



KALPIKA

Jurnal Ilmiah Teknik Mesin

Volume 19, Nomor 2 September 2022

Dedy Krisbianto¹, Agung Nugroho²

ANALISIS PERANCANGAN SUPPORT PADA PIPELINE SUATU PROJECT X DENGAN MENGGUNAKAN PROGRAM CAESAR II

Nurkim

Analisa Dan Rancang Bangun Tempat Tidur Bayi (Baby Cot)

Kis Yoga Utomo¹, Ahmad Z², Masyhudi³, Deni A⁴

ANALISIS KUALITAS BATANG PISTON ORIGINAL DAN NON ORIGINAL PADA KENDARAAN RODA DUA 4 LANGKAH KAPASITAS 113 CC

Sudja Rizki Maulana

ANALISIS PENGARUH FEEDING PADA PROSES GRINDING JOURNAL TERHADAP NILAI KUALITAS CAMSHAFT TYPE 2TNV70 PASCA IQT

Kupainudin¹, Denny Prumanto², Rani Anggrainy³

ANALISIS KEGAGALAN GEOMETRI KOMPONEN BRACKET HINGE CAB PADA PROSES BORING DIMESIN CNC MILLING OKK VC51

J. KALPIKA	VOL.19	NO.2	HAL 1-47	Jakarta SEPTEMBER 2022	ISSN 2962 - 2980
------------	--------	------	----------	---------------------------	------------------

JURNAL



KALPIKA

Jurnal Ilmiah Teknik Mesin

Volume 19, Nomor 2, SEPTEMBER 2022

STAF REDAKSI

Penasihat	: Dr. Harjono Padmono Putro, S.Kom., M.Kom
Ketua	: Ir. JP. Damanik, M.Si
Penyunting	: Prof . Dr. Ir. Bambang Teguh P, DEA Dr. Didit S. R, MM Dr. Suwanda, ST., MT Ir. Muchayar, MT Chotim Subandi, S Kom, MT
Penyunting Pelaksana	: Afri Sujarwanto, ST Andika, ST
Sekretariat	: Satrio Y, ST Sutarto

Alamat redaksi

Universitas Krisnadwipayana
Kampus Jatiwaringin, Jakarta PO. BOX 7774/Jat.CM
Telp. : 021-846 2229, Fax : 021-84998529
E-mail : Jurnal_kalpika@wowmail.com
Jurnal_kalpika@gmail.com

JAKARTA 13077

JURNAL

DAFTAR ISI

1. ANALISIS PERANCANGAN *SUPPORT* PADA PIPELINE SUATU PROJECT X DENGAN MENGGUNAKAN PROGRAM CAESAR II
Dedy Krisbianto.¹, Agung Nugroho.²..... 1-10
2. ANALISA DAN RANCANG BANGUN TEMPAT TIDUR BAYI (*BABY COT*)
Nurkim. 11-20
3. ANALISIS KUALITAS BATANG PISTON ORIGINAL DAN NON ORIGINAL PADA KENDARAAN RODA DUA 4 LANGKAH KAPASITAS 113 CC
Kis Yoga Utomo¹, Ahmad Zayadi², Masyhudi³, Deni A ⁴..... 21–31
4. ANALISIS PENGARUH FEEDING PADA PROSES GRINDING JOURNAL TERHADAP NILAI KUALITAS CAMSHAFT TYPE 2TNV70 PASCA IQT
Sudja Rizki Maulana² 32–46
5. ANALISIS KEGAGALAN GEOMETRI KOMPONEN BRACKET HINGE CAB PADA PROSES BORING DIMESIN CNC MILLING OKK VC51
Kupainudin¹, Denny Prumanto², Rani Angrainy³..... 47–54

Dari Redaksi

Ulang tahun adalah sinar matahari. Begitulah sering dikatakan orang-orang bijak maksudnya, beranjak dari ulang tahun, masa depan diharapkan akan senantiasa bersinar-sinar seperti matahari.

