

**THE EFFECT OF CUTTING SPEED AND MATERIAL
HARDNESS TO THE PRECISION ON S 25 C AND S 45 C
USING GILDEMEISTER NEF 520**

TUGAS AKHIR

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat sarjana S-1

Program Studi Teknik Mesin
Jurusan Teknik Mesin



Diajukan oleh

ANDREAS BAGUS KRISTIANTARA

NIM : 995214109

Kepada

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SANATA DHARMA
YOGYAKARTA**

2005



TUGAS AKHIR
THE EFFECT OF CUTTING SPEED AND MATERIAL
HARDNESS TO THE PRECISION ON S 25 C AND S 45 C
USING GILDEMEISTER NEF 520

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :
NAMA : Andreas Bagus Kristiantara
NIM : 995214109
NIRM : 990051123109120109

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
pada tanggal 27 Januari 2005

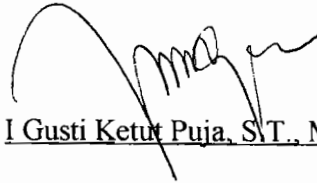
Susunan Dewan Penguji

Pembimbing utama



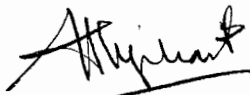
RB. Dwiseno Wihadi, S.T., M.Si.

Anggota Dewan Penguji

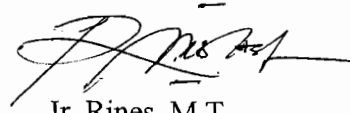


I Gusti Ketut Puja, S.T., M.T.

Sekretaris Penguji



Budi Sugiharto, S.T., M.T.



Ir. Rines, M.T.



Budi Setyahandana, S.T., M.T.

Tugas Akhir ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

Yogyakarta, 15 Februari 2005
Fakultas Teknik
Universitas Sanata Dharma
Yogyakarta
Dekan



Ir. Greg. Heliarto, S.J., SS., B.ST., MA., M.Sc.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Karya ini kupersembahkan kepada :

- ❖ Allah Bapa yang Maha Kuasa yang telah melimpahkan kasih karunia dan anugerah- Nya
- ❖ **Bapak, Ibu dan Kakak - kakaku** yang tersayang yang selalu menuntun dan membimbingku.
- ❖ Bangsa dan Negaraku **Indonesia**.
- ❖ Almamaterku SMA Negeri 2 Yogyakarta, **Universitas Sanata Dharma Yogyakarta**.
- ❖ Yang terkasih adek **Brigitta Rini Astuti**, atas perhatian dan dorongannya sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.
- ❖ **Teman – teman se-angkatan 1999**, terima kasih atas kebersamaan kita dalam menempuh kuliah.

Hal – hal yang paling penting tidak pernah boleh berada di bawah kekuasaan hal – hal yang paling tidak penting.

Kebaikan sekecil apa pun tidak akan pernah sia – sia.

Di antara stimulus dan respon, manusia memiliki anugerah ilahi berupa kebebasan untuk memilih. Hal inilah yang menjadikan manusia *unik*.

Kita adalah apa yang kita kerjakan berulang – ulang.

Karena itu, keunggulan bukanlah suatu perbuatan,
melainkan sebuah kebiasaan.

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tugas akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 5 Januari 2005

Andreas Bagus Kristiantara

INTISARI

Hal yang menjadi perhatian utama dalam pengerjaan benda kerja adalah kualitas benda kerja yang dihasilkan, waktu produksi dan biaya yang harus dikeluarkan. Kemajuan teknologi mempengaruhi perkembangan mesin perkakas sehingga mesin perkakas dapat menghasilkan benda kerja yang memiliki kualitas lebih baik. Benda kerja yang dikerjakan dengan mesin perkakas memiliki kekerasan yang berbeda – beda sesuai dengan jenis benda kerja tersebut.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui hubungan kekerasan benda kerja dengan ketelitian benda kerja yang dihasilkan pada pengerjaan benda kerja S 25 C dan benda kerja S 45 C menggunakan mesin CNC Gildemeister NEF 520 dengan parameter pengerjaan yang sama. Pada penelitian ini digunakan 2 buah benda kerja dengan ukuran diameter 56 mm dan panjang 300 mm.

Dalam penelitian ini digunakan variasi kecepatan potong dan kekerasan benda kerja. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kecepatan potong yang lebih rendah akan menghasilkan ketelitian yang lebih baik dan benda kerja yang kekerasannya lebih rendah menghasilkan ketelitian yang lebih tinggi dibandingkan dengan benda kerja yang kekerasannya lebih tinggi jika dikerjakan dengan parameter pengerjaan yang sama.

ABSTRACT

The main consideration on work material using tools machine is quality of work material resulted, time and cost of productions. The development of technology influences tools machine in producing better qualified materials. Work materials used tools machine have different hardness, depending on work materials specification.

The aim of this research is to know about relation material hardness and precision of S 25 C and S 45 C at workmanship using Gildemeister NEF 520 with same parameter in production. This research is used by 2 work material of the size 56 mm and 300 mm length.

This research used variation of cutting speed and different hardness of materials. The result of this research indicates that speed of amputation and hardness of materials influence precision. The slower amputation would make better precision and the lower hardness of work material would have better precision rather than higher hardness used in the same parameters..

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus ditempuh untuk memperoleh gelar sarjana teknik di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sanata Dharma Yogyakarta. Dalam tugas akhir ini penulis mengadakan penelitian tentang hubungan kekerasan material S 25 C dan S 45 C dengan ketelitian pada pengerjaan dengan Gildemeister NEF 520.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih atas segala bantuan, saran dan fasilitas sehingga dapat terselesaikannya tugas ini, kepada :

1. Bapak Yosef Agung Cahyanta. S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Fakultas Teknik Universitas Sanata Dharma Yogyakarta.
2. Bapak R.B. Dwiseno Wihadi. S.T., M.Si., selaku dosen pembimbing tugas akhir.
3. Segenap Dosen, Karyawan dan seluruh Civitas Universitas Sanata Dharma Yogyakarta.
4. Bapak, Ibu, Kakak – kakak , Brigitta Rini Astuti dan teman - teman semua yang telah memberikan dukungan material maupun moril dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Bapak Wicaksono selaku Instruktur laboratorium CNC yang telah membantu dan memberi pengarahan dalam penulisan tugas akhir ini.

Usaha yang penulis lakukan sudah semaksimal mungkin, namun penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu penulis mohon

maaf atas segala kekurangan dan kesalahan yang terdapat dalam penulisan tugas akhir ini. Saran dan kritik yang membangun dari pembaca sangat penulis harapkan demi perbaikan di kemudian hari.

Akhir kata, penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat memberi manfaat bagi pembaca dan dapat berguna untuk menambah pengetahuan.

Yogyakarta, 5 Januari 2005

Penulis

Andreas Bagus Kristiantara

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
MOTTO	iv
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA	v
INTISARI	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1. Latar Belakang	2
I.2. Perumusan Masalah	5
I.3. Tujuan Penelitian	6
BAB II LANDASAN TEORI DAN HIPOTESIS	7
II.1. Mesin CNC Gildemeister NEF 520	7
II.2. Bahan Benda Kerja	11
II.3 Kecepatan Potong	11
II.4 Material Alat Potong	12
II.5 Alat Ukur dan Toleransi	15
II.6. Bentuk Tatal	20



II.7. Hipotesis	21
BAB III METODE PENELITIAN.	23
III.1. Bahan Penelitian	23
III.2. Peralatan yang Digunakan	23
III.3. Pelaksanaan Penelitian	25
III.4. Penentuan Diameter Terkecil	27
III.5. Penentuan Kecepatan Potong, Kecepatan Pemakanan dan Kecepatan Putar Sumbu Utama	31
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	33
IV.1. Hasil Penelitian Pengerjaan Benda Kerja	33
IV.2. Hasil Pengujian Kekerasan Benda Kerja	37
IV.3. Pembahasan	39
BAB V PENUTUP	43
V.1. Kesimpulan	43
V.2. Saran	44
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Kecepatan putar	32
Tabel 4.1 Penyimpangan ukuran yang dihasilkan pada benda kerja S 25 C	34
Tabel 4.2 Penyimpangan ukuran yang dihasilkan pada benda kerja S 45 C	34
Tabel 4.3 Hasil pengujian kekerasan benda kerja secara memanjang	37
Tabel 4.4 Hasil pengujian kekerasan benda kerja secara melingkar	38

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Mesin CNC Gildemeister NEF 520	9
Gambar 2.2	Grafik hubungan kecepatan potong dengan gaya pada pengerjaan	12
Gambar 2.3	Alat potong carbide yang disisipkan secara mekanis	14
Gambar 2.4	Jangka sorong	16
Gambar 2.5	Mikrometer	17
Gambar 2.6	Toleransi benda kerja	19
Gambar 2.7	Macam – macam tatal	21
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian	24
Gambar 3.2	Gaya-gaya yang searah sumbu y dan sumbu z	28
Gambar 4.1	Letak titik – titik pengukuran	33
Gambar 4.2	Grafik penyimpangan benda kerja S 25 C terhadap diameter yang diharapkan dengan Cs 220 m/mnt	35
Gambar 4.3	Grafik penyimpangan benda kerja S 25 C terhadap diameter yang diharapkan dengan Cs 170 m/mnt	35
Gambar 4.4	Grafik penyimpangan benda kerja S 45 C terhadap diameter yang diharapkan dengan Cs 220 m/mnt	36
Gambar 4.5	Grafik penyimpangan benda kerja S 45 C terhadap diameter yang diharapkan dengan Cs 170 m/mnt	36
Gambar 4.6	Letak titik - titik pengujian secara memanjang dengan ukuran sesuai dengan titik – titik pengukuran diameter benda kerja	38
Gambar 4.7	Letak titik - titik pengujian secara melingkar dengan ukuran sesuai dengan diameter pengerjaan benda kerja	39

BAB I
PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Industri manufaktur adalah kegiatan manusia yang meliputi semua fase dalam hidup kita. Hasil dari industri manufaktur berada di sekitar kita. Globalisasi dan ketatnya kompetisi memberikan dana untuk mempelajari industri manufaktur agar lebih efisien. Secara lebih spesifik, proses manufaktur adalah tahapan dari aktivitas dan operasi yang saling berhubungan dalam penemuan, desain, material, pemilihan, perencanaan, produksi, pemeriksaan kualitas, manajemen dan pemasaran kepada konsumen. Industri manufaktur yang efisien dan kompetitif membutuhkan operasional tertutup antara berbagai aktivitas, jadi aktivitas itu benar – benar menjadi bagian dari interaksi, sistem yang dinamis. Industri manufaktur adalah pusat dari kegiatan insinyur dan ahli teknologi karena sebagian besar penelitian, pembangunan, desain dan aktivitas manajemen adalah alasan utama dalam manufaktur produk.

Bahan baku atau material adalah salah satu unsur pokok dalam industri manufaktur. Memahami tentang properti, kemampuan dan pengerjaannya merupakan hal penting untuk aplikasi yang efektif dan efisien pada struktur, mesin, peralatan, produk dan sistem. Jenis dari material yaitu logam, polimer, keramik dan komposit. Polimer, keramik dan komposit digunakan secara luas, dari bidang otomotif dan pesawat luar angkasa sampai bidang kesehatan dan elektronika. Material yang paling umum adalah logam karena memiliki kemampuan yang baik terhadap pembebanan dan struktur yang tahan panas. Selain itu, logam mudah didapatkan, harganya relatif murah, mudah dibentuk dan memiliki sifat – sifat yang sudah diketahui. Logam yang

dikombinasikan dengan logam lainnya atau material bukan logam disebut campuran logam. Material untuk manufaktur dan permesinan memiliki sifat yang berbeda – beda, hal ini menentukan kemampuan dan harga material tersebut. Kadang sulit untuk menentukan material yang sesuai untuk kebutuhan tertentu, pilihan terbaik berdasarkan data teknik dan ketersediaannya. Sifat dari material merupakan karakteristik yang membantu dalam mengenali dan membedakan antara satu material dengan yang lain. Kriteria kemampuan yang melibatkan struktur material yaitu kekuatan, ketahanan terhadap kelelahan atau pembebanan berulang, ketahanan terhadap beban kejut, ketahanan terhadap korosi dan kekerasan. Kekuatan menyatakan ketahanan material terhadap beban puntir, beban tekan dan tarikan. Kekerasan menyatakan ketahanan material terhadap tekanan atau goresan.

Pemilihan material yang dipakai ditentukan oleh kemampuan material yang sesuai dengan yang dibutuhkan. Poros merupakan bagian utama dari sebuah mesin dan pemilihan material untuk poros mempengaruhi kerja mesin secara keseluruhan. Pada mesin atau peralatan yang pekerjaannya ringan maka memakai poros dengan kekerasan yang rendah sudah memadai, poros yang ditujukan untuk pekerjaan dengan beban yang besar maka membutuhkan poros yang memiliki kekerasannya tinggi. Pemilihan bahan ini didasarkan pada harga bahan baku karena poros yang memiliki kekerasan tinggi harganya lebih mahal daripada poros dengan kekerasan rendah. Untuk pemakaian pada industri, biaya produksi diusahakan serendah mungkin dengan tidak mengurangi kualitas sehingga dipakai material yang sesuai dengan kebutuhan. Bahan untuk poros yang sering dipakai adalah baja S 45 C dan baja S 25 C, kedua bahan poros ini memiliki kekerasan yang berbeda.

