



**PENGARUH *SPINDLE SPEED* DAN *FEED RATE*
PADA PROSES CNC *TURNING* TERHADAP
TINGKAT KEKASARAN PERMUKAAN
ALUMINIUM CORAN
BLOK SILINDER**

Skripsi

**diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar
Sarjana Pendidikan Program Studi Pendidikan Teknik Mesin**

Oleh

Novar Bayu Tambrani

NIM.5201414062

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

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama : Novar Bayu Tambrani
NIM : 5201414062
Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin
Judul : Pengaruh *Spindle Speed* Dan *Feed Rate* Pada Proses
CNC *Turning* Terhadap Tingkat Kekasaran Permukaan Alumunium Coran Blok
Silinder.

Skripsi ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke siding panitia ujian
Skripsi Program Studi Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas
Negeri Semarang.

Semarang,

Pembimbing 1

Dr. Wirawan Sumbodo M.T.

NIP. 196601051990021002

PENGESAHAN

Skripsi dengan Judul Pengaruh *Spindle Speed* Dan *Feed Rate* Pada Proses CNC *Turning* Terhadap Tingkat Kekasaran Permukaan Blok Silinder telah dipertahankan di depan sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Teknik UNNES pada tanggal....bulan.....tahun.....

Oleh

Nama : Novar Bayu Tambrani
NIM : 5201414062
Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin

Panitia :

Ketua

Sekretaris

.....
NIP.

Penguji 1

Penguji 2

.....
NIP.

Pembimbing

Dr. Rahmat Doni W, S.T., M.T.

Drs. Sunyoto, M.Si

Dr. Wirawan Sumbodo M.T.

NIP. 196511051991021001

NIP. 197509272006041002

NIP.196601051990021002

Semarang,.....

Mengetahui,

Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Mesin S1

Fakultas Teknik Unnes

Rusiyanto S.Pd., M.T.

NIP. 197403211999031002

PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Skripsi ini, adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik(sarja, magister, dan/atau doctor), baik di Universitas Negeri Semarang (UNNES) maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya Tulis ini adalah murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan Pembimbing dan masukan Tim Penguji.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabuta gelar yang telah diperoleh karena karya ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Semarang,

Yang membuat pernyataan,

Novar Bayu Tambrani

NIM. 5201414062

MOTTO

“Ketergesaan dalam setiap usaha membawa kegagalan” (Herodotus)

“Kegagalan hanya terjadi ketika kita menyerah” (Lessing)

“Siapa yang kalah dengan senyum, dialah pemenangnya” (A. Hubard)

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persambahkan kepada :

1. Mamak, Bapak dan Kakak yang selau setia mendukung didalam pengerjaan skripsi saya.
2. Dian Indriyani yang selalu sabar dan selalu memberikan motivasi lebih.
3. Teman-teman Kontrakan Mix yang sudah menemani kurang lebih tiga tahun bersunda gurau bersama dalam satu rumah.
4. Teman-teman satu kelompok Alat Skripsi : Purnomo Aji, Bambang Siswanto, dan Sofian Wijayanto.
5. Teman-teman Pete Hijau Kos yang selalu saya tumpangi wifi, serta selalu menghibur saya disaat saya sedang down.
6. Teman-teman Virus FC : Anam, Poci, Zuhdi, Yogas, dan Erwin yang selalu menuangkan hobi bersama.
7. Teman-teman Engineering FC yang sudah saya anggap sebagai rumah untuk menuangkan hobi saya.
8. Teman-teman PTM Rombel 2 yang selalu memberikan gurauan-gurauan di grup.

Saya ucapkan terimakasih sebanyak-banyaknya. Mohon maaf jika tidak bisa menyebutnya satu-persatu.

SARI ATAU RINGKASAN

Tingkat kekasaran yang rendah merupakan kebutuhan bagi komponen-komponen mesin seperti blok silinder mesin pemotong rumput yang banyak digunakan para tukang kebun di UNNES. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh parameter terhadap tingkat kekasaran permukaan alumunium hasil pengecoran yang berbahan dasar sparepart mesin. Parameter yang dipilih adalah *spindle speed* dan *feed rate*, dengan penetapan *spindle speed* 200 rpm, 460 rpm, dan 720 rpm. Sedangkan untuk *feed rate* 0,17; 0,21; dan 0,25 mm/rev. Seperti yang diketahui bahwa semakin tinggi *spindle speed* maka semakin rendah tingkat kekasarannya, namun jika *feed rate* yang digunakan tidak sesuai maka juga akan mempengaruhi hasil dari permesinan CNC. Pada penelitian ini dihasilkan bahwa *spindle speed* yang baik adalah 460 rpm dengan *feed rate* 0,17 dimana menghasilkan tingkat kekasaran Ra 14,903 μm , lebih rendah daripada hasil dari permesinan dengan parameter lain.

Kata kunci : Tingkat kekasaran permukaan, *spindle speed*, *feed rate*, CNC

PRAKATA

Segala puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul Pengaruh *spindle speed* Dan *feed rate* Terhadap Tingkat Kekasaran Pada Proses Pembubutan Dalam (*Boring*). Skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan meraih gelar Sarjana Pendidikan pada Program Studi S1 Pendidikan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang. Shalawat dan salam disampaikan kepada Nabi Muhammad SAW, mudah-mudahan kita semua mendapatkan syafaa-Nya di Yaumul Akhir nanti, Amin.

Penyelesaian karya tulis ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih serta penghargaan kepada :

1. Prof. Dr. Fathur Rokhman, M.Hum, Rektor Universitas Negeri Semarang atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk menempuh studi Universitas Negeri Semarang.
2. Dr. Nur Qudus, MT, Dekan Fakultas Teknik, Rusiyanto S.Pd., M.Pd., Ketua Jurusan Teknik Mesin, Rusiyanto S.Pd., M.Pd., Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Mesin atas fasilitas yang disediakan bagi mahasiswa.
3. Dr. Wirawan Sumbodo M.T., Pembimbing I yang penuh perhatian dan atas berkenaan memberi bimbingan dan dapat dihubungi sewaktu-waktu disertai kemudahan menunjukkan sumber-sumber yang relevan dengan penulisan karya ini.

4. Semua dosen Jurusan Teknik Mesin FT UNNES yang telah memberi bekal pengetahuan yang berharga.
5. Berbagai pihak yang telah memberi bantuan untuk karya tulis ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk kehidupan bermasyarakat nantinya.

Semarang,.....

Penulis

Novar Bayu Tambrani

NIM. 5201414062

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR BERLOGO	ii
JUDUL DALAM	iii
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	iv
LEMBAR PENGESAHAN KELULUSAN	v
PERNYATAAN KEASLIAN	vi
MOTTO	vii
SARI ATAU RINGKASAN	viii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Identifikasi Masalah	5
1.3. Pembatasan Masalah	5
1.4. Rumusan Masalah	6
1.5. Tujuan Penelitian	7
1.6. Manfaat Penelitian	7
BAB II KAJIAN PUSTAKA	
2.1. Kajian Pustaka	8
2.2. Landasan Teori	13
2.3. Kerangka Pikir	41
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1. Desain Penelitian	43
3.2. Waktu dan tempat Pelaksanaan	44
3.3. Alat dan Bahan Penelitian	44
3.4. Parameter Penelitian	48
3.5. Teknik Pengumpulan Data	51
3.6. Kalibrasi Instrumen	54
3.7. Teknik Analisis Data	55
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Hasil dan Pembahasan Kekasaran Permukaan	56
4.2. Hasil dan Pembahasan <i>spindle speed</i> dan <i>feed rate</i>	62
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Simpulan	63
5.2. Saran	64
DAFTAR PUSTAKA	65
LAMPIRAN	67

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel <i>Feed rate</i> untuk Pahat HSS.....	22
Tabel 2.2 Tabel Kecepatan Potong Untuk Beberapa Jenis Bahan (mm/min).....	23
Tabel 2.3 Hubungan Diameter BendaKerja, Kecepatan Potong dan Putaran Mesin.....	23
Tabel 2.4 Tabel Sudut Pahat Bubut untuk Berbagai Material	26
Tabel 2.5 Toleransi harga kekasaran rata-rata R_a	42
Tabel 2.6 Toleransi harga kekasaran rata-rata R_a Dari Hasil Pengerjaan Beberapa Proses Pengerjaan	42
Tabel 3.1. Spesifikasi Mesin Bubut CNC	47
Tabel 3.2 Spesifikasi Alat Surface Roughness.....	48
Tabel 3.3. Instrumen Data Hasil Pengukuran Kekasaran	55
Tabel 3.4. Data Eksperimen Faktorial <i>spindle speed</i> dan kecepatan pemakanan.	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Skema Proses Kerja Mesin CNC	2
Gambar 2.1 Tahapan pengecoran logam dengan cetakan pasir	15
Gambar 2.2 Konstruksi cetakan pasir	16
Gambar 2.3 Proses Bubut Rata, Bubut Permukaan dan Bubut Tirus	17
Gambar 2.4 Proses Permesinan yang dapat dilakukan pada Mesin Bubut (a) PembubutanPinggul (Chamfering), (b) Pembubutan Alur (Parting-off), (c) Pembubutan Ulir (Threading) , (d) Pembuatan Lubang (Boring), (e) Pembuatan Lubang (Drilling), (f) Pembuatan Kartel (Knurling).	18
Gambar 2.5 Parameter Proses Pembubutan	18
Gambar 2.6 Panjang Permukaan Benda Kerja yang Dilalui Pahat Setiap Putaran	21
Gambar 2.7 Gerak Makan (f) dan Kedalaman Potong (a)	21
Gambar 2.8 Geometri Pahat Bubut HSS	24
Gambar 2.9 Pemegang Pahat HSS, (a) Pahat Alur, (b) Pahat Dalam, (c) Pahat Rata Kanan, (d) Pahat Rata Kiri, dan (e) Pahat Ulir	25
Gambar 2.10 Pemegang Pahat HSS, (a) Pahat Alur, (b) Pahat Dalam, (c) Pahat Rata Kanan, (d) Pahat Rata Kiri, dan (e) Pahat Ulir	25
Gambar 2.11 Sistem Koordinat Metode Absolut.....	31
Gambar 2.12 Sistem Koordinat Metode Inkremental	31
Gambar 2.13 Blok angka, dan huruf	32
Gambar 2.14 Kekasaran, gelombang dan kesalahan bentuk dari suatu permukaan	39
Gambar 2.15 Profil suatu permukaan	40
Gambar 2.16 Penunjukkan Konfigurasi Permukaan.....	43
Gambar 2.17 Kerangka Pikir	44
Gambar 3.1. Rancangan Nonequivalent Control Group Design.....	45
Gambar 3.2 Mesin CNC TU 2A	47
Gambar 3.3 Jangka Sorong	49
Gambar 3.4 Pahat HSS	49
Gambar 3.5 Desain sketsa boring	50
Gambar 3.6 Diagram Alir	53

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan teknologi pada zaman yang serba praktis ini sudah tidak bisa di pungkiri lagi, semua dituntut cepat dan dengan hasil yang sangat maksimal. Tuntutan ini memicu teknologi untuk selalu berkembang dengan pesat khususnya di bidang industri. Pekerjaan yang dilakukan oleh industri tentunya mempunyai skala yang besar dan tentunya harus sesuai dengan tuntutan pasar, bukan hanya nasional bahkan hingga internasional. Salah satu bentuk produk industri yang sangat diminati pasar adalah mesin pemotong rumput.

Mesin pemotong rumput sendiri sangatlah dibutuhkan terutama skala-skala instansi menengah maupun kalangan atas, digunakan sebagai alat penunjang para *office boy* atau tukang kebun. Dimensi alat pemotong rumput ini sendiri sangat simpel dan praktis sehingga membuat mesin penggerak pada mesin pemotong rumput ini sering dijadikan alternatif oleh mesin-mesin penggerak lain seperti kendaraan-kendaraan kecil, dan lain-lain. Menanggapi kebutuhan tersebut maka pada penelitian ini khususnya membantu untuk menambah referensi dalam pembuatan motor penggerak tersebut.

Bagian vital dari sebuah motor penggerak khususnya motor bakar terletak pada bagian yang sering melakukan pengerjaan atau dalam artian

yang sering bergerak. Blok silinder sendiri merupakan bagian yang sering mengalami gesekan dari sebuah proses pembakaran suatu mesin. Bagian yang sering mendapatkan gesekan tentunya harus mempunyai sifat yang kuat terhadap panas. Menurut Surojo, dkk., (2009:126), bahan yang digunakan dalam pembuatan blok silinder adalah Al-Si dengan rata-rata kadar Si 10-12%. Memberikan inovasi yang lebih sederhana blok silinder ini akan coba dibuat dengan bahan aluminium coran atau dari bahan bekas spaerpart motor dan lainnya.

Tahapan dalam pembuatan blok silinder sendiri termasuk sangat panjang mulai dari pembentukan cetakan, pengecoran, hingga finishing. Di dalam finishing khususnya membutuhkan kepresisian yang sangat tinggi terutama pada bagian lobang blok silinder. Pengerjaan blok silinder pada bagian lobang bisa menggunakan proses machining dengan kolter maupun bubut. Pembubutan sendiri menurut Sumbodo (2008:227) adalah memutar benda dan menggunakan mata pahat untuk memotongatau menyayat bagian benda tersebut. Mesin bubut dibagi menjadi dua yaitu konvensional dan CNC. Mesin perkakas CNC dapat memproduksi dan memperbaiki komponen mesin dengan kualitas yang tergantung pada beberapa faktor, antara lain ; kualitas geometri mesin perkakas CNC, kualitas alat potong, dan keahlian operator/programmer.

Peranan mesin perkakas CNC dalam teknologi industri semakin penting apalagi semakin tingginya kebutuhan pasar. Penggunaan mesin CNC di Indonesia tidak hanya lagi untuk pendidikan saja yang sering kita

kenal dengan CNC *Training Unit* (TU) akan tetapi juga digunakan untuk memproduksi benda kerja atau memperbaiki komponen permesinan yang sering kita kenal dengan CNC *Production Unit* (PU).

Bagi teknisi di bidang pengerjaan logam dan mahasiswa pada jurusan teknik mesin, bubut CNC telah dikenal fungsi dan perannya untuk membuat komponen dari bermacam-macam mesin. Pada dasarnya setiap pekerjaan mesin mempunyai persyaratan kualitas (kekasaran permukaan) yang berbeda-beda, tergantung dari fungsinya. Tingkat kekasaran permukaan benda kerja atau komponen merupakan tolak ukur utama dari proses produksi yang mempengaruhi nilai mutu produk yang dihasilkan (Pebri, dkk., 2014). Seperti yang dikatakan Abbas, dkk. (2013) yang mengatakan “Pada proses permesinan ukuran kualitas banyak dilihat dari kekerasan permukaan yang dihasilkan. Tingkat kekasaran permukaan menjadi parameter kualitas utama dari setiap proses permesinan”. Maka kekasaran permukaan menjadi bagian yang harus diteliti agar mendapatkan data yang berguna bagi operator mesin dalam proses produksi.

Tingkat kekasaran memang sangat diperlukan karena hasil pembubutan CNC tersebut dalam fungsinya terdapat gaya gesek dengan kata lain apabila dua permukaan berhubungan maka akan menyebabkan keausan. Gesekan akan meningkat ketika permukaan memiliki tingkat kekasaran yang sangat tinggi. Gesekan yang dihasilkan harus seminimal mungkin agar keausan yang terjadi dapat diminimalisir. Kekasaran komponen harus disesuaikan dengan macam komponen yang dibuat.

Dewasa ini tingkat kekasaran juga dibutuhkan pada komponen-komponen mesin. Komponen mesin yang sering mengalami gesekan biasanya dibutuhkan sekali uji kekasaran yang dimana kekasaran yang didapatkan tidak boleh terlalu kasar maupun tidak terlalu halus. Pada kesempatan kali ini kita akan membahas salah satu komponen mesin tepatnya yaitu blok silinder liner pada mesin pemotong rumput. Blok silinder liner ini mempunyai diameter ± 40 mm. Ukuran diameter yang kecil membuat blok silinder liner ini diharuskan seminimal mungkin terjadi kekasaran yang dapat menimbulkan gesekan.

