



Program Studi Teknik Mesin
Fakultas Teknik
Universitas Galuh

JURNAL MESIN GALUH



Vol.1, No.1
(2023)



JURNAL MESIN GALUH

e-issn:

p-issn:

Vol 1, No 1, Januari 2023

- ANALISIS PENGUKURAN GEOMETRIK PADA MESIN DRILLING (BOR) DI SMK MUHAMADIYAH CIMANGGU KABUPATEN CILACAP** 1-6
Irna Sari Maulani, Zaenal Abidin
- DAMPAK BAHAN BAKAR PERTALITE TERHADAP TORSI DAN DAYA PADA SEPEDA MOTOR YAMAHA VIXION NVL 2014** 7-12
Tia Setiawan, Zenal Abidin
- ANALISIS SABUK V DAN PULLEY PADA MESIN PENCACAH PLASTIK KAPASITAS 25 KG/JAM** 13-18
Ade Herdiana, Irna Sari Maulani
- PENGARUH BAHAN BAKAR PERTALITE PADA SEPEDA MOTOR YAMAHA VIXION NVL 2014** 19-25
Slamet Riyadi, Heris Syamsuri
- PERANCANGAN SIMULATOR KOMPRESOR TORAK UNTUK MEDIA PEMBELAJARAN** 26-34
Heris Syamsuri, Ade Herdiana



JURNAL MESIN GALUH

e-issn:

p-issn:

Vol 1, No 1, Januari 2023

Jurnal Mesin Galuh (JMG) dikelola oleh Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Galuh. Jurnal ilmiah di bidang teknologi tepat guna dan terapannya terbit 2 kali dalam setahun, yaitu bulan Januari dan Juli.

Penanggung Jawab : Ketua Program Studi Teknik Mesin
Ir. Zenal Abidin, S.T., M.T.

Pimpinan Redaksi : Irna Sari Maulani, S.Si., M.T.

Mitra Bestari : 1. Dr. Ir. Muki Satya Permana, M.T.
(Universitas Pasundan Bandung)
2. Dr. Ir. Hery Sonawan, M.T.
(Universitas Pasundan Bandung)
3. Ir. Engkos Koswara, M.T.
(Universitas Majalengka)
4. Nia Nuraeni Suryaman
(Universitas Widyatama)
5. Heris Syamsuri, S.T., M.T.
(Universitas Galuh Ciamis)

Redaksi Pelaksana : 1. Slamet Riyadi, S.T., M.T.
2. Ir. Tia Setiawan, S.T., M.T.
3. Ade Herdiana, S.T., M.T.

SEKERTARIAT REDAKSI

JURNALMESINGALUH (JMG)
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Galuh
Jln. RE. Martadinata No 150 Ciamis
Email: mesin.galuh@gmail.com
Website: <https://ojs.unigal.ac.id/index.php/jmg>



JURNAL MESIN GALUH

e-issn:

p-issn:

Vol 1, No 1, Januari 2023

PENGANTAR REDAKSI

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Puji syukur kepada Allah SWT selalu kami panjatkan, karena hanya dengan rahmat dan karunia-Nya Jurnal Mesin Galuh Volume 1, Nomor 1, Januari 2022 bisa diterbitkan secara elektronik (E-Jurnal) dengan 6 artikel. Jurnal ini diterbitkan sebagai wahana sosialisasi dan diseminasi hasil penelitian bagi kalangan akademisi maupun masyarakat luas, pada bidang teknologi tepat guna dan terapannya. Bidang kajian yang dicakup dalam jurnal ilmiah adalah teknologi tepat guna yang dipalikhaskan dari ilmu pemesinan seperti konstruksi, metalurgi, konversi energy dan ilmu terapan lainnya.

Penyebarluasan informasi terhadap hasil- hasil penelitian tersebut dapat disampaikan melalui publikasi atau Jurnal ilmiah yang diwadahi dalam Jurnal Mesin Galuh diterbitkan oleh Program Studi Teknik Mesin merupakan salah satu sarana dan wadah bagi para peneliti untuk dapat mendiseminasikan hasil-hasil penelitian yang telah dilakukan serta sekaligus juga bisa sebagai sarana untuk meningkatkan profesionalitas.

