

# PEMBUATAN *BETWEEN CENTRE TEST BAR* MESIN BUBUT UNIVERSAL

Risky Ayu Febriani ✉, Novi Saksono, Addonis Candra, Herman Budi harja, Rivaldy Muhammad Fahlevi

**Jurusan Teknik Manufaktur**  
Politeknik Manufaktur Bandung  
riskyayuf@polman-bandung.ac.id  
novi@polman-bandung.ac.id  
addonisc@polman-bandung.ac.id  
herman@polman-bandung.ac.id  
rivaldyfahlevi@gmail.com

## Abstract

*The inspection tool commonly used during the manufacture and acceptance testing of new machine tools or repair of old machine tools is the test bar. The test bar is a mandrel for calibration aids representing an axis to be checked within a given value, either for run-out or for location (position and orientation) in relation to other machine components. Conditions and performance on the precision of the machine will affect the products produced from the production process. Thus, the use of a test bar for the precision of a machine tool is carried out through a calibration process. At present, the need for test bars for the machine tool calibration process in Indonesia is a product imported from outside (imported), even though the manufacture of test bars allows it to be done independently. In this study, the between centre test bar was redesigned and made based on ISO 230-11 standards with the subject of examination for the straightness of the sledding movement in the horizontal and vertical planes referring to and DIN 8605. The stages of making the between-centre test bar include turning, heat treatment, cylinder grinding, and measurement. The accuracy of the geometry, such as the alignment of the diameter between-centre test bar is carried out using a CMM (Coordinate Measuring Machine) machine. Furthermore, the between-centre test bar is tested on a universal lathe to determine its feasibility through the process of checking the alignment of the spindle axis with the machine table in the vertical and horizontal directions (calibration).*

**Keywords:** Test Bar, Calibration, Machine Tools.

## 1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi di bidang manufaktur semakin pesat dan berinovasi demi mendukung kelancaran produksi dari industri-industri besar maupun kecil. Hal tersebut terjadi karena adanya permintaan pasar global yang cukup tinggi seiring berkembangnya ilmu pengetahuan di bidang teknologi manufaktur. Mesin-mesin yang digunakan untuk produksi tentu harus memenuhi kualifikasi dari segi kemampuan, teknologi dan kepresisian. Itu semua menjadi kepentingan yang harus terpenuhi oleh industri-industri besar maupun kecil untuk dapat memasarkan produk yang dihasilkan dan mampu bersaing di pasar global<sup>[1]</sup>. Pembuatan alat bantu pada mesin perkakas dengan teknik dan metode yang tepat akan meningkatkan produktivitas proses produksi<sup>[2,3]</sup>. Adapun mesin-mesin yang digunakan untuk menjalankan produksi harus terjaga kondisi dan performanya. Salah satunya mengenai kepresisian mesin yang mana akan mempengaruhi kualitas produk pada tingkat yang tepat untuk memenuhi apa yang dibutuhkan oleh produk tersebut dari proses produksi<sup>[4]</sup>. Adanya

Corresponding Author:

✉ Risky Ayu Febriani

Received on: 2024-04-27.

Revised on: 2024-05-10.

Accepted on: 2024-05-14.

produk yang cacat salah satunya disebabkan alat ukur yang tidak presisi, sehingga alat ukur yang kurang presisi dilakukan kalibrasi ulang untuk menunjang kelancaran proses produksi<sup>[5]</sup>. Proses kalibrasi pada kegiatan pemeliharaan mesin diperlukan agar mesin dapat kembali pada standar yang ada. Kalibrasi adalah kegiatan yang menghubungkan nilai yang ditunjukkan oleh instrumen ukur atau sistem pengukuran, terhadap nilai yang sudah diketahui kepastiannya dan berkaitan dari besaran yang diukur di dalam kondisi tertentu<sup>[6]</sup>. Proses kalibrasi pada mesin ini biasanya dilakukan menggunakan alat bantu yaitu *test bar*.

*Test bar* adalah sebuah mandrel untuk alat bantu kalibrasi yang mewakili suatu sumbu yang akan diperiksa dalam batas nilai yang diberikan, baik untuk *run-out* atau lokasi (posisi dan orientasi) dalam hubungannya dengan komponen mesin lainnya<sup>[7]</sup>. Dengan adanya *test bar* sebagai alat bantu yang presisi, geometri sebuah mesin dapat diketahui nilai penyimpangannya. Setiap mesin memiliki standar subjek pemeriksaan dari *test bar*-nya itu sendiri, karena *test bar* tersebut dipasang atau diposisikan pada bagian *head stock* atau *tail stock* mesin yang mempunyai ketirusan berbeda untuk setiap mesinnya. Kalibrasi dengan menggunakan *test bar* banyak dilakukan baik pada mesin perkakas yang konvensional maupun yang sudah adaptif, karena pada mesin tersebut kesejajaran dan kesumbuan sangat berpengaruh terhadap ukuran ataupun geometrik dari produk yang dihasilkan. Sehingga *test bar* juga termasuk bagian alat pendukung dalam pengembangan sistem dan teknologi manufaktur.

