

REKONDISI MESIN BUBUT DoALL LT 13 BU01 DI LABORATORIUM MEKANIK POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI BANGKA BELITUNG

Fajar Aswin¹⁾, Masdani²⁾, Randa³⁾, Otniel Yulianto⁴⁾

^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Perawatan dan Perbaikan Mesin, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung,
Bangka Belitung, 33211, email : ¹⁾fajar.aswin@gmail.com,

Abstrak

Makalah ini membahas proses mengembalikan kondisi awal (rekondisi) mesin bubut DoAll LT 13 Bu01 dengan memfokuskan perbaikan pada system kelistrikan, ketelitian geometris dan kinerja mesin. Metode observasi langsung diterapkan untuk menyelesaikan permasalahan yang mencakup hubungan sebab dan akibat menggunakan analisa 5 (lima) mengapa (5 whys). Tahapan rekondisi dimulai dari pengumpulan data awal kerusakan yang didapatkan dari pemeriksaan visual, pengujian fungsi dan pengujian geometris pada mesin; kemudian dilanjutkan dengan menganalisa kerusakan; dan tindakan perbaikan terhadap hasil analisa. Metode pengujian fungsi, pengujian penyimpangan geometris, pengujian kinerja mesin dilakukan untuk melihat ketercapaian tujuan rekondisi. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, diperoleh fungsi system kelistrikan kembali normal, rata-rata nilai penyimpangan geometris masih masuk toleransi berdasarkan standar ISO-1708 dan kinerja mesin untuk nilai putaran spindle dengan penyimpangan sebesar 5%, nilai kebulatan dan ketirusan hasil pembubutan benda kerja sebesar 0 dan 0,004mm/255mm serta getaran spindle pada range 0,33 – 0,66 mm/s RMS untuk kecepatan 50 – 2500 RPM masih dianggap normal berdasarkan standar ISO 10816.

Kata kunci: Mesin bubut, Rekondisi, uji kinerja, ketelitian geometris, analisa 5 (lima) mengapa.

Abstract

This paper discusses the process of restoring the original condition (recondition) of DoAll LT 13 Bu01 by focusing on electrical system improvements, geometric precision and machine performance. Direct observation methods are applied to solve problems that include cause and effect relationships using 5 (five) why analyzes. The reconditioning stage starts from the initial data collection of damage obtained by visual inspection, function testing and geometric testing on the machine; then proceed with analyzing the damage; and corrective actions based on the results of the analysis. Functional testing methods, geometric deviation tests, machine performance tests are performed to see the achievement of recondition goals. Based on the results of the tests performed, the function of the electrical system returned to normal, the average value of geometric deviation still satisfied based on ISO-1708 standard and machine performance for spindle rotation value with 5% deviation, the value of the roundness and taper work-piece results of 0 and 0.004mm / 255mm, respectively and spindle vibration in the range of 0.33 - 0.66 mm / s RMS for speed 50 - 2500 RPM is still considered normal based on ISO 10816 standards.

Keywords: Lathe machine, Recondition, Performance Testing, Geometric precision deviation, 5 why analysis

1. PENDAHULUAN

Proses pemesinan merupakan proses manufaktur dimana objek dibentuk dengan cara membuang atau menghilangkan sebagian material dari benda kerjanya, dan merupakan salah satu proses yang sangat erat kaitannya dengan proses produksi. Hal ini dikarenakan pembuatan komponen dari logam menggunakan mesin perkakas (*machine tools*) sampai saat ini masih tetap merupakan proses yang paling banyak digunakan (60% sampai dengan 80%) dan meningkat setiap tahun dibandingkan dengan jenis proses lain, seperti proses pengelasan, pembentukan, pengecoran, dan metalurgi serbuk [1].

