

BAB IV

HASIL & ANALISA

4.1 PENGUJIAN *SOFTWARE*

Untuk memastikan *software* yang dibuat dapat berfungsi dan menghasilkan G-code yang sesuai, maka dilakukan pengujian terhadap *software* tersebut. Pengujian *software* dilakukan dengan menggunakan file STEP-NC 'EXAMPLE 1.STP' dari ISO/DIS 14649-12. [5] (*file detail lihat lampiran*)

```
ISO-10303-21;
HEADER;
FILE_DESCRIPTION(('EXAMPLE OF NC PROGRAMME FOR TURNING; COMPLEX
DESIGN.'),'1');
FILE_NAME('EXAMPLE1.STP',$,('ISO14649'),(''),'SUH','POSTECH','KOREA');
FILE_SCHEMA(('MACHINING_SCHEMA','TURNING_SCHEMA'));
ENDSEC;
DATA;

(* ***** *)
(* ***** Workpiece definition ***** *)
#1=WORKPIECE('SIMPLE WORKPIECE',#2,0,0.01,$,$,$,());
#2=MATERIAL('ST-50','STEEL',(#3));
#3=PROPERTY_PARAMETER('E=200000N/M2');

(* ***** *)
(* ***** Manufacturing features ***** *)
#10=REVOLVED_FLAT('REVOLVED FLAT 1',#1,(#22,#23),#172,#176,21.0,#178);
#11=REVOLVED_FLAT('REVOLVED FLAT 2',#1,(#31,#32),#183,#187,12.0,#189);
#12=GENERAL_REVOLUTION('GENERAL_REVOLUTION
1',#1,(#20,#21),#194,#198,21.0,#200);
#13=ROUND_HOLE('HOLE1 FLAT BOTTOM',#1,(#26,#27),#207,#215,#216,$,#217);
#14=OUTER_DIAMETER('OUTER_DIAMETER 1',#1,(#29,#30),#218,#222,#223,224);
#15=GROOVE('GROOVE 1',#1,(#24,#25),#226,#230,35.0,#232);
#16=GROOVE('CUT_IN',#1,(#33),#236,#240,18.4,#242);

(* ***** Turning operations ***** *)
#20=CONTOURING_ROUGH($,$,'ROUGH GENERAL
REVOLUTION1',30.000,$,#280,#61,#60,#130,#130,#131,0.5);
#21=CONTOURING_FINISH($,$,'ROUGH GENERAL
REVOLUTION1',30.000,$,#280,#61,#60,#130,#130,#132,0.0);
#22=FACING_ROUGH($,$,'ROUGH CIRCULAR FACE
2',50.000,$,#280,#63,#60,#133,#134,#135,0.500);
#23=FACING_FINISH($,$,'FINISH CIRCULAR FACE
2',50.000,$,#280,#63,#60,#133,#134,#136,0.0);
#24=GROOVING_ROUGH($,$,'ROUGH GROOVE
1',30.000,$,#285,#65,#60,#137,#137,#138,$,0.500);
```

Dibawah ini adalah hasil konversi dari file STEP-NC 'EXAMPLE 1.STP' menjadi G-code.

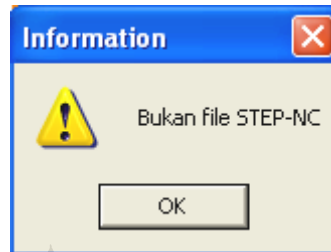
```
N0 %  
N1 O0100 (FILENAME=EXAMPLE1.STP)  
N2 G90  
N3 G00 T01 S960 M04  
N4 M08  
N5 G00 Z30  
N6 G01 Z-40 F1.8  
N7 G00 Z30  
N8 G00 Z50 M6  
N9 G00 T02 S1080 M04  
N10 G00 Z30  
N11 G01 Z-40 F1.8  
N12 G00 Z30  
N13 G00 Z50 M6  
N14 M30  
N15 %
```

```
T01: Spiral_drill_15mm  
Diameter : 15  
Cutting length : 45  
Tool length : 90  
Number of teeth : 2  
Hand of cut : right
```