Akan tetapi , sinar matahari “terpaksa” harus kami lihat secara berbeda , dalam kaitan dengan ulang tahun pertama kalpika. Sinar matahari bagi kami,adalah simbol sumber energi yang,oleh karena itu,harus kami mentaatkan seefektif dan seefisien mungkin,sinar matahari sebagai symbol,kami para pengurus kalpika,ingin terus menerus berenergi alias bersemangat untuk menghadirkan kalpika kepada anda tepat pada waktunya melalui simbol matahari,berangkat dari ulang tahun pertama,kalpika ingin bertekad senantiasa mengunjungi anda.bukan malah surut dan kemudian lenyap ditelan waktu.

Kalpika,sebagai jurnal yang bervisi sebagai wadah unggulan penelitian (dalam makna luas),mengenai teknik dunia permesinan,setidaknya sudah mengawali kiprahnya melalui sajian naskah yang bervariasi (namun tetap terikat oleh visinya), mulai dari penelitian murni empirik hingga penelitian yang bersifat terobosan filosofis.Hingga tahun pertama kelahirannya,kalpika pun sudah membuktikan kekonsistennannya pada jadwal terbit.Hal ini,tentu saja berkat hubungan baik dengan relasi-relasi kami,terutama para kontribusi naskah.Oleh karena itu,dalam rangkamenjelang hari ulang tahun pertama kalpika,kami ingin mengucapkan terimakasih para relasi kami itu,termasuk juga kepada Anda,para pembaca.

Ulang tahun adalah sinar matahari.Ungkapan orang orang bijak,dalam kaitan ini, akan kami jadikansimbol mengenai sinar matahari yang setia mengunjungi kita setiap pagi.Kami pun akan berupaya setia mengunjungi Anda sesuai jadwal,Kontaklah terus kami,berilah kami masukan konstruktif,sehingga kesetiaan kami senantiasa terjaga.

Selamat membaca (Red)

ANALISIS KEGAGALAN GEOMETRI KOMPONEN BRACKET HINGE CAB PADA PROSES BORING DIMESIN CNC MILLING OKK VC51

Kupainudin¹, Denny Prumanto², Rani Anggrainy³
Jurusan Teknin Mesin Fakultas Teknik, Universitas Krisnadwipayana
Jl. Raya Jatiwaringin, Pondok Gede, Jakarta Timur. Jakarta 13077
Email : kupainudin23@gmail.com

ABSTRACT

The Boring Process of Hinge Cab Bracket components is one of the machining processes at PT. MMI. Boring work is the process of enlarging the hole to the desired size and usually pays less attention to geometric deviations from the results of the boring process, even though it greatly affects the quality of the machining results. In general, a spherical profile is said to be perfectly round if the distance of the points contained in the geometric shape have the same distance from a point called the center point. The purpose of the study was to determine the effect of spindle speed and feeding speed on the geometric size of the barcket component. The method used in this research is an engineering study with experiments and data collection is carried out through field observations and analysis of ongoing programs. The independent variable in this study was 0.1 mm infeed depth, with spindle rotation parameters of 400 rpm, 500 rpm, 600 rpm, 700 rpm and 800 rpm. The dependent variable is the geometric deviation of the Bracket Hinge Cab boring results. The control variable is the insert type TNMG332-GN LC5010 which has a feed speed (fz) of 0.1 mm/rev and a roughing size of 104 ± 0.30 , coolant damin water and ecocool 2700T. The measurement method uses a bore gauge/cylinder gauge to determine the effect of variations in machining parameters on the geometry of the boring results with a tolerance of ± 0.30 mm and takes 4 axes of measurement, namely X, Y, X', Y'. From the research that has been done that the parameter with the smallest geometric deviation is obtained in the four parts with a spindle rotation (n) 700 rpm, which is the expected result because the geometric deviation is $70\mu\text{m}$, still within the tolerance limit of ± 0.30 mm and has a roughness level of 9.278 Ra. The greater the value of the cutting speed (V_c), the smaller the geometric deviation that occurs. To get good results based on the analysis and for results that are in accordance with the standard, the best Rpm is used at 700 rpm with Feeding 140 mm/minute.