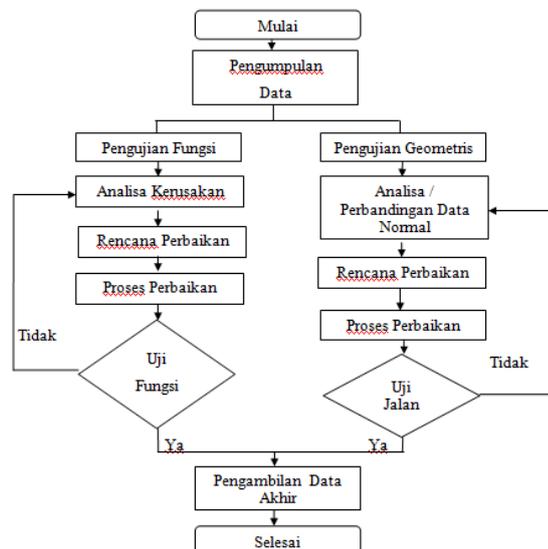
Dalam proses pemesinan ada bermacam-macam alat untuk membantu pekerjaan di industri, salah satunya yaitu mesin bubut. Mesin bubut (*Lathe machine*) adalah mesin perkakas yang digunakan untuk proses pemakanan benda kerja yang sayatannya dilakukan dengan cara memutar benda kerja kemudian dikenakan pada pahat yang digerakkan secara *translasi* sejajar dengan sumbu putar dari benda kerja. Mesin bubut yang telah dipakai dalam jangka waktu tertentu mengalami keausan pada berbagai komponennya sehingga

menyebabkan terjadinya penyimpangan geometris. Selain mengalami penyimpangan geometris, mesin bubut sering kali mengalami kerusakan pada sistem kelistrikan, motor penggerak, kotak roda gigi (*gearbox*) dan komponen – komponen lainnya, sehingga menyebabkan mesin bubut tersebut tidak bisa beroperasi dan harus dilakukan perawatan rutin atau perawatan total [2].

Mesin bubut DoAll LT 13 merupakan salah satu jenis mesin bubut yang digunakan di Laboratorium Mekanik Polman Negeri Bangka Belitung untuk mendukung proses belajar mengajar untuk mata kuliah praktik proses permesinan membubut. Dari beberapa mesin bubut DoAll LT 13 yang ada, mesin bubut no 01 mengalami kerusakan yang serius sehingga kondisi mesin tersebut tidak dapat dipakai untuk praktik mahasiswa.

Makalah ini bertujuan untuk membahas tentang tindakan mengembalikan kondisi (rekondisi) mesin bubut Do All LT13 Bu01 yang difokuskan pada masalah: perbaikan sistem kelistrikan, perbaikan penyimpangan geometris dan pengujian kinerja mesin (putaran spindle dan motor utama, uji jalan, serta getaran motor utama).

Adapun metode pelaksanaan yang diterapkan adalah metode observasi dengan melihat hubungan sebab akibat menggunakan analisa 5 (lima) mengapa untuk menyelesaikan permasalahan yang timbul dari hasil pengumpulan data awal yang kemudian dilanjutkan dengan proses perencanaan perbaikan dan tindakan perbaikan. Metode pengujian fungsi, pengujian ketelitian geometris, dan pengujian kinerja (putaran spindle dan motor utama, uji jalan pada benda kerja, serta pengujian getaran) dilakukan untuk melihat ketercapaian dari tujuan rekondisi mesin bubut ini. Gambar 1 menunjukkan diagram alir metode pelaksanaan rekondisi mesin bubut Do All LT 13 Bu01.



Gambar 1. Diagram Alir Metode Pelaksanaan

2. LANDASAN TEORI

2.1. Mesin Bubut

Mesin bubut (*Lathe machine*) adalah mesin perkakas yang digunakan untuk proses pemakanan benda kerja yang sayatannya dilakukan dengan cara memutar benda kerja kemudian dikenakan pada pahat yang digerakkan secara *translasi* sejajar dengan sumbu putar dari benda kerja. Proses membubut merupakan proses pengerjaan material dimana benda kerja dan alat potong bergerak mendatar (searah meja mesin), melintang atau membentuk sudut secara perlahan dan teratur baik secara otomatis maupun manual. Pada proses pembubutan berlangsung, benda kerja berputar dan pahat disentuhkan pada benda kerja sehingga terjadi penyayatan. Penyayatan dapat dilakukan kearah kiri atau kanan, sehingga menghasilkan benda kerja yang berbentuk silinder. Jika penyayatan dilakukan melintang maka akan menghasilkan bentuk alur, pemotongan atau permukaan yang disebut *facing* (membubut muka). Adapun contoh dari mesin bubut Do All LT13 ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Bubut Do All LT13

