

**ANALISIS PERBANDINGAN VARIASI FEEDING TERHADAP KUALITAS
PERMUKAAN HASIL PROSES PEMBUBUTAN RATA BAJA EMS 45
PADA MESIN BUBUT CNC**

SKRIPSI

*Skripsi Ini Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Kependidikan Program
Studi Pendidikan Teknik Mesin*



Oleh :

**JAMIN SAPUTRA
NIM. 1102198 /2011**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2018**

PERSETUJUAN SKRIPSI

ANALISIS PERBANDINGAN VARIASI FEEDING TERHADAP KUALITAS PERMUKAAN HASIL PROSES PEMBUBUTAN RATA BAJA EMS45 PADA MESIN BUBUT CNC

Nama : Jamin Saputra
Nim/Bp : 1102198 / 2011
Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin
Jurusan : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik

Padang, Januari 2018

Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing I

Drs. Yufrizal A, M.Pd

NIP. 19610421198602 1 002

Dosen Pembimbing II

Drs. Nofri Helmi, M.Kes

NIP. 19631104199001 1 001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin FT-UNP



Dr. Ir. Arwizet K, ST, MT

NIP. 19690920 199802 1 001

PENGESAHAN

**Dinyatakan Lulus Setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi
Program Studi Pendidikan Teknik Mesin
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Negeri Padang**

Judul : Analisis Perbandingan Variasi *Feeding* terhadap Kualitas Permukaan Hasil Pembubutan Rata Baja EMS45 pada Mesin Bubut CNC.

Nama : Jamin Saputra

NIM/TM : 1102198/2011

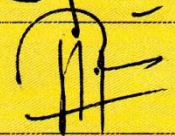
Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Padang, Januari 2018

Tim Penguji

	Nama	Tanda Tangan
1. Ketua	: Drs. Yufrizal A, M.Pd.	
2. Sekretaris	: Drs. Nofri Helmi, M.Kes.	
3. Anggota	: Dr. Refdinal, M.T.	
4. Anggota	: Drs. Syahrul, M.Si.	
5. Anggota	: Eko Indrawan, S.T., M.Pd.	

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Karya tulis saya, skripsi dengan judul **“Analisis Perbandingan Variasi Feeding terhadap Kualitas Permukaan Hasil Proses Pembubutan Rata Baja EMS 45 pada Mesin Bubut CNC”** adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik, baik di Universitas Negeri Padang maupun di Perguruan Tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini murni gagasan, penilaian, dan rumusan saya sendiri, tanpa bantuan tidak sah dari pihak lain, kecuali arahan tim pembimbing.
3. Di dalam karya tulis ini tidak terdapat hasil karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali dikutip secara tertulis dengan jelas dan dicantumkan pada daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran pernyataan ini maka saya bersedia menerima sanksi akademik, berupa pencabutan gelar yang telah saya peroleh karena karya tulis ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma dan ketentuan hukum yang berlaku.

Padang, Januari 2017
Yang Menyatakan



Jamin Saputra
NIM. 1102198

ABSTRAK

Jamin Saputra : Analisis Perbandingan Variasi Feeding terhadap Kualitas Permukaan Hasil Proses Pembubutan Rata Baja EMS 45 pada Mesin Bubut CNC

Produk yang berkualitas diperoleh dari kondisi pemotongan yang baik. Salah satu variabel kondisi pemotongan yang berpengaruh untuk mendapatkan kualitas kekasaran permukaan adalah *feeding*. Tujuan penelitian ini untuk melihat dengan variasi *feeding* G94 dan G95.

Proses pembubutan bertingkat yang dilakukan dengan kedalaman potong 0,5 mm dan panjang 40 mm dengan pahat potong karbida dengan variasi *feeding* (G94/G95) masing-masing 0,3048 mm/mnt dan 0,3281 mm/mnt dan dengan harga kecepatan putaran/*cutting speed* (G97/G96) dikontrol. Pengujian kekasaran permukaan dengan menggunakan *Surface Tester Mitutoyo SJ-201P*.

Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi nilai *feeding* pada proses pembubutan, maka nilai rata-rata kekasaran permukaan yang diperoleh semakin rendah bila dibandingkan dengan dengan harga rata-rata kekasaran hasil pembubutan yang menggunakan nilai *feeding* yang rendah.

Kata Kunci : *Variasi Feeding, Baja EMS45, Kekasaran Permukaan.*

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah kepada Allah Subhana Wata'ala yang telah memberikan rahmat dan hidayah sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul ***Analisis Perbandingan Variasi Feeding terhadap Kualitas Permukaan Hasil Proses Pembubutan Rata Baja EMS 45 pada Mesin Bubut CNC***. Shalawat dan salam semoga selalu dilimpahkan Allah Subhaanahu Wata'ala kepada junjungan kita Nabi Muhammad Syalallahu Alaihi Wasallam suritauladan kita sebagai umat manusia tokoh pejuang Islam sedunia.

Skripsi ini di tulis dalam rangka memenuhi salah satu persyaratan guna memperoleh gelar Sarjana Pendidikan pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

Penulisan Skripsi ini juga tak lepas dari bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih dengan tulus dan ikhlas kepada:

1. Bapak Drs. Yufrizal A, M.Pd., selaku Dosen pembimbing I.
2. Bapak Drs. Nofri Helmi, M.Kes., selaku Dosen pembimbing II.
3. Bapak Dr. Refdinal, M.T., selaku Dosen penguji I.
4. Bapak Drs. Syahrul, M.Si., selaku Dosen penguji II.
5. Bapak Eko Indrawan, S.T., M.Pd., selaku Dosen penguji III.
6. Bapak Dr. Ir. Arwizet K, ST., MT., selaku ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
7. Bapak/Ibu Dosen dan staf Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

8. Kedua orang tuatercinta yang selalu mendoakan dan memberi semangat, dukungan moril, materil, serta kasih sayang yang tidak ternilai harganya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
9. Rekan-rekan seperjuangan di Jurusan Teknik Mesin, khususnya angkatan 2011 semoga sukses selalu.
10. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah memberikan bantuan dalam menyelesaikan skripsi ini.

Semoga bantuan yang telah diberikan menjadi amal ibadah dan di terima serta di balas oleh Allah Subhanahu Wata'ala, Amiin. Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Untuk itu, kritik dan saran sangat di harapkan untuk perbaikan di masa yang akan datang.

Padang, Januari 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	
PERSETUJUAN SKRIPSI	i
PENGESAHAN SKRIPSI	ii
SURAT PERNYATAAN	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
DAFTAR GRAFIK	xii
BAB I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah	5
C. Batasan Masalah	6
D. Rumusan Masalah	6
E. Tujuan Penelitian	6
F. Manfaat Penelitian	7
BAB II. KAJIAN PUSTAKA	
A. Mesin Bubut CNC	8
1. Mesin Bubut CNC ET120	12
2. Parameter Pemotongan	15
B. Bahan Mata Pahat.....	21
C. Baja EMS 45	25
D. Pemograman Mesin CNC.....	28
E. Proses Pembubutan	29
F. Kekerasan Permukaan	31
G. Kerangka Konseptual	37
H. Pertanyaan Penelitian	39

BAB III. METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian.....	40
B. Tempat dan Waktu	41
C. Objek Penelitian	41
D. Jenis dan Sumber Data	42
E. Alat Dan Bahan	42
F. Metode Pelaksanaan.....	43
G. Teknik Analisa Data.....	46

BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Data Hasil Penelitian.....	49
B. Pembahasan.....	53

BAB V. KESIMPULAN, IMPLIKASI DAN SARAN

A. Kesimpulan	55
B. Saran.....	56

DAFTAR PUSTAKA	57
-----------------------------	-----------

LAMPIRAN	59
-----------------------	-----------

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Siklus Pembubutan Memanjang	9
2. Fungsi Tombol Masukan Data Dari Tombol G	9
3. Fungsi Tombol Masukan Data Dari Tombol M	11
4. Klasifikasi Baja Karbon	27
5. Toleransi Harga Kekasaran Rata-rata Ra.....	33
6. Toleransi Kekasaran Rata-rata Proses pekerjaan.....	34
7. Komposisi Material Baja EMS45	44
8. Nilai Feeding Dan Cuting Speed yang Digunakan	46
9. Pengujian variasi feeding dengan cuting speed (G96)	47
10. Pengujian variasi feeding dengan cuting speed (G97)	47
11. Hasil pengujian kekasaran dengan cuting speed (G96).....	49
12. Hasil pengujian kekasaran dengan cuting speed (G97).....	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Mesin CNC (<i>Computer Numerically Controlled</i>)	13
2. Mekanisme Arah Gerakan Mesin Bubut	14
3. Skema Metode <i>Absolut</i>	28
4. Skema Metode <i>Incremental</i>	29
5. Pembagian Proses Pengerjaan	29
6. Pahat Bubut dan Bagiannya.....	30
7. Karakteristik Permukaan	32
8. Hubungan Harga Penentuan Kekasaran	33
9. Kekasaran Permukaan yang Dihasilkan Proses Pembubutan.....	34
10. Profil Kekasaran Permukaan	36
11. Kerangka Konseptual	38
12. Diagram Kecepatan Potong	45
13. Diagram Kecepatan Pemakanan	46
14. Grafik Kekasaran Variasi <i>Feeding</i> dengan <i>Cuting Speed</i> (G96)	50
15. Grafik Kekasaran Variasi <i>Feeding</i> dengan <i>Cuting Speed</i> (G97)	52

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Gambar Benda kerja	58
2. Program Pembuatan spesimen	59
3. Tabel hasil Pengujian	61
4. Grafik Hasil pengujian	62
5. Gambar Spesimen	63
6. Dokumentasi Penelitian	64

DAFTAR GRAFIK

Grafik	Halaman
1. Grafik Kekasaran Variasi <i>Feeding</i> dengan <i>Cuting Speed</i> (G96)	50
2. Grafik Kekasaran Variasi <i>Feeding</i> dengan <i>Cuting Speed</i> (G97)	52

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Dalam perkembangan komputer masa kini telah diaplikasikan ke dalam alat-alat mesin perkakas di antaranya Mesin Bubut, Mesin Frais, Mesin Skrap, Mesin Bor, dan lain-lain. Hasil perpaduan teknologi komputer dan teknologi mekanik inilah yang dinamakan CNC (*Computer Numerically Controlled*). CNC merupakan mesin perkakas yang dilengkapi dengan sistem kontrol berbasis komputer yang mampu membaca instruksi kode N dan G (Gkode) yang mengatur kerja sistem peralatan mesinnya. (Sumbodo, 2008).

