

# PENGEMBANGAN POSTPROCESSOR UNTUK SOFTWARE SOLIDCAM 2015 DAN MESIN CNC 5 AXIS DMG 50U

Haris Setiawan<sup>1</sup>, Arif Budiman<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Jurusan Teknik Manufaktur, Politeknik Manufaktur Negeri Bandung  
Jl. Kanayakan No. 21 - Dago, Bandung 40135  
Phone/Fax: 022-250 0241 / 250 2649  
E-mail : harissetiawan99@gmail.com

## Abstrak

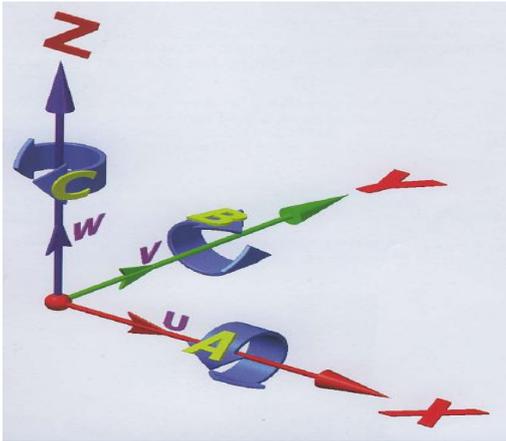
*Postprocessor* adalah suatu antarmuka yang menghubungkan sistem *computer aided manufacturing* (CAM) dan mesin *numerical control* (CNC). Cara kerjanya adalah dengan mengkonversi data *cutter location* (CL) atau titik pergerakan alat potong dari *software CAM* menjadi bahasa *Numerical (G code)* yang sesuai dengan kontrol mesin yang digunakan. Konfigurasi mesin *CNC 5 axis DMG 50U* adalah *table-table* yang berarti bahwa mesin tersebut memiliki 3 sumbu *linear* (X, Y dan Z) dan 2 sumbu putar (B dan C) yang kedua sumbu putarnya berada di meja mesin. Hal ini mengakibatkan kontrol pada pergerakan *axis* harus sesuai. Sehingga penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan *postprocessor* pada *software SolidCAM 2015* untuk digunakan pada mesin *CNC 5 Axis DMG 50U*. Metodologi yang diterapkan dalam kegiatan penelitian ini meliputi kaji teoritik kontrol mesin *heidenhain* seri *itnc 530*, pengembangan kode numerik mesin tertentu dengan memanfaatkan informasi data *CL* pada *software CAM*, serta membandingkan angka model kinematik yang dihasilkan oleh *postprocessor* yang dibuat dengan perhitungan numerik. *Postprocessor* yang dikembangkan divalidasi dengan cara digunakan langsung pada mesin *CNC 5 Axis DMG 50U* untuk proses pemotongan benda *5-axis*. Hasil akhir dari penelitian ini adalah sebuah *postprocessor* untuk *software solidcam 2015* dan dapat *generate* data *toolpath* menjadi bahasa *G-code* mesin yang dapat dibaca dan dieksekusi oleh mesin *CNC 5 Axis DMG 50U*. hasil lain adalah nilai hasil analisa perhitungan *G-code* secara manual memiliki nilai yang sama dengan nilai koordinat *G-code* yang dihasilkan oleh *post processor*.

**Kata kunci:** *post processor, solidcam 2015, numerical control, G code, 5-axis*

## 1. Pendahuluan

Pada umumnya semua *software CAM* bisa mengeluarkan data umum yang disebut *Cutter Location (CL file)*. data ini berupa *txt file* yang berisi tentang data koordinat gerakan, alat potong dan sebagainya. agar data *CAM* bisa dieksekusi pada mesin *CNC* maka data *CL* yang dihasilkan harus dikonversi kedalam bahasa yang bisa dimengerti oleh mesin *CNC*. Bahasa yang lazim digunakan pada sebuah mesin *CNC* disebut bahasa *G (G-code)*. untuk mengubah dari bahasa *CL* kedalam bahasa *G* diperlukan sebuah *postprocessor*. *Postprocessor* adalah sebuah program yang berfungsi mengubah data *toolpath* atau data *CL* dari *software CAM* menjadi bahasa *Numerical (G code)* yang harus disesuaikan dengan konfigurasi mesin dan kontrol yang digunakan pada mesin *CNC* tertentu, khususnya pada mesin *CNC 5 Axis*. Konfigurasi mesin *CNC 5 Axis* yang berbeda-beda mengakibatkan pergerakan mesin yang

