

Geometrical Accuracy Tests of Parallel Block According to DIN 6346 and DIN ISO 2768 Standards

Sally Cahyati*, Ezra Sonjaya

Prodi Magister Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Trisakti

*Corresponding author: sallycahyati2019@gmail.com

Abstract. Every machining process expects a perfect result, where it cannot be separated from the various tools that support the machining process. One of it is a parallel block, which is often used as a tool in the machining process. In use, these parallel blocks are gripped together with the workpiece. Given the importance of this parallel block function, it is necessary to know the accuracy. Based on its function, the parallel geometric validation test includes alignment, geometric straightness alignment. The accuracy in question is straightness, straightness, and parallelism. Parallelism and straightness test uses height gauge, and for straightness, the test uses a dial indicator. These three tests were carried out to validate the geometric accuracy of parallel blocks. The final results of the parallel block geometric accuracy validation test refer to the DIN 6346 standard, and for the geometric accuracy validity test, the straightness and parallelism of parallel blocks refer to the DIN ISO 2768 standard. 2768 which is located in class H. The deviation value of the parallelism surface width of the parallel block is within the standard tolerance limit 2, while the deviation value of parallelism the parallel block surface thickness is at tolerance 1 in the DIN 6346 standard.

Abstrak. Setiap proses pemesinan mengharapkan hasil akhir yang sempurna, dimana hal tersebut tidak lepas dari berbagai alat yang menunjang proses pemesinannya. Salah satunya adalah blok paralel, yang sering kali digunakan sebagai alat bantu dalam proses pemesinan. Dalam penggunaannya, blok paralel ini dicekam bersamaan dengan benda kerja. Mengingat pentingnya fungsi blok paralel ini maka perlu diketahui ketelitian fungsinya, maka uji validasi geometrik paralel blok meliputi kesejajaran, ketegaklurusan lirian geometriknya. Ketelitian yang dimaksud adalah kelurusian, ketegaklurusan dan kesejajaran. Uji kesejajaran dan kelurusian menggunakan height gauge dan untuk uji ketegaklurusan menggunakan dial indicator. Ketiga uji ini dilakukan untuk memvalidasi ketelitian geometrik parallel blok. Hasil akhir dari uji validasi ketelitian geometrik kelurusian blok paralel ini mengacu pada standar DIN 6346, dan untuk uji validasi ketelitian geometrik ketegaklurusan dan kelurusian blok paralel mengacu pada standar DIN ISO 2768. Nilai kelurusian dan ketegaklurusan permukaan blok paralel masih berada dalam batas standar toleransi DIN ISO 2768 yang terletak pada kelas H. Nilai penyimpangan kesejajaran permukaan lebar blok paralel berada dalam batas standar toleransi 2, sedangkan penyimpangan kesejajaran permukaan tebal blok paralel berada pada toleransi 1 dalam standar DIN 6346.

Kata kunci: validasi, ketelitian, geometrik, kelurusian, ketegaklurusan, kesejajaran.

© 2019. BKSTM-Indonesia. All rights reserved

Pendahuluan

Dunia industri manufaktur di Indonesia saat ini berkembang dengan pesat. Keakuratan dan kepresisan suatu produk semakin jauh lebih baik. Bahkan dalam pembuatan suatu produk dilakukan seefektif dan seefisien mungkin, dan hal tersebut tidak lepas dari proses pemesinan. Proses pemesinan merupakan proses pembuatan produk dengan mesin perkakas dan alat ukur.

Dalam setiap proses pemesinan selalu mengutamakan hasil akhir yang sempurna, dan hasil yang sempurna tersebut tidak lepas dari berbagai alat ukur yang menunjang proses pemesinan yang salah satunya adalah blok paralel. Blok paralel ini digunakan sebagai alat bantu dalam proses

pemesinan, dimana dalam penggunaannya blok paralel ini dicekam bersamaan dengan benda kerja. Blok paralel yang digunakan harus memiliki ketelitian geometrik kesejajaran, ketegaklurusan dan kelurusian karena akan mempengaruhi hasil akhir benda kerja tersebut. Blok paralel mempunyai permukaan atau muka ukur yang sangat lurus, sejajar dan tegak lurus dengan jarak nominal tertentu. Oleh sebab itu, dua atau lebih blok paralel dapat disusun sedemikian rupa sehingga dapat bersatu dengan kuat. Ini memungkinkan untuk memperoleh dimensi atau jarak tertentu dengan cara menyusun blok paralel dari beberapa ukuran nominal [1].

