

# ANALISIS PENGARUH PARAMETER MESIN BUBUT TERHADAP KESILINDRISAN BENDA KERJA MENGGUNAKAN METODE *BOX BEHNKEN DESIGN*

Pranowo Sidi<sup>1\*</sup>, Bayu Wiro Karuniawan<sup>2</sup> Nadia Musharofah<sup>3</sup>

\*E-mail: [pranowo@ppns.ac.id](mailto:pranowo@ppns.ac.id)

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Desain dan Manufaktur, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia

## ABSTRAK

Keakuratan dimensi benda kerja mungkin dipengaruhi oleh variasi geometris yang sering dialami mesin. Bentuk geometris benda kerja sebagai hasil dari proses pemesinan dapat digunakan untuk mengukur kualitas mesin dan dapat mengambil bentuk silindris, kehalusan, kebulatan, dan bentuk geometris lainnya. Hasil kesilindrisan permukaan benda kerja akan tergantung pada parameter pemesinan seperti putaran mesin, kecepatan pemakanan, dan kedalaman pemakanan. Untuk desain percobaan penelitian dan analisis data, penelitian ini menggunakan Metode *Response Surface Box Behnken Design* yaitu mencari tahu variasi percobaan dengan menggunakan 3 tahap. Spesimen yang digunakan adalah baja ST 42, dan alat *insert DNMG 150404 carbide* digunakan pada mesin bubut konvensional Pinacho L-1/260 untuk melakukan total 15 modifikasi eksperimental pada spesimen. Selanjutnya dilakukan uji kesilindrisan dengan menggunakan dial indikator. Hasil penelitian tentang pengaruh parameter terhadap kesilindrisan permukaan yaitu putaran mesin dengan  $P_{value}$  0,068, kedalaman pemakanan dengan  $P_{value}$  0,784, dan kecepatan pemakanan dengan  $P_{value}$  0,839, ketiga parameter tersebut dinyatakan tidak berpengaruh signifikan. Parameter putaran mesin memberikan efek kontribusi 26,87%, kedalaman umpan 0,52% dan kecepatan umpan 0,28%.

**Kata Kunci:** mesin bubut, baja St 42, kesilindrisan permukaan, *Box Behnken Design*

## ABSTRACT

*The dimensional accuracy of the workpiece might be impacted by geometric variations that machines frequently experience. The geometric shape of the workpiece as a result of the machining process can be used to quantify machine quality and can take the form of cylindricality, smoothness, roundness, and other geometric shapes. The results of the workpiece surface's cylindricality will depend on machining parameters such spindle speed, feeding, and depth of cut. For the design of the research experiment and the data analysis, this study employs the Box Behnken Design in Response Surface Method that is figuring out the trial variation using 3 stages. The specimen used was ST 42 steel, and a DNMG 150404 carbide insert tool was used on a Pinacho L-1/260 conventional lathe machine to perform a total of 15 experimental modifications on the specimen. Furthermore, the cylindricity test was carried out using a dial indicator. The research results on the effect of parameters on surface cylindricality, namely engine speed with a  $P_{value}$  of 0.068, depth of feed with a  $P_{value}$  of 0.784, and feed speed with a  $P_{value}$  of 0.839, the three parameters were declared not to have a significant effect. The engine rotation parameter provides a contribution effect of 26.87%, the depth of cut is 0.52% and the feed speed is 0.28%.*

**Keywords:** lathe machine; ST 42 steel, surface cylindricality, box-behnken design.

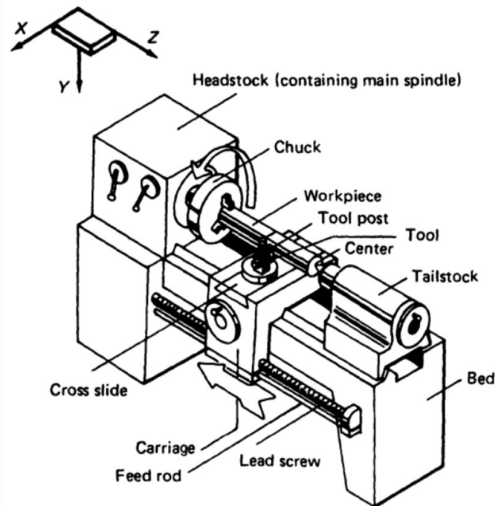
## PENDAHULUAN

Mesin bubut seperti itu menunjukkan secara diagram pada gambar 1. Ini terdiri meja horisontal yang di atasnya ada *headstock*, *tailstock*, dan *carriage*. Dimana semua mesin perkakas harus memiliki sarana pendukung untuk memegang benda kerja.