berbeda, hal ini mengakibatkan proses pemesinan yang dilakukan harus memperhitungkan faktor keselamatan gerakan yang dihasilkan. Pada mesin *CNC 5-axis*, pergerakan sumbu mesin merupakan kombinasi dari sumbu *linier (L)* dan sumbu *rotary (R)*. Ada dua jenis kombinasi dari sumbu mesin yaitu *3L-2R* dan *2L-3R* (Yun dkk, 2009) [1]. Penempatan sumbu *rotary (2R)* dapat diletakkan pada bagian meja, bagian kepala (*head*) atau kombinasi meja dan *head*. Sehingga dalam pengaturan sumbu untuk *5-axis* akan diperoleh banyak kombinasi. penamaan *axis* pada mesin *cnc* telah distandarkan sebagaimana terlihat pada gambar 1. Gambar tersebut menjelaskan 3 buah *axis* bergerak *linear* sepanjang sumbu X,Y,Z dan 3 buah *axis* yang bergerak berputar pada sumbu *linear* X,Y,Z. Ketiga *axis* rotasi tersebut dilambangkan dengan huruf A untuk sumbu yang berotasi pada sumbu X, huruf B untuk sumbu yang berotasi pada sumbu Y dan huruf C untuk sumbu yang berotasi pada sumbu Z [2].



Gambar 1 Axis mesin CNC

Pengembangan *Software CAM* yang ada saat ini belum menyediakan *Postprocessor* yang siap pakai (*user friendly*). Yang tersedia adalah jasa untuk pengembangan *postprocessor* sesuai dengan spesifikasi Mesin *CNC 5-axis* dan *software CAM* yang digunakan (NCCS, 2010) [3]. Mesin *CNC 5-axis* banyak digunakan untuk memotong bentuk-bentuk permukaan yang tidak beraturan (*freeform surface complex parts*) seperti komponen pada pesawat terbang, turbin *blade*, *impeller* dan sebagainya.

Beberapa penelitian yang sudah dilakukan dalam pengembangan *postprocessor* diantaranya, Lee & See (1997) mengembangkan *postprocessor* secara analitik dengan transformasi koordinat [4]. *Postprocessor* mampu melakukan proses konversi *cutter location (CL)* data terhadap mesin *CNC 5-axis* dengan *Three Type of 5-Axis Machine Tools*. Hasil pengembangan ini dapat mengintegrasikan beberapa variasi mesin *CNC 5-axis* dalam sistem manufaktur. She & Huang (2008) mengembangkan *postprocessor* dengan transformasi koordinat, dan persamaan *forward* dan *inverse* kinematik. Sedangkan untuk pemrograman digunakan *Borland C++ Builder* dan *OpenGL* [5]. *Postprocessor* yang dihasilkan dapat diaplikasikan dalam proses *milling* dan *turning*. Sedangkan Yun, dkk (2009) mengembangkan *postprocessor* pada kombinasi (*type*) *3R - 2L* dan *2R - 3L*. Metoda yang digunakan adalah menggunakan geometrik yang dapat dibagi dalam tiga tahapan yaitu *locate joint points*, *calculate positions of joint point to CL data* dan *calculate joint value* [1]. Keuntungan metoda ini adalah tidak diperlukan persamaan *inverse* kinematik, *forward* kinematik, serta tidak dibutuhkan analisis numerik untuk persamaan *inverse* kinematik. Mihir Adivarekar and Frank Liou

mengembangkan prosedur pembuatan *postprocessor* dengan menggunakan *software Siemens NX* yang digunakan pada mesin *5-axis CNC milling center- Fryer 5X* dengan kontrol *FANUC series 18i- MB5* [6]. Dede dkk. melakukan pengembangan pembuatan *postprocessor CAD/CAM 5-axis* untuk proses *milling*, *drilling* dan *turning (machining centre)* dengan *SolidCam 2010* serta menggunakan mesin *CNC 5-axis NMV5000 DCG Moriseiki* [7]. *Postprocessor* pada *software SolidCAM 2015* terdiri dari 3 file yang berfungsi menghasilkan program *g-code* yang sesuai dengan spesifikasi dan fitur mesin. File tersebut adalah *[machine].vmid*, *[machine].prp*, dan *[machine].gpp*. File *[machine].vmid* berfungsi mendefinisikan spesifikasi teknis mesin, *[machine].prp* berfungsi mendefinisikan parameter-parameter pre-*Postprocessor*, dan *[machine].gpp* berfungsi menentukan bagaimana perintah lintasan pahat (*toolpath*) pada *solidCAM* dibangun menjadi *G-code*. Hal yang menjadi fokus pada penelitian ini adalah bagaimana mengembangkan *postprocessor* dengan pendekatan geometrik menggunakan *software solidcam 2015* serta mesin *CNC 5-axis dmg 50u* yang mempunyai kontrol *heidenhain* seri *itnc 530* pada tipe mesin *3L-2R*.