Blok paralel ini digunakan sebagai alat bantu dalam proses pemesinan, dimana dalam

penggunaannya blok paralel ini dicekam bersamaan dengan benda kerja. Blok paralel yang digunakan harus memiliki ketelitian geometrik kesejajaran, ketegak lurusan dan kelurusannya karena akan mempengaruhi hasil akhir benda kerja tersebut. Blok paralel mempunyai permukaan atau muka ukur yang sangat lurus, sejajar dan tegak lurus dengan jarak nominal tertentu. Oleh sebab itu, dua atau lebih blok paralel dapat disusun sedemikian rupa sehingga dapat bersatu dengan kuat, dan ini memungkinkan kita untuk memperoleh dimensi atau jarak tertentu dengan cara menyusun blok paralel dari beberapa ukuran nominal [1].

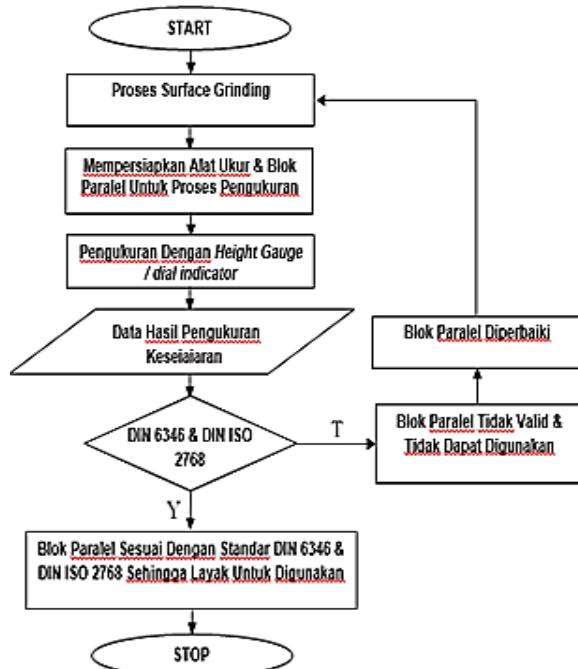
Dalam pembuatan blok paralel, biasanya digunakan dari baja karbon tinggi atau baja paduan. Baja tersebut akan mengalami perlakuan panas atau *heat treatment* sehingga diperoleh sifat-sifat penting seperti tahan aus, tahan korosi, dan kestabilan dimensi yang baik [2]. Langkah awal dalam perencanaan pembuatan blok paralel adalah menetapkan ukuran atau dimensi blok paralel. Selanjutnya akan dilakukan proses milling, *heat treatment* dan *grinding* untuk mendapatkan ukuran geometrik blok paralel. Setelah mendapatkan ukuran, selanjutnya adalah dilakukan pengujian metrologi antara lain uji kesejajaran dengan mengacu pada standar DIN 6346, uji ketegak lurusan dan uji kelurusannya dengan mengacu pada standar DIN ISO 2768 sehingga blok paralel tersebut dapat diketahui apakah layak atau tidak layak untuk digunakan.

Metode Penelitian

Penelitian akan mengikuti Langkah-langkah Diagram Alir pada Gambar 1. Setelah blok paralel *milling*, maka akan diperoleh ukuran sesuai dengan yang dikehendaki, selanjutnya adalah dilakukan proses *grinding*. Mesin *surface grinding* adalah mesin gerinda yang mengacu pada pembuatan bentuk datar dan permukaan yang rata pada sebuah benda kerja. Prinsip kerja utama dari mesin *surface grinding* adalah gerakan bolak-balik benda kerja, dan gerak rotasi dari tool. Mesin gerinda yang digunakan adalah mesin gerinda datar horizontal dengan gerak meja bolak-balik. Dengan prinsip kerjanya yaitu *surface grinding* semi otomatis, dimana proses *grinding* permukaan blok paralel dapat dilakukan secara manual dan otomatis. Berikut ini adalah tahapan yang dilakukan pada proses *milling*:

1. Blok paralel dan ragum magnet dibersihkan terlebih dahulu.
2. Blok paralel diletakan di atas ragum magnet kemudian di cekam oleh ragum magnet.

3. Proses pemakanan awal adalah sisi permukaan lebar blok paralel yang merupakan datum pertama.
4. Selanjutnya adalah proses pemakanan sisi permukaan tebal yang merupakan datum kedua.
5. Pemakanan terakhir adalah pada sisi permukaan panjangnya.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian Validasi Kesejajaran Blok Paralel

Dalam proses ini diperlukan ketelitian dalam paralel, maka akan mengakibatkan permukaan blok paralel menjadi tidak sejajar, tegak lurus dan lurus. Penyimpangan ini akan diketahui saat dilakukan uji validasi keteletian membersihkan baik permukaan blok paralel maupun permukaan ragum magnet. Karena apabila terdapat atau adanya kotoran yang mengganjal antara celah ragum dan blok geometriknya. Setelah blok paralel selesai di *grinding*, maka selanjutnya proses validasi dari blok paralel dilakukan. Apabila hasil uji kelurusannya, kesejajaran, dan ketegak lurusannya permukaan blok paralel belum memenuhi standar DIN 6346 & DIN ISO 2768, maka blok paralel kembali diperbaiki ke dalam proses *surface grinding* hingga blok paralel dinyatakan *valid* dan layak untuk digunakan.