Pada gambar 2 benda kerja dicekam di satu ujung oleh *chuck* yang dipasang di ujung spindel mesin dan dukungannya di ujung lainnya oleh pusat yang dipasang di *tailstock*. *Tailstock* dapat

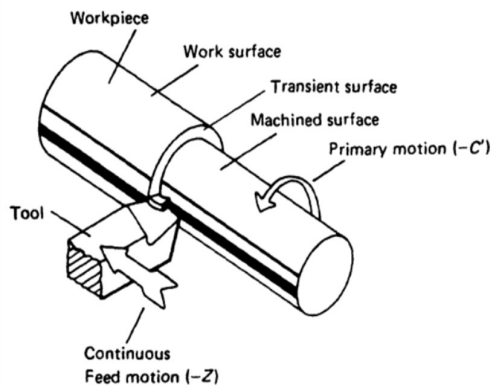
digerakkan kemudian dikunci di berbagai posisi di sepanjang *horizontal bed* untuk mengikuti panjang benda kerja. Jika benda kerjanya pendek hanya perlu dicekam dengan *chuck*.

Gerakan primer, rotasi benda kerja gerak (C'), dapat diatur dengan mengatur serangkaian roda gigi yang menggerakkan poros utama, roda gigi digerakkan oleh motor listrik yang dipasang di bagian belakang mesin. Spindel utama dan roda gigi semuanya dipasang di *headstock*. Tuas di bagian depan *headstock* memungkinkan mengatur kecepatan putaran sesuai variasi yang kita pilih.



Gambar 1. Mesin bubut

Alat pemotong *single point* dicekam pada *toolpost*, yang dipasang pada *cross slide*, yang terletak di *carriage*. *Carriage* dapat digerakkan di sepanjang meja mesin bubut (gerakan arah Z) oleh *lead screw* atau *rack*, roda gigi pinion dan *feed rod* (untuk berputar); Baik *lead screw* dan *feed rod* terhubung ke poros utama melalui rangkaian roda gigi. Atau *Carriage* dapat tetap di tempat meja mesin, dan *slide cross* dapat digunakan untuk menggerakkan *toolpost* melintasi *carriage* (gerakan X) menggunakan *lead screw* di *slide cross*



Gambar 2. Pembubutan silinder pada mesin bubut

Gambar 2 menunjukkan permukaan silinder yang dihasilkan pada benda kerja oleh rotasi benda kerja (gerakan -C') dan pergerakan carriage di sepanjang meja mesin bubut (gerakan -Z); Operasi ini dikenal sebagai putaran silinder.

Proses permesinan khususnya mesin perkakas memanfaatkan gerakan antara pahat dengan benda kerja sehingga dapat menghasilkan produk yang geometris. Mesin bubut sering mengalami penyimpangan geometris yang dapat mempengaruhi keakuratan dimensi benda kerja

yang diproduksi, kerusakan sistem kelistrikan, motor penggerak dan komponen lainnya, sehingga menyebabkan mesin bubut tidak dapat beroperasi dengan maksimal (Aswin et al., 2017), serta pemilihan parameter pemotongan yang salah menyebabkan kualitas permukaan dan dimensi benda kerja yang di produksi tidak sesuai dengan toleransi (Duran & Nalbant, 2005). Parameter utama dalam proses bubut seperti putaran mesin, kecepatan pemakanan, dan kedalaman pemakanan menentukan besarnya laju pengerjaan material dari proses bubut karena merupakan bagian yang paling berpengaruh dan merupakan bagian yang bisa diatur langsung oleh operator.

Pada proses penyelesaian pekerjaan, selain dimensi produk jadi, kekasaran permukaan (*surface roughness*) merupakan salah satu karakteristik kualitas yang kritis dan penting untuk menunjukkan kualitas pengerjaan. Secara khusus, kekasaran permukaan memegang peranan penting pada kualitas produk dan merupakan salah satu parameter yang penting untuk mengevaluasi dari hasil proses keakurasian permesinan (Petropoulos et al., 2009).

