

ANALISA KINERJA BUBUT DOALL LT13 DITINJAU DARI PENYIMPANGAN KETELITIAN GEOMETRI MESIN DAN KEBULATAN BENDA KERJA**Ariyanto¹, Husman², Yuli Dharta³**¹Teknik Mesin, Polman Babel, Kawasan Industri Air Kantung, Bangka, 33211²Teknik Elektronika, Polman Babel, Kawasan Industri Air Kantung, Bangka, 33211³Teknik Mesin, Polman Babel, Kawasan Industri Air Kantung, Bangka, 33211Ariyanto2176@gmail.com, husmanamat@gmail.com, dartayuli@gmail.com**ABSTRACT**

In industry, a high resolution production machine is essential for obtaining high quality work pieces. However, the better the quality of the machine, the more expensive the price of the machine will be offered. Besides, the users must use the machine very carefully and also pay more attention on maintenance. At the moment, there are six turning machines named DoAll Lt13 in the Mechanical Engineering Laboratory at State Polytechnic Manufacture of Bangka Belitung. These machines had been used by students for educational purposes and producing spare parts for more than twenty two years. This long period of use might cause deviation on machine geometry, which is the quality of product resulted will decrease. This research aims to check the feasibility of the machines by measuring the geometry deviation of the machine and the roundness of the work pieces. The geometry was measured through several steps or sections which are measurement of periodic axial slip, Camming of the face plate, run-out spindle nose centring, run-out of axis of centre, pararelism of longitudinal cariage, and run-out of centre. The geometric measurement was referred to ISO/DR 1708 standard, while the roundness was analized by using minimum area circle method. Based on the result of geometric measurements, it was obtained that all machines do not suit the standard. In term of roundness measurement, the highest value out of roundness was 82 μm and the lowest value out of roundness was 17 μm

Keywords: *Turning Machine, Geometric measurement, ISO/DR1708, minimum area circle , out of roundness*

ABSTRAK

Industri memerlukan mesin produksi dengan ketelitian tinggi untuk mendapatkan kualitas benda kerja yang baik, Mesin dengan kualitas tinggi mempunyai harga yang mahal, Disamping itu pengguna mesin harus menggunakan mesin dengan hati-hati dan juga memerlukan perhatian perawatan yang lebih. Sekarang ini. Politeknik Manufaktur Bangka Belitung mempunyai enam unit mesin bubut DoAll Lt13, mesin ini sudah digunakan untuk keperluan pendidikan dan memproduksi suku cadang selama 22 tahun. Selama periode tersebut kemungkinan terjadi penyimpangan geometri mesin, yang dapat mengakibatkan penurunan kualitas benda kerja. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kelayakan mesin dengan cara mengukur penyimpangan geometri mesin dan kebulatan benda kerja. Pengukuran geometri yang dilakukan beberapa langkah yaitu measurement of periodic axial slip, Camming of the face plate, run-out spindle nose centring, run-out of axis of centre, pararelism of longitudinal cariage, and run-out of centre. Pengujian geometrik mengacu pada standard ISO/DR 1708, sedangkan kebulatan dianalisa dengan menggunakan metoda lingkaran daerah minimum. Berdasarkan hasil pengukuran geometrik, semua mesin sudah keluar dari standard. Dari pengujian kebulatan nilai tertinggi ketidakbulatan adalah 82 μm dan nilai terendah ketidakbulatan adalah 17 μ .

Kata Kunci: *Mesin Bubut, Pengukuran geometrik, ISO/DR1708,Lingkaran daerah minimum, ketidakbulatan*

PENDAHULUAN

Pemakaian peralatan secara terus menerus dapat mengakibatkan penurunan kualitas mesin. Penurunan kualitas mesin dapat disebabkan oleh peningkatan penyimpangan geometri mesin itu sendiri. Peningkatan penyimpangan ini dapat diartikan sebagai penurunan kemampuan mesin perkakas, penurunan ini tentulah tidak diinginkan oleh pengguna mesin, dan jika hal ini tidak ditanggulangi akan mengakibatkan terus menurunnya kualitas hasil produk proses pemesinan. Penyimpangan geometrik yang telah melampaui batas toleransi mengakibatkan mesin tidak laik digunakan untuk membuat produk. Selain disebabkan oleh mesin perkakas penyimpangan geometrik produk juga dapat disebabkan oleh jenis dan kondisi alat potong, *tool holder*, kecepatan potong, *feed* dan *chipsection*, material yang dipotong, bentuk ukuran dan kekakuan benda kerja, peralatan pencekaman, keterampilan operator (Schelesinger. G, 1970).