Alat dan Bahan

Berikut ini adalah spesifikasi mesin *surface grinding* yang digunakan:

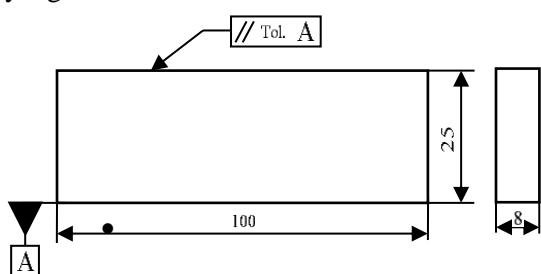
- Tipe mesin : Kent KGS 250 AH
- Daya motor : 3.0 kW
- Gerakan utama mesin gerinda:
 - a. Gerak putar batu gerinda
 - b. Gerak meja memanjang dan melintang.

- c. Gerak pemakanan.
- Metode pendinginan menggunakan *solute oil* dengan persentase 20% emulsi dan 80% air.
 - Jenis batu gerinda adalah *aluminium oxide* (Kode: WA80KV).

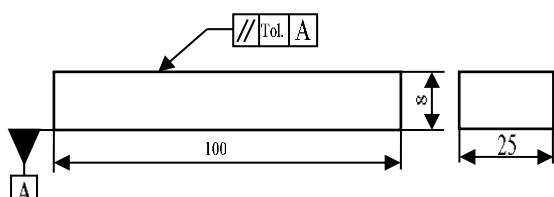


Gambar 2. Mesin Gerinda Permukaan Paralel Blok

Data awal proses pengukuran diperoleh dari Gambar 7 yang berisi informasi toleransi geometrik yang akan dilakukan.

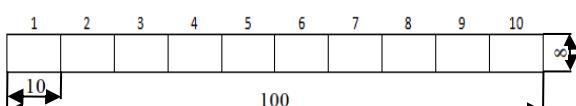


Gambar 6. Datum Pengukuran Kesejajaran Permukaan Lebar Blok Paralel .

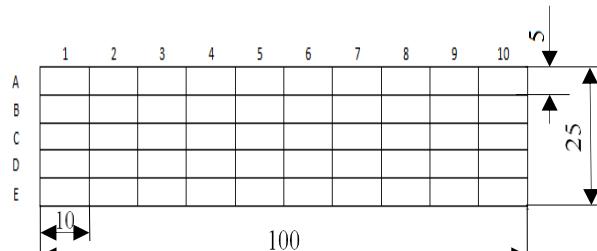


Gambar 7. Datum Pengukuran Kesejajaran Permukaan Tebal Blok Paralel .

Setelah ditentukan datumnya, maka selanjutnya permukaan blok paralel yang akan diukur diberi pola garis seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 8 untuk mempermudah proses pengambilan datanya.



Gambar 8. Pola Garis Permukaan Lebar Blok Paralel (mm).



Gambar 9. Pola Garis Permukaan Tebal Blok Paralel (mm).

Selanjutnya dilakukan pengukuran dengan menggunakan *height gauge* atau *dial indicator* sebanyak lima kali dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- Siapkan blok paralel dengan posisikan probe *height gauge* atau *dial indicator* pada permukaan blok paralel yang telah diberi pola garis, dimana posisi probenya adalah di area A-1.
- Gerakan perlahan blok paralel sepanjang baris A-1 sampai A-10.
- Kembali blok paralel dengan posisikan probe *height gauge* pada area B-1, dan gerakan perlahan blok paralel sepanjang baris B-1 sampai B-10.
- Catat setiap hasil yang ditunjukkan oleh *height gauge* pada setiap area pola garis.
- Ulangi proses tersebut sampai pengulangan ke-5 atau sampai baris E, kemudian cari rata-ratanya dari tiap baris.

