

**PEMOTONGAN LURUS DENGAN HARGA PEMAKANAN 25 %
DI ATAS DATA TEKNIS PRODUK
(BENDA KERJA ALUMINIUM)**

TUGAS AKHIR

**Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik**

**Program Studi Teknik Mesin
Jurusan Teknik Mesin**



Oleh :

BELASIUS YOHANES

NIM : 995214100

Kepada

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SANATA DHARMA
Y O G Y A K A R T A
2 0 0 7**

**STRAIGHT-FORWARD CUTTING WITH 25%
FEEDING OF TECHNICAL DATA PRODUCT
(ALUMINUM MATERIAL)**

A THESIS

**Presented as Partial Fulfillment of the Requirements
to Obtain the *Sarjana Teknik* Degree
in Mechanical Engineering**



By :

BELASIUS YOHANES

NIM : 995214100

**MECHANICAL ENGINEERING STUDY PROGRAM
MECHANICAL ENGINEERING DEPARTMENT
ENGINEERING FACULTY
SANATA DHARMA UNIVERSITY
YOGYAKARTA**

2007

**PEMOTONGAN LURUS DENGAN HARGA PEMAKANAN 25 %
DI ATAS DATA TEKNIS PRODUK
(BENDA KERJA ALUMINIUM)**

TUGAS AKHIR

**Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik**

**Program Studi Teknik Mesin
Jurusan Teknik Mesin**



Oleh :

BELASIUS YOHANES

NIM : 995214100

Kepada

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SANATA DHARMA
Y O G Y A K A R T A
2 0 0 7**

TUGAS AKHIR

**PEMOTONGAN LURUS DENGAN HARGA PEMAKANAN 25 %
DI ATAS DATA TEKNIS PRODUK
(BENDA KERJA ALUMINIUM)**

Oleh :

BELASIOUS YOHANES

NIM : 995214100

Telah disetujui oleh :

Pembimbing I


R.B. Dwiseno Wihadi, S.T., M.Si.

Tanggal, 30 Maret 2007

Pembimbing II

Tanggal, Maret 2007

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**PEMOTONGAN LURUS DENGAN HARGA PEMAKANAN 25 %
DI ATAS DATA TEKNIS PRODUK
(BENDA KERJA ALUMINIUM)**

Oleh :

BELASIOUS YOHANES

NIM : 995214100

Telah dipertahankan di depan panitia penguji

Pada tanggal : 27 Maret 2007

Dan dinyatakan memenuhi syarat

Susunan Panitia Penguji :

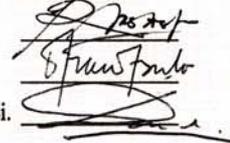
Nama Lengkap

Ketua : Ir. Rines, M.T.

Sekretaris : Doddy Purwadianto, S.T., M.T.

Anggota : R.B. Dwiseno Wihadi, S.T., M.Si.

Tanda Tangan

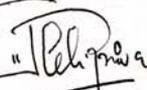


Yogyakarta, 30 Maret 2007

Fakultas Teknik

Universitas Sanata Dharma

Dekan



I. Gregorius Hefarko SJ, S.S., B.S.T., M.A., M.Sc.

PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini ku persembahkan buat :

Yesus Kristus Sang Penjaga hidupku,

Bapa di surga & Bunda Maria Termulia.

Bapakku (Ama), Ibuku (Umak), Umi, 'Akok', Kamar,
Kakak, Rosa (Ocha), Lusi (Uci), Chika, Christian, Duayank,

Regis, Edi, Henet, Dina & Printernya, Tinus,

Teman-teman mantan Gaudeamus,

Guk...Guk...Boby,

dan tak lupa teman-teman sepermainan

Footsal and Sepak Bola.

Dan yang teristimewa, Pacarku 'Marga (Non)',

KLN and MU Forever!

Juga buat Mr. Ochai, saatnya beraksi Chai.

Adios...

MOTTO

‘Apa yang kau pikir mungkin untuk kau dapatkan

Pasti akan kau dapatkan.

Apa yang kau pikir tidak mungkin kau dapatkan

Pasti tak akan kau dapatkan’.

By; Aness

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang saya tulis ini tidak memuat karya atau bagian karya orang lain, kecuali yang telah disebutkan dalam kutipan dan daftar pustaka, sebagaimana layaknya karya ilmiah.

Yogyakarta, Maret 2007

Penulis

Belasius Yohanes

INTISARI

Tujuan penulisan ini untuk mengetahui bagaimana pengaruh pemakanan yang menggunakan batas kecepatan pemakanan 25 % di atas data teknis produk serta untuk mengetahui bagaimana pengaruh penggunaan merk alat potong yang berbeda pada hasil pemotongan dengan menggunakan mesin *milling* CNC DMC 63 V.

Jenis alat potong yang digunakan adalah End mill HSS 4 flute diameter 10 mm berjumlah 2 buah, 1 buah dengan merk Franken dan 1 buah lagi dengan merk Hanita. Benda kerja yang digunakan adalah aluminium berbentuk balok dengan dimensi 45 mm x 45 mm x 30 mm berjumlah 3 buah. Sebelum dilakukan pengerjaan dengan mesin *milling* CNC DMC 63 V, terlebih dahulu dilakukan pengukuran kekerasan benda kerja dengan menggunakan alat uji *Brinell* untuk mengetahui tingkat homogenitas bahan. Proses pengerjaan dilakukan dengan pemotongan alur lurus terhadap 1 ½ buah benda kerja. Pengerjaan dalam pembuatan alur lurus ini hanya dilakukan pada kedua permukaan benda kerja yang berdimensi 45 mm x 45 mm saja. Setelah dilakukan pengerjaan finishing, selanjutnya dilakukan pengukuran alur terhadap 3 titik dari setiap alur dan dilakukan pengulangan pengukuran sebanyak 3 kali untuk setiap titik ukur untuk mendapatkan data yang seakurat mungkin. Kemudian penelitian yang terakhir adalah pengukuran kekasaran dengan menggunakan alat ukur jenis MITUTOYO SS 210P. Dari pengukuran kekasaran diketahui bahwa alat potong merk Franken lebih baik dibandingkan dengan alat potong merk Hanita.

Berdasarkan perhitungan di atas dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- 1) pemakanan hingga 25 % di atas limit (asutan) yang dibebankan terhadap kedua merk alat potong yang digunakan pada penelitian ini tidak mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap hasil pengerjaan *finishing* pada benda kerja,
- 2) walaupun jenis alat potong yang digunakan terbuat dari bahan yang sama, tetapi antara merk yang satu dengan yang lain ternyata memberikan hasil akhir yang berbeda baik dari segi ukuran maupun tingkat kekasarannya.

ABSTRACT

STRAIGHT-FORWARD CUTTING WITH 25% FEEDING OF TECHNICAL DATA PRODUCT (ALUMINUM MATERIAL)

This study aims at knowing how feeding using feed speed limit of 25% can influence on the product technical data and how cutting machines from various brand name can result in by using the Milling Machine CNC DMC 63V.

The cutting machine is used for this study are End Mill HSS 4 Flute diameter 10mm, one of Franken and the other of Hanita. Working object is used in this study are 3 Aluminium in a box shape with dimension 45mm x 45mm x 30mm. Before it is done by the Milling Machine CNC DMC 63V, to measure the strength of working object was done using testing tool Brinell to measure the homogeneity level of the material. The process was done by cutting in linear way/tracks one and a half of working object. This process was only to both of the surface with dimensions of 45mm x 45mm. After the finishing process was done, the linear tracks were measured 3 times to get the most accurate data. From the result, it is found that the cutting machine Hanita was better than the cutting machine Franken. Lastly, the hardness was measured using tool typed MITUTOYO SS 210P. The result of the hardness measurement showed that the cutting machine Franken was better than the cutting machine Hanita.

The result of this study concludes that: 1) Feeding up to 25% over the limit loaded upon both brands of cutting machine did not affect significantly over the result of finishing process on the working object, 2) Through the cutting machine made from the same material, the result can differ from each other in its dimension and in its hardness.

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN
PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya mahasiswa Universitas Sanata Dharma :

Nama : PELASIUS...YOHANES

Nomor Mahasiswa : 19.05.2.14.100.....

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya memberikan kepada Perpustakaan Universitas Sanata Dharma karya ilmiah saya yang berjudul :

PEMOTONGAN...LULUS...DENGAN...HARGA...PEMAKAMAN
25...%...DI...ATAS...DATA...TEKNIK...PRODUK.....

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan demikian saya memberikan kepada Perpustakaan Universitas Sanata Dharma hak untuk menyimpan, mengalihkan dalam bentuk media lain, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data, mendistribusikan secara terbatas, dan mempublikasikannya di Internet atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya maupun memberikan royalti kepada saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Yogyakarta

Pada tanggal : 16...AGUSTUS...2008

Yang menyatakan


(PELASIUS...YOHANES)

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 membahas mengenai Pemotongan Lurus Dengan Pemakanan 25% Di atas Data Teknis Produk (Benda Kerja Aluminium), yang dikerjakan dengan menggunakan Mesin CNC.

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

1. Romo Ir. Gregorius Heliarko SJ, S.S., B.S.T., M.A., M.Sc, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sanata Dharma Yogyakarta.
2. Bapak Yosep Agung Cahyanta, S.T, M.T, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Sanata Dharma Yogyakarta.
3. Bapak R.B. Dwiseno Wihadi. S.T., M.Si., selaku dosen pembimbing utama Tugas Akhir.
4. Segenap Dosen, Karyawan dan seluruh Civitas Universitas Sanata Dharma Yogyakarta.
5. Pacarku yang 'teristimewah' (Marga or Non), *KLN* and *MN* , terima kasih atas semua pengalaman dan kenangan yang telah kita lewati, dan akan selalu kita lewati dalam segala hal.

6. Bapak (Ama), Ibu (Umak), Umi, 'Akok', Kamar, Kakak, Chika, Chistian, Rosa (Ocha), Lusi (Usu), Duayank, Regis juga, Edi hampir lupa, Henet, Tinus, Dina, Ochai, 'Bravo friend'.
7. Teman - teman semua yang telah memberikan dukungan material maupun moril dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, yang tak dapat disebutkan satu per satu.

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 dikemudian hari.

Akhir kata, penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat memberi sedikit manfaat bagi pembaca.

Yogyakarta, Maret 2007

Penulis

Belasius Yohanes

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
MOTTO	v
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA	vi
INTISARI	vii
ABSTRACT	viii
PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Manfaat Penelitian	4
BAB II. LANDASAN TEORI.....	5
2.1 Pemotongan Lurus (<i>Linier</i>) dan Pemotongan Melingkar.....	5
2.2. <i>Speed, Feeding</i> , dan Kedalaman Pemotongan	8

2.3. Kekasaran Permukaan.....	13
BAB III. METODE PENELITIAN.....	18
3.1. Bahan Penelitian	18
3.2. Peralatan Penelitian	19
3.3. Langkah-langkah Penelitian	22
3.4. Langkah-langkah Pemotongan Benda Kerja.....	24
3.5. Program Pembuatan Benda Kerja dan Penjelasan Data-data Program	26
BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	30
4.1. Hasil Pengukuran Kekerasan Material.....	30
4.2. Hasil Pengukuran Alur	31
4.3. Pembahasan	39
BAB V. PENUTUP.....	42
5.1. Kesimpulan	42
5.2. Saran	43
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Uji kekerasan Material.....	31
Tabel 4.2.	Hasil Pengukuran Alur.....	32
Tabel 4.3.	Hasil Pengukuran Alur.....	34
Tabel 4.4.	Hasil Uji Kekasaran I.....	36
Tabel 4.5.	Hasil Uji Kekasaran II.....	37

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Salah Satu Contoh Gerakan Pemakanan Lurus.....	5
Gambar 2.2.	Proses Pemotongan Melingkar.....	7
Gambar 2.3.	Proses Pemakanan.....	13
Gambar 2.4.	Penyimpangan Rata-rata Aritmatik Ra dari Garis Rata-rata Profil.....	14
Gambar 2.5.	Ketinggian Sepuluh Titik Rz dari Ketidakrataan.....	15
Gambar 2.6.	Tinggi Maksimum Ra dari Ketidakrataan.....	16
Gambar 2.7.	End Mill HSS 4 Flute (Alur).....	17
Gambar 2.8.	Bentuk-bentuk Alat Potong.....	17
Gambar 3.1.	Bentuk Awal Permukaan Benda Kerja.....	18
Gambar 3.2.	Benda Kerja Penelitian.....	24
Gambar 3.3.	Urutan Pengerjaan dengan Alat Potong Franken.....	25
Gambar 3.4.	Urutan Pengerjaan dengan Alat Potong Hanita.....	25
Gambar.4.1.	Titik-titik Uji Kekerasan Material.....	30
Gambar 4.2.	Urutan Titik Pengukuran pada Alur.....	32
Gambar 4.3.	Grafik Hasil Pengukuran Benda Uji per Titik Uji I	33
Gambar 4.4.	Grafik Hasil Pengukuran Benda uji per Titik Uji II.....	35
Gambar 4.5.	Garfik Tingkat Kehalusan Alur dari Kedua Alat Potong.....	35
Gambar 4.6.	Garfik Tingkat Kehalusan Permukaan Alur terhadap Titik Permukaan I.....	37
Gambar 4.7.	Garfik Tingkat Kehalusan Permukaan Alur terhadap Titik Permukaan II.....	38
Gambar 4.8.	Hasil Pengukuran Kehalusan Alur dari Kedua Alat Potong.....	39

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Dewasa ini perkembangan teknologi di bidang industri berkembang begitu cepat dan pesat, hal ini terlihat juga pada bidang permesinan, khususnya proses produksi pada mesin perkakas. Bermula dari mesin perkakas yang sangat sederhana baik bentuk maupun cara kerjanya, berkembang menjadi mesin-mesin perkakas yang dikendalikan dengan sistem *Numeric Control* (NC) yang mempunyai kemampuan kerja yang lebih kompleks.

Dilatarbelakangi oleh kekurangan-kekurangan yang dijumpai pada mesin-mesin perkakas manual yang terdahulu maka dibuat mesin CNC yang tentunya mempunyai kelebihan-kelebihan yang sangat dapat diandalkan, diantaranya :

1. Waktu penyetingan yang lebih cepat dan tepat.
2. Proses permesinan yang lebih efisien, cepat dan tepat.
3. Dapat diketahui terlebih dahulu kesalahan pada pemrograman sehingga kerusakan pada benda kerja dan alat iris/potong dapat dihindari.
4. Lebih menghemat alat iris/potong.
5. Produktifitasnya lebih tinggi.
6. Kualitas produksi lebih baik.
7. Keselamatan kerja lebih terjamin.

