

OPTIMASI JALAN PAHAT PROSES PEMESINAN CNC LATHE DAN ANALISA BIAYA PRODUKSI PEMBUATAN DEAD CENTER BERBANTUKAN CAD/CAM

Efrizal Saputra¹, Anita Susilawati²

Laboratorium CAD/CNC/CAM, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Bina Widya Km 12.5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru, 28293, Indonesia

¹ saputraefrizal@gmail.com, ² anitasusilawati@yahoo.com.

ABSTRACT

CNC is a machining process using a computer program, which one of its function that can arrange toolpath used in NC Code. This study aim is to obtain an optimal toolpath on CNC lathe machining process for making a dead centre. The design of toolpath and simulation to know the time of the process of making dead centre use a software mastercam v9. This research method is done on the rough process of making the geometry shape of the workpiece using 3 schemes of the toolpath. longitudinal, surface to parallel and diametrical. The toolpath consists of two absolute and incremental reference methods. This research revealed the processing time of the scheme for the longitudinal absolute of 22 minutes 43 seconds, the surface to parallel scheme of 22 minutes 45 seconds and the diametrical scheme of 33 minutes 41 seconds. In the incremental scheme the timing process of the longitudinal scheme was 21 minutes 36 seconds, the surface to parallel scheme of 22 minutes 4 seconds and the diametrical scheme of 31 minutes 45 seconds. The fastest time in 3 schemes to making the dead centre was the longitudinal scheme, which used incremental method. the most economical cost for making the dead center using longitudinal incremental. Rp.112.635 and the most expensive using diametrical scheme Rp.116.941.

Keyword: Absolute, CNC Lathe, Dead Center, Incremental, Simulation, Toolpath

1. Pendahuluan

Dead center berfungsi menyangga ujung sebuah benda kerja berbentuk shaft atau poros pada saat dibubut, agar tidak goyang dan tidak lepas [1]. Saat ini penelitian tentang pemesinan terus dikembangkan, guna meningkatkan efisiensi pemesinan. Untuk meningkatkan efisiensi pemesinan digunakan CNC (computer numerically controlled) dengan berbantuan CAD (Computer Aided Design) dan CAM (Computer Aided Machine) [2].

Penggunaan CAD/CAM dalam proses manufaktur dapat meminimalisasi waktu proses. Pinar, dkk 2005 [3] mengemukakan untuk meminimalisasi waktu proses dapat dilakukan dalam dua cara, yaitu meminimalisasi toolpath parameters dan mengoptimalkan cutting parameters. Pada mastercam terdapat lintasan pahat (toolpath) khususnya pada CNC turning, dimana lintasan pahat terdiri dari tiga jenis yaitu: lintasan pahat kasar (roughing), lintasan pahat halus (finishing) dan lintasan pahat potong (cutting) [4].

