

**PENGAPLIKASIAN PENGOLAH DATA PENGUKURAN KEBULATAN (*ROUNDNESS*)
PADA ALAT UKUR (*ROUNDNESS TESTER MACHINE*) DI LABORATORIUM
PENGUKURAN TEKNIK MESIN UNIVERSITAS RIAU**

Eko Jadmiko¹, Dodi Sofyan Arief², Adhy Prayitno³
Jurusan Teknik Mesin, Universitas Riau, Kampus Bina Widya Panam, Pekanbaru, 28293
¹Ekojadmiko07@gmail.com, ²dodidarul@yahoo.com, ³gendon_tho@yahoo.co.uk

Abstract

Measuring clock or dial is a comparison device usually used in industrial activities, especially in production. To make measurements at this time must be supported by technology that can facilitate operators when using it and when analyzing measurement results. Involving the programme and microcontroller are a solution to developing in roundness measurement, and then the results can be more accurate or thorough between the readable values read from the measuring instrument with the actual value of varying the amount of data. Roundness application is a program that can input measurement data automatically and can do calculations directly. Then, it can display a reference circle, a table that calculates the values of X, Y, R, X', Y', R', Roundness Deviation, Run out Concentricity or a shift in the center point and also the center point shift or Theta. In measuring roundness, the test object is used the Standard Mandrel which has been certified by PT. Global Quality Indonesia, by determining three points or positions, namely in the first position the amount of data is 180, in the second position the amount of data is 90 and in the third position the amount of data is 60 with a rotating speed of 15 mm/s. The results of the reference circle can be seen in each calculation in each position, in the second position the roundness deviation values are approaching of the Mandrel.

Key word : Roundness application, position, measurement, data variation

1. Pendahuluan

Kebulatan memiliki peran penting dalam hal membagi beban sama rata, menentukan umur komponen, menentukan kondisi sesuaian, menentukan ketelitian putaran, mempelancar pelumasan. Dalam menghasilkan produk yang diinginkan khususnya produk-produk yang berbentuk bulat [1].

Kebulatan adalah keseragaman jarak antara titik pusat dengan titik terluar (jari-jari). Pengukuran kebulatan merupakan pengukuran yang ditunjukkan untuk memeriksa kebulatan suatu benda, atau dengan kata lain untuk mengetahui suatu benda benar-benar bulat atau tidak, jika dilihat secara teliti dengan alat ukur [2].

Menurut JIS (B0651-1984), "Kebulatan di definisikan sebagai jumlah dari deviasi bentuk lingkaran dari sebuah lingkaran pasti geometris." Di sini bentuk lingkaran adalah sebuah bentuk yang dispesifikasikan menjadi sebuah lingkaran sebagai sebuah bentuk bidang atau bagian silang dari sebuah permukaan yang berotasi[3]

Komponen dengan kebulatan ideal sangat sulit dibuat, dengan demikian harus ditolerir ketidakbulatan dalam batas-batas titik sesuai dengan tujuan dan fungsi dari komponen itu. Kebulatan memiliki peran penting dalam hal membagi beban sama rata, menentukan umur komponen, menentukan kondisi sesuaian, menentukan ketelitian putaran, mempelancar pelumasan[4]. Dalam menghasilkan produk

yang diinginkan khususnya produk-produk yang berbentuk silindris.

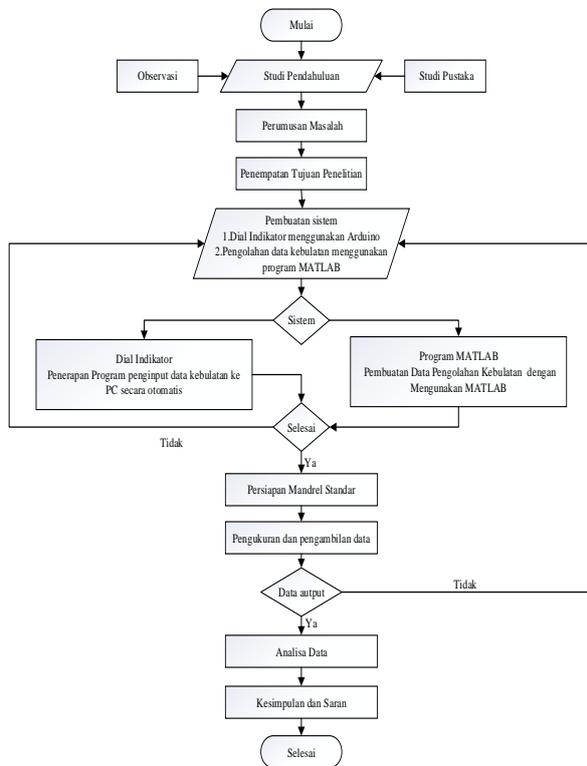
Untuk mengetahui kecermatan pada alat ukur dan hasil pengukurannya, tentunya harus ada acuan dasar yang dijadikan sebagai referensi yang jelas sumbernya. Mandrel adalah sebuah benda ukur standar yang telah dikalibrasi dan disertifikasi kualitas kebulatannya oleh sebuah lembaga kalibrasi yaitu PT.Global Quality Indonesia, data ini akan dijadikan acuan dasar untuk mengetahui kecermatan dari pembuatan aplikasi kebulatan [5].