Dalam proses pengerjaan benda kerja, kualitas hasil pengerjaan juga tidak terlepas dari unsur-unsur pengerjaan itu sendiri. Unsur-unsur tersebut yaitu alat iris/potong yang akan digunakan dan mesin itu sendiri. Pada mesin, kemungkinan terjadi kesalahan adalah apabila mesin mengalami kerusakan atau mesin tidak siap beroperasi. Sedangkan kemungkinan pada alat iris/potong yang akan digunakan, sangat langsung berhubungan dengan kualitas benda kerja yang diinginkan. Hal ini sering kali luput dari pengamatan, meskipun mungkin perbedaan hasil akhirnya sangat kecil sekali, tetapi bagaimanapun juga hal ini sangat erat kaitannya dengan kualitas hasil kerja, yang lebih penting lagi adalah hubungannya dengan keselamatan dan kenyamanan para pengguna itu sendiri.

Disamping itu, akan sangatlah disayangkan apabila percepatan perkembangan teknologi dewasa ini tidak diikuti oleh perkembangan kualitas sumber daya manusianya. Perkembangan teknologi dibidang industri juga akan mengalami kepincangan apabila tidak ditopang oleh kemampuan sumber daya manusia yang canggih dan berkualitas serta mempunyai keahlian khusus dibidangnya. Untuk mendukung hal tersebut diatas, maka kaum akademisi juga harus bisa melakukan penelitian-penelitian terhadap mesin CNC yang telah ada, agar kualitas dan kemampuan mesin tersebut tetap terjamin. Mengingat hal-hal penting dan kemungkinan permasalahan-permasalahan yang telah disebutkan di atas, maka dilaksanakan penelitian mengenai *“Pemotongan lurus dengan pemakanan 25 % di atas data teknis produk, benda kerja aluminium”*. Penelitian ini menggunakan mesin milling CNC

DMC 63V, dengan alat potong 2 buah Endmill HSS 4 flute (alur) merk Franken dan merk Hanita. Bahan uji adalah aluminium. Gerakan yang di pakai dalam penelitian adalah pemakanan lurus.

1.2. Rumusan Masalah

Adapun permasalahan-permasalahan yang melatar-belakangi penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh pemakanan yang menggunakan batas kecepatan pemakanan 25 % di atas data teknis produk.
2. Bagaimana pengaruh penggunaan merk alat potong yang berbeda pada hasil pemotongan ?

1.3. Tujuan Penelitian

Studi ini dilakukan untuk menjawab permasalahan pada perumusan masalah. Tujuan dari studi ini adalah :

1. Untuk mengetahui pengaruh pemakanan yang menggunakan batas kecepatan pemakanan 25 % di atas data teknis produk.
2. Untuk mengetahui pengaruh penggunaan merk alat potong yang berbeda pada hasil pemotongan.

1.4. Manfaat Penelitian

Studi ini juga diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut :

1. Pembaca mendapat pemahaman lebih jauh mengenai jenis dan merk alat potong Franken dan Hanita yang akan digunakan dalam praktek maupun industri-industri guna menghasilkan benda kerja yang berkualitas serta aman bagi para penggunanya.
2. Penelitian ini juga dapat dijadikan sebagai bahan referensi bagi peneliti berikutnya yang akan meneliti mengenai pengaruh hasil pemakanan di atas data teknik produk terhadap benda kerja.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Pemotongan Lurus (*Linier*) dan Pemotongan Melingkar

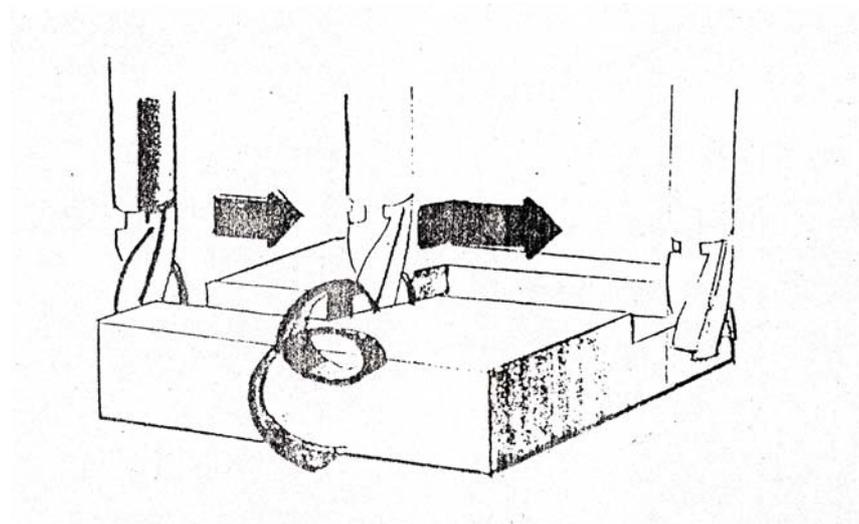
1. Pemotongan Lurus (*Linier*)

Pemotongan lurus adalah gerakan di mana alat potong melakukan pemakanan secara lurus dalam arah sumbu X dan sumbu Y, atau pemotongan menyilang diantara koordinat kedua sumbu tersebut. Misalnya, meratakan permukaan benda kerja sebelum dilakukan pengerjaan selanjutnya, membuat alur (*slotting*), membuat tangga (*side milling*), dan juga dapat membuat kantong.

Dalam proses pengerjaan benda kerja, kedataran atau kelurusan merupakan hal yang sangat penting. Jika proses pengerjaan benda kerja merupakan salah satu bagian dari proses assembling, faktor kedataran atau kelurusan akan sangat penting. Karena pada proses assembling, benda akan dipasangkan dengan benda kerja lain untuk membentuk alat tertentu dengan fungsi tertentu pula. Jika kedataran atau kelurusan benda kerja tidak diperhatikan maka proses assembling akan menjadi sulit. Oleh karena itu faktor kedataran atau kelurusan dijadikan salah satu tuntutan dari suatu proses produksi.

Cara umum yang dilakukan untuk memeriksa kedataran dari suatu benda kerja hasil pemotongan suatu mesin ialah dengan melakukan gerakan pemotongan alur mendatar/lurus (*face milling*) oleh

mesin tersebut terhadap benda kerja, kemudian diukur perbedaan antara awal pemakanan dengan akhir pemakanan. Pemotongan alur gerakan mendatar/lurus, menjadi pilihan karena gerakan inilah yang membentuk profil yang datar. Dalam pemotongan ini, alat potong dijalankan secara lurus sehingga faktor-faktor yang mempengaruhi akan lebih sedikit.

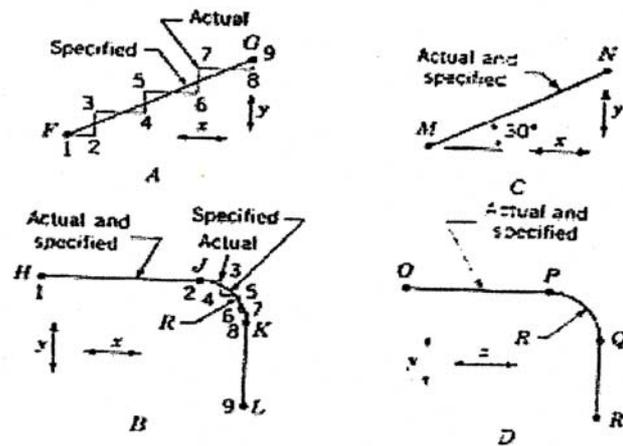


Gambar 2.1. Salah Satu Contoh Gerakan Pemotongan Lurus.

2. Pemotongan Melingkar

Interpolasi adalah proses penyetelan, yang memungkinkan gerakan perkakas sesuai yang diinginkan, dilakukan dalam pengendalian melalui penghitungan internal. Interpolasi melingkar yaitu apabila perkakas bergerak dari titik start ke titik sasaran pada jalur berbentuk lingkaran. Gerakan melingkar yang dilakukan oleh alat potong merupakan kombinasi dari gerakan interpolasi linier tetapi dalam skala kecil. Dalam hal ini gerakan yang dilakukan oleh alat potong yaitu suatu interpolasi rutin mendefinisikan dan pemrograman dari titik ke titik. Di mana alat

potong bergerak seolah-olah bergerak secara melingkar. Sketsa gerakan melingkar yang detail terlihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.2. Proses Pemotongan Melingkar.

Penyimpangan ajri-jari lingkaran dipengaruhi oleh *feed rate*.

Rumus dibawah ini akan memperlihatkan bukti.

$$FR \times X/D \times \Delta t = \Delta y \Rightarrow X_c$$

$$FR \times X/D \times \Delta t = \Delta x \Rightarrow X_c$$

Dimana ; FR : *Feed rate*

Y : Aksis vektor y

X : Aksis vektor x dari pusat lingkaran terhadap titik awal lingkaran.

D : Radius lingkaran

Δt : Selisih waktu

X_c : Aksis *command register*

Δx : Jauh pergerakan alat potong dalam sumbu x.

Δy : Jauh pergerakan alat potong dalam sumbu y.

Hal yang perlu diperhatikan dalam gerakan melingkar ini, yaitu pemilihan besarnya nilai *feed rate* dan nilai selisih waktu dalam pergerakan alat potong. Karena itu besarnya nilai *feed rate* yang dipilih mempengaruhi kecepatan pergerakan alat potong. Sehingga semakin cepat pergerakan alat potong dalam arah x dan y. Nilai selisih waktu yang diperlukan pada mesin CNC adalah 1 (satu) *milisecond*, sehingga jauhnya pergerakan alat potong ke arah x dan y dalam pergerakan melingkar sangatlah kecil. Maka dari itu berapapun besarnya *feed rate* dalam interpolasi melingkar tidak akan mempengaruhi bentuk hasil pengerjaan pemotongan. Walaupun penyimpangan yang terjadi akibat gerakan alat potong tidak akan menjadi masalah, karena hasil dari pemotongan tetap sesuai dengan toleransi yang diberikan.

2.2.Speed, Feeding dan Kedalaman Pemotongan

Untuk mendapatkan hasil produksi yang lebih baik maka kecepatan potong (*Cutting Speed*), kecepatan pemakanan (*Feed Rate*) dan kedalaman pemakanan (*Depth Of Cut*) harus dapat ditentukan dengan benar untuk tiap jenis bahan benda kerja dan jenis alat iris yang berbeda. Penentuan kecepatan potong, kecepatan pengumpanan dan kedalaman pemakanan yang salah dapat mengakibatkan kerusakan pada benda kerja, kerusakan pada alat iris dan tidak mau berjalannya mesin akibat beban kerja yang diberikan berlebihan.

Dalam proses produksi, penentuan *speed*, *feeding* dan kedalaman pemotongan harus mempertimbangkan hal-hal sebagai berikut:

- Material alat potong (*cutter*)

Kecepatan potong umumnya diberikan untuk material HSS. Nilai yang dianjurkan ini adalah dua kali lipat untuk alat potong baja karbon (*Carbon Steel*) dan seperempat untuk alat potong Karbide.

- Material benda kerja

Kekerasan Brinell material yang akan diproses adalah parameter untuk memproses lebih mudah. Bahan lunak seperti aluminium dan magnesium dapat *dimilling* dengan kecepatan yang lebih tinggi pada bahan yang lebih keras.

- Jenis penyelesaian yang diinginkan

Penyelesaian yang baik dapat diperoleh dengan *dept of cut* yang kecil dan kecepatan potong yang tinggi, secara umum, kecepatan potong dari proses *finishing* harus sekitar 20% lebih tinggi dari proses *roughing*.

- Umur alat potong (*cutter*)

Pemotongan untuk bahan yang berat menimbulkan panas dengan cepat sehingga kecepatan potongnya lebih kecil dari kecepatan potong untuk bahan ringan. Kecepatan potong yang rendah mengakibatkan *cutter* lebih awet.

- Penggunaan media pendingin

Tingginya kecepatan potong, kecepatan pengumpanan dan tebal pemakanan menimbulkan panas yang tinggi sehingga *cutter* dan permukaan material yang diproses perlu dialiri cairan pendingin. Pendingin biasanya digunakan minyak larutan, minyak tersulfurisasi atau minyak mineral

1. Kecepatan Potong (*Cutting Speed*)

Yang dimaksud dengan kecepatan potong (*Cutting Speed*) adalah kecepatan keliling dari permukaan luar alat iris pada saat melakukan pemotongan dalam satuan meter/menit. Setiap bahan benda kerja yang digunakan mempunyai besar kecepatan potong yang berbeda-beda untuk penggunaan jenis bahan alat iris yang berbeda pula. Kecepatan potong yang berlebihan akan merusak benda kerja dan alat iris karena timbulnya panas yang berlebihan pada proses pemotongan, oleh karena itu pemilihan penggunaan cairan pelumas/pendingin harus dipertimbangkan juga. Sebaliknya, apabila kecepatan potong yang digunakan terlalu kecil, maka banyak waktu yang terbuang dalam proses pengerjaan sehingga dapat menyebabkan kerugian pada waktu produksi. Persamaan kecepatan potong dapat dituliskan sebagai berikut: ¹

$$V_s = \frac{n \times \pi \times d}{1000} (m / men)$$
$$n = \frac{V_s \times 1000}{D \times \pi} (rpm)$$

¹ Petunjuk Pemrograman – Pelayanan EMCO TU-3A, hal. 8

Keterangan : V_s = Kecepatan Potong (m/men)

n = Putaran sumbu utama (rpm)

d = Diameter alat iris (mm)

Dari rumus di atas dapat diketahui semakin kecil diameter alat potong yang digunakan maka putarannya akan semakin tinggi, untuk kecepatan potong yang sama. Setiap material yang akan dikerjakan dan setiap jenis material alat potong mempunyai nilai kecepatan dengan kisaran tertentu.

Data-data standart teknik mengenai besarnya kecepatan potong dan kecepatan pengumpanan serta jenis alat iris yang digunakan, dapat dilihat pada lampiran.

2. Kecepatan Pemakanan (*Feed Rate*)

Kecepatan pemakan adalah kecepatan bergesernya benda kerja terhadap *Cutter* dengan memperhitungkan angka *spindle* utama, dimana benda kerja mulai dan dikikis oleh *cutter*. Besarnya *feed rate* dinyatakan dalam mm/menit atau inch/menit.

Beberapa faktor penting yang perlu diperhatikan dalam perhitungan *feedrate* adalah: jumlah mata potong *cutter*, kadalaman dan lebar pemotongan, proses pemotongan yang akan dilakukan (*roughing* atau *finishing*), banyaknya permukaan benda kerja yang akan dihilangkan dan hasil akhir yang diinginkan. Jika *feedrate* yang dipakai terlalu besar maka akan mengakibatkan rusaknya mata potong *cutter* dan bila terlalu rendah maka waktu kerja akan semakin lama.