Silindrisitas yang nyaris sempurna pada hasil proses merupakan salah satu kualitas hasil pemesinan yang baik. Kesilindrisan adalah salah satu jenis variasi yang mungkin terjadi akibat kondisi pemotongan dalam proses pemesinan, oleh karena itu diperlukan persiapan yang cermat. Memperhatikan parameter pemotongan, seperti pemakanan dan putaran spindle yang digunakan saat membubut benda kerja, diperlukan untuk mendapatkan hasil yang terbaik. Hasil pembubutan akan bagus dan tingkat kesilindrisan akan sangat mendekati kesempurnaan dengan mengontrol gerakan pemakanan dan putaran spindle secara tepat. Selain itu, kesilindrisan permukaan juga dapat dipengaruhi oleh posisi benda kerja yang tidak berada secara tepat pada pusatnya terhadap tail stock (Ardinta, dkk, 2011). Secara umum, kesilindrisan dapat diartikan sebagai kondisi di mana seluruh titik yang terletak pada permukaan silinder berada dalam posisi yang memiliki jarak yang sama terhadap sumbu yang sama. Ariyanto dalam penelitiannya tentang pengukuran kesilindrisan dengan menggunakan beberapa mesin but dan hasilnya berbeda-beda dari delapan mesin bubut yang digunakan. Toleransi terbesar dicapai pada kualitas toleransi IT (international tolerance) 11 dan terendah dicapai pada kualitas toleransi IT 10. Untuk hasil penelitian Riki Candra Putra pada tahun 2016 tentang kekasaran permukaan dan keakurasian pengukuran dan hasilnya adalah bahwa kekasaran permukaannya halus dan pada tingkat keakurasian dan penyimpangan atau variasi dimensi hingga 0,011 mm.

Abdullah, Y. U., & Oke, S.A., Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa parametrik optimal adalah *speed* 1135rpm, *feed rate* 0,06 min/min, *depth of cut* 1024 min, dan *nose radius* 0,61 min. *Speed*, *depth of cut* dan *nose radius* menunjukkan nilai yang lebih tinggi, menunjukkan penggunaan lebih banyak sumber daya energi untuk mencapai tujuan yang optimal, menggunakan fungsi objektif berbasis metode regresi. Oleh karena itu, metode yang diusulkan merupakan jalan yang menjanjikan untuk mengoptimalkan lebih lanjut hasil desain Taguchi-Pareto-Box Behnken untuk peningkatan *boring operation*.

Adi Nugroho dalam kripsinya pada tahun 2009 yang berjudul "Pengaruh gerak akan dan Sudut Potong Utama terhadap kasil Kesilindrisan Permukaan benda kerja pada proses bubut silindris". Hasilnya menyatakan bahwa Gerak makan memberikan pengaruh besar terhadap kesilindrisan permukaan karena semakin besar gerak makan maka semakin besar nilai kesilindrisannya. Sudut potong utama (Kr) juga memberikan besar terhadap kesilindrisan permukaan karena semakin kecil nilai Kr maka semakin besar nilai kesilindrisannya. Kesimpulannya kedua-duanya menyebabkan benda kerja menjadi tidak silindris (kesilindrisan semakin besar).

Nazihah pada tahun 2009 melakukan penelitian tentang kesilindrisan pada proses bubut konvensional dan dari percobaan kombinasi parameter terbaik adalah *feed rate* 0,15 mm/putaran yang memiliki efek terbesar pada pengukuran silindrisitas diikuti *cutting speed* 150 m/menit dan terakhir adalah *depth of cut* 0,5 mm.

Penggunaan perangkat lunak Minitab versi 18 dalam desain eksperimen akan menghasilkan persamaan polinomial berdasarkan data hasil percobaan sebagai model matematika dan statistika menggunakan metode Response Surface Methodology (RSM). Data percobaan yang dijelaskan melalui persamaan tersebut memaparkan pengaruh variabel atau faktor terhadap respon. Metode desain eksperimen RSM mencakup Box Behnken Design dan Central Composite Design (CCD). Dalam konteks ini, metode RSM menggunakan Box Behnken Design sebagai desain eksperimen. Keunggulan dari desain Box Behnken dibandingkan dengan desain Taguchi dan CCD adalah efisiensinya, dengan jumlah variabel yang sama tetapi memerlukan jumlah percobaan yang lebih sedikit, sehingga mengurangi biaya uji.