Kebulatan dapat diukur dengan cara yang sederhana menggunakan Dial Indikator, tetapi saat ini masih sulit menentukan ketidakbulatan sehingga dibutuhkan suatu program yang dapat menganalisa secara langsung pada komputer (PC), dan program kebulatan (*roundness*) tersebut saat ini masih sulit didapatkan dikarenakan program tersebut memiliki harga jual tinggi dipasaran. Program kebulatan (*roundness*) biasa dijual tidak terpisah antara alat ukur dengan program. Sehingga dibutuhkan suatu Aplikasi yang dapat menentukan harga ketidakbulatan

Berdasarkan uraian diatas maka penulis bertujuan melakukan penelitian yang nantinya dapat menganalisis pengukuran kebulatan (*roundness*) untuk menyatakan harga ketidakbulatan dengan menggunakan parameter kebulatan sehingga mempermudah operator melakukan pengukuran kebulatan (*roundness*).

2. Metodologi

Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 1, untuk mencapai sasaran atau tujuan yang diinginkan dari penelitian ini:

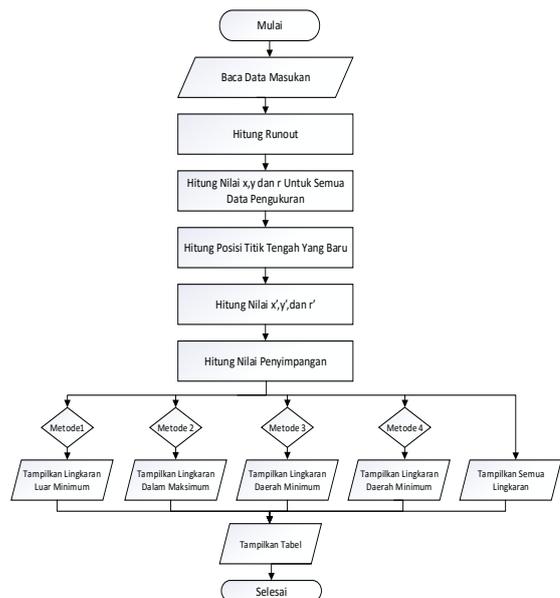


Gambar 1. Metodologi

Dalam penelitian ini ada dua tahapan yang dilakukan sebelum melakukan pengujian

a. Modifikasi input data alat ukur Dial Indikator Digital menggunakan *microkontroler* (Arduino). Alat yang digunakan adalah Dial Indikator Digital yang sebelumnya dalam memasukkan data menggunakan *switch* secara manual, sehingga peneliti melakukan modifikasi terhadap alat ukur Dial Indikator Digital untuk dapat dimasukkan secara bersamaan saat dilakukan pengukuran kebulatan (*roundness*) kedalam PC/Laptop dengan menggunakan bantuan program Arduino.

b. Pengolahan data kebulatan (*roundness*) menggunakan aplikasi, Dalam pengolahan data sebelumnya masih menggunakan perhitungan manual atau masih belum menggunakan bantuan Aplikasi Kebulatan (*Roundness*). Adapun tujuan dilakukan penelitian ini untuk pembuatan Aplikasi yang dapat membantu mengolah data kebulatan (*roundness*) dan menampilkan grafik referensi kebulatan yang diterangkan dalam tinjauan pustaka. Pembuatan aplikasi ini menggunakan program dari MATLAB yang keluarannya berbentuk Aplikasi Kebulatan (*Roundness*). Dibawah ini pada Gambar 2 Diagram Alir Pemograman