Industri manufaktur membutuhkan peralatan dan mesin produksi yang dapat digunakan secara ekonomis dan akurat. Mesin yang dirancang untuk satu jenis pengerjaan untuk benda kerja dalam jumlah banyak dan hasil produk yang distandarisasi akan mengerjakan proses produksi dengan baik, cepat dan biaya rendah. Mesin produksi yang digunakan untuk beberapa bentuk pengerjaan, disesuaikan dengan pengerjaan yang diinginkan, membutuhkan biaya operasional dan biaya pemeliharaan yang lebih rendah. Mesin ini dapat disesuaikan dengan pengerjaan yang diinginkan dalam menghadapi kondisi yang berubah.

Bermula dari mesin – mesin produksi yang sangat sederhana bentuk maupun cara kerjanya, berkembang menjadi mesin produksi yang dapat dikendalikan dengan numeric control (NC) yang didasarkan pada sistem numerik dan mempunyai kemampuan kerja yang lebih kompleks. Dibandingkan dengan mesin manual, mesin NC akan mengurangi kesalahan – kesalahan yang bersifat manusiawi dan memungkinkan membuat gerakan – gerakan dalam bentuk yang rumit yang tidak dapat dilakukan oleh mesin manual misalnya, circular pocket, pengeboran berpola, proses pemakanan yang melibatkan tiga sumbu sekaligus dan bentuk – bentuk benda yang didominasi oleh perpotongan lingkaran. Pada mesin NC, operator hanya memonitor kerja mesin, memasang dan melepas benda kerja serta memasukkan data, sehingga waktu setting dan proses permesinan lebih efisien.

Pengembangan NC berikutnya adalah Computer Numerical Control (CNC) untuk mesin perkakas dengan komputer sebagai kontrol secara menyeluruh dari mesin tersebut. Dalam komputer, informasi yang diperoleh diatur, dimanipulasi dan disimpan. Pada NC, tape selalu bergerak dari satu blok ke blok berikutnya. Setiap blok menghasilkan satu elemen gerakan, lurus atau melingkar. Bila mengerjakan benda

berikutnya, tape dibaca lagi. Sedang pada CNC, tape hanya dibaca sekali dan disimpan dalam memori komputer. Selama mesin bekerja, komputer memanfaatkan program yang sudah tersimpan untuk mengendalikan mesin. Dengan demikian kesalahan pembacaan tape dapat dikurangi. Selain itu, CNC lebih flexible dan sistim satuan mudah diubah dari inch ke meter atau sebaliknya.

Pengembangan CNC pada proses permesinan atau pemotongan logam adalah kontrol adaptif. Pada mesin CNC, kecepatan potong dan pengumpanan ditentukan oleh pembuat program. Ketepatan nilainya sangat tergantung pengalaman dan pengetahuan pembuat program tentang bahan benda kerja, bahan alat potong, kondisi pendinginan dan faktor lain. Kontrol adaptif digunakan untuk mengoptimalkan produktivitas dan biaya produksi dengan menghitung dan mengatur parameter pemotongan yaitu daya motor, gaya potong, temperatur, dan getaran secara tepat. Kontrol adaptif menggunakan sistem umpan balik yang mendeteksi parameter pemotongan dan pengaturan kecepatan serta pengumpanan secara tepat.

Selain CNC, juga ada Direct Numerical Control (DNC). Kedua sistim ini hampir sama, perbedaannya pada CNC, komputer hanya mengendalikan satu mesin. Sedangkan pada DNC, satu komputer mengendalikan banyak mesin. Letak komputer terpisah dari mesin dan mempunyai kemampuan komputasional yang lebih besar.

Salah satu aplikasi dari CNC pada mesin perkakas yaitu mesin bubut yang menggunakan CNC sebagai sistem kontrolnya dan lebih dikenal sebagai mesin bubut CNC. Pengerjaan benda kerja dengan mesin bubut CNC memiliki banyak keuntungan yaitu program yang optimal untuk kecepatan potong dan kecepatan pemakanan, posisi benda kerja, pemilihan alat potong, pengaturan pembuangan tatal, ketelitian dan pengulangan. Kemampuan untuk melakukan pengerjaan yang berulang merupakan hal

yang penting dalam penilaian peralatan CNC. Ketelitian adalah kemampuan untuk menempatkan pisau secara tepat pada posisi yang diinginkan untuk mendapatkan bentuk benda kerja yang diharapkan.

Pengerjaan dengan mesin CNC memakai kecepatan potong yang tinggi agar waktu pengerjaan menjadi lebih singkat. Jika memakai kecepatan potong yang rendah maka membutuhkan waktu yang lebih lama untuk pengerjaan benda kerja. Pada pengerjaan dalam jumlah banyak maka waktu yang dibutuhkan menjadi lebih lama lagi sehingga mempengaruhi proses produksi secara keseluruhan. Penentuan kecepatan potong yang digunakan mempengaruhi kualitas benda kerja yang dihasilkan.

Pemilihan untuk bahan baku dan proses produksi untuk produk yang akan dihasilkan membutuhkan pengetahuan yang baik akan industri manufaktur. Faktor – faktor yang harus diketahui yaitu jenis material, volume produksi, kualitas produk akhir yang dihasilkan serta keuntungan dan kekurangan dari peralatan yang digunakan untuk proses produksi.

1.2 Perumusan Masalah

Benda kerja yang dikerjakan dengan mesin CNC Gildemeister NEF 520 terbuat dari material yang berbeda – beda sehingga memiliki kekerasan yang berbeda pula. Pengerjaan benda kerja dengan mesin CNC Gildemeister NEF 520 memakai kecepatan potong yang berbeda – beda berdasarkan pertimbangan tertentu. Benda kerja dari material S 45 C dan S 25 C yang biasa digunakan untuk poros memiliki kekerasan yang berbeda. Timbul masalah bagaimana pengaruh kekerasan benda kerja dan kecepatan potong yang digunakan terhadap ketelitian benda kerja yang dihasilkan.

I.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah

1. Mengetahui perbedaan ketelitian hasil pengerjaan mesin CNC Gildemeister NEF 520 pada benda kerja S 45 C dan benda kerja S 25 C jika dikerjakan dengan parameter pengerjaan yang sama.
2. Mengetahui perbedaan ketelitian hasil pengerjaan mesin CNC Gildemeister NEF 520 pada benda kerja S 45 C dan benda kerja S 25 C jika dikerjakan dengan kecepatan potong yang berbeda.

BAB II

LANDASAN TEORI DAN HIPOTESIS

II.1 Mesin CNC Gildemeister NEF 520

Mesin bubut adalah mesin perkakas yang paling umum dan paling tua, berfungsi menghilangkan sebagian bahan benda kerja dan membentuk benda kerja yang berputar menggunakan alat potong yang diam. Benda kerja dipegang dalam rahang pencekam ditujukan ke pusat untuk menempatkan benda kerja secara tepat pada posisi yang diinginkan. Benda kerja berotasi pada sumbunya dan alat potong melakukan gerak pemakanan melintang dan sejajar sumbu rotasi atau gabungan dari kedua gerakan tersebut. Mesin ini ditujukan untuk pengerjaan benda silindris yang berputar, bentuk – bentuk pengerjaan dapat berupa batang – batang silindris, konis dan ulir.

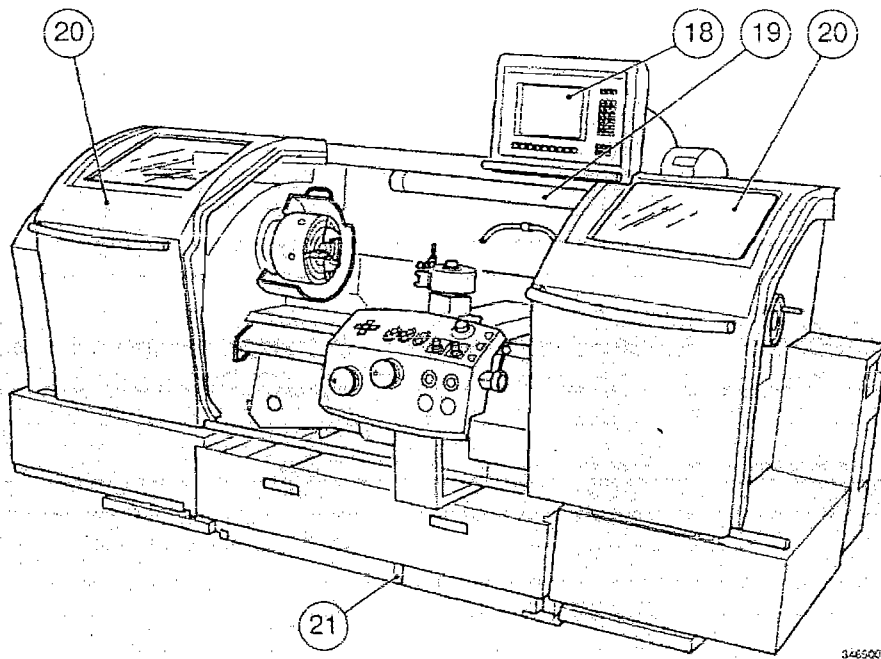
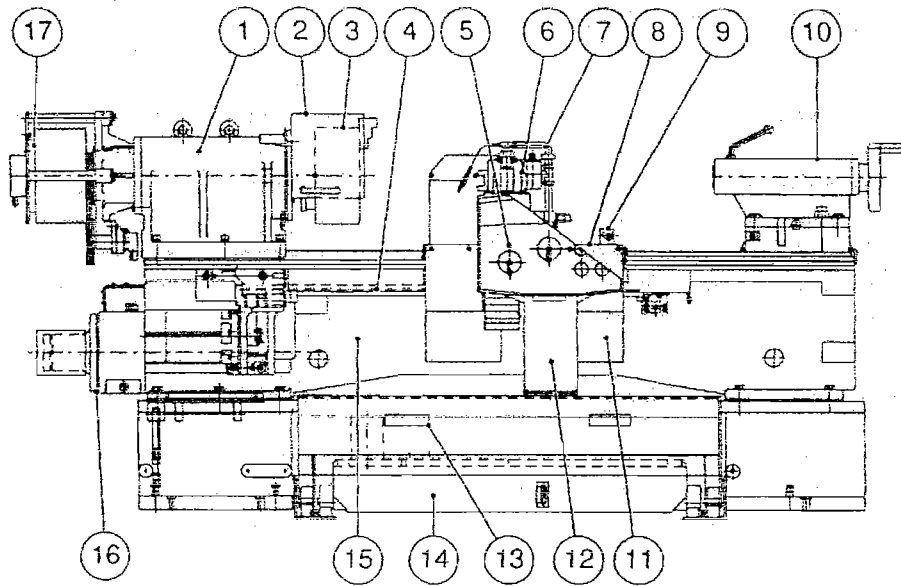
Sejalan dengan perkembangan teknologi dan lancarnya informasi, mesin perkakas yang dulu dioperasikan secara manual, sekarang telah berkembang menjadi mesin perkakas yang dioperasikan menggunakan komputer. Komputer mengendalikan sistem kontrol mesin perkakas secara numerik yang dikenal dengan Computer Numerical Control (CNC). CNC bukanlah suatu metode pengerjaan melainkan sistem kontrol yang harus dimengerti oleh orang – orang yang terlibat dalam proses manufaktur.

Pemakaian komputer untuk pengerjaan dalam mesin bubut memungkinkan pembuatan bentuk – bentuk yang rumit dan memerlukan ketelitian tinggi serta meningkatkan produktifitas kerja. Untuk selanjutnya, mesin bubut yang berbasis komputer ini disebut mesin turning CNC karena memiliki gerak utama berputar. Kelebihan – kelebihan utama dari mesin turning CNC adalah otomatis, teliti dan kontrol gerak yang konsisten. Hal ini membuat posisi relatif alat potong dari benda kerja

termasuk salah satu perintah penting dalam program CNC. Program adalah kumpulan daftar perintah pengerjaan yang teratur, digunakan secara berulang – ulang untuk mencapai tujuan yang diinginkan.

Mesin CNC Gildemeister NEF 520 merupakan aplikasi sistem kontrol komputer pada mesin bubut konvensional. Keuntungan yang diperoleh dari hal ini yaitu pengerjaan menjadi simpel, cepat, ketelitian meningkat dan mendukung pemakaian kontrol numerik yang dinamik. Tampilan layar yang memungkinkan pengaturan secara cepat memberikan hasil pengerjaan yang baik secara sederhana dengan keterangan yang lengkap dan operasi pengontrolan program serta proses produksi yang singkat. Data yang relevan dengan kecepatan putar, kecepatan pemakanan dan derajat kemiringan ditampilkan pada layar sehingga mendukung ketika memasukkan beberapa macam variabel untuk pengerjaan benda kerja. Variabel tersebut antara lain pengaturan posisi untuk kecepatan potong yang konstan, arah dari spindel pemegang, siklus otomatis untuk pengerjaan radial dan bentuk miring serta pemotongan memanjang.