Penggunaan mesin perkakas bubut DoAll Lt13 di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung sejak tahun 1995 hingga tahun 2017 atau setara dengan usia 22 tahun. Penggunaan yang sudah sangat lama pada mesin tersebut tentu akan berdampak terhadap perubahan geometrik mesin. Suatu pengamatan yang dilakukan pada mesin perkakas yang berusia 30 tahun, mendapati penyimpangan yang terjadi sudah mendekati batas maksimum dari *standard* yang diizinkan (Darius Suhas dkk, 2016).

Pengujian kebulatan untuk mengetahui kemampuan mesin perkakas pernah dilakukan pada mesin gerinda yang ditempelkan pada dua unit mesin bubut manual yang berbeda (erwansyah, 2013) dari hasil penelitian tersebut diketahui bahwa mesin gerinda tersebut mampu memproses benda kerja dengan ketidakbulatan minimal sebesar 7,9 μm dan maksimal 14 μm pada mesin 1 sedangkan pada mesin 2 ketidakbulatan minimal 10,5 μm dan maksimal 37,6 μm . Untuk mengetahui hal yang sama yaitu kemampuan dalam proses pemesinan maka dilakukan pengujian kebulatan hasil pembubutan pada mesin Doall Lt 13. Pengujian dilakukan dengan melakukan proses pembubutan sehingga didapat ukuran benda kerja yang diinginkan dan dilakukan analisis dengan menggunakan metoda lingkaran daerah minimum. Dari hasil pengukuran geometrik mesin dan kebulatan hasil pemotongan akan diketahui besar kesalahan penyimpangan geometrik mesin dan besar nilai ketidakbulatan yang dihasilkan untuk membubut benda kerja.

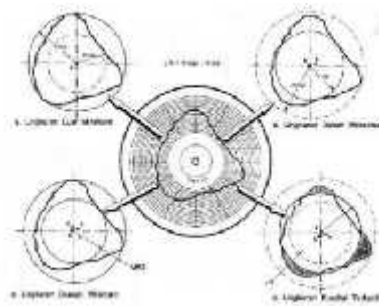
Penelitian bertujuan untuk mengetahui penyimpangan geometrik mesin yang terjadi setelah digunakan untuk proses belajar mengajar dan pembuatan suku cadang selama 22 tahun, serta mengetahui kelayakan mesin bubut jika digunakan untuk memproses benda kerja dengan toleransi ukuran tertentu

Telah dilakukan beberapa penelitian sebelumnya oleh beberapa peneliti yang mencoba menggali tentang pengaruh usia pakai suatu mesin perkakas dengan penyimpangan geometrik yang terjadi. Dari berbagai hasil penelitian terlihat adanya pengaruh usia pakai mesin terhadap penyimpangan geometrik mesin, penyimpangan yang terjadi dapat berupa gelombang ketidakrataaan, gelombang ketidak lurusan atau penyimpangan kesejajaran. Penyimpangan yang terjadi bisa berada didaerah yang diijinkan atau berada diluar daerah yang diijinkan, seperti pengujian pada mesin perkakas (jenis milling) yang mendapati ada bagian pengujian yang tidak masuk kedalam daerah yang diizinkan , sehingga untuk pekerjaan presisi sudah tidak direkomendasikan lagi (Krisna Tolosi dkk, 2013). Penyimpangan hasil pengukuran tersebut dibandingkan dengan *standard* yang telah ditetapkan.

Kebulatan adalah suatu harga yang dapat dihitung berdasarkan profil kebulatan relatif terhadap lingkaran referensinya (Rochim, 2001). Pengamatan kebulatan hasil proses pemesinan dapat dilakukan dengan cara melakukan pengamatan kebulatan benda uji yang dihasilkan oleh proses pemotongan pada mesin perkakas, pengamatan kebulatan dilakukan dengan merubah parameter pemotongan (Erizal Hamdi dkk, 2015).