Gambar 2. Diagram Alir Pemograman

2.1 Bahan dan Alat

a. Bahan Penelitian Bahan yang digunakan untuk penelitian ini adalah Mandrel. Mandrel adalah sebuah poros yang telah disertifikasi dan dikalibrasi oleh PT. Global Quality Indonesia dan data pengukuran tersebut dijadikan acuan untuk perbandingan grafik referensi dengan Aplikasi Kebulatan (*roundness*) dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Mandrel

b. Alat Penelitian

Peralatan penelitian yang digunakan pada pengujian ini yaitu :

1. Alat Ukur Kebulatan

Alat Ukur (*Roundness Tester Machine*) merupakan penjepet benda uji (Mandrel) untuk mengukur kebulatan yang akan digunakan dalam penelitian ini. Dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Alat Ukur Kebulatan

2. Dial Indikator

Dial indicator digital ini digunakan sebagai alat ukur kebulatan yang dapat diinput data kedalam laptop atau PC. Dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Dial Indikator

3. Laptop atau PC

Laptop atau PC disini berfungsi sebagai media pembuatan program dan juga digunakan sebagai media pengolahan data dari dial indikator. Dapat dilihat pada Gambar 6



Gambar 6. Laptop atau PC

2.2 Metode Pengambilan Data

Adapun metode pengambilan data pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Metode Pustaka

Metode Pustaka yaitu dengan melakukan pengumpulan data-data teori yang diperoleh dari membaca buku, penelitian sebelumnya dan mempelajari literatur yang berhubungan dengan penelitian ini.

2. Metode Pengujian

Metode Pengujian yaitu melakukan pengambilan data yang di dapat dari hasil pengujian. Hasil yang didapat akan dipelajari dan dibahas sehingga memperoleh kesimpulan.

3. Metode Observasi

Metode Observasi yaitu melakukan suatu pengamatan dan pencatatan terhadap benda kerja yang telah diuji sehingga menghasilkan data.

2.2 Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian yang akan dilakukan pada penelitian ini adalah:

1. Persiapkan alat dan bahan
2. Siapkan PC atau Laptop yang sudah terinstal program Matlab dan Arduino

3. Rangkai Dial Indikator dengan rangkaian Arduino selanjutnya koneksikan ke PC atau Laptop
4. Pasangkan benda kerja (Mandrel) pada dua buah center yang ada pada alat uji (Roundness Tester Machine) dan kunci baut center agar Mandrel tidak lepas dari center.
5. Tentukan data yang diinginkan dan kecepatan putaran pada Program Arduino, ada tiga variasi jumlah data yang akan diambil benda uji (Mandrel) diposisi yang sama yaitu 180 data, 90 data dan 60 data dengan kecepatan putaran benda uji (Mandrel) 15 mm/s.
6. Tekan tombol power untuk menghidupkan sensor Dial Indikator,
7. Posisi sensor diposisikan pada benda uji (Mandrel), selanjutnya atur ulang Dial Indikator hingga pada digital menunjukkan angka 0,000
8. Hidupkan alat uji (*Roundness Tester Machine*)
9. Tekan tombol *Bottom Swich* pada rangkaian Arduino
10. Masukkan data yang sudah di dapat dari Arduino kedalam Program Excel, tambahkan diameter benda uji dan simpan kedalam folder Aplikasi kebulatan.
11. Untuk melakukan pengambilan data selanjutnya ulangi pada poin 5.
12. Buka aplikasi kebulatan melalui Matlab
13. Pilih *open file*, lalu cari lokasi penyimpanan data pilih dan *open*
14. Pilih referensi lingkaran yang diinginkan selanjutnya pilih Analisa Kebulatan
15. Untuk melihat grafik kebulatan pilih Lihat Gambar dan untuk melihat hasil pengukuran pilih Lihat Tabel.
16. Untuk melihat hasil masing-masing referensi kebulatan ulangi pada poin 12.