## 2. Metodologi Penelitian

Metode pengembangan *postprocessor* meliputi kajian matrik transformasi koordinat, persamaan *inverse* kinematik dari persamaan *forward* kinematik, dan geometrik [8]. Persamaan analitis untuk *NC* data diperoleh dengan Matrik transformasi koordinat. Berikut (Gambar 2) adalah metodologi penelitian yang dilakukan pada pengembangan *postprocessor* untuk *Software SolidCAM 2015* dan mesin *CNC 5 Axis DMG50U*.

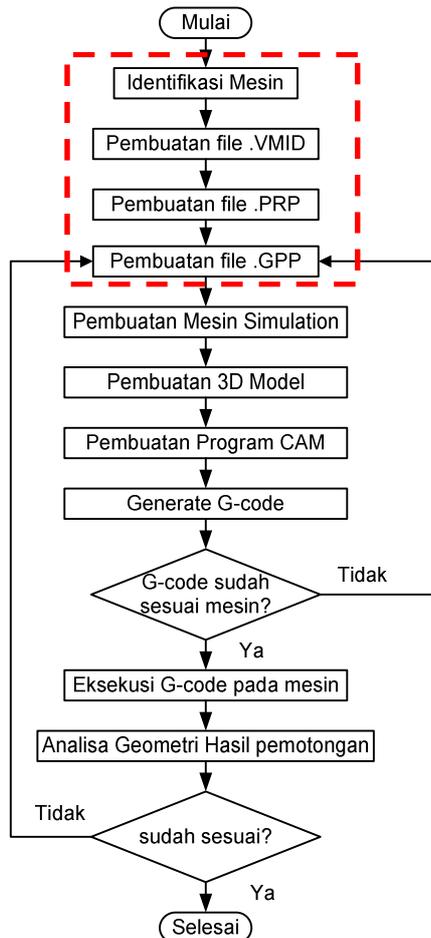
Diagram alur proses Pengembangan *Postprocessor* dimulai dengan identifikasi mesin serta pembuatan *postprocessor* yang terdiri dari tiga file yaitu: *[file].vmid*, *[file].PRP*, dan *[file].gpp* [9].

### 2.1. Identifikasi Mesin 5 Axis DMG 50U

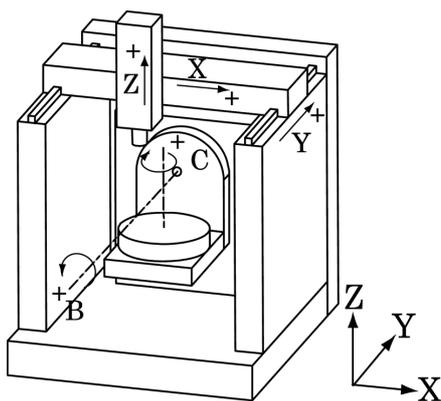
Mesin *DMG 50U* adalah mesin *CNC 5 Axis* yang dilengkapi dengan kontrol *heidenhain ITNC 530*, dapat melakukan proses pemesinan *milling* dan *drilling*, serta dapat melakukan metode pemotongan *indexing* dan *simultan* sehingga mesin ini mampu mengerjakan benda kerja dengan *profile* dan *countur* yang rumit (*freeform surface complex parts*) serta proses

pegeboran diberbagai sisi (*multi side drilling*). Berikut adalah skema mesin yang digunakan (Gambar 3).

dan yang kedua berputar terhadap sumbu Z (C). Kelima sumbu ini dapat bergerak secara simultan. spesifikasi mesin tersebut tertera pada tabel 1.



Gambar 2 Diagram Alir Pengembangan *postprocessor*



Gambar 3 Gambar Sistem Sumbu Pada Mesin 5-Axis DMG 50U

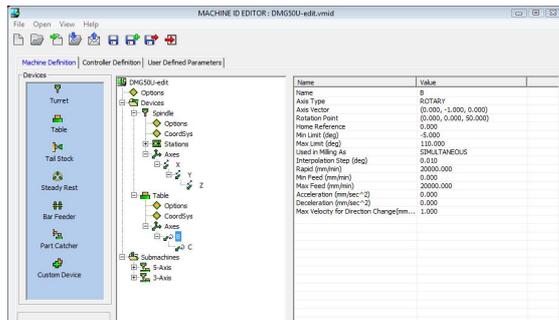
Mesin ini memiliki 5 *axis* yang terdiri dari 3 *axis linear* dan 2 *axis rotary*. ketiga *axis linear* nya terdapat pada *spindle* mesin sehingga *spindle* dapat bergerak pada sumbu X,Y,dan Z, 2 sumbu *rotary* terdapat pada Meja mesin. Sumbu *rotary* yang pertama berputar terhadap sumbu Y (B)