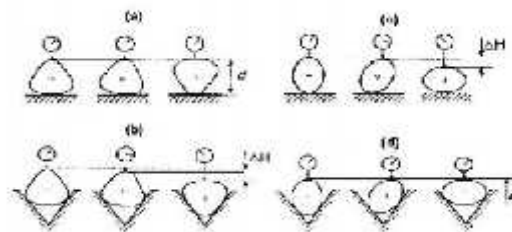
Parameter kebulatan dapat dihitung berdasarkan profil kebulatan relatif terhadap lingkaran referensi. Lingkaran referensi yang digunakan untuk menganalisa kebulatan dapat dilakukan dengan 4 cara (Taufic Rochim, 2001) yaitu lingkaran luar minimum, lingkaran dalam maksimum,lingkaran daerah minimum dan lingkaran kuadrat terkecil. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 1.

Standard ISO menganjurkan menggunakan MRZ, karena sesuai dengan makna toleransi. Nilai ketidakbulatan adalah selisih dari radius kedua lingkaran tersebut (R) dan dinamakan sebagai *minimum radial zone* (MRZ).



Gambar 1. Grafik polar dari 4 cara pengukuran kebulatan (Taufk Rochim, 2001)

Pengukuran kebulatan hasil pemotongan benda uji dapat dilakukan dengan berbagai macam cara salah satunya adalah dengan menggunakan dial indikator. Pengukuran dengan menggunakan dial indikator sudah sering digunakan untuk mengukur kebulatan benda hasil proses bubut, seperti pengukuran kebulatan benda uji hasil proses bubut CNC (M yaris, 2013). Penerapan pengukuran kebulatan dengan menggunakan dial indikator juga dilakukan ketika melakukan pengukuran hasil pemotongan mesin bubut manual dengan menggunakan benda uji berupa poros yang terbuat dari baja JIS S45C (Emil dwiyono, 2014). Pengukuran kebulatan benda uji dengan dial indikator dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pengukuran kebulatan dengan menggunakan dial indikator dan block V

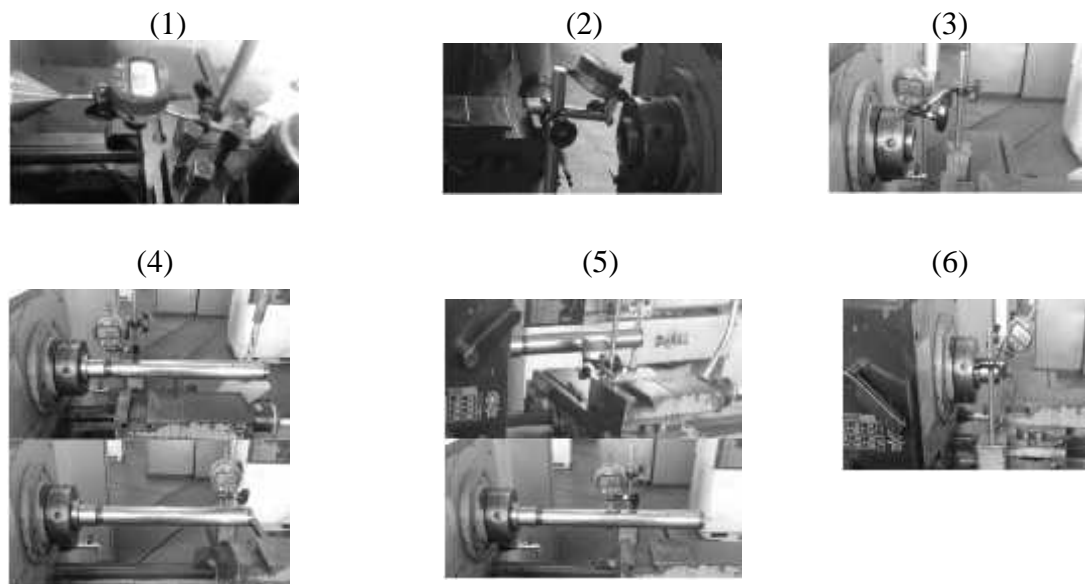
METODE PENELITIAN

Untuk melakukan penelitian ini maka diperlukan peralatan yaitu mesin bubut Doall Lt13, *dial indicator* digital dengan ketelitian $1\mu\text{m}$ dan *stand Holder*, *test bar* dan *center* tetap, alat potong *carbide negatif ISO standard insert* dengan radius 0,8 mm, baja diameter 30 x 200 mm, *Bench Center + Indicator clam*.