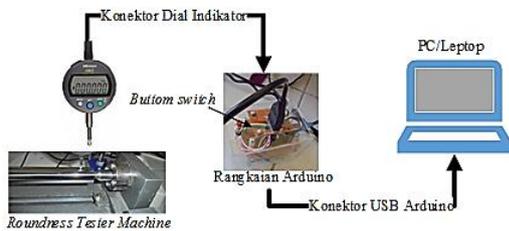
3 Hasil

3.2 Proses Pengambilan Data Aplikasi Kebulatan (Roundness).

Dengan melakukan proses pengambilan data kebulatan (*roundness*) ada dua tahap yang dilakukan yaitu yang pertama Input data dengan menggunakan *microcontroller* yang langsung terhubung ke PC atau Laptop dengan terkoneksi langsung Dial Indikator Digital dan pada tahap kedua pengolahan data dalam program MATLAB yang sudah berupa Aplikasi Kebulatan (*roundness*).

1. Input data kebulatan menggunakan Dial Indikator (Microcontroller).
Proses yang dilakukan untuk melakukan pengambilan data ini menggunakan Dial Indikator Digital dengan ketelitian 0,001

yang dihubungkan oleh konektor ke rangkaian microcontroller (Arduino) dan terhubung langsung ke PC atau Laptop, adapun bentuk rangkaiannya dan tahapannya dapat dilihat pada Gambar 7 dibawah ini:



Gambar 7. Proses Pengujian

Benda uji (Mandrel Standar) dicekam pada dua buah senter pada alat ukur (*Roundness Tester Machine*) dan Dial Indikator yang sudah terhubung oleh Arduino di posisikan diatas benda uji (Mandrel) dan reset Dial Indikator Digital. Buka aplikasi Aduino dan jalan program, selanjutnya atur pada program Arduino jumlah data dan waktu kecepatan putar poros (rpm), dan pilih Serial Monitor, untuk melihat proses data yang masuk pada program dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Aplikasi Kebulatan

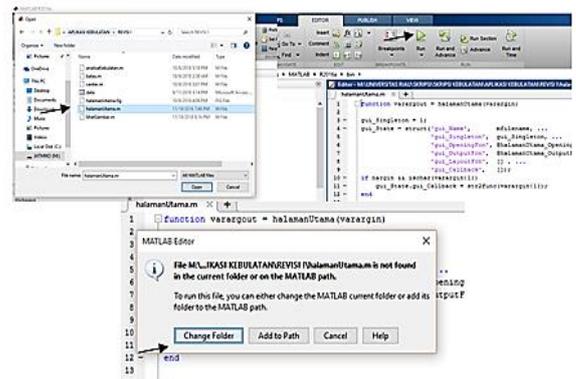
1. Pengolahan data kebulatan dengan aplikasi kebulatan (MATLAB).

Aplikasi kebulatan ini dibuat dengan menggunakan program MATLAB, setelah pengambilan data dilakukan dengan menggunakan Arduino selanjutnya data disalin ke program Excel pada PC/Laptop dan diposisikan pada kolom B, untuk kolom A diberi angka sebanyak data yang didapat. Data yang diperoleh ditambahkan dengan diameter benda uji (Mandrel Standar) dapat dilihat pada Gambar 9, pada pengujian ini diameter Mandrel Standarannya adalah 25 mm.

	A	B	C	D	E	F
56	56	25.129				
57	57	25.133				
58	58	25.135				
59	59	25.135				
60	60	25.135				
61						

Gambar 9. Tahapan Penambahan Data

Simpan pada folder Aplikasi Kebulatan (*roundness*), buka program MATLAB, klik menu Open, cari lokasi penyimpanan folder Aplikasi kebulatan dan pilih file HalamanUtama.m, pilih menu klik RUN maka akan muncul comen, pilih pada comen tersebut Change Folder maka akan terbuka Aplikasi Kebulatan (*roundness*), selanjutnya lakukan pengolahan data kebulatan dengan menggunakan aplikasi Kebulatan, dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Perintah Aplikasi Kebulatan

Pengolahan data kebulatan dapat dilakukan dengan memasukkan data pada Aplikasi kebulatan dengan dengan menu Open File lalu pilih data yang akan dihitung (posisi satu data) pada folder yang sudah disimpan pada program Excel. Dapat dilihat pada Gambar 11.



