

PENGUKURAN KETELITIAN GEOMETRIK MESIN BUBUT *HARRISON* 600 DI LABORATORIUM MANUFAKTUR TEKNIK MESIN UNIVERSITAS SAM RATULANGI

Jefferson Mende

Teknik Mesin Universitas Sam Ratulangi, Manado

e-mail : jeffersonmende@yahoo.co.id

ABSTRAK

Mesin perkakas yang baik mampu menghasilkan produk benda kerja dalam berbagai macam bentuk yang berkualitas. Salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas benda kerja adalah kualitas mesin perkakas yang digunakan dalam proses pemotongan benda kerja itu. Kualitas mesin perkakas yang baik berdasarkan ketelitian yaitu ketelitian geometrik mesin perkakas.

Penelitian ini dilakukan untuk mengukur ketelitian geometrik dari mesin bubut *Harrison* 600 yang ada di Laboratorium Manufaktur Teknik Mesin Universitas Sam Ratulangi Manado. Prosedur pengukuran yang digunakan mengikuti prosedur pengujian ISO 1708 yang telah menjadi petunjuk baku. Pengukuran menggunakan alat ukur *spirit level* dan *dial indikator*.

Dari hasil pengukuran didapatkan besar penyimpangan ketelitian geometrik mesin bubut *Harrison* 600 masih dalam batas toleransi, tidak mempengaruhi hasil ketelitian benda kerja dan dikategorikan laik digunakan untuk membuat benda kerja. Data hasil pengukuran ketelitian geometrik ini bisa dijadikan petunjuk perbaikan, sehingga pihak pemakai mesin bubut yang bersangkutan dapat mengambil tindakan lebih lanjut berkenaan dengan kondisi mesin bubut tersebut.

Kata kunci : Ketelitian Geometrik, spirit level dan dial indikator.

1. PENDAHULUAN

Pada umumnya dalam proses pemotongan logam oleh mesin, digunakan mesin perkakas sebagai sarana terjadinya interaksi dalam bentuk gerak potong (*cutting*) dan gerak makan (*feeding*) antara perkakas pahat potong dengan material benda kerja. Dengan demikian mesin perkakas dapat digerakkan sedemikian rupa sehingga memungkinkan terjadinya proses pemotongan material benda kerja oleh pahat potong (*tools*). Mesin perkakas yang baik mampu menghasilkan produk benda kerja dalam berbagai macam bentuk yang berkualitas. Salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas benda kerja atau ketelitian benda kerja adalah kualitas mesin perkakas yang dipergunakan dalam proses pemotongan benda kerja itu. Kualitas-kualitas mesin perkakas yang baik akibat adanya ketelitian yaitu ketelitian geometrik mesin perkakas. Walaupun ketelitian benda kerja yang dihasilkan oleh pemotongan tersebut tidak semata-mata dipengaruhi oleh ketelitian geometrik mesin perkakas saja, tetapi masih ada beberapa faktor pengaruh antara lain : Keadaan proses pemotongan, Temperatur lingkungan, Keadaan pahat, Pemasangan benda kerja pada pencekam, Gaya-gaya pemotongan. ketelitian geometrik mesin perkakas yang langsung mempengaruhi kualitas benda kerja adalah : Ketelitian permukaan referensi, Ketelitian gerak linier, Ketelitian putaran spindel, Ketelitian gerak pindah (*displacement-accuracy*). Faktor-faktor ketelitian geometrik mesin perkakas antara lain : Kelurusan, kerataan, kesejajaran, ketegaklurusan dan rotasi serta berbagai aspek yang berhubungan dengan aktifitas pengujian mesin perkakas.