a. Pengujian Geometrik

Pengujian geometrik yang dilakukan adalah pengukuran *periodic axial slip*, *camming of the face plate*, *run-out spindle nose centring sleeve*, *run-out of axis of*

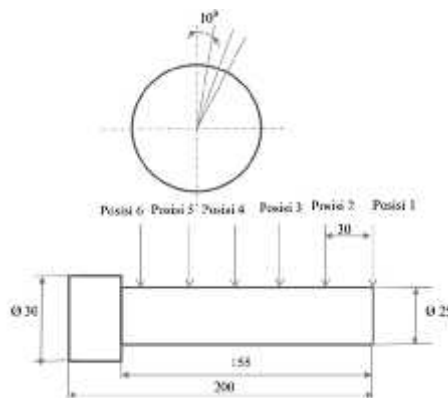
centre, pararelsim of spindle axis to carriage longitudinal movement, run-out of center. Ke-enam pengujian tersebut mengikuti pengujian geometrik mesin bubut ISO/DR 1708, hasil pengukuran tersebut akan dibandingkan dengan deviasi yang diijinkan. Enam jenis pengujian geometrik tersebut dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Enam pengujian geometrik mesin yang dilakukan 1. *Periodic axial slip* 2. *Camming of the face plate*, 3. *Run-out spindle nose centring sleeve*, 4. *Run-out of axis of centre*, 5. *pararelsim of spindle axis to carriage longitudinal movement* 6. *Pengukuran Run-out of Center*

b. Pengujian Kebulatan

Untuk memperoleh kemampuan mesin bubut menghasilkan besar kesalahan geometrik yang terjadi pada benda kerja, maka dilakukan pengujian kebulatan. Pengujian dilakukan dengan cara benda uji dibubut dari diameter nominal 30 mm hingga mencapai diameter nominal 25 mm. Parameter-parameter pemotongan benda uji disesuaikan dengan kondisi mesin bubut yang digunakan. Parameter-parameter tersebut adalah putaran *spindle* mesin = 1000 rpm, kedalaman pemakanan = 0,4 mm dan 0,04 mm, *feeding* yang digunakan adalah 0.077mm/put, Setelah selesai dipotong kemudian dilakukan proses pengukuran kebulatan. Pengukuran kebulatan dilakukan dengan menggunakan *bench center* dan *dial indicator*. Hasil kebulatan dianalisa dengan metoda lingkaran daerah minimum. Posisi dan titik pengukuran benda uji dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Posisi pengukuran benda uji hasil bubutan

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengujian Geometrik mesin

Pengujian geometrik yang dilakukan pada mesin bubut mengacu pada ISO/DR 1708, seperti yang telah dilakukan oleh Rendi revo runtuk dkk (2014). Form pengujian ISO/DR 1708 sudah dilampirkan oleh pembuat mesin pada *Manual Book*.

a. Pengukuran *periodic axial slip*

Pengukuran dilakukan pada *spindle* mesin bubut dan menggunakan alat ukur yaitu *dial indicator*, *stand dial* dan *center*. Hasil pengukuran ditampilkan pada Tabel 1. Nilai pengukuran *Periodic axial slip* pada semua mesin mempunyai rentang nilai 2-3µm dan semua nilai memenuhi nilai *deviasi* yang diizinkan.