Keywords: Hinge Cab bracket, OKK VC51 CNC milling machine, inner diameter machining, boring, geometric deviation

PENDAHULUAN

Bracket Hinge Cab adalah komponen Chasis yang digunakan dalam truck. Dalam bracket hinge cab ini memiliki area machining pada lubang. Proses machining pada lubang ini menggunakan metode milling boring, karena memerlukan ukuran yang sangat teliti. Dalam proses ini sering terjadi penyimpangan ukuran dalam pross milling, untuk mengurangi atau mengatasi penyimpangan.

Pengerjaan proses boring pada mesin milling adalah proses memperbesar lubang ke ukuran yang diinginkan dan biasanya kurang memperhatikan penyimpangan geometri dari hasil proses boring. Padahal hal tersebut sangat berpengaruh dengan kualitas dan hasil permesinan, jika proses yang dilakukan kurang tepat maka hasil pengerjaan tidak akan sesuai yang diharapkan, akibatnya akan ada penyimpangan ukuran yang mengakibatkan

barang menjadi reject. Pada umumnya suatu profil kebulatan dikatakan bulat sempurna bila jarak titik-titik yang terdapat pada bentuk geometrik tersebut memiliki jarak yang sama terhadap sebuah titik yang disebut dengan titik pusat. ISO/R 1101 mendefenisikan toleransi kebulatan sebagai daerah toleransi pada bidang penampang yang dibatasi oleh dua lingkaran konsentrik dengan selisih radius sebesar harga toleransinya

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh kecepatan spindle terhadap ukuran geometri dari proses milling boring komponen bracket dan untuk mengetahui pengaruh pergerakan feeding terhadap variasi ukuran komponen Bracket. Adapun yang melatarbelkangi penelitian sebelumnya yang telah dilakukan mengenai pengaruh profil kebulatan untuk menentukan kesalahan geometrik pada pembuatan komponen menggunakan Mesin Milling dan dan pengaruh kedalaman pemakanan terhadap kesilindrisan benda kerja hasil finishing.

Batasan masalah dalam penelitian ini mencakup proses bracket hinge cab pada mesin milling OKK VC51 yaitu Kecepatan putaran spindle terhadap hasil ukuran boring komponen bracket, Kecepatan feeding terhadap hasil ukuran boring komponen bracket, Nilai kekasaran permukaan boring komponen bracket, Untuk proses diambil maksimal kedalaman pemakanan 0,05 mm dan 0,10 mm pada finishing. Parameter pengujian menggunakan kecepatan spindle 400 rpm, 500 rpm, 600 rpm, 700rpm, dan 800 rpm dan Parameter pengujian menggunakan feeding speed 150 mm/menit.

METODELOGI

Bracket Hinge Cab adalah salah satu parts chasis untuk mobil truk Mitsubishi Canter. Bracket Hinge Cab berfungsi sebagai penahan atau dudukan kabin truk saat dibuka. Bracket hinge cab memiliki lubang diameter dimana lubang tersebut dipasang dengan rubber, dan rubber tersebut sebagai shaft. Shaft tersebut berfungsi seperti engsel dimana untuk membuka dan menutup kabin atau kepala truk. Material yang digunakan Bracket Hinge Cab memiliki kandungan material FCD450.



Gambar 1. Bracket Hinge Cab

Pengukuran inside diameter dapat dilakukan dengan menggunakan alat ukur yang memiliki dua sensor yang saling bertolak belakang (180°) yaitu bore gauge/cylinder gauge. Bore gauge atau juga dikenal dengan Cylinder Gauge ialah alat ukur yang dipakai untuk mengukur diameter silinder. Bore gauge yang digunakan untuk pengukuran diameter bracket adalah bore gauge ukuran diameter 109 dan 104.



Gambar 2. Bore Gauge

Mesin Roughness adalah salah satu alat ukur yang digunakan untuk mengukur kekasaran hasil proses machining. Nilai kekasaran hasil proses machining komponen Bracket Hinge Cab sangat berpengaruh pada proses assembly oleh karena itu perlu diperhatikan



Gambar 3. Roughness Measuring Machine (SJ-411) Mitutoyo

Mesin milling adalah mesin perkakas yang digunakan untuk mengerjakan atau menyelesaikan suatu benda kerja dengan menggunakan pisau freis (cutter) sebagai pahat penyayat yang berputar pada sumbu mesin. Adapun mesin milling yang dipakai dalam penelitian ini adalah jenis OKK VC51. Mesin CNC milling OKK VC51 ini termasuk jenis yang mempunyai 3 Axis yaitu X, Y, dan Z.



