

# RSNI3

RSNI3 ISO 13041-6:2009  
(Ditetapkan oleh BSN tahun 202x)

Rancangan Standar Nasional Indonesia 3

---

**Kondisi uji untuk mesin bubut dengan kontrol  
numerik dan *turning centres* —  
Bagian 6: Akurasi benda uji**

(ISO 13041-6:2009, IDT)



## Daftar isi

Daftar isi .....	i
Prakata .....	ii
Pendahuluan .....	iii
1 Ruang lingkup .....	1
2 Acuan normatif .....	1
3 Pernyataan awal .....	1
3.1 Satuan pengukuran .....	1
3.2 Acuan ISO 230 -1 .....	1
3.3 Urutan pengujian .....	2
3.4 Pengujian yang harus dilakukan .....	2
3.5 Instrumen pengukuran .....	2
3.6 Pemasangan benda uji .....	2
3.7 Material benda uji, pahat dan parameter pemotongan .....	2
3.8 Ukuran benda uji .....	2
3.9 Informasi yang disimpan .....	3
3.10 Kategori ukuran mesin .....	3
4 Uji pemesinan .....	5
Bibliografi .....	12

## Prakata

SNI ISO 13041-6:2009, *Kondisi uji untuk mesin bubut dengan kontrol numerik dan turning centres - Bagian 6: Akurasi benda uji* merupakan revisi dari SNI ISO 13041-6:2004, *Kondisi uji untuk mesin bubut dengan kontrol numerik dan turning centres – Bagian 6: Akurasi benda uji (finished test piece)*. Standar ini disusun dengan jalur adopsi tingkat keselarasan identik dari ISO 13041-6:2009, *Test conditions for numerically controlled turning machines and turning centres – Part 6: Accuracy of a Finished Test Piece*, dengan metode adopsi terjemahan satu bahasa dan ditetapkan oleh BSN tahun 202x.

ISO 13041, *Test conditions for numerically controlled turning machines and turning centres* terdiri dari bagian-bagian berikut :

- Bagian 1: Uji geometri untuk mesin dengan spindle pemegang benda kerja horizontal
- Bagian 2: Uji geometri untuk mesin dengan spindle pemegang benda kerja vertikal
- Bagian 3: Uji geometri Untuk mesin dengan spindle pemegang benda kerja vertikal yang terbalik
- Bagian 4: Akurasi dan mampu ulang dari pemosisian sumbu linear dan pemosisian sumbu putar
- Bagian 5: Akurasi pemakanan, kecepatan potong dan interpolasi
- Bagian 6: Akurasi benda uji
- Bagian 7: Evaluasi kinerja gerakan kontur pada bidang koordinat
- Bagian 8: Evaluasi distorsi termal

Standar ini disusun oleh Komite Teknis 25-01 Sistem Otomasi Industri. Standar ini telah dibahas melalui rapat teknis dan terakhir disepakati dalam rapat konsensus pada tanggal 19 Maret 2024 di Jakarta, yang dihadiri oleh para pemangku kepentingan (*stakeholders*) terkait yaitu perwakilan dari pemerintah, pelaku usaha, konsumen, dan pakar. Standar ini telah melalui tahap jajak pendapat pada tanggal 26 April 2024 sampai dengan 10 Mei 2024 dengan hasil akhir disetujui menjadi SNI.

Terdapat standar yang dijadikan sebagai acuan normatif dalam Standar ini telah diadopsi menjadi SNI, yaitu:

- ISO 230-1, *Test code for machine tools — Part 1: Geometric accuracy of machines operating under no-load or finishing conditions* telah diadopsi dengan tingkat keselarasan identik menjadi SNI ISO 230-1:2012, *Kode uji untuk mesin perkakas – Bagian 1: Akurasi geometrik dari pengoperasian mesin dengan kondisi tanpa beban atau kuasi-statis*
- ISO 13041-2, *Test conditions for numerically controlled turning machines and turning centres – Part 2: Geometric tests for machines with a vertical workholding spindle* telah diadopsi dengan tingkat keselarasan identik menjadi SNI ISO 13041-2:2008, *Kondisi uji untuk mesin bubut dengan kontrol numerik dan turning centres – Bagian 2: Uji geometrik untuk mesin dengan spindle pemegang benda kerja vertikal*

Apabila pengguna menemukan keraguan dalam Standar ini, maka disarankan untuk melihat standar aslinya yaitu ISO 13041-6:2009, dan/atau dokumen terkait lain yang menyertainya.

Perlu diperhatikan bahwa kemungkinan beberapa unsur dari Standar ini dapat berupa Hak Kekayaan Intelektual (HAKI). Namun selama proses perumusan SNI, Badan Standardisasi Nasional telah memperhatikan penyelesaian terhadap kemungkinan adanya HAKI terkait substansi SNI. Apabila setelah penetapan SNI masih terdapat permasalahan terkait HAKI, Badan Standardisasi Nasional tidak bertanggung jawab mengenai bukti, validitas, dan ruang lingkup dari HAKI tersebut.

## Pendahuluan

Mesin bubut dengan kontrol numerik adalah sebuah mesin perkakas dengan gerak utamanya adalah perputaran benda kerja terhadap alat potong yang diam dan dimana energi potong berasal dari benda kerja dan bukan dari pahat. Mesin ini dikontrol oleh *numerical control* (NC) yang menyediakan fungsi otomatis sesuai dengan 13041-1:2004, 3.3, dan dapat berupa jenis satu *spindle* atau lebih dari satu *spindle*.

*Turning centres* adalah mesin bubut NC yang dilengkapi dengan perangkat penggerak (*power driven tools*) dan orientasi kapasitas *spindle* pemegang benda kerja di sekitar sumbu. Mesin ini termasuk fitur tambahan seperti penggantian pahat (*tools*) secara otomatis dari suatu *magazine*.