Tabel 1. Hasil pengujian *periodic axial slip*

No	No mesin	Hasil pengukuran (µm)	Deviasi yang diizinkan (µm)
1	BU 2	2	10,16
2	BU 3	3	10,16
3	BU 5	2	10,16
4	BU 6	3	10,16
5	BU 7	2	10,16
6	BU 8	2	10,16

Sumber: Hasil pengukuran

b. Pengukuran *camming of the face plate*

Pengukuran *Camming of the face plate* menggunakan *dial indicator* dan *stand dial*. Hasil pengukuran yang dilakukan memperlihatkan bahwa mesin bubut dengan nomor

mesin BU-3 mempunyai nilai pengukuran yang paling besar, dan sudah melewati nilai deviasi yang diizinkan. Mesin dengan no mesin BU-2 mempunyai nilai yang sudah mendekati batas nilai maksimum deviasi yang diizinkan sehingga perlu perhatian, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Hasil pengujian *camming of the face plate*

No	No mesin	Hasil pengukuran (μm)	Deviasi yang diizinkan (μm)
2	BU 2	9	10,16
3	BU 3	32	10,16
5	BU 5	6	10,16
6	BU 6	7	10,16
7	BU 7	5	10,16
8	BU 8	6	10,16

Sumber: Hasil pengukuran

c. Pengukuran *Run-out spindle nose centring sleeve*

Alat pengukuran yang digunakan adalah *dial indicator* dan *stand dial*. Hasil pengukuran terdapat pada Tabel 4. Dari hasil pengukuran semua mesin bubut yang diukur diperoleh nilai rentang antara $8\mu\text{m}$ sampai $4\mu\text{m}$, jika hasil pengukuran dibandingkan dengan deviasi yang diizinkan maka kondisi mesin masih dapat diterima.

Tabel 3. Hasil pengukuran *Run-out spindle nose centring sleeve*

No	No mesin	Hasil pengukuran (μm)	Deviasi yang diizinkan (μm)
1	BU 2	8	10,16
2	BU 3	6	10,16
3	BU 5	7	10,16
4	BU 6	5	10,16
5	BU 7	4	10,16
6	BU 8	6	10,16

Sumber: Hasil pengukuran

d. Pengukuran *Run-out of axis of centre*

Pengukuran ini dilakukan pada dua posisi yaitu posisi pertama terletak pada posisi dekat dengan posisi *spindle* mesin dan posisi ke dua pada jarak 300 mm dari posisi *spindle*. Peralatan ukur yang digunakan adalah *dial indicator*, *stand dial* dan *test bar*.

Pemasangan *test bar* diusahakan sebaik mungkin untuk menghindari kesalahan, untuk mengurangi kesalahan pengukuran maka dilakukan pembersihan pada permukaan dudukan test bar di *spindle nose* dengan cara diampelas dengan amplas kasar dan dilap hingga bersih. Hasil pengukuran ditampilkan pada Tabel 4., hasil pengukuran tersebut pada posisi dekat dengan posisi *spindle* mempunyai *range* nilai 1 sampai 10 μm dan posisi pada jarak 300 mm adalah 52-19 μm .

Tabel 4. Hasil pengukuran *Run-out of axis of centre*

No	No mesin	Hasil pengukuran (μm)	Deviasi yang diizinkan (μm)	Hasil pengukuran	Deviasi yang diizinkan (μm)
		didekat spindle (μm)		pada jarak 300 mm (μm)	
1	BU 2	3	10,16	37	20,32
2	BU 3	6	10,16	39	20,32
3	BU 5	10	10,16	54	20,32
4	BU 6	2	10,16	36	20,32
5	BU 7	1	10,16	19	20,32
6	BU 8	6	10,16	52	20,32

Sumber: Hasil pengukuran

Dari hasil pengukuran terlihat bahwa semua mesin pada posisi pengukuran didekat *spindle* mempunyai nilai yang masih memenuhi deviasi yang diijinkan akan tetapi pada jarak 300 mm sudah keluar batas deviasi yang diizinkan, kecuali pada mesin BU 7. Akan tetapi mesin BU 7 sudah mendekati batas nilai deviasi yang diizinkan sehingga perlu perhatian.

e. Pengukuran *pararelism of spindle axis to carriage longitudinal movement*

Pengukuran pada pengujian ini dilakukan pada 2 posisi yaitu pada posisi *horizontal* dan posisi *vertikal*. Alat yang digunakan adalah *dial indicator*, *dial stand* dan *test bar*. Hasil pengukuran dapat dilihat pada Tabel 5 dan Tabel 6.

