapat merasakan perubahan kemiringan suatu bidang, dan perubahan kemiringan itu dapat dihubungkan dengan perubahan ketinggian. Perubahan kemiringan pada alat ini dinyatakan dalam perubahan ketinggian (dalam mikrometer atau mikron inchi) pada suatu panjang tertentu (dalam meter atau ft).

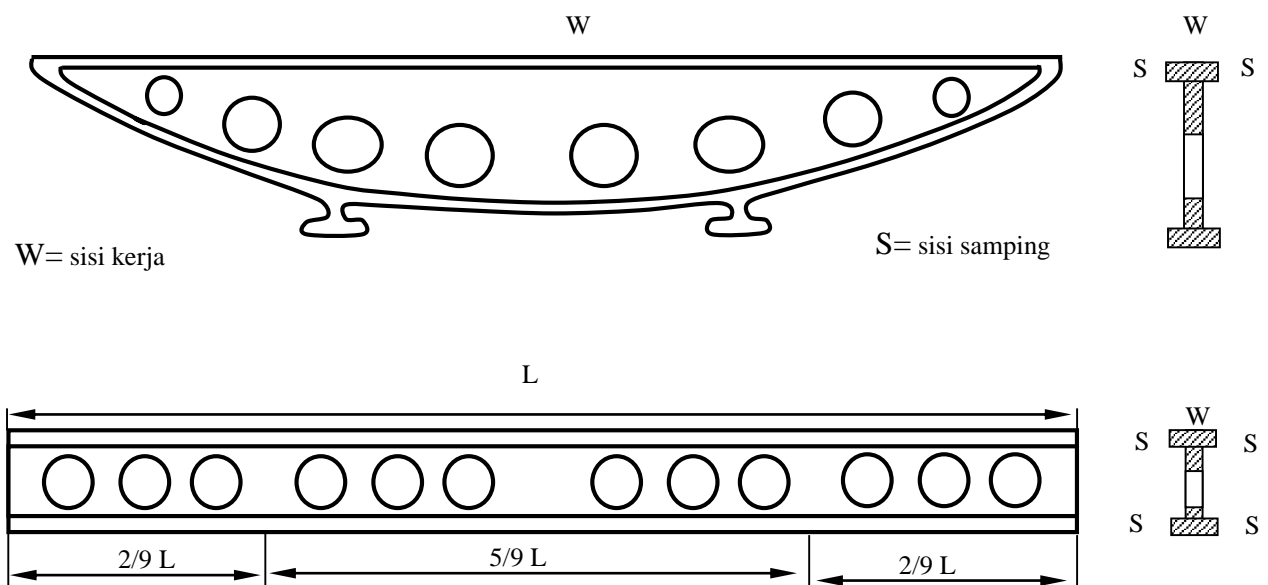
4. Pelurus (Straight edge).

Pelurus adalah suatu alat yang berbentuk atau berpenampang segi empat panjang atau I. Alat ukur ini berfungsi untuk mengukur kedataran atau kelurusan bidang atau permukaan komponen mesin perkakas, syarat yang harus dipenuhi oleh pelurus ini adalah tidak mudah berubah bentuk (melengkung atau memuai). Dalam pemakaiannya biasa dibantu dengan alat ukur lain seperti jam ukur dan blok ukur sebagai penumpu.

Jika alat ini ditumpu di kedua ujungnya, maka defleksi yang diijinkan tidak boleh melebihi dari $1 \mu\text{m}/\text{m}$ ($0,00012''/\text{ft}$).

Ketentuan lain yang harus dipenuhi adalah :

- Kedatarannya (jika ditumpu kedua ujungnya) tidak boleh melebihi $(2 + 10 L)$ mikron atau $(0,0001 + 10^{-5}L)$ inchi;
- Kelurusan jika ditumpu kedua ujungnya tidak boleh melebihi $10(2 + 10 L)$ mikron atau $10(0,0001 + 10^{-5}L)$ inchi;
- Kesejajaran jika ditumpu di kedua ujungnya tidak boleh melebihi $15(2+10L)$ mikron atau $15(0,0001 + 10^{-5}L)$ inchi;
- Kesikuannya $\pm 2,5$ mikron per 10 mm atau $\pm 0,00025$ inchi per satu inchi.
-

