

Rancang Bangun *Jig Bush Crankcase* untuk Proses *Turning* pada Mesin *CNC Lathe*

Clarinsa Kireina Soedjana^{1*}, Bayu Wiro Karuniawan², Tri Andi Setiawan³

Program Studi Teknik Desain dan Manufaktur, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111, Indonesia ^{1*,2,3}
E-mail: clarinsa07@gmail.com^{1*}

Abstract - Manufacturing companies in Indonesia have grown rapidly. One of the commonly used automotive component manufacturing products is bush crankcase. Bush crankcase is one of the components in the motor vehicle crankcase that functions as a bearing holder to reduce friction and expansion. The bush crankcase product requires precise measurements with mass and continuous production, so that the bush crankcase manufacturing process using turning process on CNC lathe machine. The process of turning bush crankcase requires supporting tool of jig, which is a production tool designed to hold, support and place the workpiece. Jigs are needed to speed up the turning of the bush crankcase products accurately. Determination of jig bush crankcase using Ulrich method, made three designs with three kinds of jig namely jig P1, jig P2 and jig P3. Calculation of cutting forces and shear forces to ensure the jig can hold the bush crankcase well. The results of the jig bush crankcase research with the Ulrich method obtained the concept 1 as the highest value and the results of the shear force is safe. The turning process on CNC lathe machine using jig bush crankcase in total time 72 seconds with acceptable product according to the required standard.

Keyword: Jig, Bush Crankcase, Turning, Ulrich, CNC Lathe.

Nomenclature

F_v	Gaya potong (N)
K_s	Gaya potong spesifik (N/mm ²)
A	Penampang geram sebelum terpotong (mm ²)
$K_{S\ 1,1}$	Gaya potong spesifik referensi (N/mm ²)
f	Lebar geram setelah terpotong (mm ²)
z	Tebal geram (rata-rata berharga - 0,2)
C_k	Faktor koreksi sudut potong utama
C_τ	Faktor koreksi sudut geram
C_{vB}	Faktor koreksi pengaruh panjang keausan tepi
C_v	Faktor koreksi pengaruh kecepatan potong
τ	Kekuatan tarik logam (N/mm ²)
As	Luas permukaan <i>jig</i> terkena produk (mm ²)
sf	Faktor keamanan (1,5-2,0)
τ_{ijin}	Tegangan ijin ST60 (N/mm ²)
τ_{geser}	Tegangan geser (N)

1. PENDAHULUAN

CV. Gaya Indah yang merupakan salah satu perusahaan manufaktur yang bergerak dalam bidang jasa *machining*. Salah satu produk yang diproduksi adalah *bush crankcase*. *Bush Crankcase* merupakan salah satu komponen pada *crankcase* yang terdapat pada kendaraan bermotor. *Bush Crankcase* yang akan diproduksi berfungsi sebagai dudukan *bearing* pada *crankcase* dan untuk mengurangi gaya gesek dan

pemuaian yang ditimbulkan dari putaran *bearing*.

Proses *machining bush crankcase* dilakukan sesuai dengan kebutuhan dan permintaan *customer* untuk mengoptimalkan material yang ada, dimana satu material dapat menghasilkan dua produk dan diproduksi dalam jumlah banyak (*mass production*) dan secara *continue* dengan target 1.000 pcs per hari dalam 3 *shift*. Proses *machining* yang dilakukan yaitu proses *turning*. Proses *turning* merupakan proses pengurangan material (*material removal*) untuk membentuk benda kerja dengan Bergeraknya alat potong (*cutting tool*) pada benda kerja yang berputar. Proses tersebut biasa menggunakan *chuck* dan *jaw* yang berfungsi untuk menjepit benda kerja yang akan diproses. Penggunaan *chuck* dan *jaw* saja dalam proses *turning bush crankcase* memiliki kelemahan hasil produk yang tidak maksimal dan penggunaan yang kurang efisien sehingga menyebabkan keterhambatan dalam proses produksi. Agar dapat membantu proses tersebut, maka diperlukan alat bantu berupa *jig*.