Terdapat beberapa jurnal tentang penelitian *test bar* dan kalibrasi yang dijadikan literatur oleh penulis dalam proses pembuatan *test bar* ini. Sebuah *test bar collet* telah dibuat untuk kepresisian atau kesejajaran terhadap kepala tetap dan kepala lepas pada mesin bubut konvensional yang memiliki lubang tirus dan tidak memiliki ulir<sup>[8]</sup>. Prinsip kerja dari alat ini mirip dengan *test bar with taper shank*, bentuk tirus pada *test bar collet* dimasukkan pada lubang kepala tetap. Hasil kalibrasi yang didapatkan ketika menggunakan alat *test bar collet* ini kepresisiannya sesuai yang di inginkan. Kemudian, desain dan pengujian 3 *test bar* untuk mengukur kekakuan spindel mesin bubut telah dilakukan dimana hal ini berpengaruh langsung terhadap akurasi pengukuran<sup>[9]</sup>. Eksperimen berbantuan komputer dan praktis dilakukan pada 3 batang *test bar* untuk mengevaluasi deformasi dan desain terakhir terbukti lebih unggul dari yang lain dalam hal akurasi yang dipastikan untuk pengukuran kekakuan spindel perkakas mesin. Penelitian lainnya berkaitan dengan kalibrasi yaitu evaluasi kondisi mesin bubut Harizon T300 menurut metode *schlesinger* sebagai acuan dalam melakukan tindakan perawatan. Penelitian ini menggunakan *test bar* Ø 30 mm x 300 mm dengan hasil bahwa mesin yang menjadi sampel dalam penelitian tersebut tidak standar lagi dan perlu dilakukan rekondisi ulang<sup>[10]</sup>.

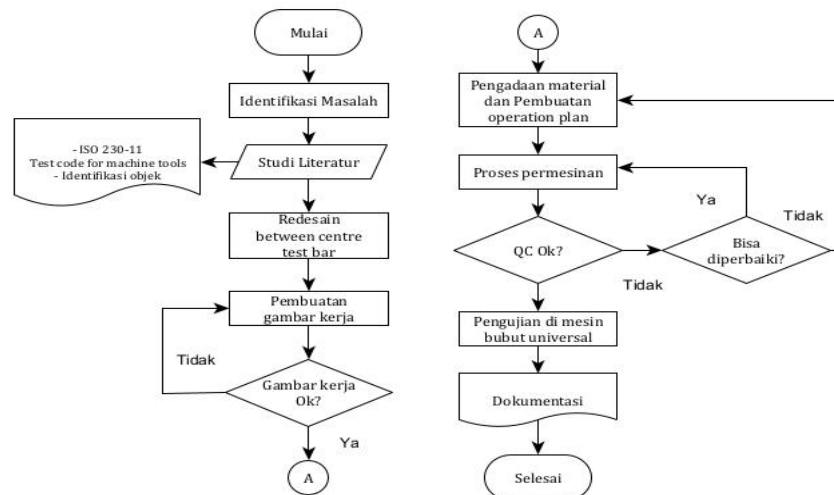
Dalam penelitian ini, *test bar* yang diredesain dan dibuat yaitu *between centre test bar* mesin bubut universal, karena dilihat dari terbatasnya ketersediaan *test bar* beberapa mesin bubut yang ada. *Between centre test bar* merupakan alat ukur yang dibuat untuk melihat penyimpangan geometri yang terjadi pada *headstock* dan *tailstock* (kesejajaran sumbu *spindle*) dengan meja mesin pada arah vertikal dan horizontal. Hal itu dilakukan agar hasil dari pembubutan dengan menggunakan pengecaman *between centre* lurus dari *centre* ke *centre* yang lainnya. Dalam redesain dan pembuatan *test bar* ini, mengacu berdasarkan standar ISO 230-11 *Test code for machine tools - Measuring instruments suitable for machine tool geometry tests* (2018), serta dengan melihat aspek kebutuhan dari mesin. Mesin-mesin perkakas yang digunakan yaitu mesin bubut dan gerinda, serta dilakukan perlakuan panas diantaranya proses permesinannya. Selain itu, pengujian *between centre test bar* yang sudah dibuat dilakukan pengujian mengacu pada *manual book* mesin bubut universal.

## 2. METODE DAN BAHAN

Metode penelitian yang digunakan pada pembuatan *test bar* yaitu metode penelitian dan pengembangan, dimana metode ini digunakan untuk mengembangkan dan menghasilkan produk tertentu serta memvalidasi produk yang telah dihasilkan tersebut <sup>[11]</sup>. Metode penelitian dan pengembangan merupakan bagian dari metode penelitian terapan yang ditujukan untuk menyelesaikan masalah tertentu secara praktis dalam upaya memperbaiki suatu kebutuhan <sup>[12]</sup>. Dalam hal ini yaitu kebutuhan mesin perkakas presisi di bengkel Teknik Manufaktur Polman Bandung akan *test bar* untuk alat bantu proses kalibrasi. Kegiatan penelitian redesain dan pembuatan *between centre test bar* untuk alat bantu kalibrasi dilakukan melalui beberapa tahapan. Tahapan pelaksanaan penelitian ini dibuat dalam bentuk diagram alir yang dapat dilihat pada Gambar 1.

Tahapan ini memberikan gambaran sumber data apa saja yang digunakan, bagaimana memperoleh data tersebut dan bagaimana data tersebut diolah. Dalam penelitian ini proses dimulai dari identifikasi masalah mengenai terbatasnya ketersediaan *test bar* pada beberapa mesin bubut yang mendasari dilakukannya penelitian ini. Selanjutnya, melakukan studi literatur untuk mencari standar spesifikasi geometri dan karakteristik *between centre test bar* serta mengobservasi secara langsung terhadap objek mesin yang akan dijadikan sebagai desain. Kemudian dilakukan redesain *between centre test bar* berdasarkan standar ISO 230-11 yang sesuai untuk pengujian geometri mesin bubut.