Bagian – bagian utama mesin bubut antara lain [3] :

- 1) Kepala Tetap (*Headstock*)
Kepala Tetap (*Headstock*) merupakan bagian utama mesin bubut yang digunakan untuk menyangga poros utama, yaitu poros yang digunakan untuk memutar spindle.
- 2) Kepala Lepas (*Tailstock*)
Kepala Lepas (*Tailstock*) digunakan sebagaiudukan senter putar, senter tetap, cekam (*chuck*) bor dan mata bor bertangkai tirus yang pemasangannya dimasukkan pada lubang tirus (*sleeve*) kepala lepas.
- 3) Meja mesin (*Bed*)
Meja mesin (*bed machine*) bubut digunakan sebagai tempat kedudukan kepala lepas, eretan, penyangga diam. Bentuk meja mesin bubut bermacam-macam, ada yang datar dan ada yang salah satu atau kedua sisinya mempunyai ketinggian tertentu.
- 4) Apron
Apron terdiri dari tiga bagian, yaitu:
 - Eretan memanjang (*longitudinal carriage*) berfungsi untuk melakukan gerakan pemakanan ke arah memanjang mendekati atau menjahui spindle mesin, gerakan pemakanan dapat dilakukan secara manual atau otomatis sepanjang meja/alas mesin dan eretan memanjang digunakan sebagaiudukan eretan melintang.
 - Eretan melintang (*cross carriage*) berfungsi untuk melakukan gerakan pemakanan ke arah melintang mendekati atau menjahui sumbu senter baik secara manual/otomatis dan sekaligus sebagaiudukan eretan atas.
 - Eretan atas (*top carriage*) berfungsi untuk melakukan pemakanan secara manual ke arah sudut yang dikehendaki sesuai penyetelannya.

2.2 Kelistrikan Pada Mesin Bubut

Kelistrikan pada mesin bubut terdiri dari elemen-elemen kontrol yang sangat berpengaruh bagi mesin bubut itu sendiri, dikarenakan tanpa adanya elemen-elemen kontrol yang benar, mesin bubut tidak bisa beroperasi sesuai dengan fungsinya. Macam – macam elemen kontrol pendukung kelistrikan mesin bubut antara lain:

- 1) Kontaktor Magnet

Kontaktor magnet atau sakelar magnet adalah sakelar yang bekerja berdasarkan kemagnetan.

- 2) Transformator

Transformator merupakan suatu komponen listrik yang berfungsi untuk memindahkan energi listrik dari satu rangkaian listrik ke rangkaian listrik yang lain melalui suatu gandengan magnet berdasarkan prinsip induksi elektromagnet.



Gambar 3. Elemen kontrol pada mesin bubut Do All LT 13

2.3 Ketelitian Geometris Mesin Perkakas

Penyimpangan ketelitian benda kerja berhubungan erat dengan penyimpangan ketelitian pada mesin perkakas, karena mesin perkakas yang memotong atau menyayat benda kerja tersebut. Penyimpangan ketelitian pada mesin perkakas dapat diketahui melalui suatu pengujian mesin perkakas yang benar dan tepat. Ketelitian geometris mesin perkakas yang langsung dapat mempengaruhi kualitas dari benda kerja adalah:

- 1) Ketelitian permukaan referensi, ketelitian gerak linear.
- 2) Ketelitian putar *spindle*.
- 3) Ketelitian gerak pindah (*displacement accuracy*).