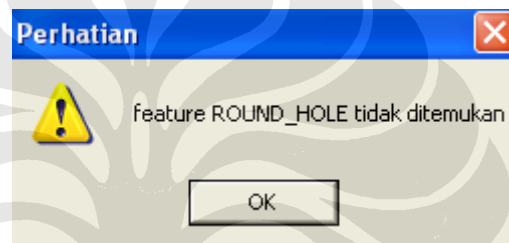
```
T02: Reamer_15mm  
Diameter : 15  
Cutting length : $  
Tool length : 100  
Number of teeth : 6  
Hand of cut : right
```

Selain dapat mengkonversi file STEP-NC menjadi G-code, program juga dapat menampilkan informasi dari *tool* yang digunakan seperti: jenis *tool*, *diameter*, *cutting length*, *tool length*, *number of teeth*, dan *hand of cut*. Dapat dilihat bahwa contoh file STEP-NC 'EXAMPLE 1.STP' menggunakan dua jenis *tool* yaitu *spiral drill* 15mm dan *reamer* 15mm.

Pada saat pengujian, program dapat mengidentifikasi file STEP-NC dan memeriksa apakah ada fitur *round hole*. Berikut *error interface* yang dikeluarkan apabila membaca bukan file STEP-NC dan tidak ada fitur *round hole*.



Gambar 4.1 *error interface* bukan file STEP-NC



Gambar 4.2 *error interface* fitur *round hole* tidak ditemukan

4.2 LOSSES DATA

Pada saat proses *mapping* dilakukan banyak data dari STEP-NC yang tidak terwakili didalam standar data G-Code, *losses* data tersebut adalah sebagai berikut:

1. *Header*

```
HEADER;  
FILE_DESCRIPTION(('EXAMPLE OF NC PROGRAMME FOR  
TURNING: COMPLEX DESIGN.'),'1');  
FILE_NAME('EXAMPLE1.STP',$( 'ISO14649'),('),'SUH','POSTECH',  
'KOREA');  
FILE_SCHEMA(('MACHINING_SCHEMA','TURNING_SCHEMA'));  
ENDSEC;
```

Bagian *header* pada STEP-NC berisikan informasi seperti nama file, deskripsi file, standar yang digunakan, format pemograman dan jenis pemesinannya. Informasi ini tidak terwakilkan didalam G-code, sehingga apabila dilakukan penelusuran suatu data file G-code akan menjadi sulit. Untuk mengenali identitas G-code hanya dari nama file yang

konvensional. *Header* pada STEP-NC berfungsi sebagai identitas lengkap suatu *part* program dan sebagai pembeda antara *part* program satu dengan *part* program yang lain dan agar mudah untuk dikenali.

2. *Project*

Dalam entitas *project* terdapat 6 atribut yang semua informasinya tidak terwakili dalam G & M Code. Informasi-informasi tersebut merupakan informasi yang cukup penting, seperti informasi *workpiece* yang berguna untuk mengetahui posisi pencekaman benda kerja. Dengan adanya lokasi *clamping* maka dapat dicari arah pergerakan yang aman dari *tool* sehingga tidak terjadi tabrakan dengan alat *clamping*.

3. *Workplan*

Workplan adalah urutan rencana proses pemesinan yang akan dilakukan, dengan demikian dengan mudah diketahui urutan proses pengerjaan pada step-nc. Sedangkan pada G-code sulit mengenali urutan dan proses yang akan dilakukan didalamnya. Didalam *workplan* terdapat 5 atribut yaitu: *its_id*, *its_element*, *its_channel*, *its_setup* dan *its_effect*. Tetapi hanya *setup* yang mewakili G-code, didalam setup terdapat penjelasan mengenai sistem koordinat yang dipakai. Didalam standar G-code sistem koordinat juga didefinisikan dari awal, ingin menggunakan *absolut* atau *incremental* (G90/G91).

4. *Tool*

Pada *milling cutting tool* ini memberikan informasi tentang data *tool* yang digunakan, atribut yang terdapat pada *milling cutting tool* ini yaitu: *its id*, *its tool body*, *its cutting edge*, *overall assembly length*, *direction for spindle orientation*, *tool holder diameter for spindle orientation*. Tetapi hanya *its tool body* yang mewakili G-code, *its tool body* ini menjelaskan tentang jenis *tool* yang digunakan seperti: *countersink*, *drill*, *reamer*, *ceterdrill* dan lain-lain. Terdapat pula entitas *tool_dimension* yang berisi data lengkap mengenai dimensi *tool* yang digunakan serta data *cutting* komponennya. Didalam G-code

direpresentasikan dengan T01, T02, T03, dan seterusnya, ini menunjukkan jenis dan dimensi yang berbeda.

