

## M1-009 PENGEMBANGAN SISTEM OPERASI MESIN BUBUT CNC BERBASIS PC UNTUK PENDIDIKAN

**Susilo Adi Widyanto**

Jurusan Teknik Mesin  
Universitas Diponegoro  
Kampus Undip Tembalang, Semarang 50275, Indonesia  
Phone: +62-24-7460059, FAX: +62-24-7460058, E-mail: susilo70@yahoo.com

### ABSTRAK

*Pemanfaatan PC sebagai sistem kendali berkembang pesat yang disebabkan oleh sifat fleksibilitasnya. Pada penelitian ini sebuah PC digunakan sebagai sistem kendali mesin bubut CNC yang secara khusus ditujukan untuk media pembelajaran. Sistem operasi dirancang agar dapat menggunakan data solid model sebagai data input dan bersifat interaktif sehingga mampu memberikan informasi-informasi proses dan mengarahkan operator untuk menghasilkan kondisi proses pemotongan yang sesuai kebutuhan. Sebelum dilakukan proses pemotongan sesungguhnya, data masukan proses dapat disimulasikan dengan fasilitas simulator dalam sistem operasi. Sinyal keluaran sistem operasi dapat dihubungkan secara langsung dengan perangkat penguat untuk mengaktifkan motor stepper sebagai sistem penggerak mesin.*

*Kata Kunci: CNC, motor stepper, proses bubut, sistem operasi*

### 1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi komputer mengarahkan pada pengaplikasian sistem kendali otomatis hampir ke seluruh proses rekayasa. Dengan teknologi ini telah terbukti mampu meningkatkan kualitas produk industry, produktivitas dan menekan angka kecelakaan kerja. Demikian halnya dengan proses pemotongan. Lahirnya mesin-mesin CNC telah terbukti mampu menyelesaikan persoalan-persoalan kompleksitas geometri produk, produktivitas dan persoalan teknis lainnya yang tidak terpecahkan dengan proses manual.

Dilihat dari teknologinya, sistem operasi mesin-mesin CNC terus mengalami perkembangan yang bertujuan untuk meningkatkan akurasi dimensi produk dengan meminimalisir kesalahan-kesalahan yang dilakukan oleh operator dan mereduksi waktu proses. Antara lain dikembangkannya sistem operasi yang dapat mengkompensasi dimensi pahat dan faktor-faktor koreksi lintasan pahat, ACC (*adaptive control with constrains*) yang ditujukan untuk mengkompensasi *feeding speed* maupun *cutting speed* akibat perubahan kedalaman pemotongan, lebar pemotongan dll [1].

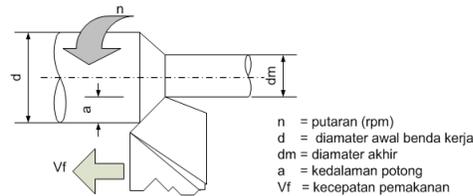
Pada perkembangan selanjutnya, sistem operasi dirancang secara interaktif sehingga dapat memfasilitasi kemauan operator dan memberikan pertimbangan-pertimbangan dalam penentuan parameter proses untuk memperoleh kondisi proses yang optimal atau ekonomis. Dari sisi jenis data

masukan, pengembangan sistem operasi diarahkan agar dapat menggunakan data *solid model* (Gambar 3 dimensi) maupun kurva yang diambil secara langsung dari CAD. Selain menekan kesalahan yang terjadi pada penulisan *G/M code*, metode ini secara signifikan dapat mereduksi *cycle time* proses persiapan.

Secara khusus penelitian ini difokuskan untuk mengembangkan sistem operasi mesin bubut CNC yang bekerja berdasarkan data masukan yang berupa data *solid model* dan secara interaktif dapat membimbing operator untuk menghasilkan proses pemotongan yang optimal atau ekonomis berdasarkan hasil analisis dengan bantuan *performance nomogram chart* proses pembubutan.