Mesin ini memiliki kemampuan yang baik untuk pengerjaan benda kerja dengan berbagai macam ukuran, konstruksi yang rumit dan untuk pengerjaan berulang. Mesin ini ditujukan untuk pengerjaan tunggal dan produksi dalam jumlah sedikit dengan bentuk benda kerja yang sederhana ataupun bentuk yang kompleks.



Gambar 2.1 Mesin CNC Gildemeister NEF 520

Laboratorium CNC USD

Keterangan gambar 2.1

1. Machine bed
2. Main drive
3. Headstock
4. Chuck protection
5. Compound slide rest
6. Compound slide rest and tailstock position monitoring
7. Tool holder Multifix B
8. Coolant supply
9. Compound slide rest hood
10. Z axis feed drive
11. Tailstock
12. Tailstock carrier
13. Coolant pump
14. Coolant container
15. Chip container
16. Motor servo
17. Pulley driven
18. Monitor with keyboard
19. Working space lighting
20. Operating panel
21. Coolant filling level display

II.2 Bahan Benda Kerja

Pada penelitian ini, bahan yang dipakai disesuaikan dengan bahan yang biasa dikerjakan menggunakan mesin CNC Gildemeister NEF 520. Baja S 25 C merupakan material yang lebih mudah untuk dikerjakan karena material memiliki kekerasan yang lebih rendah dari baja S 45 C. Jika dilakukan pengerjaan bubut pada material ini maka akan dihasilkan tatal yang kontinyu. Tatal yang kontinyu dalam pengerjaan benda kerja akan menghasilkan permukaan benda kerja yang halus. Baja S 45 C merupakan material yang lebih sulit untuk dimesin karena memiliki kekerasan yang cukup tinggi. Jika dilakukan pengerjaan bubut pada material ini, maka akan dihasilkan tatal yang terputus – putus sehingga permukaan benda kerja menjadi kasar. Pengerjaan material ini membutuhkan pengerjaan permesinan yang lebih teliti.

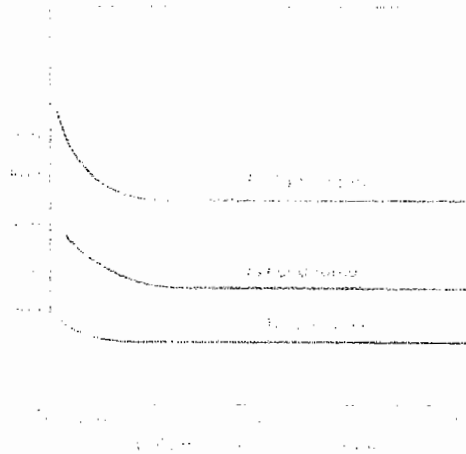
II.3 Kecepatan Potong

Kecepatan potong adalah kecepatan keliling permukaan luar benda kerja melintasi alat pemotong, kecepatan potong dinyatakan dalam meter per menit. Kecepatan potong yang dipakai pada pengerjaan benda kerja memiliki pengaruh terhadap kualitas benda kerja yang dihasilkan. Penentuan kecepatan potong yang dipakai pada pengerjaan benda kerja berdasarkan pertimbangan :

- material alat potong
- jenis benda kerja
- umur alat potong

Kecepatan potong yang dipakai mempengaruhi gaya – gaya yang terjadi selama pengerjaan benda kerja jika dipakai kecepatan potong yang tinggi pada pengerjaan

maka gaya – gaya terjadi tetap selama dipakai kecepatan potong yang tinggi seperti terlihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Grafik hubungan kecepatan potong dengan gaya pada pengerjaan.

(De Garmo, 1997)

II.4 Material Alat Potong

Proses produksi sekarang ini memiliki beberapa kebutuhan khusus dalam alat potong untuk mesin yang digunakan dan untuk pengerjaan benda kerja. Untuk mengatasi hal ini, beberapa jenis material alat potong telah dikembangkan. Material yang terbaik adalah material yang mampu memproduksi benda kerja dengan biaya terendah namun memiliki kualitas tinggi. Sifat – sifat yang diinginkan untuk material alat potong yaitu :

- kemampuan untuk mempertahankan kekerasannya pada suhu tinggi
- kualitas permukaan alat potong, semakin halus permukaan alat potong maka koefisien geseknya semakin kecil
- ulet sehingga tidak mudah patah

- ketahanan tinggi terhadap reaksi kimia
- memiliki kekerasan yang tinggi

Beberapa jenis material alat potong yang sering digunakan yaitu, carbon steel, high speed steel (HSS), cemented carbide, coated carbide, cermet, ceramic, polycrystalline cubic boron nitride (PCBN), polycrystalline diamond (PCD). Alat potong yang dipakai dalam pengerjaan pada mesin CNC Gildemeister NEF 520 adalah coated carbide (carbide yang dilapis)..

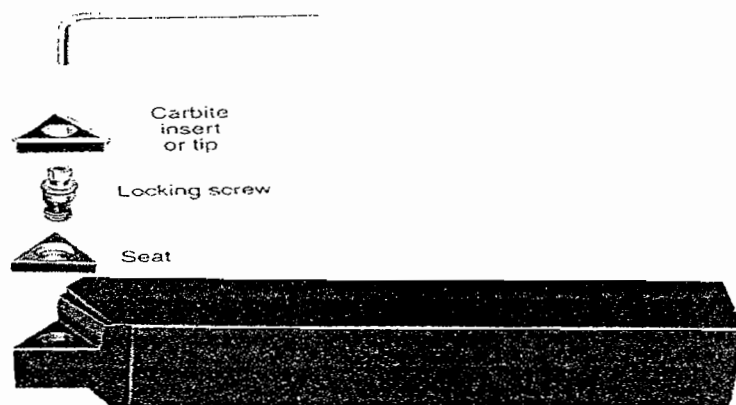
Alat potong yang dilapis telah umum dalam industri pengerjaan logam karena pelapisan dapat meningkatkan umur alat potong 200% hingga 300% atau lebih tinggi. Material yang diinginkan pada permukaan alat potong adalah material yang tahan terhadap abrasi, keras dan memiliki kestabilan kimia sehingga mencegah reaksi kimia antara alat potong dan benda kerja selama pengerjaan. Lapisan yang tipis, memiliki kestabilan kimia dan keras dari TiC, TiN atau Al₂O₃, memenuhi persyaratan ini. Sebagian besar alat potong yang dilapis dengan material ini memiliki sifat ulet, tahan terhadap beban kejut, tahan deformasi plastis pada suhu tinggi dan tidak mudah rusak.

Pelapisan yang efektif harus keras, stabil secara kimia dan melekat dengan baik untuk melindungi unsur utama alat potong dari reaksi kimia dengan benda kerja selama pemotongan. Bahan pelapis harus memiliki butiran partikel yang baik, bebas dari pengikat dan tidak berpori – pori. Secara umum, pelapis harus terikat secara metalurgi dengan unsur utama. Pelapisan secara bertingkat digunakan untuk menyesuaikan sifat bahan pelapis dan unsur utama. Pelapisan harus cukup tebal untuk memperpanjang umur alat potong namun cukup tipis agar tidak rapuh.

Pelapis harus memiliki koefisien gesek yang kecil sehingga tatal yang dihasilkan tidak melekat pada alat potong. Titanium carbide sebagai alat potong yang dilapis

diperkenalkan pada tahun 1969. Bahan – bahan pelapis kini termasuk pelapis tunggal dari TiC, TiN, Al₂O₃, HfN atau HfC. Pelapisan bertingkat digunakan agar tiap lapisan memberikan karakteristiknya masing – masing ke alat potong. Kombinasi yang paling berhasil adalah TiN / TiC / TiCN / TiN dan TiN / TiC / Al₂O₃. Untuk pelapisan carbide digunakan teknik pengendapan uap secara kimia.

Pelapisan bertingkat memberikan ikatan metalurgi yang lebih kuat antara pelapis dan unsur utama dan memberikan perlindungan untuk pengerjaan benda kerja yang berbeda, hal ini memberikan kualitas alat potong yang memiliki kemampuan lebih luas. Lapisan akhir yang tipis dari TiN secara efektif mengurangi bentuk pori – pori dari permukaan alat potong.



Gambar 2.3 Alat potong carbide yang disisipkan secara mekanis

(De Garmo, 1997)

Jenis alat potong yang disisipkan dari carbide yang dilapis dipakai secara luas dalam berbagai macam pengerjaan pemotongan logam. Alat potong yang dilapis

memiliki 2 sampai 3 kali ketahanan pemakaian dibandingkan dengan alat potong terbaik yang tidak dilapis dengan ketahanan yang sama terhadap kerusakan. Hal ini memberikan 50% sampai 100% peningkatan kemampuan kecepatan potong untuk umur alat potong yang sama. Sebagian besar alat potong yang dilapis memiliki kemampuan pengerjaan yang luas untuk bahan benda kerja yang berbeda – beda sehingga lebih sedikit jenis kelas yang dibutuhkan, hal ini membuat biaya inventarisasi lebih rendah.

II.5. Alat Ukur dan Toleransi

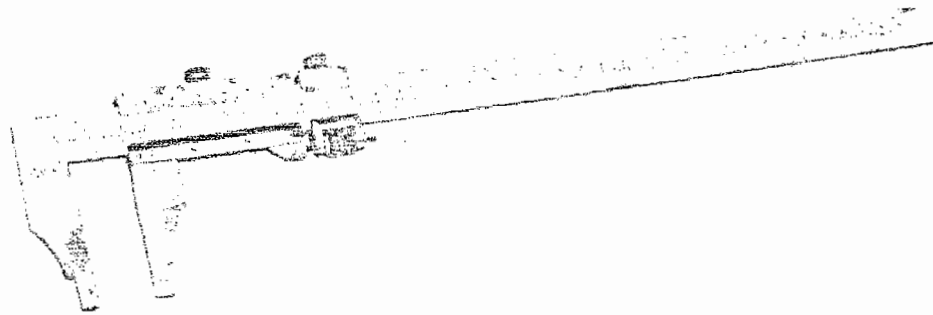
A. Alat ukur

Pemeriksaan benda kerja dalam ukuran adalah membandingkan ukuran – ukuran dari benda kerja dengan ukuran yang dipakai sebagai standar atau ukuran yang diharapkan. Ada beberapa macam alat ukur yang berbeda dalam konstruksinya sesuai dengan ketelitian yang diminta. Dalam penelitian ini, alat ukur yang dipakai adalah jangka sorong dan mikrometer yang digunakan untuk mengukur panjang dan diameter dari benda kerja.

1. Jangka sorong

Jangka sorong yang dapat mengukur panjang, diameter luar, diameter dalam dan kedalaman, sekarang sudah umum digunakan karena kesalahan pembacaan yang relatif kecil dan pembacaan ukuran memerlukan waktu singkat. Ukuran skala dari jangka sorong ini dibuat agar bagian – bagian milimeter dapat dibaca dengan teliti. Bidang ukur yang dapat digeserkan dan yang tak dapat digeserkan diberi ukuran skala tetapi dengan pembagian yang lain. Pembagian pada bagian yang dapat digeserkan disebut dengan nonius. Dengan nonius ini dapat dibaca panjang atau diameter sebuah benda dengan ketepatan sampai $\frac{2}{100}$ mm. Untuk mendapatkan hasil pengukuran yang baik

maka alat ukur itu harus cukup teliti dan digunakan secara tepat. Suhu dari benda kerja yang diukur dan alat – alat ukurnya $\pm 20^{\circ}\text{C}$ dan tekanan ukur tidak boleh terlalu tinggi (100 – 125 gram).



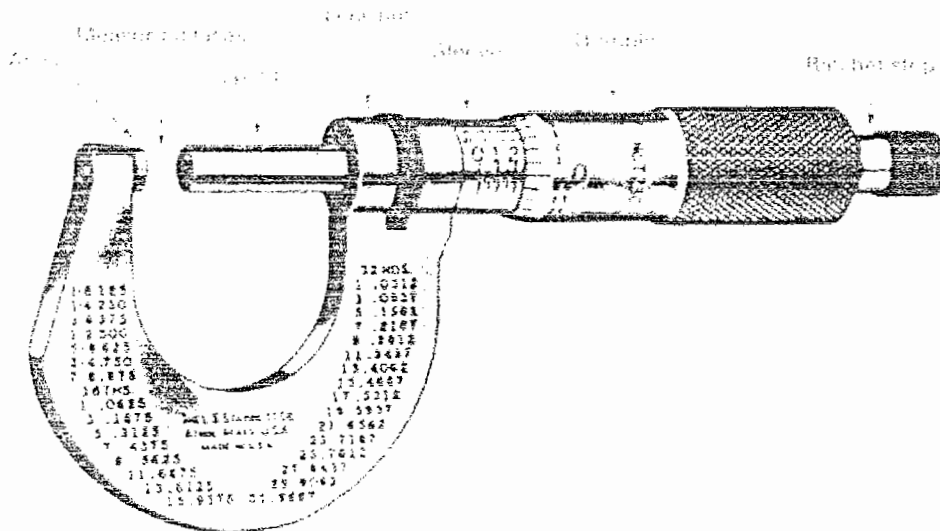
Gambar 2.4 Jangka sorong

(De Garmo, 1997)

2. Mikrometer

Mikrometer ada dalam beberapa macam ukuran, jarak ukur yang umum adalah 0 – 25 mm, 25 – 50 mm, 50 – 75 mm dan 75 – 100 mm. Mengukur dengan mikrometer dilakukan dengan memutar sebuah tromol yang mempunyai pembagian skala, tempat sebuah poros sekrup yang sangat teliti mendekatkan atau menjauhkan bidang – bidang ukur. Dengan mikrometer ini dapat dibaca panjang atau diameter sebuah benda dengan ketelitian sampai 1/100 mm. Pada sisi kiri sengkang terletak bidang ukur tetap yang disebut landasan dan di sebelah kanan terletak poros ukur yang dapat digerakkan dan mempunyai ulir sekrup. Ujung kanan dari poros tersambung pada tromol dan

kelongsong dipasang pada sengkang. Landasan, sengkang dan kelongsong merupakan suatu kesatuan seperti poros ukur dan tromol.