Untuk mendapatkan nilai kekasaran permukaan dari bagian dalam yang halus dari proses bubut dapat dilakukan dengan kecepatan gerak pemakanan, *spindle speed*, *feed rate*, jenis pahat, dan tebal pemotongan.

Pada penelitian ini akan menggunakan 2 macam faktor yang akan mempengaruhi yaitu *spindle speed* dan *feed rate*, dimana *speed spindle* sendiri dipengaruhi kecepatan potong pisau, diameter, kekerasan bahan dan bahan pahat. Sedangkan *feed rate*, dipengaruhi oleh pahat yang digunakan.

Dari latar belakang masalah tersebut perlu diadakan penelitian yang berhubungan dengan tingkat kekasaran hasil proses frais, dengan mengambil judul **“Pengaruh *Spindle Speed* dan *Feed Rate* Pada Proses CNC *Turning* terhadap Tingkat Kekasaran Permukaan Aluminium Coran Blok Silinder”**.

1.2. Identifikasi Masalah

Permasalahan yang diajukan oleh penulis ini dapat diidentifikasi permasalahannya sebagai berikut :

1. Standar kualitas yang ditentukan oleh pasar sangat tinggi.
2. Kuantitas produk yang dibutuhkan dipasaran dengan skala yang besar.
3. Tingkat kekasaran yang dihasilkan mesin CNC masih sangat tinggi.
4. Parameter pada proses *turning* terutama *spindle speed* dan *feed rate*.

1.3. Pembatasan Masalah

Untuk mengarahkan penelitian ini dengan baik, maka masalah dalam penelitian ini perlu dibatasi sebagai berikut :

1. Mesin Bubut CNC yang digunakan Bubut CNC TU 2A
2. Pahat yang digunakan Pahat Dalam dengan jenis Pahat HSS
3. Material yang digunakan adalah almunium bekas sparepart
4. Parameter permesinan *spindle speed* : 200 rpm, 460 rpm, dan 720 rpm. Parameter *feed rate* : 0,17 mm/min, 0,21 mm/rev, dan 0,25 mm/rev. Kecepatan potong yang digunakan sesuai dengan *spindle speed*. Kedalaman potong yang digunakan 0,20 mm.
5. Tidak ada variasi sudut pada pahat
6. Menggunakan proses boring atau pembubutan dalam
7. Pengukuran permukaan menggunakan Surface Roughness Tester .

8. Blok silinder yang digunakan adalah blok silinder dari Mesin Pemotong Rumput 2 Tak.

1.4. Perumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh *spindle speed* terhadap kekasaran permukaan bagian dalam pada blok silinder ?
2. Bagaimana pengaruh *feed rate* terhadap kekasaran permukaan bagian dalam pada blok silinder ?
3. Bagaimana pengaruh *spindle speed* dan *feed rate* terhadap kekasaran permukaan bagian dalam pada blok silinder ?

1.5. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh *spindle speed* terhadap tingkat kekasaran permukaan bagian dalam pada blok silinder.
2. Mengetahui pengaruh *feed rate* terhadap tingkat kekasaran permukaan bagian dalam pada blok silinder.
3. Mengetahui pengaruh *spindle speed* dan *feed rate* terhadap tingkat kekasaran permukaan bagian dalam pada blok silinder.

1.6. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis :
 - a. Memberi informasi kepada akademisi apa pengaruh dari *spindle speed* dan *feed rate*.
 - b. Sebagai sarana referensi atau pembanding penelitian dalam rangka mengembangkan ilmu pengetahuan

pengaruh putaran spindel dan *feed rate* terhadap blok silinder mesin pemotong rumput.

2. Manfaat Praktis :

- a. Sebagai referensi dalam penerapan pengerjaan benda dengan bahan Alumunium Coran.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1. Kajian Pustaka

Beberapa penelitian yang relevan dalam penelitian ini antara lain :

1. **Ir. Ida Bagus Puspa Indra MT dan Ir. I Gede Oka Adnyana Msi (2014)**. Mereka mengadakan penelitian untuk menentukan pengaruh jenis pahat, terhadap kekasaran pada permukaan tembaga. Hasilnya menjelaskan bahwa pada karakteristik tembaga yang mempunyai kemiripan dengan alumunium tersebut diperoleh bahwa pahat yang baik digunakan adalah pahat jenis *Polycrystalline Diamond* dengan *spindle speed* (N) = 1500 (rpm), kecepatan potong (Vc) = 89 m/mnt dan (DOC) = 0,25 (mm) dapat menghasilkan kekasaran permukaan (Ra) = 0,71 [μm]. Sedangkan yang dihasilkan oleh pahat HSS hanya sampai dengan 3.05 [μm].
2. **Muhammad Adik Aditia (2013)**. Menurut penelitiannya beliau mengatakan bahwa ada 3 faktor penting yang mempengaruhi hasil kekasaran pada proses pemesinan, yaitu :
 - a. Jenis pahat
 - b. *Spindle speed*
 - c. Kedalaman pemakanan

Pada penelitian ini bahan yang digunakan sebagai objek adalah Baja ST. 60 jika dibandingkan dengan alumunium tentunya mempunyai sifat karakteristik yang sangat bertolak belakang. Namun disini

peneliti menggunakan kecepatan spindel di bawah 1000 rpm, dan kecepatan tersebut adalah kecepatan rata-rata yang digunakan dalam proses *boring*. Beliau memperoleh hasil nilai kekasaran sebesar 0,20 [μm] dengan kecepatan spindel 460 rpm, kedalaman pemakanan 0,2 mm dan jenis pahat yang paling bagus adalah paha *bohler*.

3. **Pebri Dwi Kurniawan (2014)**. Pada penelitiannya bahwa ada 2 faktor yang mempengaruhi kekasaran yang ada pada bahan aluminium 6061, yaitu :

- a. Kedalaman pemakanan
- b. *Spindle speed*

Penelitiannya memperoleh hasil sebagai berikut :

1. Ada pengaruh variasi kedalaman pemakanan, yaitu pada kedalaman 0,1-0,5 mm dihasilkan rata-rata 1,366-2,091 [μm]. Jadi semakin dalam pemakanan, maka semakin tinggi tingkat kekasaran permukaan benda kerja.
2. Ada pengaruh variasi kecepatan putar spindel, yaitu pada kecepatan 1700 – 2700 rpm dihasilkan rata-rata tingkat kekasaran permukaan 2,199 – 1,366 [μm]. Jadi semakin tinggi kecepatan putar spindel, maka semakin rendah tingkat kekasaran permukaan benda kerja.
3. Variasi kedalaman pemaan dan kecepatan putar spindel yang menghasillkan ben kerja dengan nilai rata-rata tingkat kekasaran paling rendah adalah pengerjaan dengan kedalaman 0,1 mm dan kecepatan putar 2700 rpm, yaitu sebesar 1,366 [μm].

4. **Muhammada Farokhi (2017)**. Penelitian yang dilakukan oleh peneliti menentukan bahwa variabel yang mempengaruhi adanya kekasaran adalah *spindle speed* dan jenis sudut pahat. Dimana peneliti menggunakan kecepatan spindel dengan rentang 2000-3000 rpm dan rentang sudut pahat 35°-80°. Pengaruh yang dihasilkan adalah jika sudut pahat yang dipakai kecil dengan *spindle speed* tinggi maka tingkat kekasarannya pula akan rendah begitu juga jika variasinya dibalik.
5. **N. Satheesh Kumar dkk (2012)**. Pada penelitian mereka menjelaskan bahwa *spindle speed* yang digunakan yaitu dari rentang 339-980 rpm dengan *feed rate* yang digunakan dari 0,05-0,15. Menghasilkan :

Pengaruh *spindle speed*

Spindle speed mengacu pada kecepatan putar benda kerja. Itu ditingkatkan dari 339 rpm ke 980 rpm. Pemotongan kedalaman dipertahankan pada 0,5 mm, tetapi *feed rate* bervariasi dari 0,05 mm / rev menjadi 0,15 mm / putaran dalam langkah 0,025 mm / rev, dengan operasi putaran tunggal untuk setiap laju umpan. Kekasaran permukaan menurun dengan meningkatnya *spindle speed*.

Pengaruh *feed rate*

Feed rate adalah tingkat di mana alat maju di sepanjang jalur pemotongannya. Itu ditingkatkan dari 0,05 mm / rev ke 0,15 mm / rev dalam langkah-langkah dari 0,025mm / rev, dengan menjaga

kedalaman memotong konstan di sepanjang 0.5mm dan *spindle speed* yang bervariasi dari 339rpm ke 980rpm dengan operasi memutar tunggal untuk setiap *spindle speed*. Kekasaran permukaan meningkat dengan meningkatnya *feed rate*.

6. Pradeep Kumar Gupta, dkk (2017). Penelitian mereka menggunakan rentang *spindle speed* 600-1800 rpm dengan *feed rate* 0,4-0,9 mm/rev dan *depth of cut* 0,3-0,7 mm. Menghasilkan:

1. Dari hasil yang diperoleh Model telah dikembangkan untuk Kekasaran Permukaan. Dari model ini kita dapat memprediksi nilai optimum Kekasaran Permukaan jika nilai-nilai Kecepatan Pemotongan, Pakan dan Kedalaman Cut diketahui.
2. Percobaan otentikasi menetapkan bahwa kesalahan yang muncul tidak sebanyak 2.0% antara perhitungan dan nilai nyata.
3. Pengaturan optimal parameter proses untuk Kekasaran Permukaan optimal adalah: Kecepatan (600 rpm), Umpan (0,8 mm / rev), dan DOC (0,7 mm) Penelitian sebelumnya ini memberikan cara untuk menggunakan metode Taguchi untuk mendapatkan kondisi optimal dengan minimum jumlah percobaan dan biaya terendah. Investigasi dapat komprehensif untuk bahan lain dengan Alat Radius Nose, Pelumas, Material Kekerasan dll sebagai kendala proses..

7. **A. Zubaidi, dkk. (2012).** Penelitian ini menggunakan 2 variasi yaitu pertama menggunakan *feed rate* mulai dari 0,05; 0,1; 0,15; 0,20; 0,25; dengan *spindle speed* 1000 rpm tetap. Kemudian selanjutnya, membuat 5 spesimen dengan variasi *spindle speed* 700, 800, 900, 1000, dan 1100, dengan *feed rate* tetap. hasil dari penelitian ini menyimpulkan :
1. Hasil dari *spindle speed* yang tetap dan variasi *feed rate*, menghasilkan penyimpangan kekasaran tidak lebih dari 5% dari masing-masing variasi.
 2. Hasil dari variasi *spindle speed* dan *feed rate* tetap menghasilkan penyimpangan kekasaran lebih dari 5%.
8. **Rakian Trisno Valentino Febriyano, dkk (2015).** Penelitian ini menggunakan variasi *spindle speed* 300, 480, 700, 1080, dan 1600 rpm, dengan variasi *feed rate* 0,11; 0,25; 0,50 mm/r dengan DOC 0,5 konstan. Kesimpulan dari penelitian ini adalah :
1. Berdasarkan hasil perhitungan pemotongan mendapatkan bahwa bertambahnya *cutting speed* maka hasil kekasaran permukaan benda kerja mengalami penurunan dan semakin bertambah *feed rate* kekasaran permukaan benda kerja mengalami kenaikan.
 2. Berdasarkan hasil analisis varians dengan tingkat kepercayaan 95% mendapatkan bahwa variasi *cutting speed* pada mesin bubut tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap hasil

permukaan benda kerja dan variansi *feed rate* pengaruh yang signifikan.

9. M. Hennessy dan G. C. Barber (1995).

Pada penelitiannya menjelaskan tentang blok silinder yang dibutuhkan dalam dunia otomotif. Hasil dari penelitian tersebut menjelaskan bahwa pada keadaan kendaraan yang dibutuhkan blok silinder adalah blok dengan kekasaran permukaan sebesar N7.

2.2. Landasan Teori

2.2.1. Studi Bahan

Penggunaan material alumunium adalah salah solusi mudah, karena pada dasarnya didalam material-material pada komponen mesin-mesin kecil biasa menggunakan bahan dasar alumunium yang di recycle. Recycle disini dimaksudkan melebur kembali komponen-komponen mesin yang berbahan dasar alumunium. Bahan-bahan dasar tersebut dapat kita temukan di tempat-tempat rososkan dengan harga jual yang murah. Menurut Sasi Kironno, dkk yang mengadakan penelitian pada tahun 2008, menyatakan bahwa kandungan alumunium pada blok silinder yang baik adalah 87,4 % yang dicampur dengan Si sebesar 12,6%. Keterbatasan dana serta waktu untuk mencari bahan tersebut maka diputuskan menggunakan alumunium bekas yang di rycycle.

2.2.2. Proses Pengecoran

Menurut jenis cetakan yang digunakan proses pengecoran dapat diklasifikasikan menjadi dua katagori :

1. Pengecoran dengan cetakan sekali pakai.
2. Pengecoran dengan cetakan permanen.

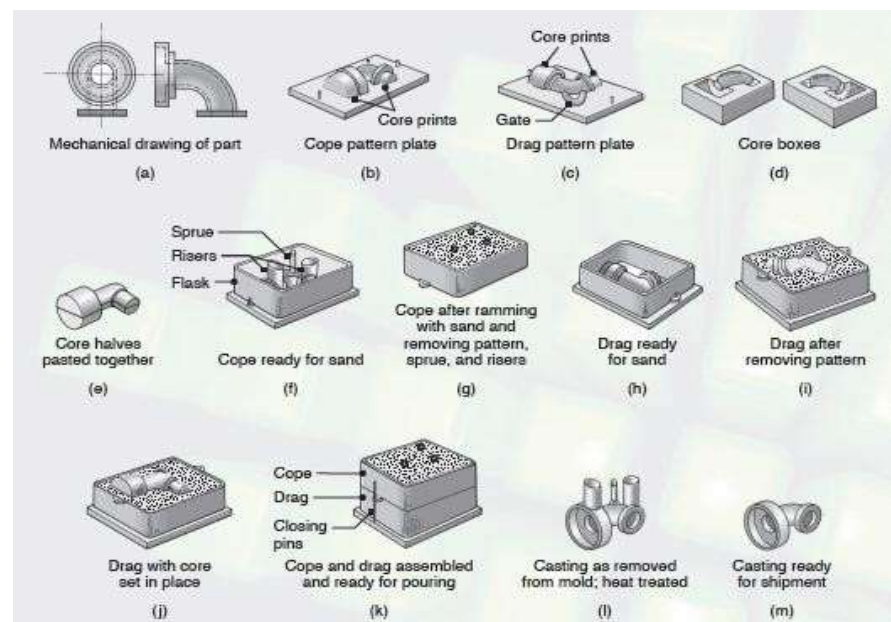
Pada proses pengecoran dengan cetakan sekali pakai, untuk mengeluarkan produk corannya cetakan harus dihancurkan. Jadi selalu dibutuhkan cetakan yang baru untuk setiap pengecoran baru, sehingga laju proses pengecoran akan memakan waktu yang relatif lama. Tetapi untuk beberapa bentuk geometri benda cor tersebut, cetakan pasir dapat menghasilkan coran dengan laju 400 suku cadang perjam atau lebih. Pada proses cetakan permanen, cetakan biasanya di buat dari bahan logam, sehingga dapat digunakan berulang-ulang. Dengan demikian laju proses pengecoran lebih cepat dibanding dengan menggunakan cetakan sekali pakai, tetapi logam coran yang digunakan harus mempunyai titik lebur yang lebih rendah dari pada titik lebur logam cetakan.