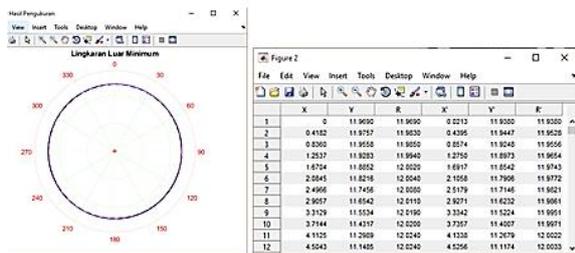
Gambar 11. Menu Utama Aplikasi

Pada menu pilihan lingkaran referensi terdapat 5 pilihan yaitu Lingkaran Luar Minimum, Lingkaran Dalam Maksimum, Lingkaran Daerah Minimum, Lingkaran Kuadrat, dan Semua Referensi. Pilih salah satu, selanjutnya pilih menu Analisa Kebulatan maka akan didapat data kebulatan seperti Runout, Penyimpangan Kebulatan, *Concentricity*, dan *Theta*. Dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Hasil Perhitungan

Pada menu Lihat Gambar ini untuk menampilkan lingkaran referensi yang diinginkan dan pada menu Lihat Tabel adalah untuk menampilkan tabel hasil perhitungan nilai X, Y, R, Y', X' dan R' secara bersamaan dalam satu tabel. Dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Tampilan Hasil Aplikasi

Untuk menghitung data selanjutnya atau data kebulatan lain terlebih dahulu pilih menu Reset dan masukan kembali data yang akan dihitung dengan cara seperti yang sudah dipaparkan.

3.3 Hasil Perhitungan Manual Penyimpangan Kebulatan

Perhitungan penyimpangan kebulatan benda uji (Mandrel) pada Aplikasi Kebulatan (*Roundness*) dengan kecepatan 15 mm/s dan dengan variasi jumlah data. Untuk data pada posisi satu jumlahnya 180 data, posisi dua jumlahnya 90 data dan pada posisi tiga jumlahnya 60 data berdasarkan empat lingkaran referensi yaitu sebagai berikut:

- Perhitungan Manual grafik kebulatan dengan jumlah 180 data.

Berikut ini penjabaran perhitungan dalam Aplikasi Kebulatan dan grafik kebulatan pengujian posisi pertama berdasarkan lingkaran

referensi Lingkaran Luar Minimum, Lingkaran Dalam Maksimum, Lingkaran Daerah Minimum dan Lingkaran Kuadrat Terkecil sebagai berikut:

- Nilai tertinggi pengukuran = 25,036 mm
- Nilai terendah pengukuran = 25,036 mm
- $Runout = R_{\max Pengukuran} - R_{\min Pengukuran}$
 $= 25,036 \text{ mm} - 25,036 \text{ mm}$
 $= 0,063 \text{ mm}$

$$x_n = \text{data pengukuran} \times \sin \theta$$

$$= 25,018 \text{ mm} \times \sin 0$$

$$= 0 \text{ mm}$$

$$y_n = \text{data pengukuran} \times \cos \theta$$

$$= 25,018 \text{ mm} \times \cos 0$$

$$= 25,018 \text{ mm}$$

- Mencari nilai perpindahan titik dengan menggunakan persamaan dibawah ini [6]:

$i = 1$ ► i pada data 1 nilai untuk $x = 0 \text{ mm}$ dan $y = 25,018 \text{ mm}$

$$j = (\text{jumlah data} \div 3) + 1$$

$$= (180 \div 3) + 1$$

$$= 61$$

► j pada data 61 nilai untuk $x = -12,5085 \text{ mm}$ dan $y = -12,5085 \text{ mm}$

$$k = [(\text{jumlah data} \times 2) \div 3] + 1 = [(180 \times 2) \div 3] + 1$$

► k pada data 121 nilai untuk $x = -21,6550 \text{ mm}$ dan $y = -12,5025 \text{ mm}$

$$x_{c \ i,j,k} = \frac{(y_k - y_j)(x_i^2 + y_i^2) + (y_i - y_k)(x_j^2 + y_j^2) + (y_j - y_i)(x_k^2 + y_k^2)}{2(x_k - x_j)(y_j - y_i) - (x_j - x_i)(y_k - y_j)}$$

$$x_c = \frac{22,5386}{3251,0660} (\text{mm})$$

$$x_c = 0,0069 \text{ mm}$$

$$y_{c \ i,j,k} = \frac{(x_k - x_j)(x_i^2 + y_i^2) + (x_i - x_k)(x_j^2 + y_j^2) + (x_j - x_i)(x_k^2 + y_k^2)}{2(x_k - x_j)(y_j - y_i) - (x_j - x_i)(y_k - y_j)}$$