Perkembangan mesin bubut sebagai alat produksi pembentuk logam sangat pesat ditunjukkan dengan adanya penemuan mesin bubut non konvensional yaitu berupa teknologi *Computer Numerically Controlled* (CNC). Karena suatu tuntutan yang harus dipenuhi dalam bidang *engineering* seperti dimensi dengan toleransi yang sangat kecil, maka mesin CNC banyak dipilih oleh perusahaan karena mempunyai kelebihan dari pada mesin konvensional yaitu lebih teliti dan lebih cepat dalam proses permesinan baik dari segi kuantitas maupun kualitas.

Mesin CNC memiliki banyak keuntungan dibandingkan dengan mesin perkakas konvensional sejenis. Salah satu kelemahan dalam penggunaan fasilitas berteknologi seperti mesin CNC terutama pada harganya yang mahal. Sehingga tidak semua industri mampu membeli mesin perkakas CNC

tersebut. Padahal dalam rangka efisiensi dan peningkatan kualitas produk dewasa ini industri maju sudah banyak yang menggunakannya.

Sistem pengoperasian CNC menggunakan program yang dikontrol langsung oleh komputer. Pemrograman adalah suatu urutan perintah yang disusun secara rinci tiap blok per blok untuk memberikan masukan mesin perkakas CNC tentang apa yang harus dikerjakan (Widarto, 2008). Secara umum konstruksi mesin perkakas CNC dan sistem kerjanya adalah sinkronisasi antara komputer dan mekaniknya. Jika dibandingkan dengan mesin perkakas konvensional yang setaraf dan sejenis, mesin perkakas CNC lebih unggul baik dari segi ketelitian (*accurate*), ketepatan (*precision*), fleksibilitas, dan kapasitas produksi. Secara garis besar mesin CNC adalah suatu mesin yang dikontrol oleh komputer dengan menggunakan bahasa numerik (perintah gerakan yang menggunakan angka dan huruf).

Majunya perkembangan teknologi dengan ditemukannya teknologi CNC dalam dunia industri manufaktur, maka pola pikir konsumen saat ini semakin berkembang, konsumen tidak hanya memilih harga yang paling murah, namun juga menjadi lebih memperhatikan kualitas dari produk hasil pemesinan. Proses pemotongan logam merupakan suatu proses yang digunakan untuk mengubah bentuk suatu produk dari logam (komponen mesin) dengan cara memotong, mengupas, atau memisah. Proses pemotongan yang menggunakan mesin perkakas disebut juga proses pemesinan (*machining process*).

Salah satunya adalah tingkat kekasaran permukaan atau yang dikenal dengan *surface roughness*. Kekasaran permukaan adalah salah satu sifat yang penting dari permukaan suatu benda yang dihasilkan dengan mesin produksi apalagi komponen tersebut untuk dirakit (*assembled*) dengan komponen lain dan berbagai pengerjaan lain dalam proses pemesinan, karena menentukan dapat tidaknya elemen-elemen mesin berfungsi dengan baik pada elemen mesin yang bergerak, kualitas permukaan berpengaruh pada gesekan dan keausan. Karena tingkat kekasaran permukaan merupakan salah satu geometris dari suatu komponen pemesinan, maka tingkat kekasaran tersebut juga menjadi bagian nilai tingkat mutu komponen yang dihasilkan.

Kualitas permukaan yang halus akan berkontribusi beban secara merata di seluruh permukaan komponen. Pada bagian yang permukaannya kasar akan menimbulkan konsentrasi tegangan yang terpusat pada bagian tersebut, sehingga apabila mengalami pembebanan secara terus menerus maka bagian yang kasar tersebut akan menjadi titik awal kelelahan/ kegagalan komponen (*material*). Kualitas permukaan suatu komponen sangat mempengaruhi kekuatan dari benda tersebut yang dapat mengakibatkan umur pakai benda atau komponen tersebut menjadi panjang ataupun pendek. (Aji Wibowo, 2010:3).

Salah satu jenis dari bahan logam yang sangat luas penggunaannya di dalam sebuah industri dan teknologi ialah baja. Penggunaan baja antara lain untuk konstruksi-konstruksi mesin, alat-alat perkakas, maupun alat industri

lainnya. Seiring dengan kemajuan teknologi telah dihasilkan pula baja dengan berbagai jenis sesuai dengan fungsi atau tujuan pemakaiannya.

Baja EMS 45 adalah baja karbon sedang harganya yang murah dan mudah didapatkan serta mudah untuk di bentuk dengan kualitas yang baik menyebabkan penggunaannya meningkat sebagai perkakas atau alat bantu dalam kehidupan manusia seperti alat-alat perkakas, baut, poros engkol, roda gigi, ragum, pegas, alat-alat pertanian dan juga alat-alat rumah tangga. Untuk memperbaiki mutu dan kualitasnya biasanya baja ini diberi perlakuan panas sesuai dengan penggunaannya.

Dilihat dari kegunaan baja EMS 45 yang dijelaskan diatas maka dalam pengerjaan pemesinan memerlukan kualitas permukaan yang baik. Baja EMS 45 adalah baja yang mengandung karbon 0,48%. Untuk mampu menghasilkan suatu produk yang berkualitas dengan mesinCNC, namun di sisi lain tetap mengedepankan efisiensi dalam menjalankan proses produksi, dalam kondisi seperti itu pemilihan parameter permesinan yang tepat sangat dibutuhkan pada pengerjaan logam dengan mesin bubut antara lain, kecepatan spindel (*spindle speed*), kedalaman pemakanan (*depth of cut*), kecepatan pemakanan (*feeding*), kecepatan potong (*cutting speed*) kondisi mesin, bahan benda kerja, ketajaman dan kekuatan dari mata pahat.

Untuk mendapatkan nilai kekasaran permukaan dari poros yang halus dari proses pembubutan diperlukan pengaturan perubahan kecepatan pemakanan (*feeding*) baik pada mesin bubut CNC. Sebab *feeding* tersebut merupakan jarak tempuh ujung mata potong menyayat benda kerja bergerak

longitudinal sepanjang bed setiap putaran mesin. Dengan demikian bertambah besar putaran mesin, maka kecepatan feed juga bertambah. Dalam prakteknya pengukuran feeding dinyatakan dalam $\mu\text{m/put}$ pada mesin CNC adalah G95 dan mm/menit pada mesin CNC adalah G94 penentuan kecepatan pemakanan dalam proses pembubutan mempengaruhi tingkat kualitas permukaan benda kerja. Oleh karena itu maka penulis tertarik untuk melakukan analisis perbandingan kualitas permukaan yang dihasilkan pada proses pembubutan mesin CNC menggunakan variasi feeding G95 ($\mu\text{m/put}$) dan G94 (mm/menit).

Berdasarkan latar belakang masalah maka skripsi ini penulis beri judul **Analisis Perbandingan Variasi *Feeding* terhadap Kualitas Permukaan Hasil Proses Pembubutan Rata Baja EMS45 pada Mesin Bubut CNC.**

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang, maka peneliti dapat mengidentifikasi masalah-masalah yang ada yakni sebagai berikut:

1. Perlunya kualitas kekasaran permukaan sebuah produk pemesinan pada proses pembubutan.
2. Kualitas permukaan dari proses pemesinan dipengaruhi oleh pengaturan perubahan kecepatan pemakanan (*feeding*).

3. Perbandingan kualitas permukaan yang dihasilkan pada proses pembubutan mesin CNC menggunakan kecepatan pemakanan dalam $\mu\text{m}/\text{putaran}$ (G95) dengan menggunakan kecepatan pemakanan dalam mm/menit (G94).

C. Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah, maka dalam penelitian ini penulis membatasi permasalahan pada tingkat kualitas kekasaran permukaan material pada proses pembubutan dengan membandingkan variasi kecepatan pemakanan (*feeding*) dalam $\mu\text{m}/\text{put}$ (G95) dengan menggunakan kecepatan pemakanan (*feeding*) dalam mm/menit (G94).