***Sand Casting* (penuangan dengan cetakan pasir) merupakan salah satu pengecoran dengan cetakan sekali pakai.**

Proses pembentukan benda kerja dengan metoda penuangan logam cair kedalam cetakan pasir (*sand casting*), secara sederhana cetakan pasir ini dapat diartikan sebagai rongga hasil pembentukan dengan cara mengikis berbagai bentuk benda pada bongkahan dari pasir yang kemudian rongga tersebut diisi dengan logam yang telah dicairkan melalui pemanasan (*molten*

metals). Cetakan pasir merupakan cetakan yang paling banyak digunakan, karena memiliki keunggulan :

- Dapat mencetak logam dengan titik lebur yang tinggi, seperti baja, nikel dan titanium;
- Dapat mencetak benda cor dari ukuran kecil sampai dengan ukuran besar;
- Jumlah produksi dari satu sampai jutaan. Tahapan pengecoran logam dengan cetakan pasir ditunjukkan pada Gambar 2.1 sebagai berikut :

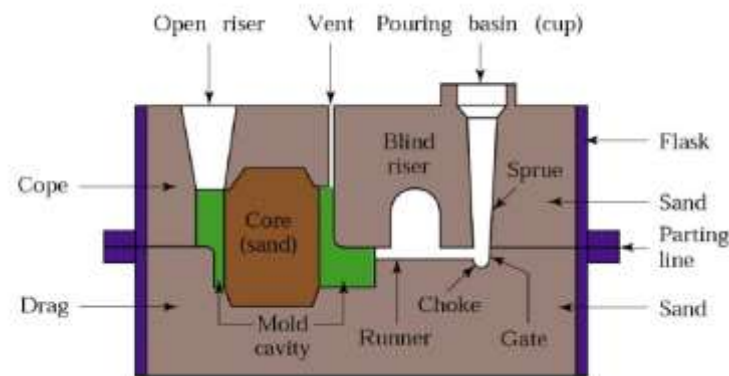


Gambar 2.1 Tahapan pengecoran logam dengan cetakan pasir

Sumber : Kalpakjian & Schmid, 2008

- Pembuatan pola, sesuai dengan bentuk coran yang akan dibuat;
- Persiapan pasir cetak;
- Pembuatan cetakan;

- Pembuatan inti (bila diperlukan);
- Peleburan logam;
- Penuangan logam cair kedalam cetakan;
- Pendinginan dan pembekuan;
- Pembongkaran cetakan pasir;
- Pembersihan dan pemeriksaan hasil coran;



Gambar 2.2 Konstruksi cetakan pasir

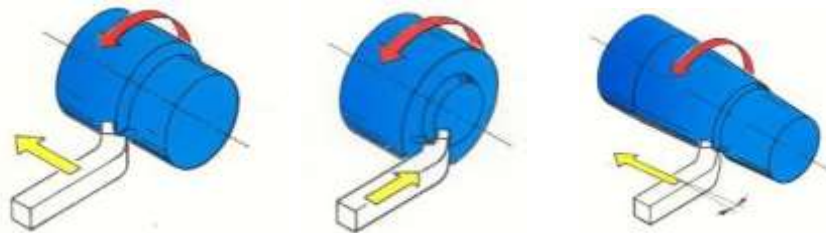
Sumber : Kalpakjian & Schmid, 2008

2.2.3. Proses Bubut

Mesin bubut merupakan salah satu mesin proses produksi yang dipakai untuk membentuk benda kerja yang berbentuk silindris. Pada prosesnya benda kerja terlebih dahulu dipasang pada chuck (pencekam) yang terpasang pada spindel mesin, kemudian spindel dan benda kerja diputar dengan kecepatan sesuai perhitungan. Alat potong (pahat) yang dipakai untuk membentuk benda kerja akan disayatkan pada benda kerja yang berputar. Umumnya pahat bubut dalam keadaan diam, pada perkembangannya ada

jenis mesin bubut yang berputar alat potongnya, sedangkan benda kerjanya diam. (Wirawan Sumbodo. (2008)).

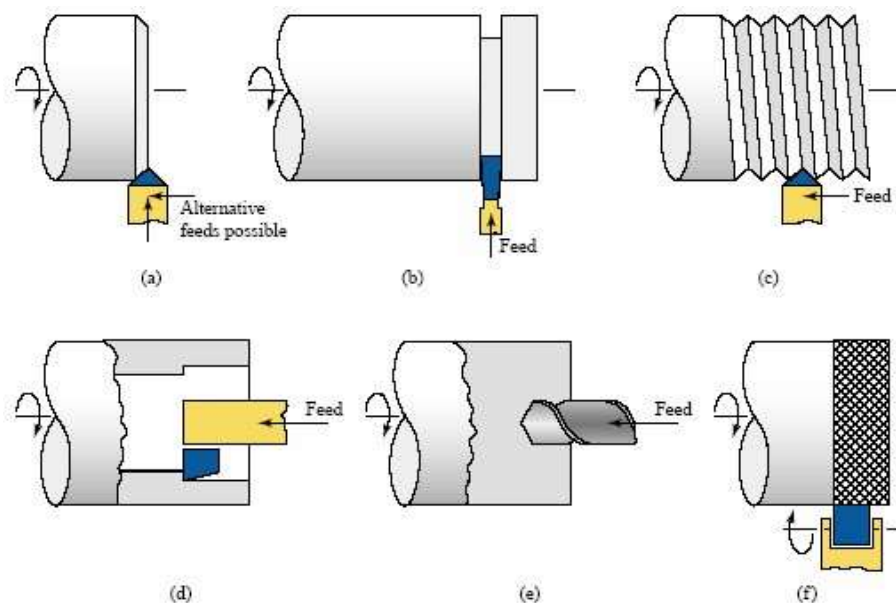
Secara umum terdapat beberapa gerakan utama pada mesin bubut. Yang pertama yaitu gerakan pemakanan dengan pahat sejajar terhadap sumbu benda kerja pada jarak tertentu sehingga akan membuang permukaan luar benda kerja atau biasa disebut dengan proses bubut rata. Lalu terdapat pemakanan yang identik dengan proses bubut rata, tetapi arah gerakan pemakanan tegak lurus terhadap sumbu benda kerja atau gerak pemakanannya menuju ke sumbu benda kerja, gerak pemakanan ini biasa disebut proses bubut permukaan (*surface turning*). Dan yang terakhir adalah proses bubut tirus (*taper turning*), proses bubut ini sebenarnya identik dengan proses bubut rata di atas, hanya jalannya pahat membentuk sudut tertentu terhadap sumbu benda kerja (Widarto, dkk., 2008).



Gambar 2.3 Proses Bubut Rata, Bubut Permukaan dan Bubut Tirus
(Sumber : Widarto, dkk., 2008)

Dari proses-proses gerakan pembubutan diatas, secara umum mesin bubut dapat melakukan beberapa proses permesinan, yaitu bubut

dalam (*internal turning*), proses pembuatan lubang dengan mata bor (*drilling*), proses memperbesar lubang (*boring*), pembuatan ulir (*thread cutting*), dan pembuatan alur (*grooving/partingoff*). Proses tersebut dilakukan di Mesin Bubut dengan bantuan/tambahan peralatan lain agar proses pemesinan bisa dilakukan (Gambar 2.4) (Widarto,dkk., 2008).



Gambar 2.4 Proses Permesinan yang dapat dilakukan pada Mesin Bubut (a) PembubutanPinggul (*Chamfering*), (b) Pembubutan Alur (*Parting-off*), (c) Pembubutan Ulir (*Threading*), (d) Pembuatan Lubang (*Boring*), (e) Pembuatan Lubang (*Drilling*), (f) Pembuatan Kartel (*Knurling*).

(Sumber : Widarto, dkk., 2008)

a. Parameter Proses Pembubutan

Dalam Teori dari Teknologi Proses Permesinan secara umum pada proses bubut terdapat tiga parameter utama yaitu kecepatan potong (v), pemakanan (f), dan kedalaman potong (a). Elemen dasar pada proses bubut

dapat diketahui menggunakan rumus yang dapat diturunkan berdasarkan gambar 2.5 di atas dimana kondisi pemotongan ditentukan sebagai berikut :

- Benda kerja ; d_o = diameter awal ; mm,
 d_m = diameter akhir ; mm,
 l_t = panjang permesinan ; mm,
- Pahat ; K_r = sudut potong utama ; o,
 γ_o = sudut geram ; o,
- Mesin bubut ; a = kedalaman potong ; mm,

$$a = \frac{(d_o - d_m)}{2} ; \text{mm,(2.1)}$$

f = gerak makan ; mm/r, n = putaran poros utama (benda kerja) ;
r/min.

Elemen dasar dapat dihitung dengan rumus-rumus berikut :

- Kecepatan potong :

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} ; \text{m/min,(2.2)}$$

dimana, d = diameter rata-rata ; mm, yaitu,

$$d = \frac{d_o + d_m}{2} ; \text{mm,(2.3)}$$

- Kecepatan makan :

$$v_f = f \cdot n ; \text{mm/min,(2.4)}$$

- Waktu pemotongan :

$$t_c = \frac{l_t}{v_f} ; \text{min,(2.5)}$$

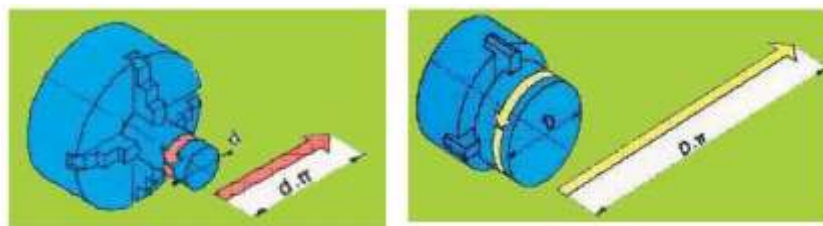
- Kecepatan penghasil geram :

$$Z = A \cdot v ; \text{cm}^3/\text{menit, (2.6)}$$

dimana, $A = a \cdot f$; mm^2 ,.....(2.7)

Dari parameter yang disebutkan diatas, parameter utama yang secara umum dapat diatur pada mesin bubut yaitu kecepatan putar spindel (*speed*), gerak makan (*feeding*) dan kedalaman. Potong (*depth of cut*). Faktor yang lain seperti bahan benda kerja dan jenis pahat sebenarnya juga memiliki pengaruh yang cukup besar, tetapi tiga parameter di atas adalah bagian yang bisa diatur oleh operator langsung pada Mesin Bubut.

Kecepatan putar, n (*speed*), selalu dihubungkan dengan sumbu utama (spindel) dan benda kerja. Kecepatan putar dinotasikan sebagai putaran per menit (*rotations per minute, rpm*). Akan tetapi yang diutamakan dalam proses bubut adalah kecepatan potong (*cutting speed* atau v) atau kecepatan benda kerja dilalui oleh pahat/keliling bend kerja (Gambar 2.6). Secara sederhana kecepatan potong dapat digambarkan sebagai keliling benda kerja dikalikan dengan kecepatan putar atau seperti yang ditunjukkan pada persamaan 2.2 (Widarto, dkk. 2008).

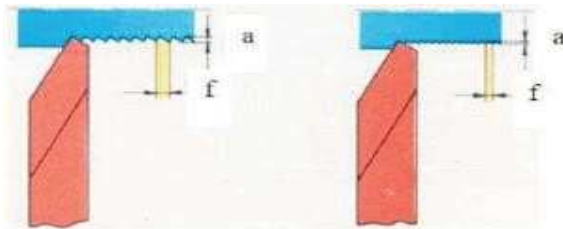


Gambar 2.5 Panjang Permukaan Benda Kerja yang Dilalui Pahat Setiap Putaran

(Sumber : Widarto, dkk., 2008)

Dengan demikian kecepatan potong ditentukan oleh diameter benda kerja. Selain kecepatan potong ditentukan oleh diameter benda kerja faktor bahan benda kerja dan bahan pahat sangat menentukan harga kecepatan potong. Pada dasarnya pada waktu proses bubut kecepatan potong ditentukan berdasarkan bahan benda kerja dan pahat.

Gerak makan, f (*feed*), adalah jarak yang ditempuh pahat pada setiap putaran benda kerja, dengan gerakan ini maka akan mengalir geram yang dihasilkan (Gambar 2.7), sehingga satuan f adalah mm/putaran. Gerak makan ditentukan berdasarkan kekuatan mesin, material benda kerja, material pahat, bentuk pahat, dan terutama kehalusan permukaan yang diinginkan. Gerak makan biasanya ditentukan dalam hubungannya dengan kedalaman potong (a).



Gambar 2. Gerak Makan (f) dan Kedalaman Potong (a)

(Sumber : Widarto. dkk., 2008)

Kedalaman potong (a) (*depth of cut*), adalah dalamnya pahat menusuk benda kerja saat penyayatan atau tebalnya tatal bekas pembubutan (Gambar 2.7) (Aditya S., dan Mahendra S., 2013). Ketika pahat memotong sedalam a , maka diameter benda kerja akan berkurang dua kali kedalaman

a, karena bagian permukaan benda kerja yang dipotong ada di dua sisi, akibat dari benda kerja yang berputar (Widarto, dkk., 2008).

Selain dari penurunan rumus parameter proses pembubutan juga dapat ditentukan dari material benda kerja dan diameter benda kerja serta material pahat.

Berikut adalah tabel pengaruh material terhadap parameter proses pembubutan.

Tabel 2.1 Tabel *Feed rate* untuk Pahat HSS

(Sumber : Wirawan Sumbodo, 2008)

Pemakanan yang disarankan untuk pahat HSS				
Material	Pekerjaan kasar		Pekerjaan penyelesaian	
	Milimeter permenit	Inch permenit	milimeter permenit	inch permenit
Baja mesin	0,25-0,50	0,010-0,020	0,07-0,25	0,003-0,010
Baja perkakas	0,25-0,50	0,010-0,020	0,07-0,25	0,003-0,010
Besi tuang	0,40-0,65	0,015-0,025	0,13-0,30	0,005-0,012
Perunggu	0,40-0,65	0,015-0,025	0,07-0,25	0,003-0,010
Aluminium	0,40-0,75	0,015-0,030	0,13-0,25	0,005-0,010

Tabel 2.2 Tabel Kecepatan Potong Untuk Beberapa Jenis Bahan (mm/min)

(Sumber : Sumbodo, 2008)

KECEPATAN POTONG YANG DIANJURKAN UNTUK PAHAT HSS						
MATERIAL	PEMBUBUTAN DAN PENGEBORAN				PENGULIRAN	
	PEKERJAAN KASAR		PEKERJAAN PENYELESAIAN			
	m/m enit	ft/mi n	m/mi n	ft/min	m/min	ft/min
Baja mesin	27	90	30	100	11	35
Baja perkakas	21	70	27	90	9	30
Besi tuang	18	60	24	80	8	25
Perunggu	27	90	30	100	8	25
Aluminium	61	200	93	300	18	60

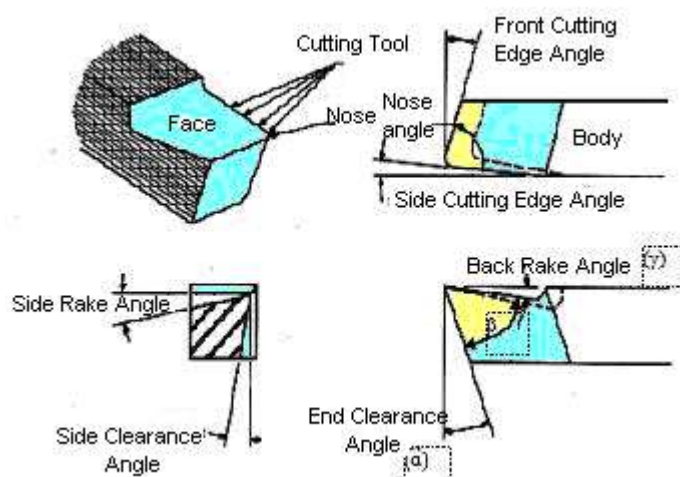
Tabel 2.3. Hubungan diameter benda kerja, kecepatan potong, dan putaran mesin.