Gambar 2.5 Mikrometer

(De Garmo,1997)

Pada ujung dari poros ukur pada posisi di luar tromol, dipasang sekrup perasa yang merupakan sebuah roda pasak sehingga kita dapat mengukur dengan tekanan yang konstan. Mikrometer dilengkapi dengan cincin jepit untuk memblokir poros ukur. Bidang ukur landasan dan poros ukur sangat keras dan diasah dengan teliti.

Kelongsong mempunyai pembagian ukuran dalam 1 mm dan $\frac{1}{2}$ mm, tromol dibagi dalam 50 bagian. Poros ukur mempunyai ulir sekrup dengan jarak kisar puncak ulir 0,5 mm. Jika tromol membuat 1 putaran maka poros ukur tergeser 0,5 mm. Pada tromol tertera 50 garis dengan jarak yang sama, jika tromol diputar 1 garis maka poros

ukur tergeser 0,01 mm. Jika kedua bidang ukur mengenai satu sama lain maka angka nol dari tromol berimpit dengan garis perpanjangan dari kelongsong.

B. Toleransi

Seorang perancang dalam menentukan ukuran dari benda kerja akan membulatkan ukuran tersebut dalam satuan milimeter. Ukuran ini disebut ukuran nominal, ukuran ini tidak selalu dapat dipertahankan karena hal – hal tertentu. Ketelitian pembacaan yang terbatas dari alat – alat ukur, perubahan bentuk plastis, ausnya alat – alat sayat dan pengaruh suhu menyebabkan ukuran benda kerja tidak tepat seperti ukuran yang sebenarnya. Perbedaan antara ukuran nominal dan ukuran benda kerja yang sebenarnya disebut penyimpangan ukuran.

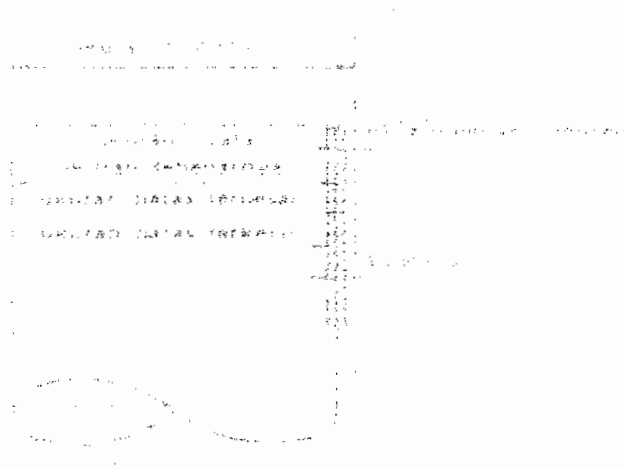
Supaya penyimpangan ukuran masih berada dalam batas yang diijinkan, bagian produksi diberi dua ukuran sebagai batas ukuran yang nyata boleh berada. Ukuran – ukuran ini disebut ukuran – ukuran batas. Jika ukuran nyata berada di luar ukuran – ukuran batas ini maka benda kerja harus dikembalikan atau diperbaiki. Perbedaan yang diperbolehkan di antara kedua ukuran batas ini disebut toleransi. Besarnya toleransi tergantung dari syarat – syarat yang diminta untuk cara pengukuran dan keadaan permukaan, ketelitian ukuran tergantung dari fungsi benda kerja.

Ada dua jenis toleransi yaitu :

1. Toleransi linier

Toleransi linier dinyatakan dalam tabel toleransi ISO, untuk lubang dinyatakan dengan H_0^{+0} sedangkan untuk poros dinyatakan dengan h_{-0}^0 . Hal ini berarti bahwa untuk poros, benda kerja yang dihasilkan tidak boleh melebihi ukuran yang diberikan namun diijinkan untuk lebih kecil dari ukuran yang diberikan sesuai dengan toleransi

yang dipakai. Untuk penelitian ini dipakai toleransi h7 yang berarti untuk diameter 30 – 50 mm memiliki penyimpangan atas = 0 dan penyimpangan bawah = 0,025 mm sedangkan untuk diameter 50 – 80 mm memiliki penyimpangan atas = 0 dan penyimpangan bawah = 0,030 mm.



Gambar 2.6 Toleransi benda kerja

(Alat – alat Perkakas 1, C. van Terheijden)

Perusahaan akan menyatakan toleransi utama yang disesuaikan dengan peralatan dan hasil produksi. Mesin bubut adalah standar mesin perkakas dalam revolusi industri, mesin ini memiliki standar ketelitian sampai 0,001 inch. Mesin turning CNC yang baru dapat mencapai ketelitian sampai 0,0005 inch. Toleransi yang lebih ketat dapat dicapai dengan mesin bubut dibandingkan dengan mesin milling. Bagian yang ramping, pemotongan yang terputus, logam yang keras dan kondisi lainnya dalam pengerjaan mempengaruhi toleransi ini. Batas minimum toleransi sampai 0,005 inch seringkali dapat diterima. Benda kerja hasil pengerjaan mesin bubut memiliki kehalusan

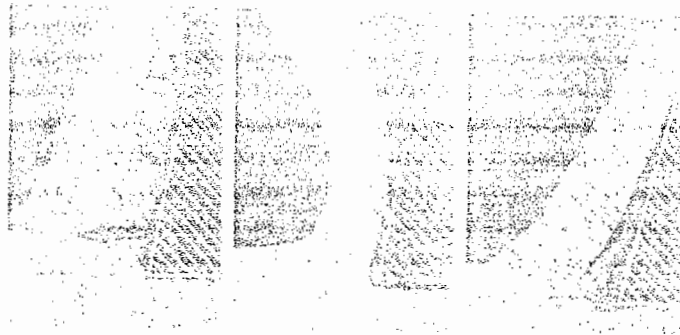
permukaan yang lebih baik dari benda kerja hasil pengerjaan mesin milling, berkisar antara 250 μin sampai 16 μin .

2. Toleransi geometri

Toleransi linier belum memberi informasi yang cukup untuk mengerjakan suatu rancangan dengan benar. Penyimpangan bentuk pada pengerjaan rancangan akan selalu ada. Sejauh mana penyimpangan itu diperbolehkan, dibatasi oleh toleransi geometri. Toleransi geometri adalah batas penyimpangan yang diijinkan dari dua garis / bidang yang sejajar, baik mendatar atau membentuk sudut dengan dasar. Toleransi geometri memungkinkan membuat bagian – bagian yang mampu tukar atau lebih teliti meskipun dari pabrik yang berbeda dengan peralatan dan pengalaman yang berbeda pula. Toleransi geometri dapat diperinci bila diperlukan, tergantung dari segi persyaratan fungsional, kemampuan tukar dan keadaan pembuatan yang memungkinkan. Toleransi geometri mencakup toleransi bentuk, orientasi, lokasi dan penyimpangan putar.

II.6 Bentuk Tatal

Tatal adalah sisa potongan logam dari proses permesinan benda kerja, tatal terbentuk dari pengikisan benda kerja yang dilakukan oleh pisau potong mesin yang bersentuhan dengan benda kerja. Macam – macam bentuk tatal yang mungkin terjadi pada pengerjaan benda kerja :



Gambar 2.7 Macam – macam tatal

(De Garmo, 1997)

1. Tatal kontinyu dengan bentuk teratur

Tatal berupa elemen yang mempunyai bentuk teratur dan terikat lemah satu sama lainnya, hal ini terjadi pada logam yang keras dan liat.

2. Tatal kontinyu sederhana

Tatal berupa elemen – elemen yang bersatu, ini terjadi pada logam – logam yang lunak dan ulet.

3. Tatal tidak kontinyu atau terputus - putus

Tatal berupa elemen – elemen yang terpecah mempunyai bentuk yang tak teratur ini terjadi pada logam yang keras dan getas.

II.7 Hipotesis

Kekerasan benda kerja mempengaruhi ketelitian benda kerja yang dihasilkan. Pengerjaan benda kerja S 45 C akan menghasilkan penyimpangan ukuran yang lebih besar dibandingkan dengan benda kerja S 25 C jika dipakai parameter pengerjaan yang sama. Hal ini berarti bahwa pengerjaan mesin CNC Gildemeister NEF 520 pada benda kerja S 25 C menghasilkan ketelitian yang lebih tinggi daripada pengerjaan mesin CNC

Gildemeister NEF 520 pada benda kerja S 45 C dengan parameter pengerjaan yang sama. Kecepatan potong yang digunakan juga mempengaruhi kualitas benda kerja yang dihasilkan. Pengerjaan mesin CNC Gildemeister NEF 520 pada benda kerja S 25 C dan S 45 C dengan kecepatan potong yang lebih rendah akan menghasilkan ketelitian benda kerja yang lebih tinggi.

BAB III METODE PENELITIAN

III.1 Bahan Penelitian

Pada penelitian ini, bahan yang digunakan adalah S 25 C dan S 45 C dengan ukuran panjang 300 mm dan diameter 56 mm.

III.2 Peralatan yang Digunakan

Adapun alat yang digunakan dalam proses pengerjaan penelitian ini adalah :

1. Mesin CNC Gildemeister NEF 520

Pada penelitian ini benda kerja dikerjakan menggunakan mesin CNC Gildemeister NEF 520. Mesin ini dipergunakan untuk mengerjakan benda kerja sesuai dengan program yang telah dibuat.

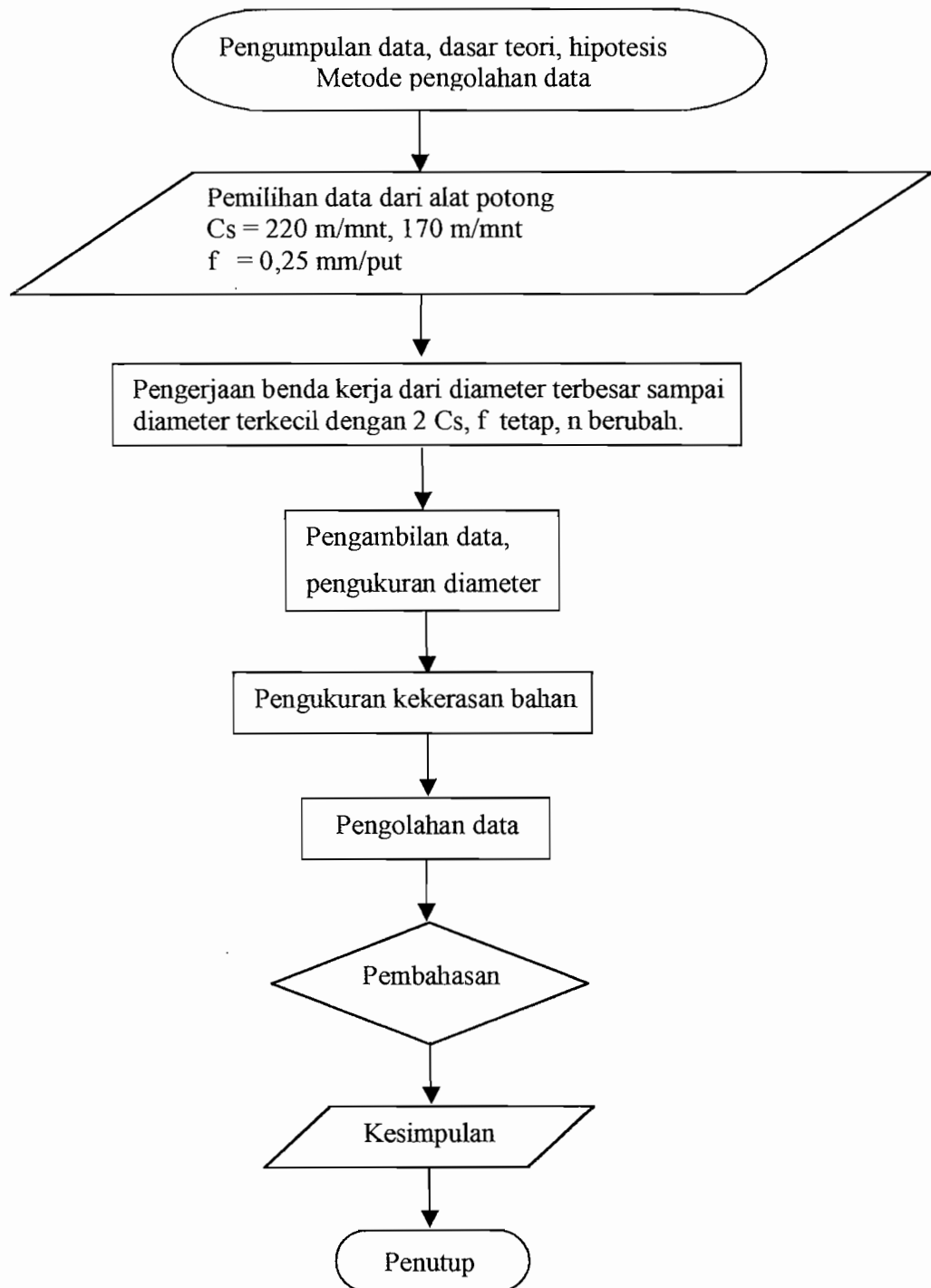
2. Alat potong

Proses pengerjaan benda kerja menggunakan alat potong carbide yang dilapis titanium jenis inserted carbide.