Pada edisi kesatu nomor satu ini, JMG menyajikan 6 (enam) buah artikel yang bervariasi mulai dari pemesinan, metalurgi dan konversi energy, keberagaman konten tersebut menunjukkan bahwa terapan teknologi di masyarakat sangat luas dan terbuka berbagai peluang penelitian terkait.

Dalam upaya untuk meningkatkan kualitas Jurnal, kami akan terus berupaya untuk lebih baik. Olehsebab itu, masukan dan saran dari semua pihak sangat diharapkan agar ke depan Jurnal Mesin Galuh(JMG) bisa lebih baik lagi. Hal ini memberikan semangat bagi kami untuk terus mengelola jurnal ini agar dapat terus terbit dan terus meningkat kualitasnya. Akhirnya kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu hingga terbitnya Jurnal ini. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan petunjuk kepada kita semua, dan semoga kita dapat berkarya lebih baiklagi di masa yang akan datang, Amin.

REDAKSI

ANALISIS PENGUKURAN GEOMETRIK PADA MESIN DRILLING (BOR) DI SMK MUHAMADIYAH CIMANGGU KABUPATEN CILACAP

Irna Sari Maulani, Zaenal Abidin

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Galuh

Jl. R.E Martadinata No.150 Ciamis

irna.maulani@unigal.ac.id

ABSTRAK

Pelaksanaan praktikum di institusi pendidikan merupakan bagian penilaian pencapaian setelah KBM secara teoritis. Kelancaran dan keberhasilan dari praktikum sendiri didukung oleh beberapa factor, salah satunya kualitas dari suatu mesin. Praktik kerja mesin bor sendiri sangat bergantung pada geometrik mesin bor yang sering kali perlu kalibrasi dengan biaya yang tidak terjangkau sehingga pengukuran geometrik pada mesin bor kerap kali menjadi berpengaruh terhadap hasil praktik siswa di SMK. Pengukuran geometrik pada mesin bor dilakukan untuk menganalisa penyebab berubahnya ukuran dari hasil penggunaan dengan pengukuran setelah praktik mesin selesai, maka demikian dapat diketahui penyebab yang nantinya menjadi factor pendukung keberhasilan siswa dalam melaksanakan praktik.

Kata kunci: Bor, Geometrik, praktik, analisa

ABSTRACT

The implementation of practicum in educational institutions is part of the assessment of achievement after kbm theoretically. The smoothness and success of the practicum itself is supported by several factors, one of which is the quality of a machine. The working practice of the drilling machine itself is very dependent on the geometric drilling machine which often needs calibration at an unaffordable cost so that geometric measurements on the drilling machine often become influential on the practical results of students at SMK. Geometric measurements on the drilling machine are carried out to analyze the

causes of changing the size of the results of use with measurements after the machine practice is completed, so it can be known the causes that will later become a supporting factor for student success in carrying out practice.

Keyword: drill, geometric, practice,

I. PENDAHULUAN

Pelaksanaan Proses Belajar Mengajar (PBM) di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) adalah adanya pelaksanaan pembelajaran praktek kerja mesin di lab SMK MUHAMMADIYAH CIMANGGU. Pelaksanaan pembelajaran Praktek di SMK mempunyai bobot 60%, lebih besar daripada pembelajaran Teori yang bobotnya 40%. Hal tersebut sesuai implementasi Kurikulum Berbasis Kompetensi (KBK) maka peralatan kerja mesin yang memenuhi kualitas geometrik secara standar harus tetap terpelihara dengan baik. Untuk mendapatkan hasil praktek kerja mesin yang baik, harus didukung dengan tenaga pengajar dan fasilitas yang memadai dan sesuai dengan standar. Survei yang telah dilakukan bahwa, 50-60% peralatan praktek di SMK kondisinya tidak terpelihara dengan baik terutama kualitas geometriknya. Hal itu disebabkan umur pakai (*lifetime*) mesin sudah terlalu lama dan tidak presisi lagi. Peralatan pemesinan untuk praktek pada saat ini sudah banyak yang dilengkapi dengan sistem komputer (CNC Machine). Meskipun demikian, untuk SMK swasta di kota cimanggu Kabupaten Cilacap, masih menggunakan mesin-mesin yang