Pembuatan gambar kerja didapat setelah menentukan ukuran total panjang *test bar* yang dibutuhkan sesuai spesifikasi mesin bubut universal. Berdasarkan hasil redesain, jika pembuatan gambar sudah benar bisa dilanjutkan pada pengadaan material dan pembuatan *operation plan* proses permesinan. Sedangkan jika gambar masih ada yang salah, gambar akan kembali untuk diperbaiki. Kemudian dilanjutkan proses pembuatan yang terdiri dari proses bubut, perlakuan panas, proses gerinda silinder, dan proses QC (*Quality Control*) atau pengendalian mutu. Jika QC *between centre test bar* sudah OK, dilakukan pengujian dengan mengukur kesejajaran sumbu pada mesin bubut. Jika QC belum OK, maka dilakukan perbaikan proses permesinan untuk diperbaiki atau membuat benda kerja dengan pengadaan material baru. Proses QC pada *between centre test bar* ini penting karena fungsinya akan digunakan langsung pada pengujian geometri mesin sebagai proses kalibrasi yang menentukan mesin bubut masih layak digunakan atau tidak.

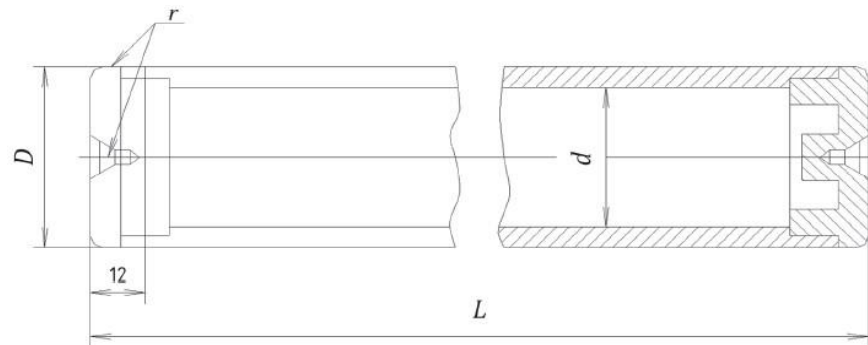


**Gambar 1.** Diagram alir penelitian *between centre test bar*

### 3. HASIL DAN DISKUSI

#### 3.1. Redesain *Between Centre Test Bar*

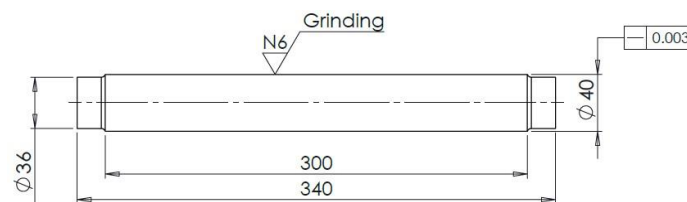
Pada tahap pembuatan redesain, *between centre test bar* dirancang berdasarkan standar ISO 230-11 tentang kode pengujian untuk peralatan mesin berisi instrumen pengukuran yang sesuai untuk pengujian geometri peralatan mesin. Nama alat yang dijelaskan pada standar ISO tersebut adalah *mandrel between centre* dengan spesifikasi geometri yang dibutuhkan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2, mandrel ini berupa silinder yang kedua ujungnya mempunyai diameter sama dan pemakaiannya ditumpu oleh dua *centre*. Selain itu, *between centre test bar* didesain mengikuti kebutuhan mesin pada setiap *manual book* mesin bubut universal. Mesin bubut universal yang dijelaskan dalam penelitian ini yaitu jenis mesin bubut sedang yang dapat membubut diameter benda kerja sampai dengan 200 mm dan panjang sampai dengan 100 mm. Diketahui pada data teknis rentang kerja mesin bubut universal, rata-rata jarak antar pusatnya yaitu 500 mm, sehingga berdasarkan standar ISO 230-11 panjang total ( $L$ ) dari *between centre test bar* yang dirancang adalah 300 mm.



Gambar 2. Contoh mandrel *between centre*

Tabel 1. Rentang kerja mesin bubut universal.

| Ukuran yang direkomendasikan | Ukuran dalam mm |     |      |      |
|------------------------------|-----------------|-----|------|------|
| Panjang ( $L$ )              | 300             | 500 | 1000 | 1600 |
| Dia. eksternal ( $D$ )       | 40              | 63  | 80   | 125  |
| Dia. internal ( $d$ )        | 0               | 50  | 61   | 105  |
| Tanda referensi ( $r$ )      |                 |     |      |      |



Gambar 3. Gambar *between centre test bar*

Tabel 1 menunjukkan spesifikasi geometri *mandrel between centre* standar ISO 230-11. Berdasarkan panjang total 300 mm pada ukuran yang direkomendasikan dalam tabel tersebut, maka ukuran diameter eksternal ( $D$ ) yaitu 40 mm dan ukuran diameter internal ( $d$ ) yaitu 0 mm yang artinya *between centre test bar* ini pejal. *Between centre test bar* dibuat untuk kesejajaran sumbu *headstock* dan sumbu *tailstock* terhadap pembawa eretan dengan ukuran total yang direkomendasikan untuk jenis *test bar* ini yaitu 300 mm (panjang

pengukuran) + 40 mm (masing-masing *shank* penyangga *centre*). Kemudian didapat gambar redesain *between centre test bar* seperti yang terlihat pada Gambar 3.