Tujuan dari seri SNI ISO 13041 adalah memberikan informasi seluas dan selengkap mungkin untuk geometri, posisi, kontur, termal dan *machining tests*, yang dapat digunakan sebagai pembandingan, keberterimaan, pemeliharaan atau tujuan yang lain.

Bagian seri SNI ISO 13041 menspesifikasikan, dengan acuan yang relevan pada bagian ISO 230, pengujian untuk *turning centres* dan mesin bubut dengan kontrol numerik dan dengan atau tanpa *tailstocks*, berdiri sendiri atau terintegrasi dalam sistem manufaktur yang fleksibel. Hal ini juga menetapkan toleransi atau nilai maksimal yang dapat diterima sebagai hasil pengujian sesuai dengan nilai akurasi normal untuk *general purpose* dan *turning centres* dan mesin bubut dengan kontrol numerik.



## Kondisi uji untuk mesin bubut dengan kontrol numerik dan *turning centres* — Bagian 6: Akurasi benda uji

### 1 Ruang lingkup

Standar ini menspesifikasikan dengan mengacu pada ISO 230-1, serangkaian uji potong, dalam kondisi selesai, bagian yang diuji standar. Selain itu juga menjelaskan karakteristik dan dimensi benda uji.

Standar ini dimaksudkan menyediakan persyaratan minimum untuk menilai akurasi pemotongan mesin.

### 2 Acuan normatif

Dokumen acuan berikut sangat diperlukan untuk penerapan dokumen ini. Untuk acuan bertanggal, hanya edisi yang dikutip yang berlaku. Untuk acuan yang tidak bertanggal, berlaku edisi terbaru dari dokumen yang direferensikan (termasuk amandemennya).

ISO 230-1:1996, *Test code for machine tools – part 1: Geometric accuracy of machines operating under no-load finishing conditions*

ISO 1101, *Geometric Product Specification (GPS) – Geometric tolerancing – tolerances of form, orientation, location and run-out*

ISO 13041-1:2004, *Test conditions for numerically controlled turning machines and turning centres – Part 1: Geometric tests for machines with a horizontal workholding spindle*

ISO 13041-2, *Test conditions for numerically controlled turning machines and turning centres – Part 2: Geometric tests for machines with a vertical workholding spindle*

ISO 13041-3, *Test conditions for numerically controlled turning machines and turning centres – Part 3: Geometric tests for machines with inverted vertical workholding spindle*

### 3 Pernyataan awal

#### 3.1 Satuan pengukuran

Standar ini, semua dimensi linear, simpangan dan toleransi disajikan dalam milimeter; dimensi sudut disajikan dalam derajat; dan simpangan sudut dan toleransi disajikan dalam rasio, namun dalam beberapa kasus *microradians* atau *arcseconds* mungkin digunakan dengan tujuan klarifikasi. Penulisan persamaan berikut harus selalu diingat.

$$0,010/1.000 = 10 \mu\text{rad} \approx 2''$$

#### 3.2 Acuan ISO 230 -1

Untuk menerapkan bagian standar ini, acuan harus mengacu pada ISO 230-1, khususnya untuk instalasi mesin sebelum pengujian, pemanasan mesin, deskripsi metode pengukuran, serta evaluasi dan presentasi hasil.

### 3.3 Urutan pengujian

Urutan pengujian yang disajikan pada bagian standar ini sama sekali tidak didefinisikan oleh tingkat kepraktisan pengujian.

### 3.4 Pengujian yang harus dilakukan

Saat menguji mesin, tidak selalu perlu atau mungkin untuk melakukan semua pengujian yang dijelaskan dalam bagian standar ini. Jika pengujian diperlukan untuk tujuan keberterimaan, pengguna dapat memilih, dengan persetujuan pemasok/ pabrikan, pengujian yang berkaitan dengan komponen dan/atau bagian mesin yang dibutuhkan. Pengujian ini harus dinyatakan dengan jelas saat memesan mesin. Acuan pada bagian standar ini untuk uji keberterimaan, tanpa menentukan pengujian yang akan dilakukan, dan tanpa persetujuan mengenai biaya terkait, tidak dapat dianggap mengikat bagi pihak mana pun dalam kontrak.

Saat menguji mesin dengan rel gerakan melintang, toleransi yang diberikan dalam bagian standar ini berlaku ketika posisi rel melintang (*cross rail*) dipasang pada lokasi tertentu (sebaiknya di tengah (*mid-travel*) rel melintang atau posisi lain yang telah ditentukan, tergantung pada kesepakatan antara pemasok/produsen dan pengguna).

### 3.5 Instrumen pengukuran

Instrumen pengukuran yang ditunjukkan dalam pengujian yang diuraikan pada pasal 4 hanyalah contoh saja. Instrumen lain yang mengukur kualitas yang sama dan setidaknya memiliki akurasi yang sama dapat digunakan. Sensor *linear displacement* harus memiliki resolusi 0,001 mm atau lebih baik. Lihat ISO 14253-1, ISO/TS 14253-2 dan ISO/TR 16015.

### 3.6 Pemasangan benda uji

Benda uji harus mudah dipasang pada *fixture* atau *chuck* yang tepat, sehingga stabilitas maksimum peralatan dan *fixture* dapat dicapai. Permukaan pemasangan *fixture* dan benda uji harus rata dan/atau berbentuk silinder. Hal ini direkomendasikan bahwa sarana yang sesuai untuk *fixture* digunakan sehingga tidak menghalangi lintasan pahat (*tool breakthrough*) (jika memungkinkan).

**CATATAN** Pemasangan benda uji dapat mempunyai dampak yang signifikan terhadap hasil pengujian. Oleh karena itu, parameter yang terkait dengan pemasangan benda uji, seperti tipe dan jumlah *jaws*, serta jumlah *clamping force*, dipertimbangkan dengan cermat.

### 3.7 Material benda uji, pahat dan parameter pemotongan

Bahan benda uji, pahat dan parameter pemotongan selanjutnya harus disetujui oleh pemasok/produsen dan pengguna, dan harus dicatat. Bahan benda uji harus ditentukan dengan peruntukan bahan yang tepat.