bersifat konvensional diantaranya mesin bubut, mesin sekrup, dan mesin frais. Ketiga jenis mesin perkakas tersebut, kondisi geometrik harus selalu terpelihara, tetap baik, dan terkontrol. Oleh karena itu diperlukan pengujian kualitas ketelitian mesin perkakas. Kondisi tersebut pasti akan menghambat jalannya pembelajaran praktek di bengkel dan tentunya kualitas pembelajaran praktek tidak tercapai secara maksimal, sehingga permasalahan tersebut harus segera diatasi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan melakukan pengujian ketelitian mesin perkakas yang ada di SMK Muhammadiyah Cimanggu.

Perwujudan dari teori dalam bentuk nyata yang didasari oleh teori tertentu yang mana dalam penerapannya dapat menjadi langkah untuk meningkatkan kualitas siswa dengan cara mengukur alat-alat pada mesin bor dengan ketelitian geometri, sehingga dapat diketahui penyimpangan mesin bor yang ada di SMK Muhammadiyah Cimanggu.

II. Landasan teori

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

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) 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). Adapun klasifikasi ketelitian mesin perkakas dapat diperoleh dari sejumlah standart yaitu:

- standart ISO;
- standart BSA;
- standart Schlesinger;
- standart IS
- standart DIN

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 benda kerja yang dihasilkan melalui proses permesinan (dikerjakan dengan mesin mesin perkakas). 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 lainya timbul pada waktu mesin berjalan.

3. Terjadinya kecepatan keausan yang berbeda-beda di masing-masing tempat selama mesin digunakan

A. Ketelitian Mesin Bor

Ketelitian 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 mesin perkakas statik drain (manufacturing accuracy), yaitu seberapa besar ukuran nyata (yang terukur) dari mesin perkakas dalam keadaan tak terbebani mendekati suatu ukuran baku tertentu.
2. Ketelitian mesin perkakas dinamik (working accuracy), yaitu seberapa besar ukuran yang terukur dari mesin perkakas dalam keadaan berbebani atau dalam keadaan kerja mendekati suatu ukuran baku tertentu.
3. Ketelitian hasil kerja mesin perkakas (performance accuracy), yaitu seberapa besar ukuran ketelitian 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 dites 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 mesin perkakas, yang dilaksanakan pada keadaan tidak berbebani (*drain*). Dalam hal ini yang diukur adalah dimensi berbagai

komponen dan hubungan gerak relatif dari komponen tersebut antara yang satu dengan yang lainnya, misalnya kelurusan gerak mata bor terhadap benda kerja dan lain sebagainya.

Sehubungan dengan hal tersebut, maka si pekerja atau si montir mesin perlu sekali mengetahui macam ketelitian mesin perkakas dan pengetesannya, karena ketiga macam ketelitian tersebut saling berhubungan dengan test statik dan dinamik atau test praktis. Perlu diketahui juga bahwa ketelitian 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 dites karena gerakan utama mesin ditentukan oleh baik atau buruknya “pemandu-pemandu gerak” tersebut.

B. 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.

C. Jenis Mesin Bor

Mesin bor adalah suatu jenis mesin gerakannya memutar alat pemotong yang arah pemakanan mata bor hanya pada sumbu mesin tersebut (pengerjaan pelubangan). Sedangkan Pengeboran adalah operasi menghasilkan lubang berbentuk bulat dalam lembaran-kerja dengan menggunakan pemotong berputar yang disebut BOR. Jenis yang ada banyak dijual dan mudah didapat di masyarakat sebagai berikut.

1. Mesin Meja Bor



Gambar 1 Mesin Meja Bor

Mesin bor meja adalah mesin bor yang diletakkan diatas meja. Mesin ini digunakan untuk membuat lobang benda kerja dengan diameter kecil (terbatas sampai dengan diameter 16 mm). Prinsip kerja mesin bor meja adalah putaran motor listrik diteruskan ke poros mesin sehingga poros berputar. Selanjutnya poros berputar yang sekaligus sebagai pemegang mata bor dapat digerakkan naik turun dengan bantuan roda gigi lurus dan gigi rack yang dapat mengatur tekanan pemakanan saat pengeboran.