Jig merupakan alat bantu produksi yang dibuat khusus untuk memegang, menyangga, menempatkan benda kerja dan mengarahkan alat potong (*cutting tool*) dalam proses produksi secara akurat. Pada CV. Gaya Indah belum terdapat *jig* yang menunjang proses *turning* untuk produk *bush crankcase*. Sehingga, proses produksi terhambat.

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka akan dibuat *jig* untuk proses *turning* produk *bush*

crankcase. Proses *turning* yang dilakukan ada tiga tahap, maka *jig bush crankcase* yang akan dibuat ada tiga yaitu *jig* pertama untuk proses pengerjaan permukaan bagian luar dan *grooving*, *jig* kedua untuk proses pengerjaan permukaan bagian luar dari sisa potongan *jig* pertama dan *jig* ketiga untuk proses pengerjaan permukaan bagian dalam dan pembuatan *profile*, dengan inovasi desain *jig* untuk proses *machining* yang menghasilkan produk dengan ukuran yang stabil, kesilindrisan dan *concentricity* yang baik. Sehingga *jig bush crankcase* yang akan dibuat dapat membantu meningkatkan laju proses produksi pada CV. Gaya Indah.

2. METODOLOGI

Penelitian ini berupa merancang dan membuat *jig*. Penelitian ini meliputi menentukan daftar kebutuhan, pembuatan konsep desain, penilaian konsep desain, perhitungan gaya potong, perhitungan gaya geser, dan pembuatan *jig*.

2.1 Pengertian Jig

Jig didefinisikan sebagai peralatan khusus yang memegang, menyangga atau ditempatkan pada komponen yang akan dimesin. Alat ini adalah alat bantu produksi yang dibuat sehingga ia tidak hanya menempatkan dan memegang benda kerja tetapi juga mengarahkan alat potong ketika operasi berjalan. *Jig* biasanya dilengkapi dengan *bushing* baja keras untuk mengarahkan mata gurdi/bor (*drill*) atau perkakas potong lainnya. Pada dasarnya, *jig* yang kecil tidak dibaut/dipasang pada meja kempa gurdi (*drill press table*). Namun untuk diameter penggurdian diatas 0,25 inchi, *jig* biasanya perlu dipasang dengan kencang pada meja. [2]

2.2 Penyusunan Daftar Kebutuhan

Untuk menentukan daftar kebutuhan [1], dibuat tabel seperti Tabel 1 berikut:

Tabel 1: Daftar Kebutuhan Produk

No	Daftar Kebutuhan		
	S/H	Uraian Kebutuhan	Penanggung jawab

Sumber : (Batan, 2012)

Keterangan :

S : Syarat

H : Harapan

Tujuan dari identifikasi kebutuhan pelanggan adalah :

- Meyakinkan bahwa produk telah difokuskan terhadap kebutuhan konsumen.
- Mengidentifikasi kebutuhan konsumen yang tersembunyi yang tidak terucapkan seperti halnya kebutuhan yang eksplisit.
- Menjamin basis untuk menyusun spesifikasi produk.

- Menjamin tidak adanya kebutuhan konsumen penting yang terlupakan.
- Memberikan pemahaman mengenai kebutuhan konsumen kepada anggota tim pengembang.

2.3 Pembuatan Konsep Desain

Konsep adalah sebuah uraian dari bentuk, fungsi, dan tampilan suatu produk dan biasanya diberi dengan sekumpulan spesifikasi, analisis produk-produk serta pertimbangan ekonomis proyek. Pada tahap penyusunan konsep ini, kebutuhan pasar target mulai dilakukan identifikasi, alternatif konsep produk dibangkitkan dan dievaluasi yang nantinya satu atau lebih konsep akan dipilih untuk dikembangkan lagi dan percobaan yang lebih jauh. Proses penyusunan konsep harus memperhatikan tujuan awal yang sudah ditetapkan. Sedangkan tujuan akhir harus mencerminkan fungsi dari perancangan yang dibuat. [4]