Gambar 4. Mesin Milling OKK VC51

Parameter pemotongan yang digunakan pada mesin frais yaitu sebagai berikut:

$$Vc = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \dots\dots\dots (\text{Pustaka No.8, hal 29})$$

$$Vf = fz \cdot Zn \cdot n \dots\dots\dots (\text{Pustaka No.8, hal 31})$$

Dimana Vc adalah cutting speed (m/menit), n adalah putaran spindle (rpm), d adalah diameter benda kerja (mm), π adalah (3,14 atau $22/7$), Vf adalah feed rate (mm/menit), fz adalah pemakanan pergigi (mm/gigi), z adalah jumlah pisau .

Variabel-variabel yang ada dalam penelitian yaitu sebagai berikut:

1. Variabel bebas, putaran spindle yang dipakai dalam 5 kali percobaan yaitu 400rpm, 500rpm, 600rpm, 700rpm, dan 800rpm.
2. Variabel terikat, dalam penelitian ini yaitu penyimpangan geometri hasil proses komponen Bracket Hinge Cab pada mesin CNC Milling OKK VC51.
3. Variabel kontrol, mencakup penggunaan tool, too, yang dipakai memiliki 2 mata tool dan insert yang dipakai dipakai TNMG332-GN LC5010 jenis carbide. Karena bahan material Bracket Hinge Cab adalah FCD450 dan termasuk dalam proses machining Sloting & side Mill, maka kedalam pemakanan pergigi (fz) yaitu 0,05~0,2 mm. Hasil tersebut berdasarkan tabel 1. Diameter boring Bracket Hinge Cab 104 0,1~0,3 dan pengambilan data pada 4 sumbu yaitu sumbu X, Y, X', Y'.

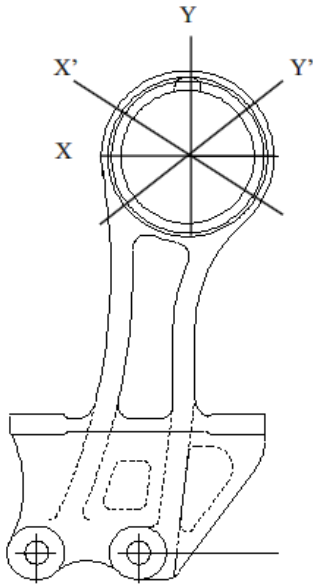
Tabel 1. Sayatan pergigi dalam milimeter

Material	Form Cutter	Sloting & side Mill
Diameter (mm)	-	-
Main carbon Steel	0,125	0,05-0,2
Aaloy Steel	0,1	0,05-0,2
Tool Steel CS 18-25 mm/menit	0,1	0,05-0,15
Tool Steel CS 5-15 mm/menit	0,075	0,05-0,125
Spring Steel	0,075	0,05-0,125
Stainless Steel		
304, 304L, 316, 316L	0,1	0,05-0,175
410, 416	0,1	0,05-0,175
420, 420F	0,075	0,05-0,175
440C, 440F	0,075	0,05-0,125
Coopers	0,1	0,05-0,25
Lead Bronze	0,1	0,05-0,25
Phospor Bronze	0,1	0,05-0,2
Pure Almunium	0,125	0,1-0,3
Alumunium Alloy	0,1	0,1-0,3
Cast Iron		
GG30, 25	0,125	0,05-0,25
GG20, 25, GG30, 35, 40, 45, 50	0,1	0,05-0,2
GG55- 60	0,075	0,05-0,125

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini dilakukan pengukuran geometri diameter dalam komponen boring bracket hinge cab dengan ukuran $\phi 104+0,1 \sim +0,3$ dari hasil pengerjaan pada mesin Milling CNC OKK VC51 dengan menggunakan bore gauge/cylinder gauge, menggunakan 4 sumbu pengukuran yaitu X, Y, X', dan Y', untuk mengetahui keselindrisan dari bracket hinge cab, dimana area bracket adalah area dudukan Shaft dan berfungsi sebagai pasangan rubber. Dan apabila penyimpangan geometri komponen bracket hinge cab lebih dari 0,150 mm maka rubber tersebut tidak bisa terpasang.