(Sumber : Widarto,2008)

Diameter	Vc	Kecepatan Putar
(mm)	(m/menit)	(put/menit)
5	20/30/40	1250/1900/2500
6	20/30/40	1050/1600/2100
7	20/30/40	900/1300/1800
8	20/30/40	800/1200/1550
9	20/30/40	700/1050/1400
10	20/30/40	650/950/1250
12	30/40/70	780/1050/1225
14	40/50/70	900/1150/1550
16	40/50/70	780/1000/1400
18	40/50/70	700/900/1250
20	40/50/70	625/800/1100
25	40/50/70	500/650/900
30	40/50/70	425/550/750
35	40/50/70	360/450/650
40	50/70/100	400/570/800
45	50/70/100	350/500/700
50	50/70/100	225/450/650

b. Geometri Pahat Bubut

Alat potong yang baik diperlukan adanya sudut beram (*rake angle*), sudut bebas (*clearance angle*), dan sudut sisi potong (*cutting edge angle*) sesuai dengan ketentuan, semua ini disebut dengan istilah geometri alat potong. Sesuai dengan bahan dan bentuk pisau, geometri alat potong untuk penggunaan setiap jenis logam berbeda . Sudut-sudut pahat HSS dibentuk dengan cara diasah menggunakan mesin gerinda pahat (*Tool Grinder Machine*). Sedangkan bila pahat tersebut adalah pahat sisipan (*insert*) yang dipasang pada tempat pahatnya, geometri pahat dapat dilihat pada Gambar 2.7. Selain geometri pahat tersebut pahat bubut bisa juga diidentifikasi berdasarkan letak sisi potong (*cutting edge*) yaitu pahat tangan kanan (*Right-hand tools*) dan pahat tangan kiri (*Left-hand tools*), seperti pada Gambar 2.7 (Widarto, dkk., 2008).

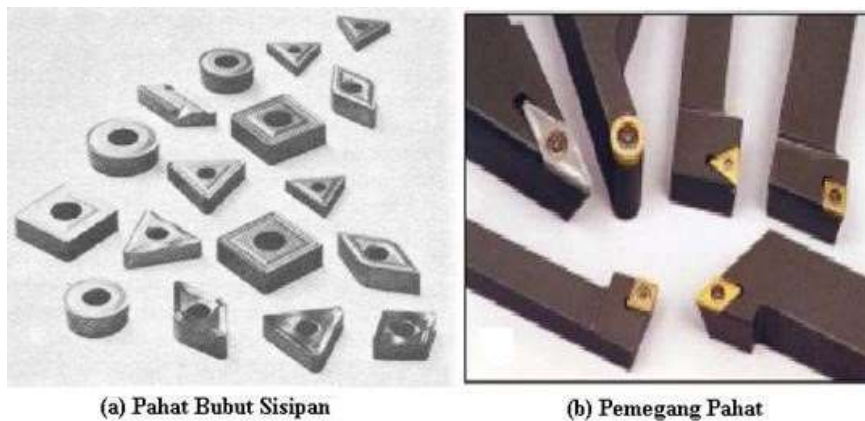


Gambar 2.7 Geometri Pahat Bubut HSS

(Sumber : Widarto, 2008)



Gambar 2.8 Pemegang Pahat HSS, (a) Pahat Alur, (b) Pahat Dalam, (c) Pahat Rata Kanan, (d) Pahat Rata Kiri, dan (e) Pahat Ulir
(Sumber : Widarto, 2008)



Gambar 2.9 (a) Pahat Bubut Sisipan (Insert) dan (b) Pahat Sisipan yang Dipasang pada Pemegang Pahat
(Sumber : Widarto, 2008)

Sesuai dengan bahan dan bentuk pisau, geometri alat potong untuk penggunaan setiap jenis material berbeda. Berikut adalah tabel sudut pahat untuk berbagai material yang akan mempengaruhi besar sudut-sudut yang terdapat pada pahat.

2.2.4. Mesin Bubut CNC

Mesin CNC sendiri dapat diartikan sebagai suatu mesin yang dikontrol oleh komputer dengan menggunakan bahasa numerik dimana dengan susunan kodekode yang sudah distandarisasikan dalam kode permesinan CNC mesin dapat bekerja sesuai dengan perintah kode tersebut (Widarto, dkk., 2008).

1. Prinsip Kerja Mesin Bubut CNC

Secara umum prinsip kerja mesin bubut CNC sama dengan mesin bubut konvensional. Gerakan dasarnya ke arah melintang dan horisontal dengan sistem koordinat sumbu X dan Z, dan pada pemakannya benda kerja diletakkan dicekam yang berputar dan dimakan oleh pahat yang diam. Arah gerakan pada mesin bubut CNC diberikan lambang sumbu X untuk arah gerakan melintang tegak lurus terhadap sumbu putar dan sumbu Z untuk arah gerakan memanjang yang sejajar sumbu putar (Widarto, 2008).

2. Bagian-bagian Utama Mesin Bubut CNC

Secara umum mesin bubut CNC terdiri dari tiga bagian, yaitu bagian-bagian mekanik serta bagian kontrol dan tampilan program.

a. Bagian Mekanik

Bagian-bagian utama dari bagian mekanik mesin bubut CNC adalah sebagai berikut :

- Motor utama

Motor utama merupakan motor penggerak yang berfungsi untuk memutar *spindle* utama dimana pada *spindle* utama tersebut terpasang cekam yang sekaligus akan memutar benda kerja.

- Eretan

Eretan atau *support* adalah gerak persumbuan jalannya eretan mesin dalam arah memanjang dan melintang sumbu utama (arah sumbu Z dan sumbu X). Pada mesin bubut CNC umumnya eretan dibagi menjadi dua, yaitu eretan yang memanjang (sumbu X) dan eretan yang melintang (sumbu Z).

- Step motor

Step motor adalah motor yang berfungsi sebagai penggerak eretan. Pada eretan terdapat gerak memanjang dan gerak melintang, setiap gerakan tersebut digerakkan oleh *step motor* tersendiri. Jadi tiap eretan memiliki *step motor* masing-masing.

- Revolver

Rumah alat potong (*revolver* atau *toolturret*) berfungsi sebagai penjepit alat potong. *Revolver* ini terpasang pada eretan dimana eretan tersebut digerakkan oleh *step motor*. Jadi *revolver* dapat digerakkan secara manual maupun terprogram.

- Cekam

Cekam berfungsi untuk menjepit benda kerja pada saat proses pemotongan benda kerja. Cekam terhubung pada *spindle* utama yang juga terhubung dengan motor utama melalui sabuk.

- Meja mesin

Meja mesin atau *sliding bed* berfungsi sebagaiudukan eretan. Jadi eretan dapat meluncur sepanjang meja mesin baik dalam arah memanjang atau melintang.

- Kepala lepas

Kepala lepas atau *tailstock* berfungsi sebagai tempat pemasangan senter putar pada saat proses pembubutan benda kerja yang relatif panjang.

Selain itu kepala lepas juga merupakan alat bantu mesin yang digunakan untuk mengerjakan proses kerja sederhana secara manual, seperti mengebor, dan lain sebagainya.

3. *Pemrograman Mesin CNC*

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

Metode pemrograman

Metode pemrograman dalam mesin CNC ada dua, yaitu :

- Metode Incremental adalah suatu metode pemrograman dimana titik referensinya selalu berubah, yaitu titik terakhir

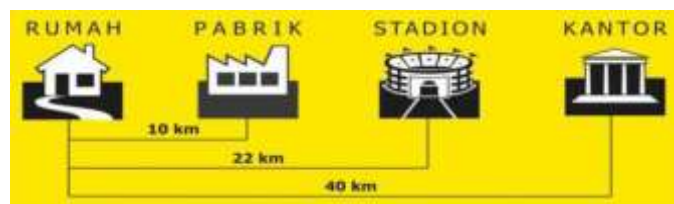
yang dituju menjadi titik referensi baru untuk ukuran berikutnya. Untuk lebih jelasnya lihat gambar berikut ini :



Gambar 2.10. Skema metode Incremental

(Sumber : Widarto, 2008)

- Metode Absolut adalah suatu metode pemrograman dimana titik referensinya selalu tetap yaitu satu titik / tempat dijadikan referensi untuk semua ukuran berikutnya. Untuk lebih jelasnya lihat gambar di bawah ini.



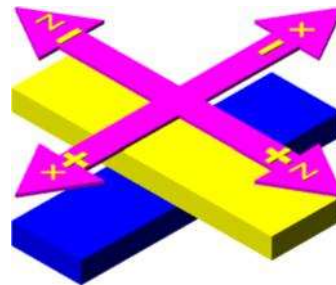
Gambar 2.11 Skema metode Absolut

(Sumber : Widarto, 2008)

Bahasa pemrograman

Bahasa pemrograman adalah format perintah dalam satu blok dengan menggunakan kode huruf, angka, dan simbol. Di dalam mesin perkakas CNC terdapat perangkat komputer yang disebut dengan Machine Control Unit (MCU). MCU ini berfungsi menterjemahkan bahasa kode ke dalam bentuk gerakan persumbuan sesuai bentuk benda kerja. Kode-kode bahasa dalam mesin perkakas CNC dikenal dengan kode G dan M, di mana

kode-kode tersebut sudah distandarkan oleh ISO atau badan Internasional lainnya. Dalam aplikasi kode huruf, angka, dan simbol pada mesin perkakas CNC bermacam-macam tergantung sistem kontrol dan tipe mesin yang dipakai, tetapi secara prinsip sama. Sehingga untuk pengoperasian mesin perkakas CNC dengan tipe yang berbeda tidak akan ada perbedaan yang berarti. Misal : mesin perkakas CNC dengan sistem kontrol EMCO, kode -kodenya dimasukkan ke dalam standar DIN. Dengan bahasa kode ini dapat berfungsi sebagai media komunikasi antar mesin dan operator, yakni untuk memberikan operasi data kepada mesin untuk dipahami. Untuk memasukkan data program ke dalam memori mesin dapat dilakukan dengan keyboard atau perangkat lain (disket, kaset dan melalui kabel RS-232).



Gambar 2.12 Skema persumbuan Mesin Bubut CNC-TU2A.

(Sumber : Widarto, 2008)

Sebelum mempelajari sistem penyusunan program terlebih dahulu harus memahami betul sistem persumbuan Mesin Bubut CNC-TU2A. Ilustrasi Gambar 12.26. di samping ini adalah skema eretan melintang dan eretan memanjang, di mana mesin dapat diperintah bergerak sesuai

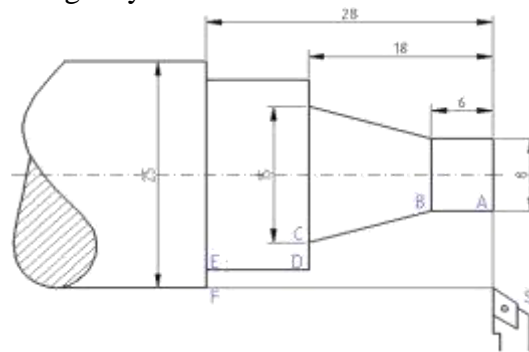
program. Pada umumnya gerakan melintang Mesin Bubut adalah sumbu X, sedangkan gerakan memanjang Mesin Bubut adalah sumbu Z.

Contoh pemrograman

Berikut contoh pemrograman dengan metode absolut dan incremental. Program berikut adalah langkah finishing pengerjaan suatu benda kerja.

Contoh program Incremental

Pemrograman secara incremental adalah pemrograman dengan perhitungan yang didasarkan pada posisi nol berada, artinya gerakan tool berikutnya didasarkan pada posisi tool sebelumnya. Untuk lebih jelasnya lihat ilustrasi di bawah ini, serta cermati angka-angkanya.



Gambar 2.14 Contoh gambar untuk pemrograman.

(Sumber : Widarto, 2008)

Buatlah susunan program proses finishing dari gambar benda kerja di atas!

Susunan Program untuk Finishing

N	G	X	Z	F	
00	M03				
01	00	-850	0	35	Dari S ke A
02	01	0	-600	35	Dari A ke B
03	01	350	-1200	35	Dari B ke C
04	01	300	0	35	Dari C ke D
05	01	0	1000	35	Dari D ke E
06	01	200	0	35	Dari E ke F
07	00	0	2800		Dari F ke S
08	M05				
09	M30				

Keterangan dari program di atas :

N 00 : Mesin diperintahkan memutar spindle chuck searah jarum jam (M03).

N 01 : Pahat diperintahkan maju lurus tidak menyayat(G00, X-850, Z0) dari S ke A.

N 02 : Pahat diperintahkan menyayat lurus memanjang (G01, X 0, Z-600, F 35) dari A ke B. N 03 : Pahat diperintahkan menyayat tirus (G01, X 350, Z-1200, F 35) dari B ke C.

N 04 : Pahat diperintahkan menyayat mundur lurus (G01, X300, Z0, F 35) dari C ke D.

N 05 : Pahat diperintahkan menyayat lurus memanjang (G01, X0, Z-1000, F35) dari D ke E.

N 06 : Pahat diperintahkan menyayat mundur lurus(G01,X200,Z0,F35) dari E ke F.

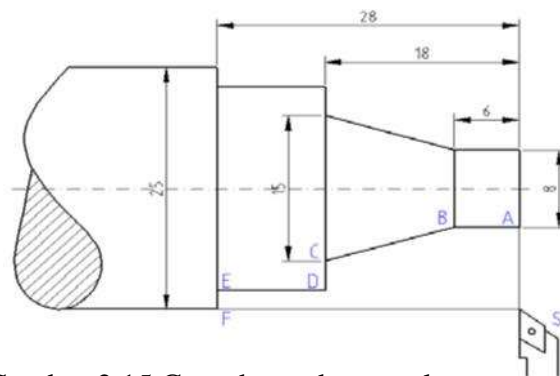
N 07 : Pahat diperintahkan gerak cepat tidak menyayat (G00, X0, Z2800) dari F kembali ke S.

N 08 : Mesin diperintahkan untuk menghentikan putaran spindle utama (M05).

N 09 : Mesin diperintahkan selesai (M30).

Contoh program Absolut

Penyusunan program absolut sistem penghitungannya didasarkan pada satu titik referensi. Nilai X adalah diameter benda kerja, sedangkan nilai Z adalah jarak dari titik referensi ke arah memanjang. Untuk lebih jelasnya lihat ilustrasi di bawah ini, serta cermati angka-angkanya.



Gambar 2.15 Contoh gambar untuk pemrograman

(Sumber : Widarto, 2008)

Buatlah susunan program proses finishing dari gambar benda kerja di atas.

N	G	X	Z	F	
00	92	2500	0		
01	M03				
02	00	800	0	35	Dari S ke A
03	01	800	-600	35	Dari A ke B
04	01	1500	-1800	35	Dari B ke C
05	01	2100	-1800	35	Dari C ke D
06	01	2100	-2800	35	Dari D ke E
07	01	2500	-2800	35	Dari E ke F
08	00	2500	0		Dari F ke S

09 M05

10 M30

Keterangan dari program di atas :

- N 00 : Informasi disampaikan pada mesin bahwa posisi pahat pada diameter 25 mm, dan tepat diujung benda (G92, X2500, Z0).
- N 01 : Mesin diperintahkan memutar spindle chuck searah jarum jam (M03).
- N 02 : Pahat diperintahkan maju lurus tidak menyayat(G00, X800, Z0) dari S ke A.
- N 03 : Pahat diperintahkan menyayat lurus memanjang (G01, X800, Z-600, F 35) dari A ke B.
- N 04 : Pahat diperintahkan menyayat tirus (G01, X 1500, Z-1800, F 35) dari B ke C.
- N 05 : Pahat diperintahkan menyayat mundur lurus (G01, X2100, Z-1800, F 35) dari C ke D.
- N 06 : Pahat diperintahkan menyayat lurus memanjang (G01, X2100, Z-1800, F35) dari D ke E.
- N07 : Pahat diperintahkan menyayat mundur lurus (G01,X2500,Z-2800,F35) dari E ke F.
- N 08 : Pahat diperintahkan gerak cepat tidak menyayat (G00, X2500, Z0) dari F kembali ke S.
- N 09 : Mesin diperintahkan untuk menghentikan putaran spindle utama (M05).
- N 10 : Mesin diperintahkan selesai (M30)

2.2.4. Kekasaran

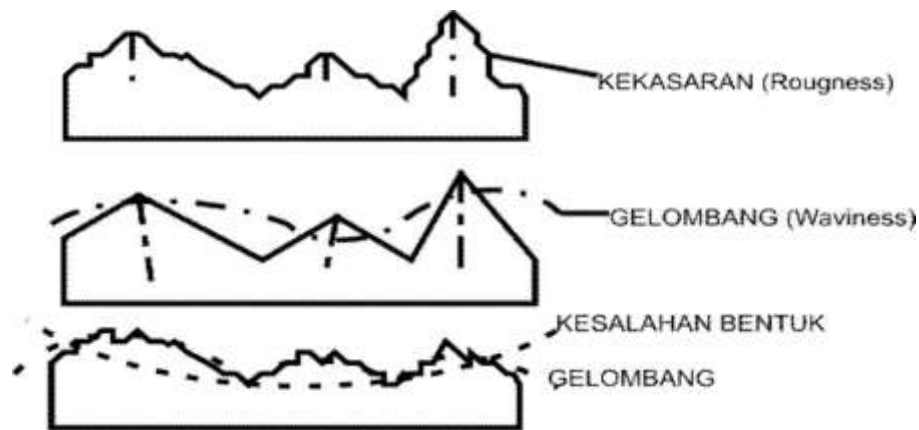
Kekasaran permukaan adalah penyimpangan rata-rata aritmetik dari garis rata-rata permukaan. Dalam dunia industri, permukaan benda kerja memiliki nilai kekasaran permukaan yang berbeda, sesuai dengan kebutuhan dari penggunaan alat tersebut. Pada nilai kekasaran permukaan terdapat beberapa kriteria nilai kualitas (N) yang berbeda, dimana Nilai kualitas kekasaran permukaan tersebut telah diklasifikasikan oleh ISO. Nilai kualitas kekasaran permukaan terkecil dimulai dari N1 yang memiliki nilai kekasaran permukaan (Ra) $0,025 \mu\text{m}$ dan nilai yang paling tinggi adalah N12 dengan nilai kekasarannya $50 \mu\text{m}$ (Kalpakjian & Schmid, 2008).