Persamaan untuk menghitung besarnya *feed rate* adalah sebagai berikut:

$$f = f_z \times n \times Z_n \dots \dots \dots^{(2)}$$

Dimana;

f : *feedrate* (mm/menit)

f_z : *feed* pergigi tinggi (mm/gigi)

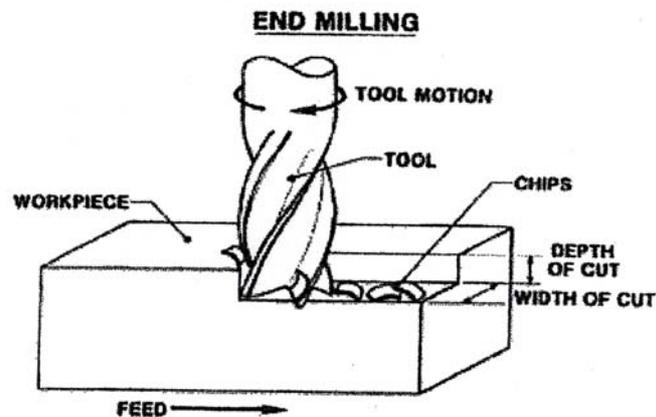
N_n : putaran alat potong (rpm)

Z_n : Jumlah gigi per mata potong

3. Kedalaman Pemotongan (*Depth Of Cut*)

Depth Of Cut adalah tebalnya material atau benda kerja yang akan dihilangkan saat proses pemotongan logam. Besarnya *Depth of cut* tergantung dari : jumlah mata potong dan benda kerja, serta perbandingan ketebakan pemotongan terhadap ukuran diameter alat potong.

Terdapat dua macam proses pengerjaan yang biasanya dilakukan yaitu proses pengerjaan awal (*roughing*), pengerjaan ini digunakan untuk kedalaman pemotongan yang besar dan permukaan yang dihasilkan tidak halus, dan proses pengerjaan akhir (*finishing*), untuk memperoleh kualitas permukaan yang lebih halus, sehingga kedalaman pemotongan juga relatif lebih kecil dibandingkan dengan proses *roughing*.



Gambar 2.3. Proses Pemakanan

2.3. Kekasaran Permukaan

Kekasaran permukaan dari bagian-bagian mesin dan juga bekas pengerjaannya merupakan faktor yang sangat penting untuk menjamin mutu bagian-bagian, seperti suaian atau ketahanan, maupun tampak dari bagian-bagian

Ada beberapa cara untuk menyatakan kekasaran permukaan. Terutama sekali “penyimpangan rata-rata aritmatik dan garis-garis profil” dipergunakan, sesuai dengan perkembangan alat ukur dan persyaratan rencana. Di beberapa dipakai “sepuluh titik ketinggian R_z dari ketidakrataan” atau “ketinggian maksimum R_{max} dari ketidakrataan” secara konvensional.

Ketentuan-ketentuan dari tiga macam kekasaran permukaan dan nilai-nilai numeriknya digariskan dalam ISO/R 468-1966.

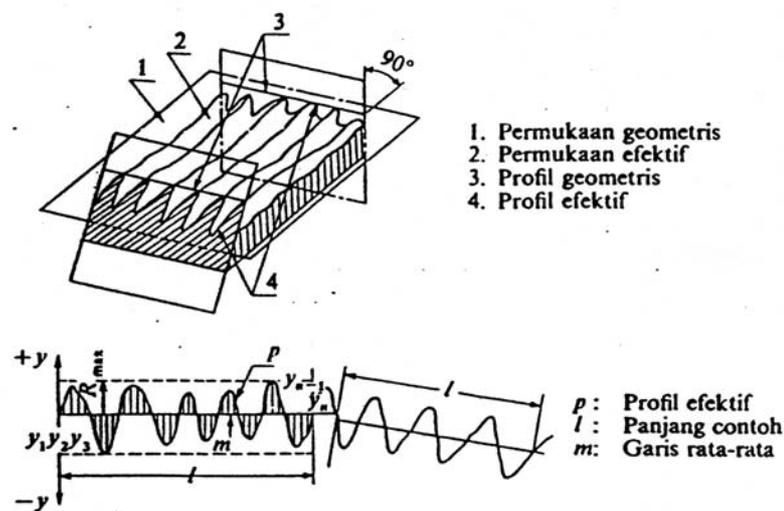
1. Penyimpangan rata-rata aritmatik dari garis-garis profil

Penyimpangan rata-rata aritmatik R_a ialah harga rata-rata dari ordinat-ordinat profil efektif garis rata-ratanya. Profil efektif berarti garis bentuk (*contour*) dari potongan permukaan efektif oleh sebuah bidang yang telah ditentukan secara konvensional, terhadap permukaan geometris ideal, seperti terlihat pada gambar 2.3.

Ordinat-ordinat ($y_1, y_2, y_3, \dots, y_n$) dijumlahkan tanpa memperhitungkan tandanya :

$$R_a = \frac{1}{l} \int_0^l |y| dx$$

Kira-kira,



Sumber : Sato, Menggambar mesin menurut standar ISO, bab 15.

Gambar 2.4. Penyimpangan Rata-rata Aritmatik R_a dari Garis Rata-rata Profil

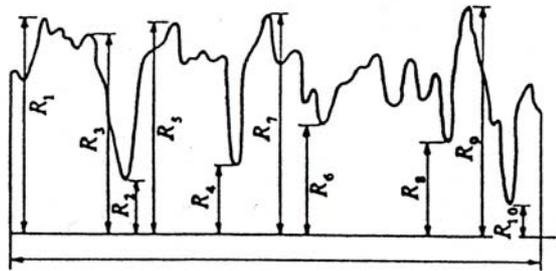
$$R_a = \frac{\sum_1^n |y|}{n}$$

Dimana l adalah panjang contoh yang telah ditentukan, yaitu panjang dari profil efektif yang diperlukan untuk menentukan kekasaran permukaan dari permukaan yang diteliti.

2. Ketidakrataan Ketinggian Sepuluh Titik R_z

Ketidakrataan ketinggian sepuluh titik R_z adalah jarak rata-rata antara lima puncak tertinggi dan lima lembah terdalam antara panjang contoh, yang diukur dari garis sejajar dengan garis rata-rata, dan tidak memotong profil tersebut, seperti diperlihatkan oleh Gambar 2.4.

$$R_z = \frac{(R_1 + R_3 + R_5 + R_7 + R_9) - (R_2 + R_4 + R_6 + R_8 + R_{10})}{5}$$



Sumber : Sato, Menggambar mesin menurut standar ISO, bab 15
Gambar 2.5. Ketinggian Sepuluh Titik R_z dari Ketidakrataan.

3. Ketidakrataan Ketinggian Maksimum

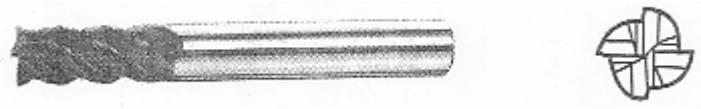
Ketidakrataan ketinggian maksimum R_{max} adalah jarak antara dua garis sejajar dengan rata-rata, dan menyinggung profil pada titik tertinggi dan rendah, antara panjang contoh, seperti pada gambar 2.5.



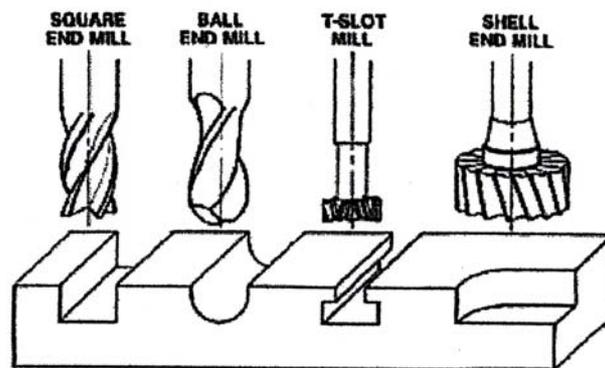
Sumber : Sato, Menggambar mesin menurut standar ISO, bab 15
Gambar 2.6. Tinggi Maksimum R_a dari Ketidakrataan.

2.4. Alat Potong Tipe *End mill* 4 Alur (*Flute*)

Alat potong jenis ini yang paling banyak digunakan pada mesin *milling* vertikal. Dinamakan *end mill* karena pemakanan utama dari alat potong ini terletak pada ujungnya. End mill mempunyai 2, 3, 4 alur, bahkan lebih dan dapat beralur kiri atau kanan. Alat potong beralur kanan, proses pemotongannya terjadi bila berputar berlawanan arah jarum jam. Alat potong beralur kiri, proses pemotongannya terjadi bila di putar searah jarum jam. End mill beralur 3 adalah gabungan antara kemampuan membuat tatal yang banyak dari end mill beralur 2 dengan kemampuan membuat finishing dari end mill beralur 4. End mill beralur 2 dapat membuat lubang, karena dapat membuat lubang awal sendiri. Untuk end mill beralur 4 yang mempunyai pusat pemotongan, juga dapat membuat lubang tanpa awalan karena pada tengah-tengah mata potong mempunyai sisi potong. Untuk end mill beralur 4 yang mempunyai lubang pada pusat pemotongannya tidak dapat membuat lubang tanpa proses pendahuluan (pembuatan lubang yang lebih kecil).



Gambar 2.7 End Mill HSS 4 Flute (Alur)



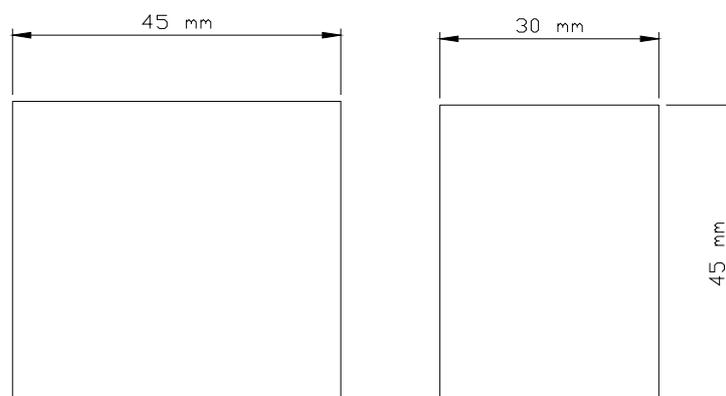
Gambar 2.8. Bentuk-bentuk Alat Potong.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Aluminium murni berbentuk balok dengan ukuran 45 mm x 45 mm x 30 mm sebanyak 3 buah. Untuk pengerjaan ketiga buah benda kerja, terlebih dahulu dilakukan pengerjaan permukaan atau meratakan permukaan benda kerja lalu dilanjutkan dengan pengerjaan finishing pada permukaan benda kerja yang akan diteliti. Permukaan benda kerja yang akan diteliti dan akan dilakukan pengerjaan finishing adalah permukaan bagian bawah dan permukaan bagian atas dari benda kerja yang berbentuk bujur sangkar, sedangkan bagian samping atau permukaan yang merupakan tebal benda kerja tidak dilakukan pengerjaan atau diteliti. Untuk pengerjaan masing-masing benda kerja akan dikerjakan dengan alat potong yang berbeda pula.



Gambar 3.1. Bentuk Awal Permukaan Benda Kerja.

3.2. Peralatan Penelitian

3.2.1. Mesin *milling* CNC DMC 63 V

Mesin CNC yang digunakan adalah mesin *milling* CNC DMC 63V jenis frais yang fungsinya sama dengan mesin frais pada umumnya. Pada dasarnya mesin *milling* CNC DMC 63 V dipergunakan untuk pelatihan/*training*, karena kemampuan kerja dari mesin ini masih digolongkan dalam kelas menengah.

Gerakan utama pada mesin ini dilakukan oleh alat iris yang dipasang pada *spindle*, sedangkan gerakan *feeding* dengan arah mendatar dilakukan oleh meja eretan (tempat ragum/pencekam). Gerakan *spindle* dapat dilakukan dalam tiga sumbu pergerakan (Sumbu X, Sumbu Y, dan Sumbu Z).

Kecepatan putar *spindle* dapat diatur melalui kenop putar secara manual sedangkan kecepatan pengumpanan dapat diatur secara manual maupun secara terprogram.

Gerakan alat iris pada mesin *milling* CNC DMC 63 V mampu bergerak pada bidang datar 2 Dimensi dan juga 3 dimensi. Untuk mengoperasikan mesin *milling* CNC DMC 63 V, dilakukan melalui perintah yang diprogram dan dikombinasikan dengan pemakaian tombol-tombol secara manual.

Spesifikasi dari mesin *milling* CNC DMC 63 V dengan merk *Deckel Maho* adalah sebagai berikut :

Daya motor : 17,5 HP

Tegangan	: 400 Volt
Arus motor	: 45 A
Frekuensi motor	: 50/60 Hz
Putaran spindle maksimal	: 10.000 Rpm
Putaran spindle pada diameter maksimal	: 6.500 Rpm
Diameter maksimal alat potong	: 140 mm
Dimensi meja	: 800 x 500 mm
Beban maksimal meja	: 500 Kg
Ketinggian maksimal	: 240 mm
Pergerakan sumbu X	: 630 mm
Pergerakan sumbu Y	: 500 mm
Pergerakan sumbu Z	: 500 mm

3.2.2. Alat potong (*cutter*)

Dalam penelitian ini digunakan alat potong dari baja kecepatan tinggi (HSS) dengan diameter 10 mm dan memiliki 4 alur (*flute*) sebanyak 2 buah dengan merk Hanita dan Franken. Berdasarkan tabel *cutting data* dari kedua alat potong tersebut (lihat Lampiran), selanjutnya dilakukan penambahan harga pemakanan 25 % di atas data teknis maksimal dari kedua alat potong tersebut, kemudian diperoleh data sebagai berikut :

1. Merk Franken

Kecepatan potong maksimal (Cs) adalah 180 m/menit, kemudian menjadi 225 m/menit, putaran sumbu utama/*spindle* mesin (n)

adalah 5.750 rpm kemudian menjadi 7.160 rpm, dan kecepatan pengumpanan/*feeding* (F) adalah 1.500 mm/menit kemudian menjadi 1.860 mm/menit. Sedangkan kedalaman pemakanan maksimal/*dept of cut* (Ae) yang dipilih adalah 1 mm.