2.4 Penilaian Konsep

Pada tahapan-tahapan tersebut akan dimasukkan ke dalam matriks seleksi, matrik penyaringan dan penilaian konsep. Matrik penyaringan konsep dapat dilihat pada Tabel 2 berikut :

Tabel 2: Matrik Penilaian Konsep

Kriteria Seleksi	Bobot	Matrik Penilaian Konsep									
		Konsep Produk (A,B,C & Referensi)									
		Rate	Skor Bobot	Rate	Skor Bobot	Rate	Skor Bobot	Rate	Skor Bobot	Rate	Skor Bobot
Desain											
Waktu Pengerjaan											
Material											
Jenis Pencekaman											
Stopper											
Bobot Total	100%										
Nilai Absolut											

Sumber : (Batan, 2012)

2.5 Perhitungan Gaya Potong

Untuk penentuan harga K_s 1.1 pemotongan tidak sesuai dengan kondisi pemotongan pada umumnya, maka dapat dipakai rumus pendekatan yang sering digunakan dalam praktek [3], yaitu :

$$K_s = K_s 1.1 \cdot f^{-Z} \cdot C_k \cdot C_\tau \cdot C_{VB} \cdot C_v \quad (1)$$

Dimana harga C_k, C_τ, C_{VB} dan C_v adalah faktor koreksi yang harganya didasarkan dari beberapa hasil percobaan sebagai berikut :

- Pengaruh Sudut Potong Utama Kr

Tabel 3: Faktor Koreksi CK

Kr	Jenis Pahat	
	Karbida	Keramik
90°	1	1
80°	1.014	1.016
60°	1.041	1.059
55°	1.057	1.083
50°	1.077	1.110
45°	1.102	1.149

Sumber : (Rochim, 1993)

2. Pengaruh Sudut Geram

Tabel 4: Faktor Koreksi C_{τ}

τ_0	C_{τ}
15°	0.91
10°	0.96
6°	1.00
0°	1.06
-6°	1.12

Sumber : (Rochim, 1993)

3. Pengaruh Panjang Keausan Tepi VB

Tabel 5: Faktor Koreksi C_{VB}

VB	C_{VB}
0.1	1.04
0.2	1.08
0.3	1.12
0.4	1.16
0.5	1.20
0.6	1.24
0.7	1.28
0.8	1.30

Sumber : (Rochim, 1993)

4. Pengaruh Kecepatan Potong v

Tabel 6: Faktor Koreksi C_v

v	C_v
30 - 50	1.11
50 - 100	1.06
100 - 200	1.00
> 200	0.94
0.8	1.30

Sumber : (Rochim, 1993)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengumpulan Data

Tabel 7: Daftar Kebutuhan

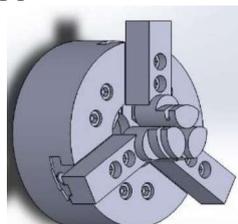
Daftar Kebutuhan			
Aspek	S/H	Uraian Kebutuhan	Penanggung Jawab
Bahan	S	- Bahan yang digunakan disesuaikan dengan ketersediaan perusahaan	Tim Manufaktur
Pengoperasian	S	- Dapat digunakan untuk pengerjaan proses turning yang sesuai dengan <i>spec drawing</i> .	Tim Desain Dan Tim Manufaktur
	S	- Dapat digunakan untuk memproduksi <i>Bush Crankcase</i> .	
	H	- Mudah dioperasikan untuk menghasilkan <i>Bush Crankcase</i> .	
Manufaktur	S	- Produk yang dibuat mudah dimanufaktur	Tim Manufaktur
Biaya	S	- Biaya produksi <i>jig</i> < Rp. 3000.000	Tim Desain Dan Tim Manufaktur

3.2 Pembuatan Konsep Desain

Dari spesifikasi produk yang diharapkan, maka dilakukan pembuatan konsep desain. Pada penelitian saat ini dibuatkan 3 konsep desain *jig Bush Crankcase* untuk proses *turning*. Dimana nantinya akan dipilih untuk diwujudkan menjadi sebuah produk. Berikut ini adalah 3 konsep desain yang sudah dibuat :