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah dan pembatasan masalah dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

Bagaimana tingkat kualitas kekasaran permukaan material pada proses pembubutan dengan membandingkan variasi kecepatan pemakanan (*feeding*) dalam $\mu\text{m}/\text{put}$ (G95) dengan menggunakan kecepatan pemakanan (*feeding*) dalam mm/menit (G94)?

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan masalah yang telah dirumuskan, penelitian ini memiliki tujuan yaitu:

1. Mengetahui perbandingan variasi *feeding* terhadap nilai kualitas kekasaran permukaan hasil proses pembubutan dengan variasi *feeding* (G94 dan G95) menggunakan *cuting speed* (G96 dan G97).

2. Mengetahui parameter mana yang menghasilkan nilai kekasaran optimal dan minimal pada proses pemesinan bubut CNC dengan variasi feeding G95 (mm/putaran) dan G94 (mm/menit).

F. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Praktis
 - a. Dapat di gunakan sebagai referensi dalam menentukan optimasi parameter pemotongan untuk mendapatkan kualitas yang diinginkan dalam proses pemesinan bubut CNC.
 - b. Memberikan kontribusi ilmiah kepada komunitas industri berupa tolak ukur parameter optimal operasi pemesinan bubut CNC.
 - c. Menjadi masukan bagi pengguna mesin bubut CNC dalam memperoleh kualitas permukaan hasil pembubutan CNC. dengan perubahan laju pemakanan (feeding).
2. Manfaat Teoritis
 - a. Sebagai masukan dan pertimbangan bagi perkembangan penelitian sejenis di masa yang akan datang.
 - b. Menjadi bahan pustaka bagi Program Studi Pendidikan Teknik Mesin Jurusan Pendidikan Teknik dan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Mesin Bubut CNC

Perkembangan teknologi komputer saat ini telah mengalami kemajuan yang sangat pesat. Komputer telah diaplikasikan kedalam alat-alat perkakas mesin diantaranya mesin bubut, mesin frais, mesin bor. Hasil perpaduan teknologi komputer dan teknologi mekanik inilah yang selanjutnya dinamakan mesin *CNC (Computer Numerikally Controlled)*. Mesin *CNC* tingkat dasar yang ada pada saat ini dibagi menjadi dua kelompok, yaitu Mesin *CNC Two Axis* atau yang lebih dikenal dengan Mesin Bubut (*Lathe Machine*) dan Mesin *CNC Three Axis* atau yang lebih dikenal dengan Mesin Frais (*Milling Machine*). *Axis* merupakan sistem persumbuan gerak koordinat pemakanan dalam proses pemesinan yang disimulasikan dengan mengikuti kaidah tangan kanan. Mesin bubut *CNC* secara garis besar dapat digolongkan menjadi dua yaitu mesin *CNC TU (Training Unit)* dan mesin *CNC PU (Production Unit)*.

Mesin bubut *CNC* adalah mesin perkakas yang dalam pengoperasian proses penyayatan benda kerja oleh pahat dibantu dengan kontrol numerik komputer atau *CNC (Computer Numerical Control)*. Format lembaran program dituliskan semua data untuk pengerjaan suatu benda kerja. Dibawah ini terlihat format lembar program.

Tabel 1. Siklus Pembubutan Memanjang.

N4	G84	X ± 43 U	Z ± 43 W	P0 ± 43 P2	D0 5 D2	D3 5	F 4
		[mm]	[mm]	[mm]	[μm]	[μm]	[μm/put] [mm/put]

(sumber: EMCO 1988)

Keterangan Pemograman:

- N : Nomor Blok
 G84 : Siklus Pembubutan Memanjang
 X,U : Harga Koordinat Sumbu Kontur
 Z, W : Absolut, Incremental
 P0 : Ukuran Titus (X,U)
 P2 : Ukuran Tirus (Z,W)
 D0 : Kelebihan Ukuran (X,U)
 D2 : Kelebihan Ukuran (Z,W)
 D3 : Pembagian Dalam Pemotongan
 F : Asutan

Pengertian singkat mesin CNC (*Computer Numerikally Controlled*) adalah suatu mesin yang sistim pengoperasiannya menggunakan program yang dikontrol langsung oleh komputer. Menurut Yufrizal A. 1993, program adalah “sejumlah urutan kode-kode perintah logis yang terdiri dari kombinasi (sambungan) simbol, huruf, dan angka, yang disusun dalam format bahasa tertentu yang dimengerti oleh MCU (*mechine control unit*) untuk membuat suatu produk atau komponen”.

Tabel 2. Fungsi dan kegunaan tombol masukan data dari fungsi G

Kelompok 0		G00: gerak cepat G01: interpolasi lurus G02: interpolasi melingkar searah jarum jam G03: interpolasi melingkar berlawanan jarum jam G04: tinggal diam G33: penguliran dengan blok tunggal
	*	

	* * * * *	G84: siklus pembubutan memanjang dan melintang G85: siklus penguliran G86: siklus pengaluran G87: siklus pemboran dengan pemutusan total G88: siklus pemboran dengan penarikan kembali
Kelompok 1	**	G96: kecepatan potong konstan G97: pemograman langsung jumlah putaran
Kelompok 2	**	G94: penentuan asutan dalam mm/menit (1/100 inchi/menit) G95: penentuan asutan dalam μ m/putaran (1/10000 inchi/putaran)
Kelompok 3	**	G53: penggeseran posisi 1 dan 2 batal G54: penggeseran posisi 1 G55: penggeseran posisi 2
Kelompok 4	*	G92: 1. Pembatasan jumlah putaran 2. Penentuan untuk pencatat pengeseran posisi 5
Kelompok 5	**	G56: pengeseran posisi 3, 4 dan batal 5 G57: pengeseran posisi 3 G58: pengeseran posisi 4 G59: pengeseran posisi 5
Kelompok 6	* *	G25: pemanggilan sub program G27: lompatan tanpa syarat
Kelompok 7	☐ ☐	G70: pemograman dalam inchi G71: pemograman dalam mm
Kelompok 8	**	G40: pembatalan koreksi jalan alat potong G41: koreksi jalan alat potong sebelah kiri G42: koreksi jalan alat potong sebelah kanan

(sumber: EMCO 1988)

Tabel 3. Fungsi dan kegunaan tombol masukan data dari fungsi M

Kelompok 0	*	M03: putaran sumbu utama searah jarum jam M04: putaran sumbu utama berlawanan jarum jam M05: sumbu utama berhenti M19: sumbu utama berhenti tepat
Kelompok 1	**	M38: berhenti tepat, aktif M39: berhenti tetap, batal
Kelompok 2	* * *	M00: berhenti terprogram M17: sub program berakhir M30: program berhenti dan kembali keawal
Kelompok 3	**	M08: pendingin hidup M09: pendingin mati
Kelompok 4		M25: alat pencekam membuka M26: alat pencekam menutup
Kelompok 5		M20: sumbu kepala lepas mundur M21: sumbu kepala lepas maju
Kelompok 6	**	M23: penangkap benda kerja mundur M24: penangkap benda kerja maju
Kelompok 7	☐ ☐	M50: pembatalan logik arah revolver pahat M51: pemilihan logik arah revolver pahat
Kelompok 8	☐ ☐	M52: pembatalan pintu pelindung tatal otomatis M53: pengaktifan pintu pelindung tatal otomatis

(sumber: EMCO 1988)

1. Mesin Bubut CNC ET120

Mesin bubut CNC ET120 adalah salah satu mesin CNC *two axis* merupakan mesin CNC PU (*production unit*) digunakan untuk produksi masal sehingga mesin dilengkapi dengan aksesoris yang lebih mahal. Seperti sistem chuck otomatis, pembuka pintu otomatis, pembuangan tatal dan lain-lain. Mesin berjalan secara otomatis sesuai dengan perintah program yang diberikan, sehingga dengan program yang sama mesin CNC dapat diperintahkan untuk mengurangi proses pelaksanaan program secara terus-menerus.

Karena dituntut untuk mampu membuat produk dengan kecepatan produksi yang tinggi dengan ketelitian dan kualitas yang maksimal digunakan dalam proses produksi untuk menghasilkan produk massal atau pembuatan komponen-komponen lainnya yang memerlukan tingkat ketelitian. Maka benda kerja yang rumit sekalipun dapat dibuat secara mudah dalam jumlah yang banyak dengan program yang sama tanpa mengulang membuat program baru. Selama ini pembuatan komponen suku cadang suatu mesin yang presisi dengan mesin perkakas manual tidaklah mudah, meskipun dilakukan oleh seorang operator mesin perkakas yang mahir sekalipun Penyelesaiannya memerlukan waktu yang lama.