Kesejajaran Blok Paralel

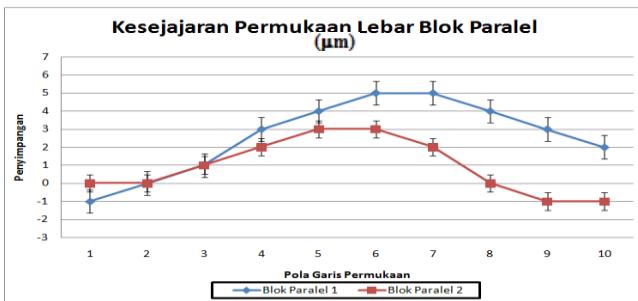
Blok paralel agar bisa dinyatakan valid dan layak untuk digunakan, maka tingkat penyimpangan kesejajarannya tidak boleh melebihi batas standar toleransi yang telah ditetapkan, yaitu standar DIN 6346.

Tabel 1. Standar Toleransi Kesejajaran DIN 6346 [3].

DIN 6346				
H (mm)	Tolerance		Tolerance	
	1 (μ m)	B (mm)	2 (μ m)	L (mm)
8	6	2,5	4	63
10	6	3,2	5	63
12	8	4	5	63
16	8	5	5	63
20	9	6,3	6	63
12	8	4	5	100
16	8	5	5	100
20	9	6,3	6	100
25	9	8	6	100
32	11	10	6	100
40	11	12	8	100
25	9	8	6	160
32	11	10	6	160
40	11	12	8	160

A. 'Kesejajaran Permukaan Lebar

Setelah diketahui nilai rata-rata dari kesejajaran permukaan lebar blok paralel, maka data dimuat kedalam grafik untuk mempermudah menentukan nilai batas minimum dan batas maksimum penyimpangannya.



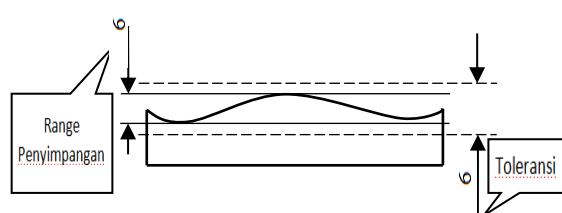
Gambar 10. Grafik Penyimpangan Kesejajaran Permukaan Lebar Blok Paralel

Berdasarkan grafik di atas, terlihat pola penyimpangan batas minimum dan maksimum dari kesejajaran permukaan blok paralel, selanjutnya nilai tersebut dimasukan ke dalam tabel untuk mendapatkan range-nya.

Tabel 2. Nilai Kualitas Kesejajaran Permukaan Lebar Blok Paralel

Nilai Kesejajaran Permukaan Lebar Blok Paralel (μm)			
	Min.	Max.	Range
BP-1	-1	5	6
BP-2	-1	3	4

Berdasarkan Tabel 2, maka perbandingan nilai toleransi dengan penyimpangan kesejajaran permukaan lebar blok paralel dapat ditunjukkan seperti Gambar 11.

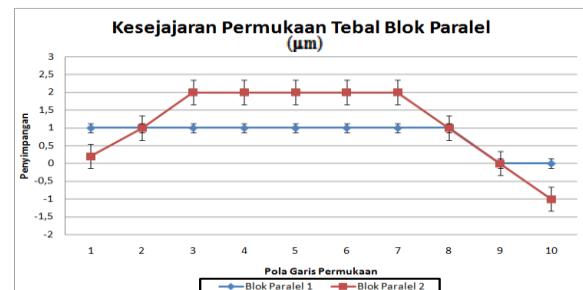


Gambar 11. Visualisasi Perbandingan Range Penyimpangan Dengan Toleransi Kesejajaran Permukaan Lebar Blok Paralel (μm) [4]

B. Kesejajaran Permukaan Tebal

Setelah diketahui nilai rata-rata penyimpangan dari kesejajaran permukaan tebal blok paralel, maka data dimasukan kedalam grafik untuk

mempermudah menentukan batas minimum dan batas maksimum penyimpangannya.



Gambar 12. Grafik Penyimpangan Kesejajaran Permukaan Tebal Blok Paralel

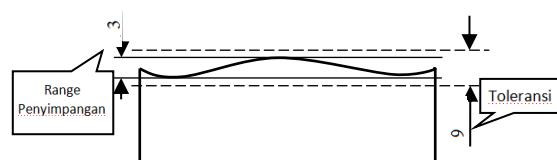
Dalam Gambar 12 terlihat pola penyimpangan batas minimum dan maksimum dari kesejajaran permukaan tebal blok paralel, selanjutnya nilai tersebut dimasukan ke dalam tabel untuk mendapatkan range-nya.