$$y_c = \frac{-15,1}{3251,066} (\text{mm})$$

$$y_c = -0,0046 \text{ mm}$$

- Concentricity

$$(C) = \sqrt{x_c^2 + y_c^2}$$

$$(C) = \sqrt{(0,0069 \text{ mm}^2) + (-0,0046 \text{ mm}^2)}$$

$$(C) = 0,008 \text{ mm}$$

- Sudut titik pusat kebulatan (θ)

$$Theta (\theta) = \tan^{-1} \frac{y_c}{x_c}$$

$$Theta (\theta) = -33,962^\circ$$

- Nilai x' , y' dan R'

$$x' = 0 \text{ mm} - 0,0069$$

$$x' = -0,0069 \text{ mm}$$

$$y' = 25,0810 \text{ mm} - (-0,0046 \text{ mm})$$

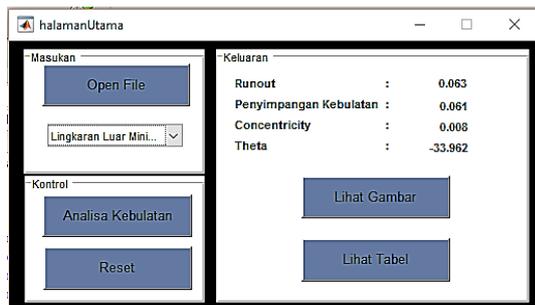
$$y' = 25,0227 \text{ mm}$$

- Menghitung nilai R'

$$R' = \sqrt{-0,0069^2 + 25,0227^2}$$

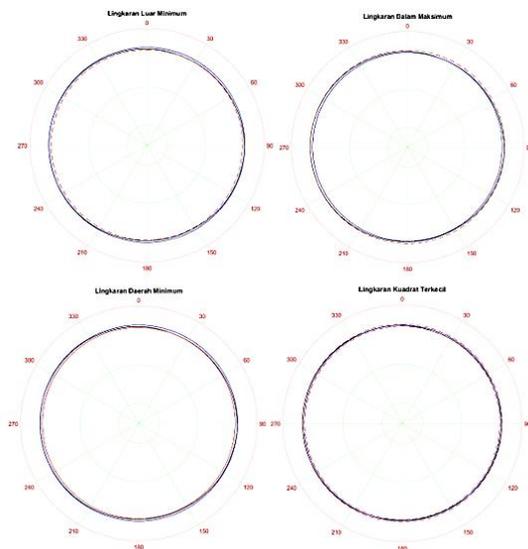
$$R' = 25,0772$$

Hasil perhitungan pada Aplikasi dapat dilihat pada gambar 2.10, dapat dilihat $Runout = 0,063 \text{ mm}$, Penyimpangan Kebulatan = $0,061 \text{ mm}$, $Concentricity = 0,008 \text{ mm}$, dan $Theta = -33,962^\circ$.



Gambar 14. Hasil Perhitungan Aplikasi

Grafik lingkaran referensi dari hasil perhitungan data 180 pada posisi pertama dapat dilihat pada Gambar 15. grafik yang ditampilkan pada hasil ini setelah dilakukan pembesaran daerah pengukuran.



Gambar 15. Hasil Lingkaran Refrensi

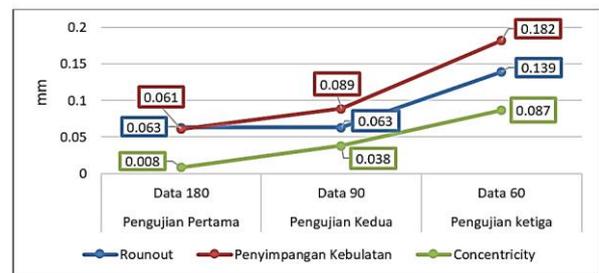
4 Pembahasan

Dalam perhitungan yang udah dilakukan maka dapat dilakukan pembuatan tabel hasil perhitungan di setiap posisi pengukuran hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 1, Hasil yang diperoleh setelah melakukan perhitungan dari setiap data pengukuran kebulatan dapat dilihat pada Gambar 16, pada pengukuran 180 data diperoleh penyimpangan kebulatan sebesar

$0,061 \text{ mm}$, pada pengukuran 90 data diperoleh nilai penyimpangan kebulatan sebesar $0,089 \text{ mm}$ dan pada pengukuran 60 data nilai penyimpangan kebulatan yang terjadi $0,182 \text{ mm}$. penyimpangan kebulatan terbesar dari tiga titik terjadi pada 90 data, dan selanjutnya pada 60 data.