Umur mesin bubut konvensional yang melewati umur teknis mesin, seringkali terjadi kesalahan operasional seperti kesalahan pengaturan parameter mesin, kesalahan

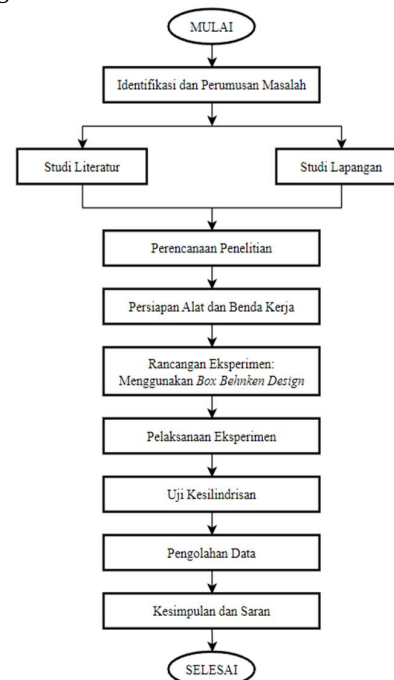
penggunaan indikator-indikator ukur, kesalahan perawatan.

Bentuk geometris benda kerja yang dihasilkan oleh proses pemesinan, seperti kesilindrisan, ketidaksesuaian tingkat kekasaran, kehalusan, kebulatan, dan bentuk geometris lainnya, digunakan untuk mengevaluasi kualitas mesin. Karena pengaruh umur mesin bubut, sangat penting dilakukan pengujian kesilindrisannya untuk memastikan seberapa baik kinerja mesin bubut. Pengujian dengan melakukan proses pembubutan pada mesin bubut dan dilihat berapakah nilai kesilindrisan benda kerja yang mampu dicapai untuk mengetahui kinerja mesin bubut.

## Metode Penelitian

### Diagram Alir Penelitian

Tahapan penelitian yang dilakukan untuk penelitian kesilindrisan dan kekasaran permukaan hasil pembubutan mengikuti diagram alir yang ditujukan pada gambar 3.

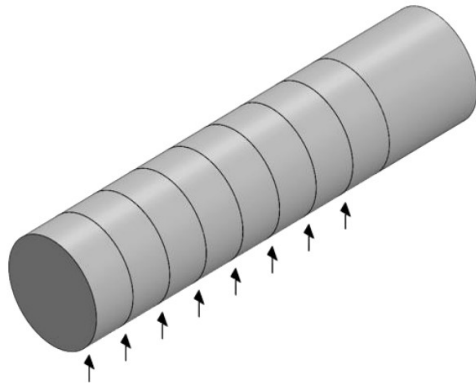


Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

### Pengukuran Kesilindrisan

Pengukuran kesilindrisan merupakan pengukuran yang ditujukan untuk memeriksa kesilindrisan suatu benda dengan kata lain apakah suatu benda benar-benar silindris atau tidak jika dilihat secara teliti menggunakan alat ukur (Harianto, 2017). Kesilindrisan dapat diartikan sebagai suatu keadaan dimana semua titik yang terletak di permukaan silinder mempunyai jarak yang sama dengan garis sumbuinya. Pengukuran kesilindrisan

dilakukan pada beberapa titik sepanjang benda kerja seperti pada gambar 4.



Gambar 4. Pengukuran Benda Kerja Kesilindrisan

**Metode Box Behnken Design**

Box dan Behnken (1960) telah mengusulkan beberapa desain tiga tingkat untuk pemasangan permukaan respon. Desain ini dibentuk dengan menggabungkan faktorial  $2^k$  dengan desain blok yang tidak lengkap. Desain yang dihasilkan biasanya sangat efisien dalam hal dari jumlah putaran yang diperlukan, dan keduanya dapat diputar atau hampir dapat diputar. Rancangan faktorial  $2^k$  Box Behnken Design digunakan untuk percobaan yang terdiri dari k faktor dengan masing-masing faktor mempunyai level rendah (-1), level tengah (0) dan level tinggi (+1) (Montgomery, 2013).

**Faktor dan Level Eksperimen**

Jenis kontrol, level, dan nilai dari faktor kontrol yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1. Parameter Penelitian

Simbol	Faktor Kontrol	Satuan	Level		
			-1	0	+1
A	Putaran Mesin	rpm	410	625	900
B	Kedalaman Pemakanan	mm	0,5	1,0	1,5
C	Kecepatan Pemakanan	mm/rev	0,04	0,07	0,1

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Data respon diambil dengan melakukan pengukuran spesimen uji menggunakan dial indikator pada mesin bubut konvensional Pinacho L-1/260 setelah pembubutan. Uji kesilindrisan dilakukan pada 4 titik dan 8 lokasi dari setiap titik, selanjutnya menghitung kesilindrisan permukaan dari respon yang dihasilkan. Hasil uji kesilindrisan permukaan yang didapatkan pada data tabel 2 berikut.