Selain spesifikasi geometri, spesifikasi lain yang dibutuhkan untuk perancangan dan pengerjaan *between centre test bar* juga dijelaskan pada standar ISO 230-11 ini. Untuk panjang total 300 mm, spesifikasi lain yang direkomendasikan tertera pada tabel 3. Berdasarkan tabel 3 material dengan defleksi yang telah dihitung untuk  $E = 206 \text{ kN/mm}^2$ ; atau untuk nilai yang agak lebih kecil ( $e = 176 \text{ kN/mm}^2$  hingga  $186 \text{ kN/mm}^2$ ) defleksi masih dapat diabaikan. Sifat mekanik yang setara dengan nilai tersebut yaitu material *Alloy Steel* SCM440 (VCN 150). Tabel 3 menunjukkan detail spesifikasi material SCM 440 <sup>[13]</sup>.

**Tabel 2.** Spesifikasi perancangan dan pengerjaan *between centre test bar*

| Spesifikasi                                    | Keterangan                                   |
|--|--|
| Variasi diameter maksimum                      | 3 $\mu\text{m}$                              |
| Penyimpangan kelurusan MPE                     | 1 $\mu\text{m}$                              |
| Penyimpangan kebulatan MPE                     | 4 $\mu\text{m}$                              |
| Besar defleksi alami $E = 206 \text{ kN/mm}^2$ | 0,002 s.d 0,04 $\mu\text{m}$                 |
| Run out maksimum                               | 3 $\mu\text{m}$                              |
| Perbedaan diameter batang silinder             | 4 $\mu\text{m}$                              |
| Finishing permukaan dalam                      | Kekasaran kurang dari 0,8 $\mu\text{m}$ , Rt |
| Kekerasan permukaan                            | HV490 untuk baja                             |
| Material                                       | Baja   |

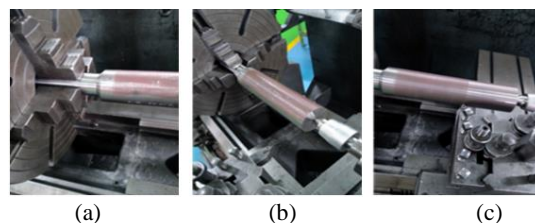
**Tabel 3.** Sifat mekanik *Alloy Steel* SCM440

| Sifat Mekanik                        | SCM 440    |
|--------------------------------------|------------|
| Kekuatan tarik (Mpa)                 | 850 - 1000 |
| Kekuatan luluh (Mpa)                 | 570 - 770  |
| Pemanjangan (in 50 mm) (%)           | 14 - 17    |
| Modulus elastis ( $\text{kN/mm}^2$ ) | 190 - 210  |
| Kekerasan (Brinell)                  | 248 - 302  |

Material ini termasuk baja paduan rendah yang tahan terhadap korosi, tangguh, ulet, dan kemampuan pengerasan tinggi. Baja ini juga memiliki distorsi kecil setelah proses *quenching* dan intensitas tahan lama setelah pemrosesan temperatur tinggi.

### 3.2. Proses Pengerjaan *Between Centre Test Bar*

Pada proses ini, perencanaan kerja atau *operational plan* dibuat agar saat pelaksanaan pembuatan benda kerja di pemesinan terhindar dari kesalahan pengerjaan dan juga waktu untuk pengerjaan dapat direncanakan dengan baik. Tahap awal pengerjaan *between centre test bar* adalah persiapan material sesuai dengan ukuran gambar kerja.



**Gambar 4.** Pencekaman proses bubut.

Selanjutnya masuk pada proses pemesinan awal yaitu proses bubut dengan beberapa macam pembubutan untuk mendapatkan bentuk yang diinginkan sesuai gambar kerja.

Macam-macam pembubutan tersebut secara berturut-turut terdiri dari pembubutan tepi (*facing*), *drilling centre*, pembubutan rata, dan pembubutan alur (*grooving*). Proses pembubutan alur dilakukan pada setiap tepi dari ukuran diameter yang berbeda pada benda kerja. Hal ini bertujuan agar tidak terjadinya *crack* pada saat proses perlakuan panas (*heat treatment*). Gambar 4 menunjukkan proses pengecaman dilakukan menggunakan cakera pembawa (*chuck*) dan *between centre*. Untuk setiap ukuran pada proses bubut ini dilebihkan 1,5 mm pada bagian yang perlu ketelitian seperti di bagian permukaan pemeriksaan. Pemberian ukuran lebih ini dilakukan untuk pengerjaan selanjutnya seperti perlakuan panas yang memungkinkan benda bengkok dan proses gerinda silindris.

*Between centre test bar* yang sudah dibubut sesuai ketentuan ukuran sebelumnya, kemudian dilakukan proses perlakuan panas. Proses mengubah sifat logam ini bertujuan untuk memperoleh level kekerasan yang diinginkan, sifat tahan aus yang tinggi, kekuatan, dan *fatigue limit/strength* yang lebih baik. *Test bar* dijaga agar tidak mudah aus karena penggunaannya dilakukan secara berulang disetiap proses kalibrasi. Selain itu, *test bar* akan bergesekan dengan dial indikator yang dapat mengakibatkan tergores.