Penelitian ini dirumuskan bagaimana melakukan pengukuran ketelitian geometrik pada mesin bubut *harrison* 600 dan menganalisis hasil pengukuran tersebut. Pengukuran ketelitian geometrik diarahkan pada alas mesin bubut, sumbu pada kepala lepas, sumbu utama mesin bubut, senter yang dicekam pada kepala pencekam, plat pembawa, eretan dan poros potong bubut atau sekerup hantar. Alat yang dipergunakan untuk pengukuran ketelitian geometrik adalah *spirit-level* dan *dial indikator*. Pengukuran ketelitian geometrik yang dilaksanakan mengacu pada pengujian mesin bubut ISO 1708. Adapun manfaat dari penelitian ini adalah agar dapat mengetahui prosedur pengukuran ketelitian geometrik dan sampai sejauh mana manfaat pengukuran ketelitian geometrik pada mesin bubut *Harrison* 600 setelah dioperasikan dalam jangka waktu yang cukup lama.

2. LANDASAN TEORI

Mesin bubut adalah salah satu mesin perkakas dengan gerak utama berputar dan berfungsi sebagai pengubah bentuk dan ukuran benda dengan jalan menyayat benda tersebut dengan pahat penyayat, posisi benda kerja berputar sesuai dengan sumbu mesin dan pahat diam bergerak kekanan/kekiri searah dengan sumbu mesin menyayat benda kerja. Mesin bubut juga dapat memotong benda kerja dengan menggunakan pahat pemotong.

Tahap Awal Pengujian Ketelitian Geometrik Mesin Perkakas

Benda kerja yang dihasilkan oleh proses pemotongan memiliki kualitas tertentu dan bisa diketahui dari ketelitian dimensi, ketelitian bentuk serta kehalusan permukaan benda kerja tersebut. Penyimpangan ketelitian benda kerja berhubungan erat dengan penyimpangan ketelitian pada mesin perkakas, karena mesin perkakas yang memotong atau menyayat benda kerja tersebut. Penyimpangan ketelitian pada mesin perkakas dapat diketahui melalui suatu pengujian mesin perkakas yang benar dan tepat.

Untuk mengetahui ketelitian geometrik suatu mesin perkakas maka perlu dilakukan pengujian menurut prosedur yang telah baku. Pengembangan prosedur pengujian sebenarnya telah dirintis sejak tahun 1901 oleh *Schlesinger* dalam usahanya membuat suatu standar kelaikan (*acceptance-standars*) untuk mesin perkakas. Setelah beberapa lama berbagai prosedur pengujian mesin perkakas telah diakui oleh seluruh pemakai dan pembuat mesin perkakas dan Organisasi Standar Internasional (ISO) merangkum berbagai prosedur tersebut menjadi petunjuk baku. Pengujian ketelitian geometrik mesin perkakas dimaksudkan sebagai :

- **Tes kelaikan (*acceptance-test*)**

Pengujian ini dikerjakan ditempat pabrik pembuat mesin perkakas yang bersangkutan. Tes kelaikan dilaksanakan menurut prosedur yang standar dan lembar uji menunjukkan bahwa pabrik pembuatan mesin perkakas tersebut menjamin kualitas mesin yang dijualnya.

- **Bagian kegiatan pemeliharaan (*maintenance*) mesin perkakas**

Pihak pemakai mesin perkakas yang bersangkutan bisa mengambil tindakan lebih lanjut berkenaan dengan kondisi mesin perkakasnya itu dengan berpatok pada data hasil pengujian.

- **Evaluasi hasil rekondisi (*rehabilitasi*) mesin perkakas**

Data hasil pengujian sebelum kegiatan rehabilitasi bisa dijadikan pedoman bagi usaha rehabilitasi tersebut dan data pengujian setelah rehabilitasi bisa memperlihatkan perbaikan-perbaikan yang dicapai untuk memperbaiki kualitas mesin perkakas yang bersangkutan.