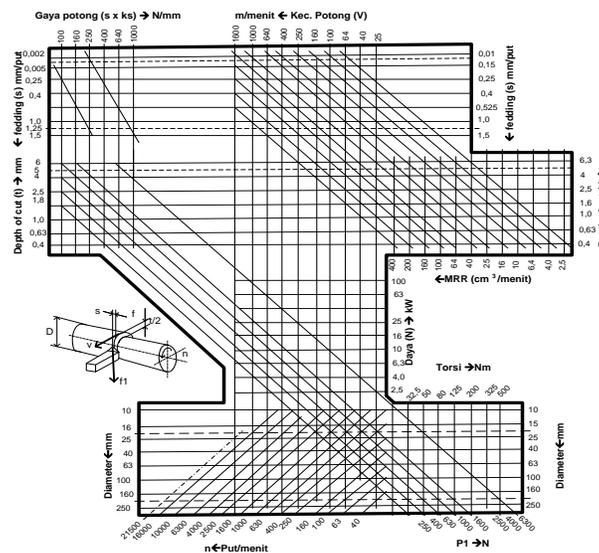
## 2. Teori Dasar Proses Pembubutan

Proses bubut ditujukan untuk pembuatan produk-produk silindris. Gerakan pemotongan dihasilkan oleh putaran benda kerja, sedangkan gerak pemakanan dihasilkan oleh gerakan pahat baik arah longitudinal maupun arah radial. Kedalaman potong (*depth of cut*) merupakan harga penetrasi pahat masuk ke dalam benda kerja untuk setiap langkah pemotongan. Ketiga parameter tersebut merupakan parameter dasar pembubutan seperti ditunjukkan oleh Gambar 1.



Gambar 1. Kondisi pemotongan pada proses pembubutan [2].

Namun untuk mengoptimalkan proses pembubutan, beberapa parameter proses lain diperlukan untuk melakukan perhitungannya. Parameter-parameter tersebut meliputi: material dan dimensi benda kerja, material pahat, tahapan proses, geometri pahat dll. Secara praktis, berbagai hubungan antar parameter-parameter tersebut dapat ditunjukkan secara grafis dengan *performance nomogram* seperti ditunjukkan Gambar 2.



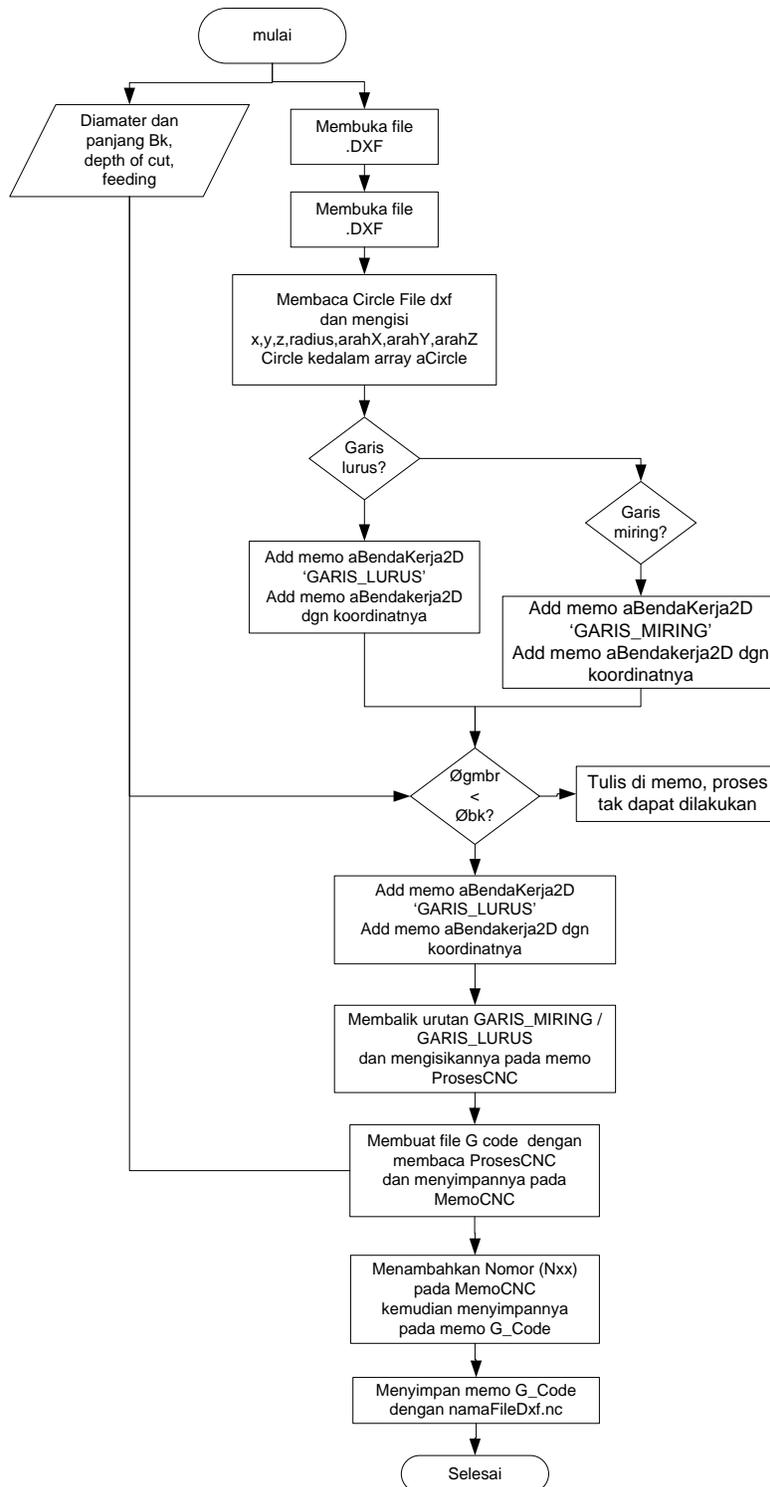
Gambar 2. *Performance nomogram* proses pembubutan [3]