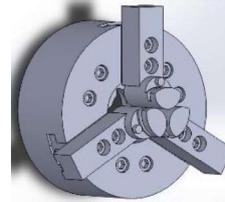
3.2.1 Konsep Desain 1

1. *Jig P1*



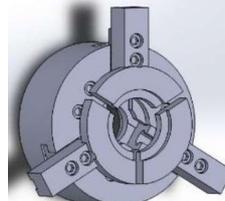
Gambar 1. Konsep Desain 1 *Jig P1*

2. *Jig P2*



Gambar 2. Konsep Desain 1 *Jig P2*

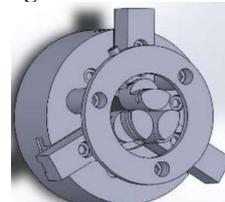
3. *Jig P3*



Gambar 3. Konsep Desain 1 *Jig P3*

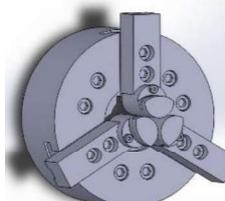
3.2.2 Konsep Desain 2

1. *Jig P1*



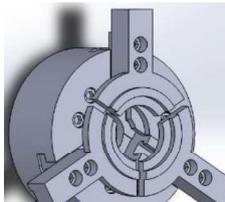
Gambar 4. Konsep Desain 2 *Jig P1*

2. *Jig P2*



Gambar 5. Konsep Desain 2 *Jig P2*

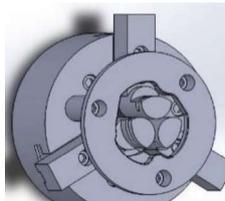
3. *Jig P3*



Gambar 6. Konsep Desain 2 *Jig P3*

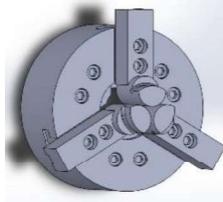
3.2.3 Konsep Desain 3

1. *Jig P1*



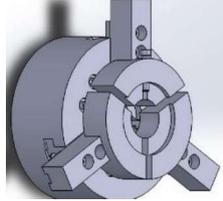
Gambar 7. Konsep Desain 3 *Jig P1*

2. Jig P2



Gambar 8. Konsep Desain 2 Jig P2

3. Jig P3



Gambar 9. Konsep Desain 2 Jig P3

3.3 Pemilihan Konsep

Dari 3 konsep yang sudah dibuat maka dilakukan sebuah pemilihan suatu konsep dengan dipilih satu konsep. Berikut merupakan tabel pemilihan konsep.

Tabel 8: Penilaian Konsep P1

Kriteria Seleksi	Bobot	Matrik Penilaian Konsep							
		Konsep Produk							
		Konsep 1		Konsep 2		Konsep 3		Existing	
Rate	Skor Bobot	Rate	Skor Bobot	Rate	Skor Bobot	Rate	Skor Bobot		
Pengoperasian	35%	4	1,40	1	0,35	2	0,70	3	1,05
Manufaktur	35%	5	1,75	4	1,40	4	1,40	3	1,05
Biaya	30%	1	0,30	1	0,30	1	0,30	3	0,90
Bobot Total	100%								
Nilai Absolut		10	3,45	6	2,05	7	2,40	9	3,00
Nilai Relatif (%)		31%	32%	19%	19%	22%	22%	28%	28%

Note: Nilai rate 1-5 (nilai 1 paling rendah, nilai 5 paling tinggi)