1. Permukaan

Permukaan adalah suatu batas yang memisahkan benda padat dengan sekitarnya. Istilah lain yang berkaitan dengan permukaan yaitu profil. Profil atau bentuk adalah garis hasil pemotongan secara normal atau serong dari suatu penampang permukaan (Munadi, 1988).

Bentuk dari suatu permukaan dapat dibedakan menjadi dua yaitu permukaan yang kasar (*roughness*) dan permukaan yang bergelombang (*waviness*). Permukaan yang kasar berbentuk gelombang pendek yang tidak teratur dan terjadi karena getaran pisau (pahat) potong atau proporsi yang kurang tepat dari pemakanan (*feed*) pisau potong dalam proses pembuatannya. Sedangkan permukaan yang bergelombang mempunyai bentuk gelombang yang lebih panjang dan tidak teratur yang dapat terjadi karena beberapa faktor misalnya posisi senter yang tidak tepat, adanya

gerakan tidak lurus (non linier) dari pemakanan (*feed*), getaran mesin, tidak imbangnya (*balance*) batu gerinda, perlakuan panas (*heat treatment*) yang kurang baik, dan sebagainya. Dari kekasaran (*roughness*) dan gelombang (*waviness*) inilah kemudian timbul kesalahan bentuk (Munadi, 1988).

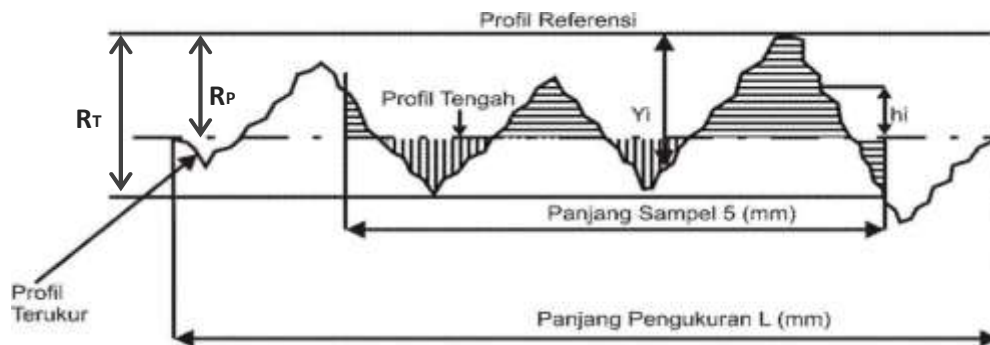


Gambar 2.14 Kekasaran, gelombang dan kesalahan bentuk dari suatu permukaan

(Sumber : Munadi, 1988)

2. Parameter Kekasaran Permukaan

Untuk mengukur kekasaran permukaan, sensor (stylus) alat ukur harus digerakkan mengikuti lintasan yang berupa garis lurus dengan jarak yang telah ditentukan. Panjang lintasan ini disebut dengan panjang pengukuran (*traversing length*). Sesaat setelah jarum bergerak dan sesaat sebelum jarum berhenti alat ukur melakukan perhitungan berdasarkan data yang dideteksi oleh jarum peraba. Bagian permukaan yang dibaca oleh sensor alat ukur kekasaran permukaan disebut panjang sampel (Azhar, 2014).



Gambar 2.15 Profil suatu permukaan.

(Sumber : Munadi, 1988)

Menurut Munadi pada Dasar-dasar Metrologi Industri (1988) dijelaskan beberapa bagian dari profil permukaan dari suatu permukaan, yaitu :

- Profil Geometris Ideal (Geometrically Ideal Profile)

Profil ini merupakan profil dari geometris permukaan yang ideal yang tidak mungkin diperoleh dikarenakan banyaknya faktor yang mempengaruhi dalam proses pembuatannya.

- Profil Referensi (*Reference Profile*)

Profil ini digunakan sebagai dasar dalam menganalisis karakteristik dari suatu permukaan.

- Profil Terukur (*Measured Profile*)

Profil terukur adalah profil dari suatu permukaan yang diperoleh melalui proses pengukuran.

- Profile Dasar (*Root Profile*)

Profil dasar adalah profil referensi yang digeserkan kebawah hingga tepat pada titik paling rendah pada profil terukur.

- Profile Tengah (*Centre Profile*)

Profil tengah adalah profil yang berada ditengah-tengah dengan posisi sedemikian rupa sehingga jumlah luas bagian atas profil tengah sampai pada profil terukur sama dengan jumlah luas bagian bawah profil tengah sampai pada profil terukur.

- Kedalaman Total (*Peak to Valley*), R_t

Kedalaman total ini adalah besarnya jarak dari profil referensi sampai dengan profil dasar.

- Kedalaman Perataan (*Peak to Mean Line*), R_p

Kedalaman perataan (R_p) merupakan jarak rata-rata dari profil referensi sampai dengan profil terukur.

- Kekasaran Rata-rata Aritnetis (*Mean Roughness Indec*), R_a

Kekasaran rata-rata merupakan harga-harga rata-rata secara aritmetis dari harga absolut antara harga profil terukur dengan profil tengah. □

Kekasaran Rata-rata Kuadratis (*Root Mean Square Height*), R_g Besarnya harga kekasaran rata-rata kuadratis ini adalah jarak kuadrat rata-rata dari harga profil terukur sampai dengan profil tengah.

3. Toleransi Kekasaran Permukaan.

Seperti halnya toleransi ukuran (lubang dan poros), harga kekasaran rata-rata aritmetis R_a juga mempunyai harga toleransi kekasaran. Dengan demikian masingmasing harga kekasaran mempunyai kelas kekasaran yaitu

dari N1 sampai N12. Besarnya toleransi untuk R_a biasanya diambil antara 50% ke atas dan 25% ke bawah (Munadi, 1988).

Tabel 2.5 Toleransi harga kekasaran rata-rata R_a

(Sumber: Munadi,1988).

Kelas kekasaran	Harga C.L.A (μm)	Harga R_a (μm)	Toleransi $N_{\pm 20\%}$ $N_{\pm 25\%}$	Panjang sampel (mm)
N1	1	0.0025	0.02 – 0.04	0.08
N2	2	0.05	0.04 – 0.08	
N3	4	0.0	0.08 – 0.15	0.25
N4	8	0.2	0.15 – 0.3	
N5	16	0.4	0.3 – 0.6	
N6	32	0.8	0.6 – 1.2	0.8
N7	63	1.6	1.2 – 2.4	
N8	125	3.2	2.4 – 4.8	
N9	250	6.3	4.8 – 9.6	
N10	500	12.5	9.6 – 18.75	2.5
N11	1000	25.0	18.75 – 37.5	
N12	2000	50.0	37.5 – 75.0	8

Toleransi harga kekasaran rata-rata, R_a dari suatu permukaan tergantung pada proses pengerjaannya.

Tabel 2.6 Toleransi harga kekasaran rata-rata R_a Dari Hasil Pengerjaan Beberapa

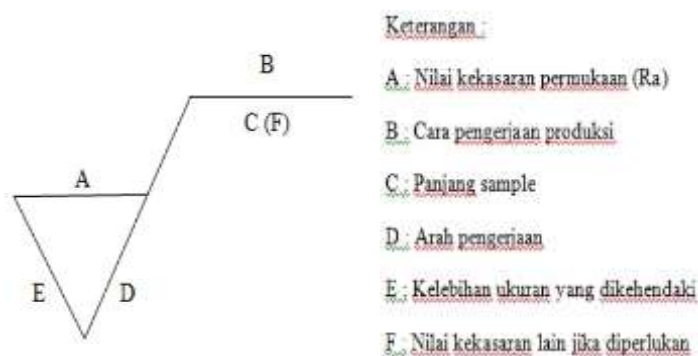
Proses Pengerjaan

(Sumber: Munadi,1988).

Proses pengerjaan	Selang (N)	Harga R_a
<i>Flat and cylindrical lapping,</i>	$N_1 - N_4$	0.025 – 0.2
<i>Superfinishing Diamond turning</i>	$N_1 - N_6$	0.025 – 0.8
<i>Flat cylindrical grinding</i>	$N_1 - N_6$	0.025 – 3.2
<i>Finishing</i>	$N_4 - N_8$	0.1 – 3.2
<i>Face and cylindrical turning, milling and reaming</i>	$N_5 - N_{12}$	0.4 – 50.0
<i>Drilling</i>	$N_7 - N_{10}$	1.6 – 12.5
<i>Shapping, planing, horizontal milling</i>	$N_6 - N_{12}$	0.8 – 50.0
<i>Sandcasting and forging</i>	$N_{10} - N_{11}$	12.5 – 25.0
<i>Extruding, cold rolling, drawing</i>	$N_6 - N_8$	0.8 – 3.2
<i>Die casting</i>	$N_6 - N_7$	0.8 – 1.6

4. Penunjukkan Konfigurasi Permukaan

Pada gambar teknik penunjukkan konfigurasi permukaan ditunjukkan dengan simbol berupa segitiga sama sisi dengan salah satu sudutnya bersentuhan dengan permukaan (Azhar, 2014).



Gambar 2.16 Penunjukkan Konfigurasi Permukaan

(Sumber : Azhar, 2014)

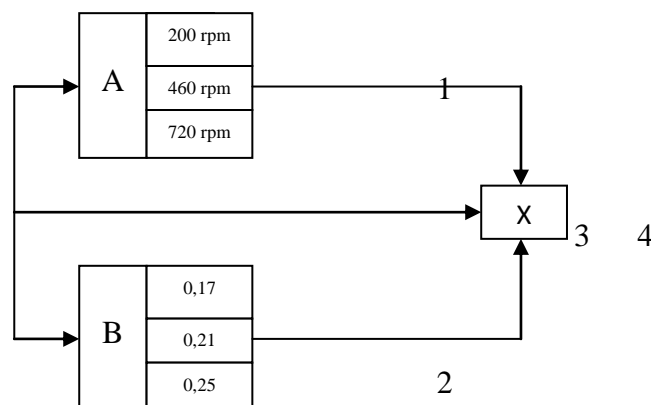
Alat ukur kekasaran permukaan yang digunakan adalah *surface roughness tester*, alat ini dapat digunakan untuk mengamati ataupun mengukur kekasaran permukaan dengan standar ISO. Beberapa data yang dapat di tunjukkan oleh alat uji kekasaran permukaan ini adalah nilai parameter-parameter dari kekasaran permukaan dan grafik kekasaran permukaannya.

Cara kerja dari alat ukur kekasaran permukaan ini adalah dengan meletakkan sensor yang dipasangkan pada alat tersebut, selanjutnya sejajarkan alat ukur permukaan tersebut dengan bidang material yang akan di uji.

2.3. Kerangka Pikir

Kekasaran merupakan faktor yang harus diperhatikan utamanya didalam proses permesinan dalam mesin perkakas. Standar yang di cari bukan hanya masalah ketepatan pada ukuran namun juga pada kekasaran, apalagi komponen-komponen yang bisa menimbulkan keausan. Tingkat kekasaran yang dihasilkan atau sesuai dengan kebutuhan pasar adalah nilai yang paling rendah, tetapi harus sesuai dengan fungsi komponen tadi.

Tingkat kekasaran permukaan hasil proses permesinan erat hubungannya dengan parameter pemotongan. Diantaranya *spindle speed*sepedel dan *feed rate*. Kecepatan spindel dalam penelitian ini akan divariasi menjadi tiga, yaitu 200 rpm, 460 rpm, dan 720 rpm. *Feed rate* akan divariasi menjadi tiga, yaitu 0,17 mm/rev, 0,21 mm/rev, dan 25 mm/rev. Hasil permesinan tersebut akan dilihat dengan Surface Roughness agar diketahui nantinya dalam proses penelitian.



Gambar 2.17 Kerangka Pikir

Keterangan :

A = *Spindle speed*

B = *Feed rate*

1. Pengaruh *spindle speed* terhadap tingkat kekasaran permukaan.
2. Pengaruh *feed rate* terhadap tingkat kekasaran permukaan.
3. Pengaruh *spindle speed* dan *feed rate* terhadap tingkat kekasaran.

X = Nilai kekasaran

BAB III

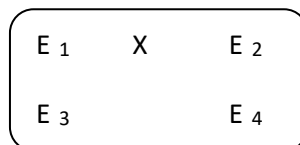
METODE PENELITIAN

3.1. Desain Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen yaitu suatu metode yang digunakan untuk mencari hubungan sebab akibat antara dua faktor yang sengaja ditimbulkan oleh peneliti. Penelitian eksperimen adalah penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendalikan. Desain eksperimen adalah langkah-langkah lengkap yang perlu diambil sebelum eksperimen dilakukan supaya data yang semestinya diperlukan dapat diperoleh, sehingga akan membawa kepada analisis objektif dan kesimpulan yang berlaku untuk persoalan-persoalan yang sedang dibahas (Sugiyono, 2010).

Penelitian ini menggunakan desain eksperimen *Nonequivalent control group design*, yaitu desain ini hampir sama dengan pretest-posttest control group design, tetapi pada desain ini group eksperimen maupun group kontrol tidak dipilih secara random (Sugiyono,2011).

Adapun gambaran mengenai rancangan *nonequivalent control group design* (Sugiyono, 2011) sebagai berikut,



Gambar 3.1. Rancangan *Nonequivalent Control Group Design*

Keterangan :

E1 : Pengukuran kekasaran hasil machining

E2 : Pengukuran kekasaran hasil machining

X : Pemberian perlakuan

E3 : Pengukuran kekasaran hasil machining

E4 : Pengukuran kekasaran hasil machining

3.2. Waktu dan Tempat Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini akan segera dilaksanakan pada bulan Mei tahun 2017 tepatnya setelah seminar proposal. Dalam pelaksanaan penelitian ini dilakukan di beberapa tempat antara lain :

1. Proses pemesinan dilakukan di laboratorium SMK N 7 SEMARANG.
2. Tempat pengujian kekasaran dilakukan di laboratorium Teknik Mesin UNDIP.

3.3. Alat dan Bahan Penelitian

3.3.1. Alat

1. Tungku Pelebur

Tungku pelebur digunakan melebur piston bekas yang akan digunakan sebagai bahan dasar coran.

2. Pasir Cetakan

Digunakan untuk membuat cetakan yang di bentuk sesuai dengan pola sehingga cairan logam atau piston yang sudah di lebur dapat menempati ruang.

3. Rangka Cetakan

Digunakan untuk menahan pasir cetakan agar terbentuk cetakan yang padat.