Tabel 3. Nilai Kualitas Kesejajaran Permukaan Tebal Blok Paralel

Nilai Kesejajaran Permukaan Tebal Blok paralel (μm)

	Min.	Max.	Range
BP-1	0	1	1
BP-2	-1	2	3

Berdasarkan Tabel 3 di atas, maka perbandingan nilai standar toleransi dengan penyimpangan kesejajaran permukaan tebal blok paralel dapat ditunjukkan seperti Gambar 13.



Gambar 13. Visualisasi Perbandingan Range Penyimpangan Dengan Toleransi Kesejajaran Permukaan Tebal Blok Paralel (μm) [4].

Berdasarkan hasil pengukuran kesejajaran, diketahui bahwa:

- Nilai *range* penyimpangan kesejajaran permukaan lebar blok paralel masih berada dalam batas standar toleransi DIN 6346 (*tolerance 2*).
- Nilai *range* penyimpangan kesejajaran permukaan tebal blok paralel masih berada

- dalam batas standar toleransi DIN 6346 (*tolerance 1*).
3. Blok paralel dominan cembung pada bagian tengah permukaan.
 4. Kesejajaran permukaan Blok Paralel dinyatakan *valid*.

Ketegaklurusan Blok Paralel

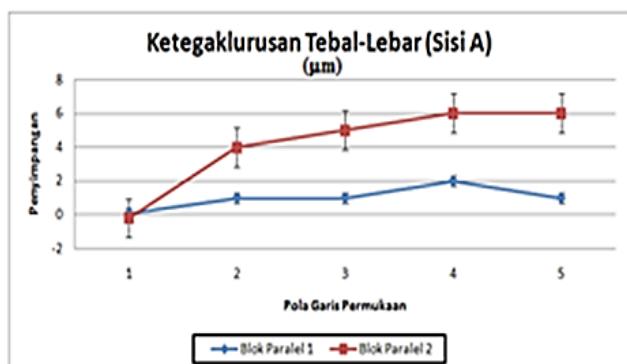
Untuk bisa dinyatakan valid dan layak untuk digunakan, maka tingkat penyimpangan ketegaklurusan blok paralel tidak boleh melebihi batas standar toleransi yang telah ditetapkan, yaitu standar DIN ISO 2768.

Tabel 4. Toleransi Umum Ketegaklurusan DIN ISO 2768 [5].

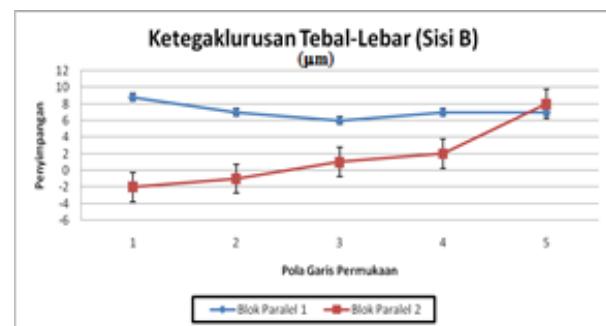
DIN ISO 2768 (mm)			
Ranges in nominal lengths in mm	Tolerance class		
	H	K	L
up to 100	0.2	0.4	0.6
over 100 up to 300	0.3	0.6	1
over 300 up to 1000	0.4	0.8	1.5
over 1000 up to 3000	0.5	0.8	2

A. Ketegaklurusan Permukaan Tebal Terhadap Lebar

Setelah diketahui nilai rata-rata dari ketegaklurusan permukaan tebal-lebar blok paralel, maka data dimasukan kedalam grafik untuk mempermudah menentukan batas minimum dan batas maksimum penyimpangannya.



Gambar 14. Grafik Penyimpangan Ketegaklurusan Tebal-Lebar Sisi-A



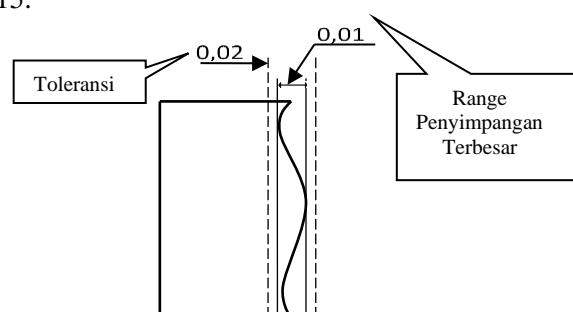
Gambar 15. Grafik Penyimpangan Ketegaklurusan Tebal-Lebar Sisi-B

Dalam Gambar 14 dan Gambar 15 terlihat pola penyimpangan batas minimum dan maksimum dari ketegaklurusan permukaan tebal-lebar blok paralel, selanjutnya dimasukan ke dalam tabel untuk mendapatkan range-nya.