3. Alat – alat bantu

Alat – alat bantu yang dipergunakan pada pelaksanaan penelitian ini adalah :

- Jangka sorong, digunakan untuk mengukur dimensi benda kerja.
- Mikrometer, digunakan untuk mengukur diameter benda kerja
- Mesin gergaji, digunakan untuk memotong benda kerja dijadikan benda uji kekerasan
- Alat uji kekerasan beserta perlengkapannya, digunakan untuk pengujian kekerasan benda kerja.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

III.3 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini terbagi dalam beberapa tahap, tahap pertama adalah tahap persiapan. Persiapan ini berupa membaca literatur – literatur yang ada dan mengumpulkan data – data untuk mendukung penelitian, menyediakan material benda kerja dengan ukuran panjang 300 mm dan diameter 56 mm. Lalu proses pembuatan program dan pengecekan program di mesin. Setelah program selesai dibuat lalu dicek menggunakan fasilitas *test run* yang ada pada mesin CNC Gildemeister NEF 520, untuk mendapatkan gambar benda kerja aslinya. Jika ternyata bentukan yang dihasilkan dari program tidak sesuai dengan yang diinginkan, maka program tersebut dapat diubah dengan fasilitas *programming and editing*.

Tahap kedua adalah pengerjaan benda kerja, selesai pengecekan program maka program dijalankan untuk proses pengerjaan benda kerja. Dalam pengujian ini dua buah benda kerja dibubut dari diameter 55,858 mm menjadi diameter 51,546 mm, 46,838 mm, 41,6 mm dan 35,6 mm. Adapun tahap – tahap pengerjaan benda kerja sebagai berikut :

1. Benda kerja dari S 45 C dibubut dari diameter 55,858 mm menjadi 51,546 mm sepanjang 10 cm dengan kecepatan potong 220 m/mnt kemudian dilakukan pengukuran diameter benda kerja dengan mikrometer.
2. Benda kerja dibubut dari diameter 51,546 mm menjadi diameter 46,838 mm sepanjang 10 cm kemudian dilakukan pengukuran diameter.
3. Benda kerja dibubut dari diameter 46,838 mm menjadi diameter 41,6 mm sepanjang 10 cm kemudian dilakukan pengukuran diameter.
4. Benda kerja dibubut dari diameter 41,6 mm menjadi diameter 35,6 mm sepanjang 10 cm kemudian dilakukan pengukuran diameter.



5. Benda kerja dibalik dan dikerjakan dengan langkah-langkah dan kecepatan pemakanan yang sama namun dengan kecepatan potong yang berbeda yaitu 170 m/mnt.
6. Untuk benda kerja dari S 25 C dikerjakan dengan langkah pengerjaan yang sama seperti pada pengerjaan benda kerja S 45 C.
7. Setelah benda kerja selesai dikerjakan dengan mesin CNC Gildemeister NEF 520, benda kerja dipotong dan diratakan pada 2 sisi yang berlawanan untuk pengujian kekerasan.
8. Langkah terakhir adalah pengumpulan semua data yang diperlukan untuk pengambilan kesimpulan dan penulisan tugas akhir.

Sebelum menjalankan proses pengerjaan tersebut, terlebih dahulu harus mempersiapkan mesin dan perlengkapan yang lainnya. Sesudah persiapan selesai baru program yang telah selesai di *test run* dijalankan untuk mengerjakan kedua benda kerja tersebut.

Tahap selanjutnya adalah pengolahan data – data yang merupakan hasil dari penelitian yang dilakukan. Data yang diperoleh pada pengerjaan dengan mesin CNC Gildemesiter NEF 520 berupa diameter benda kerja, tiap benda kerja mempunyai 4 diameter yang berbeda. Pada penelitian ini untuk tiap kecepatan pemotongan, penyimpangan 4 diameter benda kerja dari S 45 C dibandingkan dengan penyimpangan 4 diameter benda kerja dari S 25 C untuk membandingkan ketelitian benda kerja yang kekerasannya berbeda dan dibuat grafik untuk menunjukkan perubahan ketelitian. Untuk tiap benda kerja, penyimpangan diameter benda kerja yang dikerjakan dengan kecepatan potong 220 m/mnt dibandingkan dengan penyimpangan diameter benda

kerja yang dikerjakan menggunakan kecepatan potong 170 m/mnt untuk membandingkan ketelitian benda kerja yang dihasilkan. Pada pengujian kekerasan, data yang diperoleh berupa kekerasan benda kerja pada sisi luar dan sisi samping benda kerja.

Data yang telah diolah kemudian dibahas pengaruh dari kekerasan benda kerja sehingga benda kerja S 25 C memiliki ketelitian pengerjaan yang berbeda dari benda kerja S 45 C.

Tahap terakhir adalah membuat kesimpulan dari penelitian ini.

III.4 Penentuan Diameter Terkecil

Pengerjaan benda kerja ini harus memperhitungkan defleksi yang terjadi agar ukuran yang diinginkan dapat tercapai. Jika defleksi yang terjadi pada benda kerja terlalu besar maka akan menghasilkan diameter yang dihasilkan akan memiliki penyimpangan terlalu besar dari yang diinginkan. Sehingga perlu ditentukan diameter terkecil agar benda kerja tidak mengalami defleksi berlebihan. Defleksi maksimal yang diijinkan yaitu 0,0125 mm, karena untuk pengerjaan benda kerja ini dipakai toleransi h7 karena untuk penelitian ini dipakai toleransi h7 yang berarti untuk diameter 30 – 50 mm memiliki penyimpangan atas = 0 dan penyimpangan bawah = 0,025 mm sedangkan untuk diameter 50 – 80 mm memiliki penyimpangan atas = 0 dan penyimpangan bawah = 0,030 mm. Dipilih nilai penyimpangan yang terkecil, agar penyimpangan yang terjadi sekecil mungkin. Nilai penyimpangan ini berlaku untuk diameter benda kerja, untuk mendapatkan defleksi maksimal maka nilai penyimpangan berlaku separuhnya yaitu :

$$y_B = \frac{0,025}{2} = 0,0125 \text{ mm}$$

Panjang benda kerja $L = 150 \text{ mm}$.

Kedalaman pemotongan $t = 3 \text{ mm}$.

Kecepatan pengumpanan $f = 0,25 \text{ mm/put}$.

Koefisien bahan

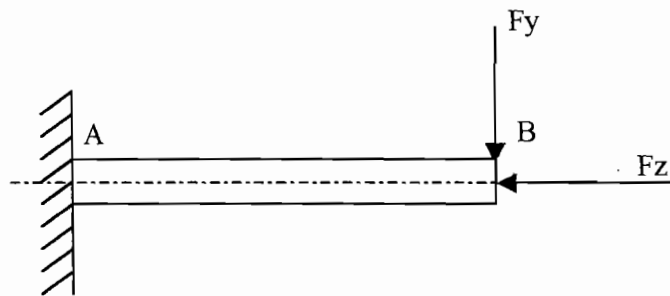
$$K = 157$$

$$m = 0,75$$

$$E = 1,9 \times 10^5 \text{ kg / mm}^2$$

Gaya yang terjadi pada sumbu y dapat diperoleh dengan Persamaan 3.1 :

$$\begin{aligned} F_y &= K \cdot t \cdot f^m \dots\dots\dots (3.1) \\ &= 157 \times 3 \times (0,25)^{0,75} \\ &= 166,52 \text{ kg} \end{aligned}$$



Gambar 3.2 Gaya – gaya yang searah sumbu y dan sumbu z

Perhitungan diameter minimal berdasarkan defleksi pada sumbu y

Momen yang terjadi :

$$M_A = F_y \times L$$

$$= 166,52 \times 150$$

$$= 24978,55 \text{ kg mm}$$

Perhitungan diameter minimal berdasarkan defleksi

$$y_B = \left(\frac{M \times L}{E \times I} \right) \left(\frac{L}{3} \right)$$

$$I = \left(\frac{M \times L \times L}{3 \times E \times y_B} \right)$$

$$= \left(\frac{24978,55 \times 150 \times 150}{3 \times (1,9 \times 10^5) \times 0,0125} \right)$$

$$= 78879,62 \text{ mm}^4$$

Momen inersia

$$I = \frac{\pi}{64} (d)^4$$

$$d = \sqrt[4]{\frac{64 \times I}{\pi}}$$

$$= \sqrt[4]{\frac{64 \times 78879,62}{\pi}}$$

$$= 35,6 \text{ mm}$$

Dipakai diameter terkecil 35,6 mm untuk pengerjaan benda kerja, berdasarkan pertimbangan defleksi benda kerja

Penentuan diameter benda kerja

Agar volume total yang dihasilkan pada tiap pemakanan sama maka diameter benda kerja yang dihasilkan tidak sama pada tiap kedalaman pemakanan. Untuk diameter

terkecil ditentukan dari pertimbangan defleksi benda kerja, karena kemampuan maksimal kedalaman pemakanan alat iris adalah 3 mm maka

$$\begin{aligned}d_2 &= 35,6 + 6 \\ &= 41,6 \text{ mm.}\end{aligned}$$

volume benda kerja yang dikerjakan dapat dihitung dengan Persamaan 3.2

volume total yang dibuang = volume lingkaran luar – volume lingkaran dalam

$$\begin{aligned}&= \frac{1}{4} \times (d_2)^2 \times l - \frac{1}{4} \times (d_1)^2 \times l \dots\dots\dots (3.2) \\ &= \frac{1}{4} \times (41,6)^2 \times 10 - \frac{1}{4} \times (35,6)^2 \times 10 \\ &= 4326,4 - 3168,4 \\ &= 1158 \text{ mm}^3\end{aligned}$$

diameter lingkaran sesudah diameter 41,6 (d_3) didapatkan dengan Persamaan 3.3

$$\frac{1}{4} \times (d_3)^2 \times l - \frac{1}{4} \times (d_2)^2 \times l = \text{volume total yang dibuang} \dots\dots\dots (3.3)$$

$$\frac{1}{4} \times (d_3)^2 \times 10 - \frac{1}{4} \times (41,6)^2 \times 10 = 1158$$

$$\frac{1}{4} \times (d_3)^2 \times 10 = 1158 + 4326,4$$

$$(d_3)^2 = \frac{5484,4}{2,5}$$

$$d_3 = \sqrt{2193,76}$$

$$= 46,838 \text{ mm}$$

Untuk diameter lingkaran sesudah 41,6 mm didapatkan dengan Persamaan 3.3

dan hasilnya dapat dilihat pada tabel 3.1.

III.5 Penentuan Kecepatan Potong, Kecepatan Pemakanan dan Kecepatan Putar Sumbu Utama

Pada pengerjaan kedua benda kerja ini dipakai kecepatan potong 220 m/mnt untuk pengerjaan pertama dan kecepatan potong 170 m/mnt untuk pengerjaan kedua sedangkan kecepatan pemakanan tetap yaitu 0,25 mm/putaran berdasarkan pertimbangan keamanan dalam pengerjaan benda kerja.