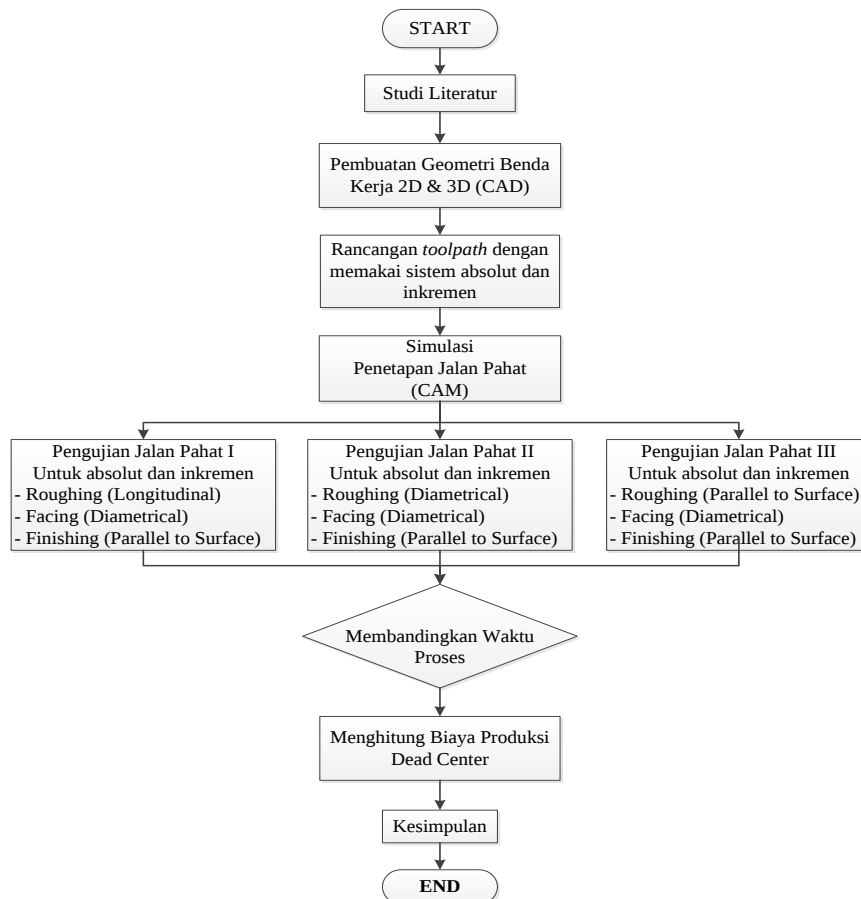
Pembuatan program suatu benda kerja menggunakan mesin CNC ada dua system titik referensi yaitu inkremen dan absolute. Program yang memakai metode inkremen yaitu titik awal penempatan yang digunakan sebagai acuan adalah selalu berpindah sesuai dengan titik aktual yang

dinyatakan terakhir pada tahap berikutnya. Sedang pada program absolute adalah pada sistem ini titik awal penempatan alat potong yang digunakan sebagai acuan adalah menetapkan titik referensi yang berlaku tetap selama proses operasi mesin berlangsung, jadi titik referensinya diletakkan pada pertemuan antara dua sisi pada benda kerja yang akan dikerjakan [5].

Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan lintasan pahat dengan memakai berbagai macam skema lintasan pahat untuk pembuatan dead center. Optimasi lintasan pahat berguna mencari waktu dan proses siklus yang optimal sehingga menurunkan biaya produksi untuk pembuatan dead center. Optimasi lintasan pahat memakai metoda simulasi berbantuan software Mastercam V9. Untuk pembuatan dead center menggunakan proses pemesinan dengan mesin CNC lathe.

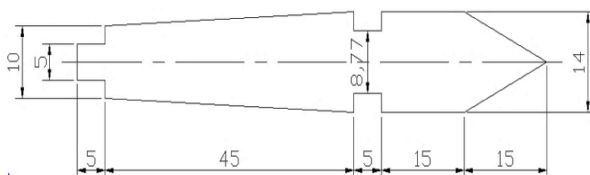
2. Metode

Penelitian ini membandingkan waktu pembuatan dead center menggunakan metoda simulasi memakai software Mastercam V9. Sehingga didapatkan waktu yang optimal dan dapat menurunkan biaya produksi berdasarkan lintasan pahat dan metode sistem antara inkremental dengan absolute. Tahapan metodologi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