### 3.8 Ukuran benda uji

Jika benda uji dikerjakan beberapa kali, yang mengakibatkan pengurangan dimensi luar, disarankan agar benda uji akhir, bila digunakan untuk tujuan keberterimaan, sesuai dengan spesifikasi dimensi yang ditentukan dalam bagian standar ini.

Jika benda uji berasal dari uji pemotongan sebelumnya dan dapat digunakan kembali, dimensi karakteristiknya harus tetap dalam 10 % dari yang ditunjukkan dalam bagian standar ini. Bila benda uji digunakan kembali, permukaan hasil uji sebelumnya harus diratakan dengan pemotongan tipis (*shallow cut*) sebelum uji potong baru dilakukan.



Direkomendasikan juga agar tipe dan nomor seri mesin, tanggal pengujian dan nama serta orientasi sumbu ditandai pada benda uji dan dikirimkan bersama mesin untuk tujuan acuan.

Pada prinsipnya, tidak lebih dari satu benda uji untuk setiap jenis pengujian untuk tujuan keberterimaan. Dalam hal terdapat persyaratan khusus, seperti penilaian statistik kinerja mesin, pemesinan lebih banyak benda uji harus patuh pada persetujuan antara pemasok/produsen dan pengguna.

Pemotongan awal harus dilakukan untuk menjaga kedalaman pemotongan sekonstan mungkin.

### 3.9 Informasi yang disimpan

Untuk pengujian yang dilakukan sesuai dengan persyaratan bagian standar ini, informasi berikut harus dikumpulkan selengkap mungkin dan harus disertakan dalam laporan pengujian:

- a) material dan dimensi benda uji;
- b) material dan dimensi pahat;
- c) kecepatan potong;
- d) laju gerak makan (kecepatan makan);
- e) kedalaman potong;
- f) sumbu yang digunakan untuk pemesinan;
- g) kondisi pemasangan benda uji;
- h) parameter pemotongan lainnya, misalnya cairan pendingin.

### 3.10 Kategori ukuran mesin

Untuk keperluan seri ISO 13041, mesin diklasifikasikan ke dalam kategori ukuran tergantung pada orientasi *work spindle* (lihat ISO 13041-1 untuk *workholding spindle* horizontal, ISO 13041-2 untuk *workholding spindle* vertikal, dan ISO 13041-3 untuk *workholding spindle* vertikal terbalik).

Kategori dan rentang ukuran direferensikan dalam pengujian pemotongan pada bagian standar ini dan oleh karena itu diulangi di sini demi kemudahan pengguna.

ISO 13041-1 Mesin bubut dan *turning centres* NC dengan *workholding spindle* horizontal diklasifikasikan ke dalam tiga kategori ukuran, berdasarkan kriteria yang ditentukan dalam Tabel 1.

**Tabel 1— Rentang ukuran untuk mesin dengan *workholding spindle* horizontal**

Kriteria	Kategori 1	Kategori 2	Kategori 3
Diameter ayun ( <i>swing diameter</i> ) di atas <i>bed</i>	$D \leq 250$	$250 < D \leq 500$	$500 < D \leq 1.000$
Diameter nominal <i>bar</i>	$d' \leq 25$	$25 < d' \leq 63$	$63 < d'$
Diameter nominal <i>chuck</i>	$d \leq 125$	$125 < d \leq 250$	$250 < d$

**CATATAN 1** Diameter nominal *chuck* ditentukan dalam ISO 3442-1 dan ISO 3442-2.

**CATATAN 2** Pilihan kriteria adalah kebijaksanaan pabrikan.

ISO 13041-2 mesin bubut dan *turning centres* NC dengan *workholding spindles* vertikal diklasifikasikan menjadi empat kategori, berdasarkan kriteria yang ditentukan dalam Tabel 2.

**Tabel 2— Rentang ukuran untuk mesin dengan *spindle* pemegang benda kerja vertikal**

Kriteria	Kategori 1	Kategori 2	Kategori 3	Kategori 4
Diameter nominal <i>chuck</i>	$d \leq 500$	$500 < d \leq 1.000$	$1.000 < d \leq 5.000$	$d > 5.000$
Diameter <i>workholding spindle/table</i>	$D \leq 500$	$500 < D \leq 1.000$	$1.000 < D \leq 5.000$	$D > 5.000$

**CATATAN 3** Diameter *chuck* nominal ditentukan dalam ISO 3442-1 dan ISO 3442-2.

ISO 13041-3 mesin bubut dan *turning centres* NC dengan *workholding spindles* vertikal terbalik diklasifikasikan ke dalam tiga kategori ukuran, berdasarkan kriteria yang ditentukan dalam Tabel 3.

**Tabel 3— Rentang ukuran untuk mesin dengan *spindle* pemegang benda kerja vertikal terbalik**

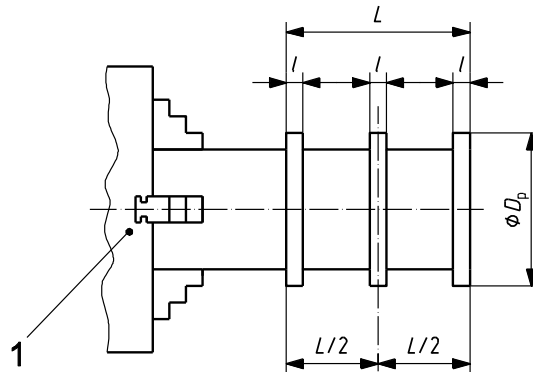
Kriteria	Kategori 1	Kategori 2	Kategori 3
Diameter nominal <i>chuck</i>	$d \leq 250$	$250 < d \leq 400$	$d > 400$
Diameter benda kerja maksimum	$D \leq 315$	$315 < D \leq 500$	$D > 500$

**CATATAN 4** Diameter nominal *chuck* ditentukan dalam ISO 3442-1 dan ISO 3442-2.

4 Uji pemesinan

<p><b>Obyek</b> Melakukan proses bubut benda uji silindris:</p> <p>a) <i>circularity</i>;; b) konsistensi diameter benda kerja yang telah dibubut</p>	M1
---	----

**Diagram**



**Keterangan:**

1 *chuck*

*l* harus dipilih sesuai dengan alat ukurnya.