Tabel 1 Spesifikasi mesin DMG 50U

<i>description</i>	<i>Value</i>	<i>Unit</i>
<i>Range Axis X</i>	500	mm
<i>Range Axis Y</i>	450	mm
<i>Range Axis Z</i>	400	mm
<i>Swivel range (swivel axis) B-axis</i>	115 (-5+110)	°
<i>Max. rotational speed</i>	20	rpm
<i>Range or rotation (c-axis)</i>	360	°
<i>MZRP</i>	50	mm
<i>RPM spindle</i>	18000	rpm

## 2.2. Pembuatan *Postprocessor*

*postprocessor* yang dikembangkan terdiri dari tiga file yaitu: [file].vmid, [file].PRP, dan [file].gpp. Pengembangan [DMG50U].vmid dilakukan dengan menggunakan *software* khusus yang telah disediakan *SolidCAM* yaitu *machine id editor*. proses pembuatan terdiri dari: mendefinisikan *fitur* mesin, *device* mesin, dan *submachine*. langkah selanjutnya adalah mendefinisikan *Device* mesin. Pada langkah ini harus disesuaikan dengan konfigurasi mesin DMG 50U yaitu memiliki konfigurasi mesin *table-table* (2 sumbu *rotary* B dan C) terdapat pada meja dan 3 sumbu linear (X,Y, dan Z) terdapat pada *spindle*. Hal ini dilakukan untuk memasukkan parameter-parameter *device* sesuai dengan spesifikasi mesin DMG 50U. Penyettingan nilai *axis* vector pada sumbu *rotary* ditentukan dengan kaidah tangan kanan, sehingga nilai sumbu *rotary* "B" pada mesin DMG 50U 0,-1,0 (negative) [10]. Cara yang sama dilakukan untuk menentukan nilai vektor *rotary* C yaitu 0,0,-1. langkah selanjutnya adalah mendefinisikan *submachine* yang berfungsi untuk memadukan kombinasi *axis* yang dimiliki oleh mesin. berikut adalah file [DMG50U].vmid yang telah dikembangkan (Gambar 4).



Gambar 4 File [DMG50U].vmid

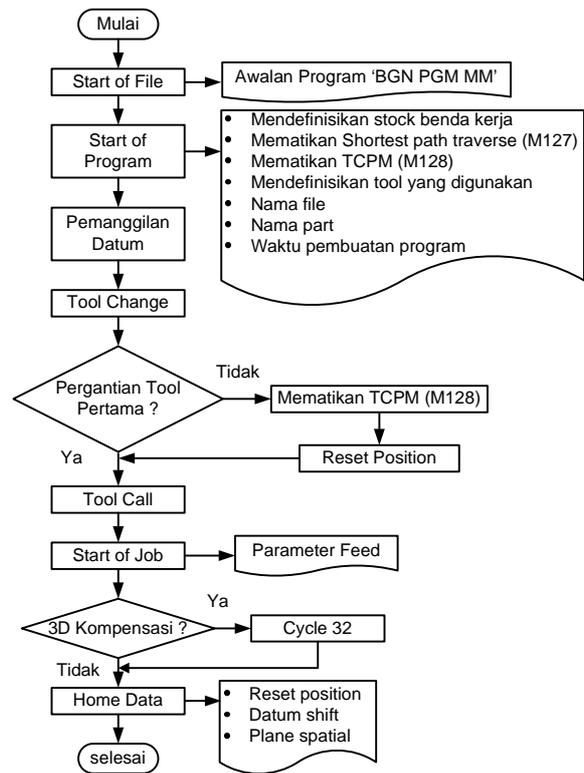
Langkah berikutnya adalah pembuatan file [DMG50U].PRP. Parameter-parameter yang berpengaruh pada postprocessor untuk mesin 5-axis antara lain:

<i>auto_angle_pair</i>	= N
<i>other_angle_pair</i>	= N
<i>angle_change_limit</i>	= 30.0000
<i>interplat_angle_step</i>	= 0.20000
<i>interplat_for_dist</i>	= N
<i>interplat_distance</i>	= 5.0000
<i>retract_distance</i>	= 100.0000
<i>center_rot_mac_num</i>	= 20
<i>enable_mx_edit</i>	= Y
<i>pole_angle_tolerance</i>	= 0.0010
<i>use_machine_limits</i>	= Y
<i>Use_tool_H_Length</i>	= N
<i>Use_part_Shifting</i>	= Y

bagian kolom kanan merupakan parameter yang dimasukkan untuk mesin ini. Selanjutnya adalah pembuatan file [DMG50U].GPP yang berfungsi untuk men-generate toolpath menjadi G-code. Data yang harus diketahui adalah struktur G-code pada mesin yang terbagi menjadi 3 bagian utama:

### 1. Header program

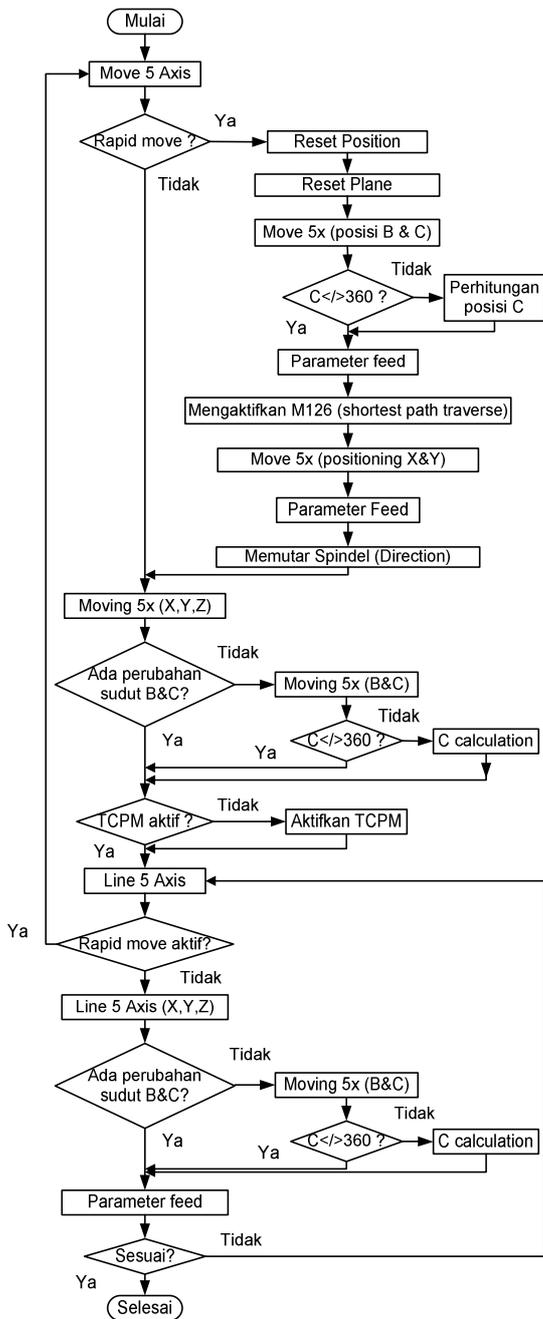
Header program adalah kepala program atau awalan program Postprocessor. hal yang diatur adalah fungsi-fungsi awal sebelum proses pemotongan seperti pembatalan datum shift, pembebasan alat potong, pembatalan TCPM dan lainnya. Berikut (Gambar 5) adalah struktur diagram pengembangan program Header.



Gambar 5 Struktur Program Header

### 2. Main program

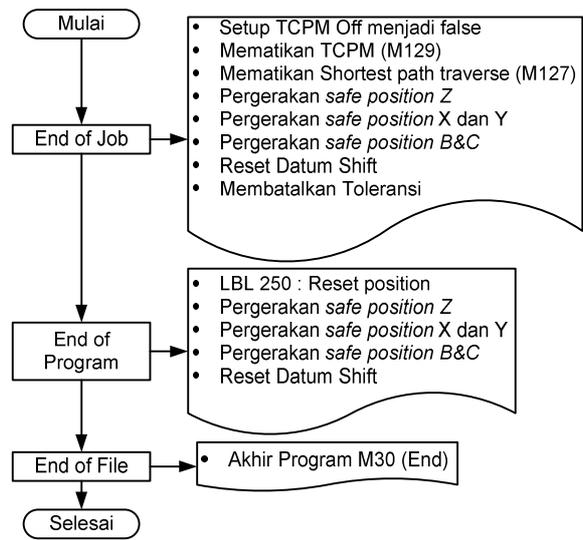
Data awal program ini adalah CL-File/Toolpath yang dibuat oleh software CAM. main program berisi prosedur-prosedur untuk menjalankan perintah gerakan utama seperti perintah-perintah line, line 5x, line 4x, move 5x, move 4x, compensation cutter, dan lain-lain. Prosedur pembuatan perintah ini harus diatur sedemikian rupa sehingga pergerakannya menjadi aman dan efektif. Berikut (Gambar 6) merupakan diagram alir untuk mengembangkan main program pergerakan 5-axis.