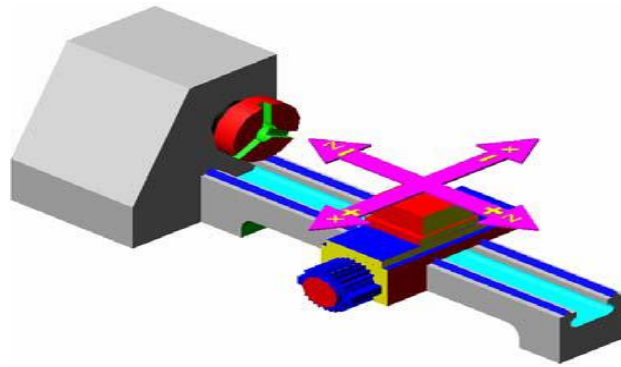


*Gambar 1. Mesin CNC (Computer Numerikally Controlled)
(Sumber: Laboratorium CNC,CAD, dan CAM)*

Sistem koordinat pada mesin bubut CNC adalah sistem koordinat kartesian dengan dua sumbu yaitu sumbu X, dan sumbu Z. Sistem koordinat mesin (*Machine Coordinate System*) tersebut bisa dipindah-pindah titik nolnya untuk kepentingan pelaksanaan seting, pembuatan program *CNC* dan gerakan pahat.

a. Prinsip Kerja Mesin Bubut *CNC ET120*

Secara umum mesin bubut CNC mempunyai prinsip gerakan dasar seperti seperti halnya mesin bubut konvensional dengan sistem koordinat *carthesius* (searah jarum jam) dengan dua sumbu yaitu sumbu X, dan sumbu Z. Sumbu X merupakan ukuran diameter benda kerja dan sumbu Z merupakan arah *longitudinal* benda kerja. Sistem koordinat pada mesin bubut CNC, positif dan negatifnya dapat dilihat pada gambar berikut:



*Gambar 2. Mekanisme arah gerakan Mesin Bubut.
(sumber: Emco 1988)*

Sistem koordinat mesin (*Machine Coordinate System*) tersebut bisa dipindah-pindah titik nolnya untuk kepentingan pelaksanaan seting, pembuatan program CNC dan gerakan pahat. Titik- titik nol yang ada pada mesin bubut CNC adalah titik nol Mesin (M), dan titik nol benda kerja (W). Pada mesin konvensional dalam proses produksi pergerakan mesin dikontrol oleh operator (manusia), sedangkan pada mesin bubut CNC ET120 proses produksi dikontrol komputer dengan bahasa numerik (perintah gerak yang menggunakan angka dan huruf), sehingga semua gerakan yang berjalan sesuai dengan program yang di berikan.

b. Bagian Utama Mesin Bubut CNC ET120

Secara garis konstruksi mesin bubut CNC tidak jauh beda dengan mesin bubut konvensional, yang membedakannya adalah pada mesin CNC terdapat seperangkat elektronika komputer yang berfungsi sebagai peng input program kedalam mesin. Adapun bagian-bagian utama mesin CNC ET120 terdiri dari hard ware dan shot ware dimana:

- 1) Hard ware merupakan perangkat keras yang terdapat pada mesin bubut CNC tersebut yaitu meliputi body mesin, bagian mekanik, elektrik, pneumatik.
- 2) Shot ware merupakan kumpulan kode-kode huruf dan angka yang dimasukan kedalam program CNC tersebut.

2. Parameter Pemotongan

a. Pengertian kecepatan potong (Cutting Speed)

Kecepatan potong adalah suatu harga yang diperlukan dalam menentukan kecepatan pada saat proses penyayatan atau pemotongan benda kerja. Harga kecepatan potong ditentukan oleh jenis alat potong dan jenis benda kerja yang dipotong. Kecepatan potong sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya kekerasan atau kekuatau bahan benda kerja, ukuran bagian tatal yang terpotong (dalam pemotongan dikali kecepatan pemakanan) tingkat kehalusan yang dikehendaki (penting untuk pemakanan) bahan pahat yang digunakan, bentuk pahat dan pencekam benda kerja.

Kecepatan potong (*cutting speed*) adalah jarak yang ditempuh dalam *feet* oleh setiap benda kerja yang bergerak berputar melewati ujung mata potong pahat dalam waktu satu menit (diukur pada keliling dari benda kerja). Dengan kata lain kecepatan potong adalah sama dengan panjang tatal, diukur dalam *feetding* yang dihasilkan oleh pahat dalam memotong atau menyayat benda kerja yang berputar dalam satu menit. Dari pengertian diatas maka harga kecepatan potong ini

dinyatakan dalam *feed* permenit (ft/menit). (Yufrizal. A, 1993 : 53).

Dalam menentukan harga kecepatan potong yang akan dipakai dalam penyayatan suatu benda, mestilah mempertimbangkan faktor-faktor meliputi antara lain sebagai berikut :

- 1) Jenis material pahat bubut
- 2) Jenis material benda kerja
- 3) Ukuran dan kondisi mesin bubut
- 4) Kecepatan pemakanan (pekerjaan kasar atau *finishing*)
- 5) Dalamnya pemotongan
- 6) Penyayatan menggunakan cairan pendingin atau tidak.

Kecepatan potong adalah kecepatan keliling benda kerja dengan satuan (mm/min). Adapun rumus dasar untuk menentukan kecepatan potong adalah:

$$v_c = \frac{\pi \times d \times n}{1000} \text{ mm/menit}$$

Dimana:

V_c = Kecepatan potong (m/menit).

d = Diameter benda kerja (mm).

n = Jumlah putaran tiap menit.

$\pi = 3,14$ mm.

(Sumber: Wirawan Subondo, 2008)

Harga kecepatan potong ini dipengaruhi oleh beberapa faktor di antaranya:

- 1) Bahan benda kerja atau jenis material.

Semakin tinggi kekuatan bahan yang dipotong, maka harga kecepatan potong semakin kecil.

- 2) Jenis alat potong (Tool).

Semakin tinggi kekuatan alat potongnya semakin tinggi pula kecepatan potongnya.

- 3) Besarnya kecepatan penyayatan / asutan.

Semakin besar jarak asutan, maka harga kecepatan potong semakin kecil.

- 4) Kedalaman penyayatan/pemotongan.

Semakin tebal penyayatan, maka harga kecepatan potong semakin kecil.

Jumlah putaran sumbu utama dapat ditentukan dengan menggunakan rumus:

$$n = \frac{v_c \times 1000}{\pi d} \text{ put/menit}$$

Di mana:

V_c = Kecepatan potong (m/menit).

d = Diameter benda kerja (mm).

n = Jumlah putaran tiap menit (rpm)

$\pi = 3,14$ mm.

(Sumber: Wirawan Subondo, 2008)

Menurut Syamsir (1989):“kualitas permukaan potong tergantung pada kondisi pemotongan, misalnya kecepatan potong rendah dengan *feed* dan *depth of cut* yang besar akan menghasilkan permukaan kasar (*roughing*) sebaliknya kecepatan potong tinggi dengan *feed* dan *depth of cut* kecil menghasilkan permukaan yang halus”.

b. Kecepatan Putaran (*Spindle Speed*)

Kecepatan putaran (*Spindle Speed*) merupakan banyaknya putaran gerakan spindel utama berputar dalam satu menit. Pemakaian kecepatan putaran yang tepat pada proses pembubutan akan memperpanjang umur pahat dan meningkatkan efesiensi pembubutan. Untuk menentukan harga kecepatan putaran mesin tergantung pada material pahat, benda kerja dan diameter benda kerja. Cara menentukan kecepatan putaran mesin bubut dapat digunakan persamaan beriku:

Kecepatan putaran spindel jika benda kerja dalam satuan inchi. Kecepatan potong pahat dalam hal ini diambil dalam satuan ft/mnt. Maka kecepatan putaran mesin bubut adalah :

$$n = \frac{Cs \times 12}{\pi \times D} \text{ (rpm)}$$

Keterangan :

n = Putaran mesin bubut (Rpm)

Cs = Kecepatan potong (ft/mnt)

D = Diameter benda kerja (inchi)

(Sumber: Syafriedi, Dkk, 2008:28)

c. Kecepatan Pemakanan (*Feeding*)

Kecepatan pemakanan (*feeding*) adalah jarak yang di tempuh oleh ujung mata potong pahat menyayat benda kerja bergerak longitudinal sepanjang bed setiap putaran mesin. Dalam prakteknya feeding dapat dilakukan dengan cara:

1) Manual *feeding*

Merupakan gerak laju pemakanan dimana pahat menyayat benda kerja tidak secara otomatis (pahat digerak kana secara manual dengan memutar handel penggerak eretan). Umumnya *feeding* lambat baik untuk pemotongan kasar dan berat sedangkan *feeding* cepat untuk pemotongan ringan *finishing*.

2) Otomatis *feeding*

Otomatis *feeding* merupakan gerak laju pemakanan pahat menyayat benda kerja, dimana pahat tersebut dalam menyayat benda kerja bergarak secara otomatis (gerak eretan sepanjang bed berasal dari gerak putaran motor mesin yang di transmisikan melalui sabuk, roda gigi, dan sumbu transportir ke eretan). Oleh karena itu pengukuran *feeding* dinyatakan dalam ft/putaran (ft/rev) atau mm/putaran (mm/rev) dapat juga dirubah kedalam feed/menit (ft/mnt) atau mm/menit (mm/mnt). Adapun persamaan untuk menentukan harga feeding tersebut dapat dengan cara:

a) *Feeding* per putaran (ft/rev)

Berdasarkan jenis mesin *feeding* langsung dihubungkan dengan kecepatan putaran melalui roda kerucut mesin, jika putaran mesin bertambah maka *feeding* juga bertambah untuk menentukan harga *feeding* yang digunakan bagi jenis mesin yang berdasarkan perbandingan putaran ini dapat digunakan persamaan:

$$vf = \frac{f}{n} \text{in/put atau mm/put}$$

Dimana:

frev : Feeding per putaran (In/Put Atau Mm/Put)

fmnt : Feeding per menit (in/mnt atau mm/mnt)

rpm : Kecepatan putaran spindel (rpm)

(sumber: B. Sentot Wijanarka, 2012)

b) *Feeding* per menit (ft/mnt)

Feeding per menit merupakan salah satu metode untuk menentukan kecepatan gerak meja mesin (bed) dalam penyayatan *feeding*, yang diukur dalam in/mnt atau mm/mnt. *Feeding* tidak tergantung pada kecepatan, masing-masing memiliki tenaga penggerak sendiri, jika putaran bertambah *feeding* tidak akan bertambah *feeding* telah diatur (diset).