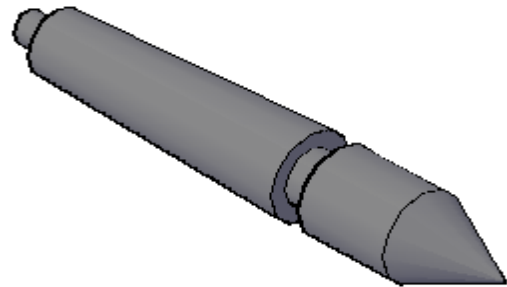


Gambar 1 Tahapan metodologi penelitian pembuatan *dead center*

Dalam tahapan metodologi untuk pembuatan benda kerja menggunakan CAD. Pembuatan *toolpath* (lintasan pahat) menggunakan *software mastercam* Versi 9. Untuk lintasan pahat menggunakan dua metode *referensi* yaitu *absolute* dan *inkremental*. Dalam skema optimasi lintasan pahat yang dioptimalkan adalah proses *roughing* (pekerjaan kasar) dari pembuatan *dead center*. Skema untuk proses nya terdiri dari *longitudinal*, *surface to paralel* dan *diametrical*. Dari ketiga skema tersebut didapat waktu produksinya dan dibandingkan antara 3 skema tersebut, waktu yang mana yang paling optimal dari skema-skema tersebut. Sehingga dapat menghitung biaya produksi dari pembuatan *dead center*. Rancangan 2 dimensi dan 3 dimensi *dead center*. Dapat dilihat pada Gambar 2 dan 3.



Gambar 2 *Dead center* 2D

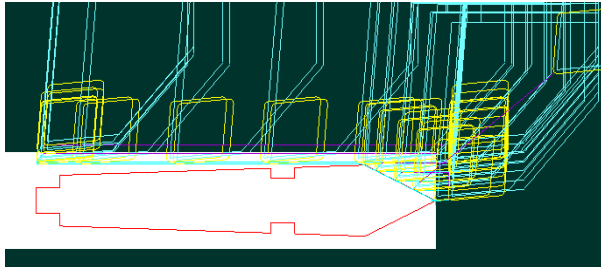


Gambar 3 *Dead center* 3D

Untuk pembuatan *dead center* terdapat tiga skema optimasi lintasan pahat khususnya pada pekerjaan kasar (*roughing*), diantaranya skema *longitudinal*, skema *diametrical*, dan skema *surface to paralell* [6], Dapat dilihat uraiannya dibawah ini:

a) Skema *Longitudinal*

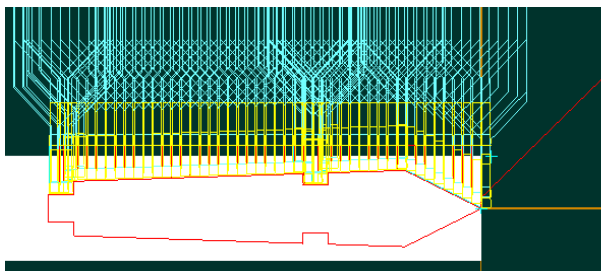
Pada skema ini lintasan pahat kasar (*roughing*) pergerakannya memanjang atau sejajar dengan benda kerja (*workpiece*). Pada skema ini sangat cocok untuk bentuk produk yang akan dibuat bertingkat sehingga lebih optimal, dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Skema lintasan pahat longitudinal

b) Skema *Diametrical*

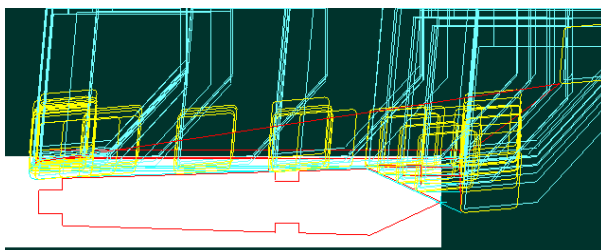
Pada skema ini lintasan pahat kasar (*roughing*) pergerakannya searah sumbu x dan juga bisa untuk tahap awal pembuatan alur sehingga lebih optimal dan halus untuk pembuatan alur, dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5 Skema lintasan pahat diametrical

c) Skema *Surface To Paralell*

Pada skema ini lintasan pahat kasar (*roughing*) pergerakannya bisa membuat alur dan bubut memanjang dalam satu kali lintasan pahat untuk tahap awal. Sehingga lebih efisien dalam pengerjaan untuk eksentrik, dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6 Skema lintasan pahat surface to paralell

Optimasi sangat berhubungan dengan waktu dan waktu dalam produksi berkaitan dengan biaya. Maka untuk perhitungan biaya produksi kita harus tahu terlebih dahulu proses produksinya. Menurut [7], untuk melakukan proses produksi perlu diperhitungkan:

1) Ongkos Material (CM)

Ongkos material adalah biaya pengeluaran yang dilakukan untuk pemakaian bahan baku

produksi utama terkait dengan produk yang akan dihasilkan.