Tabel 5. Hasil pengukuran *pararelism* sumbu *spindle* terhadap pergerakan longitudinal *carriage* posisi *horizontal*

No	No mesin	Jarak pengukuran (mm)							Deviasi yang diizinkan (μm)/300mm
		0	50	100	150	200	250	300	
		Hasil pengukuran(μm)							

1	BU 2	0	17	39	46	53	56	63	15,24
2	BU 3	0	-36	-88	-141	-141	-239	-292	15,24
3	BU 5	0	-25	-51	-69	-95	-109	-124	15,24
4	BU 6	0	-32	-59	-75	-88	-98	-95	15,24
5	BU 7	0	-34	-52	-64	-82	-106	-110	15,24
6	BU 8	0	-6	2	25	42	80	124	15,24

Sumber: Hasil pengukuran

Tabel 6. Hasil pengukuran *pararelism* sumbu *spindle* terhadap pergerakan longitudinal *cariage* posisi *vertikal*

No	No mesin	Jarak pengukuran (mm)							Deviasi yang diizinkan (μm)/300mm
		0	50	100	150	200	250	300	
		Hasil pengukuran(μm)							
1	BU 2	0	-13	-5	4	22	44	73	20,32
2	BU 3	0	18	49	55	69	69	71	20,32
3	BU 5	0	39	61	69	70	76	78	20,32
4	BU 6	0	43	60	75	87	87	87	20,32
5	BU 7	0	14	35	54	63	71	78	20,32
6	BU 8	0	34	50	60	58	66	58	20,32

Sumber: Hasil pengukuran

Dari hasil pengukuran tersebut terlihat bahwa semua mesin pada setiap posisi, baik pada posisi *horizontal* dan posisi *vertikal* sudah melampaui nilai deviasi yang diizinkan. Nilai deviasi yang diizinkan sebesar $15,24\mu\text{m}/300\text{ mm}$ diposisi *horizontal* dan $20,32\mu\text{m}/300\text{ mm}$ diposisi *vertikal*. Nilai-nilai hasil pengukuran pada tabel 6 dan 7 mempunyai kecenderungan semakin menjauh dari titik nol (titik didekat *spindle* mesin) nilai pengukuran semakin besar, hal ini dapat mengindikasikan terjadi penyimpangan komponen yang semakin besar.

f. Pengukuran *run-out centre*

Proses pengukuran *run-out centre* dilakukan dengan menggunakan alat *dial indicator*, *dial stand*, dan *center*. Hasil pengukuran yang didapat dapat dilihat pada Tabel 7 berikut. Dari nilai hasil pengukuran yang dibandingkan dengan nilai *deviasi* yang diizinkan maka mesin bubut dengan nomor mesin BU-2, 3, 6, 7 dan 8 sudah melampaui batas yang diizinkan, sedangkan mesin bubut dengan nomor mesin BU-5 sudah mendekati nilai batas maksimum, sehingga memerlukan perhatian.

Tabel 7 Hasil pengukuran *run-out centre*

No	No mesin	Hasil pengukuran (μm)	Deviasi yang diizinkan (μm)
1	BU 2	34	15,24
2	BU 3	32	15,24
3	BU 5	15	15,24
4	BU 6	46	15,24
5	BU 7	26	15,24
6	BU 8	19	15,24

Sumber: Hasil pengukuran

2. Hasil Pengujian Kebulatan

Untuk melihat kemampuan mesin bubut Doall LT-13 menghasilkan suatu produk maka dilakukan pengujian kebulatan pada benda hasil proses pemesinan tersebut, seperti yang dilakukan oleh M yaris. Pengujian kebulatan dilakukan dengan cara memotong benda uji pada masing-masing mesin bubut dan kemudian hasil pemotongan mesin diukur dengan menggunakan alat ukur *dial indicator*. Penyimpangan kebulatan yang terjadi pada benda uji dapat dilihat pada Tabel 8 berikut.