Pengujian ketelitian geometris mesin perkakas bertujuan untuk:

- Tes kelayakan (*acceptance-test*)
Pengujian kelayakan dilakukan ditempat pabrik pembuat mesin perkakas, data hasil pengujian harus berada dalam batas-batas penyimpangan atau toleransi yang diijinkan sesuai dengan kelas kualitas dari mesin dan data ditulis pada lembar uji (*test-chart*) yang disertakan pada mesin yang bersangkutan.
- Perawatan (*maintenance*) mesin perkakas
Data hasil pengujian ketelitian geometris dapat dijadikan petunjuk apakah besarnya penyimpangan telah melewati toleransi yang di berikan atau belum
- Evaluasi rekondisi (rehabilitasi) mesin perkakas
Data hasil pengujian ketelitian geometrik dapat menjadi tolak ukur keberhasilan rehabilitasi suatu mesin perkakas. Data hasil rehabilitasi dapat dijadikan pedoman bagi usaha rehabilitasi tersebut dan data pengujian setelah rehabilitasi bisa memperlihatkan perbaikan-perbaikan yang dicapai untuk memperbaiki kualitas mesin perkakas.

2.4 Analisa 5 (lima) mengapa (5 Ways)

Analisis 5 (Lima) Mengapa (5 Whys) adalah teknik tanya-jawab sederhana untuk menyelidiki hubungan sebab akibat yang menjadi akar dari suatu permasalahan [2]. Teknik ini adalah praktik bertanya, mengapa sebanyak lima kali, mengapa sebuah masalah teknis terjadi dalam upaya menentukan akar penyebab dari suatu kerusakan atau masalah. Teknik ini dikembangkan oleh Sakichi Toyoda yang kemudian dipakai di dalam perusahaan Toyota Motor Corporation. Pada tahun 1970-an, strategi 5 Mengapa dipopulerkan oleh Sistem Produksi Toyota. Metode ini sekarang dipakai sebagai salah satu metode dalam strategi *Six Sigma*. Di Toyota, Analisis Lima Mengapa sering digunakan sebagai bagian dari proses 7 langkah Pemecahan Masalah Praktis. Analisis Lima Mengapa dimulai dari menjernihkan permasalahan atau menurut istilah di Toyota, "memahami situasi" dengan sepenuhnya. Memahami situasi dimulai dengan mengamati situasinya dengan pikiran terbuka dan membandingkan situasi sebenarnya dengan standar yang berlaku. Menjernihkan permasalahan dimulai dengan pergi ke lokasi tempat terjadinya permasalahan, dan memprioritaskan sejumlah permasalahan yang berbeda dengan analisis Pareto. Diagram Pareto yang berbentuk grafik balok sederhana dipakai untuk menyortir permasalahan berdasarkan tingkat keseriusan, frekuensi, penyebab, atau sumber. Balok tertinggi berada di sebelah kiri, melambangkan permasalahan paling penting. Sebaliknya, balok terendah berada di sebelah kanan, melambangkan masalah yang tidak segera harus diselesaikan. Setiap balok adalah perhitungan total seberapa sering sesuatu peristiwa teramati, sehingga ketinggian balok setara dengan frekuensi relatif dari kejadian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengumpulan Data Awal

Berdasarkan metode observasi langsung dengan melakukan pemeriksaan visual, pengujian fungsi dan pengujian ketelitian geometris mesin, diperoleh data masalah pada mesin seperti yang ditunjukkan pada tabel 1. untuk sistem kelistrikan dan tabel 2. untuk penyimpangan geometris.