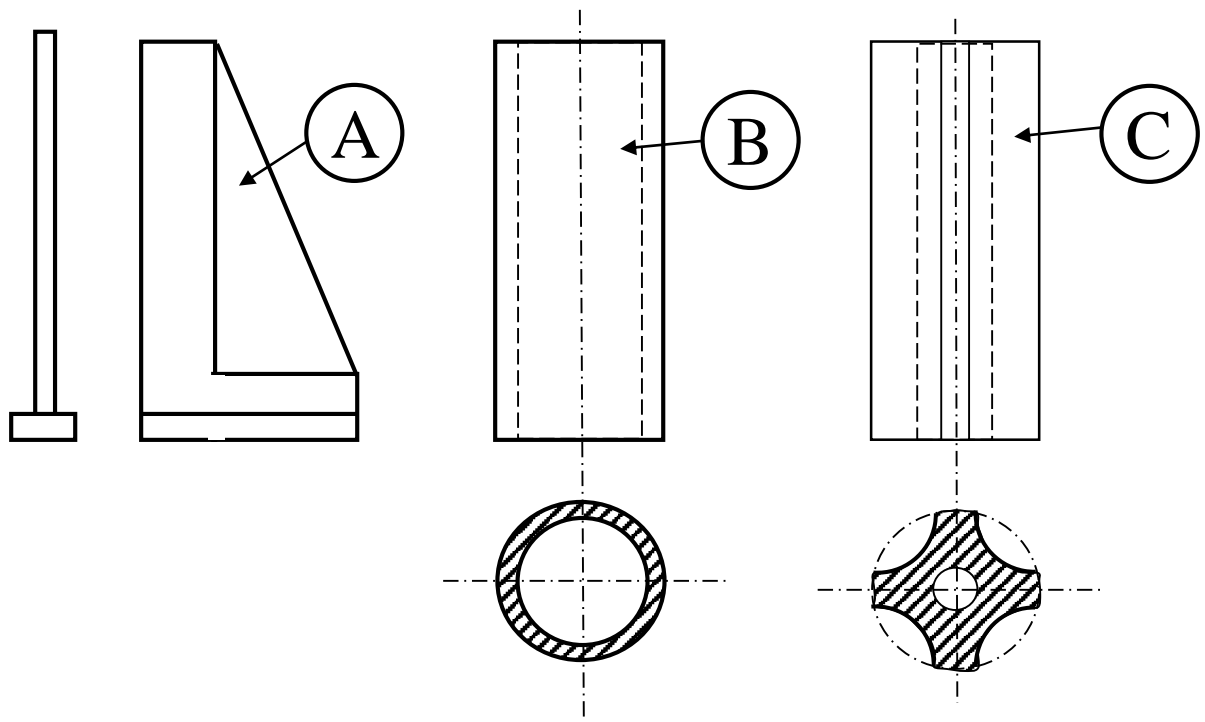


Gambar 22. Pelurus yang dapat dipakai pada pengujian mesin perkakas

5. Siku atau Master Siku (*squares or master squares*).

Alat ini dipakai untuk mengukur ketegak lurusan atau kesikuan antar dua bidang yang berpasangan atau yang berpotongan yang membentuk sudut 90^0 . siku atau master siku ini dapat berbentuk siku atau silinder atau bentuk segi.

Kedataran atau kelurusan yang harus dipunyai adalah, $(2+10L)$ mikron atau $(0,0001 + 10^{-5}L)$ inchi, dimana L = panjang daerah atau sisi kerja siku, sedang untuk kesikuannya 5 mikron/300 mm panjang atau 0,0002 inchi/foot.



Gambar 23. Alat ukur ketegak lurus, A. Bentuk siku, B. Bentuk silindrik, dan C bentuk segi.

F. LEMBAR PENGETESAN MESIN PERKAKAS.

Untuk memberi gambaran tentang pengetesan mesin perkakas, maka berikut ini akan diberikan beberapa contoh lembar uji mesin perkakas untuk mesin-mesin bubut, sekrap, frais vertikal, dan mesin frais universal.