Tabel 2. Hasil Eskperimen Nilai Kesilindrisan Box Behnken

No.	Putaran Mesin [rpm]	Kedalaman Pemakanan [mm]	Kecepatan Pemakanan [mm/rev]	Kesilindrisan Permukaan [mm]
1	410	0,5	0,07	0,120
2	410	1,5	0,07	0,100
3	900	0,5	0,07	0,201
4	900	1,5	0,07	0,765
5	410	1,0	0,04	0,110
6	410	1,0	0,1	0,090
7	900	1,0	0,04	0,120
8	900	1,0	0,1	0,520
9	625	0,5	0,04	0,350
10	625	0,5	0,1	0,110
11	625	1,5	0,04	0,050
12	625	1,5	0,1	0,035
13	625	1,0	0,07	0,050
14	625	1,0	0,07	0,545
15	625	1,0	0,07	0,125

**Pengujian Kesesuaian Model Kesilindrisan Permukaan**

Dari tabel 2 dapat digunakan untuk menguji kesilindrisan permukaan, yaitu dengan pengujian kesesuaian model. Untuk mendapatkan kesesuaian model tersebut dilakukan dengan uji berikut ini:

a. Pengujian Lack of Fit

Uji *lack of fit* diperlukan dalam menentukan ketepatan model. Hipotesa untuk uji *lack of fit* dari kesilindrisan permukaan adalah sebagai berikut:

- $H_0$ : Tidak ada *lack of fit* dalam model
- $H_1$ : Ada *lack of fit* dalam model

Pada level pengujian dengan  $\alpha=0,05$  dapat dilihat pada tabel 2 dimana nilai  $P_{value}$  dari *lack of fit* adalah 0,781, dimana  $P_{value} > \alpha$  yang berarti  $H_0$  diterima. Maka, tidak terdapat *lack of fit* pada hasil kesilindrisan permukaan.

Tabel 3. Hasil ANOVA Kesilindrisan Permukaan

Source	DF	Adj SS	Adj MS	P-Value
Regression	3	0,190026	0,063342	0,294
Putaran Mesin	1	0,184503	0,184503	0,068
Kedalaman Pemakanan	1	0,003570	0,003570	0,784
Kecepatan Pemakanan	1	0,001953	0,001953	0,839
Error	11	0,496430	0,045130	
Lack-of-Fit	9	0,354080	0,039342	0,781
Pure Error	2	0,142350	0,071175	
Total	14	0,686456		

b. Pengujian Koefisien Determinasi Berganda ( $R^2$ )

Hasil uji koefisien determinan berganda dengan hasil perhitungannya sebagai berikut:

$$R^2 = \frac{SS_R}{SS_T}$$

$$R^2 = \frac{0,190026}{0,686456}$$

= 27,68%

Jumlah persentase variasi keseluruhan yang dapat diterangkan oleh model ( $R^2$ ) sebesar 27.68% yang artinya, model ini kurang baik karena nilai persentase ini semakin jauh dari 100%. Dimana 27.68% dipengaruhi oleh variabel dalam model ini dan 72.32% dipengaruhi oleh variabel diluar model.

**Pengujian Koefisien Regresi Kesilindrisan Permukaan**

a. Pengujian Koefisien Regresi Secara Serentak  
Berikut ini adalah hipotesis untuk uji koefisien regresi serentak dari hasil uji kesilindrisan permukaan:

- $H_0$ : semua  $\beta_i$  tidak memberi pengaruh terhadap kesilindrisan permukaan
- $H_1$ : paling tidak ada satu  $\beta_i$  memberi pengaruh terhadap kesilindrisan permukaan

Kriteria untuk penerimaan permukaan dari pengujian ini dalam *software* minitab dapat dilihat pada tabel 4 berikut:

Tabel 4. Regresi Kesilindrisan Permukaan

Source	DF	Adj SS	Adj SS	P <sub>value</sub>
Regression	3	0,190026	0,63342	0,294

Dengan level pengujian  $\alpha = 0,05$ , nilai P pada analisis regresi sebesar 0,294 lebih besar dari 0,05, sehingga  $H_0$  diterima. Hal ini mengindikasikan bahwa perubahan respon tidak terlalu dipengaruhi oleh parameter bebas ( $\beta_i$ ).

b. Pengujian Koefisien Regresi Secara Individu  
Berikut ini adalah hipotesis untuk uji koefisien regresi individual dari hasil uji kesilindrisan permukaan:

- $H_0 : \beta_i = 0$ ,  $\beta_i$  tidak berpengaruh terhadap respon secara individu
- $H_1 : \beta_i \neq 0$ ,  $\beta_i$  berpengaruh terhadap respon secara individu