2. Merk Hanita

Kecepatan potong maksimal (Cs) adalah 150 m/menit kemudian menjadi 187,5 m/menit, putaran sumbu utama/*spindle* mesin (n) adalah 4.777 rpm kemudian menjadi 5.970 rpm, dan kecepatan pengumpanan/*feeding* (F) adalah 1910 mm/menit kemudian menjadi 2.380 mm/menit. Sedangkan kedalaman pemakanan maksimal/*dept of cut* (Ae) yang dipilih adalah 1 mm.

3.2.3. Jankasorong

Jankasorong yang akan digunakan pada penelitian ini juga adalah jenis digital, yang memungkinkan dapat memperoleh hasil pengukuran yang lebih akurat. Fungsinya adalah untuk mengukur ketebalan benda kerja, mengukur kedalaman alur serta lebarnya alur hasil pengerjaan *finishing*.

Spesifikasi Jankasorong jenis *ABSOLUTE DIGIMATIC* adalah sebagai berikut :

Merk	: MITUTOYO
Nomor kode	: 500 – 172
Nomor model	: CD – 8”C
Nomor serial	: 04023592

Ketelitiannya : 1/100 mm (0,01 mm)

3.2.4. Alat uji Kekerasan (*Brinell*)

Alat uji kekerasan (*Brinell*) digunakan untuk mengukur tingkat kekerasan dan kualitas benda kerja yang akan digunakan, sebelum dilakukan pengerjaan finishing. Spesifikasi alat uji kekerasan dengan merk OMAG AFRI adalah sebagai berikut :

Jenis alat : MOD 100 MR, dengan ketelitian mikrometer pengukur adalah 1/100 mm (0,01 mm).

3.2.5. Alat uji Kekasaran

Uji kekasaran untuk mengetahui tingkat kekasaran benda kerja setelah dilakukan pengerjaan *finishing*, serta untuk mengetahui kualitas hasil pengerjaan. Jenis alat uji yang digunakan adalah: MITUTOYO SS. 210P, MASTER PIECE : Ra = 3,05 μm , No. Serial : 332161, CODE : 178 – 602 (PRECISION REFERENCE SPECIMEN). Panjang langkah pembacaan alat ukur : 0,8 inchi x 5 = 20,32 mm x 5.

3.3. Langkah-langkah Penelitian

Langkah-langkah yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

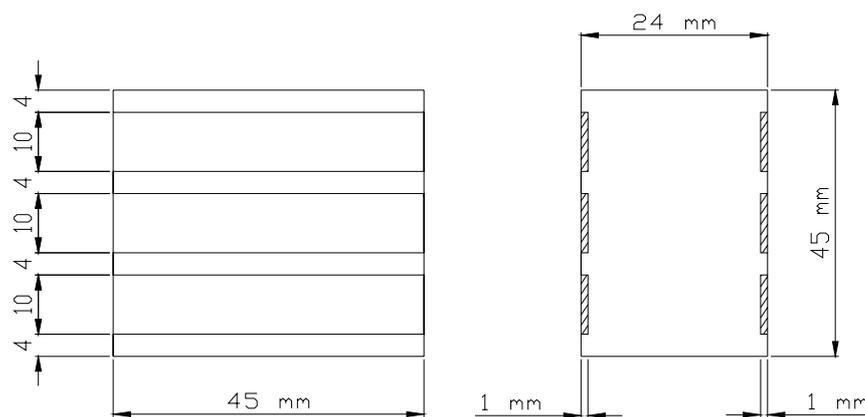
1. Menyiapkan benda kerja
2. Mengukur tingkat kekerasan benda kerja yang akan digunakan
3. Membuat program

4. Memasukkan program
5. Menjalankan mesin tanpa menggunakan benda kerja untuk mengoreksi kesalahan pembuatan program.
6. Memasang alat iris pada *spindle* dan benda kerja pada pencekam.
7. Menentukan titik nol benda kerja untuk ketiga sumbu.
8. Menjalankan mesin sesuai program untuk pembuatan benda kerja.
9. Melakukan pengukuran terhadap benda kerja hasil pengerjaan *finishing*.
10. Melakukan pengujian kekasaran terhadap hasil pengerjaan *finishing*.
11. Analisis hasil.
12. Penulisan laporan dan membuat kesimpulan.

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan 3 buah benda kerja dari bahan aluminium murni dengan bentuk dan ukuran yang sama. Alat potong yang akan digunakan untuk pengerjaan *finishing* (akhir) sebanyak 2 buah dari merk yang berbeda dan berdiameter 10 mm, serta 1 buah alat potong perata juga berdiameter 10 mm. Masing-masing alat potong tersebut mengerjakan satu setengah buah benda kerja aluminium, sedang sebelum dilakukan pengerjaan *finishing* terlebih dahulu dilakukan pengerjaan permukaan atau pengerjaan awal untuk meratakan permukaan benda kerja dengan menggunakan alat potong perata untuk masing-masing benda kerja, lalu dilanjutkan dengan pengerjaan akhir atau *finishing*. Pengerjaan ini hanya pada pengerjaan permukaan bagian bawah dan permukaan bagian atas saja dari benda kerja.

3.4. Langkah-langkah Pemotongan Benda Kerja

Proses penyayatan benda kerja telah disesuaikan dengan dimensi benda kerja yang akan digunakan, serta disesuaikan juga dengan diameter cutter yang telah dipilih. Untuk memperoleh data-data yang seakurat mungkin agar tujuan penelitian ini dapat tercapai, maka masing-masing alat potong melakukan penyayatan untuk membuat alur sebanyak 9 kali terhadap $1 \frac{1}{2}$ benda kerja yang ukuran dan bentuknya seperti terlihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 3.2. Benda Kerja Penelitian.

1. Pemotongan menggunakan alat potong dengan merk Franken

Urutan pengerjaan benda kerja disesuaikan dengan nomor seperti terlihat pada gambar dibawah ini. Sedangkan kecepatan pemotongan, kecepatan pengumpanan serta kedalaman pemotongan sesuai dengan data pada *cutter* pertama.



Gambar 3. 3. Urutan Pengerjaan dengan Alat Potong Pertama.

2. Pemotongan menggunakan alat potong dengan merk Hanita

Urutan pengerjaan benda kerja disesuaikan dengan nomor seperti terlihat pada gambar di bawah ini. Sedangkan kecepatan pemotongan, kecepatan pengumpanan serta kedalaman pemotongan sesuai dengan data pada alat potong pertama.



Gambar 3.4. Urutan Pengerjaan dengan Alat Potong Kedua.

3.5. Program Pembuatan Benda Kerja dan Penjelasan Data-data Program

1. Program pembuatan benda kerja dengan alat potong Franken

0 BEGIN PGMCUUT MM

I. Blok Pertama Program

14 L FMAX M13

15 L X+6. Y-13.5 Z+10. FMAX

16 L Z+2.000 FMAX

17 L Z-1.000 FQ11

18 L X-51.000 FQ10

19 L Z+10.000 FMAX

20 L Y+0.

21 L Z+2.000 FMAX

II. Blok Kedua Program

22 L Z-1.000 FQ11

23 L X+6.000 FQ10

24 L Z+10.000 FMAX

25 L Y+13.5

26 L Z+2.000 FMAX

III. Blok Ketiga Program

27 L Z-1.000 FQ11

28 L X-51.000 FQ10

29 L Z+10.000 FMAX

30 L FMAX M30

31 END PGMCUUT MM

2. Program pembuatan benda kerja dengan alat potong Hanita

0 BEGIN PGMCUUT MM

I. Blok Pertama Program

1 L FMAX M13

2 L X+6. Y-13.5 Z+10. FMAX

3 L Z+2.000 FMAX

4 L Z-1.000 FQ11

5 L X-51.000 FQ10

6 L Z+10.000 FMAX

7 L Y+0.

8 L Z+2.000 FMAX

II. Blok Kedua Program

9 L Z-1.000 FQ11

10 L X+6.000 FQ10

11 L Z+10.000 FMAX

12 L Y+13.5

13 L Z+2.000 FMAX

III. Blok Ketiga Program

14 L Z-1.000 FQ11

15 L X-51.000 FQ10

16 L Z+10.000 FMAX

17 L FMAX M30

18 END PGMCUUT MM

3. Penjelasan Pembuatan Program

Baris Arti

- 0 Bentuk bagan program yang akan digunakan dengan nama file CUUT, dan masukan dalam mm

I . Blok Pertama Program

- 1 L adalah menyatakan garis program, M13 adalah *spindle* mesin berputar dengan kecepatan pengumpanan maksimum.
- 2 *Cutter* bergerak diluar benda kerja dalam arah sumbu X sejauh (+6) mm, dalam arah sumbu Y sejauh (-13,5) mm dan dalam arah sumbu Z sejauh (+10) mm. Sedang kecepatan pengumpanan adalah maksimum.
- 3 *Cutter* bergerak dalam arah sumbu Z sejauh (+2) mm dengan kecepatan pengumpanan maksimum.
- 4 *Cutter* bergerak turun dalam arah sumbu Z sejauh (-1) mm dengan kecepatan pengumpanan 930 m/menit (Q11).
- 5 *Cutter* bergerak melakukan pemakanan searah sumbu X ke kiri sejauh (-51) mm dengan kecepatan pengumpanan 1860 m/menit (Q10).
- 6 *Cutter* bergerak naik searah sumbu Z sejauh (+10) mm dengan kecepatan pengumpanan maksimum.
- 7 *Cutter* bergerak searah sumbu Y sejauh (+0) mm.

- 8 *Cutter* bergerak dalam arah sumbu Z sejauh (+2) mm dengan kecepatan pengumpanan maksimum.

II. Blok Kedua Program

- 9 *Cutter* bergerak turun dalam arah sumbu Z sejauh (-1) mm dengan kecepatan pengumpanan 930 m/menit (Q11).
- 10 *Cutter* bergerak melakukan pemakanan dalam arah sumbu X sejauh +6 mm dengan kecepatan pengumpanan 1860 m/menit.
- 11 *Cutter* bergerak naik dalam arah sumbu Y sejauh (+10) mm dengan kecepatan pengumpanan maksimum.
- 12 *Cutter* bergerak dalam arah sumbu Y sejauh (+13,5) mm.
- 13 *Cutter* bergerak dalam arah sumbu Z sejauh (+2) mm dengan kecepatan pengumpanan maksimum.

III. Blok Ketiga Program

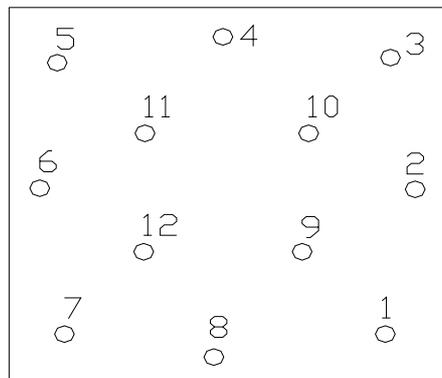
- 14 *Cutter* bergerak turun dalam arah sumbu Z sejauh (-1) mm dengan kecepatan pengumpanan 930 m/menit (Q11).
- 15 *Cutter* melakukan pemakan dalam arah sumbu X sejauh (-51) mm dengan kecepatan pengumpanan 1860 m/menit (Q10)
- 16 *Cutter* bergerak naik searah sumbu Z sejauh (+10) mm dengan kecepatan pengumpanan maksimum.
- 17 Putaran sumbu utama mesin (spindle) berhenti dan mesin mati.
- 18 Program dengan nama file CUUT berakhir.

BAB 1V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pengukuran Kekerasan Material

Sebelum melakukan proses permesinan pada material, terlebih dahulu dilakukan pengukuran terhadap kekerasan material tersebut. Pengujian kekerasan menggunakan alat *Brinell hardness tester* dilaboratorium Ilmu Logam Fakultas Teknik Universitas Sanata Dharma. Dalam penelitian kekerasan ini dilakukan pengukuran sebanyak dua belas titik pada setiap permukaan benda uji. Setelah dilakukan penghitungan berdasarkan data yang diperoleh dari pengukuran kekerasan (lihat lampiran), maka di dapat data-data seperti yang tersaji pada Tabel 4.1.



Gambar 4.1. Titik-titik Uji Kekerasan Material.

Tabel 4.1. Uji Kekerasan Material

Benda Uji	Hasil Pengujian Per Titik (HB)												HB
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
I	142	140	144	140	146	144	144	144	144	146	146	142	143,5
	140	146	146	144	144	144	148	148	146	146	146	144	145
II	162	157	162	159	159	152	159	159	159	162	159	157	159
	167	159	159	159	162	162	162	157	167	159	159	167	161,5
III	150	148	137	137	142	140	144	140	146	142	140	150	143
	146	142	144	142	138	137	142	146	142	144	142	138	142

Beban penekanan yang digunakan adalah 250 Kg, diameter bola baja (*identor*) yang dipilih adalah 5 mm, dan lamanya waktu penekanan adalah 30 detik. Dan rumus untuk mencari angka kekerasan bahan adalah sebagai berikut :

$$\text{BHN} = \frac{2P}{\pi D \left(D - \sqrt{D^2 - d^2} \right)}$$

Dengan, P adalah gaya penekanan (Kg)

D adalah diameter bola baja/*identor* (mm)

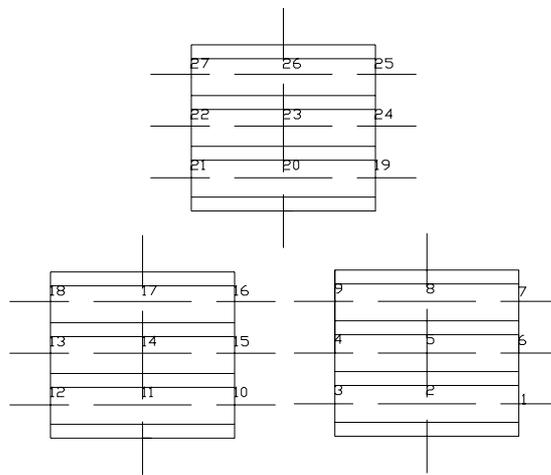
d adalah diameter bekas injakan bola baja/*identor* (mm)

Setelah mengetahui besarnya nilai kekerasan pada tiap titik, kemudian diperoleh nilai rata-rata angka kekerasan. Dari nilai rata-rata ini, maka diketahui angka kekerasan bahan benda kerja, yaitu sebesar 149 HB.

4.2. Hasil Pengukuran Alur

Setelah dilakukan pengerjaan *finishing* dalam pembuatan alur lurus dengan menggunakan mesin *milling* CNC DMC 63 V dan material aluminium. Penelitian selanjutnya di bagi ke dalam dua tahap, yaitu pengukuran alur dan pengukuran kekasaran permukaan alur. Untuk proses

pengukurannya dibagi ke dalam tiga titik untuk setiap alur. Kemudian dari setiap titik-titik pada alur tersebut dilakukan pengukuran dengan pengulangan sebanyak tiga kali, agar diperoleh data-data yang seakurat mungkin. Sedang urutan untuk titik pengukuran, dapat dilihat pada Gambar 4.2 dan hasil pengukuran pada alur dapat dilihat pada Tabel 4.2.