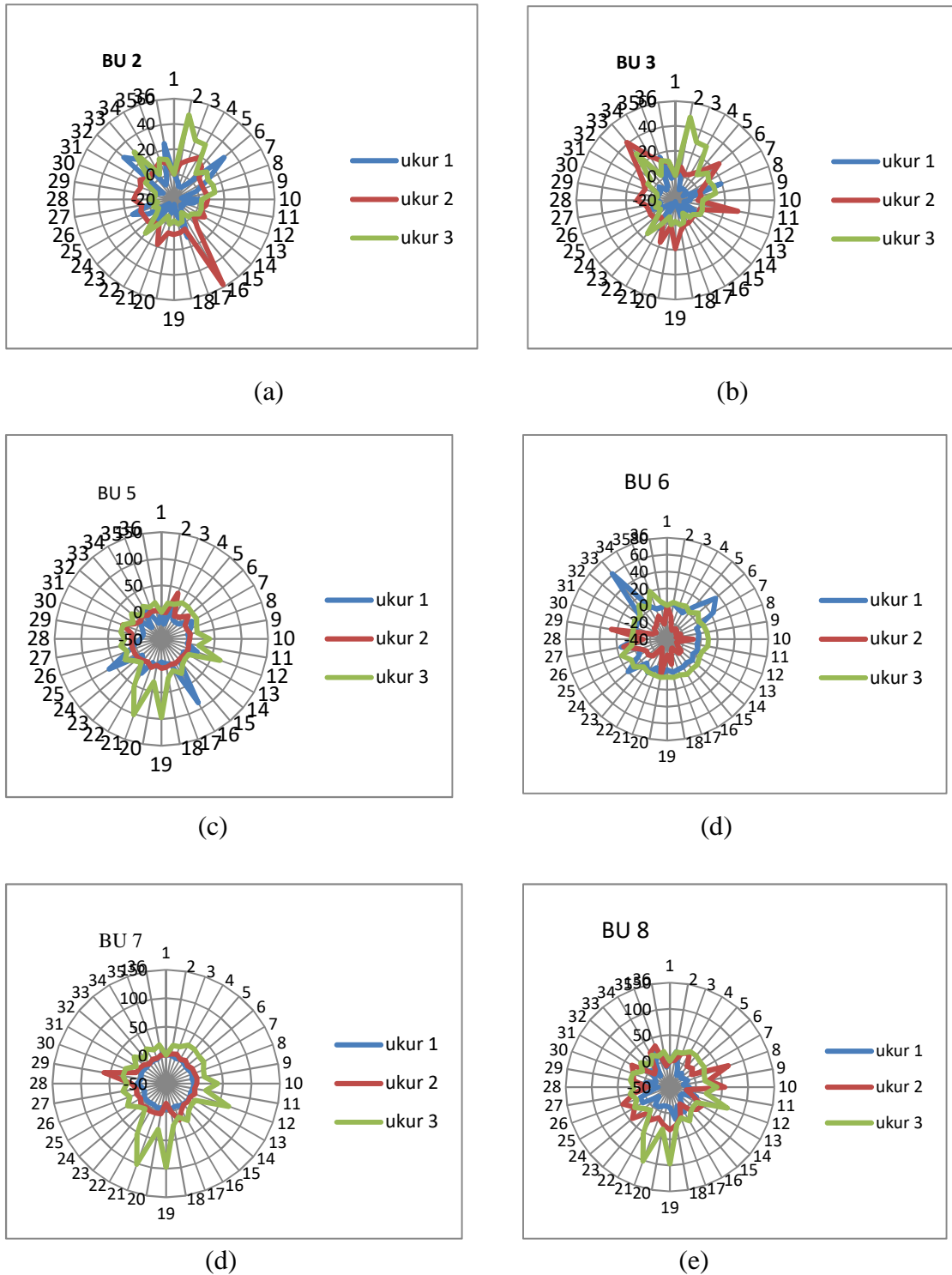
Tabel 8. Ketidakbulatan benda uji

No	No mesin	Ketidakbulatan μm					
		Posisi 1	Posisi 2	Posisi 3	Posisi 4	Posisi 5	Posisi 6
1	BU 2	51	36	24	21	17	17
2	BU 3	46	26	20	12	14	20
3	BU 5	73	46	35	27	34	40
4	BU 6	42	36	31	29	45	48
5	BU 7	57	30	21	28	32	37
6	BU 8	82	67	53	43	46	48