2) Tabel Data Harga dan Umur Mesin

Tabel data harga dan umur mesin adalah tabel yang berisikan tentang data harga dan umur mesin yang akan digunakan untuk membuat suatu produk.

3) Ongkos Sewa Mesin (C_f)

Ongkos sewa mesin dibayarkan kepada pemilik mesin oleh pihak yang menggunakan mesin sebagai balas jasa untuk penggunaan mesin tersebut.

4) Upah Operator Tiap Mesin (C_d)

Upah yang menjadi hak operator tiap mesin yang digunakan berdasarkan jam kerja.

5) Ongkos Daya Mesin (C_i)

Ongkos/biaya yang diperlukan berdasarkan dengan daya yang dimiliki oleh sebuah mesin.

6) Total Ongkos Operasi Mesin (C_j)

Ongkos operasi persatuan waktu (jam) bagi suatu kesatuan produksi (mesin yang bersangkutan, operator dan seluruh bagian/kegiatan pabrik yang mendukungnya) dapat dihitung berdasarkan ongkos-ongkos yang membentuknya dalam satu periode (tahun) dibagi dengan jumlah efektif mesin pertahun.

7) Total Ongkos Per Produk (C_u)

Ongkos suatu produk yang ditentukan oleh ongkos material (bahan dasar) dan ongkos produksi yang mungkin terdiri atas gabungan beberapa langkah proses pembuatan/pemesinan.

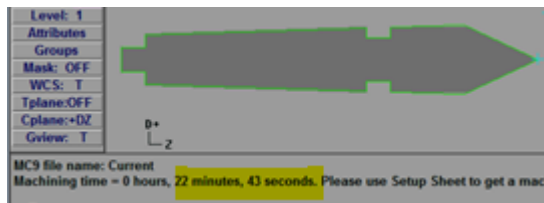
3. Hasil Dan Pembahasan

3.1 Waktu produksi

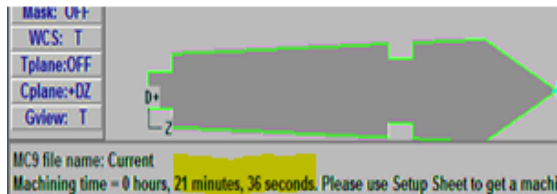
Penelitian ini menghasilkan waktu produksi dari pembuatan dead center berdasarkan lintasan pahat dan sistem absolut dan inkremental. Berikut hasil waktu yang didapat dari skema lintasan yang dipakai sebagai berikut:

a) Skema *Longitudinal*

Hasil waktu dari optimasi lintasan pahat pada skema lintasan pahat absolut didapat 22 menit 43 detik. Untuk inkremental didapat 21 menit 36 detik. Dapat dilihat pada Gambar 7.a dan 7.b



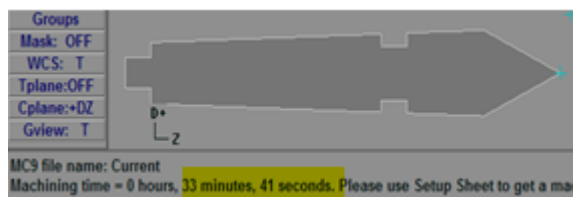
Gambar 7(a) waktu produksi longitudinal absolute



Gambar 7(b) waktu produksi longitudinal Inkremental

b) Skema *Diametrical*

Hasil waktu dari optimasi lintasan pahat pada skema *diametrical* secara *absolute* didapat 33 menit 41detik. Untuk inkremental didapat 31 menit 45 detik, dapat dilihat pada Gambar 8 (a) dan 8 (b).