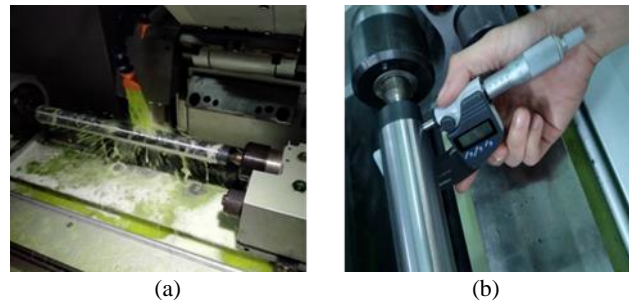
Media untuk proses perlakuan mesin ini yaitu dengan oven yang dapat menampung ukuran panjang dari *test bar* yang dibuat tersebut. Beberapa tahapan yang dilakukan dalam proses perlakuan panas *test bar* ini ditunjukkan pada Gambar 5 diantaranya pengikatan benda kerja, *hardening*, *holding time*, *quenching*, dan *tempering*.



**Gambar 5.** Proses perlakuan panas.

Suhu yang dicapai oven ditentukan sebesar  $\pm 860^{\circ}\text{C}$ , berikutnya menahan atau menjaga agar suhu tersebut tetap dengan cara di-*holding*. *Test bar* yang sudah dilakukan proses *hardening* dan *holding time*, setelah itu dilakukan proses *quenching* yang dimasukkan kedalam media pendingin oli dengan lama sekitar 45 menit.

Selanjutnya, *between centre test bar* dilakukan proses permesinan gerinda silindris. Proses ini merupakan tahapan yang sangat penting dalam pembuatan *test bar*, karena proses gerinda menentukan kesilindrisan dan kehalusan dari permukaan *test bar*. Dalam proses penggerindaan ini hanya dilakukan penggerindaan lurus, dengan syarat ujung diameter memiliki ukuran yang sama dan dipastikan lurus dengan ukuran 40 milimeter. Menurut standar ISO 230-11: (2018), penyimpangan diameter yang diizinkan untuk *between centre test bar* ini sebesar 0,003 mm, penyimpangan kelurusan sebesar 0,001 mm, penyimpangan silindrisitas 0,004 mm, dan *runout* maksimal sebesar 0,003 mm. Selama proses gerinda ukuran diameter *test bar* beberapa kali diperiksa dengan menggunakan mikrometer untuk memastikan bahwa *test bar* bulat dan silindris serta memiliki ukuran sesuai dengan yang diinginkan. Pada gambar 6 berikut dapat dilihat proses pengukuran diameter *test bar*.



**Gambar 6.** Proses penggerindaan lurus dan pengukuran diameter test bar.

### 3.3. Pengendalian Mutu *Between Centre Test Bar*

Setelah proses pengerjaan mesin, pengendalian mutu *between centre test bar* dilakukan untuk pengecekan kualitas, terutama pada bagian ukuran yang sangat berperan penting terhadap fungsi dari alat bantu kalibrasi ini. Hal ini dilakukan untuk memastikan apakah ketentuan standar dapat tercermin dalam hasil akhir<sup>[14]</sup>. Untuk kegiatan pengendalian mutu pada pembuatan *test bar* ini, dilakukan 2 proses pengendalian mutu yang terdiri dari pengendalian mutu *processing* dan pengendalian mutu *finishing*.

Pertama, kegiatan pengendalian mutu *processing* dilakukan setiap benda kerja selesai proses pemesinan atau diantara beberapa proses pengerjaan permesinan. Ketika *test bar* selesai dilakukan proses pembubutan, sebelum masuk pada proses perlakuan panas, *test bar* diperiksa ukurannya menggunakan jangka sorong dengan ketelitian 0,01 mm. Setelah proses perlakuan panas terdapat proses pengukuran kekerasan dengan mesin *rockwell hardness tester* yang dilakukan 2 kali pengecekan seperti yang terlihat pada Tabel 4.

Pada pengujian pertama setelah dilakukan *hardening* dan *quenching* didapatkan nilai kekerasan 62.9 HRC atau lebih tinggi 6 HRC dari standar ketentuan kekerasan yang didapatkan dari suhu 860°C pada material benda kerja VCN 150. Pada pengujian kedua setelah dilakukan *tempering* didapatkan kekerasan 50.4 HRC yang berarti turun sekitar 11.5 HRC akibat proses pemanasan lanjutan dengan suhu 400°C ini merupakan kekerasan akhir benda kerja dan tidak akan dilakukan perlakuan panas kembali.

Pada proses penggerindaan dilakukan juga proses pengendalian mutu *processing*. Pemeriksaan ini dilakukan secara bertahap setelah melakukan proses pengikisan pada benda kerja menggunakan mikrometer digital dengan ketelitian 0.001 mm.