Sebelum melakukan pengujian ketelitian geometrik pada mesin perkakas perlu diperhatikan beberapa hal yang dapat menunjang keberhasilan dalam melakukan pengujian tersebut antara lain:

- ◆ **Penyelarasan (*leveling*)**, Sebelum tahap pengujian ketelitian geometrik dimulai maka perlu diperhatikan terlebih dahulu keadaan penempatan mesin perkakas tersebut pada pondasinya. Tempat-tempat tumpuan mesin perkakas yang bersangkutan diatur sedemikian rupa sehingga bidang-bidang referensinya tidak ada yang mengalami puntiran (*twisting*) yang sebisa mungkin horisontal.
- ◆ **Pengkondisian Temperatur Komponen-komponen Sebelum Pengujian**, Tujuan pengkondisian ini adalah supaya temperatur beberapa komponen mesin perkakas yang akan diuji itu mendekati keadaan normal pemakaiannya sehari-hari. Keadaan ini terjadi misalnya pada kepala diam (*head-stock*) tempat dirakitnya spindel utama (*main-spindel*) dan bantalannya serta tempat berbagai roda gigi reduksi. Lama pemutaran tanpa beban biasanya 60 menit dan tempertaur rata-rata kepala diam adalah 56°C.
- ◆ **Lembar Uji (*Test- Chart*)**, Lembar uji yang lengkap biasanya memberikan informasi sebagai berikut :
 1. Standar yang dipergunakan dalam pengujian ketelitian geometrik mesin perkakas tersebut.
 2. Jenis pengujian dan urutan proses pengujian serta jumlah keseluruhan jenis pengujian.
 3. Gambar sket masing-masing jenis pengujian yang merupakan ilustrasi dan bisa memberikan informasi tentang :
 - a. Tempat pemasangan alat bantu dan tempat peletakan alat ukur
 - b. Jenis alat ukur dan alat bantu yang dipergunakan

c. Proses pengukuran

4. Penyimpangan yang diijinkan dan spesifikasi penyimpangan pada masing-masing jenis pengujian.
5. Data kuantitatif hasil pengujian ketelitian geometrik yang dilakukan oleh pabrik yang bersangkutan (atau oleh pihak ketiga yang bisa merupakan instansi pengujian).
6. Tanggal dilakukannya pengujian tersebut.
7. Nama penanggung jawab pengujian ketelitian geometrik.

Pokok-pokok Tes Ketelitian Geometrik

Garis maupun bidang permukaan yang terdapat pada suatu mesin perkakas bila ditinjau dari bentuk, posisi atau gerak pindahannya terlihat memiliki suatu ciri tertentu yang bisa diungkapkan dalam bentuk:

- **Kelurusan (Straighness)**
- **Kerataan**
- **Kesejajaran**
- **Ketegaklurusan**
- **Rotasi**

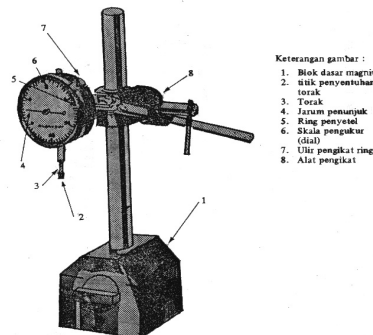
3. METODOLOGI PENELITIAN

Data Spesifikasi Alat Ukur

Dalam melaksanakan penulisan ini, penulis melakukan pengambilan data yang mengacu pada prosedur baku pengujian mesin bubut ISO 1708. Pelaksanaannya terdiri dari 8 bagian yang dimulai dari pengambilan data I sampai pengambilan data VIII. Alat pengukur yang digunakan *spirit level* dan *dial indikator*.



Gambar 1. *Spirit Level*



Gambar 2. *Dial Indicator*

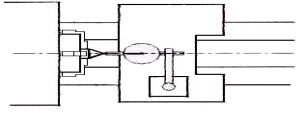
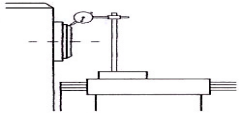
Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian pengukuran ketelitian geometrik mesin bubut Harrison 600 terbagi menjadi 7 bagian. Bagian-bagian tersebut mewakili tahap-tahap pelaksanaan penelitian yang dilakukan dari awal/mulai hingga akhir/selesai. Penelitian dilakukan secara berulang dengan menganalisis dari tahap input (jenis pengambilan data yang dilakukan) dan seterusnya sampai diperoleh data dari hasil nilai rata-rata pengukuran, kemudian ditinjau kembali pada tahap input dan referensi acuan penelitian dan seterusnya, sampai akhirnya diperoleh data yang dimasukkan dalam tabel yang sudah baku.