Untuk pengerjaan pertama pada satu benda kerja kecepatan pemakanan dan kecepatan potong yang dipakai tetap untuk tiap diameter benda kerja, karena diameter benda kerja bervariasi sedangkan kecepatan potong yang dipakai tetap maka kecepatan putar juga bervariasi. Untuk pengerjaan kedua pada sisi yang berbeda pada benda kerja, kecepatan pemakanan dan kecepatan potong yang dipakai tetap untuk tiap diameter benda kerja. Karena diameter benda kerja bervariasi maka kecepatan putar juga bervariasi. Untuk menentukan kecepatan putar digunakan Persamaan 3.4 :

$$n = \frac{1000 \times Cs}{\pi \times d} \dots\dots\dots (3.4)$$

Pada pengerjaan benda kerja dengan diameter 35,6 mm dipakai kecepatan potong 220 m/mnt maka kecepatan putarnya :

$$\begin{aligned} n &= \frac{1000 \times 220}{3,14 \times 35,6} \\ &= \frac{220.000}{111,88} \end{aligned}$$

$$= 1966,29 \text{ rpm} \approx 1966 \text{ rpm}$$

Kecepatan putar untuk pengerjaan benda kerja ini dapat dilihat pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Kecepatan putar

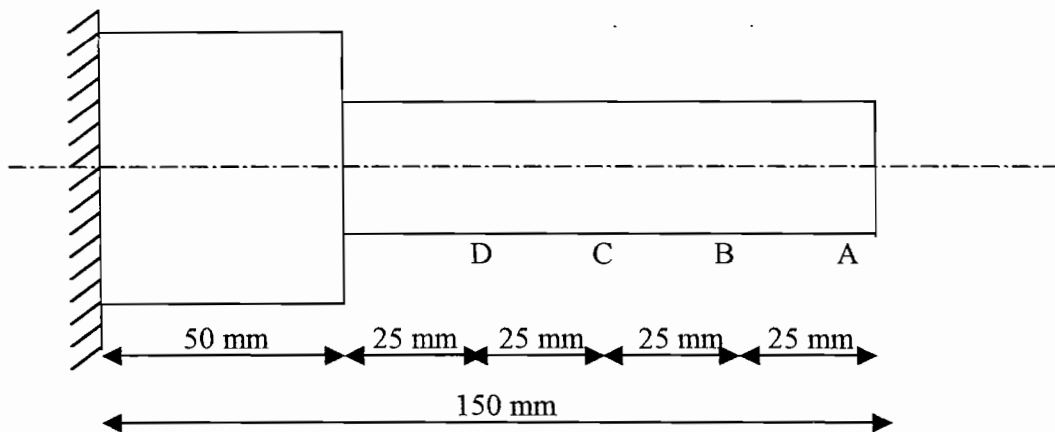
No	Kecepatan potong (Cs) (m/mnt)	Diameter (d) (mm)	Kecepatan putar (n) (rpm)
1	220	51,546	1358
2	220	46,838	1495
3	220	41,6	1683
4	220	35,6	1966
5	170	51,546	1049
6	170	46,838	1155
7	170	41,6	1300
8	170	35,6	1519

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

IV. 1 Hasil Penelitian Pengerjaan Benda Kerja

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dalam pengerjaan dan pengukuran benda kerja S 25 C dan S 45 C yang dilakukan di laboratorium CNC Fakultas Teknik Universitas Sanata Dharma diperoleh data sebagai berikut :



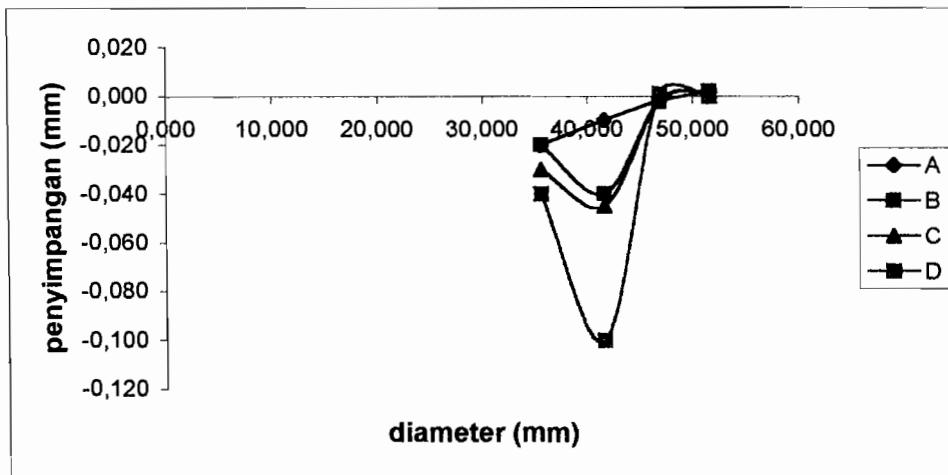
Gambar 4.1 Letak titik – titik pengukuran

Tabel 4.1 Penyimpangan ukuran yang dihasilkan pada benda kerja S 25 C

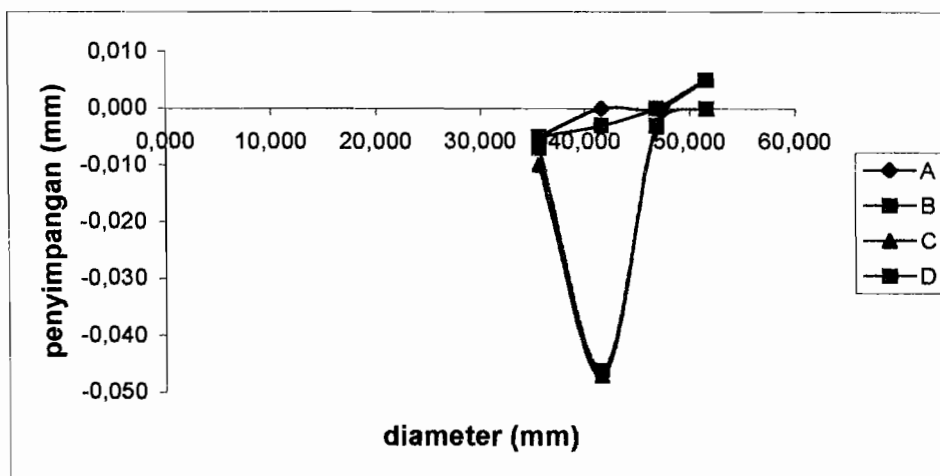
No	Diameter	Cs	Penyimpangan di			
			A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)
1	51,546	220	0,002	0,002	0,002	0,000
2	46,838	220	-0,002	-0,002	-0,002	0,001
3	41,6	220	-0,010	-0,040	-0,045	-0,100
4	35,6	220	-0,020	-0,020	-0,030	-0,040
5	51,546	170	0,005	0,005	0,005	0,000
6	46,838	170	0,000	0,000	-0,003	-0,003
7	41,6	170	0,000	-0,003	-0,047	-0,046
8	35,6	170	-0,005	-0,005	-0,010	-0,007

Tabel 4.2 Penyimpangan ukuran yang dihasilkan pada benda kerja S 45 C

No	Diameter	Cs	Penyimpangan di			
			A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)
1	51,546	220	0,004	-0,006	-0,021	-0,026
2	46,838	220	0,012	0,002	-0,008	-0,010
3	41,6	220	0,055	0,030	0,010	0,000
4	35,6	220	0,050	0,030	0,025	0,010
5	51,546	170	0,008	0,004	-0,006	-0,006
6	46,838	170	0,000	0,000	-0,001	-0,001
7	41,6	170	0,020	0,010	0,000	0,000
8	35,6	170	-0,100	-0,060	0,010	0,030



Gambar 4.2 Grafik penyimpangan benda kerja S 25 C yang dihasilkan terhadap diameter yang diharapkan dengan Cs 220 m/mnt



Gambar 4.3 Grafik penyimpangan benda kerja S 25 C yang dihasilkan terhadap diameter yang diharapkan dengan Cs 170 m/mnt

Tabel 4.1 Penyimpangan ukuran yang dihasilkan pada benda kerja S 25 C

No	Diameter	Cs	Penyimpangan di			
			A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)
1	51,546	220	0,002	0,002	0,002	0,000
2	46,838	220	-0,002	-0,002	-0,002	0,001
3	41,6	220	-0,010	-0,040	-0,045	-0,100
4	35,6	220	-0,020	-0,020	-0,030	-0,040
5	51,546	170	0,005	0,005	0,005	0,000
6	46,838	170	0,000	0,000	-0,003	-0,003
7	41,6	170	0,000	-0,003	-0,047	-0,046
8	35,6	170	-0,005	-0,005	-0,010	-0,007

Tabel 4.2 Penyimpangan ukuran yang dihasilkan pada benda kerja S 45 C

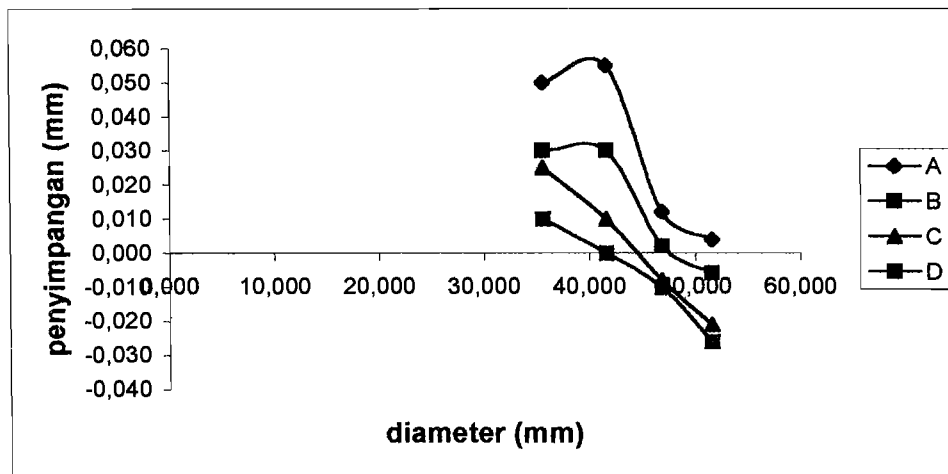
No	Diameter	Cs	Penyimpangan di			
			A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)
1	51,546	220	0,004	-0,006	-0,021	-0,026
2	46,838	220	0,012	0,002	-0,008	-0,010
3	41,6	220	0,055	0,030	0,010	0,000
4	35,6	220	0,050	0,030	0,025	0,010
5	51,546	170	0,008	0,004	-0,006	-0,006
6	46,838	170	0,000	0,000	-0,001	-0,001
7	41,6	170	0,020	0,010	0,000	0,000
8	35,6	170	-0,100	-0,060	0,010	0,030

IV.2 Hasil Pengujian Kekerasan Benda Kerja

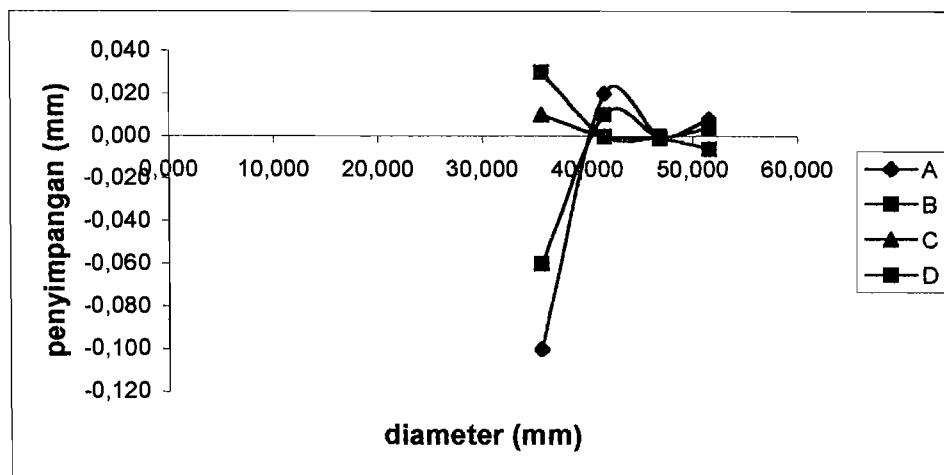
Setelah melakukan proses permesinan pada benda kerja, benda kerja diratakan pada kedua sisi yang berlawanan untuk pengujian kekerasan. Pengujian kekerasan menggunakan alat Brinell Hardness Tester di Laboratorium Ilmu Logam Fakultas Teknik Universitas Sanata Dharma. Peneliti melakukan pengujian pada 3 titik pada masing – masing lingkaran pengerjaan benda kerja dan 3 titik pada tempat pengukuran diameter benda kerja, hasilnya dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 4.3 Hasil pengujian kekerasan benda kerja secara memanjang

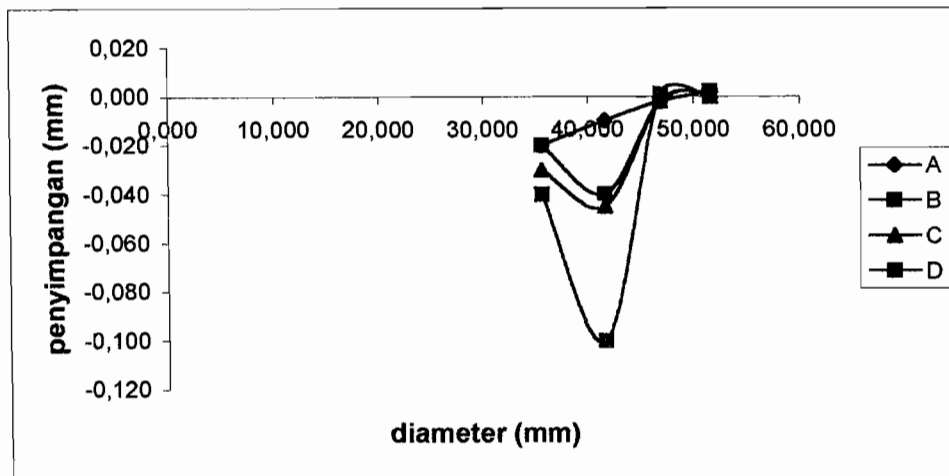
Benda kerja	Pengujian ke	Kekerasan di			
		A (HB)	B (HB)	C (HB)	D (HB)
S 25 C	1	160	150	143	146
	2	157	144	148	147
	3	153	159	146	160
	Rata-rata	157	151	146	151
S 45 C	1	199	187	188	199
	2	193	189	192	195
	3	198	190	184	191
	Rata – rata	196	189	188	195