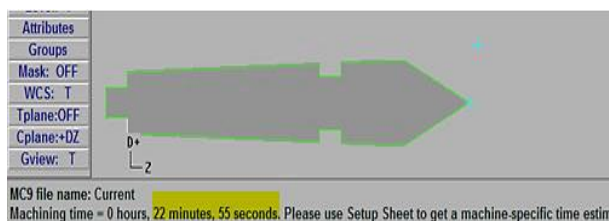
Gambar 8(a) Waktu produksi diametrical absolute



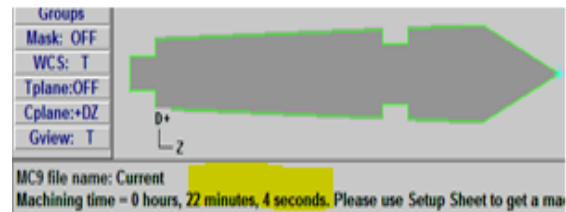
Gambar 8(b) Waktu produksi diametrical Inkremental

c) Skema *Surface To Paralel*

Hasil waktu dari optimasi lintasan pahat pada skema *surface to paralell* secara *absolute* didapat 22 menit 55 detik. skema *surface to paralell* inkremental didapat 22 menit 4 detik, dapat dilihat pada Gambar 9 (a) dan 9 (b).



Gambar 9 Waktu absolute dan inkremental lintasan pahat surface to paralel



Gambar 9(b) Waktu produksi surface to paralel inkremental

3.2 Perhitungan biaya produksi

Pada penelitian ini ada tiga skema dan masing-masing skema memakai dua metode pemrograman yaitu *absolute* dan *inkremental*. Dalam waktu simulasi metode pemrograman terdapat perbedaan waktu yang dihasilkan dari *absolute* maupun *inkremental* dalam satu skema lintasan pahat. Untuk menentukan ongkos produksi suatu barang, maka harus ditentukan dulu harga material suatu produk yang akan dibuat, berikut perhitungan [8] :

a) *Cosumable cost*

Consumable Cost adalah menghitung alat-alat yang akan dipakai untuk pembuatan *dead center* skala besar. Hal ini dalam simulasi hanya enam varian saja sehingga biaya untuk *consumable cost* tinggi dan sangat berpengaruh untuk pembuatan skala kecil. Tabel 1 dapat dilihat *consumable cost* dari mesin CNC berdasarkan hasil wawancara dari Politeknik Kampar.

Tabel 1. *Consumable Cost*

N0	Alat-alat	Harga Satuan
1	Pahat <i>Roughing /Finishing</i>	Rp.300.000,-
2	Pahat <i>Grooving/ Cutting</i>	Rp.300.000,-
3	<i>Coolant</i>	Rp. 30.000,-
Total		Rp.630.000,-
Total /6 produk		Rp.105.000,-

b) Harga material

Pada penelitian ini penulis mengambil sifat material ST 37 yang berbentuk poros dengan ukuran diameter 19 mm dan panjang 90 mm untuk pembuatan *dead center* seperti pada Gambar 2. Untuk menghitung harga material (CM), penulis mensurvey harga poros ST 37 dipasaran adalah Rp.15.000,- per Kg. Pada penelitian ini dibutuhkan sebanyak 6 buah poros. untuk menghitung harga material harus diketahui harga pembelian material (CMO) dan ditambah ongkos angkut material (CMI). Berikut perhitungan harga material dibawah ini:

$$\begin{aligned}
 CM &= CMO + CMI \text{ (Diasumsikan 10\%)} \\
 &= (\text{Harga Per gram} \times \text{Berat material}) + \\
 &\quad (10\% \text{ CMO}) \\
 &= (\text{Rp. 15.000,-} / 1000 \text{ gram} \times 200\text{gram})
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& + (10\% \text{CMo}) \\
& = \text{Rp. } 3.000,- + (10\% \text{ Rp } 3.000,-) \\
& = \text{Rp. } 3.000,- + \text{Rp. } 300,- \\
& = \text{Rp. } 3.300,- / \text{ batang.}
\end{aligned}$$

c) Tabel Data Harga Dan Umur Mesin

Pada penelitian ini harga mesin CNC dapat disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Tabel Data Harga Dan Umur Mesin