Gambar 4.2. Urutan Titik Pengukuran pada Alur

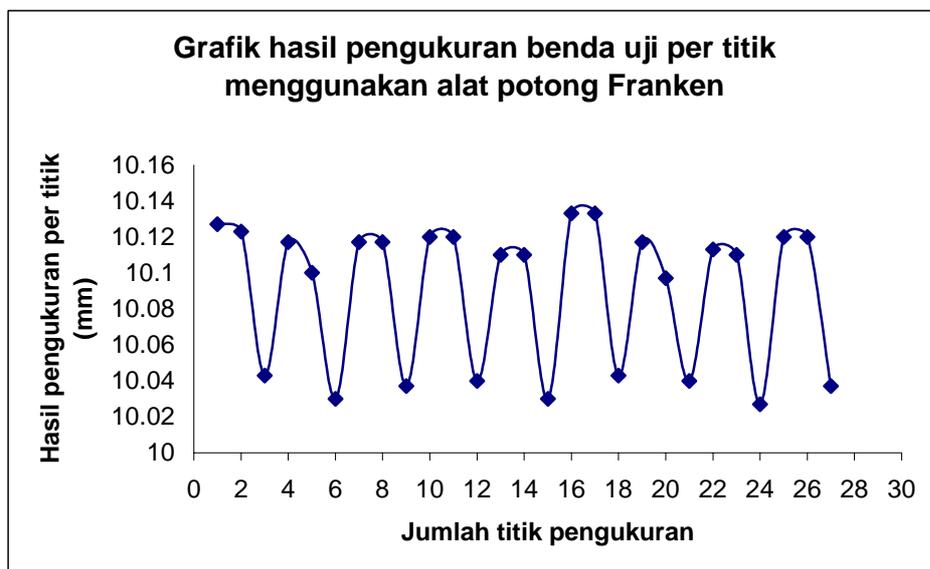
A. Pengerjaan Menggunakan Alat Potong Franken

Tabel 4.2. Hasil Pengukuran Alur

Titik Uji	Hasil Pengukuran (mm)			Lebar Rata-rata (mm)
	1	2	3	
1	10,12	10,13	10,13	10,127
2	10,12	10,12	10,13	10,123
3	10,03	10,04	10,06	10,043
4	10,11	10,11	10,13	10,117
5	10,11	10,09	10,10	10,100
6	10,02	10,03	10,04	10,030
7	10,11	10,12	10,12	10,117
8	10,12	10,11	10,12	10,117
9	10,04	10,03	10,04	10,037
10	10,12	10,12	10,12	10,120
11	10,11	10,12	10,13	10,120

12	10,04	10,04	10,04	10,040
13	10,11	10,11	10,11	10,110
14	10,11	10,11	10, 11	10,110
15	10,03	10,03	10,03	10,030
16	10,12	10,14	10,14	10,133
17	10,13	10,13	10,14	10,133
18	10,04	10,04	10,05	10,043
19	10,11	10,12	10,12	10,117
20	10,09	10,11	10,09	10,097
21	10, 04	10,04	10,04	10,040
22	10,12	10,11	10,11	10,113
23	10,12	10, 11	10,10	10,110
24	10,13	10,03	10,02	10,027
25	10,12	10,12	10,12	10,120
26	10,12	10,12	10,12	10,120
27	10,04	10,03	10,04	10,037

Berdasarkan data pada Tabel 4.2 dapat dibuat grafik hasil pengukuran rata-rata benda uji terhadap titik pengukuran seperti pada gambar 4.3.



Gambar 4.3. Grafik Hasil Pengukuran Benda Uji per Titik Uji.

B. Pengerjaan Menggunakan Alat Potong Hanita

Tabel 4.3. Hasil Pengukuran Alur

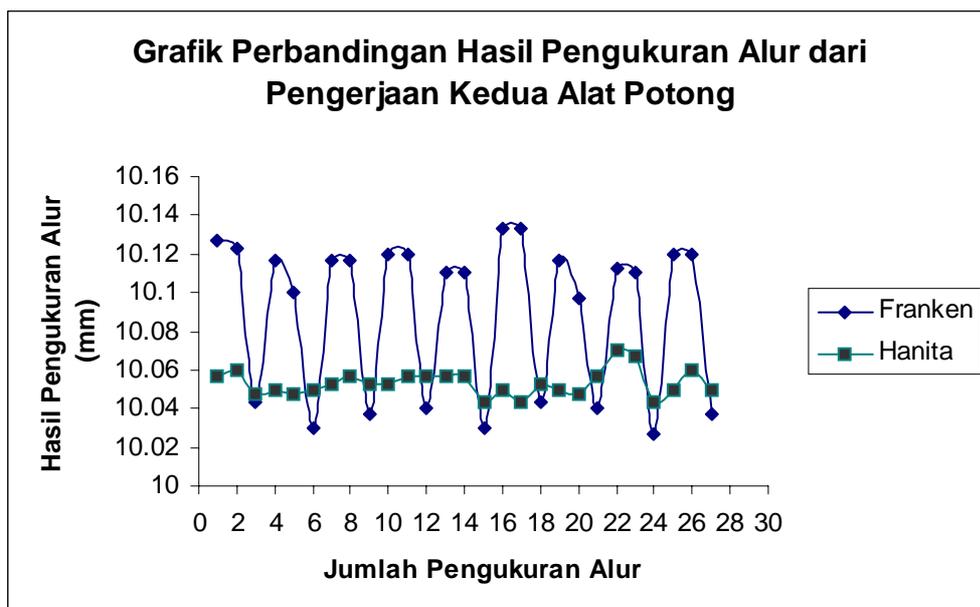
Titik Uji	Hasil Pengukuran (mm)			Lebar Rata-rata (mm)
	1	2	3	
1	10,06	10,06	10,05	10,057
2	10,06	10,06	10,06	10,060
3	10,04	10,04	10,06	10,047
4	10,04	10,06	10,05	10,050
5	10,04	10,05	10,05	10,047
6	10,05	10,05	10,05	10,050
7	10,06	10,05	10,05	10,053
8	10,06	10,05	10,06	10,057
9	10,06	10,05	10,05	10,053
10	10,05	10,05	10,06	10,053
11	10,05	10,06	10,05	10,057
12	10,06	10,06	10,05	10,057
13	10,06	10,06	10,05	10,057
14	10,06	10,05	10,06	10,057
15	10,04	10,05	10,04	10,043
16	10,05	10,05	10,05	10,050
17	10,04	10,04	10,05	10,043
18	10,05	10,06	10,05	10,053
19	10,04	10,06	10,05	10,050
20	10,05	10,04	10,05	10,047
21	10,04	10,05	10,07	10,057
22	10,06	10,08	10,07	10,070
23	10,06	10,07	10,07	10,067
24	10,04	10,04	10,05	10,043
25	10,04	10,06	10,05	10,050
26	10,06	10,06	10,06	10,060
27	10,04	10,05	10,06	10,050

Berdasarkan data pada Tabel 4.3 dapat dibuat grafik hasil pengukuran rata-rata benda uji terhadap titik pengukuran seperti pada gambar 4.4.



Gambar 4.4. Grafik Hasil Pengukuran Benda Uji per Titik Uji

Kemudian dapat juga di buat satu buah grafik baru yang merupakan penggabungan dari kedua grafik dari gambar 4.3 dan gambar 4.4 tersebut di atas, seperti diperlihatkan oleh gambar 4.5.



Gambar 4.5. Grafik Hasil Pengukuran Alur dari Kedua Alat Potong.

4.3. Pengukuran Kekasaran

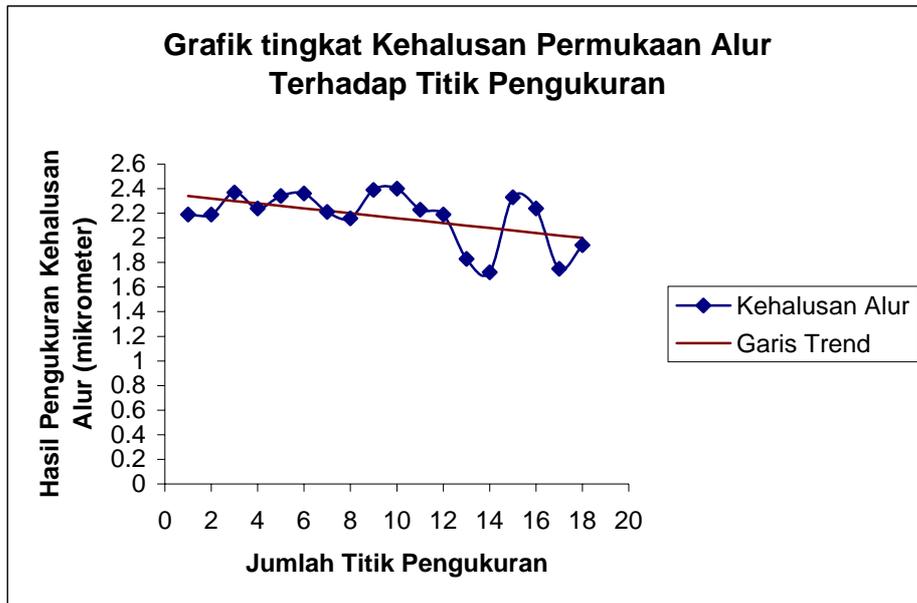
Pengukuran Kekasaran dilakukan di Laboratorium Ilmu Logam Akademi Teknik Mesin Industri (ATMI) Solo dengan menggunakan alat ukur jenis MITUTOYO SS. 201P. Dari hasil hasil pengukuran, diperoleh data yang disajikan pada Tabel 4.4, uji kekasaran dari hasil pengerjaan cutter pertama dan Tabel 4.5, uji kekasaran dari hasil pengerjaan cutter kedua.

1. Hasil pengukuran dari pengerjaan alat potong Franken.

Tabel 4.4. Hasil Uji Kekasaran

Nomor Alur	Bagian Alur yang Diukur	Roughness Ra (μm)	Keterangan
1	A	2,19	N8
	B	2,19	N8
2	A	2,37	N8
	B	2,24	N8
3	A	2,34	N8
	B	2,36	N8
4	A	2,21	N8
	B	2,16	N8
5	A	2,39	N8
	B	2,40	N8
6	A	2,23	N8
	B	2,19	N8
7	A	1,83	N8
	B	1,72	N8
8	A	2,33	N8
	B	2,24	N8
9	A	1,75	N8
	B	1,94	N8

Berdasarkan data pada Tabel 4.4, dapat juga dibuat ke dalam bentuk sebuah grafik, seperti diperlihatkan oleh Gambar 4.5.



Gambar 4.6. Grafik Tingkat Kehalusan Permukaan Alur terhadap Titik Pengukuran.

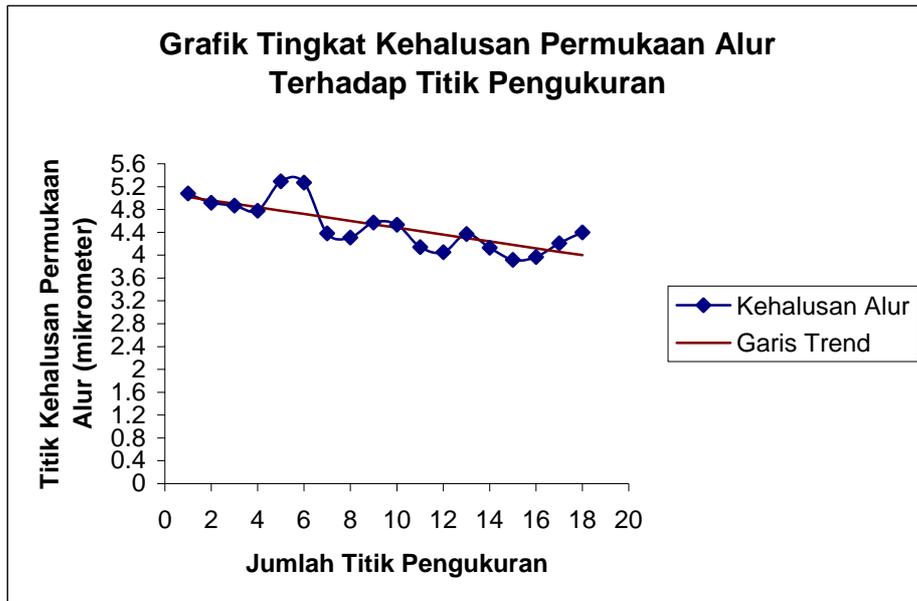
2. Hasil pengukuran dari pengerjaan alat potong Hanita.

Tabel 4.5. Hasil Uji kekasaran

Nomor Alur	Bagian Alur yang Diukur	Roughness Ra (μm)	Keterangan
1	A	5,08	N9
	B	4,92	N9
2	A	4,87	N9
	B	4,78	N9
3	A	5,29	N9
	B	5,27	N9
4	A	4,38	N9
	B	4,31	N9
5	A	4,57	N9
	B	4,53	N9
6	A	4,14	N9
	B	4,05	N9
7	A	4,37	N9
	B	4,13	N9
8	A	3,92	N9
	B	3,97	N9
9	A	4,21	N9

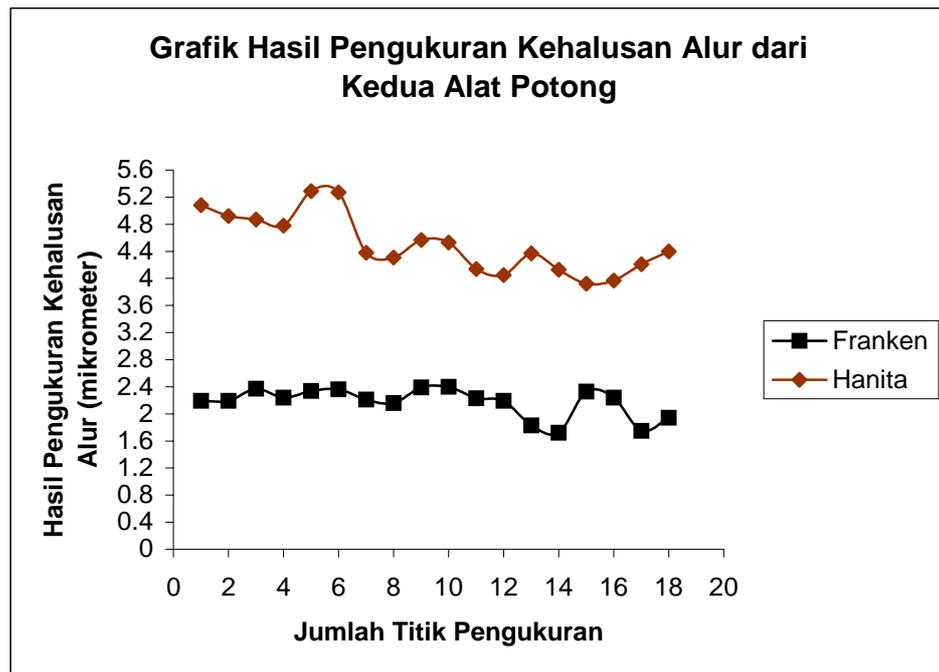
	B	4,40	N9
--	---	------	----

Berdasarkan data pada Tabel 4.5, dapat juga dibuat ke dalam bentuk sebuah grafik, seperti diperlihatkan oleh Gambar 4.6.