5. Ada 2 entitas yang mewakili data teknologi yaitu:

1. *Milling technology*: terdapat 9 atribut yang ada dalam entitas ini, tetapi yang digunakan hanya 3 buah yaitu:

- *Feedrate*: data dalam atribut ini memberikan informasi kecepatan pergerakan pahat. Dalam G & M Code informasi ini diberikan dengan menggunakan simbol F.
- *Cut_speed*: dalam atribut ini memberikan informasi kecepatan potong yang digunakan. Dalam G & M Code informasi ini diberikan dengan menggunakan simbol S.
- *Spindle*: dalam atribut ini memberikan informasi kecepatan *spindle*. Dalam G & M Code informasi ini diberikan dengan menggunakan simbol S.

2. *Milling machine function*:

Terdapat 10 atribut yang ada dalam entitas ini, terdapat 1 buah atribut yang memiliki persamaan didalam G-code yaitu *Coolant*.

- *Coolant*: data dalam atribut ini memberikan penjelasan mengenai penggunaan sistem *coolant*. Dalam G & M Code, penggunaan sistem *coolant* menggunakan M08 untuk menghidupkan sistem *coolant* dan M09 untuk mematikan sistem *coolant*.

6. *Workingstep*

Dalam entitas *workingstep* terdapat 5 atribut, dan 2 atribut tidak terwakili dalam G & M Code. atribut yang datanya terwakili dalam G & M Code adalah:

- *Its_secplane*: data dalam atribut ini memberikan informasi posisi dari bidang aman pahat yang berupa koordinat. Dalam G & M Code posisi dari bidang ini biasanya diberikan oleh pergerakan pahat dengan kecepatan maksimum (G00).

- *Its_feature*: data dalam atribut ini memberikan informasi bentuk dari fitur. Informasi ini sama dengan pergerakan pahat ketika mendekati posisi fitur dan melakukan proses pemotongan, yang diberi simbol G00 dan G01.
- *Its_operation*: data dalam atribut ini memberikan informasi proses permesinan. Informasi ini sama dengan pergerakan pahat ketika proses pemotongan dan *retract*, yang diberi simbol G00 dan G01.

7. *Round hole*

Dalam entitas *round hole* terdapat 8 atribut, hanya 3 atribut yang datanya terwakili dalam G-code yaitu:

- *Its_operations*: dijelaskan oleh entitas *Drilling*, dan *Reaming*.
- *Feature_placement*: data dalam atribut ini memberikan informasi posisi dari fitur yang akan dikerjakan. Dalam G & M Code informasi ini diberikan oleh simbol G00.
- *Depth*: data dalam atribut ini memberikan informasi kedalaman fitur. Dalam G & M Code informasi ini diberikan oleh simbol G01.

8. *Drilling* dan *Reaming*

Pada entitas *drilling* terdapat 14 atribut sedangkan pada entitas *reaming* terdapat 17 atribut. Pada kedua operasi ini terdapat 8 atribut yang terwakili dalam G-code yaitu:

- *Retract_plane*: data dalam atribut ini memberikan informasi posisi bidang *retract* dari pahat setelah selesai melakukan proses pemotongan. Dalam G & M Code informasi ini diberikan oleh simbol G00.
- *Start_point*: data dalam atribut ini memberikan informasi pergerakan awal pahat sebelum memulai proses pemotongan. Dalam G & M Code informasi ini diberikan oleh simbol G00.
- *Its_tool*: dijelaskan oleh entitas *milling_cutting_tool*.
- *Its_technology*: dijelaskan oleh entitas *milling_technology*.
- *Its_machine_functions*: dijelaskan oleh entitas *milling_machine_functions*.