Tabel 9: Penilaian Konsep P2

Kriteria Seleksi	Bobot	Matrik Penilaian Konsep							
		Konsep Produk							
		Konsep 1		Konsep 2		Konsep 3		Existing	
Rate	Skor Bobot	Rate	Skor Bobot	Rate	Skor Bobot	Rate	Skor Bobot		
Pengoperasian	35%	4	1,40	4	1,40	4	1,40	3	1,05
Manufaktur	35%	5	1,75	3	1,05	4	1,40	3	1,05
Biaya	30%	1	0,30	1	0,30	1	0,30	3	0,90
Bobot Total	100%								
Nilai Absolut		10	3,45	8	2,75	9	3,10	9	3,00
Nilai Relatif (%)		28%	28%	22%	22%	25%	25%	25%	24%

Note: Nilai rate 1-5 (nilai 1 paling rendah, nilai 5 paling tinggi)

Tabel 10: Penilaian Konsep P3

Kriteria Seleksi	Bobot	Matrik Penilaian Konsep							
		Konsep Produk							
		Konsep 1		Konsep 2		Konsep 3		Existing	
Rate	Skor Bobot	Rate	Skor Bobot	Rate	Skor Bobot	Rate	Skor Bobot		
Pengoperasian	35%	4	1,40	4	1,40	2	0,70	3	1,05
Manufaktur	35%	5	1,75	4	1,40	4	1,40	3	1,05
Biaya	30%	1	0,30	1	0,30	1	0,30	3	0,90
Bobot Total	100%								
Nilai Absolut		10	3,45	9	3,10	7	2,40	9	3,00
Nilai Relatif (%)		29%	28%	26%	26%	20%	20%	26%	25%

Note: Nilai rate 1-5 (nilai 1 paling rendah, nilai 5 paling tinggi)

3.4 Analisa Perhitungan Gaya Geser

1. Perhitungan Gaya Potong

Menghitung K_s dengan persamaan sebagai berikut :

$$K_s = K_s \cdot 1.1 \cdot f^{-Z} \cdot C_k \cdot C_\tau \cdot C_{VB} \cdot C_V \quad (2)$$

$$= 960 \cdot 2^{-0.2} \cdot 1 \cdot 1,06 \cdot 1,30 \cdot 0,94$$

$$= 1082,54 \text{ N/mm}^2$$

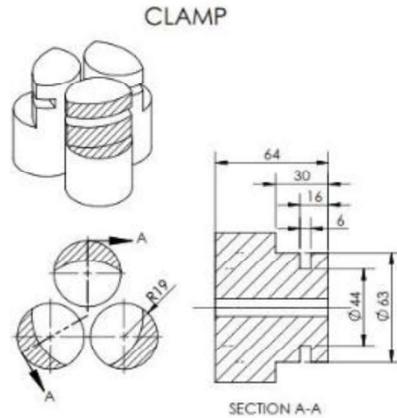
Rumus empirik gaya potong dapat diketahui sebagai berikut :

$$F_v = K_s \cdot A \quad (3)$$

$$= 1082,54 \text{ N/mm}^2 \times 2 \text{ mm}^2$$

$$= 2165,08 \text{ N}$$

2. Perhitungan Gaya Geser Jig P1



Gambar 10. Detail Jig P1

Diketahui :

$$A_s = 1376,2 \text{ mm}^2$$

$$sf = 2$$

$$\tau_{ijin} = \tau_{ijin} / sf \quad (4)$$

$$= 448,2 \text{ N/mm}^2 / 2$$

$$= 224,1 \text{ N/mm}^2$$

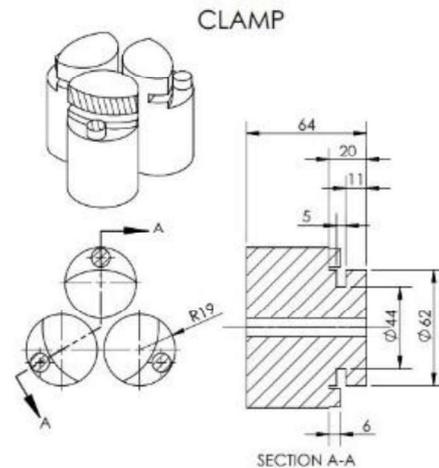
$$\tau_{geser} = \frac{F_v}{A} \quad (5)$$

$$= \frac{2165,08}{1376,2}$$

$$= 1,57 \text{ N/mm}^2$$

$\tau_{geser} < \tau_{ijin} = 1,57 \text{ N/mm}^2 < 224,1 \text{ N/mm}^2$, harga ini aman.