Gambar 6 Struktur Program Utama 5-axis

3. Footer programe

Merupakan bagian akhir program *G-code*. Perintah yang harus dilakukan adalah menonaktifkan fungsi-fungsi yang telah aktif pada prosedur sebelumnya seperti menonaktifkan TCPM, menonaktifkan *tolerance*, menonaktifkan *shortest path traverse* dan lainnya. perintah-perintah tersebut adalah *end of job*, *end of program* dan *end of file*. Berikut (Gambar 7) struktur dari pengembangan footer program.



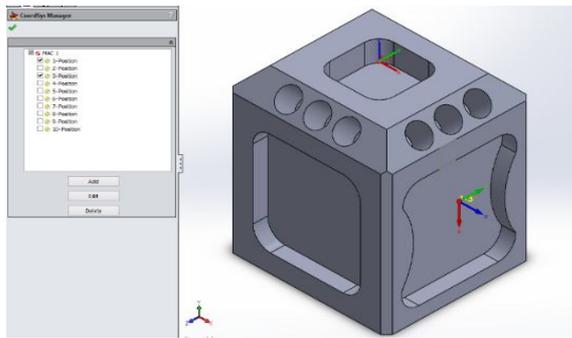
Gambar 7 Struktur Program Footer

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil dari penelitian ini adalah sebuah *postprocessor* baru untuk mesin *cnc 5-axis DMG 50u* menggunakan *software solidcam 2015*. *Postprocessor* yang dikembangkan terdiri dari data.[DMG50U].vmid, [DMG50U].prp, dan [DMG50U].gpp. *Postprocessor* tersebut dapat menghasilkan *g-code* yang sesuai dengan mesin dan kontrolnya (*heidenhain ITNC 530*). validasi terhadap *postprocessor* yang dibuat dilakukan dengan analisis *g-code* dan kaji eksperimen dengan metoda pemotongan langsung untuk proses *indexing* dan *simultan*. Berikut adalah hasil analisis dari *g-code*

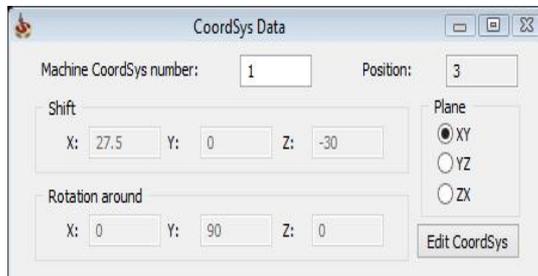
3.1 Analisis G-code Indexing

*G-code* yang sudah digenerate menggunakan *postprocessor* yang telah dibuat diperiksa kesesuaiannya dengan *toolpath* yang telah dibuat pada CAM (*solidcam 2015*). Fitur pemrograman di CAM menggunakan *Multi sides machining* yaitu pemrograman yang melibatkan pemindahan titik koordinat yang baru berdasar pada referensi titik koordinat yang dibuat sebelumnya (*multi system coordinate*). Analisis dilakukan pada program kontur 3 posisi koordinat benda kerja (Gambar 8). Ketiga posisi koordinat benda kerja tersebut harus sesuai dengan koordinat mesin *DMG 50u*.



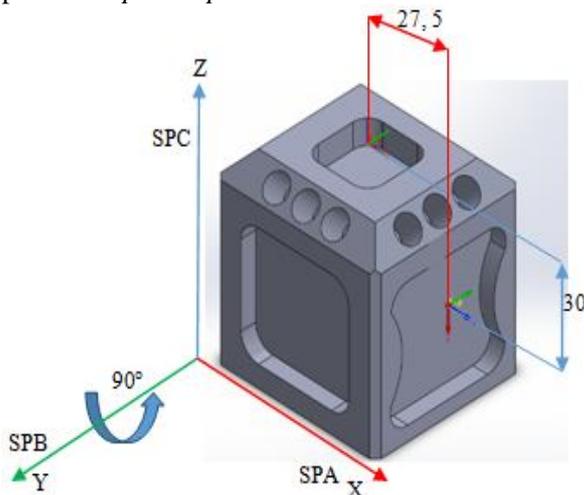
Gambar 8 Multi Coordinate System

Setelah titik koordinat baru ditentukan pada *software CAM* tampil *dialog coordinate system data* (Gambar 9) serta dapat dilihat data transformasi sistem koordinat pertama terhadap sistem koordinat yang baru.