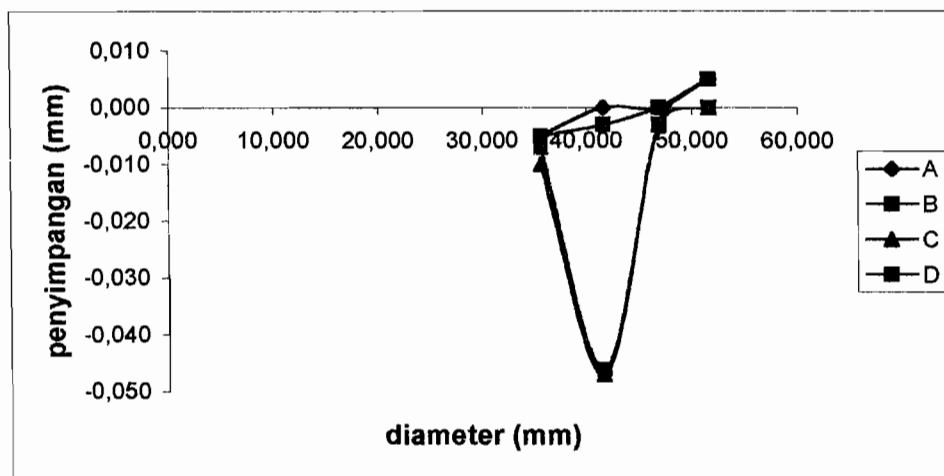
Gambar 4.4 Grafik penyimpangan benda kerja S 45 C yang dihasilkan terhadap diameter yang diharapkan dengan Cs 220 m/mnt



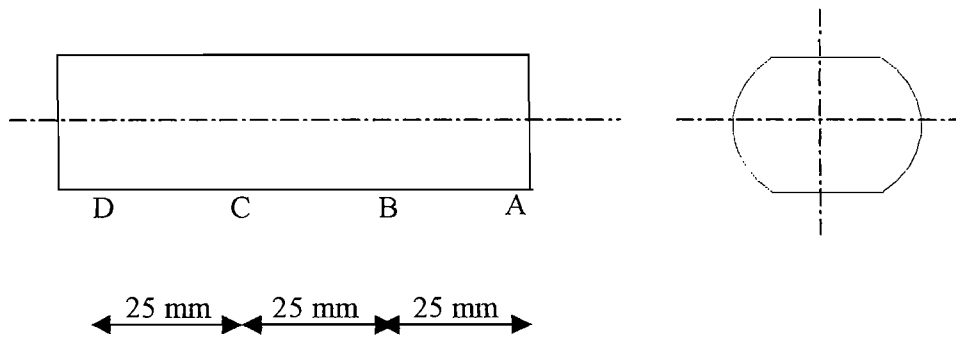
Gambar 4.5 Grafik penyimpangan benda kerja S 45 C yang dihasilkan terhadap diameter yang diharapkan dengan Cs 170 m/mnt



Gambar 4.2 Grafik penyimpangan benda kerja S 25 C yang dihasilkan terhadap diameter yang diharapkan dengan Cs 220 m/mnt



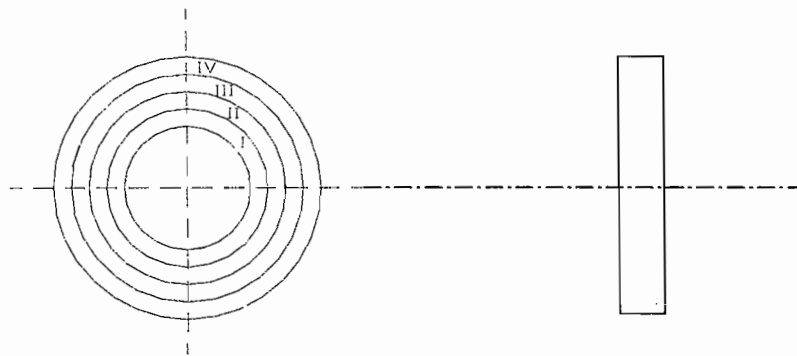
Gambar 4.3 Grafik penyimpangan benda kerja S 25 C yang dihasilkan terhadap diameter yang diharapkan dengan Cs 170 m/mnt



Gambar 4.6 Letak titik – titik pengujian secara memanjang dengan ukuran sesuai dengan titik – titik pengukuran diameter benda kerja

Tabel 4.4 Hasil pengujian kekerasan benda kerja secara melingkar

Benda kerja	Pengujian ke	Kekerasan pada lingkaran			
		I (HB)	II (HB)	III (HB)	IV (HB)
S 25 C	1	153	149	149	156
	2	152	159	150	156
	3	150	149	159	174
	Rata-rata	152	152	152	161
S 45 C	1	195	194	205	207
	2	184	187	205	197
	3	189	193	202	180
	Rata – rata	189	191	204	194



Gambar 4.7 Letak titik – titik pengujian secara melingkar dengan ukuran sesuai dengan diameter pengerjaan benda kerja

IV.3 Pembahasan

Dari Gambar 4.2 terlihat bahwa benda kerja S 25 C memiliki penyimpangan ukuran dari diameter yang diharapkan, penyimpangan ini memiliki nilai yang bervariasi. Hal ini merupakan pengaruh dari berbagai faktor, salah satunya dari kekerasan benda kerja yang tidak sama pada tiap lingkaran pengerjaan dan bagian memanjang dari benda kerja. Pada pengerjaan awal penyimpangan yang dihasilkan masih kecil namun semakin kecil diameternya maka penyimpangannya semakin besar. Penyimpangan terbesar dihasilkan pada diameter 41,6 mm, penyimpangan di D mencapai $-0,100$ mm.

Pada Gambar 4.3 terlihat bahwa benda kerja S 25 C memiliki penyimpangan ukuran dari diameter yang diharapkan, penyimpangan ini memiliki nilai yang bervariasi. Penyimpangan terbesar juga dihasilkan pada diameter 41,6 mm, penyimpangan di C mencapai $-0,047$ mm. Dari Gambar 4.3 dan Gambar 4.4 terlihat bahwa semakin rendah kecepatan potong maka penyimpangan yang dihasilkan semakin kecil, ketelitian pengerjaan benda kerja semakin tinggi.

Pada Gambar 4.4 terlihat bahwa benda kerja S 45 C memiliki penyimpangan ukuran dari diameter yang diharapkan, penyimpangan ini memiliki nilai yang bervariasi. Penyimpangan pada pengerjaan diameter 55,838 mm masih kecil namun semakin kecil diameter benda kerja semakin besar nilai penyimpangannya. Semakin kecil benda kerja maka semakin kecil pula kemampuannya dalam menahan gaya – gaya yang terjadi sehingga benda kerja yang diameternya lebih kecil akan mengalami defleksi yang lebih besar pada proses pengerjaan benda kerja. Benda kerja S 45 C memiliki kekerasan yang lebih tinggi sehingga gaya – gaya selama pengerjaan lebih besar. Hal lain yang menyebabkan penyimpangan semakin besar pada diameter yang lebih kecil adalah penyimpangan pada diameter sebelumnya. Pada pengerjaan diameter yang lebih besar sudah terjadi penyimpangan ukuran, pada pengerjaan berikutnya penyimpangan ini ditambah dengan penyimpangan yang terjadi sehingga nilai penyimpangan ukuran semakin besar.

Dari Gambar 4.5 terlihat bahwa benda kerja S 45 C memiliki penyimpangan ukuran dari diameter yang diharapkan, penyimpangan ini memiliki nilai yang bervariasi. Nilai penyimpangan ukuran di atas 0 lebih kecil daripada gambar 4.5 karena kecepatan potong yang dipakai lebih rendah. Pada diameter 35,6 mm terdapat penyimpangan – 0,100 mm, hal ini karena penyetingan awal yang tidak tepat sehingga terdapat penyimpangan ukuran.

Gambar 4.4 dan Gambar 4.5 memperlihatkan nilai penyimpangan yang melebihi toleransi h7 yaitu batas penyimpangan atas 0 mm dan batas penyimpangan bawah 0,025 mm yang berarti bahwa benda kerja diijinkan untuk lebih kecil 0,025 mm dari ukuran yang diharapkan namun tidak diijinkan untuk lebih besar dari diameter yang diharapkan. Untuk diameter benda kerja 51,546 mm, batas penyimpangan bawah 0,030

mm yang berarti benda kerja diijinkan untuk lebih kecil 0,030 mm. Benda kerja S 45 C memiliki nilai penyimpangan yang melebihi toleransi lebih banyak daripada benda kerja S 25 C. Pada benda kerja S 45 C terdapat 18 nilai penyimpangan yang melebihi toleransi sedangkan pada benda kerja S 25 C terdapat 12 nilai penyimpangan yang melebihi toleransi. Benda kerja S 25 C memiliki ketelitian pengerjaan yang lebih tinggi, hal ini sesuai dengan hipotesa. Sebagian besar penyimpangan benda kerja S 45 C menghasilkan diameter benda kerja yang lebih besar dari yang diinginkan, hal ini karena kekerasan benda kerja S 45 C lebih tinggi sehingga pengerjaan pemakanan kurang dalam. Untuk benda kerja S 45 C diperlukan pengerjaan finishing agar diameter yang diinginkan dapat tercapai dan memenuhi toleransi h7.

Dari Tabel 4.3 dapat dilihat bahwa bagian memanjang pada benda kerja S 25 C dan S 45 C memiliki kekerasan yang tidak sama, walaupun perbedaan diantaranya cukup kecil namun dapat mempengaruhi ketelitian benda kerja yang dihasilkan. Pada benda uji S 25 C nilai kekerasan tertinggi adalah 157 HB dan nilai kekerasan terendah adalah 146 HB. Selisih antara nilai kekerasan tertinggi dengan nilai kekerasan terendah adalah 11 HB sedangkan pada benda uji S 45 C selisih antara nilai kekerasan tertinggi dengan nilai kekerasan terendah adalah 8 HB dengan nilai kekerasan tertinggi 196 HB dan nilai kekerasan terendah 188 HB. Jika benda kerja yang dihasilkan memiliki penyimpangan ukuran dari yang diharapkan maka penyimpangan pada bagian A akan berbeda harganya dengan penyimpangan pada bagian B atau bagian pengukuran yang lainnya, salah satu sebabnya karena kekerasan benda kerja pada tiap bagian pengukuran tidak sama. Perbedaan nilai kekerasan pada benda uji S 25 C dan S 45 C dapat disebabkan karena pengujian kekerasan yang tidak sempurna dan pengamatan pada alat ukur yang tidak cermat sehingga nilai kekerasan yang dihasilkan berbeda – beda. Hal

lain yang mempengaruhi perbedaan nilai kekerasan adalah struktur benda kerja, benda kerja memiliki kekerasan yang berbeda – beda di setiap titiknya karena unsur – unsur yang tidak terkandung di dalamnya tidak tersebar secara merata namun memberi sifat – sifat secara menyeluruh.

Dari Tabel 4. 4 dapat dilihat bahwa lingkaran pengerjaan pada benda kerja S 25 C dan S 45 C memiliki kekerasan yang tidak sama pada setiap lingkaran, walaupun perbedaan diantaranya cukup kecil namun dapat mempengaruhi ketelitian benda kerja yang dihasilkan. Pada benda uji S 25 C nilai kekerasan tertinggi adalah 161 HB dan nilai kekerasan tertinggi adalah 152 HB, selisih antara nilai kekerasan tertinggi dengan nilai kekerasan terendah adalah 9 HB. Lingkaran pengerjaan I, II, III memiliki nilai rata – rata kekerasan yang sama namun nilai kekerasan pada titik – titik pengujian berbeda. Pada benda uji S 45 C selisih antara nilai kekerasan tertinggi dengan nilai kekerasan terendah adalah 15 HB dengan nilai kekerasan tertinggi 204 HB dan nilai kekerasan terendah 189 HB. Jika benda kerja yang dihasilkan memiliki penyimpangan ukuran dari yang diharapkan maka penyimpangan pada lingkaran I akan berbeda harganya dengan penyimpangan pada lingkaran II atau lingkaran pengerjaan yang lainnya, salah satu sebabnya karena kekerasan benda kerja pada tiap lingkaran pengerjaan tidak sama.

Secara keseluruhan dapat diketahui bahwa benda uji S 25 C memiliki kekerasan 153 HB dan benda uji S 45 C memiliki kekerasan 193 HB. Pengerjaan benda kerja S 25 C dan S 45 C menggunakan mesin CNC Gildemeister NEF 520 dengan parameter pengerjaan yang sama, menghasilkan ketelitian pengerjaan yang berbeda karena pengaruh kekerasan benda kerja.