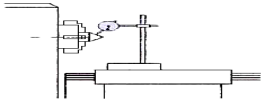
Pengambilan Data

- ◆ Penyetaraan Terhadap *Bed* dan *Carriage*
- ◆ Kesejajaran Gerak Pindah *Tail-Stock* Relatif Terhadap Gerak Pindah *Carriage*
- ◆ Ketelitian Spindel Utama
- ◆ *Eksentrisitas* Spindel Utama
- ◆ Simpang Putar (*Run-Out*) Penyenter
- ◆ Kesejajaran Sumbu Peluncur Luar *Tail-Stock* Terhadap Gerakan *Carriage*
- ◆ Ketegaklurusan Gerak *Transversal* Peluncur Silang Terhadap Sumbu Spindel Utama
- ◆ Ketelitian *Lead-Screw* Karena Keming Pada Bantalan Tekan

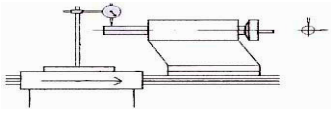
Tabel 3. Pengambilan data ketelitian spindel utama dan eksentrisitas spindel utama

| PENGAMBILAN DATA PENGUJIAN MESIN BUBUT ISO 1708 | | | | |
|--|---|-----------------------------------|----------------------------------|----------------------|
| Ketelitian spindel utama | | | | |
| No | Skema | Macam Pengujian | Penyimpangan yang Dijinkan (mm) | Hasil Pengujian (mm) |
| G4 |  | Kesalahan aksial | 0,01 | 0,009 |
| Eksentrisitas spindel utama | | | | |
| No | Skema | Macam Pengujian | Penyimpangan yang diijinkan (mm) | Hasil Pengujian (mm) |
| G5 |  | Eksentrisitas dari spindle - nose | 0,01 | 0,008 |

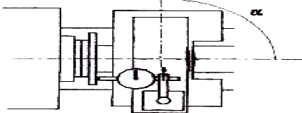
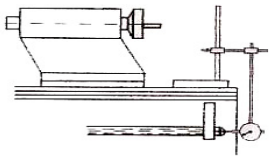
Tabel 4. Pengambilan data simpang putar (run-out) penyenter

| PENGAMBILAN DATA PENGUJIAN MESIN BUBUT ISO 1708 | | | | |
|--|---|--|---------------------------------|----------------------|
| Simpang putar (run-out) penyenter | | | | |
| No | Skema | Macam Pengujian | Penyimpangan yang Dijinkan (mm) | Hasil Pengujian (mm) |
| G8 |  | Kesalahan putar dari senter spindle - nose | 0,015 | 0,009 |

Tabel 5. Pengambilan data kesejajaran sumbu peluncur luar tail - stock terhadap gerakan carriage

| PENGAMBILAN DATA PENGUJIAN MESIN BUBUT ISO 1708 | | | | | |
|--|---|------------------------|---------------------------------|----------------------|-------------------|
| Kesejajaran sumbu peluncur luar tail-stock terhadap gerakan carriage | | | | | |
| No | Skema | Macam Pengujian | Penyimpangan yang Dijinkan (mm) | Hasil Pengujian (mm) | |
| G9 |  | Pada bidang horisontal | 0,015/100 kedepan | 0,005 | |
| | | Pada bidang vertikal | 0,02/200 keatas | 0,0010 | |
| Horizontal | | | Vertikal | | |
| Posisi | Jarak (mm) | Penyimpangan (mm) | Posisi | Jarak (mm) | Penyimpangan (mm) |
| 0 | 0 | 0,000 | 0 | 0 | 0,000 |
| 1 | 10 | 0,000 | 1 | 10 | 0,000 |
| 2 | 20 | 0,003 | 2 | 20 | 0,006 |
| 3 | 30 | 0,003 | 3 | 30 | 0,006 |
| 4 | 40 | 0,003 | 4 | 40 | 0,006 |
| 5 | 50 | 0,005 | 5 | 50 | 0,010 |
| 6 | 60 | 0,005 | 6 | 60 | 0,010 |
| 7 | 70 | 0,005 | 7 | 70 | 0,010 |