Kemudian untuk menghitung kecepatan makan dari suatu proses pembentukan benda kerja pada mesin bubut menggunakan persamaan:

$$vf = f \times n$$

Dimana:

vf = Kecepatan makan (mm/menit)

f = Gerak makan (mm/r)

n = Kecepatan putar (rpm)

(sumber: B. Sentot Wijanarka, 2012)

B. Bahan Mata Pahat

Diperlukan bahan pahat yang lebih keras dari pada benda kerja, sehingga proses penyayatan mempunyai keunggulan tertentu untuk menghasilkan kualitas benda kerja yang baik. Keunggulan bahan pahat dapat dicapai dengan baik apabila bahan pahat yang digunakan memperhatikan berbagai segi sebagai berikut:

1. Kekerasan, mempunyai kekerasan yang cukup tinggi melebihi kekerasan benda kerja tidak saja pada temperatur ruang melainkan juga pada temperatur tinggi pada saat pembubutan berlangsung.
2. Keuletan, mempunyai keuletan yang cukup besae untuk menahan benda kerja yang terjadi pada saat pembubutan sewaktu pemotongan benda kerja.
3. Ketahanan beban kejut termal, diperlukan bila terjadi perubahan temperatur yang cukup besar secara berkala atau priodik.

4. Sifat adesi rendah. Untuk mengurangi afiliasi benda kerja terhadap pahat, mengurangi laju keausan serta penurunan gaya pemotongan.

Bahan pahat yang digunakan sebagai alat potong adalah sebagai berikut:

1. Baja karbon (baja perkakas),

Baja perkakas adalah baja berkadar karbon 0,5 sampai 1,5% tanpa unsur lain atau dengan prosentase unsur lain rendah 2% Mn, W, Cr agar kekerasan yang cukup tinggi. Bahan ini yang termurah dari bahan lain, sifat kekerasannya paling rendah, pada suhu 250°C kekerasan bahan ini telah berkurang, maka bahan ini tidak sesuai untuk kecepatan potong tinggi.

2. Baja Paduan (*Alloy Tool Steel*),

Baja paduan adalah baja karbon ditambah dengan unsur paduan yang lain seperti: chrom, vanadium, molibden. Kekasarannya baru berkurang pada suhu 700°C sehingga cocok pada kecepatan potong sedang. Ada dua macam baja paduan yaitu baja paduan tinggi dan baja paduan rendah kemampuan potongnya disebabkan oleh paduan tungsten dan chrom pada 0,7% karbon, sedangkan paduan vanadium memperbaiki struktur butiran dan meningkatkan kemampuan menerima beban hantakan.

3. Logam paduan tuang (*Cast Alloy*),

Paduan ini terutama mengandung chrom, cobalt, dan wolfram. Bahan ini tahan pada suhu 760°C dan kecepatan potongnya 50-70 lebih cepat dari HSS, bahan ini mempunyai kecepatan potong tinggi, tahan aus, tapi rapuh dan tidak sekeras HSS. Bahan ini dibuat dengan bentuk lempengan kecil-

kecil hasil tuangan, lempengan kecil-kecil itu dipasang pada batang baja menggunakan bahan solder kuningan.

4. Karbida (*Cemented Carbida*)

Karbida dihasilkan dari campuran bubuk logam tungsten, titanium, dengan suatu bahan perekat melalui proses sintering dalam tungku atmosfer hidrogen pada temperatur 1550°C . Perkakas karbida yang mengandung 94% wolfram carbide dan 6% cobalt sesuai digunakan untuk memotong besi cor dan semua bahan kecuali baja. Khusus untuk memotong baja, karbida yang digunakan mengandung 82% tungsten carbide, 10% titanium, 8% cobalt dengan kekerasan 75-90 HR. Sifat karbida adalah kekerasan yang tinggi tetapi rapuh, cocok untuk pemotongan kecepatan tinggi pada suhu 900°C kekerasannya masih cukup baik sehingga baik untuk kecepatan potong tinggi dan permukaan yang dihasilkan sangat halus.

Baja ini tidak dapat dipakai pada pembubutan benda kerja dengan penyayatan berubah-ubah dan mendadak, misalnya benda kerja yang berlubang-lubang dan mendadak, misalnya benda kerja yang berlubang-lubang atau membubut benda kerja segi empat menjadi bulat karna pahat akan mendapat tekanan yang selalu berubah-ubah dan tiba-tiba maka pahat akan retak atau pecah. Ada dua paduan karbida:

- a. Karbida tungsten digunakan untuk mengerjakan bahan besi tuang dan logam non fero.

- b. Karbida titanium digunakan untuk mengerjakan bahan-bahan baja.
(Dalam hal ini peneliti menggunakan karbida titanium dalam pengerjaan pembubutan rata pada baja EMS45).

5. HSS (baja cepat/ high stainless steel)

HSS adalah baja perkakas paduan yang mengandung unsur-unsur paduan seperti tungsten, cobalt, chromonium. HSS adalah baja paduan yang sangat keras dan tahan aus tahan suhu tinggi sampai 600⁰C kekasarannya belum menurun. HSS ada dua kelompok:

- a. HSS group M, group ini mempunyai paduan utama molybdenum atau dikenal dengan HSS M1.
- b. HSS group T, group ini mempunyai paduan utama tungsten atau dikenal dengan HSS T1.

6. Keramik

Dihasikan dari campuran alumunium oksida dengan paduan sedikit titanium atau magnesium oksida dengan bahan perekat yang dibentuk dalam cetakan melalui proses pemanasan. Kecepatan potongnya dua kali lebih cepat dari pada karbida. Sifat pahat keramik adalah sangat keras, rapuh, tahan aus, dan cocok untuk kecepatan potong tinggi. Keramik biasanya digunakan pada proses permesinan semi finishing dan finishing pada benda kerja besi tuang atau logam keras lainnya.

7. Intan (diamond)

Digunakan untuk pekerjaan benda-benda yang membutuhkan kecepatan tinggi dan permukaan yang sangat baik. Pahat ini bersifat sangat kuat, dan tahan aus, kecepatan potong untuk pahat ini sangat tinggi.

C. Baja EMS 45

Baja adalah campuran besi dan karbon, dengan kandungan karbon maksimum 2%. kandungan karbon terjadi dalam wujud karbid besi, sehingga meningkatkan kekerasan baja. Baja merupakan paduan besi dan karbon yang dapat berisi konsentrasi dari elemen campuran lainnya. Ada ribuan campuran logam lainnya yang mempunyai komposisi berbeda. Sifat mekanis dari baja sangat sensitif terhadap kandungan karbon, yang mana secara normal kurang dari 2%.

1. Baja karbon

Baja karbon dapat diklasifikasikan berdasarkan jumlah kandungan karbonnya. Yang terdiri atas tiga macam, yaitu baja karbon rendah, sedang, dan tinggi. Pengelompokan baja menurut kadar karbonnya:

a. Baja Karbon Rendah (*Low carbon steel*)

Amanto dan Daryanto (2003: 33), mengemukakan, baja ini disebut baja lunak (*mild steel*), baja karbon rendah bukan baja yang keras, karena kandungan karbonnya rendah kurang dari 0,3%.

b. Baja Karbon Sedang (*Medium carbon steel*)

Menurut Daswarman (2012: 51), “Baja karbon sedang memiliki konsentrasi karbon antara 0.30% karbon sampai dengan 0.83% karbon”.

Untuk meningkatkan sifat-sifat mekaniknya, baja ini dapat diberi perlakuan panas berupa, *hardening*, *tempering*, *annealing*, *normalizing* dan lain-lain. Material jenis ini memiliki *hardenability* (mampu keras) yang sedang. Sehingga dibutuhkan kombinasi antara kekuatan tinggi, ketahanan aus, dan ketangguhan. Berdasarkan jumlah karbon yang terkandung dalam baja, maka baja karbon ini dapat digunakan untuk alat-alat sebagai berikut:

- 1) Baja karbon yang mengandung 0,40 % karbon dapat digunakan untuk keperluan industri kendaraan misalnya untuk membuat baut-baut, mur, poros engkol, dan batang torak.
- 2) Baja karbon yang mengandung 0,50 % karbon dapat digunakan untuk membuat roda gigi, palu, dan alat-alat penjepit.
- 3) Baja karbon yang mengandung 0,55 % - 0,60 % karbon dipergunakan untuk membuat pegas-pegas.

c. Baja Karbon Tinggi (*High Carbon Steel*)

Daswarman (2012: 52) mengemukakan, "Baja karbon tinggi memiliki kandungan karbon antara 0,83 % sampai dengan 2,0 % karbon, dimana setiap satu ton baja karbon tinggi mengandung karbon antara 7 – 20 kg". Baja karbon ini banyak dipergunakan untuk pekerjaan-pekerjaan yang mengalami panas. Baja Karbon ini dapat digunakan untuk:

- 1) Baja karbon yang mengandung kira-kira 0,95% karbon dapat digunakan untuk keperluan pembuatan pegas-pegas, alat-alat perkakas, palu gergaji dan pahat potong.