Tabel 1. Data Masalah Sistem Kelistrikan

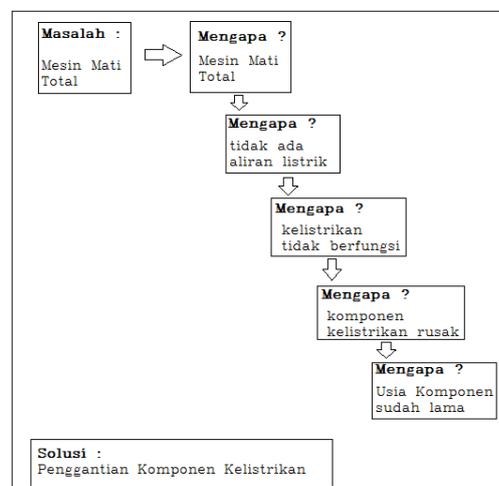
No.	Bagian Mesin	Keterangan
1.	Disconnect Switch (IDSK)	Kusak
2.	Fuse for primary control Transformer (1FU/2FU)	Hilang
3.	Transformer secondary fuse (3FU)	Hilang
4.	Control sirkuit Transformator (1T)	Tidak Terpasang
5.	Tombol Emergency	Kusak
6.	Starting, Stopping and Reversing Speeds Lever	Kusak

Tabel 2. Data Hasil Pengujian Geometris Mesin

Pengujian	Gambar pengujian	Toleransi (mm)	Rata-rata hasil pengujian (mm)
Inspection of the straightness of the slide ways		0,01	vertical plane : 0,04
Checking of parallelism of tailstock to carriage movement		0,03	horizontal plane : 0,04
Checking of parallelism of spindle axis to carriage longitudinal movement on a length equal to Da/2 or a maximum equal to 12		a. 0,015/101,6 Frontwards b. 0,02/101,6 Upwards	Horizontal plane : 0,05
Measurement of run-out of centre		0,015	0,01
Checking of parallelism of taper bore of sleeve to carriage movement on a length equal to Da/4 or a maximum equal to 12		a. 0,03/304,8 Frontwards b. 0,02/304,8 Upwards	Horizontal plane : 0,09
Checking of parallelism of the axis to the outside of tailstock sleeve to carriage movement		a. 0,015/101,6 Frontwards b. 0,02/101,6 Upwards	Horizontal plane : 0,03
Checking of difference in height between headstock and tailstock centres		0,04 tailstock centre higher than headstock centre	0,22

3.2 Analisa Kerusakan dan Tindakan Perbaikan

Kerusakan atau masalah yang timbul dapat ditemukan cara perbaikannya dengan cara menganalisa kerusakan atau masalah tersebut. Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk menganalisa kerusakan atau masalah, tetapi dalam pembahasan ini digunakan metode analisa 5 (lima) mengapa. Analisa 5 (lima) merupakan analisa kerusakan yang cukup efektif dalam menemukan sumber masalah untuk kerusakan mesin yang tidak terlalu kompleks. Gambar 4. Menunjukkan contoh analisa 5 mengapa untuk kerusakan mesin mati total.



Gambar 4. Contoh Analisa 5 Mengapa

Dari hasil analisa kerusakan dengan metode 5 mengapa, diperoleh tindakan perbaikan yang harus dilakukan untuk menyelesaikan masalah yang ditemukan. Tabel 3. Menunjukkan tindakan perbaikan dari hasil analisa kerusakan menggunakan metode 5 mengapa untuk sistem kelistrikan.

Tabel 3. Tindakan Perbaikan Sistem Kelistrikan

No	Komponen yang rusak	Masalah	Tindakan
1	<i>Disconnect Switch(1DISK)</i>	Rusak	Diganti
2	<i>Fuse for primary control Transformator (1FU/2FU)</i>	Hilang	Dilengkapi
3	<i>Transformator secondary fuse (3FU)</i>	Hilang	Dilengkapi
4	<i>Control sirkuit Transformator (1T)</i>	Tidak ada	Dilengkapi
5	<i>Emergency Stop Button</i>	Tidak Berfungsi	Diganti
6	<i>Starting, Stopping and Reversing Spindle Lever</i>	Saklar Tidak Berfungsi	Dimodifikasi

Tindakan perbaikan untuk penyimpangan geometris ditampilkan pada tabel 4. Dari 7 (tujuh) parameter pemeriksaan, didapatkan 6 (enam) parameter yang melebihi toleransi yang diizinkan dan hanya 1 (satu) parameter yang masih masuk toleransi.