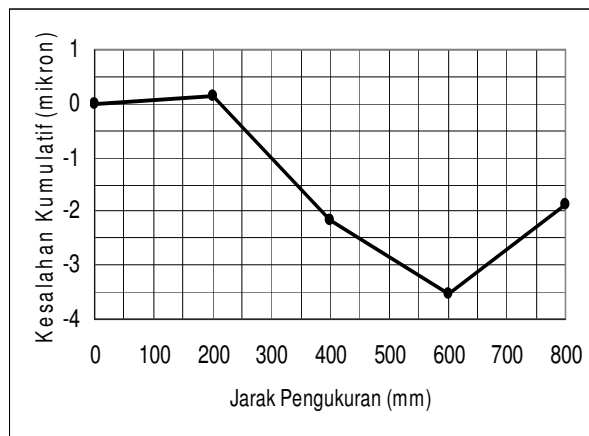
Tabel 6. Pengambilan data ketegaklurusan gerak transversal peluncur silang terhadap Sumbu spindel utama dan ketelitian *lead – screw* karena keming pada bantalan tekan

| PENGAMBILAN DATA PENGUJIAN MESIN BUBUT ISO 1708 | | | | |
|---|---|------------------------|---|----------------------|
| Ketegaklurusan gerak transversal peluncur silang terhadap sumbu spindel utama | | | | |
| No | Skema | Macam Pengujian | Penyimpangan yang Diijinkan (mm) | Hasil Pengujian (mm) |
| G13 |  | Pada bidang horisontal | 0,02/300 Arah penyimpangan $\alpha \geq 90^\circ$ | 0,010 |
| Ketelitian <i>lead-screw</i> karena keming pada bantalan tekan | | | | |
| No | Skema | Macam Pengujian | Penyimpangan yang Diijinkan | Hasil Pengujian (mm) |
| G14 |  | Slip aksial periodik | 0,02 | 0,001 |

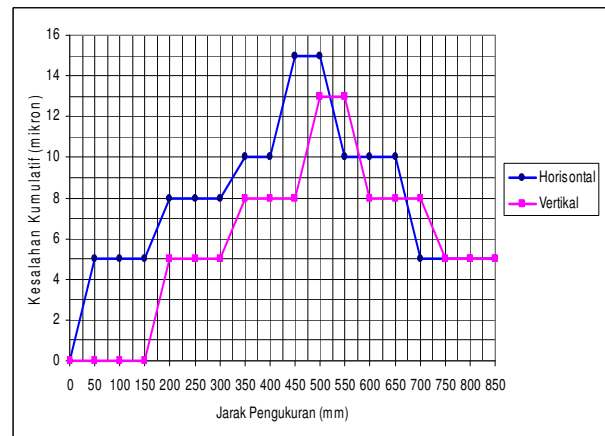
4.2 Hasil Pengolahan Data

◆ Hasil Pengukuran Kesejajaran Gerak Pindah Tail - Stock Relatif Terhadap Gerak Pindah Carriage

Kesalahan kumulatif (penyimpangan) maksimum ditemukan pada jarak 450-500 mm pada bidang horisontal sebesar 0,015 mm atau 15 μm . Penyimpangan ini masih dalam batas penyimpangan yang diijinkan yaitu 0,03 mm.