2. Mesin Bor Tangan

Mesin bor tangan adalah mesin bor yang pengoperasiannya dengan menggunakan tangan dan bentuknya mirip pistol. Mesin bor tangan biasanya digunakan untuk melubangi kayu, tembok maupun pelat logam. Khusus Mesin bor ini selain digunakan untuk membuat lubang juga bisa digunakan untuk mengencangkan baut maupun melepas baut karena dilengkapi 2 putaran yaitu

kanan dan kiri. Mesin bor ini tersedia dalam berbagai ukuran, bentuk, kapasitas dan juga fungsinya masing-masing.



Gambar 2 Mesin Bor Tangan

3. Mesin Bor Tegak

Digunakan untuk mengerjakan benda kerja dengan ukuran yang lebih besar, dimana proses pemakanan dari mata bor dapat dikendalikan secara otomatis naik turun. Pada proses pengeboran, poros utamanya digerakkan naik turun sesuai kebutuhan. Meja dapat diputar 3600 , mejanya diikat bersama sumbu berulir pada batang mesin, sehingga mejanya dapat digerakkan naik turun dengan menggerakkan engkol.



Gambar 3 Mesin Bor Tegak

D. Prosedur pengukuran metode Schlesinger

Proses pengukuran geometrik pada mesin drilling menggunakan metode Schlesinger. Berikut ini tahapan proses pengukuran geometri pada mesin drilling:

1. Kerataan pada alas mesin driling dengan alat spirit level manual dengan melihat hasil pengukuran di dapat gelembng air masih dalam batas tengah .
2. Pengukuran spindle taper pada spindle dengan trui running dengan toleransi 0.03 per 100 mm. Dan toleransi 0.04 per 300 mm dengan alat bantu tes mandrel.

III. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Perhitungan Pengukuran Ketelitian Mesin Drilling

Pengukuran *spindle point* dengan geometrik horizontal untuk mencari berapa besar penyimpangan integritas putaran spindle dititik atas, dan data hasil pengukuran ada di tabel berikut ini.

Table 1 Data pengukuran Ketelitian

k	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Rata-rata
	0,03	0,031	0,032	0,03	0,03	0,03	0,03	0,033	0,03	0,035	0,03

Mencari nilai rata-rata dari hasil pengujian menggunakan data dibawah ini.

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \dots \dots (1)$$

Pengukuran Center Point

Table 2 Data Pengukuran Center Point

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Rata-rata
0,03	0,03	0,032	0,03	0,03	0,03	0,034	0,03	0,03	0,03	0,03

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

- a. Pengujian yang dilakukan pada tiga komponen gerak dari mesin drilling yang ada di Laboratorium SMK Muhammadiyah Cimaggu kabupaten

Cilacap, meliputi pengukuran penyelarasan terhadap alas mesin drilling, kerataan fondasi dan putaran work spindle. Pengukuran dari ketiga jenis pengujian yang dapat dilakukan disebabkan keterbatasan alat bantu ukur yang dapat menunjang pelaksanaan pengukuran lainnya.

b. Untuk meminimalisir kerusakan pada mesin drilling adalah dengan melakukan perawatan dan pengukuran pada bagian-bagian mesin drilling.

Saran

Perlu dilakukan pengadaan atau kalibrasi alat bantu ukur, sehingga dapat melakukan pengukuran ketelitian mesin perkakas secara akurat dan dapat

dilakukan lebih banyak pengukuran pada komponen mesin perkakas.

REFERENSI

- Arifin, S. 1993, Alat Ukur dan Mesin Perkakas. Ghalia Indonesia, Jakarta
- Bagiasna, K. 2000, Pengantar Pengetesan Ketelitian Geometrik Mesin Perkakas. Teknik Produksi Mesin Institut Teknologi Bandung.
- Rochim, T. 1985. Proses Pemesinan, Laboratorium Teknik Produksi Mesin Institut Teknologi Bandung.
- Arifin, S. 1993, Alat Ukur dan Mesin Perkakas. Ghalia Indonesia, Jakarta
- Bagiasna, K. 2000, Pengantar Pengetesan Ketelitian Geometrik Mesin Perkakas. Teknik Produksi Mesin Institut Teknologi Bandung.
- DR. Georg Schlesinger Testing Machine Tools 1901