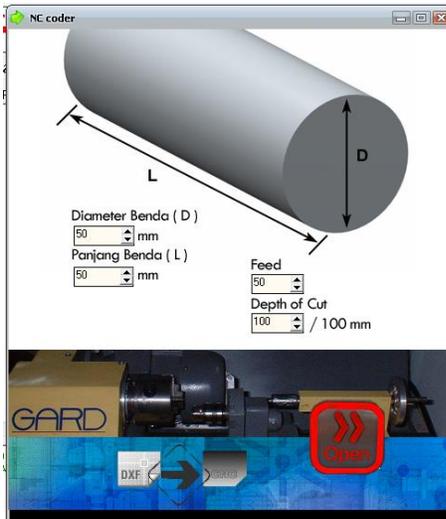
### 3. Rancang Bangun Sistem Operasi Mesin Bubut CNC

Secara umum sistem operasi mesin CNC berfungsi untuk menterjemahkan data masukan yang berupa format kode G/M menjadi sinyal sistem penggerak perangkat mekanik. Pada penelitian ini sistem penggerak yang digunakan berupa 2 unit motor stepper sebagai penggerak sumbu X dan Z. Untuk meningkatkan kemampuannya, sistem operasi dikembangkan sehingga dapat membaca data *solid model* (data gambar dari CAD) sebagai data masukan dan sistem dapat dioperasikan secara interaktif untuk memperoleh kondisi pemotongan yang dikehendaki. Bagian-bagian sistem operasi tersebut diuraikan sebagai berikut:

#### a. Perangkat Pembaca Data Masukan

Pada umumnya mesin CNC bekerja berdasarkan data masukan dalam format kode G/M. Dengan format tersebut dibutuhkan operator mesin yang berkemampuan khusus dan membutuhkan waktu persiapan yang cukup panjang. Untuk mereduksi waktu persiapan dan menekan kesalahan pemrograman gerakan, sistem operasi ini dirancang untuk dapat menterjemahnya data gambar *solid model* menjadi bentuk lintasan pahat (*tool path*) dalam susunan perintah kode G/M. Untuk fungsi tersebut, prosedur pengolahan data yang dilakukan ditunjukkan Gambar 3, sedangkan tampilan menu dalam sistem operasi ditunjukkan Gambar 4.