Jarak antara permukaan *chuck* dan anak tangga pertama,  $\varnothing D$ , harus kurang dari *L*.

Untuk mesin dengan *workholding spindle* horizontal (ISO 13041-1):

Untuk *bar machines*:

$$L = 2,5 \times d' \text{ (diameter nominal bar)}$$

$$D_{p, \min} = 0,3 \times L;$$

Untuk *chucking machines*:

$$L = 0,8 \times d \text{ (diameter nominal chuck), atau}$$

$$L = 0,66 \times \text{panjang putaran maksimum (stroke Z),}$$

mana saja yang lebih kecil.

$$D_{p, \min} = 0,3 \times L$$

Untuk mesin dengan *workholding spindle* vertikal (ISO 13041-2) atau *workholding spindle* vertikal terbalik (ISO 13041-3):

$$L = 0,8 \times d \text{ (diameter nominal chuck), atau}$$

$$L = 0,66 \times \text{panjang putaran maksimum (stroke Z),}$$

mana saja yang lebih kecil.

$$L_{\max} = 1500$$

$$D_{p, \min} = 0,3 \times L$$

$$D_{p, \max} = 1.000$$

Toleransi	Mesin dengan <i>spindle</i> horizontal (ISO 13041-1)			Mesin dengan <i>spindle</i> vertikal (ISO 13041-2) <sup>a</sup>				Mesin dengan <i>spindle</i> vertikal terbalik (ISO 13041-3)		
	Kategori			Kategori				Kategori		
	1	2	3	1	2	3	4	1	2	3
a) <i>Circularity</i>	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,01	0,015	0,005	0,005	0,005
b) konsistensi diameter benda kerja yang telah dibubut	0,01	0,015	0,02	0,015	0,02	0,03	0,04	0,01	0,015	0,02

Deviasi terukur

Kelas dan kategori mesin :

a)

b)

<sup>a</sup> Toleransi hanya berlaku untuk mesin dengan rel melintang tetap (*fixed cross rail*).. Toleransi untuk mesin dengan rel silang yang ketinggiannya dapat disesuaikan akan bergantung pada metode penempatan dan/atau penyetelan rel silang setelah dinaikkan atau diturunkan dan sebaiknya disepakati antara pemasok dan pengguna.

**Instrumen pengukuran**

Untuk a), *roundness measuring machine*.

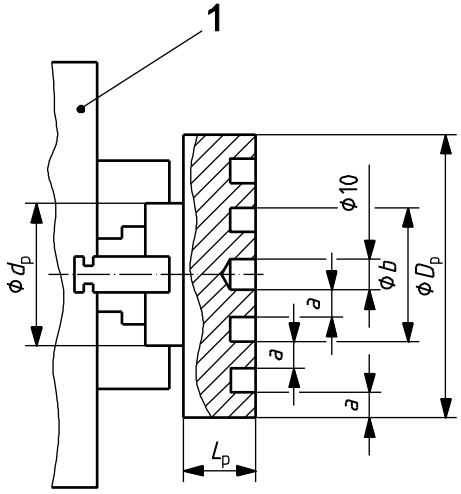
Untuk b), mikrometer.

**Observasi dan acuan ISO 230-1:1996**, 4.1, 6.6 dan 6.8

Untuk b), pembacaan dilakukan pada setiap lintasan penuh (*band*) dalam satu bidang saja, variasi pembacaan antara lintasan yang berdekatan tidak boleh melebihi 75% dari toleransi.

Sumbu mesin yang digunakan harus dicatat.

**CATATAN** Pipa berdinding tebal sebagai pengganti *solid rod* dapat digunakan sebagai benda uji awal (*test blank*) berbentuk silinder.

<b>Obyek</b> Memeriksa <i>flatness</i> permukaan yang tegak lurus sumbu spindle.		<b>M2</b>						
<b>Diagram</b> 		Mesin dengan <i>workholding spindles</i> horizontal (ISO 13041-1) dan <i>workholding spindles</i> vertikal terbalik (ISO 13041-3): $D_p = 0,8 \times \text{diameter nominal chuck, atau}$ $D_p = 1 \times \text{diameter batang nominal}$ $D_{p, \text{maks}} = 300$ Untuk $D_p < 160$ , ring tengah dapat dihilangkan. Untuk $D_p < 60$ semua alur dapat dihilangkan. $L_p = 0,25 \times \text{diameter chuck nominal}$ $L_{p, \text{maks}} = 60$ $d_p = 0,5 \times D \text{ atau diameter batang nominal}$ $d_{p, \text{min}} = 75$ (untuk mesin chucking) $b = D_p / 2 - a$						
<b>Keterangan</b> 1 <i>chuck</i>		Mesin dengan <i>workholding spindles</i> vertikal (ISO 13041-2): $D_p = 0,8 \times \text{diameter nominal chuck}$ $D_{p, \text{maks}} = 300$ (Kategori 1) $= 400$ (Kategori 2) $= 800$ (Kategori 3) $= 1\ 500$ (Kategori 4) $d_p = 0,5 \times D_{\text{hal}}$ (ketika benda kerja dipasang pada chuck untuk mencegah distorsi benda kerja) $L_p = 0,25 \times \text{diameter nominal chuck}$ $L_{p, \text{maks}} = 300$ $b = D_p / 2 - a$						
Dimensi <i>a</i> harus dipilih agar sesuai dengan alat ukur.								
<b>CATATAN</b> Diameter nominal <i>chuck</i> ditentukan dalam ISO 3442-1 dan ISO 3442-2.								
<b>Toleransi</b>	Mesin dengan <i>spindle</i> horizontal (ISO 13041-1) dan mesin dengan <i>spindle</i> vertikal terbalik (ISO 13041-3)		Mesin dengan <i>spindle</i> vertikal (ISO 13041-2) <sup>a</sup>		<b>Deviasi terukur</b>  Kelas dan kategori mesin:			
	Kategori		Kategori					
	1	2	3	1		2	3	4
<i>Flatness</i>	0,010	0,015	0,020	0,015	0,02	0,03	0,04	
<sup>a</sup> Toleransi hanya berlaku untuk mesin dengan rel melintang tetap. Toleransi untuk mesin dengan rel silang yang ketinggiannya dapat disesuaikan akan bergantung pada metode penempatan dan/atau penyetelan rel silang setelah dinaikkan atau diturunkan dan sebaiknya disepakati antara pemasok dan pengguna.								
<b>Instrumen pengukuran</b> Linear displacement sensor, pelat permukaan atau coordinate measuring machine (CMM).								
<b>Observasi dan acuan ISO 230-1:1996 , 4.1 dan 5.321.1</b> Pengukuran harus dicatat setidaknya dari dua diameter. Setiap penyimpangan tidak boleh mengakibatkan permukaan cembung kecuali dengan persetujuan khusus. Sumbu mesin yang digunakan harus dicatat.								