Tabel 1. Hasil Perhitungan

Analisa Kebulatan	Data 180	Data 90	Data 60	Satuan
<i>Rounout</i>	0,063	0,063	0,139	mm
Penyimpangan Kebulatan	0,061	0,089	0,182	mm
<i>Concentricity</i>	0,008	0,038	0,087	mm
<i>Theta</i>	-33,962	30,877	29,62	°



Gambar 16. Grafik Perbandingan Pengukuran

5 Kesimpulan

1. Aplikasi Kebulatan (*Roundness*) ini sangat mempermudah operator dalam melakukan pengambilan data pengukuran kebulatan dikarenakan operasi pengambilan data dilakukan secara otomatis, jumlah data yang diinginkan dapat ditentukan secara langsung, pengolahan data ini dapat dilakukan secara bersamaan dan menampilkan lingkaran referensi serta tabel hasil perhitungan nilai X , Y , R , Y' , X' dan R' , sehingga mempermudah dalam melakukan analisa hasil penujian.

2. Hasil perhitungan dari tiga variasi jumlah data yang digunakan 180 data, 90 data, dan 60 data dengan kecepatan putaran 15 mm/s nilai yang mendekati dengan Mandrel adalah pada data 180, dengan nilai penyimpangan kebulatan $0,061 \text{ mm}$ dengan perpindahan titik pusat (*Concentricity*) sebesar $0,008 \text{ mm}$ dan sudut $Theta -33,962^\circ$, berdasarkan Lingkaran Luar Minimum, Lingkaran Dalam Maksimum, Lingkaran Daerah Minimum, dan Lingkaran Kuadrat Terkecil tergambar dengan jelas dapat dinyatakan ketidakbulatannya.

3. Aplikasi Kebulatan (*Roundness*) ini sangat baik diterapkan untuk pengukuran kebulatan di Labolatorium Pengukuran Teknik Mesin Universitas Riau, karena dapat memberi pengayaan materi kepada praktikan dengan ditunjang mudanya cara pengoperasiannya, dan

menyeimbangkan pengukuran dengan perkembangan teknologi yang semakin

6 Daftar Pustaka

- [1] Rochim, Taufiq. 2006. *Spesifikasi, Metrologi & Kontrol Kualitas Geometrik* 2. Bandung: ITB.
- [2] Hamdi, Erizal., Arief, Dodi Sofyan, dan Adhy Prayitno 2015. Pengujian Kebulatan Hasil Pembuatan Poros Aluminium Menggunakan Emco T.U CNC -2a Smkn2 Pekanbaru Dengan *Roundness Tester Machine*. *Jurnal JOM FTEKNIK* Vol 2 No.2 Oktober 2015.
- [3] JIS B0651-1984
- [4] Shodikin, Arief, Dodi Sofyan dan Adhy Prayitno 2015. Studi Kecermatan Alat Ukur Roudnees Tester Machine Produksi Laboratorium Jurusan Teknik Mesin Universitas Riau Dengan Metode Helix. *Jurnal JOM FTEKNIK* Vol 2 No.2 Oktober 2015.
- [5] Nemedi, Imre., Sekulić, Milenko., dan Vladan Radlovački, 2017. A Method for Determining Roundness and Actual Form of Circular Workpiece Cross Sections. *Jurnal of Acta Polytechnica Hungarica.*, Vol. 14, No. 6, 2017
- [6] Parma, Indro.Paryitno, Adhy dan Dodi Sofyan Arief. 2015. Studi Kecermatan Alat Ukur Kebulatan (*Roundness Tester Machine*) Produksi Laboratorium Pengukuran Universitas Riau. Sekripsi. Fakultas Teknik Universitas Riau:
- [7] Rochim, Taufiq. 2001. *Spesifikasi, Metrologi & Kontrol Kualitas Geometrik* 1. Bandung: ITB