Dalam penelitian ini menggunakan 5 parts dan parameter pengujian dengan merubah putran spindle 400rpm, 500rpm, 600rpm, 700rpm, dan 800rpm. Area pengukuran bisa dilihat pada gambar 5.



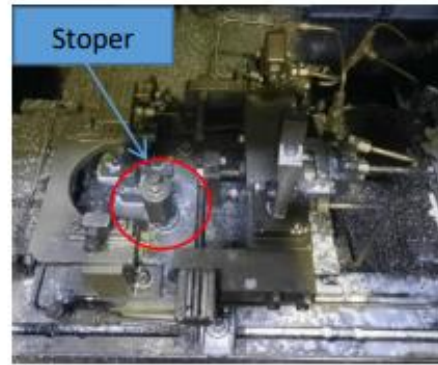
Gambar 5. Area ukur bracket hinge cab

Hasil pengukuran komponen bracket hinge cab menggunakan alat ukur bore gauge/cylinder gauge disajikan pada tabel 2 dan tabel perbandingan grafik ada di bawahnya.

Tabel 2. Hasil pengukuran geometri diameter bracket hinge cab pada putaran spindle 400rpm ~ 800rpm

No	Part Number	(n) Rpm	Hasil pengukuran 104 ^{+0,1-0,3} (mm)			
			X	Y	X'	Y'
1	Parts 1	400	25	17	23	20
2	Parts 2	500	24	16	22	18
3	Parts 3	600	27	17	21	22
4	Parts 4	700	26	19	22	22
5	Parts 5	800	25	15	20	21

Berdasarkan tabel 2 dijelaskan hasil pengukuran geometri diameter bracket menggunakan alat ukur bore gauge dengan area ukur X,Y,X' dan Y' axis. Dari lima kali percobaan nilai X dan Y memiliki selisih yang cukup dibandingkan dengan area lainnya. Itu dikarenakan adanya tekanan pada jig op1 karena pada jig hanya 2 stoper pada Y dan Y' (bisa dilihat pada gambar 6) sehingga pada saat pemakanan atau proses berlangsung terjadi tekanan yang mengakibatkan terjadinya penyimpangan.

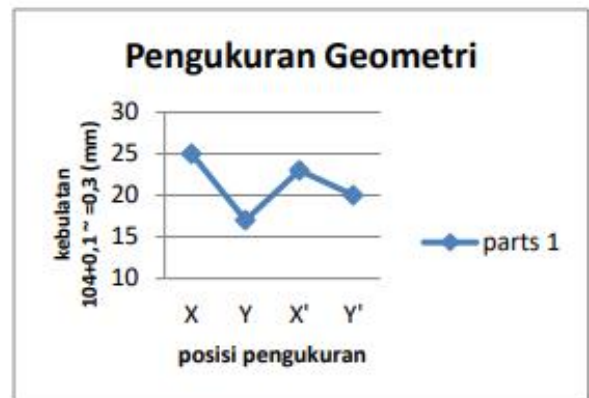


Gambar 6. Jig Proses OP1

Kecepatan potong (Vc) pada percobaan pertama adalah :

$$Vc = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \dots\dots\dots (\text{Pustaka No.8, hal 29})$$

$$= \frac{\pi \times 104,10 \times 400}{1000} = 130,94 \text{ m/menit}$$

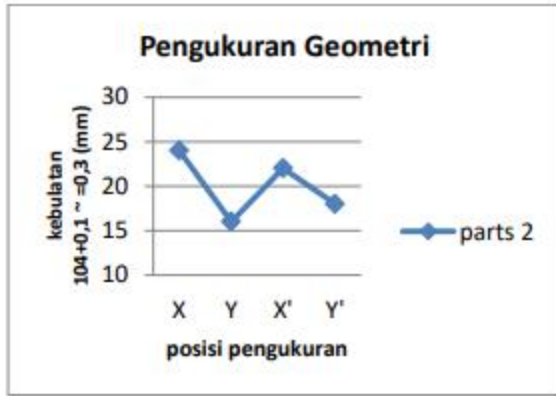


Grafik 1. Hasil Pengukuran geometri parts satu bracket hinge cab

Kecepatan potong (Vc) pada percobaan kedua adalah :