Tabel 4. Tindakan Perbaikan Penyimpangan Geometris

NO	Parameter	Error (mm)	Tindakan
1	Kerataan <i>Slideway</i>	0,03	<i>leveling</i> dengan menyetel kaki mesin
2	Kesejajaran <i>Tailstock</i> terhadap gerakan eretan	0,1	Penyetelan posisi horizontal <i>tailstock</i> dengan cara memutar baut penyetel
3	Kesejajaran sumbu spindel terhadap gerakan eretan memanjang	0,03/101	penyetelan posisi horizontal eretan memanjang dengan mengatur baut penyetel
4	Kesejajaran <i>sleeve taper bore tailstock</i> terhadap gerakan eretan memanjang	0,06/304	Penyetelan posisi horizontal dan vertikal <i>tailstock</i> dengan cara mengatur baut penyetel
5	kesejajaran <i>outside sleeve tailstock</i> terhadap gerakan eretan memanjang	0,01/101	Penyetelan posisi <i>tailstock</i> dengan cara memutar baut penyetel
6	Perbedaan ketinggian sumbu <i>tailstock</i> terhadap sumbu <i>headstock</i>	0,18	Penyetelan posisi vertikal <i>tailstock</i> dengan cara mengatur baut pengikat <i>tailstock</i>

3.3 Hasil Pengujian

Setelah dilakukan perbaikan pada sistem kelistrikan dan penyimpangan geometris pada mesin bubut Do All LT13 BU01, dilakukan pengujian – pengujian untuk melihat hasil perbaikan yang dilakukan apakah sudah memenuhi tujuan yang ingin dicapai. Metode pengujian yang dilakukan adalah pengujian fungsi, pengujian ketelitian geometris mesin, dan pengujian kinerja yang terdiri dari pengujian putaran spindle dan motor utama, pengujian getaran spindle, serta uji jalan pada benda kerja untuk melihat hasil pembubutan dengan kriteria

pengukuran kebulatan benda kerja. Tabel 5, 6, 7, dan 8 menampilkan masing – masing hasil pengujian. Sedangkan gambar 5. Menampilkan ukuran dari benda uji yang dibubut yang kemudian menjadi pembanding hasil pengukuran terhadap kebulatan dan ketirusan dari hasil pembubutan.

Tabel 5. Hasil Pengujian Putaran Spindel dan Motor

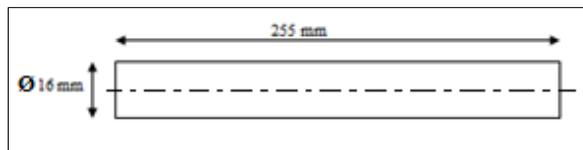
Standard	Hasil pengujian			
	Spindel		Motor utama	Motor pendingin
	Stroboscop	Pidropart	Stroboscop	Stroboscop
50	50,8	51	1498,1	Hasil rata-rata dari pengujian : 298,8 Rpm Standar : 300 Rpm
80	80	80	1498,0	
125	128,1	128	1497,9	
200	205,8	205	1497,7	
250	264,1	263	1497,8	
315	320,8	320	1497,6	
400	412,3	412	1496,4	
500	510,3	511	1496,5	
630	655,4	656	1495,0	
1000	1047,3	1048	1493,8	
1600	1637,9	1636	1490,0	
2500	2599,5	2589	1482,7	

Tabel 6. Hasil Pengujian Fungsi Sistem Kelistrikan

No.	Bagian mesin	Gambar	Indikator (Alat)	Keterangan
1.	Tombol emergency		Spindel tidak berputar saat Starting, Stopping and Reversing Spindle Lever difungsikan	Berfungsi
2.	Transformator		Tertambung (Multimeter)	Berfungsi
3.	Disconnect Switch (DISK)		Pilot Lamp menyala	Berfungsi
4.	Fuse		Tertambung (Multimeter)	Berfungsi
5.	Starting, Stopping and Reversing Spindle Lever		Spindel berputar	Berfungsi