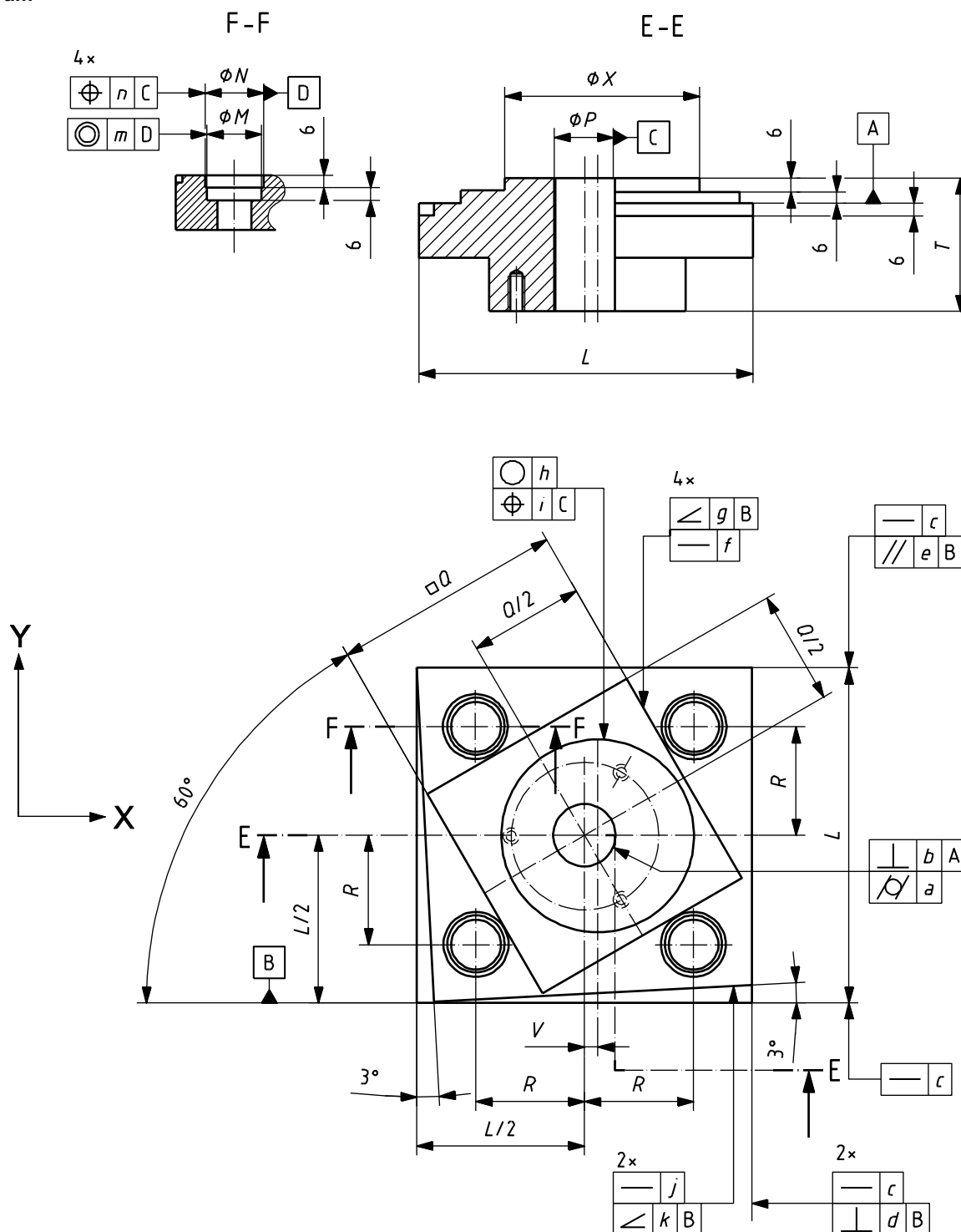
**Obyek**

Memeriksa kemampuan *positioning and contouring* mesin dalam berbagai kondisi kinematik.

**M3**

Pengujian ini berlaku untuk semua *turning centres* NC yang dijelaskan dalam ISO 13041 dengan *live spindle tooling*. Penunjukan benda uji (ukuran) yang akan dikerjakan dan kombinasi sumbu yang akan digunakan untuk pemesinan untuk tujuan penerimaan harus disepakati antara pemasok/produsen dan pengguna.

**Diagram**



Dimensi  $L$  sampai  $Z$  diberikan pada Tabel 4.