$$Vc = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}$$

$$= \frac{\pi \times 104,10 \times 500}{1000} = 163,67 \text{ m/menit}$$

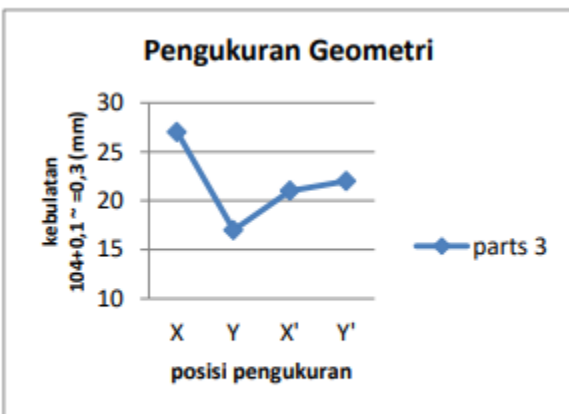


Grafik 2. Hasil Pengukuran geometri parts dua *bracket hinge cab*

Kecepatan potong (V_c) pada percobaan pertama adalah :

$$V_c = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}$$

$$= \frac{\pi \times 104,10 \times 600}{1000} = 196,41 \text{ m/menit}$$



Grafik 3. Hasil Pengukuran geometri parts tiga *bracket hinge cab*

Kecepatan potong (V_c) pada percobaan pertama adalah :

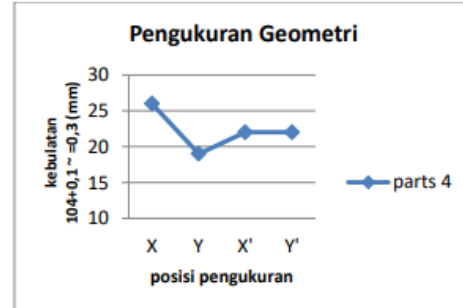
$$V_c = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}$$

$$= \frac{\pi \times 104,10 \times 800}{1000} = 261,88 \text{ m/menit}$$

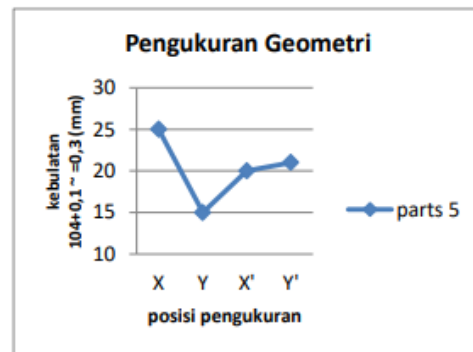
Kecepatan potong (V_c) pada percobaan pertama adalah :

$$V_c = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}$$

$$= \frac{\pi \times 104,10 \times 700}{1000} = 229,15 \text{ m/menit}$$



Grafik 4. Hasil Pengukuran geometri parts empat *bracket hinge cab*



Grafik 5. Hasil Pengukuran geometri parts lima *bracket hinge cab*

Dalam percobaan ini bahan dari *bracket hinge Cab* ini adalah FCD450 sehingga diketahui mempunyai kedalaman potong sebesar 0,05-0,20 (Tabel 1) dan mempunyai dua mata pisau dalam tool roughing, serta kecepatan spindle yang mempunyai penyimpangan paling kecil adalah 700 rpm maka didapat nilai Feed rate (V_f) sebagai berikut :

$$Vf = fz \cdot Zn \cdot n \dots\dots\dots(\text{Pustaka No.8, hal 31})$$

$$Vf = 0,1 \cdot 2 \cdot 700 = 140 \text{ mm/menit}$$

Tabel 3. Hasil pengukuran geometri bracket hinge cab pada putaran spindle 400rpm ~ 800rpm

N o	Putaran spindle (n) rpm	Kecepatan potong (Vc) m/menit	Kecepatan Feeding (Vd) mm/menit	Kekasaran (Ra)	Penyimpangan geometri (mm)
1	400	130,94	140	9,787	8
2	500	163,67	140	9,360	8
3	600	195,41	140	9,378	10
4	700	229,15	140	9,278	7
5	800	261,88	140	9,530	10

Dari tabel 3 nilai kekesaran yang didapat menggunakan pengukuran dengan alat ukur roughness, dari lima kali percobaan nilai kekesaran paling kecil adalah part dengan putaran spindle 700rpm, tapi nilai kekesaran tersebut tidak menjadi acuan bahwa semakin putaran spindle cepat semakin nilai kekesarannya kecil.