Hasil regresi pada *software* minitab dapat dilihat pada tabel 5 berikut:

Tabel 5. Hasil Analisis Regresi Kesilindrisan Permukaan

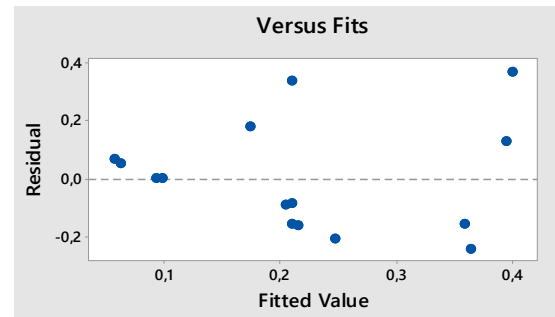
Source	DF	Adj SS	Adj MS	P-Value
Regression	3	0,190026	0,063342	0,294
Putaran Mesin	1	0,184503	0,184503	0,068
Kedalaman Pemakanan	1	0,003570	0,003570	0,784
Kecepatan Pemakanan	1	0,001953	0,001953	0,839

Kriteria penerimaan yaitu  $H_0$  ditolak apabila  $P_{value} < \alpha$  dan  $H_0$  diterima apabila  $P_{value} > \alpha$ . Nilai  $\alpha$  yang digunakan adalah 0,05, selanjutnya di perhatikan nilai  $P_{value}$  yang terdapat pada setiap parameter. Dapat dilihat

dari hasil *software* minitab yang didapatkan bahwa parameter putaran mesin memiliki nilai  $P_{value}$  0.068 yang berarti  $P_{value} > \alpha$ , parameter kedalaman pemakanan memiliki nilai  $P_{value}$  0.784 yang berarti  $P_{value} > \alpha$ , dan parameter kecepatan pemakanan memiliki nilai  $P_{value}$  0.839 yang berarti  $P_{value} > \alpha$ . Dapat dikatakan bahwa  $H_0$  diterima, yang menunjukkan bahwa tidak ada hubungan antara parameter apapun dengan kesilindrisan permukaan.

**Pengujian Asumsi Residual Kesilindrisan Permukaan**

a. Uji Asumsi Identik  
Uji asumsi dapat diketahui dengan membuat plot antara residual dan  $\hat{y}$  estimasi akan memperlihatkan hasil uji asumsi, jika nilai residual menyebar secara acak pada plot dan tidak membentuk pola tertentu atau mengindikasikan kenaikan atau penurunan, maka dapat diasumsikan bahwa residual dari kesilindrisan permukaan adalah identik. Hasil analisa identik ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 5. Residual-Fitted Value Kesilindrisan Permukaan

Titik-titik data pada Gambar 5 di atas menyebar di sepanjang garis diagonal, dan distribusinya searah dengan garis diagonal. Nilai residual juga menyebar secara acak, tidak cenderung naik atau turun, sehingga residual bersifat identik.

a. Uji Asumsi Independen  
Uji independen dilakukan untuk mengetahui ada atau tidaknya ketergantungan diantara residual yang ada. Dari hasil analisa minitab pada tabel 6 diperoleh nilai uji statistik *durbin watson* sebesar 2.22706. Untuk ukuran sampel 15, dengan level signifikan 0.05 dan 3 level parameter proses. Didapatkan batas bawah 0,81 dan batas atas 1,75 seperti pada lampiran. Dengan ini dapat diartikan bahwa nilai uji statistik *durbin watson* 2.22706 lebih besar dari batas atas 1,75 maka asumsi independen terpenuhi.

Tabel 6. Hasil Minitab *Durbin Watson* Kesilindrisan Permukaan

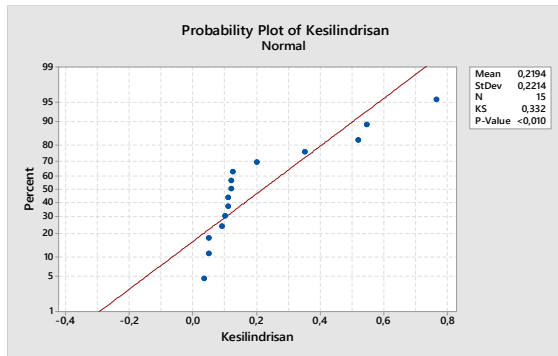
<i>Durbin Watson Statistic</i>	
<i>Durbin-Watson Statistic</i> =	2,22706

b. Uji Distribusi Normal

Dalam penelitian ini, pengujian residual distribusi normal yang digunakan adalah uji *kolmogorov-smirnov*. Dengan hipotesis berikut:

- $H_0$  : Residual berdistribusi normal
- $H_1$  : Residual tidak berdistribusi normal

Hasil dari uji distribusi ditunjukkan pada gambar berikut:

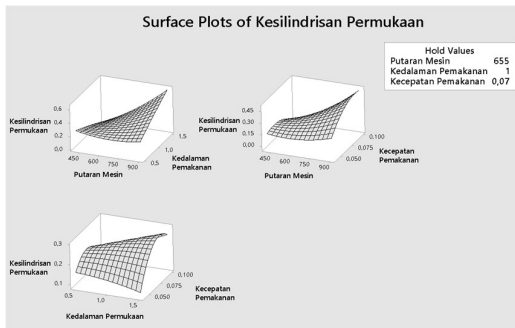


Gambar 6. Uji Distribusi Normal Kesilindrisan Permukaan

Uji *kolmogorov-smirnov* menghasilkan nilai  $P_{value}$  sebesar  $<0,010$ , seperti yang terlihat pada gambar 6. Dapat disimpulkan bahwa  $H_0$  ditolak karena nilai  $P_{value}$  yang dihasilkan lebih kecil dari  $\alpha$ , yang menunjukkan bahwa residual tidak berdistribusi normal.

**Surface Plot Kesilindrisan Permukaan**

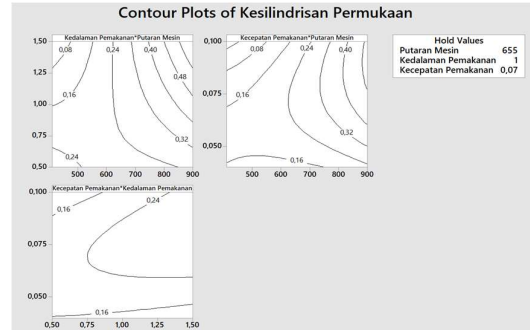
Berdasarkan *Contour plot* dan *surface plot* hasil analisis *response surface model full quadratic* dari kesilindrisan permukaan. Gambar 7 menunjukkan hasil analisis *surface plots*, sedangkan gambar 5 menunjukkan *contour plots* ditampilkan pada gambar berikut.



Gambar 7. *Surface Plots* Kesilindrisan Permukaan

*Surface plot* menunjukkan pengaruh 2 faktor terhadap respon kesilindrisan permukaan. Dari

kombinasi level masing-masing faktor, respon kesilindrisan permukaan terbaik didapatkan apabila semakin kecil putaran mesin dan kedalaman pemakanan serta semakin besar kecepatan pemakanan seperti yang ditunjukkan pada gambar *contour plots* berikut.



Gambar 8. *Contour Plots* Kesilindrisan Permukaan

*Contour plots* kesilindrisan permukaan pada Gambar 8, menunjukkan bagaimana kombinasi parameter yang berbeda berinteraksi untuk saling mempengaruhi nilai respon kesilindrisan permukaan melalui garis kontur. Nilai terbaik untuk kesilindrisan permukaan didapatkan apabila putaran mesin berada dibawah 500 rpm dan kecepatan pemakanan pada 0,10 mm/rev dengan kedalaman pemakanan semakin kecil semakin baik.

Karena plot pada Gambar 4 dan 5 tidak menunjukkan titik stasioner, nilai faktor dapat diubah untuk mencapai respons yang lebih optimal. Sehingga dapat disimpulkan semakin kecil nilai putaran mesin dan nilai kedalaman pemakanan serta semakin besar nilai kecepatan pemakanan, maka semakin optimal nilai kesilindrisan permukaan.

**Pengaruh Parameter Terhadap Kesilindrisan Permukaan**

Hasil ANOVA menggunakan *software* minitab ditunjukkan pada tabel 7 dan perhitungan persentase parameter yang berpengaruh terhadap kesilindrisan permukaan berikut:

Tabel 7. ANOVA Kesilindrisan Permukaan

Source	DF	Adj SS	Adj MS	P-Value
Regression	3	0,190026	0,063342	0,294
Putaran Mesin	1	0,184503	0,184503	0,068
Kedalaman Pemakanan	1	0,003570	0,003570	0,784
Kecepatan Pemakanan	1	0,001953	0,001953	0,839
Error	11	0,496430	0,045130	
Lack-of-Fit	9	0,354080	0,039342	0,781
Pure Error	2	0,142350	0,071175	
Total	14	0,686456		

a. Putaran Mesin =  $\frac{0,184503}{0,686456} \times 100\% = 26,87\%$

- b. Kedalaman Pemakanan =  $\frac{0,00357}{0,686456} \times 100\% = 0,52\%$
- c. Kecepatan Pemakanan =  $\frac{0,001953}{0,686456} \times 100\% = 0,28\%$