**Tabel 4.** Hasil pengukuran kekerasan

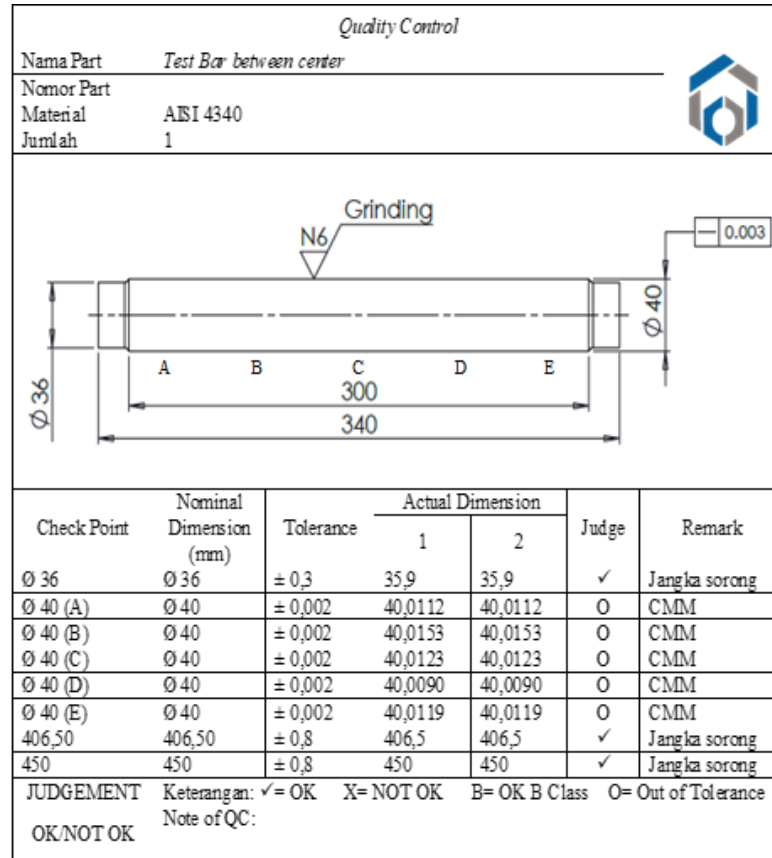
| Perlakuan panas | Suhu  | Media Pendingin | Kekerasan (HRC) |
|-----------------|-------|-----------------|-----------------|
| Hardening       | 860°C | Oli             | 62,9            |
| Tempering       | 400°C | Udara sekitar   | 50,4            |

Kedua, kegiatan pengendalian mutu *finishing* dilakukan pada *test bar* yang akan memasuki proses gerinda silinder. Proses pengendalian mutu *finishing* ini dilakukan pada mesin CMM (*Coordinate Measuring Machine*). Selama pembuatan *between centre test bar* ini, dilakukan sebanyak 3 kali proses pengukuran pada CMM.

Pengukuran ke-1 dilakukan untuk mengetahui ukuran dari benda kerja yang akan dilakukan proses gerinda silinder dengan hasil nilai  $\varnothing 40.3902$  dan penyimpangan 0.005 mm. Selanjutnya, pengukuran ke-2 dilakukan diantara proses penggerindaan, agar mengetahui sisa ukuran yang harus dilakukan penggerindaan kembali. Selain itu, hal ini dilakukan karena sudah mendekati ukuran yang ditargetkan dimana menjadi bentuk kehati-hatian agar benda

kerja tidak mengalami kesalahan dalam ukuran. Hasil nilai yang didapatkan dari pengukuran ke-2 ini yaitu  $\varnothing 40.0116$  dan penyimpangan 0.005 mm.

Berikutnya pengukuran ke-3 dimana *between centre tes bar* sudah memasuki standar ukuran yang menjadi target dari proses pemesinan. Pengukuran dilakukan di 5 titik pada bagian *between centre test bar* untuk mengetahui perbedaan diameter disetiap panjangnya. Setiap titik pengukuran dilakukan dengan mengkalkulasikan 5 titik pada sisi diameter *between centre test bar*. Berikut hasil pengukuran ke-3 ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Form pengendalian mutu pengukuran ke-3.

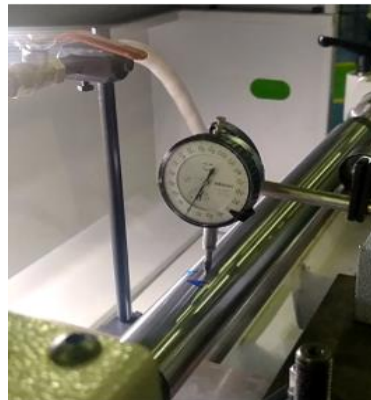
Dari hasil pengukuran *test bar* menggunakan CMM dapat diketahui bahwa ukuran diameter 40 mm toleransinya tidak terpenuhi. Dari pengukuran pada 5 titik ukur yang berbeda, seluruhnya memiliki ukuran diameter diatas batas toleransi sehingga perlu dilakukan proses penggerindaan ulang. Jika dilihat dari kelurusan benda kerja, diameter di titik A dan diameter di titik E hanya terdapat selisih 0.0007 mm, maka ini berarti bahwa *between centre test bar* sudah memiliki kelurusan yang akurat. Tetapi di titik B, C, dan D terdapat variasi ukuran yang berkisar  $\pm 0.003$  mm.



### 3.4. Pengujian *Between Centre Test Bar*

Pengujian pada satu mesin perkakas menjadi hal penting dalam menentukan kelayakan operasional mesin perkakas tersebut melalui pengujian ketelitian geometrik dan karakteristik [15,16,17]. Untuk nilai penyimpangan geometrik mesin diluar batas yang diizinkan, maka dilakukan kalibrasi mesin, bahkan jika nilai data pengukuran masih dalam batas toleransi tetapi sudah mendekati nilai penyimpangan yang diizinkan, sebaiknya dilakukan kalibrasi mesin [18]. Dalam penelitian ini, pengujian pada *between centre test bar* perlu dilakukan untuk melihat kelayakannya sebagai alat bantu kalibrasi dalam menjamin kesalahan geometris mesin yang sesuai standar toleransi.