BAB V
PENUTUP

V.1 Kesimpulan

Setelah melakukan penelitian dan pembahasan tentang hubungan kekerasan benda kerja S 25 C dan benda kerja S 45 C dengan ketelitian ukuran yang dihasilkan pada pengerjaan menggunakan mesin CNC Gildemeister NEF 520 maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada kondisi pengerjaan yang sama pada mesin CNC Gildemeister NEF 520, benda kerja S 25 C memiliki ketelitian pengerjaan yang lebih tinggi daripada benda kerja S 45 C karena benda kerja S 25 C memiliki kekerasan yang lebih rendah daripada benda kerja S 45 C. Pada pengerjaan dengan mesin CNC Gildemeister NEF 520, benda kerja S 25 C yang memiliki kekerasan 153 HB memiliki penyimpangan dari diameter yang diharapkan lebih kecil dibandingkan dengan benda kerja S 45 C yang memiliki kekerasan 193 HB.
2. Kecepatan potong yang lebih rendah menghasilkan ketelitian pengerjaan yang lebih baik pada pengerjaan benda kerja S 25 C dan S 45 C dengan mesin CNC Gildemeister NEF 520. Kecepatan potong 170 m/mnt pada pengerjaan benda kerja S 25 C dan S 45 C dengan mesin CNC Gildemeister NEF 520 menghasilkan nilai penyimpangan dari diameter yang diharapkan lebih sedikit dan lebih kecil dibandingkan dengan pengerjaan benda kerja S 25 C dan S 45 C menggunakan kecepatan potong 220 m / mnt.

V.2 Saran

1. Benda kerja yang akan dikerjakan dengan mesin CNC Gildemeister NEF 520 sebaiknya disediakan dalam jumlah dan ukuran yang memadai.
2. Besarnya kecepatan potong pada proses pengerjaan benda kerja sangat berpengaruh sehingga perlu diperhatikan agar benda kerja yang dihasilkan mempunyai kualitas yang baik.
3. Pisau potong yang dipakai usahakan memakai pisau potong yang baik sebab kualitas alat potong akan mempengaruhi kualitas pengerjaan benda kerja.
4. Benda kerja harus dicekam dengan baik untuk mengatasi getaran dan gaya – gaya yang terjadi pada pengerjaan benda kerja.

DAFTAR PUSTAKA

- Amstead, B.H, Ostwald, P.F., Begeman M.L., *Teknologi Mekanik*, Sriati Djaprie, Jilid I edisi ketujuh, penerbit Erlangga Jakarta
- Amstead, B.H, Ostwald, P.F., Begeman M.L., *Teknologi Mekanik*, Sriati Djaprie, Jilid II edisi ketujuh, penerbit Erlangga Jakarta
- Amstead, B.H, Ostwald, P.F., Begeman M.L., 1992, *Manufacturing Processed* penerbit Erlangga Jakarta
- De Garmo, E.P, 1997, *Material and Processes in Manufacturing*, 8th edition, Prentice Hall Inc, Upper Saddle River, New Jersey 07458, USA.
- Groover, M.P., 1996, *Fundamentals of Modern Manufacturing : Materials, Processes and Systems*, Prentice Hall Inc, Upper Saddle River, New Jersey 07458, USA
- Schey J.A, *Introduction to Manufacturing Processes*, 3rd edition, McGraw Hill
- Samsudin, *Teknologi Mekanik*
- Sularso dan Suga K, 1997, *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*
Jakarta : PT Pradnya Paramita
- Terheijden C, Harun, *Alat – alat Perkakas I*, Binacipta Bandung
- Timoshenko, S., Young, D.H, *Elements of Strength of Materials*

LAMPIRAN

7.3 Suggested Machining Parameters for Turning Various Materials with Carbide Tools

Work Material	Cutting Speed [sfpm (m/min)]		Feed Rate [in./rev (mm/rev)]		Depth of Cut [in. (mm)]	
	Roughing	Finishing	Roughing	Finishing	Roughing	Finishing
Free-machining carbon steels: AISI 1100, 1200 series, 140-190 BHN	205-1100 (76-335)	1000-2000 (305-610)	0.010-0.085 (0.25-2.16)	0.005-0.015 (0.13-0.38)	0.125-0.675 and up (3.18-17.15)	Up to 0.180 (4.57)
Plain carbon steels: AISI 1000 series, 185-240 BHN	200-800 (61-244)	700-1600 (213-488)	0.010-0.085 (0.25-2.16)	0.005-0.015 (0.13-0.38)	0.125-0.675 and up (3.18-17.15)	Up to 0.180 (4.57)
Alloy steels: AISI 1300, 4000, 5000, 8000, and 9000 series; 190-240 BHN	175-600 (53-183)	550-1200 (168-366)	0.010-0.085 (0.25-2.16)	0.005-0.015 (0.13-0.38)	0.125-0.675 and up (3.18-17.15)	Up to 0.180 (4.57)
Cast irons: gray, nodular, and malleable, 150-210 BHN	200-1200 (61-366)	200-750 (61-229)	0.010-0.055 (0.25-1.40)	0.005-0.015 (0.13-0.38)	0.125-0.675 and up (3.18-17.15)	Up to 0.180 (4.57)
Martensitic stainless steels: wrought 400 and 500 series and PH types, 175-210 BHN	175-450 (53-137)	450-850 (137-259)	0.010-0.040 (0.025-1.02)	0.005-0.015 (0.13-0.38)	0.125-0.500 (3.18-12.70)	Up to 0.180 (4.57)
Austenitic stainless steels: wrought 200 and 300 series, 140-190 BHN	125-425 (38-130)	425-650 (130-198)	0.010-0.040 (0.25-1.02)	0.005-0.015 (0.13-0.38)	0.125-0.500 (3.18-12.70)	Up to 0.180 (4.57)
Superalloys: iron, nickel, titanium, and cobalt alloys, 240-300 BHN	30-150 (9-46)	150-400 (46-122)	0.010-0.025 (0.25-1.02)	0.005-0.015 (0.13-0.38)	0.100-0.500 (2.54-7.62)	Up to 0.100 (4.57)
Tool steels, wrought high-speed, shock resistant, and hot and cold work, 210-240 BHN	100-300 (30-91)	275-750 (84-229)	0.010-0.065 (1.25-1.65)	0.005-0.015 (0.13-0.38)	0.125-0.675 and up (3.18-17.15)	Up to 0.180 (4.57)
Nonferrous free-machining alloys: aluminum, copper, zinc, and brass alloys, 80-120 BHN	400-1200 (122-366)	1000-2000 (305-610)	0.010-0.065 (0.25-2.16)	0.005-0.015 (0.13-0.38)	0.125-0.675 and up (3.18-17.15)	Up to 0.10 (4.57)
Nonmetallics: nylons, acrylics, and phenolic resins	350-800 (107-244)	800-1500 (244-457)	0.010-0.040 (0.25-1.02)	0.005-0.015 (0.13-0.38)	0.125-0.500 (3.18-12.70)	Up to 0.180 (4.57)

Source: *Tool and Manufacturing Engineers Handbook*, Vol. 1, 4th edition, Kennametal, Inc.

CHEMICAL ANALYSIS, %	C	Mn	Si (max)	S	Cr + Mo + Ni (max)
	0.42 - 0.50	0.50 - 0.80	0.40	0.020 - 0.040	0.63

COMPARISON TO INTERNATIONAL STANDARDS

AISI/SAE/ASTM	1045
Werkstoff	1.0503
DIN	C 45
JIS	S 45 C
SIS	1672

CHARACTERISTICS & APPLICATIONS

HQ 760® is an easily machinable carbon steel characterized by:

- Good machinability
- Fair resistance to abrasion
- Good mechanical strength

HQ 760® is primarily intended to be used in the as-delivery condition. It is only to be heat treated for special applications.

Application includes engine mounting, liner, ceramic mould, lever and other machinery parts that requires moderate strength and wear resistance.

MECHANICAL PROPERTIES AS SUPPLIED*

Yield strength, Rp 0.2	305 N/mm ² (30 kg/mm ²)
Tensile strength, Rm	580 N/mm ² (58 kg/mm ²)
Elongation, A ₅	min. 16%

* For Ø 16 - Ø 100, properties can be vary according to sizes
Forged and pre-machined bars is normalized to DIN 17200/ EN 10083

SIZE RANGE

HQ 760® is available in a number of standard sizes:

Ø 16 - 250 mm	hot rolled bars
> Ø 250 mm	forged and pre-machined bars

MACHINING

Turning

For Ø 100 mm	Turning with carbide tool		
	Rough turning	Medium turning	Finish turning
Depth of Cut (a _p) mm	min. 5	1 - 5	max. 1
Feed (f) mm/turn	min. 1.0	0.3 - 1.0	max. 0.3
ISO machining group for carbide tools	P30 - P40	P20 - P30	P10
Cutting speed (v _c) m/min	40 - 60	60 - 150	> 150

COMPANY : PT. ITOKOH CEPERINDO
 SAMPLE NAME : BAJA - BAGUS - SANATADHARMA
 FURNACE : IK1038A - 01/38
 OPERATOR : MARYADI
 Alloy : SC Mode : PA 10-Nov-2004 Time 10:50

Burn 1

Fe 98.80	C 0.266	Si 0.089	Mn 0.427	P 0.015
S 0.028	Ni 0.086	Cr 0.102	Mo< 0.004	Cu 0.144
Al< 0.000	Nb 0.01	V< 0.00	W 0.04	Ti< 0.00

Burn 2

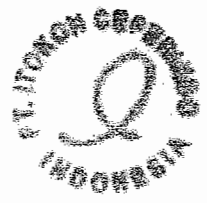
Fe 98.81	C 0.260	Si 0.089	Mn 0.423	P 0.014
S 0.026	Ni 0.087	Cr 0.100	Mo< 0.004	Cu 0.145
Al< 0.000	Nb 0.01	V< 0.00	W 0.04	Ti< 0.00

Burn 3

Fe 98.79	C 0.267	Si 0.089	Mn 0.426	P 0.016
S 0.028	Ni 0.087	Cr 0.101	Mo< 0.004	Cu 0.146
Al< 0.000	Nb 0.01	V< 0.00	W 0.04	Ti< 0.00

Average

Fe 98.80	C 0.264	Si 0.086	Mn 0.425	P 0.015
S 0.028	Ni 0.087	Cr 0.101	Mo< 0.004	Cu 0.145
Al< 0.000	Nb 0.01	V< 0.00	W 0.04	Ti< 0.00



Program yang digunakan

N1 T2 M3

N2 G0 X41.6 Z2

N3 G96 S1519 G95 F0.25

N4 G0 X35.6 Z2

N5 G1 Z-101

N6 G0 X100 Z 500

N7 M30

Penjelasan dari program di atas adalah :

N1 : Benda kerja mulai berputar searah jarum jam.

N2 : Posisi awal pisau potong memakai koordinat absolut.

N3 : Data kecepatan putar benda kerja dan kecepatan pemakanan.

N4 : Pisau potong bergeser menuju koordinat X 35,6 ; Z 2 dengan kecepatan maksimum

N5 : Gerak pemakanan sejauh -101 mm dengan kecepatan putar 1519 rpm dan kecepatan pemakanan 0,25 mm/put.

N6 : Pisau potong bergeser menuju koordinat X 100 ; Z 500 dengan kecepatan maksimum

N7 : End program dan spindle berhenti berputar.



UJIAN PENDADARAN TUGAS AKHIR / SKRIPSI
TANGGAL : 27 Januari 2005



NAMA Mhs. : ANDREAS BAGUS KRISTIANTARA

NIM : 995214109

JUDUL :
*Relationship Between Material Hardness and Precision of S 25
C and S 45 C AT Workmanship Using Gildemeiter NEF 520*

Pembimbing Utama : RB. Dwiseno Wihadi, S.T.,M.Si.

Pembimbing Kedua : -

USULAN REVISI DARI DOSEN PENGUJI

1. 1 lembar untuk mahasiswa
2. 1 lembar untuk dosen pembimbing

Hal 30, perhitungan momen dihilangkan

Daftar Pustaka

- Titisari, Abstract
- Gambar 4.5 dipindah ke sebelum Tabel 4.1.
- Judul



JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SANATA DHARMA
Kampus III, Paingan Maguwoharjo, Sleman -Yogyakarta
Telp.(0274) 883037, 883968, 886530; Fax.(0274) 886529; Email :teknik@staff.usd.ac.id

TUGAS AKHIR/SKRIPSI PROGRAM S-1
JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIV. SANATA DHARMA YOGYAKARTA

No: 497 / FT .USD / TM / Februari / 2005

NAMA : A. Bagus Kristiantara
NIM : 995214109
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik , Univ. Sanata Dharma Yogyakarta
Judul TGA :
Hubungan Kekerasan Benda Kerja dan Kecepatan Potong dengan
Ketelitian pada benda kerja S 25 C dan S 45 C menggunakan mesin
CNC Gildemeister NEF 520 dengan parameter pengerjaan yang sama.

Tanggal dimulai : 15 Februari 2004

Pembimbing II

Yogyakarta , 25 Februari 2005

Pembimbing I

RB. Dwiseno Wihadi,S.T.,M.Si.



TUGAS AKHIR / SKIPSI PROGRAM S-1
JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIV. SANATA DHARMA YOGYAKARTA

No: 497 /FT .USD/TM/ Februari/2005



NAMA : A. Bagus Kristiantara
NIM : 995214109
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik , Univ. Sanata Dharma Yogyakarta
Judul TGA :

Hubungan Kekerasan Benda Kerja dan Kecepatan Potong dengan
Ketelitian pada benda kerja S 25 C dan S 45 C menggunakan mesin CNC
Gildemeister NEF 520 dengan parameter pengerjaan yang sama.

Tanggal dimulai : 15 Februari 2004
Pembimbing I : RB. Dwiseno Wihadi, S.T., M.Si.
Pembimbing II : -

No	Tgl	Uraian	Keterangan	Tanda Tangan
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				