### PENUTUP

Hasil penelitian diketahui bahwa pengaruh parameter pada respon kesilindrisan permukaan setelah dihitung menggunakan ANOVA, yaitu putaran mesin memiliki nilai  $P_{value}$  0,068 dengan persentase kontribusi sebesar 26,87%, kedalaman pemakanan memiliki nilai  $P_{value}$  0,784 dengan persentase kontribusi sebesar 0,52%, dan kecepatan pemakanan memiliki nilai  $P_{value}$  0,839 dengan persentase kontribusi sebesar 0,28%. Ketiga parameter tersebut dinyatakan tidak berpengaruh secara signifikan terhadap nilai kesilindrisan permukaan karena memiliki nilai  $P_{value}$  yang melebihi nilai *interval confidence* ( $\alpha$ ) 5% atau 0,05.

### DAFTAR PUSAKA

- Abdullah, Y. U., & Oke, S.A., (2022), Optimizing The Machining Process of IS 2062 E250 Steel Plates with The Boring Operation Using a Hybrid Taguchi-Pareto Box Behnken-teaching Learning-based Algorithm. *International Journal of Industrial Engineering and Engineering Management (IJIEEM)*, Vol. 4 No. 2 page 48 – 64
- Ardinta, S. D., Triyono, J., & Muhayat, N. (2011). Pengaruh Gerak Makan dan Sudut Potong Utama Terhadap Hasil Kesilindrisan Permukaan Benda Kerja ST 42 pada Proses Bubut Silindris. *Skripsi*, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Ariyanto, Husman, (2018), Pengukuran Kesilindrisan Hasil Proses Pemotongan Mesin Bubut Untuk Mengetahui Kemampuan Mesin Menghasilkan Produk. *Jurnal Manutech*, Vol. 10 No. 02 page 9-13
- Aswin, F., Masdani, Randa, & Yulianto, O. (2017). Rekondisi Mesin Bubut DoALL LT 13 BU01DI Laboratorium Mekanik Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. *Jurnal Manutech*, Vol. 9 No. 1, page 24-32
- Boothroyd, Geoffrey., Winston A. Knight, (1975), *Fundamentals of Machining and Machine Tools, Second Edition*, Marcel Dekker, Inc. New York-Basel.
- Duran, A., & Nalbant, M. (2005). Finite Element Analysis of Bending Occurring Whilecutting with High Speed Steel Lathe Cutting Tools. *Materials & Design*, Volume 26, Issue 6, page 549-554.
- Harianto, D. (2017). Rancang Bangun Alat Pengukur Kesilindrisan Dengan Metode 3 Poin. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Industri V*. Politeknik ATI Makassar, Makassar
- Montgomery, D. C. (2013). *Design and Analysis of Experiments*. John Wiley & Sonc, Inc. Singapore.
- Nazihah, Shaharudin (2009), Cylindricity of workpiece in conventional lathe machine, *Project Papers*. Universiti Malaysia Pahang, Faculty of Mechanical Engineering
- Nugroho, Adi, (2009), Pengaruh Gerak Makan dan Sudut Potong Utama Terhadap Hasil Kesilindrisan Permukaan Benda Kerja pada Proses Bubut Silindris, *Skripsi*, Universitas Sebelas Maret, Surakarta
- Petropoulos, G., Kechagias, J., & Lakovakis, V. (2009). Surface Roughness Investigation of a Reinforced. *International Conference on Economic Engineering and Manufacturing Systems*, 381-384
- Putra, R.C., (2016), Studi Eksperimental Pengujian Kekasaran Permukaan dan Keaurasian Dimensi pada Proses *Dry Machining* Baja AISI 01, *Jurnal Teknik*, Vol. 5, No.1 hal 17-24. ISSN: 2302-8794
- Rochim, Taufiq, (2001), *Spesifikasi, Metrologi, dan Kontrol Kualitas Geometrik 1*, ITB, Bandung
- Rochim, Taufiq, (1993), *Teori dan Tekonologi Permesinan*, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Wirawan Sumbodo, dkk. (2008), *Teknik Produk Mesin Industri Jilid 1*. Jakarta, Departemen Pendidikan Nasional.