4. Pola

Digunakan untuk membuat rongga pasir sehingga cairan logam terbentuk sesuai dengan benda yang kita inginkan.

5. Mesin Bubut CNC

Mesin Bubut CNC yang digunakan dalam penelitian ini adalah mesin milling vertikal dan spesifikasi sebagai berikut :

Tabel 3.1. Spesifikasi Mesin Bubut CNC

Merk	: Celtic
Model	: TU-2A
Serial No.	: GSK TE



Gambar 3.2 Mesin CNC TU 2A
(Laboratorium Teknik Mesin UNNES)

6. Alat Uji Kekasaran

Alat uji kekasaran yang digunakan adalah *Surface Roughness* milik UNDIP dikarenakan belum adanya alat dari pihak UNNES, sebagai berikut untuk spesifikasinya :

Tabel 3.2 Spesifikasi Alat *Surface Roughness*

<i>Parameters</i>	: 63 <i>parameters</i> such Ra, Rp and Rz
<i>Measurement range / resolution</i>	: Z: 800 μm / 0.0064 μm
<i>Max. measured length</i>	: X: 25 mm
<i>Measuring magnification</i>	: Z: 100 to 100,000 or Auto X: 1 to 1,000
<i>Pick-up</i>	: <i>interchangeable stylus</i> Standard stylus: R2 μm , 60°
<i>Power supply</i>	: AC adaptor

7. Jangka Sorong

Digunakan untuk mengukur panjang benda kerja sebelum dipotong.

Jangka sorong yang digunakan memiliki spesifikasi sebagai berikut :

Merk: Mitutoyo

Kapasitas: 200 mm



Gambar 3.3 Jangka Sorong
(Laboratorium *Training Center* UNDIP)

8. Pahat

Pahat yang digunakan adalah pahat HSS.

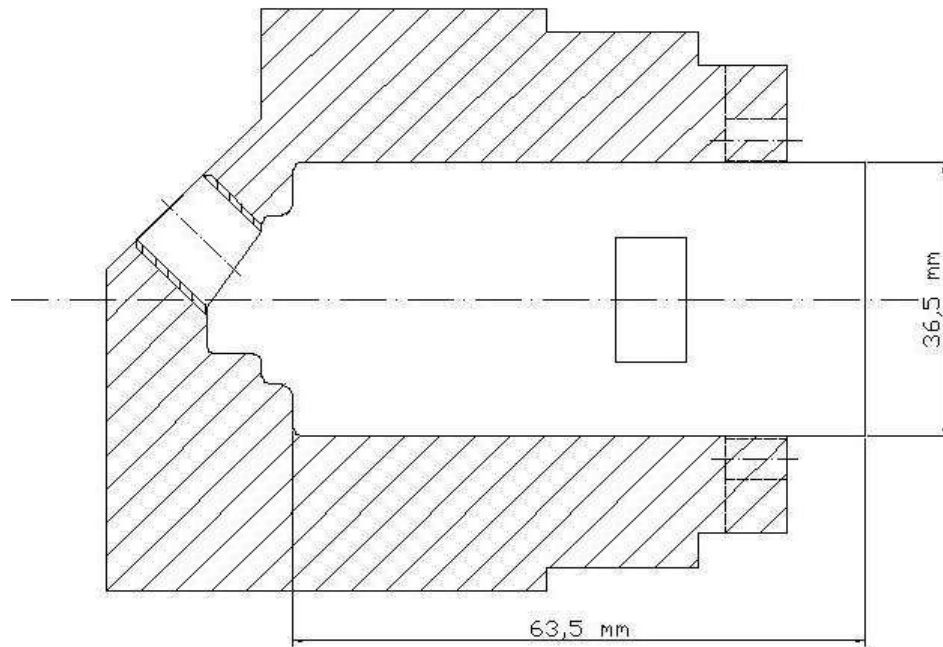


Gambar 3.4 Pahat HSS
(Laboratorium Teknik Mesin UNNES)

3.3.2. Bahan

Bahan yang digunakan adalah alumunium bekas dimana dihasilkan dari proses peleburan *sparepart* motor piston. Bentuk dari bahan tersebut nantinya dibentuk sesuai dengan blok silinder berjumlah 9 dan untuk cadangan 2.

Berikut desain gambar seketsa :



Gambar 3.5 Desain sketsa boring.

3.4. Parameter Penelitian

Prosedur penelitian merupakan langkah-langkah urutan kerja yang dilakukan dalam penelitian sampai diperoleh hasil yang diinginkan, adapun prosedur penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang mempengaruhi atau yang menjadi sebab perubahannya atau yang menjadi timbulnya variabel dependen terikat (Sugiyono, 2010). Variabel dari penelitian ini adalah :

- a. *Spindle speed* sebesar 200,460, sampai 720 rpm
- b. *Feed rate* sebesar 0,17 mm/rev, 0,21 mm/rev, 0,25 mm/rev.

2. Variabel Terikat

Variabel terikat adalah variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat, karena adanya variabel bebas. Variabel yang digunakan hanya satu yaitu tingkat kekasaran (Sugiyono, 2010).

3. Variabel Kontrol

Variabel Kontrol adalah variabel yang digunakan untuk mengendalikan agar dapat konstan, sehingga tidak dapat diganggu oleh faktor luar yang diteliti (Sugiyono, 2010). Variabel tersebut sebagai berikut :

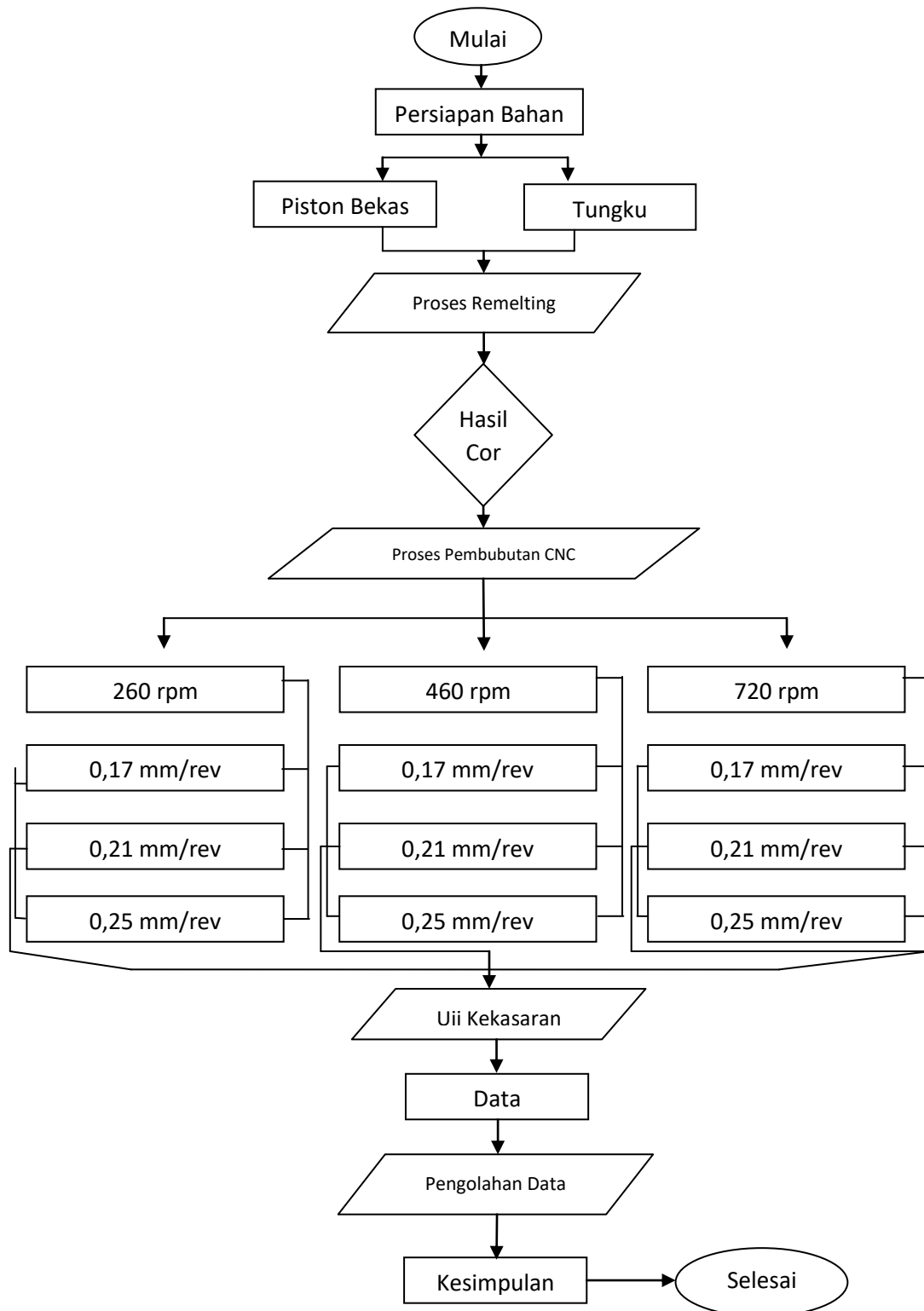
- a. Spesimen alat yang akan dibuat adalah blok silinder mesin pemotong rumput 1 tak.
- b. Bahan yang digunakan adalah alumunium bekas. (sparepat)
- c. Pahat yang digunakan adalah pahat jenis HSS.
- d. Proses pembubutan yang digunakan adalah proses pembubutan dalam
- e. Kecepatan potong disesuaikan dengan *Spindle speed*, yaitu :
- f.
$$V_c = \frac{\pi \times D \times n}{1000} = \frac{3,14 \times 36,5 \times 200}{1000} = 22,922 \text{ m/min}$$
- g.
$$V_c = \frac{\pi \times D \times n}{1000} = \frac{3,14 \times 36,5 \times 460}{1000} = 52,7206 \text{ m/min}$$

$$h. \quad V_c = \frac{\pi \times D \times n}{1000} = \frac{3,14 \times 36,5 \times 720}{1000} = 82,5192 \text{ m/min}$$

- i. Alat ukur yang digunakan adalah jangka sorong manual dengan ketelitian 0,01 mm, 0,02 mm, dan 0,05 mm.
- j. Alat ukur yang digunakan untuk mengukur kekasaran adalah *surface roughness* SE300 dari Kosaka Lab dengan mikro meter dan nilai kekasaran antara N1 hingga N12.

3.5. Teknik Pengumpulan Data

1. Diagram Alur Penelitian



Gambar 3.6 Diagram Alir

2. Proses Penelitian

Didalam pelaksanaan penelitian nantinya akan diburancangan rupa hingga pada pelaksanaan pengambilan data-data yang diambil akurat dan dapat dipertanggung jawabkan secara ilmiah, dengan keadaan kondisi tersebut maka harus dilakukan langkah-langkah tersebut :

- a. Pembuatan pola cetakan dari kayu yang sesuai dengan bentuk silinder dengan model *cup and drag*.
- b. Menyiapkan pasir dan bahan-bahan lainnya untuk membuat cetakan pasir.
- c. Membuat cetakan pasir dengan model *cup* dan *drag* pasir dengan menggunakan pola yang sudah dibuat sejumlah 11 pasang
- d. Menyiapkan tungku pelebur, kemudian masukkan piston bekas ke tungku pelebur.
- e. Tunggu sampai kurang lebih 180 menit hingga aluminium terlebur di suhu 660°C .
- f. Ambil cawan besi habis itu ambil logam cair yang ada didalam tungku, lalu dituang kedalam cetakan.
- g. Tunggu hingga 10 menit lalu bongkar cetakan dan biarkan menjadi dingin.
- h. Melakukan proses pemesinan yaitu pembubutan bagian dalam.
- i. Melakukan uji kekasaran lubang alat dengan alat *Surface Roughness*.
- j. Mengambil data dari pengujian diatas.

3. Teknik Pengumpulan Data

Data dari hasil proses pengukuran di olah dan di sajikan dalam bentuk tabel.

Berikut tabel yang dimaksud :

Tabel 3.3. Instrumen Data Hasil Pengukuran Kekasaran

Instrumen		<i>Feed rate</i>								
		0,17 mm/rev			0,21 mm/rev			0,25 mm/rev		
Kekasaran Blok										
<i>Spindle speed</i>	200 rpm									
	460 rpm									
	720 rpm									

4. Data Penelitian

Data yang dihasilkan dalam penelitian tentang variasi *spindle speed* dan *feed rate* proses pembubutan lubang blok silinder kemudia nilai pengukuran kekasaran dimasukkan ke dalam tabel untuk kemudian dianalisis masing-masing hasil variasi kekasaran rata-rata yang dihasilkan sehingga dapat diketahui data yang sesungguhnya. Berikut tabel eksperimen

Tabel 3.4. Data Eksperimen Faktorial kecepatan *spindle speed* dan *feed rate*.

Taraf		Faktor <i>Feed rate</i>			Rata-rata	
		0,17 mm/rev	0,21 mm/rev	0,25 mm/rev		
Faktor <i>Spindle speed</i>	200 rpm					
	460 rpm					
	720 rpm					

3.6. Kalibrasi Instrumen

Alat uji yang digunakan adalah *Surface Roughness Tester*. Langkah-langkah untuk mengkalibrasi alat uji tarik ini yaitu:

1. Meletakkan benda uji (berupa metal blok)
2. Dial indicator (berupa jarum) diatur sehingga ujung dari dial indicator berada dalam posisi stabil (di tengah skala) pada pembacaan skala tekanan terhadap permukaan objek pengukuran.
3. Sebelum alat dijalankan terlebih dahulu memasukkan faktor-faktor seperti panjang (length) dari permukaan objek yang ingin diperiksa,

standar yang ingin digunakan (R_a , R_q , R_z , R_{max} , dan parameter lainnya).

4. Pada saat pengambilan data, posisi dial indicator bergerak dengan konstan sesuai dengan sumbu horizontal dan sejajar benda uji (berada pada garis lurus).
5. Kemudian bila kita telah puas dengan hasil yang didapat maka kita dapat mencetak hasil praktikum dengan printer yang ada pada alat ukur. Dengan ketelitian sebesar $0,02 \mu\text{m}$ alat ini menghasilkan suatu grafik dengan menunjukkan besaran R_a , R_z , R_q , R_{max} yang dapat digunakan untuk penghitungan dalam kelurusan dan kedataran.

3.7. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data berguna untuk menentukan pola dari penelitian yang berfungsi untuk menjawab rumusan masalah yang telah dirumuskan dalam proposal.

Penelitian ini menggunakan teknik analisis data deskriptif dengan cara mendeskripsikan atau menggambarkan data hasil penelitian yang didapatkan. Pengujian kekarasan pada lubang hasil pembubutan CNC dengan variasi *spindle speed* dan *feed rate* dilakukan dengan alat *Surface Roughness* di Laboratorium Training Center Universitas Diponegoro.

Data yang dihasilkan dari penelitian ini berupa tabel data yang nantinya akan diikuti penjelasan yang bertujuan untuk mempermudah penguji dan pembaca dalam memahami hasil dan pembahasan yang diberikan.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil dan Pembahasan Kekasaran Permukaan

4.1.1. Data Hasil Kekasaran Permukaan

Seperti yang di uraikan pada Bab III, penelitian ini menggunakan penelitian eksperimen yang melibatkan dua parameter. Parameter 1 adalah *spindle speed* dengan tiga variasi yaitu; 200 rpm, 460 rpm, dan 720 rpm. Sedangkan parameter 2 adalah *feed rate* dengan tiga variasi; 0,17 mm/rev; 0,21 mm/rev; dan 0,25 mm/rev. Parameter 1 dan 2 merupakan variabel bebas, sedangkan tingkat kekasaran permukaan proses pemesinan CNC *Turning* pada permukaan blok silinder mesin pemotong rumput ada variabel terikat.