Gambar 3. Grafik Hasil Pengukuran Penyelarasan Terhadap Bed dan



Gambar 4. Grafik Hasil Pengukuran Kesejajaran Gerak Pindah Tail-Stock

◆ Hasil Pengukuran Ketelitian Spindel Utama

Diperoleh kesalahan kumulatif (penyimpangan) sebesar 0,009 mm atau 9 μm pada kesalahan aksial. Penyimpangan ini masih dalam batas penyimpangan yang diijinkan yaitu 0,01 mm.

◆ Hasil Pengukuran *Eksentrisitas* Spindel Utama

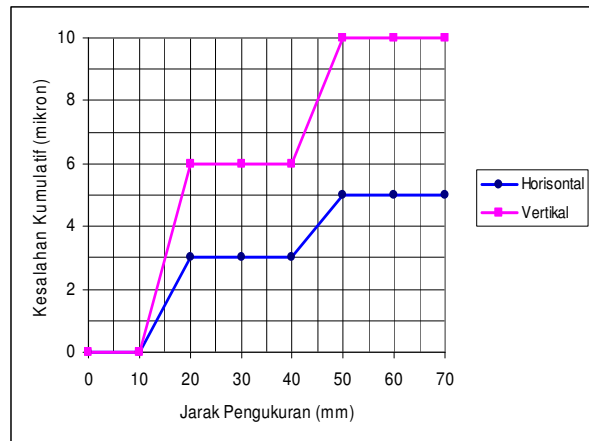
Diperoleh kesalahan kumulatif (penyimpangan) sebesar 0,008 mm atau 8 μm pada eksentrisitas dari spindel-nose. Penyimpangan ini masih dalam batas penyimpangan yang diijinkan yaitu 0,01 mm.

◆ **Hasil Pengukuran Simpang Putar (Run-Out) Penyenter**

Kesalahan kumulatif (penyimpangan) sebesar 0,009 mm atau 9 μm pada kesalahan putar dari senter spindel-nose. Penyimpangan ini masih dalam batas penyimpangan yang diijinkan yaitu 0,015 mm.

◆ **Hasil Pengukuran Kesejajaran Sumbu Peluncur Luar Tail-Stock Terhadap Gerakan Carriage**

Kesalahan kumulatif (penyimpangan) maksimum ditemukan pada jarak 50 – 70 mm pada bidang vertikal sebesar 0,010 mm atau 10 μm. Penyimpangan ini masih dalam batas penyimpangan yang diijinkan yaitu 0,02/200 keatas.



Gambar 5. Grafik Hasil Pengukuran Kesejajaran Sumbu Peluncur Luar Tail-Stock Terhadap Gerakan Carriage

◆ **Hasil Pengukuran Ketegaklurusan Gerak Transversal Peluncur Silang Terhadap Sumbu Spindel Utama**

diperoleh kesalahan kumulatif (penyimpangan) sebesar 0,010 mm atau 10 μm pada bidang horisontal. Penyimpangan ini masih dalam batas penyimpangan yang diijinkan yaitu 0,02/300 kearah penyimpangan $\alpha \geq 90^\circ$.

◆ **Hasil Pengukuran Lead-Screw Karena Keming Pada Bantalan Tekan**

Diperoleh kesalahan kumulatif (penyimpangan) sebesar 0,001 mm atau 1 μm pada slip aksial periodik. Penyimpangan ini masih dalam batas penyimpangan yang diijinkan yaitu 0,02 mm.