Lihat Gambar 1 untuk rincian benda uji awal sebelum diproses pemesinan

<b>Toleransi</b> Toleransi <i>a</i> sampai <i>m</i> diberikan pada Tabel 5.	<b>Penyimpangan terukur</b> Lihat Tabel 5
<b>Alat pengukur</b> Lihat Tabel 5.	
<b>Pengamatan dan acuan ISO 230-1:1996</b> , 5.211 Setiap sisi lurus ( <i>square</i> , <i>diamond</i> dan <i>sloping faces</i> ) harus diukur sekurang-kurangnya 10 titik untuk memperoleh deviasi straightness, squareness dan parallelism. Untuk uji <i>circularity</i> (atau <i>cylindricity</i> ), jika pengukuran tidak kontinu, periksa minimal 15 titik (untuk silindris pada setiap bidang yang diukur). Untuk <i>circularity</i> , disarankan melakukan pengukuran terus menerus tanpa penyaringan. Semua fitur benda uji harus dikerjakan menggunakan sumbu C dan X atau sumbu X dan Y (hanya menggunakan dua sumbu). Jika benda uji dikerjakan dengan interpolasi spindel dan sumbu linier (misalnya X dan C), tidak boleh ada pergerakan antara sumbu linier lainnya (misalnya Y). Jika benda uji dikerjakan dengan dua sumbu linier dengan gerak yang cukup (misalnya X dan Y), tidak boleh ada gerakan perantara dari spindel yang menahan benda uji. Kedua opsi memerlukan gerakan sumbu yang tersinkronisasi pada kecepatan lambat, serupa dengan gerakan yang diperlukan untuk mengerjakan permukaan miring 3°. Untuk mesin dengan sumbu Y opsional, pasangan sumbu harus disetujui oleh pabrik dan pengguna dan dicatat dalam laporan pengujian.	

**Tabel 4— Dimensi benda uji M3 dan benda uji awal**

Dimensi	Penetapan benda uji		
	ISO 13041-6-M3-80	ISO 13041-6-M3-160	ISO 13041-6-M3-320
L <sup>a</sup>	80	160	320
∅ M <sup>b</sup>	14	26	43
∅ N <sup>b</sup>	16	28	45
∅ P <sup>c</sup>	16	30	50
Q <sup>d</sup>	54	110	220
R	27	52	110
∅ S	55	110	240
T	50	50	80
U	20	20	40
V	2	5	9
∅ X <sup>e</sup>	50	96	202
Y	42	90	200
Z	M6 ×1; 10 kedalaman	M8 ×1,25; 12 kedalaman	M12 ×1,5; 20 kedalaman

- <sup>a</sup> Sebuah persegi sisi luar dengan panjang sisi " L ".
- <sup>b</sup> Empat lubang bor ∅M dan empat lubang counterbored ∅ N . Lubang ∅ M harus didekati dalam arah positif dari sumbu posisi; lubang ∅N harus didekati dalam arah negatif. Lokasi lubang ini adalah "R-R" dari pusat benda uji.
- <sup>c</sup> Sebuah lubang tembus ∅P yang terletak di tengah benda uji.
- <sup>d</sup> Diamond (persegi miring 60 °) dengan panjang sisi " Q ", pada sisi atas persegi. Ini sebaiknya dilakukan proses pemesinan jika dua sumbu linier digunakan (misalnya X dan Y). Dalam hal ini, lingkaran (diameter X) akan memiliki tinggi 12 mm di sisi atas persegi luar L .
- <sup>e</sup> Lingkaran dengan ∅X , tinggi 6 mm pada permukaan atas diamond. Pusat lingkaran ∅X berdimensi " V" eksentrik terhadap lubang tengah ∅P pada arah sumbu X.

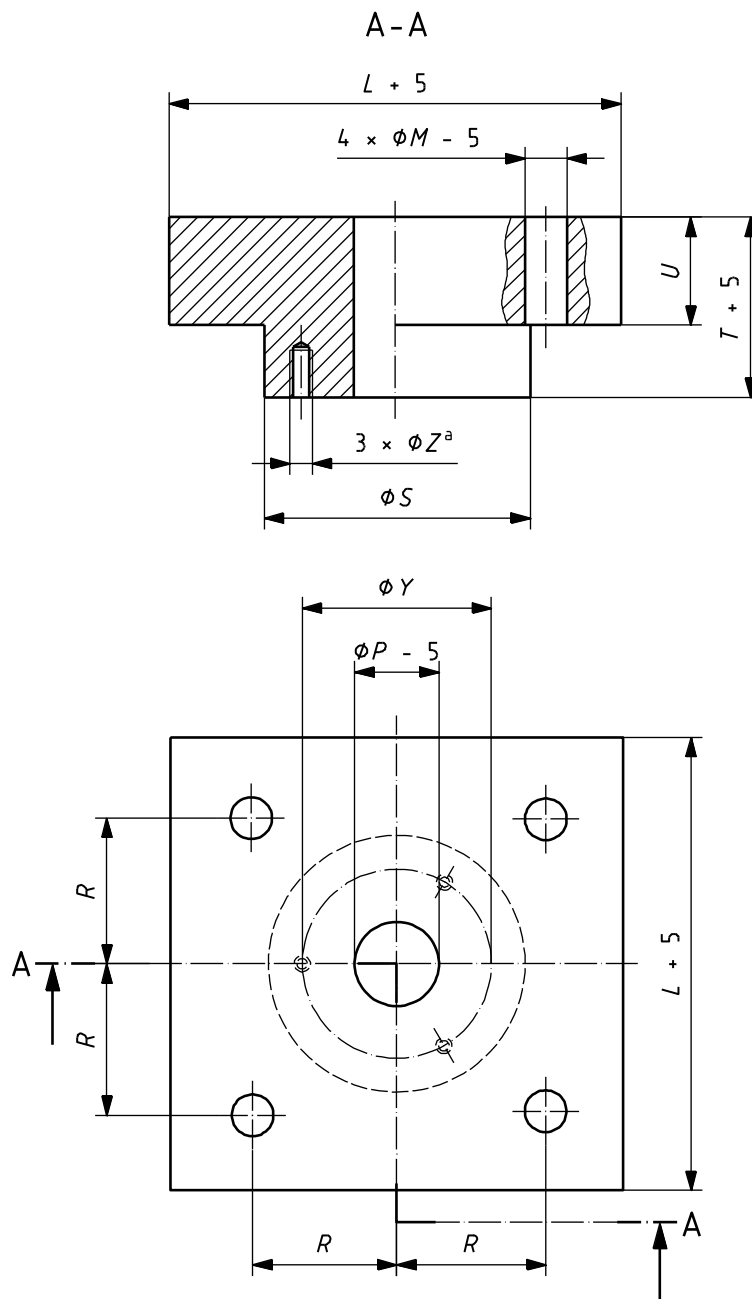
Pada *turning centres* tanpa sumbu Y opsional, lingkaran ini harus dilakukan proses pemesinan dengan memutar sumbu C melewati pinggiran end mill sambil menggerakkan sumbu X ke dalam benda uji dengan putaran sumbu C 180 ° diikuti dengan membalikkan sumbu Y. arah sumbu X untuk menyelesaikan rotasi sumbu C 360 ° sambil mempertahankan laju gerak makan kontur yang sama: (Gerakan sumbu X ini akan menghasilkan lingkaran yaitu " V" eksentrik terhadap pusat rotasi sumbu C dan mengarah kira-kira 3° terhadap garis singgung sesaat lingkaran.)