Tabel 5. Nilai Kualitas Ketegaklurusan Permukaan Tebal Terhadap Lebar

Kualitas Ketegaklurusan Tebal-Lebar (sisi-A) (μm)			
	Min.	Max.	Range
BP-1	0,1	2	2
BP-2	0,2	6	6
Kualitas Ketegaklurusan Tebal-Lebar (sisi-B) (μm)			
	Min.	Max.	Range
BP-1	6	8,8	8,8
BP-2	-2	8	10

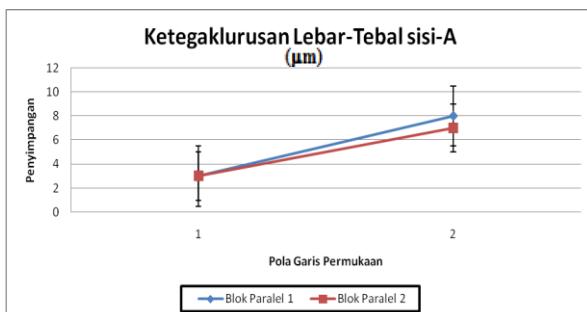
Berdasarkan hasil pengukuran dalam Tabel 5, maka perbandingan nilai toleransi dengan penyimpangan ketegaklurusan permukaan tebal-lebar blok paralel dapat ditunjukkan seperti Gambar 4.15.



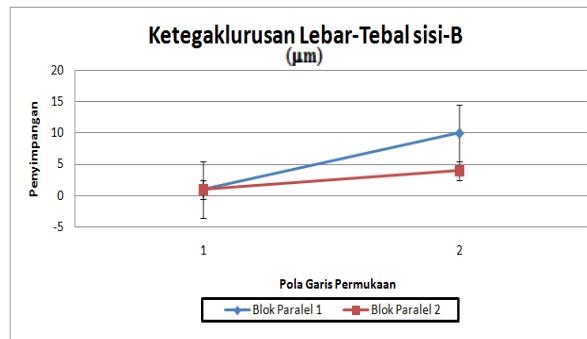
Gambar 16. Visualisasi Perbandingan Range Penyimpangan Dengan Toleransi Ketegaklurusan Permukaan Tebal-Lebar Blok Paralel (mm)[4].

B. Ketegaklurusan Permukaan Lebar Terhadap Tebal

Nilai rata-rata dari ketegaklurusan permukaan lebar-tebal blok paralel dimasukan kedalam grafik untuk mempermudah menentukan batas minimum dan batas maksimum penyimpangannya.



Gambar 17. Grafik Penyimpangan Ketegaklurusan Lebar-Tebal Sisi-A



Gambar 18. Grafik Penyimpangan Ketegaklurusan Lebar-Tebal Sisi-B

Dalam Gambar 17 dan Gambar 18 terlihat pola penyimpangan batas minimum dan maksimum dari ketegaklurusan permukaan lebar-tebal blok paralel, selanjutnya dimasukan ke dalam tabel untuk mendapatkan range-nya.

Tabel 6. Nilai Kualitas Ketegaklurusan Permukaan Lebar Terhadap Tebal

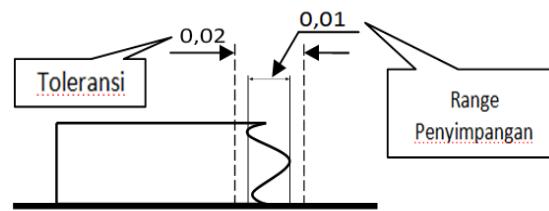
Kualitas Ketegaklurusan Lebar-Tebal (sisi-A)

	(μm)		
	Min.	Max.	Range
BP-1	3	8	8
BP-2	3	7	7

Kualitas Ketegaklurusan Lebar-Tebal (sisi-B)

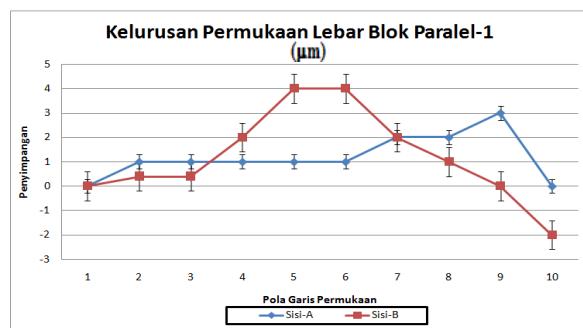
	Min.	Max.	Range
BP-1	1	10	10
BP-2	1	4	4

Berdasarkan Tabel 6, maka perbandingan nilai toleransi dengan penyimpangan ketegaklurusan permukaan lebar terhadap tebal blok paralel dapat ditunjukkan seperti Gambar 19.