Gambar 4.7. Grafik Tingkat Kehalusan Permukaan Alur terhadap Titik Pengukuran.

Kemudian dapat juga dibuat satu buah grafik baru yang merupakan penggabungan dari kedua grafik dari gambar 4.5 dan gambar 4.6 tersebut di atas, seperti dapat dilihat pada gambar 4.7.



Gambar 4.8. Hasil Pengukuran Kehalusan Alur dari Kedua Alat Potong.

4.4. Pembahasan

Dari Tabel 4.1, dapat dilihat bahwa kekerasan di setiap titik hampir mendekati atau sama walaupun cukup bervariasi, sehingga penulis menyimpulkan bahwa untuk ukuran bahan aluminium, benda uji tersebut mempunyai homogenitas bahan yang cukup baik. Apabila terjadi penyimpangan pada pengerjaan alur lurus bukan disebabkan oleh faktor ketidak homogenitas bahan.

Dari Tabel 4.2 dan Gambar 4.3, dapat di lihat bahwa di setiap akhir alur mengalami penyempitan ukuran, dan penyempitan terkecil terjadi di titik 24, yaitu sampai 10,027 mm. Sedangkan pada titik 16 dan 17 mengalami pembesaran ukuran, yaitu sampai 10,133 mm. Jadi

penyimpangan ukuran yang terjadi dari pengukuran alur berdasarkan Tabel 4.2 dan Gambar 4.3 adalah antara 10,027 mm sampai 10,133 mm.

Dari Tabel 4.3 dan Gambar 4.4, dapat di lihat bahwa alur yang mengalami penyempitan ukuran terjadi di tiga titik, yaitu titik 15, 17 dan 24 yang masing-masing besarnya adalah 10,043 mm. Sedangkan titik yang mengalami pembesaran ukuran adalah titik 22, yaitu 10,070 mm. Jadi penyimpangan yang terjadi dari pengukuran alur berdasarkan Tabel 4.3 dan Gambar 4.4 adalah antara 10,043 mm sampai 10,070 mm

Dari gambar 4.5 terlihat bahwa grafik hasil pengukuran lebar alur yang dikerjakan dengan menggunakan alat potong merk **Hanita** lebih bagus di bandingkan grafik hasil pengukuran alur yang dikerjakan dengan menggunakan alat potong merk **Franken**, karena pergerakan gerisnya lebih mendekati garis horisontol atau garis mendatar.

Dari Tabel 4.4 dapat ditentukan bahwa, berdasarkan Tabel Standar ISO Roughness Parameter atau Tabel Standar Parameter Tingkat kehalusan (Lampiran), untuk untuk pengerjaan dengan menggunakan alat potong merk Franken berada pada $N8 = 1,6 < Ra < 3,2$, dengan angka kehalusan antara 1,72 μm sampai 2,40 μm , atau. Sedangkan dari Gambar 4.6, terlihat bahwa adanya perubahan tingkat kekasaran yang membesar mengikuti garis tren.

Dari Tabel 4.5 dapat ditentukan bahwa, berdasarkan Tabel Standar ISO Roughness Parameter atau Tabel Standar Parameter Tingkat kehalusan (Lampiran), untuk untuk pengerjaan dengan menggunakan alat potong merk Hanita berada pada $N9 = 3,2 < Ra < 6,3$, dengan angka kehalusan antara 3,92

μm sampai $5,29 \mu\text{m}$. Sedangkan dari Gambar 4.7, terlihat bahwa adanya perubahan tingkat kekasaran yang agak melebar di titik 5 dan 6 dan kemudian bergerak mendekati garis tren. .

Dari gambar 4.8 terlihat bahwa grafik hasil pengukuran kekasaran permukaan alur yang dikerjakan dengan menggunakan alat potong merk Franken lebih bagus dibandingkan grafik hasil pengukuran kekasaran yang dikerjakan dengan menggunakan alat potong merk Hanita, karena pergerakan garisnya lebih mendekati garis horizontal atau garis mendatar.

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan diatas, maka penulis dapat menarik beberapa kesimpulan seperti berikut ini :

1. Pemakanan hingga 25 % di atas limit (asutan) yang dibebankan terhadap kedua merk alat potong yang digunakan pada penelitian ini tidak mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap hasil pengerjaan *finishing* pada benda kerja.
2. Walaupun jenis alat potong yang digunakan terbuat dari bahan yang sama, tetapi antara merk yang satu dengan yang lain ternyata memberikan hasil akhir yang berbeda baik dari segi ukuran maupun tingkat kekasarannya. Berdasarkan pengukuran lebar alur yang telah dilakukan menunjukkan bahwa alat potong dengan merk **Hanita** lebih baik daripada alat potong dengan merk **Franken**. Yaitu dengan angka pengukuran terkecil antara 10,043 mm sampai 10,070 mm untuk alat potong dengan merk **Hanita** dan antara 10,027 mm sampai 10,133 mm untuk alat potong dengan merk **Franken**. Sedangkan berdasarkan hasil pengukuran dari tingkat kekasaran, justru sebaliknya. Alat potong merk **Franken** lebih baik dibandingkan dengan alat potong merk **Hanita**. Alat potong merk **Franken** berada pada $N8 = 1,6 < Ra < 3,2$, dengan angka kehalusan antara 1,72 μm sampai 2,40 μm , sedangkan alat potong merk

Hanita berada pada $N9 = 3,2 < Ra < 6,3$, dengan angka kehalusan antara $3,92 \mu\text{m}$ sampai $5,29 \mu\text{m}$.

5.2. Saran

1. Dalam pengerjaan benda kerja, sebaiknya perlu memperhatikan jenis dan merk alat potong yang akan digunakan khususnya pada pengerjaan finishing, sebab akan sangat berpengaruh terhadap kualitas pengerjaan dan pengukuran yang di hasilkan.
2. Pada proses permesinan besarnya *cutting speeds* sangat berpengaruh terhadap hasil pengerjaan benda kerja, agar memperoleh kualitas dan mutu yang diinginkan.
3. Pemasangan alat potong pada sumbu utama mesin harus diperhatikan untuk menghindari pengaruh getaran yang diakibatkan oleh mesin penggerak sehingga dapat mempengaruhi kualitas benda kerja yang di hasilkan.
4. Pencekam benda kerja harus di periksa secermat mungkin untuk menahan getaran saat proses pengerjaan benda kerja berlangsung.
5. Jumlah benda uji yang akan di uji sebaiknya sebanyak mungkin guna mendapatkan data yang lebih akurat.
6. Di dalam pengukuran benda uji hendaknya dilakukan berkali-kali untuk meminimalisasi kesalahan pembacaan alat ukur.

LAMPIRAN

Tabel Hasil Pengukuran Kekerasan

Diameter (mm)	Benda Uji I		Benda Uji II		Benda Uji III	
	A	B	A	B	A	B
D1	1,48	1,49	1,39	1,37	1,44	1,46
D2	1,49	1,46	1,41	1,40	1,45	1,48
D3	1,47	1,46	1,39	1,40	1,51	1,47
D4	1,49	1,47	1,40	1,40	1,51	1,48
D5	1,46	1,47	1,40	1,39	1,48	1,50
D6	1,47	1,47	1,43	1,39	1,49	1,51
D7	1,47	1,45	1,40	1,39	1,47	1,48
D8	1,47	1,45	1,40	1,41	1,49	1,46
D9	1,47	1,46	1,40	1,37	1,46	1,48
D10	1,46	1,46	1,39	1,40	1,48	1,47
D11	1,46	1,46	1,40	1,40	1,49	1,48
D12	1,48	1,47	1,41	1,37	1,44	1,50

Beban penekanan yang digunakan adalah 250 Kg

Diameter indentor yang dipilih adalah 5 mm

Interval waktu penekanan satu titik ukur adalah 30 detik

$$\text{Rumus angka kekerasan Brinell (BHN)} = \frac{2P}{\pi D \left(D - \sqrt{D^2 - d^2} \right)}$$

Dengan, P adalah gaya/beban penekanan (Kg)

D adalah diameter indentor (mm)

d adalah diameter bekas injakan indentor (mm)

Program pembuatan benda kerja dan penjelasan data-data program

1. Program pembuatan benda kerja dengan alat potong Hanita

```
0 BEGIN PGMCUUT MM
1 BLK FORM 0.1 Z X-45 Y-2.5 Z-15
2 BLK FORM 0.2 X+0 Y+22.5 Z+0
3 TOOL CALL 1 Z S7160 ; D=10.0 R=0.0 Allowance =+0.000
4 ; ENDMILL CUTTER
5 ; Proses = 2D_CONTOUR
6 FN0 : Q10 = 1860 ; Feedrate XY
7 FN0 : Q11 = 930 ; Feedrate Z
8 FN0 : Q12 = 30000 ; Rapid
9 ; DESIGN DATUM X+0.000 Y+0.000 Z+0.000
10 CYCL DEF 7.0 DATUM SHIFT
11 CYCL DEF 7.1 X+0.000
12 CYCL DEF 7.2 Y+0.000
13 CYCL DEF 7.3 Z+0.000
14 L FMAX M13
15 L X+6. Y-13.5 Z+10. FMAX
16 L Z+2.000 FMAX
17 L Z-1.000 FQ11
18 L X-51.000 FQ10
19 L Z+10.000 FMAX
20 L Y+0.
21 L Z+2.000 FMAX
22 L Z-1.000 FQ11
23 L X+6.000 FQ10
24 L Z+10.000 FMAX
25 L Y+13.5
26 L Z+2.000 FMAX
27 L Z-1.000 FQ11
28 L X-51.000 FQ10
29 L Z+10.000 FMAX
30 L FMAX M30
31 END PGMCUUT MM
```

2. Program pembuatan benda kerja dengan alat potong Hanita

```
0 BEGIN PGMCUUT MM
1 BLK FORM 0.1 Z X-45 Y-2.5 Z-15
2 BLK FORM 0.2 X+0 Y+22.5 Z+0
3 TOOL CALL 1 Z S5970 ; D=10.0 R=0.0 Allowance =+0.000
4 ; ENDMILL CUTTER
5 ; Proses = 2D_CONTOUR
6 FN0 : Q10 = 2380 ; Feedrate XY
7 FN0 : Q11 = 1190 ; Feedrate Z
8 FN0 : Q12 = 30000 ; Rapid
9 ; DESIGN DATUM X+0.000 Y+0.000 Z+0.000
10 CYCL DEF 7.0 DATUM SHIFT
```

11 CYCL DEF 7.1 X+0.000
 12 CYCL DEF 7.2 Y+0.000
 13 CYCL DEF 7.3 Z+0.000
 14 L FMAX M13
 15 L X+6. Y-13.5 Z+10. FMAX
 16 L Z+2.000 FMAX
 17 L Z-1.000 FQ11
 18 L X-51.000 FQ10
 19 L Z+10.000 FMAX
 20 L Y+0.
 21 L Z+2.000 FMAX
 22 L Z-1.000 FQ11
 23 L X+6.000 FQ10
 24 L Z+10.000 FMAX
 25 L Y+13.5
 26 L Z+2.000 FMAX
 27 L Z-1.000 FQ11
 28 L X-51.000 FQ10
 29 L Z+10.000 FMAX
 30 L FMAX M30
 31 END PGM CUUT MM

3. Penjelasan Pembuatan Program

Baris Arti

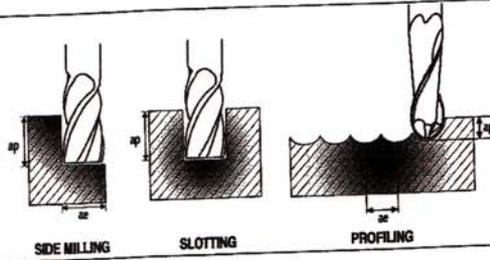
- 0 Bentuk bagan program yang akan digunakan dengan nama file CUUT, dan masukan dalam mm
- 1 *Blank Form* 0.1 dalam arah sumbu X adalah (-45) mm dan searah sumbu Y adalah (-2,5) mm, serta searah sumbu Z adalah (-15) mm (penempatan titik referensi).
- 2 *Blank Form* 0.2, *cutter* di geser searah sumbu Y sejauh (+22,5) mm.
- 3 Memanggil *tool (cutter)* no 1 searah sumbu Z dengan putaran *spindle* mesin (putaran sumbu utama mesin) adalah 7160 rpm, dengan diameter *cutter* sebesar 10 mm dan jari-jarinya adalah nol, serta kompensasi *cutter* adalah 0,000.
- 4 Jenis *cutter* yang digunakan adalah endmill
- 5 Proses dalam dua dimensi, pergerakan secara kontinue membentuk garis dalam arah sumbu X dan sumbu Y.
- 6 *Feedrate* nomor Basik Aritmatik (Q10) adalah 1860 m/menit dalam arah sumbu X dan sumbu Y.
- 7 *Feedrate* nomor Basik Aritmatik (Q11) adalah 930 m/menit dalam arah sumbu Z (turun).
- 8 *Feedrate* nomor Basik Aritmatik (Q12) adalah 30000 m/menit rapid (naik), dalam arah sumbu Z.
- 9 DESIGN DATUM adalah jika ada pergeseran nilai dari program master CARM dengan program mesin dalam arah sumbu X, Y, Z.
- 10 CYCLE DEFINISI 7.0 DATUM SHIFT adalah bila ada pergeseran nilai program.