Permukaan miring, pada seluruh panjang kedua sisi persegi luar, dengan sudut 3° atau memberikan garis singgung sedalam 0,05 dan 6 mm pada bagian atas sisi luar persegi. Permukaan-permukaan ini hanya boleh dikerjakan bila dua sumbu linier digunakan (misalnya X dan Y).

Tabel 5— Uji geometri benda uji M3

Toleransi	Objek	Toleransi Penetapan benda uji			Instrumen pengukuran	Deviasi terukur
		ISO 13041-6- M3-80	ISO 13041-6- M3-160	ISO 13041-6- M3-320		
<i>a</i>	<b>CENTRAL HOLE</b> $\varnothing P$ <i>Cylindricity</i>	0,010	0,010	0,015	CMM atau penguji <i>roundness</i>	<i>a</i>
	<i>Squareness</i> antara sumbu lubang dan datum A	0,010	0,010	0,015	CMM atau penguji <i>roundness</i>	<i>b</i>
<i>c</i>	<b>SQUARE</b> $L \times L$ <i>Straightness</i> sisi-sisinya	0,030	0,030	0,045	CMM atau <i>straight-edge</i> dan <i>linear displacement sensor</i>	<i>c</i>
	<i>Squareness</i> sisi-sisi yang berdekatan dengan datum B	0,040	0,040	0,060	CMM atau <i>square</i> dan <i>linear displacement sensor</i>	<i>d</i>
	<i>Parallelism</i> sisi yang berlawanan dengan datum B	0,040	0,040	0,060	CMM atau <i>height gauge</i> atau <i>linear displacement sensor</i>	<i>e</i>
<i>f</i>	<b>DIAMOND</b> <sup>a</sup> $Q \times Q$ <i>Straightness</i> sisi-sisinya	0,030	0,030	0,045	CMM atau <i>straight-edge</i> dan <i>linear displacement sensor</i>	<i>f</i>
	Ketelitian sudut $60^\circ$ terhadap datum B	0,040	0,040	0,060	CMM atau <i>sine bar</i> dan <i>linear displacement sensor</i>	<i>g</i>
<i>h</i>	<b>LINGKARAN</b> $\varnothing X$ <i>Circularity</i>	0,030	0,030	0,040	CMM atau <i>roundness measuring instruments</i>	<i>h</i>
	Posisi sebenarnya lingkaran luar terhadap datum C	0,040	0,040	0,050	CMM	<i>i</i>
<i>j</i>	<b>SLOPING FACE</b> <i>Straightness</i> permukaan	0,030	0,030	0,045	CMM <i>straight-edge</i> dan <i>linear displacement sensor</i>	<i>j</i>
	Ketelitian sudut terhadap datum B	0,040	0,040	0,060	CMM atau <i>sine bar</i> dan <i>linear displacement sensor</i>	<i>k</i>
<i>m</i>	<b>BORED HOLES</b> <i>Concentricity</i> lubang bagian dalam "N" ke lubang luar "M"	0,020	0,020	0,020	CMM atau <i>roundness measuring instruments</i>	<i>m</i>
	Posisi lubang yang sebenarnya "N" relatif terhadap data C	$\varnothing 0,05$	$\varnothing 0,05$	$\varnothing 0,05$	CMM	<i>n</i>

<sup>a</sup> *Diamond* hanya dikerjakan jika dua sumbu linier digunakan (misalnya X dan Y) .



**CATATAN 1** Untuk dimensi  $L$ ,  $M$ ,  $P$ ,  $R$ ,  $S$ ,  $T$ ,  $U$ ,  $Y$  dan  $Z$ , lihat Tabel 4.

**CATATAN 2** Lubang berulir "Z" bersifat opsional dan digunakan untuk mengamankan benda uji awal ke *sub-plate* pada *turning centres* yang tidak memiliki *workholding chuck* yang sesuai (yaitu *vertical turning centres*). Dalam hal ini, untuk pemasangan yang benar, permukaan bawah benda uji harus rata.

<sup>a</sup> Pada diameter *pitch*  $Y$ .