No	Nama mesin	Harga	Waktu Penyusutan
1	Mesin CNC bubut	Rp. 500.000.000,-	10 tahun

d) Ongkos Sewa Mesin Bubut CNC

Mesin yang digunakan untuk penelitian pembuatan *dead center* adalah mesin CNC bubut yang memiliki umur mesin diasumsikan 10 tahun dengan harganya sebesar Rp. 500.000.000,-

$$\begin{aligned}
C_f &= \text{Rp. } 500.000.000,- / (10 \text{ tahun} \times 365 \text{ hari} \times 24 \text{ jam}) \\
&= \text{Rp. } 5.707,76 / \text{Jam.}
\end{aligned}$$

e) Upah operator mesin (C_d)

Pada penelitian ini untuk mencari upah operator mesin berdasarkan Upah Minimum Regional kota Pekanbaru tahun 2017 sebesar Rp. 2.352.570 dibagi jam kerja dan jumlah hari kerja.

$$C_d = \frac{UMR}{8 \times 22}$$

$$= \frac{2.352.570}{8 \times 22}$$

$$= \text{Rp. } 13.336,87$$

f) Tabel daya mesin dan ongkos daya mesin

Pada penelitian ini daya mesin dan ongkos daya mesin dapat disajikan Tabel 3.

Tabel 3. Tabel Daya Mesin Dan Ongkos Daya Mesin

No	Nama Mesin	Daya Nominal (Kwh)	Harga/ Kwh	Total
1	Mesin CNC bubut	2,5	Rp.961,-	Rp.2.402,5

$$\begin{aligned}
C_i &= \text{Daya Nominal Mesin CNC} \times \text{Harga Per Kwh} \\
&= 2,5 \times \text{Rp. } 961,- \\
&= \text{Rp. } 2.402,5
\end{aligned}$$

g) Ongkos Operasi (C_j)

Ongkos operasi tersusun dari ongkos sewa mesin, ongkos upah pekerja hingga ongkos daya mesin berikut perhitungannya:

$$C_j = C_f + C_d + C_i$$

$$\begin{aligned}
&= \text{Rp. } 5.707,76 + \text{Rp. } 13.336,87 + \text{Rp. } 2.402,5 \\
&= \text{Rp. } 21.447,13 / \text{jam.}
\end{aligned}$$

h) Ongkos Proses Pemessinan

Setelah didapat ongkos operasi secara teori maka dilakukan untuk menghitung ongkos proses pemessinan. Untuk mendapatkan ongkos proses pemessinan, penulis menghitung waktu produksi yang didapat dari simulasi *mastercam* setiap skema lintasan pahat yang dipakai. Berikut perhitungan ongkos proses pemessinan berdasarkan lintasan pahat dalam metode *absolute* dan *inkremental*.

• Skema *longitudinal Absolute*

$$\begin{aligned}
C_p &= C_j \times \text{Waktu total} + \text{cosumable cost} \\
&= (\text{Rp. } 21.477,13 \times 0,374 \text{ jam}) + \text{Rp } 105.000,- \\
&= \text{Rp. } 113.021,00
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
C_p &= C_j \times \text{Waktu total} + \text{cosumable cost} \\
&= (\text{Rp. } 21.477,13 \times 0,356 \text{ jam}) + \text{Rp } 105.000,- \\
&= \text{Rp. } 112.635,00
\end{aligned}$$