Tabel 4.1 Data Hasil Pengukuran Tingkat Kekasaran Permukaan Blok Silinder

Tarf	Parameter 2 (<i>feed rate</i>)		
	0,17 mm/rev	0,21 mm/rev	0,25 mm/rev
200 rpm	17,632	19,465	27,250
	22,124	18,728	17,913
	19,906	25,936	23,588
Rata-rata	19,887	21,376	22,917
460 rpm	14,887	15,829	21,441
	16,251	21,756	18,339
	13,571	18,136	18,252
Rata-rata	14,903	18,574	19,344
720 rpm	20,987	20,697	22,992
	25,576	28,881	28,370
	23,030	22,454	32,325
Rata-rata	23,198	24,011	27,896

Data hasil pengukuran tingkat kekasaran permukaan blok silinder seperti telah ditunjukkan pada Tabel 4.1 diatas, diperoleh atas dasar pengukuran tingkat kekasaran menggunakan alat *Surfcorder* SE300 dengan standard yang digunakan yaitu JIS 1994 dan dilakukan di Laboratorium Training Center Universitas Diponegoro.

Pada Tabel 4.1 dapat dilihat bahwa data pengaruh parameter *spindle speed* dan *feed rate* terhadap tingkat kekasaran permukaan blok silinder disusun berdasarkan kolom dan baris dengan tingkat kekasaran rata-rata yang dihasilkan dari tiga kali pengerjaan permesinan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Rerata Hasil Pengukuran Tingkat Kekasaran Permukaan Blok silinder

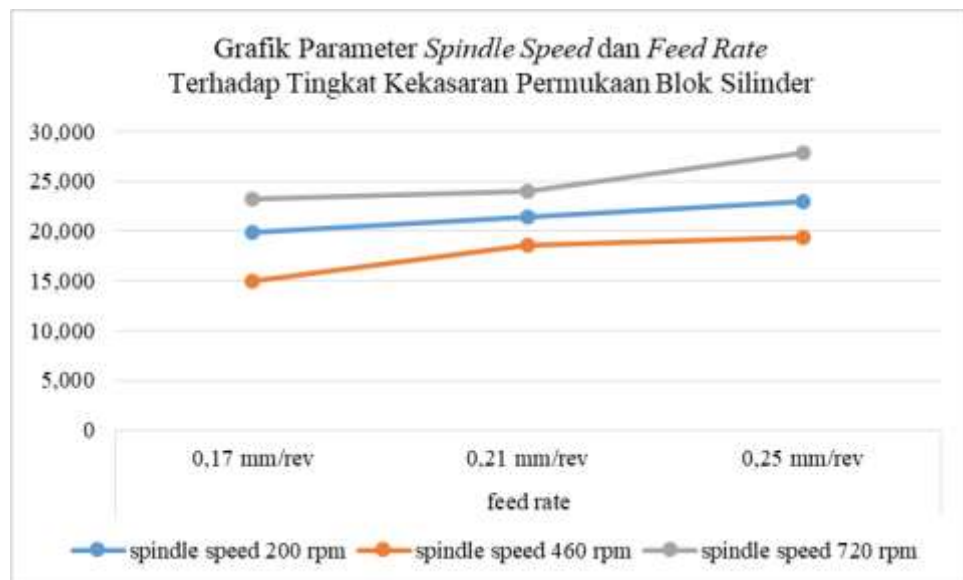
Taraf		<i>feed rate</i>		
		0,17 mm/rev	0,21 mm/rev	0,25 mm/rev
<i>spindle speed</i>	200 rpm	19,887	21,376	22,917
	460 rpm	14,903	18,574	19,344
	720 rpm	23,198	24,011	27,896

Dari table diatas didapatkan bahwa tingkat kekasaran yang dihasilkan dapat dibagi menjadi tiga kelompok yaitu pertama, dengan *spindle speed* 200 rpm dan *feed rate* secara berturut-turut mulai dari 0,17 mm/rev, 0,21 mm/rev dan 0,25 mm/rev menghasilkan rata-rata nilai kekasaran 19,887 μm ; 21,376 μm ; dan 22,917 μm .

Kelompok kedua didapati nilai kekasaran paling rendah pada *spindle speed* 460 rpm dan *feed rate* 0,17 mm/rev; 0,21 mm/rev; dan 0,25 mm/rev yaitu 14,903 μm ; 18,574 μm ; dan 19,344 μm .

Sedangkan kelompok ketiga merupakan tingkat kekasaran paling tinggi pada *spindle speed* 720 rpm dan *feed rate* 0,17 mm/rev; 0,21 mm/rev; dan 0,25 mm/rev yaitu 23,198 μm ; 24,011 μm ; dan 27,896 μm .

Grafik pada gambar 4.1 menggambarkan nilai kekasaran terhadap *spindle speed* dari setiap spesimen dengan besar *feed rate* yang berbeda. Kenaikan dari setiap kelompok dapat dilihat sebagai berikut :



Gambar 4.1 Grafik Histogram Parameter *Spindle Speed* dengan *Feed Rate* Terhadap Tingkat Kekasaran Permukaan Blok Silinder.

Grafik pada gambar 4.1 merupakan grafik yang menunjukkan pengaruh *spindle speed* dan *feed rate* terhadap hasil nilai kekasaran permukaan blok silinder. Balok berwarna biru merupakan hasil kekasaran permukaan hasil CNC *Turning* menggunakan *spindle speed* 200 rpm.

Balok berwarna ungu merupakan hasil kekasaran permukaan hasil CNC *Turning* menggunakan *spindle speed* 460 rpm. Balok berwarna putih merupakan hasil kekasaran permukaan hasil CNC *Turning* menggunakan *spindle speed* 720 rpm.

Berdasarkan grafik tersebut menunjukkan bahwa terjadi kenaikan nilai kekasaran pada *spindle speed* titik rendah dan tinggi antara lain yaitu 200 rpm dan 720 rpm. Kenaikan signifikan terjadi pula pada pada setiap rentang *feed rate* pada masing-masing kelompok, semakin tinggi nilai *feed rate* semakin tinggi pula nilai kekasarannya. Sedangkan pada variasi titik tengah pada parameter *spindle speed* terjadi penurunan nilai kekasaran, namun pada pengaruh *feed rate* yang diberikan membuat nilai kekasarannya menjadi naik secara signifikan.

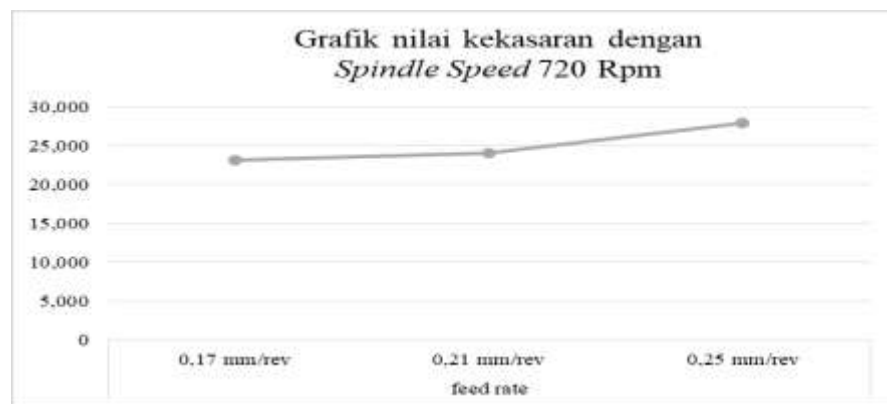
Berdasarkan grafik tersebut menunjukkan bahwa terjadi kenaikan nilai kekasaran pada permukaan blok silinder, kenaikan signifikan terjadi pada proses CNC *Turning* dengan *spindle speed* 200 rpm, 460 rpm, dan 720 rpm.



Gambar 4.2 Grafik nilai kekasaran dengan *spindle speed* 200 rpm.



Gambar 4.3 Grafik nilai kekasaran dengan *spindle speed* 460 rpm.



Gambar 4.4 Grafik nilai kekasaran dengan *spindle speed* 720 rpm.

Gambar 4.2 sampai 4.4 menunjukkan nilai kekasaran spesimen dikelompokkan berdasarkan *spindle speed* dan *feed rate*. Berdasarkan grafik tersebut dapat diketahui bahwa terjadi kenaikan nilai kekasaran.

4.2. Hasil dan Pembahasan *Spindle Speed* dan *Feed Rate*

4.2.1. Pembahasan *Spindle Speed* dan *Feed Rate*

Pada penelitian ini membuktikan bahwa *spindle speed* dan *feed rate* mempengaruhi nilai kekasaran permukaan. Nilai kekasaran pada masing-masing specimen menunjukkan nilai kekasaran yang berbeda. Nilai kekasaran paling rendah didapatkan dari hasil pembubutan dengan variasi parameter *spindle speed* 460 rpm dan *feed rate* 0,17 mm/rev,

sedangkan nilai tertinggi didapatkan dari hasil pembubutan dengan variasi parameter *spindle speed* 720 rpm dan *feed rate* 0,25 mm/rev.

Menurut A. Zubaidi, I. Syafaat dan Darmanto (2002 : 40-47) untuk menghasilkan nilai kekasaran yang rendah maka *feed rate* diperkecil antara 0,15 mm/rev sampai dengan 0,20 mm/rev. Menurut Muhammad Adik Aditia dan Arya Mahendra Sakti (2013 : 311-318) kecepatan spindle yang baik menggunakan kecepatan 460 rpm. Hal ini disebabkan semakin kecil *feed rate* maka semakin kecil pula nilai kekasaran yang dihasilkan dan semakin tinggi *spindle speed* maka semakin kecil nilai kekasaran yang didapatkan.

Pada penelitian ini nilai kekasaran (R_a) paling rendah yaitu pada *spindle speed* 460 rpm dan *feed rate* 0,17 mm/rev dan kekasaran paling tinggi dihasilkan pada *spindle speed* 720 rpm dan *feed rate* 0,25 mm/rev. Hal ini disebabkan semakin kecil *feed rate* maka semakin kecil pula. Sedangkan pada *spindle speed* harus sesuai dengan perbandingan antara kecepatan potong dan diameter benda yang dikerjakan.

Pada penelitian ini nilai kekasaran permukaan dipengaruhi *spindle speed* dan *feed rate*, sedangkan untuk parameter lain yang mempengaruhi seperti kecepatan potong dan kedalaman potong diasumsikan sama. Nilai kekasaran specimen digolongkan oleh peneliti dengan menggunakan ISO 1302 dalam satuan micrometer (μm). Nilai kekasaran ditunjukkan pada tabel 4.1.

Table 4.2 Tabel Kategori Nilai Kekasaran Penelitian

No.	Spesimen	Rerata Kategori Nilai Kekasaran
1	Benda A S = 200; F = 0,17	N10-N11
2	Benda B S = 200; F = 0,21	N10-N11
3	Benda C S = 200; F = 0,25	N10-N11
4	Benda D S = 460; F = 0,17	N10
5	Benda E S = 460; F = 0,21	N10-N11
6	Benda F S = 460; F = 0,25	N10-N11
7	Benda G S = 720; F = 0,17	N11
8	Benda H S = 720; F = 0,21	N11
9	Benda I S = 720; F = 0,25	N11

Pada tabel 4.2 menunjukkan kategori nilai kekasaran specimen berdasarkan table konversi ISO 1302, sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai kekasaran specimen paling rendah kategori N10. Kemudian nilai kekasaran yang paling tinggi pada kategori N11. Nilai kekasaran yang paling rendah itu belum bisa diterapkan pada blok silinder pemotong rumput karena nilai kekasaran yang dicari adalah N7.

BAB V

PENUTUP

5.1. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada pengaruh *spindle speed* dan *feed rate* terhadap kekasaran permukaan proses CNC *Turning* blok silinder disimpulkan bahwa :

1. Ada pengaruh dari besar *spindle speed* terhadap kekasaran permukaan blok silinder, yaitu berdasarkan nilai kekasaran dengan variasi parameter *spindle speed* yang digunakan, dapat disimpulkan bahwa semakin kecil atau semakin besar *spindle speed* dari batas titik tengah 400-500 rpm maka hasil nilai kekasaran akan semakin tinggi. Dibuktikan dengan hasil nilai kekasaran dimana *spindle speed* yang efektif yaitu 460 rpm.
2. Ada pengaruh dari *feed rate* terhadap kekasaran permukaan blok silinder, yaitu berdasarkan nilai kekasaran dengan variasi *feed rate* yang digunakan bahwa semakin kecil *feed rate* yang digunakan maka hasil nilai kekasaran akan semakin kecil, begitu pula jika *feed rate* yang digunakan semakin besar maka hasil nilai kekasaran akan semakin tinggi. Dibuktikan dengan hasil nilai kekasaran mulai dari *feed rate* 0,17 mm/rev; 0,21 mm/rev; dan 0,25 mm/rev, hasil yang paling rendah diperoleh pada *feed rate* 0,17 mm/rev.
3. Ada pengaruh *spindle speed* dan *feed rate* terhadap kekasaran permukaan blok silinder yaitu berdasarkan hubungan dari semakin besarnya *spindle speed* dan *feed rate* yang besar pula maka tingkat

kekasaran yang dihasilkan juga cukup tinggi. Namun jika nilai *spindle speed* dan *fBAAeed rate* yang kecil maka tingkat kekasaran yang dihasilkan juga akan semakin kecil. Dengan catatan *spindle speed* yang digunakan harus dibatasi sampai 460 rpm.

5.2. Saran

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan, maka pada penelitian selanjutnya sebaiknya memperhatikan beberapa saran sebagai berikut :

1. Saran untuk mahasiswa : parameter yang digunakan harus sesuai dengan referensi dan sesuai dengan perhitungan.
2. Saran untuk industri :
 - a. pengasahan pahat yang harus berkelanjutan. Setting pahat juga perlu diperhatikan agar pahat bagian bawah atau punggung pahat tidak mengenai kembali benda yang dapat mengakibatkan benda cacat.
 - b. Untuk mengurangi getaran dan goyang pada pahat maka perhatikan panjang pahat dengan kedalaman benda yang akan dikerjakan.
 - c. Disarankan untuk menggunakan pahat yang sudah dimodifikasi atau dengan kata lain tidak menggunakan pahat insert.

DAFTAR PUSTAKA

- Farokhi, Mohammad. 2017. 'PENGARUH KECEPATAN PUTAR SPINDLE (RPM) DAN JENIS SUDUT PAHAT PADA PROSES PEMBUBUTAN TERHADAP TINGKAT KEKASARAN BENDA KERJA BAJA EMS 45', *JPTM*, 2017, 85–94.
- Febriyanto, Trisno Valentino Rakian, Agung Sutrisno, Rudy Poeng. Analisis Pengaruh *Cutting Speed* dan *Feeding Rate* Mesin Bubut Terhadap Kekasaran Permukaan Benda Kerja. *Jurnal Online Poros Teknik Mesin* 4:2.
- Gupta, Kumar Pradeep, Mahesh Jangid, Sharad Srivastava. 2017. An Investigation On Surface Roughness Of A356 Aluminium Alloy In Turning Process By Optimizing The Process Parameters. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)* 04:07.
- Hennessy, M. & G. C. Barber. 1995. The Effects of Cylinder Wall Surface Roughness and Bore Distortion on Blow-by in Automotive Engines. *Tribology Transactions*. 38:4. 966-972.
- Ida dkk, 'PERMUKAAN TEMBAGA PADA PROSES PEMBUBUTAN MESIN COMPUTER NUMERICAL CONTROLLED (CNC)', 4.3 (2014), 162–66.
- Kalpakjian, S. and Schmid, S.R.M., 2008. Ingeniería Y Tecnología. *Person Educacion*, 4.
- Kirono, Sasi dkk, 'ANALISA SIFAT KARAKTERISTIK BLOK SILINDER LINER BAHAN', *JTM UNJ*, 2014.
- Kumar N. Satheesh, Ajay Shetty, Ashay Shetty, Ananth K, dan Harsha Shetty. 2012. Effect Of Spindle Speed And Feed Rate In Surface Roughness Of Carbon Steels In CNC Turning. *Procedia Engineering* (38):691-697.
- Kurniawan, Pebri Dwi, 'PENGARUH VARIASI KEDALAMAN PEMAKANAN DAN KECEPATAN PUTAR SPINDLE TERHADAP TINGKAT KEKASARAN PERMUKAAN ALUMINIUM 6061 PADA MESIN CNC TU- 2A DENGAN PROGRAM ABSOLUT G01, *JTM UNESA*, 3.2 (2014), 120–25.
- Sugiyono, P.D., 2010. Metode penelitian pendidikan. *Pendekatan Kuantitatif*.