Tabel 7. Hasil Pengukuran Ketelitian Geometrik Mesin Bubut Harrison 600

| NO | Pengujian | Remarks |
|-----|---|------------|
| G1 | Penyelarasan terhadap bed dan carriage | Memenuhi |
| G3 | Kesejajaran gerak pindah tail-stock relatif terhadap gerak pindah carriage | Memenuhi |
| G4 | Ketelitian spindel utama | Memenuhi |
| G5 | Eksentrisitas spindel utama | Memenuhi |
| G8 | Simpang putar (run-out) penyenter | Memenuhi |
| G9 | Kesejajaran sumbu peluncur luar tail-stock terhadap gerakan carriage | Diperbaiki |
| G13 | Ketegaklurusan gerak transversal peluncur silang terhadap sumbu spindel utama | Memenuhi |
| G14 | Ketelitian lead-screw karena keming pada bantalan tekan | Memenuhi |

4.3 Pembahasan

Ketelitian geometrik mesin bubut *harrison* 600 diperoleh kondisi dari komponen-komponen mesin tersebut. Dalam tabel 1 dapat dilihat kondisi komponen-komponen mesin bubut *Harrison* 600 bekas pakai masih memenuhi syarat, walaupun ada komponennya yang perlu diperbaiki seperti kesejajaran sumbu peluncur luar tail-stock terhadap gerakan carriage. Akan tetapi hal ini tidak mempengaruhi daya kerja dari komponen mesin tersebut karena penyimpangannya hanya sedikit saja.

Dari data yang diperoleh dapat diketahui bahwa ketinggian meja sebelah kanan lebih rendah dari sebelah kiri, tetapi ini dapat diatasi dengan cara mengatur ketinggian meja pada setiap kakinya. Kondisi mesin bubut *Harrison* 600 yang memiliki usia cukup lama mengakibatkan bagian permukaan komponen mesin bubut tidak terlalu rata akibat korosi dan deformasi selama pemakaian, hal ini juga yang menyebabkan selubung pada kepala lepas mengalami deformasi atau mengalami lengkungan keatas, karena selubung pada kepala lepas bekerja sebagai penahan benda kerja sehingga mengalami beban tekan. Akan tetapi penulis mengupayakan mendapatkan hasil pengetesan yang baik dengan cara membersihkan permukaan komponen mesin bubut menggunakan kain lap kering, karena kondisi inilah pengetesan dilakukan secara berulang.

Berdasarkan hasil pengukuran ini, mesin dikategorikan laik dan masih dapat digunakan untuk membuat benda kerja, karena ada beberapa penyimpangan mendekati batas toleransi tetapi tidak mempengaruhi hasil ketelitian benda kerja.

5. KESIMPULAN

Dari hasil pengamatan, pelaksanaan pengukuran dan analisa yang dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Pengukuran ketelitian geometrik meliputi lima unsur penting yaitu ; kelurusan(*straighness*), kerataan (*flatness*), kesejajaran (*parallesm*), ketegaklurusan (*squareness*) dan rotasi (*rotation*).
2. Setelah dilakukan pengukuran ketelitian geometrik pada mesin bubut *harrison* 600 masih memenuhi syarat, dikategorikan laik dan masih dapat digunakan untuk membuat benda kerja, karena ada beberapa penyimpangan mendekati batas toleransi tetapi tidak mempengaruhi hasil ketelitian benda kerja.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, S., 1993. *Alat Ukur dan Mesin Perkakas*, Ghalia Indonesia. Jakarta.
- Bagiasna, K. 2000. *Pengantar Pegujian Ketelitian Geometrik Mesin Perkakas*, ITB Bandung.
- Daryanto.1985.*Alat Perkakas Bengkel*, PT. Bina Aksara. Jakarta.
- Daryanto.2000. *Dasar-Dasar Teknik Mesin*, PT Rineka Cipta. Jakarta
- Daryanto.2002.*Mesin Perkakas Bengkel*. Bina Akdiasara dan Rineka Cipta. Jakarta
- Muin, S.A.1989. *Dasar-Dasar Perancangan Perkakas dan Mesin-Mesin Perkakas*.CV. Rajawali. Jakarta
- Poeng, R.2004. *Laporan Praktikum Pengetesan Mesin Perkakas*. ITB Bandung
- Suga, K. dan Sularso. 1997. *dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. PT. Pradnya Paramita. Jakarta.