Gambar 9 Coordinate System Data

Data *shift* merupakan data perpindahan sistem koordinat terhadap *axis linear* pada fitur *Cycle def 7* [11] dan *data rotation around* adalah data perpindahan *angle plane* yang harus dilakukan pada fitur *plane spatial*.



Gambar 10 Coordinate System Transformasi

Pada data *G-code* yang telah digenerate didapatkan angka yang sama dari koordinat *CAM* nya (kotak warna merah pada *G-code*). Ini menandakan bahwa *postprocessor* telah berhasil

menerjemahkan perpindahan sistem titik koordinat benda kerja tersebut. Berikut *g-code* yang telah di generate :

```

0 BEGIN PGM MM
1 BLK FORM 0.1 Z X-30.500 Y-27.000 Z-62.500
2 BLK FORM 0.2 X+30.500 Y+27.000 Z+0.000
3 M127 ; SHORTEST PATH TRAVERSE OFF
4 M129 ; TCPM OFF
5 ; USED TOOL: - T2 - END MILL D6.000
6 ; FILE-NAME : .H
7 ; PART-NAME : MULTISIDE INDEXING PART 1
8 ; DATE - TIME : 02-JUN-2015 - 15:42:11
9 CYCL DEF 247 Datum Setting Q339=+1 ; Datum-Number
10 * OPERATIONS :- T2 - END MILL D6.000
11 TOOL CALL 2 Z S3000
12 * - P-CONTOUR15
13 FN0: Q2=500 ; XY-FEED
14 FN0: Q3=33 ; Z-FEED
15 FN0: Q5=500 ; FEED-FINISHING
16 : POSITION 3 BEI NP 1
17 CALL LBL 250 ;RESET
18 CYCL DEF 7.0 Datum Shift
19 CYCL DEF 7.1 X+27.500
20 CYCL DEF 7.2 Y+0.000
21 CYCL DEF 7.3 Z-30.000
22 PLANE SPATIAL SPA+0.000 SPB+90.000 SPC-0.000 TURN F9999 SEQ+ TABLE ROT

```

### 3.2 Analisa G-code Simultan

Dengan menggunakan bantuan data *APT (automatic programming tools)*, program *cutter location* atau *netral file* pada *SolidCAM* akan dibandingkan dengan koordinat yang telah digenerate oleh *postprocessor* [12]. Koordinat dengan simbol *x, y, dan z* mendefinisikan kordinat pergerakan *linear* dan vektor *i, j, dan k* mendefinisikan sudut pergerakan sumbu *rotary*. hasil analisis akan diambil salah satu koordinat pada *netral file* yang akan dibandingkan dengan *g-code* yang dihasilkan sebagai validasi *postprocessor* tersebut.

Data kordinat *G-code postprocessor*

```
L X+15.9182 Y+45.1213 Z-43.8024 C+69.6236 B+40.1628
```

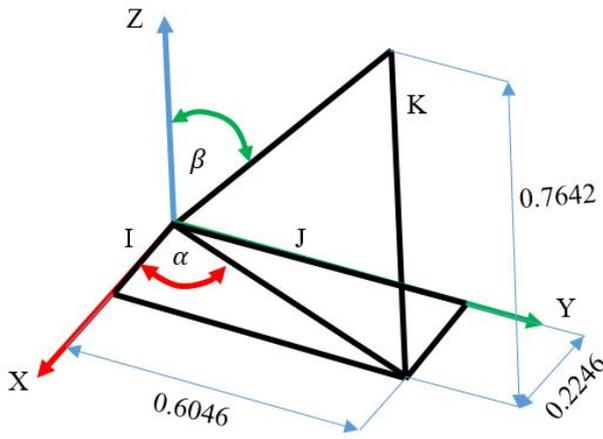
Data kordinat *CL file*

```

X Y Z I J K
GOTO/15.9182, 45.1213, -43.8024, 0.2246, 0.6046, 0.7642

```

Dengan menggunakan perhitungan numerik dapat dihitung perpindahan vektor titik *I, J dan K* dengan bantuan perpindahan titik rotasi (Gambar 11)



Gambar 11 Vektor I,J &K

Menghitung sudut perpindahan sudut dari vektor I, J, dan K :