- *Cutting depth*: data dalam atribut ini memberikan informasi kedalaman pemakanan. Dalam G & M Code informasi ini diberikan oleh simbol G01.
- *Dwell_time_bottom*: data dalam atribut ini memberikan informasi *tool* berhenti sebentar pada dasar fitur untuk pembuangan chip dan untuk menyempurnakan pemakanan. Dalam G & M Code informasi ini diberikan oleh simbol G04.
- *Its_machining_strategy*: dijelaskan oleh entitas *drilling type strategy*

9. *Drilling type strategy*

Dalam entitas *Drilling type strategy* terdapat 6 atribut, hanya 1 atribut yang datanya terwakili dalam G-code yaitu

- *Depth of end*: data dalam atribut ini memberikan informasi akhir kedalaman pemakanan. Dalam G & M Code informasi ini diberikan oleh simbol G01.

Pada saat proses *mapping* dilakukan, ditemukan banyak sekali data dalam file STEP-NC yang tidak terwakili dalam G & M Code. Dibawah ini adalah persentase *losses data* pada saat proses *mapping* dilakukan.

Tabel 4.1 Persentase *losses data*

No	Entitas	STEP-NC	G-Code	<i>Losses</i> (%)
1	<i>Project</i>	6	0	100
2	<i>Header</i>	5	1	80
3	<i>Workplan</i>	5	1	80
4	<i>Workingstep</i>	5	3	40
5	<i>Milling machine functions</i>	10	1	90
6	<i>Milling technology</i>	9	3	66.67
7	<i>Tool</i>	6	1	83.33
8	<i>Round hole</i>	8	3	62.5
9	<i>Drilling</i>	14	8	42.86
10	<i>Reaming</i>	17	8	52.94
11	<i>Drilling type strategy</i>	6	1	83.33
Total				71.05

4.3 ANALISA MEMORY DATA

Tabel 4.2 Perbandingan ukuran file STEP-NC dan G & M Code

File	Besar file (Byte)
File STEP-NC " <i>Round_hole</i> "	3000
File G-Code hasil konversi	1000

Tabel 4.2 menunjukkan ukuran file yang dihasilkan setelah dikonversi dari file STEP-NC menjadi G-code. File STEP-NC hanya diambil data-data yang diperlukan untuk fitur *round hole*. Terjadinya perbedaan besar file antara File STEP-NC "*Round_hole* " dengan File G-Code hasil konversi, dikarenakan file STEP-NC "*Round_hole*" memiliki data pemesinan yang lengkap seperti *workpiece, technology, machine function, tool*, dll sedangkan file G-code hanya berisi data-data *cutter location* data saja.

4.4 ANALISA DATA PROSES

Proses konversi adalah melakukan pemrosesan data STEP-NC menjadi G-CODE dengan program Visual basic dan database MySQL. Pada saat melakukan proses "*search and send data*" dan "*take and process data*", penulis menghubungkan antara program visual basic dengan database MySQL dengan bantuan ODBC (Open DataBase Conectivity), kinerja kedua program melakukan konektivitas dirasakan sangat baik tanpa mengalami masalah yang berarti, data yang dimasukkan kedalam database dan yang diambil dari database tidak mengalami data loosing, sehingga proses konversi dapat dilakukan.

Untuk mengkonversi data, penulis membuat syntaks-syntaks program visual basic yang akan memproses data file STEP-NC menjadi G-code. Besarnya file syntaks adalah sebagai berikut :

- Syntaks "*search and send data*" = 61 Kbyte
- Syntaks "*take and process data*" = 23 Kbyte

Sedangkan, lamanya proses konversi adalah sebagai berikut :

- Waktu proses "*search and send data*" = ± 3 detik
- Waktu proses "*take and process data*" (cetak G-code) = ± 2 detik

Sehingga besarnya data syntaks mempengaruhi proses eksekusi, maka syntaks dengan besar yang minimum tetapi mempunyai kinerja yang efektif sangat diperlukan.

4.5 VALIDASI

Untuk menguji apakah G-Code yang dicetak sesuai dengan file STEP-NC atau tidak, maka dilakukan proses validasi G-Code yang dicetak pada mesin bubut CNC. Spesifikasi yang digunakan dalam proses validasi adalah:

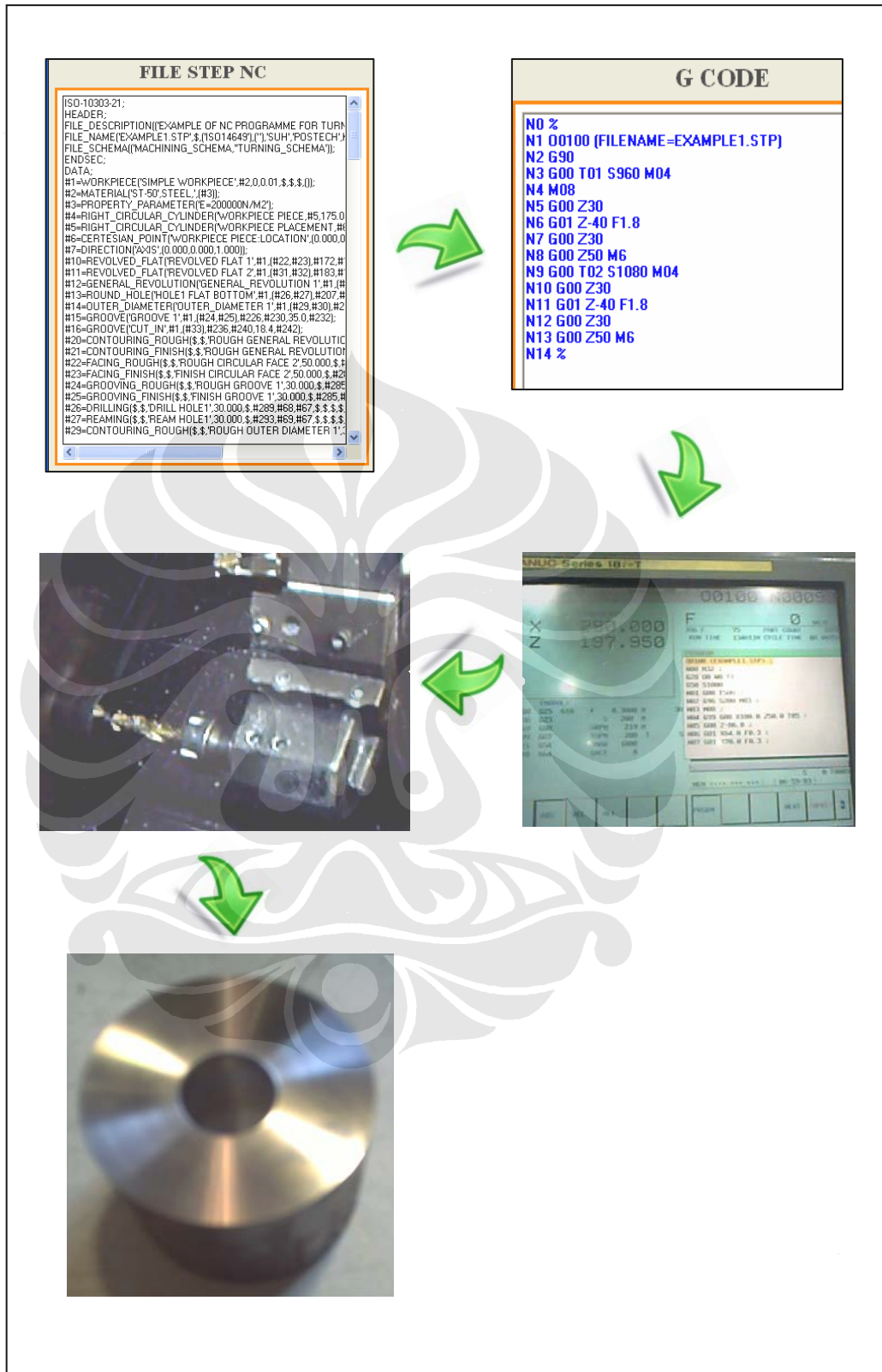


Gambar 4.3 Mesin CNC yang digunakan untuk proses validasi

Tabel 4.3 Spesifikasi validasi

Spesifikasi mesin	OKUMA HOWA HL-20
Jenis kontroler	FANUC 18i-TB
Material	Ø 50 X 100 (S50C)
Coolant	Idemitsu DN-Magplus ST-20s
Tool holder	Collet Ø 15
Tool	Twist drill Ø 15 material HSS
Pencekaman	<i>automatic clamp</i>

Waktu yang digunakan untuk melakukan proses pemesinan dengan kedalaman fitur sebesar 40mm adalah 10 menit termasuk setting . Hasil pengukuran benda kerja setelah proses validasi sesuai dengan data pada file EXAMPLE1.STP.



Gambar 4.4 Alur proses validasi