Dalam percobaan ini bahan dari bracket hinge Cab ini adalah FCD450 sehingga diketahui mempunyai kedalaman potong sebesar 0,05-0,20 (Tabel 1) dan mempunyai dua mata pisau dalam tool roughing, serta kecepatan spindle yang mempunyai penyimpangan paling besar adalah 800 rpm maka didapat nilai Feed rate (Vf) sebagai berikut :

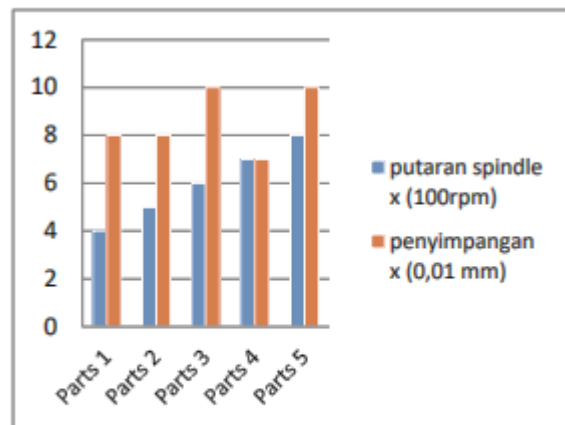
$$Vf = fz \cdot Zn \cdot n$$

$$Vf = 0,1 \cdot 2 \cdot 800 = 160 \text{ mm/menit}$$

Tabel 4. Hasil pengukuran geometri bracket hinge cab pada putaran spindle 400rpm ~ 800rpm

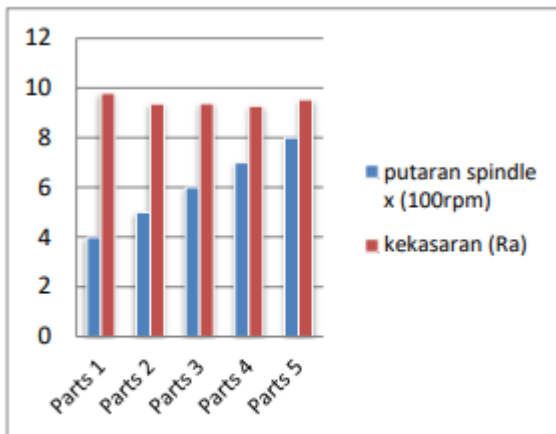
N o	Putaran spindle (n) rpm	Kecepatan potong (Vc) m/menit	Kecepatan Feeding (Vd) mm/menit	Penyimpangan geometri (mm)
1	400	130,94	160	8
2	500	163,67	160	8
3	600	195,94	160	10
4	700	229,15	160	7
5	800	261,88	160	10

Berdasarkan dari tabel 5 putaran spindle sebesar 700 rpm mempunyai penyimpangan ukuran yang paling kecil yaitu 70 µm. Batas maksimum penyimpangan dari ukuran ini sebesar 150 µm. Untuk percobaan yang lain masih di batas aman dari dimensi yang diminta sehingga benda masih bisa dipakai.



Grafik 6. Hubungan antara putaran spindle dan penyimpangan geometri

Berdasarkan dari grafik 4.7, putaran spindle sebesar 700 rpm mempunyai nilai ukuran kekesaran yang palin kecil yaitu 9,278 Ra. Batas maksimum dari ukuran ini kekesaran sebesar 12,5 Ra. Untuk percobaan yang lain masih di batas aman dari dimensi yang diminta.