- 11 CYCLE DEFINISI 7.1 adalah pergeseran nilai program dalam arah sumbu X = +0,000 mm
- 12 CYCLE DEFINISI 7.2 adalah pergeseran nilai program dalam arah sumbu Y = +0,000 mm
- 13 CYCLE DEFINISI 7.3 adalah pergeseran nilai program dalam arah sumbu Z = +0,000 mm
- 14 L adalah menyatakan garis program, M13 adalah *spindle* mesin berputar dengan kecepatan pengumpanan maksimum.
- 15 *Cutter* bergerak diluar benda kerja dalam arah sumbu X sejauh (+6) mm, dalam arah sumbu Y sejauh (-13,5) mm dan dalam arah sumbu Z sejauh (+10) mm. Sedang kecepatan pengumpanan adalah maksimum.
- 16 *Cutter* bergerak dalam arah sumbu Z sejauh (+2) mm dengan kecepatan pengumpanan maksimum.
- 17 *Cutter* bergerak turun dalam arah sumbu Z sejauh (-1) mm dengan kecepatan pengumpanan 930 m/menit (Q11).
- 18 *Cutter* bergerak melakukan pemakanan searah sumbu X ke kiri sejauh (-51) mm dengan kecepatan pengumpanan 1860 m/menit (Q10).
- 19 *Cutter* bergerak naik searah sumbu Z sejauh (+10) mm dengan kecepatan pengumpanan maksimum.
- 20 *Cutter* bergerak searah sumbu Y sejauh (+0) mm.
- 21 *Cutter* bergerak dalam arah sumbu Z sejauh (+2) mm dengan kecepatan pengumpanan maksimum.
- 22 *Cutter* bergerak turun dalam arah sumbu Z sejauh (-1) mm dengan kecepatan pengumpanan 930 m/menit (Q11).
- 23 *Cutter* bergerak melakukan pemakanan dalam arah sumbu X sejauh +6 mm dengan kecepatan pengumpanan 1860 m/menit.
- 24 *Cutter* bergerak naik dalam arah sumbu Y sejauh (+10) mm dengan kecepatan pengumpanan maksimum.
- 25 *Cutter* bergerak dalam arah sumbu Y sejauh (+13,5) mm.
- 26 *Cutter* bergerak dalam arah sumbu Z sejauh (+2) mm dengan kecepatan pengumpanan maksimum.
- 27 *Cutter* bergerak turun dalam arah sumbu Z sejauh (-1) mm dengan kecepatan pengumpanan 930 m/menit (Q11).
- 28 *Cutter* melakukan pemakan dalam arah sumbu X sejauh (-51) mm dengan kecepatan pengumpanan 1860 m/menit (Q10)
- 29 *Cutter* bergerak naik searah sumbu Z sejauh (+10) mm dengan kecepatan pengumpanan maksimum.
- 30 Putaran sumbu utama mesin (*spindle*) berhenti dan mesin mati.
- 31 Program dengan nama file CUUT berakhir.

RECOMMENDED WORKING DETAILS

FORMULAS

Cutting Speed $V_c = \frac{D \times \pi \times n}{1000}$ (m/min) Formula Symbols:
Spindle Speed $n = \frac{V_c \times 1000}{\pi \times D}$ (1/min) D (mm) Tool diameter
Feed per Tooth $f_z = \frac{V_f}{z \times n}$ (mm) z No. of Flutes
Table Feed $V_f = f_z \times z \times n$ (mm/min) V_c (m/min) Cutting Speed
F_z (mm) Feed per Tooth
n (1/min) Spindle Speed
V_f (mm/min) Table Feed
x 3.1416



LISTS 1602 / 1612 I

Material	Rockwell Hardness	Application		Vc-Cutting Speed				fz-feed per tooth in mm D - diameter in mm									
		Side Milling	Slotting	m/min				4	6	8	10	12	16	20	25	30	
				ap	aa	ap	TN										1000
Steels	<20		0.5xD	30	55	70	80	0.018	0.030	0.050	0.070	0.080	0.095	0.100	0.100	0.120	
Steels	20-32		0.5xD	25	45	55	60	0.014	0.024	0.040	0.056	0.067	0.085	0.100	0.100	0.110	
Steels	32-42		0.5xD	10	20	25	30	0.012	0.020	0.034	0.040	0.060	0.080	0.100	0.100	0.110	
Cast Iron <180 HB			0.5xD	25	45	55	60	0.014	0.024	0.040	0.056	0.067	0.085	0.100	0.100	0.110	
Cast Iron >180 HB			0.5xD	10	20	25	30	0.012	0.020	0.034	0.040	0.060	0.080	0.100	0.100	0.110	
Stainless Steels			0.5xD	15	30	40	45	0.012	0.020	0.034	0.040	0.060	0.080	0.100	0.100	0.110	
Titanium			0.5xD	15	30	40	45	0.012	0.020	0.034	0.040	0.060	0.080	0.100	0.100	0.110	
High Temperature Alloys			0.25xD	6	7	9	12	0.006	0.011	0.080	0.030	0.035	0.045	0.080	0.080	0.090	

LIST 1N02 I

Material	Rockwell Hardness	Application		Vc-Cutting Speed			fz-feed per tooth in mm D - diameter in mm							
		Side Milling	Slotting	m/min			4	6	8	10	12	16	20	
				ap	aa	ap								
Steels	<20		0.5xD	25	55	65	0.011	0.029	0.051	0.064	0.070	0.083	0.124	
Steels	20-32		0.5xD	20	50	55	0.008	0.021	0.035	0.050	0.063	0.084	0.105	
Steels	32-42		0.5xD	16	48	50	0.010	0.024	0.042	0.058	0.070	0.089	0.105	
Cast Iron <180 HB			0.5xD	20	50	55	0.008	0.021	0.035	0.050	0.063	0.084	0.105	
Cast Iron >180 HB			0.5xD	18	48	50	0.010	0.024	0.042	0.058	0.070	0.089	0.105	
Stainless Steels			0.5xD	12	30	35	0.008	0.021	0.035	0.050	0.063	0.084	0.105	
Titanium			0.5xD	10	15	30	0.008	0.021	0.035	0.050	0.063	0.084	0.105	
High Temperature Alloys			0.25xD	7	11	15	0.006	0.021	0.031	0.047	0.058	0.075	0.084	

LISTS 1605 / 1615 I

Material	Rockwell Hardness	Application		Vc-Cutting Speed				fz-feed per tooth in mm D - diameter in mm									
		Side Milling	Slotting	m/min				4	6	8	10	12	16	20	25	30	
				ap	aa	ap	TN										1000
Steels	<20	1.5XD	0.1XD	30	55	70	80	0.014	0.025	0.044	0.550	0.060	0.080	0.106	0.120	0.126	
Steels	20-32	1.5XD	0.1XD	25	45	55	60	0.010	0.018	0.030	0.043	0.054	0.072	0.090	0.106	0.120	
Steels	32-42	1.5XD	0.1XD	10	20	25	30	0.013	0.021	0.036	0.050	0.060	0.076	0.090	0.106	0.120	
Cast Iron <180 HB		1.5XD	0.1XD	25	45	55	60	0.010	0.018	0.030	0.043	0.054	0.072	0.090	0.106	0.120	
Cast Iron >180 HB		1.5XD	0.1XD	10	20	25	30	0.013	0.021	0.036	0.050	0.060	0.076	0.090	0.106	0.120	
Stainless Steels		1.5XD	0.1XD	15	30	40	45	0.010	0.018	0.030	0.043	0.054	0.072	0.090	0.106	0.120	
Titanium		1.5XD	0.1XD	15	30	40	45	0.010	0.018	0.030	0.043	0.054	0.072	0.090	0.106	0.120	
High Temperature Alloys		1.5XD	0.1XD	6	7	9	12	0.008	0.018	0.027	0.040	0.050	0.064	0.081	0.090	0.120	

→ HSSE/HSS PM FINISHERS I

RECOMMENDED WORKING DETAILS

LIST 1634JJ I

Material	Rockwell Hardness	Application			Vc-Cutting Speed				fz-feed per tooth in mm D - diameter in mm								
		Side Milling	Slotting	ap	m/min				4	6	8	10	12	16	20	25	30
					ap	ap	ap	TIN									
Steels	<20	1.5XD	0.1XD	0.5XD	25	45	55	60	0.011	0.020	0.035	0.044	0.048	0.064	0.086	0.098	0.103
Steels	20-32	1.5XD	0.1XD		25	45	55	60	0.008	0.014	0.024	0.034	0.043	0.058	0.073	0.086	0.098
Steels	32-42	1.5XD	0.1XD		10	20	25	30	0.010	0.017	0.029	0.040	0.048	0.061	0.073	0.086	0.098
Cast Iron <180 HB		1.5XD	0.1XD		25	45	55	60	0.008	0.014	0.024	0.034	0.043	0.058	0.073	0.086	0.098
Cast Iron >180 HB		1.5XD	0.1XD		10	20	25	30	0.010	0.017	0.029	0.040	0.048	0.061	0.073	0.086	0.098
Stainless Steels		1.5XD	0.1XD		15	30	40	45	0.008	0.014	0.024	0.034	0.043	0.058	0.073	0.086	0.098
Titanium		1.5XD	0.1XD		15	30	40	45	0.008	0.014	0.024	0.034	0.043	0.058	0.073	0.086	0.098
High Temperature Alloys		1.5XD	0.1XD		6	7	9	12	0.006	0.014	0.022	0.032	0.040	0.051	0.068	0.073	0.080

LIST 1625 I

Material	Rockwell Hardness	Application			Vc-Cutting Speed				fz-feed per tooth in mm D - diameter in mm								
		Side Milling	Slotting	ap	m/min				4	6	8	10	12	16	20	25	30
					ap	ap	ap	TIN									
Steels	<20	1.5XD	0.1XD		25	45	55	60	0.007	0.012	0.022	0.027	0.030	0.040	0.053	0.060	0.063
Steels	20-32	1.5XD	0.1XD		25	45	55	60	0.005	0.009	0.015	0.021	0.027	0.036	0.045	0.053	0.060
Steels	32-42	1.5XD	0.1XD		10	20	25	30	0.006	0.010	0.018	0.025	0.030	0.038	0.045	0.053	0.060
Cast Iron <180 HB		1.5XD	0.1XD		25	45	55	60	0.005	0.009	0.015	0.021	0.027	0.036	0.045	0.053	0.060
Cast Iron >180 HB		1.5XD	0.1XD		10	20	25	30	0.006	0.010	0.018	0.025	0.030	0.038	0.045	0.053	0.060
Stainless Steels		1.5XD	0.1XD		15	30	40	45	0.005	0.009	0.015	0.021	0.027	0.036	0.045	0.053	0.060
Titanium		1.5XD	0.1XD		15	30	40	45	0.005	0.009	0.015	0.021	0.027	0.036	0.045	0.053	0.060
High Temperature Alloys		1.5XD	0.1XD		6	7	9	12	0.004	0.009	0.013	0.020	0.025	0.032	0.040	0.045	0.050

LIST 1NOM I

Material	Application			Cutting Speed m/min	fz-Feed Per Tooth in mm D- Diameter in mm														
	Side milling	Slotting	ap		3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	25	30		
					ap	ap	ap												
Easy to cut stainless steels (304)	1XD	0.5XD	1XD	25-40	0.035	0.039	0.041	0.045	0.058	0.067	0.073	0.075	0.078	0.081	0.084	0.086	0.089		
Moderately difficult to stainless steels	1XD	0.5XD	1XD	25-35	0.028	0.031	0.035	0.039	0.050	0.056	0.062	0.065	0.067	0.073	0.073	0.081	0.089		
Difficult to cut stainless steels (316L)	1XD	0.5XD	1XD	15-30	0.025	0.028	0.031	0.034	0.045	0.050	0.056	0.060	0.062	0.067	0.067	0.089	0.079		
Titanium	1XD	0.5XD	1XD	15-25	0.010	0.012	0.015	0.019	0.030	0.030	0.043	0.050	0.055	0.062	0.062	0.063	0.073		
Soft Steels	1XD	0.5XD	1XD	40-50	0.033	0.040	0.050	0.060	0.080	0.090	0.100	0.110	0.120	0.120	0.125	0.130	0.130		
High temperature alloys	1XD	0.3XD	0.3XD	8-15	0.013	0.017	0.022	0.022	0.034	0.034	0.045	0.042	0.050	0.058	0.067	0.081	0.080		
Gray Cast Iron	1XD	0.4XD	1XD	40-50	0.034	0.038	0.041	0.045	0.067	0.067	0.078	0.080	0.084	0.090	0.101	0.115	0.120		
Aluminium	1XD	0.5XD	1XD	120-150	0.040	0.045	0.050	0.060	0.080	0.080	0.100	0.120	0.150	0.017	0.170	0.180	0.190		

LISTS 1N05 / 1N07 I

Material	Rockwell Hardness	Application			Vc-Cutting Speed				fz-feed per tooth in mm D - diameter in mm								
		Side Milling	Slotting	ap	m/min				4	6	8	10	12	16	20	25	30
					ap	ap	ap	TIN									
Steels	<20	1.5XD	0.1XD		25	45	55	60	0.011	0.022	0.040	0.059	0.060	0.077	0.090	0.099	0.100
Steels	20-32	1.5XD	0.1XD		20	40	50	55	0.008	0.013	0.022	0.032	0.040	0.053	0.066	0.072	0.080
Steels	32-42	1.5XD	0.1XD		18	38	48	50	0.010	0.018	0.032	0.042	0.054	0.072	0.072	0.099	0.100
Cast Iron <180 HB		1.5XD	0.1XD		20	40	50	55	0.008	0.013	0.022	0.032	0.040	0.053	0.066	0.072	0.100
Cast Iron >180 HB		1.5XD	0.1XD		18	38	48	50	0.010	0.018	0.032	0.042	0.054	0.072	0.072	0.099	0.100
Stainless Steels		1.5XD	0.1XD		12	30	35	40	0.008	0.016	0.027	0.040	0.054	0.063	0.080	0.090	0.100
Titanium		1.5XD	0.1XD		10	15	30	40	0.008	0.016	0.027	0.040	0.054	0.063	0.080	0.090	0.100
High Temperature Alloys		1.5XD	0.1XD		7	11	15	15	0.006	0.018	0.027	0.040	0.050	0.063	0.080	0.090	0.100

erte für den Vorschub pro Zahn f_z in mm
d values for the feed per tooth f_z in mm
indicatives pour l'avance par dent f_z en mm

unbeschichtet uncoated non revêtu		beschichtet coated revêtu		unbeschichtet uncoated non revêtu		beschichtet coated revêtu		unbeschichtet uncoated non revêtu		beschichtet coated revêtu	
0.008	0.009	0.008	0.009	0.008	0.009						
0.011	0.012	0.011	0.012	0.009	0.010						
0.017	0.018	0.014	0.015	0.013	0.014	0.015	0.016	0.013	0.014	0.011	0.012
0.024	0.026	0.018	0.020	0.014	0.015	0.019	0.021	0.016	0.018	0.014	0.016
0.032	0.035	0.022	0.024	0.015	0.017	0.024	0.027	0.020	0.022	0.018	0.019
0.047	0.051	0.029	0.032	0.020	0.022	0.032	0.036	0.027	0.030	0.024	0.026
0.065	0.072	0.037	0.041	0.026	0.028	0.042	0.047	0.035	0.039	0.031	0.034
0.084	0.091	0.044	0.049	0.031	0.034	0.051	0.057	0.043	0.047	0.037	0.041
0.100	0.106	0.054	0.059	0.037	0.041	0.063	0.069	0.053	0.058	0.045	0.050
0.111	0.121	0.061	0.067	0.042	0.046	0.072	0.079	0.060	0.066	0.052	0.057
0.126	0.136	0.070	0.077	0.048	0.053	0.084	0.093	0.071	0.078	0.061	0.067
0.141	0.151	0.078	0.085	0.052	0.057	0.092	0.100	0.077	0.084	0.066	0.073
0.160	0.166	0.085	0.094	0.059	0.065	0.117	0.124	0.087	0.096	0.075	0.082
0.170	0.186	0.095	0.104	0.065	0.072	0.136	0.149	0.100	0.108	0.084	0.092
0.196	0.210	0.109	0.120	0.075	0.083	0.157	0.170	0.114	0.125	0.096	0.106
0.212	0.240	0.124	0.137	0.086	0.094	0.184	0.173	0.131	0.145	0.113	0.125
0.224	0.240	0.144	0.159	0.099	0.109	0.170	0.187	0.142	0.162	0.126	0.140
0.240	0.240	0.157	0.173	0.108	0.120	0.200	0.194	0.154	0.170	0.137	0.146
0.240	0.240	0.157	0.173	0.108	0.120	0.200	0.220	0.170	0.180	0.140	0.160
0.240	0.240	0.157	0.173	0.108	0.120	0.200	0.220	0.170	0.180	0.140	0.160
0.240	0.240	0.157	0.173	0.108	0.120	0.200	0.220	0.170	0.180	0.140	0.160
0.240	0.240	0.157	0.173	0.108	0.120	0.200	0.220	0.170	0.180	0.140	0.160