Tabel 7. Hasil Pengujian Getaran Spindel (ISO-10816)

Putaran Spindel (RPM)	Rata-rata hasil pengujian	
	Vertikal (mm/s)	Horizontal (mm/s)
	1	1
50	0,33	0,49
80	0,33	0,53
125	0,31	0,60
200	0,30	0,60
250	0,32	0,61
315	0,32	0,63
400	0,33	0,77
500	0,32	0,83
630	0,34	1,02
1000	0,38	1,62
1600	0,53	1,63
2500	0,66	1,72



Gambar 5. Gambar Kerja Benda Uji

Tabel 8. Hasil Pengukuran Benda Uji (mm)

Posisi	Hasil Pengukuran		penyimpangan	
	0°-180°	90°-270°	bulat	tirus
0	16	16	0	0
125	16,002	16,002	0	0,002
255	16,004	16,004	0	0,004



Gambar 6. Hasil Akhir

Tabel 9. Hasil Pengujian Geometris Mesin (ISO-1708)

Pengujian	Gambar pengujian	Toleransi (mm)	Rata-rata hasil pengujian (mm)
<i>Inspection of the straightness of the slide ways</i>		0,01	vertical plane : 0,01
<i>Checking of parallelism of tailstock to carriage movement</i>		0,03	horizontal plane : 0,004
<i>Checking of parallelism of spindle axis to carriage longitudinal movement on a length equal to Da/2 or a maximum equal to 12</i>		a. 0,015/101,6 Frontwards b. 0,02/101,6 Upwards	Horizontal plane: 0 = 0 105 = 0,01 150 = 0,02 290 = 0,03
<i>Measurement of run-out of centre</i>		0,015	0,01
<i>Checking of parallelism of taper bore of sleeve to carriage movement on a length equal to Da/4 or a maximum equal to 12</i>		a. 0,03/304,8 Frontwards b. 0,02/304,8 Upwards	Horizontal plane: 0 = 0 150 = 0,02 290 = 0,03
<i>Checking of parallelism of the axis to the outside of tailstock sleeve to carriage movement.</i>		a. 0,015/101,6 Frontwards b. 0,02/101,6 Upwards	Horizontal plane : 0 = 0 105 = 0,003 150 = 0,004 290 = 0,02
<i>Checking of difference in height between headstock and tailstock centres</i>		0,04 tailstock centre higher than headstock centre	0,01

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian akhir yang telah dilakukan pada mesin bubut DoALL LT 13 BU01 di Laboratorium Mekanik Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung dapat ditarik beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Sistem kelistrikan mesin berfungsi kembali dan mesin bubut dapat dioperasikan.
2. Rata-rata nilai penyimpangan geometris mesin masih masuk toleransi berdasarkan standar ISO-1708
3. kinerja mesin untuk nilai putaran spindle dengan penyimpangan sebesar 5%, nilai kebulatan dan ketirusan hasil pembubutan benda kerja sebesar 0/255mm dan 0,004mm/255mm, serta getaran spindle pada range 0,33 – 0,66 mm/s RMS untuk kecepatan 50 – 2500 RPM masih dianggap normal berdasarkan standar ISO 10816.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. G. Research, "World Machine-Tool Output and Consumption Survey," www.Gardnerweb.com, 2015.
- [2]. J. Wehrspann, "Farm Industry News," Penton, 01 may 2003. [Online]. Available: <http://www.farministrynews.com/planters/10-biggest-causes-machinery-breakdowns-and-how-prevent-them>. [Accessed 09 February 2017].
- [3]. D. A. Company, Machine Lathe Do All LT13 Manual Book, North Laurel Avenue: Do All Company, 1996.
- [4]. O. Serrat, "The Five Whys Technique," Asian Development Bank, Knowledge Solutions, Manila, 2009.