3. Perhitungan Gaya Geser Jig P2



Gambar 11. Detail Jig P2

Diketahui :

$$A_s = 528,252 \text{ mm}^2$$

$$sf = 2$$

$$\tau_{ijin} = \tau_{ijin} / sf \quad (4)$$

$$= 448,2 \text{ N/mm}^2 / 2$$

$$= 224,1 \text{ N/mm}^2$$

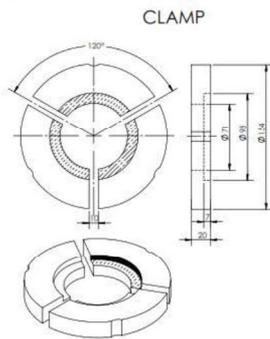
$$\tau_{geser} = \frac{F_v}{A} \quad (5)$$

$$= \frac{2165,08}{528,252}$$

$$= 4,098 \text{ N/mm}^2$$

$\tau_{geser} < \tau_{ijin} = 4,098 \text{ N/mm}^2 < 224,1 \text{ N/mm}^2$, harga ini aman.

4. Perhitungan Gaya Geser Jig P3



Gambar 12. Detail Jig P3

Diketahui :

$$A_s = 1008,82 \text{ mm}^2$$

$$sf = 2$$

$$\tau_{ijin} = \tau_{ijin} / sf \quad (4)$$

$$= 448,2 \text{ N/mm}^2 / 2$$

$$= 224,1 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{geser} = \frac{F_v}{A} \quad (5)$$

$$= \frac{2165,08}{1008,82}$$

$$= 2,15 \text{ N/mm}^2$$

$\tau_{geser} < \tau_{ijin} = 2,15 \text{ N/mm}^2 < 224,1 \text{ N/mm}^2$, harga ini aman.

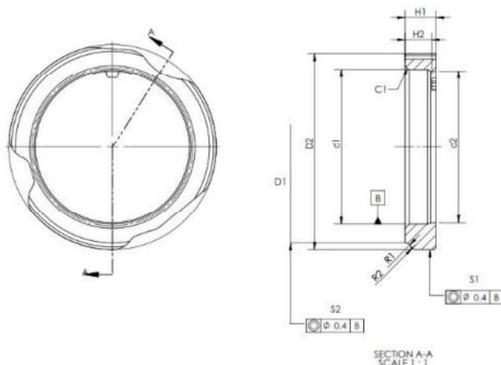
3.5 Pengujian Jig Bush Crankcase

Proses turning menggunakan jig bush crankcase dapat selesai lebih cepat dikarenakan program turning pada mesin CNC lathe dimaksimalkan dan proses pemasangan lebih efisien. Hal itu dilakukan karena jig lebih kuat dan lebih efisien dalam penggunaannya. Berikut total waktu turning pembuatan bush crankcase.

Tabel 11: Data Waktu Pembuatan Bush Crankcase

Total Waktu			
Proses	Software	Jig Bush Crankcase	Produk Pemanding
P1	47,5 detik	32 detik	54 detik
P2	21,3 detik	18 detik	28 detik
P3	26 detik	22 detik	32 detik

Pada pengukuran hasil produk yang dihasilkan diambil tujuh kali uji coba proses turning. Bush crankcase diukur menggunakan CMM (Coordinate Measuring Machine) dan digital caliper. Data yang diukur dapat dilihat pada gambar 11 dan tabel 12 berikut :