Sumber: Hasil pengukuran

Dari data tabel 8 tersebut dapat diketahui bahwa yang mempunyai nilai ketidakbulatan terbesar pada posisi 1 adalah pada benda uji mesin bubut No 8 dengan nilai sebesar 82 μm dan terkecil pada benda uji bu 6 dengan nilai sebesar 42 μm . Pada posisi 6, yang memiliki nilai ketidakbulatan terbesar adalah pada benda uji mesin bubut nomor 8 dan 6 dengan nilai sebesar 48 μm dan terkecil pada benda uji mesin bubut

nomor 2 dengan nilai sebesar 17 μm . Data hasil pengukuran diplot kedalam diagram polar pada gambar 5.



Gambar 5. a,b,c,d,dan e adalah hasil pengukuran yang digambarkan menggunakan grafik polar

Sumber: Hasil pengukuran

KESIMPULAN

Mesin Bubut doall Lt 13 yang diuji telah digunakan selama kurang lebih 22 tahun, semua mesin yang dilakukan pengujian geometrik mempunyai beberapa nilai penyimpangan yang telah keluar dari batas *deviasi* yang diizinkan berdasarkan *ISO/DR1708*, sehingga harus dilakukan perbaikan atau penyetelan. Kemampuan masing-masing mesin untuk membubut dengan toleransi penyimpangan kebulatan pada mesin bubut nomor 2 = 51 μm , mesin bubut nomor 3 = 46 μm , mesin bubut nomor 5 = 73 μm , mesin bubut nomor 6 = 48 μm , mesin bubut nomor 7 = 57 μm , dan mesin bubut nomor 8 = 82 μm .

Dikarenakan mesin tersebut masih digunakan untuk kegiatan pendidikan sebaiknya dilakukan perbaikan terhadap mesin-mesin tersebut agar performanya lebih baik

DAFTAR PUSTAKA

- Bagiasna K.(2000). *Pengantar Pengetesan Ketelitian Geometrik Mesin Perkakas*. Teknik Produksi Mesin ,ITB
- Darius Yuhas, Ade Sumpena, Rudy Edial. (2016). Pengukuran Statis Ketelitian Gepmetrik Mesin Bubut Maximat V13 Di Bengkel Teknik Mesin PNJ Menurut Referensi. *Jurnal Politeknologi* Vol 15.No 3. September 2016.
- DoAll Company.(1995). *Machine Manual*. 254,North Laurel Avenue, Des Plaines Illinois 60016.
- Erizal Hamdi,Dodi Sofyan Arief, Adhy Prayitno. (2015). Pengujian Kebulatan Hasil Pembuatan Poros Aluminium Menggunakan Emco T.U CNC -2A SMKN2 Pekanbaru Dengan Roundness Tester Machine. *JOM Fteknik*, Volume 2 no 2, Oktober 2015.
- Erwansyah. (2013). Pengaruh Kecepatan Pemakanan dan Kedalaman Pemotongan terhadap Kekasaran Permukaan dan Kebulatan Hasil Penggerindaan Menggunakan Alat Bantu Khusus(Special Attachment) Penggerindaan di Mesin Bubut. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Terapan*,Volume 1A.No.1. Oktober 2013.
- George Schelesinger. (1970). *Testing Machine Tools*. London: The Machining Publishing Co.
- Muhamad Yanis,(2013), Analisis Profil Kebulatan Untuk Menentukan Kesalahan Geometrik pada pembuatan Komponen Menggunakan Mesin Bubut CNC,*ejournal unsri*,vol 19,no 1.
- Rendi Revo Runtu, Jan Soukotta, Rudy Poeng (2014), Analisis Kemampuan Dan Keandalan Mesin Bubut Weiler Primus Melalui Pengujian Karakteristik Statik Menurut Standar ISO 1708. *Jurnal Online Poros Teknik Mesin* Volume 4 Nomor 1, UNSRAT.
- Taufic Rochim. (2001). *Spesifikasi, Metrologi, dan Kontrol Kualitas Geometrik* 1, Bandung, ITB.