Untuk menguji *between centre test bar*, kalibrasi dijadikan proses kegiatan yang menghubungkan nilai yang ditunjukkan oleh *test bar* terhadap nilai yang ada pada standar mesin bubut universal. Berdasarkan data teknis rentang kerja dan *manual book* mesin bubut universal, proses pengujian dilakukan pada standar DIN 8605 tentang penerimaan kondisi peralatan mesin dalam hal ini yaitu peralatan mesin bubut dengan diameter maksimum benda kerja yang dapat berputar melewati bed mesin 500 mm, panjang pembubutan hingga 1500 mm [19]. *Between centre test bar* berikutnya digunakan untuk memeriksa kesejajaran sumbu *spindle* dengan meja mesin pada arah vertikal dan horizontal. Selain *test bar* itu sendiri, alat presisi lain seperti dial indikator analog digunakan pada proses kalibrasi ini dengan standar DIN 879 [20]. Pada gambar 8 terlihat salah satu proses kalibrasi pada arah vertikal.

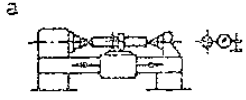



**Gambar 8.** Pengukuran kesejajaran sumbu menggunakan *between centre test bar*.

Tabel 5 menunjukkan hasil pengujian *between centre tes bar* pada mesin bubut universal dengan 2 subjek pemeriksaan. Pada pengecekan G1, posisi yang diukur merupakan kelurusan gerakan eretan pada bidang horizontal atau bidang yang ditentukan oleh sumbu rotasi dan ujung pahat. Pengukuran dilakukan dengan dua pergerakan yang terdiri dari kiri ke kanan dan kanan ke kiri sejauh 300 mm, serta penyimpangan yang diizinkan adalah 0.01 mm. Hasil pengukuran yang didapat yaitu 0.008 mm untuk pergerakan kanan ke kiri, sedangkan untuk pergerakan kiri ke kanan didapat hasil 0.006 mm. Pada pengecekan G9, posisi yang diukur merupakan kelurusan gerakan eretan pada bidang vertikal dengan tujuan untuk pengecekan ketinggian *centre*. Pengukuran dilakukan dengan pergeseran sejauh dari *centre* ke *centre* dari kanan ke kiri, serta penyimpangan yang diijinkan yaitu 0.02 mm dengan hasil yang didapatkan yaitu 0.012 mm. Data pemeriksaan kesejajaran sumbu tersebut menunjukkan bahwa hasil pemeriksaan berada dibawah batas atas toleransi atau penyimpangan yang terjadi masih masuk toleransi. Dari hasil pengujian tersebut dapat diketahui bahwa *between centre test bar* yang telah dibuat sesuai standar ISO 230-11 dapat melakukan pengujian pada mesin bubut universal dengan standar DIN 8605. Pengujian ini mendokumentasikan

karakteristik *between centre test bar* untuk menguji akurasi geometrik di bawah tanpa beban dengan hasil sudah memenuhi toleransi.

**Tabel 5.** Hasil pengujian *between centre test bar* pada mesin bubut universal

| No | Subjek Pemeriksaan  | Visual  | Peralatan Uji                                | Instruksi Pengujian                                   | Penyimpangan  |          |
|----|---|---|--|---|---|----------|
|    |   |   |  |   | Diizinkan   | Diukur   |
| G1 | Kelurusan gerakan eretan pada bidang horizontal atau bidang yang ditentukan oleh sumbu rotasi dan ujung pahat |  | Dial Indikator<br>Between centre<br>test bar | Eretan bergerak dari arah kanan ke kiri sejauh 300 mm | 0.01 mm untuk mesin sepanjang 500 mm                            | 0.008 mm |
|    |   |   |  | Eretan bergerak dari arah kiri ke kanan sejauh 300 mm | 0.01 mm untuk mesin sepanjang 500 mm                            | 0.006 mm |
| G9 | Kelurusan gerakan eretan pada bidang vertikal. Bertujuan untuk pengecekan ketinggian centre                   |  | Dial Indikator<br>Between centre<br>test bar | Eretan bergerak sejauh jarak diantara kedua centre    | 0.02 mm sepanjang 500 mm (dengan syarat tailstock lebih tinggi) | 0.012 mm |

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan dari tujuan penelitian dapat diberikan kesimpulan diantaranya sebagai berikut:

- Pembuatan *between centre test bar* untuk mesin bubut universal telah berhasil dilakukan berdasarkan standar ISO 230-11 dengan panjang total (L) yang dipilih sesuai standar tersebut adalah 300 mm dan beberapa proses permesinan yang dilakukan yaitu proses bubut, proses perlakuan panas dan proses gerinda.
- Hasil pengukuran *between centre test bar* menggunakan CMM dapat diketahui bahwa ukuran diameter 40 mm toleransinya tidak terpenuhi, tetapi jika dilihat dari kelurusan benda kerja, diameter di titik A dan diameter di titik E hanya terdapat selisih 0.0007 mm, maka *between centre test bar* sudah memiliki kelurusan yang akurat.
- Berdasarkan standar DIN 8605 sebagai referensi dalam melakukan kalibrasi pada mesin bubut universal, hasil pengujian 2 subjek pemeriksaan yang menggunakan *between centre test bar* yaitu kesejajaran sumbu pada arah horizontal dengan nilai 0.008 mm dan 0.006 mm serta kesejajaran sumbu pada arah vertikal dengan nilai 0.012 mm.

#### PERNYATAAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Politeknik Manufaktur Bandung yang telah memberikan dukungan finansial kepada penulis dalam hibah program penelitian internal, inovasi, dan pengabdian kepada masyarakat/kuliah kerja nyata (KKN) Politeknik Manufaktur Bandung Tahun 2022 (Nomor SK: 021/PL11/PP/2022).

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ambarwati, R., and Supardi, Manajemen Operasional dan Implementasi dalam Industri, Sidoarjo: UMSIDA Press, 2020.
- Widodo dan Hakim, R., "Pengembangan Alat Bantu Arbor untuk Pembuatan Roda Gigi pada Mesin Frais Vertikal," Jurnal Rekayasa Mesin, Vol. 12, No. 2, pp. 287-296, Jan. 2021.

- [3] Widodo., “Alat Bantu untuk Pembuatan Ulir Luar dan Ulir Dalam,” *Jurnal Rekayasa Mesin*, Vol. 13, No. 3, pp. 741-749, Nov. 2022.
- [4] Tumembow, M.N., dan Dosoputranto, E., *Teknik Perawatan Perbaikan Mesin*, Manado, Polimdo Press, 2020.
- [5] Azwir, H.H., Handa, T. dan Hirawati, O., “Analisis dan Perbaikan Kualitas Produk Mesin Bubut dalam Upaya Mengendalikan Tingkat Kecacatan di Industri Kertas,” *Jurnal Media Teknik dan Sistem Industri*, Vol. 6, No. 2, pp. 84-94, Nov 2022.
- [6] SNI ISO/IEC 17025, *Standar Uji dan Kalibrasi Laboratorium*, Jakarta, Badan Standardisasi Nasional (BSN), 2017.
- [7] ISO/TR 230-11, *Test code for machine tools — Part 11: Measuring instruments suitable for machine tool geometry tests*, Switzerland, ISO, 2018.
- [8] Antungo, J. H., Haluti, S. dan Djamalu, Y., “Redesain Alat Test Bar Collet untuk Kepresisian Mesin Bubut Konvensional,” *Jurnal Teknologi Pertanian Gorontalo*, Vol. 1, No. 2, pp. 149-162, Okt 2016.
- [9] Sergiu, T., Catană, M.G., dan Tarba, C., “*Design and Testing of Improved Test Bars for Measuring the Rigidity of Spindles of Normal Lathes*,” *Applied Mechanics and Materials*, Vol. 760, pp. 645-650, Mei 2015.
- [10] Mangngi, F., “Evaluasi Kondisi Mesin Bubut Harizon T300 menurut Metode Achlesinger sebagai Acuan dalam Melakukan Tindakan Perawatan,” *Sintek: Jurnal Mesin Teknologi*, Vol. 12, No. 2, pp. 87-99, Des 2018.
- [11] Sugiyono, “*Metode Penelitian R&D*,” *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*, Bandung, Alfabeta, 2014.
- [12] Irina, F., *Metode Penelitian Terapan*, Yogyakarta, Parama Ilmu, 2017.
- [13] Beyond-steel & Metal, Beyond Steel, <http://metal.beyond-steel.com/tag/spesifikasi-jis-scm-440/>. Diakses: Nov 2022.
- [14] Assauri, S, *Manajemen Produksi dan Operasi*, Jakarta, Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia, 2008.
- [15] Riyadi, S. dan Eko, A., “Analisis Pengujian Pengukuran Ketelitian Mesin Drilling (Bor) SMK Swasta di Kabupaten Ciamis,” *Jurnal Media Teknologi*, Vol. 4, No. 2, pp. 173-182, Mar 2018.
- [16] Gundara, G. dan Riyadi, S., “Pengukuran Ketelitian Komponen Mesin Bubut dengan Standar ISO 1708,” *Al Jazari Journal of Mechanical Engineering*, Vol. 2, No. 2, pp. 8-15, Des 2017.
- [17] Rikosa, S.A., Sumiati, R. dan Yetri, Y., “Uji Kelayakan Mesin Frais Type Schaublin 13 Menggunakan Metoda Pengujian Ketelitian Geometrik,” *Jurnal Teknologi dan Manajemen Pengelolaan Laboratorium*, Vol. 1, No. 2, pp. 48-55, Nov 2018.
- [18] Yuhas, D., Sumpena, A. Dan Edial, R., “Pengkuruan Statis Ketelitian Geometrik Mesin Bubut Maximat V13 di Bengkel Teknik Mesin PNJ Menurut Referensi,” *Politeknologi*, Vol. 15, No. 3, pp. 215-228, Sep 2016.
- [19] DIN 8605, *Machine Tools; Lathes of High Accuracy Swing up to 500 mm, Turning Length up to 1500 mm, Acceptance Conditions*, Berlin, DIN (Deutsches Institut fur Normung), 1976.
- [20] DIN 879-1, *Verification of geometrical parameters - Dial indicator for linear measurement - Part 1: With mechanical indication*, Berlin, DIN (Deutsches Institut fur Normung), 1999.