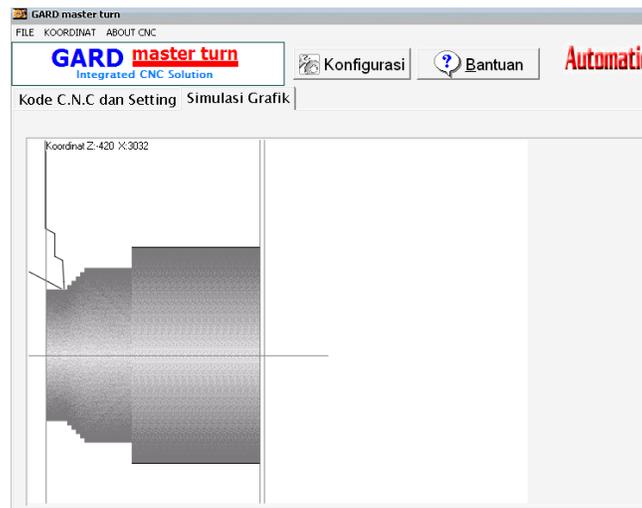
Gambar 3. Prosedur *generating tool path* dari data *solid model*



Gambar 4. Tampilan menu sistem pengolah data lintasan pahat dari data *solid model*

## b. Simulator Proses Pemotongan

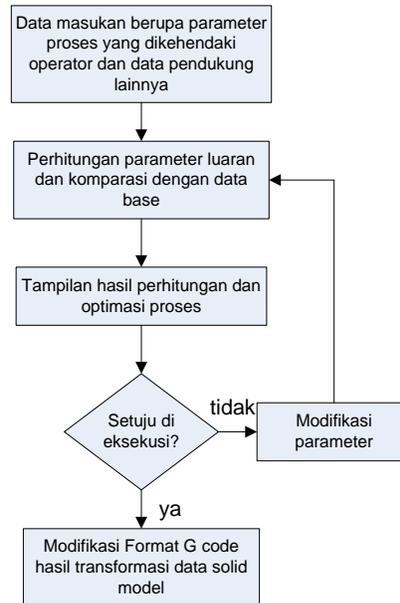
Sebelum dilakukan proses sesungguhnya, proses pemotongan dapat disimulasikan sehingga operator dapat mengevaluasi lintasan pahat sesungguhnya. Data operasi perangkat simulator diambil dari data kode G yang ditampilkan dalam memo menu utama hasil generating toolpath maupun pemasukan data secara manual. Contoh tampilan sistem simulator seperti ditunjukkan Gambar 5 .



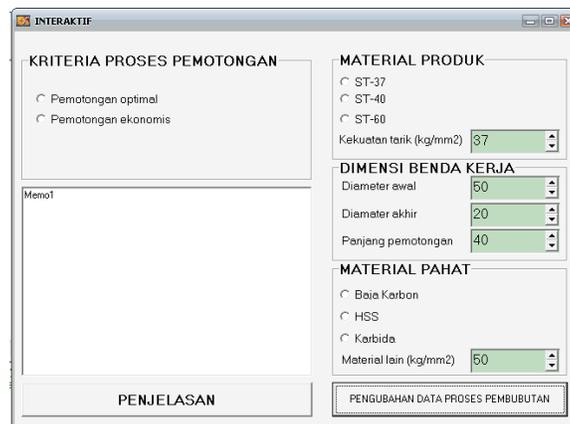
Gambar 5. Tampilan proses pensimulasian proses pembubutan

## c. Sistem Interaktif

Sistem interaktif ditujukan untuk mengkomunikasikan pelaksanaan proses oleh mesin dengan pihak operator. Dengan sistem ini diharapkan operator memperoleh informasi-informasi penting mengenai waktu proses, penentuan kecepatan potong, kecepatan makan dan kedalaman potong optimal berdasarkan data-data masukan seperti material benda kerja, material pahat dan tahapan proses. Dasar-dasar perhitungan parameter proses antara lain didasarkan pada interpretasi *performance nomogram* proses pembubutan seperti Gambar 2. Diagram alir pemrograman dan contoh tampilan data-data masukan sistem interaktif seperti ditunjukkan Gambar 6 dan 7.