**Gambar 1— Pre-machined blank untuk uji M3**

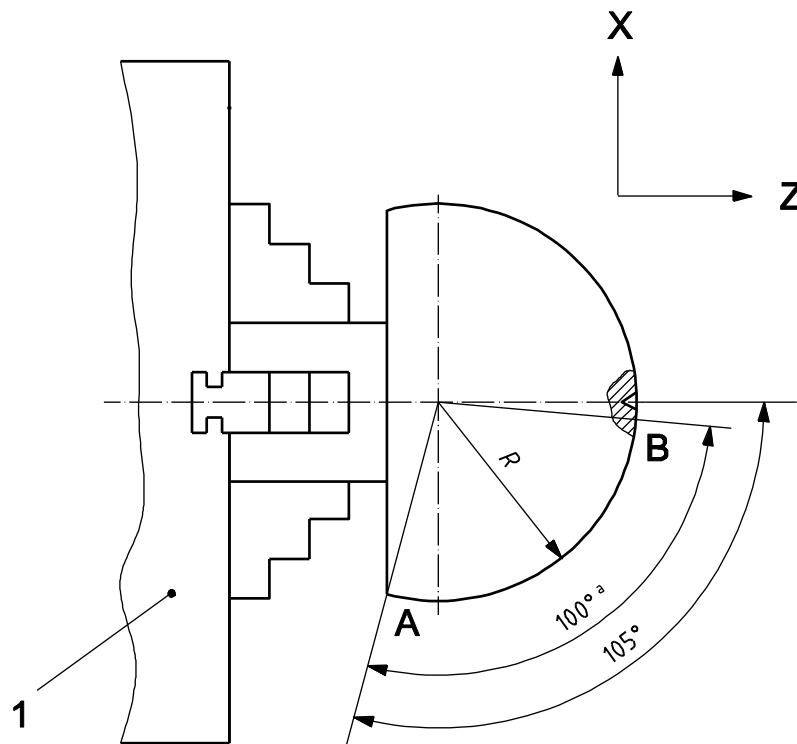


**Objek**

Memeriksa deviasi sirkular busur  $100^\circ$  pada benda uji (sesuai dengan ISO 1101).

**M4**

Pengujian ini berlaku untuk semua mesin bubut dan *turning centres* NC yang dijelaskan dalam ISO 13041. Penunjukan (ukuran) benda uji yang akan dikerjakan untuk tujuan keberterimaan harus disepakati antara pemasok dan pengguna.

**Diagram****Keterangan:**

1 *chuck*

a Busur terukur.

Toleransi	Penetapan benda uji: ISO 13041-6-:		
	M4-50	M4-100	M4-150
Radius nominal, $R$	50	100	150
Toleransi deviasi sirkular	0,025	0,045	0,070

Deviasi terukur

Benda uji yang dikerjakan:  
ISO 13041-6-M4-...

**Instrumen pengukur**

*Coordinate measuring machine; profile projector.*

**Observasi dan acuan ISO 230-1:1996**, 6.61 dan 6.622

Deviasi sirkular harus diukur pada  $100^\circ$  rentang pengukuran dalam mode pengukuran kontinu dimulai pada posisi A dan berakhir pada posisi B. Posisi A dan B ditunjukkan pada diagram di atas.

*Hemisphere pole* tidak boleh termasuk dalam busur yang diukur.

Variasi harus disajikan dalam bentuk grafik.

**CATATAN 1** Rotasi bidang pengukuran terhadap garis tengah bagian dapat menghasilkan hasil yang berbeda karena kemungkinan kesalahan rotasi sumbu *spindle*.

Radius terprogram,  $R$ , dan metode pengukuran akan dilaporkan.

**CATATAN 2** Benda uji dapat digunakan kembali. Namun radius yang diprogram sebaiknya tidak berbeda lebih dari  $\pm 10\%$  dari radius nominal.

## Bibliografi

- [1] ISO 3442-1, *Peralatan mesin - Uji dimensi dan geometri untuk chuck pemusatan otomatis dengan rahang dua bagian - Bagian 1: Chuck yang dioperasikan secara manual dengan rahang tipe lidah dan alur*
- [2] ISO 3442-2, *Peralatan mesin - Uji dimensi dan geometri untuk chuck pemusatan otomatis dengan rahang dua bagian - Bagian 2: Chuck yang dioperasikan dengan tenaga dengan rahang tipe lidah dan alur*
- [3] ISO 14253-1, *Spesifikasi Produk Umum (GPS) — Inspeksi dengan pengukuran benda kerja dan peralatan pengukuran — Bagian 1: Aturan pengambilan keputusan untuk membuktikan kesesuaian atau ketidaksesuaian dengan spesifikasi*
- [4] ISO/TS 14253-2, *Spesifikasi Produk Geometris (GPS) — Inspeksi melalui pengukuran benda kerja dan peralatan pengukuran — Bagian 2: Panduan untuk memperkirakan ketidakpastian dalam pengukuran GPS, dalam kalibrasi peralatan pengukuran, dan dalam verifikasi produk*
- [5] ISO/TR 16015, *Spesifikasi Produk Geometris (GPS) — Kesalahan sistematis dan kontribusi terhadap ketidakpastian pengukuran pengukuran panjang karena pengaruh termal*

## **Informasi pendukung terkait perumus standar**

### **[1] Komtek perumus SNI**

Komite Teknis 25-01, Sistem Otomasi Industri

### **[2] Susunan keanggotaan Komtek perumus SNI**

Ketua : Nasril  
Sekretaris : Eka Candra Wayana  
Anggota : Tri Prakosa  
Hardono  
Antonius Fernando  
Pujiyanto  
Furkan Jadid  
Febri Setianto  
Arfi'an Fuadi  
Robby Marlon Brando  
Agus Krisnowo

### **[3] Konseptor rancangan SNI**

Hardono  
Ahmad Musthofa  
Ratna Mayasari  
Robby Marlon Brando  
Sari Andarwati Kunharyanto

### **[4] Sekretariat pengelola Komtek perumus SNI**

Direktorat Pengembangan Standar Mekanika, Energi, Infrastruktur, dan Teknologi  
Informasi – Badan Standardisasi Nasional