• Skema *Diametrical Absolute*

$$\begin{aligned}
C_p &= C_j \times \text{Waktu total} + \text{cosumable cost} \\
&= (\text{Rp. } 21.477,13 \times 0,568 \text{ jam}) + \text{Rp } 105.000,- \\
&= \text{Rp. } 116.941,00
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
C_p &= C_j \times \text{Waktu total} + \text{cosumable cost} \\
&= (\text{Rp. } 21.477,13 \times 0,524 \text{ jam}) + \text{Rp } 105.000,- \\
&= \text{Rp. } 116.238,00
\end{aligned}$$

• Skema *Surface to paralel Absolute*

$$\begin{aligned}
C_p &= C_j \times \text{Waktu total} + \text{cosumable cost} \\
&= (\text{Rp. } 21.477,13 \times 0,378 \text{ jam}) + \text{Rp } 105.000,- \\
&= \text{Rp. } 113.059,00
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
C_p &= C_j \times \text{Waktu total} + \text{cosumable cost} \\
&= (\text{Rp. } 21.477,13 \times 0,373 \text{ jam}) + \text{Rp } 105.000,- \\
&= \text{Rp. } 112.877,00
\end{aligned}$$

4. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Penelitian ini hanya membandingkan waktu produksi menggunakan skema optimasi lintasan pahat dan metode referensi antara *absolut* dan *inkremental*.
- 2) Pada penelitian ini dilakukan optimasi jalan pahat untuk pekerjaan kasar (*roughing*) pada pembuatan *dead center*.
- 3) Dalam tiga skema optimasi lintasan pahat yang tercepat dan biaya yang murah untuk pembuatan *dead center*, didapat adalah skema lintasan pahat *longitudinal* dan yang paling lama skema lintasan pahat *diametrical*.

- 4) Metode yang tercepat berdasarkan sistem pemograman *CNC* adalah metode sistem *inkremental*.
- 5) Semakin banyak produk yang dibuat maka semakin kecil biaya *consumable cost* yang dihasilkan.

5. Ucapan Terima Kasih

Ucapan terimakasih disampaikan untuk seluruh dosen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Riau. Terimakasih kepada Jurusan Teknik Mesin khususnya Laboratorium CAD/CNC/CAM Fakultas Teknik Universitas Riau yang telah memberikan fasilitas pendukung, sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan lancar.

6. Daftar Pustaka

- [1] Widiyanto, A. 2013. *Center Bubut*. <https://www.scribd.com/doc/56060247/center> Diakses tanggal 4 desember 2016.
- [2] Ganjar, D. 2008. Metode Pembuatan Program CNC Berita Teknologi Bahan & Barang Teknik ISSN : 0852 - 0615 Balai Besar Bahan dan Barang Teknik Departemen Perindustrian RI No. 22/2008 Hal. 3-9.
- [3] Pinar, A.M. dan. A. Gullu. 2005. Time Minimization of CNC Part Programs in a Vertical Machining Center in Terms of Tool Path and Cutting Parameter Criteria. *Turkish Jurnal of Engineering & Enviromental Science* Vol.29: 75-88.
- [4] Anto, E. 2013. Optimasi Parameter Pemesinan Terhadap Waktu Proses Pada pemograman *CNC Turning*. Skripsi. Program Studi S1 Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang.
- [5] Suhaeri, A. 2013. Perbedaan Waktu Pengerjaan Terhadap Pemograman *Incremental* Dan *Absolute* Pada Mesin *CNC Milling* TU 3A. Skripsi Program Studi S1 Teknik Mesin Unisma Bekasi.
- [8] Proses Produksi Produk Pin Printer Epson (Studi Kasus Di Laboratorium SSML). *Jurnal Online Institusi Teknologi Nasional* Volum 3 No 1.
- [6] Susilawati, A. 2009. Tool Path Optimation CNC Turning Machine In Development of Horizontal Arbor. *The Internasional Seminar on Science and Technology* (ISST, 2009), The Hills Hotel, Bukittinggi, West Sumatera, Indonesia October 24-25, 2009.
- [7] Rochim, T. 1993 Teori Dan Teknologi Proses Pemesinan, Bandung.