Grafik 7. Hubungan antara putaran spindle dan kekasaran

Pada proses Roughing ini kita melakukan percobaan dengan merubah program yang ada pada tool kombinasi, yang dirubah yaitu kecepatan spindle (S). Kita melakukan 5 kali percobaan, dengan merubah kecepatan spindle dari 400rpm sampai 800rpm.



Gambar 7. Program Tool Kombinasi

Dengan kecepatan spindle yang sudah dirubah kita dapat mengetahui bahwa kecepatan spindle tidak terlalu banyak mempengaruhi hasil pengukuran geometri dari diameter boring. Penyimpangan yang ada dari 5 kali percobaan tidak terlalu besar. Serta nilai kekasaran dalam penelitian ini juga masih aman di bawah standar yang sudah ditentukan.

Dalam Tabel 1 kita mendapatkan hasil pengukuran diameter lubang dari komponen Bracket Hinge cab, pengukuran tersebut meliputi 4 area yaitu X,Y,X', dan Y'. Dalam tabel tersebut kita mengetahui bahwa selisih paling kecil adalah part 4 yaitu dengan putaran spindle 700rpm. Dari 5 kali percobaan dapat dilihat bahwa area yang

memiliki jarak yang jauh yaitu X dan Y. Itu mungkin disebabkan karena tekanan pada proses pemakanan berlangsung. Dalam gambar 6 stoper hanya ada pada Y dan Y' sehingga pada saat pemakanan ada perbedaan tekanan sehingga nilai dari X dan Y perbedaannya lumayan terlihat

- pemasangan insert pada setiap tool agar tidak menimbulkan rejection dan pastikan lebih meningkatkan ketelitian pengukuran hasil boring bracket hinge cab dengan melakukan pengukuran pada 4 sumbu yaitu sumbu X, Y, X', Y'.
- Untuk mendapatkan hasil yang baik berdasarkan analisis dan untuk hasil yang sesuai dengan standar, maka digunakan Rpm yang terbaik sebesar 700 rpm dengan Feeding 140 mm/menit
- Untuk mengurangi selisih jarak antara sumbu atau area X dan Y lebih baik ditambahkan stoper atau penahan di area X agar tekanan saat proses berlangsung tidak terlalu tinggi dan penyimpangan yang dihasilkan menjadi tidak terlalu besar.

DAFTAR PUSTAKA

1. Amstead, B.M. P.F. Ostwald, M.I. Bagenan, 1997, "Manufacturing Processes", John Wiley & Sons., Last Edition
2. Bhakti A Ryanto, Machining Practice, 1st ed. Balikpapan: Technical Engineering Department. PT Sanggar Sarana Baja, 2010
3. Bhakti A Ryanto, Machining Practice, 2nd ed. Balikpapan: Technical Engineering Department. PT Sanggar Sarana Baja, 2013
4. Kalpakjian, S. dan Steven R. Schmid. 2009, "Manufacturing Engineering and Technology". New York: Prentice Hall
5. M.Yanis, 2010, "Analisis Profil Kebulatan untuk Menentukan Kesalahan Geometrik pada Pembuatan Komponen menggunakan Mesin Bubut CNC," Rekayasa Sriwij., vol. 19, no. 1
6. Munadi, Sudji. (1988). Dasar-Dasar Metrologi Industri. Jakarta: Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Proyek Pengembangan Lembaga Pendidikan Tenaga Kependidikan.
7. Rochim Taufiq, "Spesifikasi Metrologi dan Kontrol Kualitas Geometrik", Bandung: Lab. Metrologi Industri,

- Departemen Teknik Mesin FTI -ITB, 2001, ch. Modul 3 & 4.
8. Sarwanto, "Mahir Permesinan CNC Milling untuk Pemula" Yogyakarta, 2018
 9. Schey, John A., 2000, "Introduction to Manufacturing Processes", Mc Graw Hill Book Co. , Last Edition
 10. W. D. Anggoro, E. Sutikno, and E. Sulistyono, "Pengaruh Cutting Speed dan Rasio L/D terhadap Kesilindrisan Benda Kerja Hasil Finishing pada Proses Pembuatan Tirus Divergen dengan Aluminium 6061," Konsentrasi Tek. Produksi, Univ. Brawijaya, Malang, 2013