Mencari besar sudut  $\alpha$

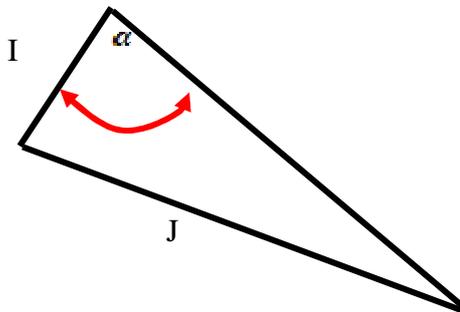
$$\tan \alpha = \frac{J}{i}$$

$$\alpha = \tan^{-1} \left( \frac{J}{i} \right)$$

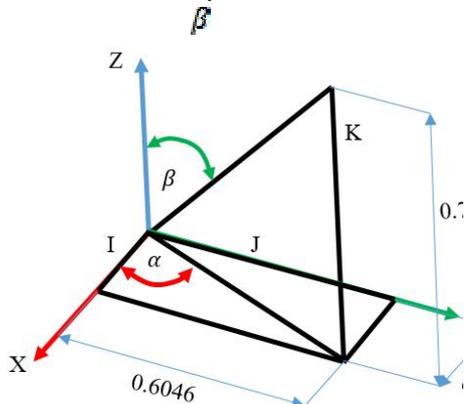
$$\alpha = \tan^{-1} \left( \frac{0.6046}{0.2246} \right)$$

$$\alpha = \tan^{-1} (2.692)$$

$$\alpha = 69,62^\circ$$



Mencari besar sudut  $\beta$



$$\cos \beta = \frac{K}{R}$$

$$\beta = \cos^{-1} \left( \frac{K}{R} \right)$$

$$\beta = \cos^{-1} \left( \frac{0.7642}{1} \right)$$

$$\beta = \cos^{-1} (0.7642)$$

$$\beta = 40,1641^\circ$$

$$B = \beta = 40,1641^\circ$$

Data koordinat *CL file*

X Y Z C B  
GOTO/15.9182, 45.1213, -43.8024, 69.62, 40.1641

Data koordinat *G-code*

L X+15.9182 Y+45.1213 Z-43.8024 C+69.6236 B+40.1628

Setelah dibandingkan dari data tersebut dapat dilihat koordinat yang dihasilkan oleh *g-code* sama dengan kordinat yang ada pada *CL file*.

#### 4. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah :

1. *Postprocessor* ini telah dibuat dan dapat *generate* data *toolpath* menjadi bahasa *G-code* untuk mesin *CNC 5 Axis DMG 50U* yang mempunyai kontrol *Heidenhainh itnc 530*.
2. Bahasa *g-code* yang dihasilkan oleh *postprocessor* sesuai dengan data *toolpath* pada *Software SolidCAM 2015*.

#### Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada POLMAN yang telah memfasilitasi penelitian ini.

#### Referensi/Daftar Pustaka

- [1] Jae-Deuk Yun, Yoong-Ho Jung, Dong-Been Tae & Jin- Gyu Lee, 2009, *A Geometric Postprocessing Method Using Joint Positions of a 5-Axis Machine*, Proceeding of the WCECS, San Fransisco, USA.
- [2] Apro, Karlo. 2009, *Secret of 5-axis Machining*, New York , Industrial Press, Inc.
- [3] <http://www.nccs.com/general/press%20room/sept10.html> diakses tanggal 18 Juli 2016
- [4] RS. Lee & CH See, 1997, *Developing Postprocessor for Three Type of 5-Axis Machine Tools*, Int Journal Adv. Manuf. Tech., Springer-Verlag London.
- [5] CH. She, ZT. Huang, 2008, *Postprocessor development of 5-axis machine tool with*

- nutating head and table configuration*, Int Journal Adv. Manuf. Tech., Springer-Verlag London.
- [6] Adivarekar, Mihir and Liou, Frank, 2012, *Developing a General Postprocessor for Multi-Axis CNC Milling Centers*, Missouri University of Science and Technology.
- [7] Bukhori, Dede, dkk., 2013, pembuatan *postprocessor CAD/CAM 5-axis* untuk proses *milling, drilling* dan *turning (machining centre)* dengan *SolidCam 2010* serta menggunakan mesin *CNC 5-axis NMV5000 DCG Moriseiki*, Politeknik Manufaktur Bandung.
- [8] Smid, Peter. 2003, *CNC Programming Handbook 2nd Edition*, New York Industrial Press, Inc.
- [9] *SolidCAM LTD.*, 2013. *SolidCAM GPPTool User Guide.*, *SolidCAM LTD.*
- [10]Kunwoo, Lee. 1990. Principles of CAD/CAM/CAE Sysrem. New York. Addison Wesley Longman, Inc
- [11]Heidenhain, Dr Johannes GmbH., 2006, *User manual iTNC530*. Germany: Traunreut.
- [12]Muldani, Yogi. 2011. Pembuatan *Postprocessor Untuk Software SolidCAM 2010* Dan Mesin *Cnc 5 Axis Moriseiki Nmv5000dgc.*, Politeknik Manufaktur Bandung