- 2) Baja karbon mengandung 1% - 1,5% karbon dapat dipergunakan untuk pembuatan kikir, daun gergaji peluru, peluru, dan bantalan.

Tabel 4. Klasifikasi Baja Karbon

Jenis dan Kelas		Kadar karbon (%)	Kekuatan luluh (kg/mm ²)	Kekuatan tarik (kg/mm ²)	Perpanjangan (%)	Kekerasan Brinell	Penggunaan
Baja karbon rendah	Baja lunak khusus	0,08	18 – 28	32 - 36	40 – 30	95 –100	Pelat tipis
	Baja sangat lunak	0,08-0,12	20 – 29	36 - 42	40 – 30	80 –120	Batang kawat
	Baja lunak	0,12-0,20	22 – 30	38 - 48	36 – 24	100 –130	
Baja karbon sedang	Baja setengah lunak	0,20-0,30	24 – 36	44 - 55	32 – 22	112-145	Konstruksi umum
	Baja setengah Keras	0,30-0,40	30 – 40	50 - 60	30 – 17	140 -170	Komponen Mesin
	Baja keras	0,40-0,50	34 – 46	58 - 70	26 – 14	160 -200	Perkakas, Rel, pegas
Baja karbon tinggi	Baja sangat keras	0,50-0,80	36 – 47	65 - 100	20 – 11	180 – 235	Dan kawat piano

(Sumber: Harsono Wiryosumarto, 2008: 90)

Dari klasifikasi yang dijelaskan diatas maka baja *EMS45* dapat dikategorikan dalam baja karbon sedang. Baja *EMS45* adalah baja yang mengandung karbon 0,48%. Untuk kandungan silikon 0,3%, kadar mangan 70%. Untuk suhu dari proses *anealling* (*Anealling Temperature*) sekitar 680⁰C-710⁰C, untuk kekerasan setelah proses *anelling* (*Hardness After Anealling*) sekitar 910⁰C, kemudian untuk suhu kekerasan (*Hardness Temperature*) sekitar 800⁰C-830⁰C.

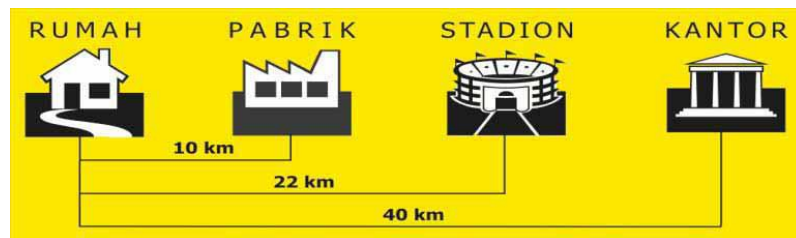
Dilihat dari kegunaan baja *EMS45* yang dijelaskan diatas yaitu sebagai alat-alat perkakas, baut, poros engkol, roda gigi, ragum, pegas dan lain sebagainya, maka dalam pengerjaan pemesinan memerlukan kualitas permukaan yang baik. Sehingga dalam penelitian ini dipilih bahan baja *EMS45*.

D. Pemrograman Mesin CNC

Pemrograman adalah suatu urutan perintah yang disusun secara rinci tiap blok per blok untuk memberikan masukan mesin perkakas *CNC* tentang apa yang harus dikerjakan. Untuk menyusun pemrograman pada mesin *CNC* diperlukan:

1. Sistem Absolut

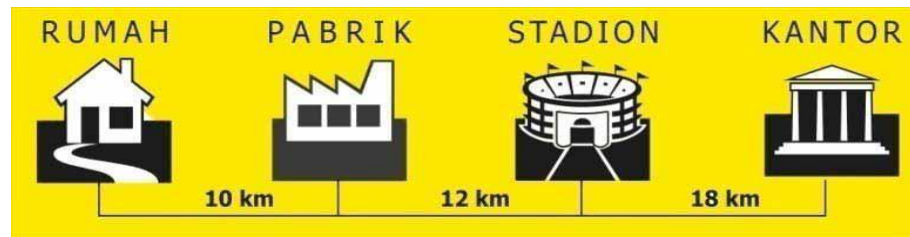
Pada sistem ini titik awal penempatan alat potong yang digunakan sebagai acuan adalah menetapkan titik referensi yang berlaku tetap selama proses operasi mesin berlangsung.



*Gambar 3. Skema Metode Absolut
(Sumber : Widarto,dkk. 2008: 341)*

2. Sistem Incremental

Adalah suatu metode pemrograman dimana titik referensinya selalu berubah, yaitu titik terakhir yang dituju menjadi titik referensi baru untuk ukuran berikutnya.

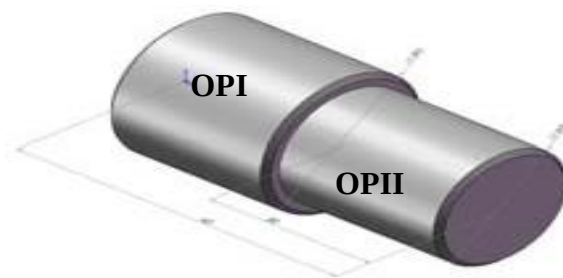


Gambar 4. Sekema Metode Incremental
(Sumber : Widarto,dkk. 2008: 341)

E. Proses Pembubutan

Proses pemotongan logam merupakan suatu proses yang digunakan untuk mengubah bentuk suatu produk dari logam (komponen mesin) dengan cara memotong, mengupas, atau memisah. Proses pemotongan yang menggunakan mesin perkakas disebut juga proses permesinan (*machining process*). Proses pembubutan (*turning*) adalah proses permesinan dengan menggunakan sebuah pahat potong tunggal (*single point cutting tool*) untuk memindahkan material dari permukaan benda kerja silinder yang berputar.

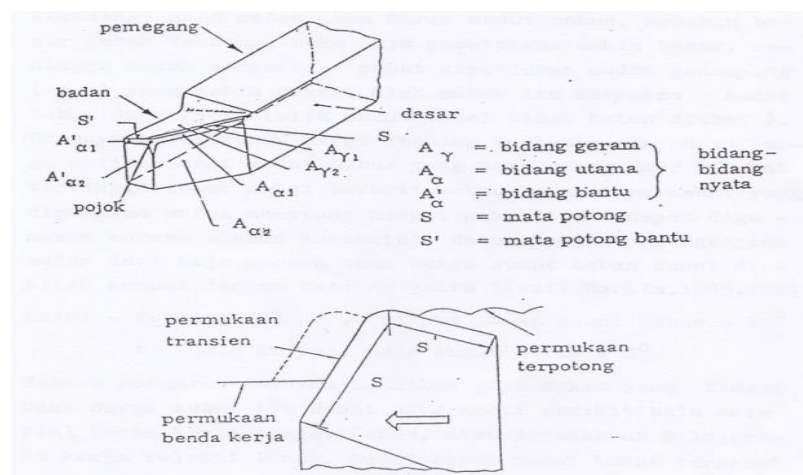
Dalam proses pembubutan terlebih dahulu kita persiapkan rencana gambar lengkap dengan dimensi spesimen/materialnya. Untuk selanjutnya lebih jelas proses pengerjaannya akan dibagi menjadi 2 bagian proses pengerjaan yaitu proses operasi I (OP I) untuk variasi *feeding* rpm tetap dan proses operasi II (OP II) variasi rpm *feeding*.



Gambar 5. Pembagian Proses Pengerjaan
Sumber: (A. Zubaidi, I. Syafa'at, Darmanto: 42)

Pada saat proses pembubutan, benda kerja dicekam dan dipasang pada ujung poros utama (*spindel*). Setelah benda kerja berputar pada sumbunya, kemudian pahat akan bergerak searah sumbu benda kerja sehingga terjadi kontak antara mata pahat dan benda kerja. Gerak makan adalah jarak yang ditempuh pahat pada setiap putaran benda kerja, dengan gerakan ini maka akan mengalir geram yang dihasilkan.

Bagian-bagian serta penamaan (*Nomenclature*) dari alat potong yang digunakan pada proses bubut dijelaskan pada Gambar 6. Radius pahat potong menghubungkan sisi dengan ujung potong (*Cutting Edge*) yang berpengaruh terhadap umur pahat, gaya radial, dan hasil permukaan akhir. Ada beberapa parameter utama diantara lain kecepatan spindle (*Spindel Speed*, kedalaman pemakaman (*depth of cut*), kecepatan pemakaman (*feeding*), kecepatan potong (*cutting speed*), yang berpengaruh terhadap gaya potong, peningkatan panas, keausan, dan keutuhan permukaan benda kerja yang dihasilkan.