Achtung: Sie, dass der Wert f_z aus obestehender Tabelle mit dem entsprechenden Korrektur-Faktor k_f multipliziert werden muss. Die Korrektur-Faktoren k_f sind in der Tabelle auf Seite 418.

gilt:
 $f_{z, \text{wirk}} = f_{z, \text{tabelle}} \times \text{Korrektur-Faktor}$
 $f_{z, \text{wirk}} = \frac{f_{z, \text{tabelle}}}{\text{Zahnzahl}}$

k_f für Werkzeuge $d_1 < 2$ mm auf Anfrage

Please note that the value f_z from the above table must be multiplied with the corresponding correction factor. For these factors, see our table on page 418.

General formula:
 $f_{z, \text{wirk}} = f_{z, \text{table}} \times \text{correction factor}$
 $f_{z, \text{wirk}} = \frac{f_{z, \text{table}}}{\text{no. of teeth}}$

k_f values for tools with $d_1 < 2$ mm upon request

Attention: La valeur f_z du tableau ci-dessus est à multiplier par le facteur correcteur correspondant. Vous trouverez ce facteur correcteur dans le tableau en page 418.

Formule à utiliser:
 $f_{z, \text{réel}} = f_{z, \text{tableau}} \times \text{facteur correcteur}$
 $f_{z, \text{réel}} = \frac{f_{z, \text{tableau}}}{\text{nombre de dents}}$

Valeurs k_f pour outils $d_1 < 2$ mm sur demande

"Agus Suntoro Kusnadi / CV. Mikro Teknik" <mikroteknik@sby.centrin.net.id>

CUTTING DATA FRANKEN

Tools : 1311.010
Material : Aluminium
Vc : 180 Max
Ap : $1,5 \times d1 = 1,5 \times 10 = 15$
Ae : 0,3 max
FZ : 0,065 mm
Rpm : 5.750 max
Feeding : 1.500 max

Untuk standard pengukuran kehalusan permukaan, ATMI menggunakan standar ISO Roughness Parameter, yaitu :

Standard	N 0	N 1	N 2	N 3	N 4	N 5
Kehalusan(μm)	0.0125	0.025	0.05	0.1	0.3	0.4
Standard	N 6	N 7	N 8	N 9	N 10	N 11
Kehalusan(μm)	0.8	1.6	3.2	6.3	12.5	25

Alat untuk mengukur kehalusan permukaan :

- # Perthometer..... produk Mahr.
- # Surf Meter produk Mitutoyo.
- # Hommel Tester produk Hommel.
- # Rugosurf produk Tesa.
- # Brush Analyzer, dll.

Confidence is not enough....

→ keyakinan saja tidak cukup.

Pengontrolan inspeksi dan peralatan pengukuran adalah sebuah bagian dari manajemen kualitas yang berkembang lebih penting dari sebelumnya.

Pengenalan ke standar ISO telah membuat perubahan yang besar di bidang ini. Menurut ISO 9001 :

All inspection and measuring equipment that can affect product quality must be identified, calibrated and adjusted at prescribed intervals, or prior to use, against certified equipment having a known valid relationship to internationally or nationally recognized standards”

“Semua peralatan pengecekan dan pengukuran yang berpengaruh pada kualitas produk harus teridentifikasi, dikalibrasi dan di set dalam jangka waktu yang sudah ditentukan atau sebelum digunakan, disertai adanya jaminan yang mempunyai hubungan atau diakui oleh standard nasional atau internasional.”

Lampiran 8

Satuan Standar Penghitungan

No.	Faktor	Nama Satuan	Simbol
1.	10^{18}	eksa (exa)	E
2.	10^{15}	peta (peta)	P
3.	10^{12}	tera (tera)	T
4.	10^9	giga (giga)	G
5.	10^6	mega (mega)	M
6.	10^3	kilo (kilo)	k
7.	10^2	hekto (hecto)	h
8.	10^1	deka (deca)	da
9.	1	meter (metre)	m
10.	10^{-1}	desi (deci)	d
11.	10^{-2}	senti (centi)	c
12.	10^{-3}	mili (milli)	mm
13.	10^{-6}	mikro (micro)	μ
14.	10^{-9}	nano (nano)	n
15.	10^{-12}	piko (pico)	p
16.	10^{-15}	femto (femto)	f
17.	10^{-18}	ato (ato)	a

Contoh :

1 kg	= 10^3 g.	1 MW	= 10^6 W.
1 cm	= 10^{-2} m.	1 μ m	= 10^{-6} m.
1 mm	= 10^{-3} m.	1 pm	= 10^{-18} m.
12 hm	= 1,2.E 4 mm.	460 dm	= 4,6.E - 9 pm.
380.000 nm	= 3,8.E-7 km.	9100 fm	= 9,1.E - 6 μ m.



PT. Buana Arta Toolindo
Cutting Tool, Component for Plastic Mold and Dies

Jl. Prambanan Raya Blok Darul Hikam No. 9A, Perum III
Tangerang 15138 - Indonesia
Telp.: (021) 5565 4343, 70215 883, 70206 778 Fax: (021) 912 4886
e-mail: support@buanaarta.com web: www.buanaarta.com

Jakarta,08 Oktober 2006.....
Kepada Yth, ...Bp. Yulius Klatu.....
diJakarta.....

PO No. :

Tanggal : PO

INVOICE

No 381 / INV - BAT / /X 2006

No	Jumlah	Nama Barang	Harga Satuan	Sub Total
1	1 PC	HSS 4F 100-120-075 Ø 10 mm	130.000,00	130.000,00

Total ~~SGD~~ /Rp. 130.000,00

Note: sudah Lunas



PEMBAYARAN : COD (Cash On Delivery)

* REKENING RUPIAH

A/C : 7130307072
BANK : BCA KCP TAMAN CIBODAS - TANGERANG
A/N : PT. BUANA ARTA TOOLINDO

* REKENING SGD

A/C : 7130701188
BANK : BCA KCP TAMAN CIBODAS - TANGERANG
A/N : SULUH NUGROHO

Hormat kami,

Suluh Nugroho

CV. MIKRO TEKNIK

Jl. Griya Babatan Mukti N 93 Wiyung Menganti Surabaya
Telp. (031) 7531555, 7531222 Fax. (031) 7530200

Delivery Order

Surabaya, 3 Oktober 2006

Delivery No. : 002557
Order Date : 29/09/06
Order No. : -

Kepada Yth.
Bp. ANES

No.	Qty	Description
1.	1 pce	FRANKEN PRODUCT : HSS Endmill 4 flute short finishing Ø 10 mm (1311.010)

Customer Signature & Official Stamp

(Signature)
OSCAR ANDRIANTO

Authorised Signature
CV. MIKRO TEKNIK
SURABAYA
(Signature)
(Agus Sunbro K.)

CV. MIKRO TEKNIK

Jl. Griya Babatan Mukti N 93 Wiyung Menganti Surabaya
Telp. (031) 7531555, 7531222 Fax. (031) 7530200

Surabaya, 3 Oktober 2006

Kepada Yth.

Invoice No. : CC1/NE/MT/X/06
Order Date : 29/09/06
Order No. : -
Payment : COD

INVOICE

Bp. ANES

YOGYAKARTA

No.	Qty	Description	Unit Price	Disc.	Amount
1.	1 pce	F-RANKEN PRODUCT : HSS Endmill 4 Flute Short Finishing Ø 10 mm (1311.010) Biaya Kirim Expedisi Tricor	Rp. 136.500,-	-	Rp. 136.500,- Rp. 10.500,-

Authorised Signature
CV. MIKRO TEKNIK
SURABAYA
(Signature)
(Agus Sunbro K.)

Customer Signature & Official Stamp

(.....)

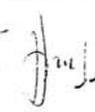
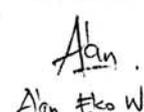
Total	Rp. 147.000,-
Discount	-
V.A.T.	-
Grand Amount	Rp. 147.000,-
DP	-
Acc Receivable	Rp. 147.000,-

No. : 002477

Akademi Teknik Mesin Industri (ATMI) Surakarta

Jl. Adisucipto - Kotak Pos 215 - Telp. (0271) 714466 Fax (0271) 714390 - Email: atmi@indo.net.id

F 301 P.MA.1

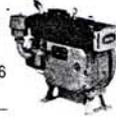
NO. PEN. : 07-0175		NO. ORDER :		TANGGAL 23 Maret 2017	
NAMA : <u>Eng Yolmer Belgius</u>					
ALAMAT : <u>Univ. Sebelas Dharma Jkr. Teknik Mesin.</u>					
TELEPON : <u>085643283480</u>		FAX : _____			
SKETS	JUMLAH	KETERANGAN	<input checked="" type="checkbox"/> PESANAN <input type="checkbox"/> PENAWARAN		
	1PCE.	<p>Proses pengukuran / pembacaan alat ukur ketebalan. Disposisi MT. → Kankle Rp. Basm. Amunanto.</p> <p>Sample yg diukur dr. Cust. Mat. Aluminium bkt. 3pc5.</p> <p>Okalor ditawarkan Rp. 200.000,-</p>			
SELESAI TANGGAL :		SAMPLE : <input checked="" type="checkbox"/> ADA <input type="checkbox"/> TIDAK ADA DI MT.			
23 / 03 / 2017		GAMBAR : <input type="checkbox"/> ADA <input type="checkbox"/> TIDAK ADA DI :			
DISPOSISI :		CUSTOMER		CUSTOMER SERVICE	
<input checked="" type="checkbox"/> MA	<input type="checkbox"/> PP				
<input type="checkbox"/> DG	<input type="checkbox"/> DT	_____ DIRECTOR for PRODUCTION		_____ PLANNING MANAGER	
<input type="checkbox"/> PD	<input type="checkbox"/> WM				
<input type="checkbox"/> MD	<input type="checkbox"/> CT				
<input type="checkbox"/> MG / MC	<input type="checkbox"/> WF				
<input type="checkbox"/> WA	<input checked="" type="checkbox"/> MT				
BANK :		NIAGA : 021-01-01433-00-2		MANDIRI : 138.0073000023	
		BNI 46 : 011.000002264.001		LIPPO cab. Utama : 505-30-00170-9	



TOKO / BENGKEL "BANDUNG"

Jl. Diponegoro No. 70 Yogyakarta 55232 ☎ 515266 Fax.: 0274 583176

Tgl. 20/11/06



Banyaknya	Nama Barang	Keterangan	Harga	Jumlah
1	mata bor prii	10ml 4T	Hanita	132400

Perhatian :
Barang yang sudah dibeli
tidak dapat ditukar/dikembalikan

No. 026171

Total 132400

No. _____

Telah terima dari

Belasius T

Uang sejumlah

empat puluh delapan ribu rupiah

Untuk pembayaran

pekerjaan aluminium 0,6 kg

Yogyakarta, 20 Nov '06

Rp.

48.000.


Viani

UNIT PRODUKSI MEKATRONIKA

CNC Milling & Turning, Precision Parts, CAD/CAM
Universitas Sanata Dharma (Kampus III)
Paingan, Maguwoharjo, Depok, Sleman, Yogyakarta
Telp.: 0274 - 885801-03 Ext. 2262-2264 Fax.: 0274 - 886529

NOTA / INVOICE

No. : 008/NT-UPM/11/07
Tgl. : 03 Maret 2007
P.O. : -
Reff : -

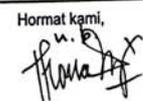
Kepada Yth. :
Sdr. Belasius J.
Mhs TM 99-100

No	No Order	Nama barang / Jasa	Jumlah	Harga Satuan	Harga Total
1	080307	Spesimen Tugas akhir	3 pcs	Rp. 60.000,-	Rp. 180.000,-
				Rp.	Rp.
				Rp.	Rp.
				Rp.	Rp.
				Rp.	Rp.
				Rp.	Rp.
				Rp.	Rp.

Terbilang : Seratus delapan puluh ribu rupiah

D.P. Rp. -
Sisa Rp. -
Total Rp. 180.000,-

Pembayaran 1 minggu setelah barang diterima, mohon ditransfer ke :
Lippo Bank Cab. Sudirman Yogyakarta
A/C : 787 - 30 - 00730 - 5
a/n : Yayasan Sanata Dharma
Mohon cantumkan No. Invoice dalam bukti transfer
Mohon kirimkan/fax copy bukti transfer kepada kami

Horat kami,

Ign. Deradjad Pranowo, S.S., M. Eng.
Kepala Unit Produksi

1. Putih = Customer 2. Merah = Yayasan 3. Kuning = Arslp 4. Hijau = Tagihan