Gambar 19. Visualisasi Perbandingan Range Penyimpangan Dengan Toleransi Ketegaklurusan Permukaan Lebar-Tebal Blok Paralel (mm) [4].

Berdasarkan hasil pengukuran ketegaklurusan, diketahui bahwa:



Gambar 20. Grafik Penyimpangan Kelurususan Lebar Blok Paralel-1

- Nilai *range* ketegaklurusan permukaan blok paralel masih berada dalam batas standar toleransi DIN ISO 2768 yang terletak pada kelas H.
- Penyimpangan yang terjadi kemungkinan disebabkan oleh adanya kotoran yang mengganjal baik pada permukaan ragum, maupun pada permukaan blok paralel pada saat proses *surface grinding*.
- Ketegaklurusan permukaan Blok Paralel dinyatakan *valid*.

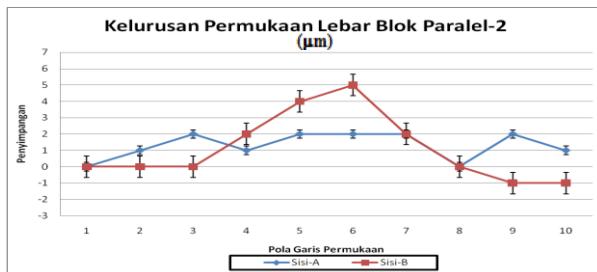
Kelurususan Blok Paralel

Untuk bisa dinyatakan valid dan layak untuk digunakan, maka tingkat penyimpangan kelurususan blok paralel tidak boleh melebihi batas standar toleransi yang telah ditetapkan, yaitu standar DIN ISO 2768.

Tabel 7. Toleransi Umum Kelurusan DIN ISO 2768 [5]

DIN ISO 2768 (mm)			
Ranges in nominal lengths in mm	Tolerance class		
	H	K	L
up to 10	0.02	0.05	0.1
over 10 up to 30	0.05	0.1	0.2
over 30 up to 100	0.1	0.2	0.4
over 100 up to 300	0.2	0.4	0.8
over 300 up to 1000	0.3	0.6	1.2
over 1000 up to 3000	0.4	0.8	1.6

Nilai rata-rata dari kelurusan permukaan lebar blok paralel dimasukan kedalam grafik untuk mempermudah menentukan batas minimum dan batas maksimum penyimpangannya.

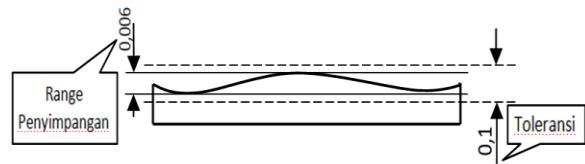
**Gambar 21.** Grafik Penyimpangan Kelurusan Lebar Blok Paralel-2

Dalam Gambar 20 dan Gambar 21 terlihat pola penyimpangan batas minimum dan maksimum dari kelurusan permukaan lebar blok paralel, selanjutnya dimasukan ke dalam tabel untuk mendapatkan range-nya.

Tabel 8. Nilai Kualitas Kelurusan Permukaan Lebar Blok Paralel

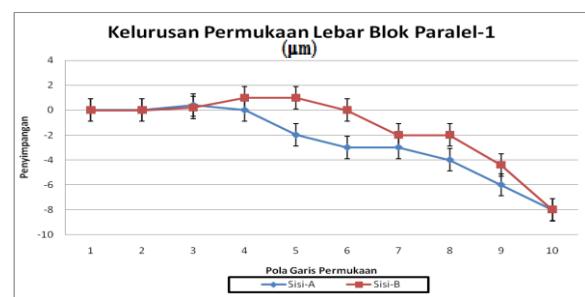
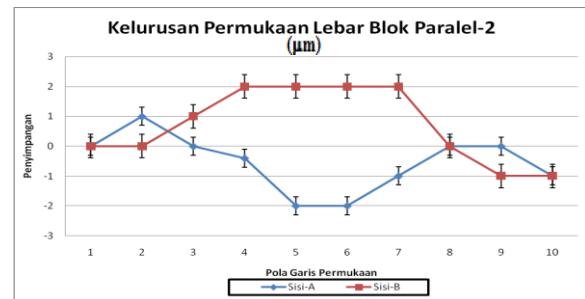
Nilai Kelurusan Permukaan Lebar (sisi-A) (μm)			
	Min.	Max.	Range
BP-1	0	3	3
BP-2	0	2	3
Nilai Kelurusan Permukaan Lebar (sisi-B) (μm)			
	Min.	Max.	Range
BP-1	-2	4	6
BP-2	-1	5	6

Berdasarkan Tabel 7 dan Tabel 8, maka perbandingan nilai toleransi dengan penyimpangan kelurusan permukaan lebar blok paralel dapat ditunjukkan seperti Gambar 4.21.