- Sumbodo, Wirawan. 2010. *Teknik Permesinan Industri Kelas XI* . Jilid 2. Semarang: Direktorat Pembinaan Sekolah Kejuruan.
- Widarto, 2008. Teknik Pemesinan Jilid 1 Untuk SMK. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional.
- Z., A. F., Sutikno, E. & Sulistyono, E., n.d. Pengaruh Variasi Sudut Potong Mayor dan Feeding Terhadap Kekasaran Permukaan Hasil Proses Bubut Tirus Aluminium 6061. *Jurnal Mahasiswa Mesin FT Universitas Brawijaya*, 2(92.29.VII.367).
- Zubaidi, A., I. Syafa'at, Darmanto. 2012. Analisis Pengaruh Kecepatan Putar dan Kecepatan Pemakanan Terhadap Kekasaran Permukaan Material FCD 40 pada Mesin Bubut CNC. *Momentum* 8:1. 40-47.

LAMPIRAN

1. Surat Tugas Pembimbing


KEPUTUSAN
DEKAN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
 Nomor: 79 / FT - UNNES / 2018
 Tentang
PENETAPAN DOSEN PEMBIMBING SKRIPSI/TUGAS AKHIR SEMESTER
GASAL/GENAP
TAHUN AKADEMIK 2017/2018

Menimbang : Bahwa untuk mengantar mahasiswa Jurusan/Prodi Teknik Mesin/Pend. Teknik Mesin Fakultas Teknik membuat Skripsi/Tugas Akhir, maka perlu menetapkan Dosen-dosen Jurusan/Prodi Teknik Mesin/Pend. Teknik Mesin Fakultas Teknik UNNES untuk menjadi pembimbing.

Mengingat :

1. Undang-undang No.20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional (Tambahan Lembaran Negara RI No.4301, penjelasan atas Lembaran Negara RI Tahun 2003, Nomor 78)
2. Peraturan Rektor No. 21 Tahun 2011 tentang Sistem Informasi Skripsi UNNES
3. SK Rektor UNNES No. 164/O/2004 tentang Pedoman penyusunan Skripsi/Tugas Akhir Mahasiswa Strata Satu (S1) UNNES.
4. SK Rektor UNNES No. 182/O/2004 tentang penyelenggaraan Pendidikan UNNES;

Menimbang : Usulan Ketua Jurusan/Prodi Teknik Mesin/Pend. Teknik Mesin Tanggal 15 Januari 2018

MEMUTUSKAN

Menetapkan :

PERTAMA :

- Menunjuk dan menugaskan kepada:
 - Nama : Dr. Wiswan Sambodo, M.T.
 - NIP : 196601051990021002
 - Pangkat/Golongan : IV/b
 - Jabatan Akademik : Lektor Kepala
 - Sebagai Pembimbing
- Untuk membimbing mahasiswa penyusun skripsi/Tugas Akhir :
 - Nama : NOVAR BAYU TAMBRAN
 - NIM : 5201414062
 - Jurusan/Prodi : Teknik Mesin/Pend. Teknik Mesin
 - Topik : PENGARUH PROSES Pengerjaan Bubut CNC TU-2ATERHADAP KEKASARAN PADA BLOK SILINDER MESIN PEMOTONG RUMPUT

KEDUA : Keputusan ini mulai berlaku sejak tanggal ditetapkan.

DITETAPKAN DI : SEMARANG
 PADA TANGGAL : 15 Januari 2018

 Dr. Nur Oudus, M.T.
 NIP. 196911301994031001-02

Tembusan
 1. Pembantu Dekan Bidang Akademik
 2. Ketua Jurusan
 3. Petinggal


 UNNES
 SEMARANG
 ... No. 20-400-2017/2018 ...

2. Surat Tugas Penguji



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
 UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
FAKULTAS TEKNIK
 Gedung Dekanat Kampus Sekaran Gunungpati Semarang 50229
 Telepon/Fax (024) 8508101 8508009
 Laman : <http://www.ft.unnes.ac.id>, email: ft@mail.unnes.ac.id

SURAT TUGAS

Nomor : 3144 /UN37.1.5/TU/2018

Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang memberi tugas kepada Saudara yang namanya tersebut di bawah ini sebagai Penguji Seminar Proposal Skripsi Mahasiswa Prodi S1 Pendidikan Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang. Adapun nama-namanya sebagai berikut:

No	Nama / NIP	Pangkat / Golru	Tugas
1	Dr. Rahmat Doni Widodo, S.T., M.T. 197509272006041002	Penata Tk. I, III/d	Penguji 1
2	Drs. Sunyoto, M.Si. 196511051991021001	Pembina Tk. I, IV/b	Penguji 2
3	Dr. Wirawan Sumbodo, M.T. 196601051990021002	Pembina Tk. I, IV/b	Pembimbing

untuk menguji mahasiswa :

Nama : Novar Bayu Tambrani
 NIM : 5201414062
 Prodi : S1 Pendidikan Teknik Mesin
 Topik : PENGARUH SPINDLE SPEEDS DAN FEED RATES PADA PROSES CNC TURNING TERHADAP TINGKAT KEKASARAN PERMUKAAN BLOK SLINDER

Waktu : Rabu, 28 Maret 2018
 Jam : 15.00 s.d selesai
 Tempat : Gedung E9. Ruang Training Center, lantai 2
 Pakaian : Hitam Putih Jas Almamater

Demikian agar tugas dilaksanakan dengan sebaik-baiknya.



Tembusan :

1. Wakil Dekan Bidang II;
2. Ketua Jurusan TM;
3. Kasubbag Keuangan,
Fakultas Teknik UNNES

3. Laporan Selesai Bimbingan Proposal



KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN

Gedung E9, Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang, 50229

Telepon/Fax: 024-8508101

Laman: <http://mesin.unnes.ac.id>; E-mail: teknik.mesin@mail.unnes.ac.id

LAPORAN SELESAI BIMBINGAN SKRIPSI

Yth. Ketua Jurusan Teknik Mesin

Fakultas Teknik

Universitas Negeri Semarang

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Dr. Wirawan Sumbodo M.T
NIP : 196601051990021002
Pangkat/Golongan : Pembina Tk. I – IV/b
Jabatan Akademik : Lektor Kepala (Wakil Dekan III)
Sebagai Dosen Pembimbing

Melaporkan bahwa penyusunan Proposal Skripsi oleh Mahasiswa :

Nama : Novar Bayu Tambrani
NIM : 5201414062
Prodi : Pendidikan Teknik Mesin S1
Judul Skripsi : PENGARUH *SPINDLE SPEEDS* DAN *FEED RATES* PADA
PROSES *CNC TURNING* TERHADAP TINGKAT
KEKASARAN PERMUKAAN BLOK SILINDER

Semarang, 19 Maret 2018

Dosen Pembimbing

Dr. Wirawan Sumbodo M.T

NIP. 196601051990021002

4. Berita Acara Seminar

BERITA ACARA
SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI


Proposal Skripsi Mahasiswa

Nama : Novar Bayu Tambrani
NIM : 520414062
Prodi : Pendidikan Teknik Mesin
Judul : Pengaruh *Spindle Speed* dan *Feed Rate* Pada Proses *Cnc Turning* Terhadap Tingkat Kekasaran Permukaan Blok Silinder

Telah di seminarkan pada

Hari/Tanggal : 28 Maret 2018
Pukul : 15.00
Tempat : Ruang *Training Center* Jurusan Teknik Mesin
Jumlah Dosen Hadir : 3 orang
Jumlah mhs Hadir : 22 orang
Kesimpulan hasil seminar : proposal direvisi

Semarang, 28 Maret 2018

Calon Dosen Penguji 2  Dr. Sunyoto, M.Si NIP. 196511051991021001	Calon Dosen Penguji 1  Dr. Rahmat Doni W., S.T. M.T. NIP. 197509272006041002
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Dosen Pembimbing

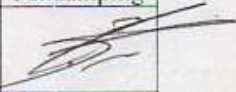

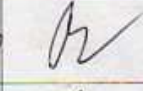
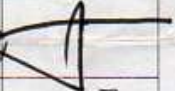



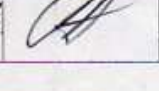

Dr. Wirawan Sumbodo, M.T.
NIP. 196601051990021002

5. Daftar Hadir Mengikuti Seminar

DAFTAR HADIR


SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI/TA

Nama/NIM : **Novar Bayu Tambrani**
Prodi : **52044062**

No	Hari/ Tanggal	Proposal yang Diseminarkan		Tanda Tangan Dosen Pendamping
		Peneliti	Judul	
1.	Jumat/ 0-1-18	Iwan Ahmad Rofii	Pengaruh kemampuan serat nyamuk dan serat kelapa dg penambahan KAMPAS TEM	
2.	Kamis/ 18-1-18	M Syahdon Mabiono	Studi Eksperimen Perforasi Mesin Bubut dengan Menggunakan Sistem CNC Mach 3	
3.	Kamis/ 18-1-18	Sigit Setiawan	Pengaruh Kecepatan Potong dan Kecepatan Pemakanan Terhadap Tingkat Kekerasan Proses CNC TURNING Pd Permukaan GANT FMS 45	
4.	Jumat/ 26-1-18	Svandi Saputro	Pengaruh variasi pre heating cetakan & waktu tuang thd struktur mikro & kekerasan pangeling aluminium scrap pada centrifugal casting	
5.	Jumat/ 26-1-18	Setyoko Ari Wibowo	Pengaruh media arenching pd hasil cean thd kekerasan & struktur mikro alumu scrap pada centrifugal casting	
6.	Jumat/ 26-1-18	Ardi Fepri Ribowo	Pengaruh sudut penyayatan admit cutter dan arah pemakanan thd keausan endmill cutter	
7.	Rabu/ 21-2-18	Bambang Sijuwanto	Pengaruh Kecepatan & kedalaman potong pd proses pemilubutan temb. terhadap kekakuan permukaan lubang blok silinder mesin Cambrang Pampit	
8.	Rabu/ 21-2-18	Gunawan D. Prasetyo	Pengaruh Model Sistem Pendingin pd Cerdan Kondisi dan variasi temperatur kerja thd ketahanan hasil pengaliran Aluim komponan Motor Listrik DC	

Semarang,

Koordinator Program Studi



RUSIYANTO S.Pd., M.T.
NIP. 197403211999031002

6. Surat Penelitian 1



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
 UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
FAKULTAS TEKNIK
 Gedung Dekanat FT, Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang
 Telepon (024) 8508101, Faksimile (024) 8508009
 Laman: <http://ft.unnes.ac.id>, surel: ft@mail.unnes.ac.id

Nomor : 4282/UN37.1.5/LT/2018

18 April 2018

Hal : Izin Penelitian

Yth. Pimpinan CV CITRA WIDI MANDIRI
 Jl. Kuningan No.583, Growong Lor RT. 14 RW. 2 , Juwana, Pati

Dengan hormat, bersama ini kami sampaikan bahwa mahasiswa di bawah ini:

Nama : Novar Bayu Tambrani
 NIM : 5201414062
 Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin, S1
 Semester : Genap
 Tahun akademik : 2017/2018
 Judul : PENGARUH SPINDLE SPEED DAN FEED RATE PROSES CNC TURNING TERHADAP TINGKAT KEKASARAN PERMUKAAN BLOK SILINDER

Kami mohon yang bersangkutan diberikan izin untuk melaksanakan penelitian skripsi di perusahaan atau instansi yang Saudara pimpin, dengan alokasi waktu 23 APRIL 2018 s.d 31 MEI 2018.

Atas perhatian dan kerjasama Saudara, kami mengucapkan terima kasih.

a.n. Dekan FT
 Wakil Dekan Bid. Akademik,

Dr. Ir. J. Made Sudana, M.Pd. IPM
 NIP 195605081984031004



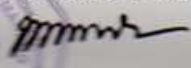
Tembusan:
 Dekan FT;
 Universitas Negeri Semarang



Nomor Agenda Surat : 403 932 304 3

Sistem Informasi Surat Dinas - UNNES (2018-04-18 13:17:16)

7. Surat Penelitian 2

	KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG FAKULTAS TEKNIK Gedung Dekanat FT, Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang Telepon (024) 8508101, Faksimile (024) 8508009 Laman: http://ft.unnes.ac.id , surel: ft@mail.unnes.ac.id	
	<hr/>	
Nomor	: 5519/UN37.1.5/LT/2018	18 Mei 2018
Hal	: Izin Penelitian	
<p>Yth. Kepala SMK Negeri 7 Semarang Jalan Simpang Lima, Kota Semarang.</p>		
<p>Dengan hormat, bersama ini kami sampaikan bahwa mahasiswa di bawah ini:</p>		
Nama	: Novar Bayu Tambrani	
NIM	: 5201414062	
Program Studi	: Pendidikan Teknik Mesin, S1	
Semester	: Genap	
Tahun akademik	: 2017/2018	
Judul	: PENGARUH SPINDLE SPEED DAN FEED RATE PADA PROSES CNC TURNING TERHADAP TINGKAT KEKASARAN PERMUKAAN BLOK SILINDER	
<p>Kami mohon yang bersangkutan diberikan izin untuk melaksanakan penelitian skripsi di perusahaan atau instansi yang Saudara pimpin, dengan alokasi waktu 21 Mei s.d. 21 Juni 2018.</p>		
<p>Atas perhatian dan kerjasama Saudara, kami mengucapkan terima kasih.</p>		
		 a.n. Dekan FT Wakil Dekan Bid. Akademik,  Dr. Ir. I Made Sudana, M.Pd. IPM NIP. 495605081984031004
<p>Tembusan: Dekan FT; Universitas Negeri Semarang</p>		

8. Hasil Penelitian



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS DIPONEGORO

BP-TRAINING CENTRE

Jl.Prof. Soedarto, SH Tembalang Semarang
Kotak pos 1269, Telp / Fax 024-76918618, Email: tc@undip.ac.id

LAPORAN HASIL UJI LABORATORIUM

Nama : Novar Bayu Tambrani
Alamat : UNNES Semarang
Nama Sampel : Aluminium Cor
Parameter Uji : Uji Kekasaran
Tanggal Penerimaan : 7 Juni 2018
Tanggal Penyelesaian : 8 Juni 2018

HASIL UJI

NO.	Spesimen	Titik	Ra(μ m)	Ry(μ m)	Rz(μ m)
1	Spesimen 1 Spindle Speed 200 RPM Feed Rate 0,17 mm/rev	1	17,632	105,100	64,793
		2	22,124	97,983	100,394
		3	19,906	73,391	74,520
2	Spesimen 2 Spindle Speed 200 RPM Feed Rate 0,21 mm/rev	1	19,465	96,807	71,929
		2	18,728	96,033	71,599
		3	25,936	125,514	94,194
3	Spesimen 3 Spindle Speed 200 RPM Feed Rate 0,25 mm/rev	1	27,250	129,039	90,079
		2	17,913	81,176	61,822
		3	23,588	109,022	87,557
4	Spesimen 4 Spindle Speed 460 RPM Feed Rate 0,17 mm/rev	1	14,887	70,756	49,780
		2	16,251	77,852	56,687
		3	13,571	69,108	48,513
5	Spesimen 5 Spindle Speed 460 RPM Feed Rate 0,21 mm/rev	1	15,829	74,653	53,770
		2	21,756	116,675	83,896
		3	18,136	113,715	85,023
6	Spesimen 6 Spindle Speed 460 RPM Feed Rate 0,25 mm/rev	1	21,441	103,250	78,385
		2	18,339	90,468	63,423
		3	18,252	98,138	67,004
7	Spesimen 7 Spindle Speed 720 RPM Feed Rate 0,17 mm/rev	1	20,987	91,494	71,858
		2	25,576	134,464	90,446
		3	23,030	126,927	89,636
8	Spesimen 8 Spindle Speed 720 RPM Feed Rate 0,21 mm/rev	1	20,697	105,073	67,335
		2	28,881	141,753	101,019
		3	22,454	113,980	81,198

9. Dokumentasi Pengerjaan dan Penelitian