Gambar 6. Diagram alir pemrograman sistem interaktif



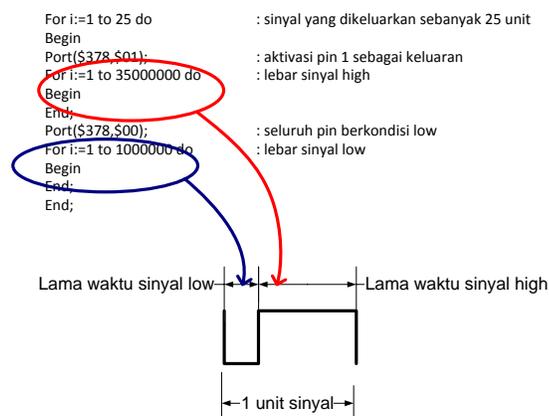
Gambar 7. Tampilan menu masukan data proses dalam sistem interaktif

#### d. Interpolator

Pada mesin CNC, sistem kendali berbasis komputer digunakan sebagai *signal processing*, perhitungan kecepatan makan, perhitungan interpolasi di antara titik data, pengaturan koordinat dan kecepatan yang dihubungkan dengan perangkat keras sistem kendali. Berbagai jenis gerakan hasil koordinasi antar sumbu gerak dinyatakan dalam bentuk lintasan linier, circular, parabolik bahkan lintasan eliptik. Untuk proses sinkronisasi gerakan tersebut diperlukan suatu sistem interpolator yang secara khusus bertugas membagi gerakan tiap aksis berdasarkan perintah gerakan global yang diwujudkan dalam bentuk sinyal perintah gerakan ke sistem penggerak (Koren, 1982)

Pada dasarnya terdapat dua jenis CNC yaitu: sistem pulsa referensi dan sistem data sampel. Pada sistem pulsa referensi, komputer menghasilkan pulsa referensi bertahap untuk tiap aksis gerakan, masing-masing pulsa membangkitkan gerakan sebesar 1 BLU (*basic length unit*). Jumlah pulsa menyatakan posisi sedangkan frekuensi merepresentasikan kecepatan gerakan. Pulsa dapat menggerakkan motor stepper dalam sistem *open loop* atau dihubungkan dengan sistem loop tertutup. Dengan teknik data sampel, loop sistem kendali tiap sumbu gerak dikendalikan oleh sistem komputer individual yang membangkitkan data biner referensi. Dua jenis CNC tersebut membutuhkan rutin interpolasi dalam program pengendali untuk membangkitkan sinyal referensinya (pulsa atau data biner)

Pembangkitan pulsa dapat dihasilkan dengan algoritma pemrograman dengan mengaktifkan secara periodik salah satu bit pada gerbang keluaran seperti *parallel port*. Contoh bahasa pemrograman untuk membangkitkan sinyal pada pin kesatu *parallel port* adalah sebagai berikut:



Gambar 8. Konfigurasi pemrograman (Borland Delphi) untuk mengeluarkan sinyal ke sistem penggerak [4].

#### 4. Kesimpulan

- Pencirian data geometri produk pada file DXF dapat diidentifikasi dengan geometri “circle” yang diperoleh dari operasi revolve.
- Pembangkitan data masukan mesin CNC secara langsung dari data *solid model* secara signifikan mereduksi waktu persiapan proses pemesinan.
- *Performance nomogram chart* secara praktis dapat membantu analisis proses pemotongan dan secara efektif dapat digunakan untuk pengembangan sistem operasi yang interaktif.

# Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) VIII

*Universitas Diponegoro, Semarang 11-12 Agustus 2009*

---

## **Pustaka**

- [1] Koren, Y., 1983, *Komputer Control of Manufacturing System*, McGraw-Hill International Book Company, Singapore
- [2] Rochim, T., 1985, *Proses Pemesinan*, Laboratorium Teknik Produksi dan Metrologi Industri, ITB
- [3] Wirjomartono, S.H., Martawirya, Y.W., 1986, *Mesin Perkakas*, Laboratorium Teknik Produksi dan Metrologi Industri, ITB
- [4] Widjonarko, B dan Widyanto, S.A., 2002, "Pengembangan Perangkat Lunak Interpolator Mesin Bubut CNC Berbasis PC", Tugas Akhir Mahasiswa S-1, Teknik Mesin, UNDIP.