**Gambar 22.** Visualisasi Perbandingan Range Penyimpangan Dengan Toleransi Kelurusan Permukaan Lebar Blok Paralel (mm) [4]

A. Kelurusan Permukaan Tebal

Setelah didapatkan nilai rata-rata dari kelurusan permukaan tebal blok paralel, nilai tersebut dimasukan kedalam grafik untuk mempermudah menentukan batas minimum dan batas maksimum penyimpangannya.

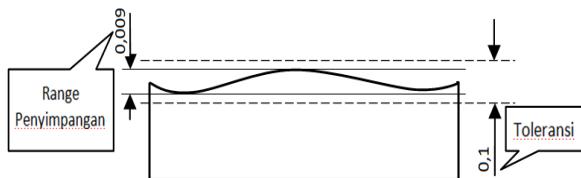
**Gambar 23.** Grafik Penyimpangan Kelurusan Tebal Blok Paralel-1**Gambar 24.** Grafik Penyimpangan Kelurusan Tebal Blok Paralel-2

seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 23 dan Gambar 24 terlihat pola penyimpangan batas minimum dan maksimum dari kelurusan permukaan tebal blok paralel, selanjutnya dimasukan ke dalam tabel untuk mendapatkan range-nya.

Tabel 9. Nilai Kualitas Kelurusan Permukaan Tebal Blok Paralel

Nilai Kelurusan Permukaan Tebal (sisi-A) (μm)			
	Min.	Max.	Range
BP-1	-8	0,4	8,4
BP-2	-2	1	3
Nilai Kesejajaran Permukaan Tebal (sisi-B) (μm)			
	Min.	Max.	Range
BP-1	-8	1	9
BP-2	-1	2	3

Berdasarkan Tabel 7 dan Tabel 9, maka perbandingan nilai toleransi dengan penyimpangan kelurusan permukaan tebal blok paralel dapat ditunjukkan seperti Gambar 25.



Gambar 25. Visualisasi Perbandingan Range Penyimpangan Dengan Toleransi Kelurusan Permukaan Tebal Blok Paralel (mm)[4].

Berdasarkan hasil pengukuran kelurusan, diketahui bahwa:

1. Nilai *range* kelurusan permukaan blok paralel masih berada dalam batas standar toleransi DIN ISO 2768 yang terletak pada kelas H.
2. Penyimpangan yang terjadi pada kelurusan permukaan blok paralel kemungkinan terjadi karena disebabkan oleh adanya kotoran yang masih menempel pada permukaan ragum magnetic dan permukaan blok paralel. Sehingga pada saat di cekam, benda kerja tidak dapat menempel sempurna pada ragum.
3. Kelurusan permukaan Blok Paralel dinyatakan *valid* dan layak untuk digunakan.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil uji validasi ketelitian geometrik kesejajaran, ketegak lurusan dan kelurusan blok paralel, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil pengukuran kesejajaran terlihat bahwa blok paralel cenderung lebih tebal di bagian tengah permukaan, sedangkan untuk ketegak lurusan permukaan blok paralel cenderung lebih besar penyimpangannya di bagian atas, hal ini disebabkan kemungkinan oleh adanya kotoran yang mengganjal antara blok paralel dengan permukaan ragum dan juga pengaruh dari kekuatan cekam magnetnya.
2. Blok paralel yang telah di buat dan di uji validasi ketelitian geometriknya dinyatakan valid sehingga sudah layak untuk digunakan karena telah memenuhi standar yang telah ditetapkan.

Referensi

- [1] Rochim. Taufiq, *Spesifikasi Metrologi dan Kontrol Kualitas Geometrik*. Bandung, Penerbit ITB, 2002.

- [2] T. Doiron, J. Beers, *The gauge block handbook. NIST monograph*. 180, 1–143.2005.
- [3] Informasi dari https://www.norelem.de/xs_db/DOKUMENT_DB/www/NORELEM/DataSheet/en/03/03200_Datasheet_2752_Parallel_bloemat_cks_pair_DIN_6346-en.pdf, Jumat 1.6.2018.
- [4] *Geometrical product specifications (GPS) — Geometrical tolerancing —Tolerances of form, orientation, location and run-out*, 3th ed. Switzerland: ISO 1101, 2012.
- [5] *General Tolerances For Linear and Angular Dimensions DIN ISO 2768*, 1st ed. Switzerland: ISO, 1989.