Gambar 13. Pengujian Bush Crankcase Menggunakan CMM

Tabel 12: Data Pengukuran Bush Crankcase

No	Dimensi	Percobaan							Hasil
		1	2	3	4	5	6	7	
H1	14 ^{+0,00} _{-0,20}	13,93	13,95	13,96	13,98	13,98	13,97	13,98	Accept
H2	12 ±0,10	12,05	12,03	12,00	12,01	11,98	11,97	11,98	Accept
D1	84 ±0,50	83,93	83,95	84,03	84,00	83,98	84,05	84,06	Accept
D2	93 ±0,50	93,15	93,12	93,08	93,10	94,95	94,90	94,98	Accept
d1	70,3 ^{+0,15} _{-0,05}	70,32	70,33	70,37	69,99	70,30	70,30	70,31	Accept
d2	69 ±0,50	69,18	69,15	69,12	69,05	68,95	68,98	68,96	Accept
C1	1,85	Accept	Accept	Accept	Accept	Accept	Accept	Accept	Accept
S1	0,4	Accept	Accept	Accept	Accept	Accept	Accept	Accept	Accept
S2	0,4	Accept	Accept	Accept	Accept	Accept	Accept	Accept	Accept
R1	3	Accept	Accept	Accept	Accept	Accept	Accept	Accept	Accept
R2	2	Accept	Accept	Accept	Accept	Accept	Accept	Accept	Accept

Menurut data pengujian diatas dihasilkan tujuh produk bush crankcase yang sesuai ukuran toleransi. Sehingga pengujian yang dilakukan berhasil menghasilkan produk yang sesuai standar dan dapat dianggap perancangan jig bush crankcase berhasil.

4. KESIMPULAN

1. Rancangan jig bush crankcase menggunakan software Solidworks dengan menggunakan metode Ulrich sebagai acuan dalam merancang jig sesuai kebutuhan. Material yang digunakan untuk membuat jig bush crankcase adalah ST60. Dimensi pada jig bush crankcase memiliki ukuran pada jig P1 sebesar 79 mm x 253 mm, pada jig P2 71 mm x 253 mm dan pada jig P3 45 mm x 282 mm.
2. Proses manufaktur jig bush crankcase dilakukan melalui proses modifikasi jaw, proses pengelasan jaw dan material jig, serta proses machining jig dengan menggunakan mesin CNC lathe, CNC milling, dan welding machine. Total biaya pembuatan jig sebesar Rp 2.863.050 dan total waktu pembuatan jig selama 3 hari dengan dikerjakan oleh satu tenaga kerja.
3. Kinerja jig dari tujuh pengujian produk bush crankcase menghasilkan produk yang acceptable dengan keberhasilan 100%. Satu produk bush crankcase dihasilkan dalam waktu 72 detik. Sehingga untuk 1 shift dengan 8 jam kerja mendapatkan 400 pcs. Maka dari itu untuk 3 shift dengan 24 jam kerja dapat mencapai target sebanyak 1.000 pcs.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada Orang Tua penulis (Bapak Triwoko, SE dan Ibu Neny Susiana, S.pd), Bapak Bayu Wiro Karuniawan S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak Tri Andi Setiawan, S.ST., M.T., selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan selama pengerjaan Tugas Akhir. Bapak Wahyudi Jonathan, Bapak Dominikus R. E. W. Subakti, Bapak Muhammad Aziz, Ibu Lelli Kurnia Sari, Bapak Dimas Hafid Kuncoro, Bapak Muhammad Sholeh selaku

pihak CV. Gaya Indah yang telah membantu memberikan masukan-masukan dalam penyelesaian Tugas Akhir. Teman-teman Teknik Desain dan Manufaktur Angkatan 2017 yang telah memberikan motivasi dan semangat dalam mengerjakan dan menyelesaikan Tugas Akhir.

6. PUSTAKA

- [1] Batan, I. (2012). *Desain Produk*. Surabaya: Ini Karya Guna.
- [2] G. Hoffman, E. (2011). *Jig and Fixture Design*. New York: Delmar Cengage Learning.
- [3] Rochim, T. (1993). *Teori dan Teknologi Proses Pemesinan*. Jakarta: Erlangga.
- [4] Ulrich, K & Eppinge, S. (2001). *Product Design and Development*. Singapore: Mc Grawhill.