Gambar 6. Pahat Bubut dan Bagiannya
Sumber: (Yufrizal. A, 1993:22)

F. Kekasaran Permukaan

Salah satu karakteristik *geometris* yang ideal dari suatu komponen adalah permukaan yang halus. Dalam prakteknya memang tidak mungkin untuk mendapatkan suatu komponen dengan permukaan yang betul-betul halus. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor, misalnya faktor manusia (operator) dan faktor-faktor dari mesin-mesin yang digunakan untuk membuatnya. Akan tetapi, dengan kemajuan teknologi terus berusaha membuat peralatan yang mampu membentuk permukaan komponen dengan tingkat kehalusan yang cukup tinggi menurut standar ukuran yang berlaku dalam metrologi yang dikemukakan oleh para ahli pengukuran *geometris* benda melalui pengalaman penelitian.

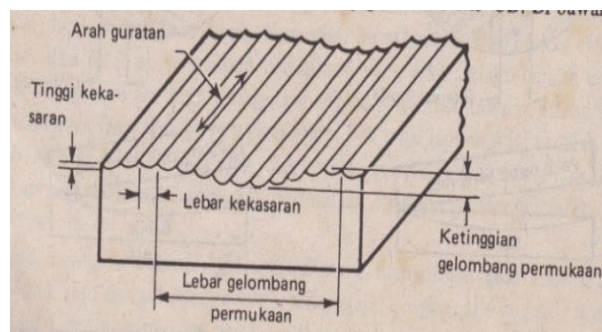
Tingkat kehalusan suatu permukaan memegang peranan yang sangat penting dalam perencanaan suatu komponen mesin khususnya yang menyangkut masalah gesekan pelumasan, keausan, tahanan terhadap kelelahan dan sebagainya. Oleh karena itu, dalam perencanaan dan pembuatannya harus dipertimbangkan terlebih dulu mengenai peralatan mesin yang mana harus digunakan untuk membuatnya serta berapa ongkos yang harus dikeluarkan. Agar proses pembuatannya tidak terjadi penyimpangan yang berarti maka karakteristik permukaan ini harus dapat dipahami oleh perencana lebih-lebih lagi oleh operator. Komunikasi karakteristik permukaan biasanya dilakukan dalam gambar teknik.

Pada saat ini telah dikembangkan berbagai alat untuk mengukur kekasaran permukaan. Mulai dari yang manual sampai yang otomatis, dari alat

dengan menggunakan jarum sampai sensor. Hasil pengukuran dari alat tersebut ada yang telah berupa harga kekasaran rata-rata permukaan dan ada pula yang berupa harga kekasaran rata-rata permukaan dan dilengkapi dengan grafik kekasaran permukaan tersebut.

Cara yang paling mudah adalah membandingkan secara visual dengan standar yang telah ada. Cara lain yaitu pengukuran langsung ke dalam goresan dengan interferensi cahaya dan pengukuran besar bayangan yang ditimbulkan oleh goresan pada permukaan. Cara yang paling umum digunakan adalah penggunaan jarum intan untuk menjajaki permukaan yang diperiksa dan mencatat rekaman yang telah diperbesar (B.H. Amstead, dalam buku terjemahan Sriati Djaprie, 1979:172)

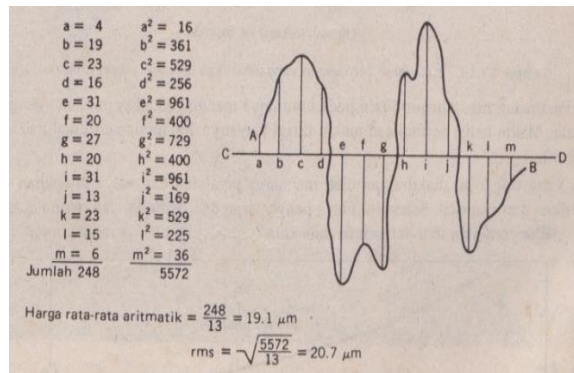
Untuk mengukur kekasaran permukaan dan karakteristik permukaan telah dikembangkan beberapa standar, standar internasional (ISO R468) dan standar American Standards Association (ASA B 46,1 – 1962), yang membahas kekasaran permukaan seperti tinggi, lebar, dan arah pola permukaan.



Gambar 7. Karakteristik permukaan dan lambang penandaan nilai maksimal(Sumber. B.H. Amstead, 1979:272)

Pada alat pengukuran kekasaran dapat dibaca harga rata-rata *aritmatis* (R_a) atau harga kuadrat rata-rata (rms). Penyimpangan ketinggian rata-rata

terdapat garis referensi (CD). Pada gambar 4 diperlihatkan perbedaan yang mungkin terjadi akibat cara pengukuran yang berbeda. Permukaan dengan kekasaran rata-rata yang sama pada hakekatnya dapat berbeda karena ketinggian, jumlah puncak dan lembah serta lebarnya pun dapat berbeda.



Gambar 8. Hubungan antara harga rata-rata aritmatik dengan akar kuadrat rata-rata yang digunakan sewaktu penentuan kekasaran (Sumber. B.H. Amstead, 1979:273)

Seperti halnya toleransi ukuran (lubang dan poros), harga kekasaran rata-rata aritmatika (R_a) juga mempunyai harga toleransi kekasaran. Masing-masing harga kekasaran mempunyai kelas kekasaran yaitu N1 sampai N12.

Tabel 5. Toleransi harga kekasaran rata-rata R_a (Sumber : ISO – 1302, 2001)

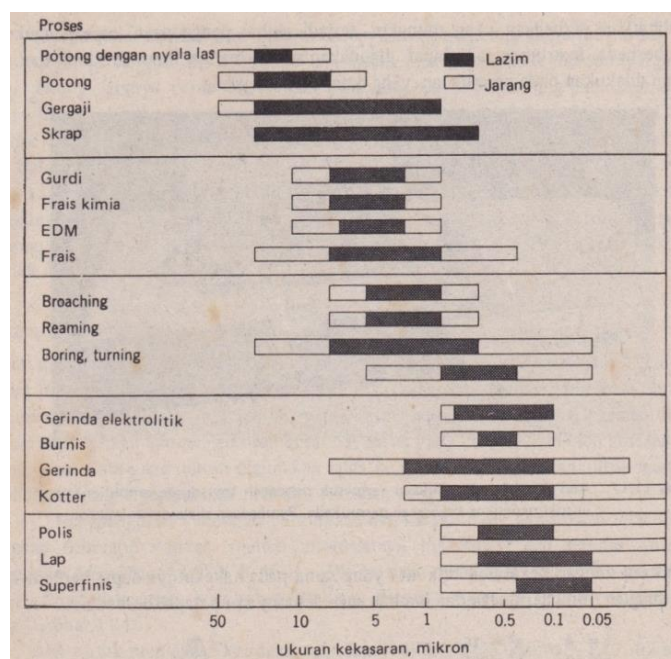
Kelas kekasaran	Harga C.L.A (μm)	Harga R_a (μm)	Toleransi $N_{-25\%}^{+50\%}$	Panjang Sampel (mm)
N1	1	0.0025	0.02 – 0.04	0.08
N2	2	0.05	0.04 – 0.08	
N3	4	0.0	0.08 – 0.15	0.25
N4	8	0.2	0.15 – 0.3	
N5	16	0.4	0.3 – 0.6	
N6	32	0.8	0.6 – 1.2	
N7	63	1.6	1.2 – 2.4	
N8	125	3.2	2.4 – 4.8	0.8
N9	250	6.3	4.8 – 9.6	
N10	500	12.5	9.6 – 18.75	2.5
N11	1000	25.0	18.75 – 37.5	
N12	2000	50.0	37.5 – 75.0	8

Toleransi harga kekasaran rata-rata Ra dari suatu permukaan tergantung pada proses pengerjaan. Hasil penyelesaian permukaan dengan menggunakan mesin gerinda sudah tentu lebih halus dari pada dengan menggunakan mesin bubut.

Tabel 6. Tingkat kekasaran rata-rata permukaan menurut proses pekerjaan

Proses Pengerjaan	Selang (N)	Harga Ra
<i>Flat and cylindrical lapping</i>	N1 – N4	0.025 – 0.2
<i>Superfinishing diamond turning</i>	N1 – N5	0.025 – 0.8
<i>Flat cylindrical grinding</i>	N1 – N8	0.025 – 3.2
<i>Finishing</i>	N4 – N8	0.1 – 3.2
<i>Face and cylindrical turning, milling and reaming</i>	N5 – N12	0.4 – 50.0
<i>Drilling</i>	N7 – N10	1.6 – 12.5
<i>Shaping, planing, horizontal milling</i>	N6 – N12	0.8 – 50.0
<i>Sandcasting and forging</i>	N10 – N11	12.5 – 25.0
<i>Extruding, cold rolling, drawing</i>	N6 – N8	0.8 – 3.2
<i>Die casting</i>	N6 – N7	0.8 – 1.6

(Sumber: ISO – 1302,2001)



Gambar 9. Kekasaran permukaan yang dihasilkan berbagai proses produksi(Sumber. Austead, 1993:274)

Permukaan adalah suatu batas yang memisahkan benda padat dengan sekitarnya. Profil atau bentuk yang dikaitkan dengan istilah permukaan mempunyai arti tersendiri yaitu garis hasil pemotongan secara normal atau serong dari suatu penampang permukaan. Kekasaran terdiri dari ke tidak teraturan tekstur permukaan benda pada umumnya mencakup ke tidak teraturan yang diakibatkan oleh perlakuan selama proses produksi. Tekstur permukaan adalah pola dari permukaan yang menyimpang dari suatu permukaan nominal. Kekasaran permukaan (*Surface Roughness*) dibedakan menjadi dua, yaitu:

1. *Ideal Surface Roughness*

Ideal surface roughness adalah kekasaran ideal (terbaik) yang biasa dicapai dalam suatu proses permesinan dengan kondisi ideal. Faktor-faktor yang mempengaruhi kekasaran ideal di antaranya:

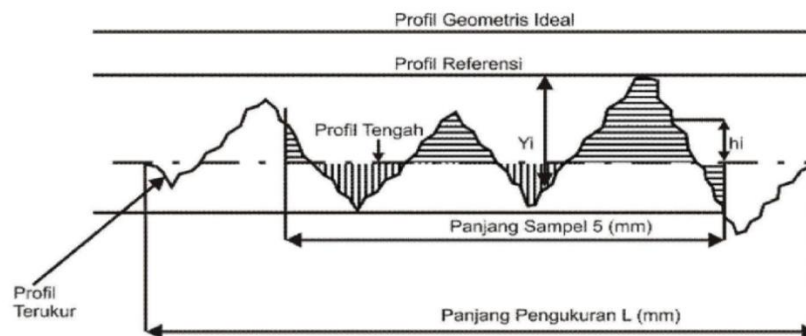
- a. Getaran yang terjadi pada mesin.
- b. Ketidak tepatan gerakan bagian-bagian mesin.
- c. Ketidak teraturan feed mechanism.
- d. Adanya cacat pada material.
- e. Gesekan antara chip dan material

2. *Natural Surface Roughness*

Natural surfaceroughness adalah kekasaran alamiah terbentuk dalam proses permesinan karena adanya berbagai faktor yang mempengaruhi proses permesinan tersebut.

a. Parameter kekasaran permukaan

Sebelum jauh melangkah ke parameter kekasaran perlu diketahui terlebih dahulu tentang profil yang penting seperti yang terlihat pada gambar berikut ini :



Gambar 10. Posisi Profil Referensi, Profil Tengah, dan Profil Alas terhadap Profil Terukur untuk Satu Panjang Sampel
(Taufiq Rochim, 2001:5)

b. Profil kekasaran permukaan terdiri dari:

- 1) Profil geometrik ideal ialah profil permukaan yang sempurna dapat berupa garis lurus, lengkung atau busur.
- 2) Profil terukur (measured profil), merupakan profil permukaan terukur.
- 3) Profil referensi adalah profil yang digunakan sebagai acuan untuk menganalisa ke tidak teraturan konfigurasi permukaan.
- 4) Profil akar/alas yaitu profil referensi yang digeserkan ke bawah sehingga menyinggung titik terendah profil terukur.
- 5) Profil tengah adalah profil yang digeserkan ke bawah sedemikian rupa sehingga jumlah luas bagi daerah-daerah diatas profil tengah sampai profil terukur adalah sama dengan jumlah luas daerah-daerah di bawah profil tengah sampai ke profil terukur.

Kekasaran permukaan merupakan hasil proses manufaktur. Perbedaan proses manufaktur akan menghasilkan kekasaran permukaan yang berbeda. Demikian pula material perkakas potong, parameter proses manufaktur dan pengerjaan akhir ikut menentukan kualitas permukaan material. Kekasaran permukaan dapat menjadi inisiasi retakan terutama ketika material tersebut menerima pembebanan berulang dan berfluktuasi. Spesimen dengan permukaan yang halus memiliki umur lelah material yang lebih lama

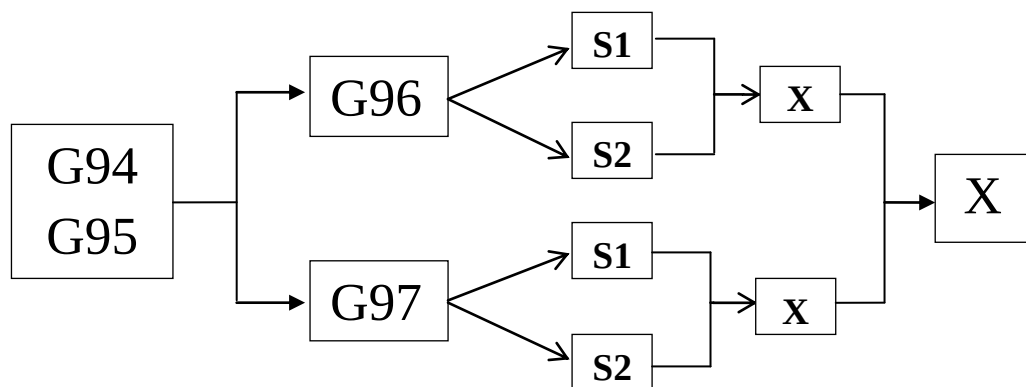
G. Kerangka Konseptual

Sebelum proses pembubutan, terlebih dahulu dilakukan pemotongan benda kerja sesuai dengan dimensi perencanaan serta melakukan perhitungan nilai *feeding* yang akan divariasikan. Setelah pemotongan kemudian melakukan setting benda kerja dan pahat pada mesin bubut *CNC ET120*. Selanjutnya dilaksanakan proses pembubutan benda kerja sebelum proses pembubutan. Setelah di peroleh nilai *feeding*, kemudian melakukan setting benda kerja dan pahat pada mesin bubut *CNC ET120*. Selanjutnya di laksanakan proses pembubutan benda kerja.

Setelah proses pengujian selesai dan selanjutnya adalah memepersiapkan meterial untuk diproses pembubutan baik dengan variasi *feeding* dengan mm/mnt maupun dengan variasi mm/put dengan *cutting speed* yang di tetapkan dan kemudian baru proses pengambilan data dengan mengukur tingkat kekasaran permukaan. Apabila faktor-faktor yang lain seperti bahan yang dikerjakan, pendinginan pada proses pengerjaan mesin dalam kondisi yang baik

maka hasil pembubutan akan memuaskan. Dan sebagai pedoman dalam menentukan arah penelitian dilihat pada diagram berikut:

Berdasarkan uraian tersebut dapat ditentukan paradigma penelitian yang akan diuji sebagai berikut :



Gambar 11. Kerangka Konseptual

Keterangan :

G94,G95 = Variasi Feeding

G96 = Nilai *cuting speed* constan

G97 = Nilai *cuting speed* jumlah putaran

X = Hasil Kekasaran Permukaan

S1,S2 = Spesimen Uji

F. Pertanyaan Penelitian

1. Bagaimana perbandingan harga kekasaran permukaan logam hasil pembubutan rata dengan variasi *feeding* (G94 dan G95) menggunakan variasi *cutting speed* (G96 dan G97) pada material baja EMS45?
2. Parameter manakah yang menghasilkan harga kekasaran permukaan yang menghasilkan nilai maksimal dan minimal pada proses pembubutan dengan variasi *feeding* (G94 dan G95)?

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian kualitas kekasaran permukaan yang dilakukan dengan variasi *feeding* G94/G95 menggunakan *cuting speed* G96/G97 pada baja EMS45. Maka penulis dapat menyimpulkan hasil yang berbanding terbalik antara *cuting speed* G96 dan G97 dikarenakan oleh :

1. Perbandingan kekasaran dengan variasi *feeding* G94/G95 dengan *cuting speed* G96 (kecepatan potong *constan*). Dari hasil yang diperoleh harga kekasaran rata-rata penggunaa variasi *feeding* G95 lebih rendah (baik), dari pada harga kekasaran rata-rata dengan variasi *feeding* G94. Dengan tingkat nilai kekasaran yang sama yaitu **N8**.
2. Hasil pengujian kekasaran dengan variasi *feeding* G94/G95 dengan *cuting speed* G97 (kecepatan potong *constan* jumlah putaran). Dalam hal ini variasi *feeding* G94 menghasilkan nilai rata-rata kekasaran permukaan yang lebih rendah dibandingkan dengan nilai kekasaran yang diperoleh dari proses pembubutan yang menggunakan variasi *feeding* G95. Dengan tingkat nilai kekasaran yang yaitu **N8**.

Semakin tinggi nilai *feeding* pada proses pembubutan, maka nilai rata-rata kekasaran permukaan yang diperoleh semakin rendah bila dibandingkan dengan harga rata-rata kekasaran hasil pembubutan yang menggunakan nilai *feeding* yang rendah.

B. Saran

Berdasarkan hasil pembahasan yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan, maka disarankan hal-hal sebagai berikut:

1. Untuk penelitian selanjutnya yang sejenis sangat baik kalau dianalisa faktor-faktor atau variabel-variabel lain yang mempengaruhi tingkat kehalusan permukaan pada proses pembubutan baja EMS45 dengan mesin CNC-ET120.
2. Untuk menghasilkan tingkat kehalusan permukaan yang paling rendah dapat dilakukan dengan memilih variasi feeding G95 dan variasi cating speed G96 diperoleh nilai kekasaran 3,20 rpm dengan bahan mata pahat karbida. Sebagai bahan pertimbangan dalam proses produksi.
3. Penelitian ini diharapkan sebagai langkah awal bagi peneliti lain yang akan mengadakan penelitian yang relevan di masa mendatang, diharapkan penelitian ini dijadikan bahan masukan dan pertimbangan dalam melakukan penelitian.