



**ANALISA KEKASARAN PERMUKAAN DAN MORFOLOGI TATAL PADA
PROSES BUBUT KAYU JATI (*Tectona grandis* L.,f.)**

SKRIPSI

Oleh:

Jalaludin Muhammad Sohibul Kamil

161910101030

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2020**



**ANALISA KEKASARAN PERMUKAAN DAN MORFOLOGI TATAL
PADA PROSES BUBUT KAYU JATI (*Tectona grandis* L.,f.)**

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Program Strata 1 Teknik Mesin
Fakultas Teknik
Universitas Jember

Oleh:

Jalaludin Muhammad Sohibul Kamil

161910101030

PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS JEMBER

2020

PERSEMBAHAN

Segala puji syukur kepada Allah SWT dengan segala rizki dan ridho-Nya, saya bisa mempersembahkan skripsi ini kepada :

1. Allah SWT atas segala rahmat dan karunia yang telah diberikan kepada kita semua, serta junjungan besar kita Nabi Muhammad SAW, sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Kepada Alm. Hoswati, Ibu saya yang telah lama meninggal, kepada Bapak saya Suroso yang saat ini sedang sakit. Istri Saya Agustina Wulandari. Serta semua keluarga saya yang sudah mendukung dan banyak membantu saya, terima kasih banyak atas do'a, cinta, kasih sayang, perhatian dan pergobanannya sehingga terbentuk lah insan yang beriman dan berakhlak mulia. Semoga Allah SWT melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, diampuni dosanya, diberikan kesehatan serta mendapat balasan atas semua kebaikan yang telah kalian lakukan dan berikan.
3. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember yang telah memberikan berbagai macam ilmu pengetahuan terutama keteknik mesin. Semoga ilmu yang Bapak/Ibu berikan bisa menjadi berkah bagi kita semua dan bermanfaat bagi saya, keluarga, nusa dan bangsa.
4. Seluruh Guru TK, SD, SMP, hingga SMA yang sudah mendidik saya dan memberikan segala ilmunya.
5. Semua teman, saudara seperjuanganku Teknik Mesin Angkatan 2016
6. Almamater Universitas Jember tercinta.

MOTTO

“Segala sesuatu yang bisa kamu bayangkan, adalah nyata”

(Pablo Picaso)

“Cara terbaik untuk memprediksi masa depan yaitu dengan menciptakannya”

(Peter Drucker)

“Salah satu kesalahan besar yang dilakukan seseorang adalah mereka mencoba memaksakan minat pada diri sendiri. Padahal kamu tidak bisa memilih gairah hidup namun gairah hidup yang memilih kamu”

(Jeff Besoz)

“Jangan hanya belajar dari kesuksesan orang lain, belajar juga dari kegagalan orang lain”

(Dedy Corbuzier)

“Kegagalan terbesar seorang pria yang paling sulit yaitu ketika dia gagal untuk menghentikan air mata seorang wanita”

(Kasuka Heiwajima)

“Kalau tidak pernah berjuang sampai akhir, tidak akan pernah terlihat walau ada didepan mata”

(Marshall D. Teach)

“Perlu banyak mimpi buruk yang terjadi untuk membuat seseorang menjadi lebih baik. Keterpurukan bukan alasan untuk menyerah pada kegagalan dan penyesalan. Hidup tidak seindah seperti cerita semua orang. Karena tiap orang punya cerita dan akhir cerita yang berbeda”

(Jalaludin Muhammad Sohibul Kamil)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Jalaludin Muhammad Sohibul Kamil

NIM : 161910101030

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “**Analisa Kekasaran Permukaan dan Morfologi Total Pada Proses Bubut Kayu Jati (*Tectona Grandis L.,f.*)** adalah benar dan sungguh hasil karya saya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya cantumkan sumbernya, bukan karya jiplakan dan belum pernah diajukan pada institusi manapun. Sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi, saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenar - benarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember,

Yang menyatakan,

Jalaludin Muhammad Sohibul Kamil

NIM 161910101030

SKRIPSI

**ANALISA KEKASARAN PERMUKAAN DAN MORFOLOGI TATAL
PADA PROSES BUBUT KAYU JATI (*Tectona grandis* L.,f.)**

Oleh

Jalaludin Muhammad Sohibul Kamil

161910101030

Pembimbing

Pembimbing Utama

: Yuni Hermawan S.T.,M.T

Pembimbing Anggota

: Dr. Ir. Agus Triono S.T.,M.T

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul “Analisa Kekasaran Permukaan dan Morfologi Tatal Pada Proses Bubut Kayu Jati (*Tectona Grandis L.,f.*) telah diuji dan disahkan pada :

Hari, Tanggal :

Tempat :

Mengetahui

Pembimbing Utama,

Pembimbing Anggota,

Yuni Hermawan S.T.,M..T

NIP 197506152002121008

Dr. Ir. Agus Triono S.T.,M.T

NIP 197008072002121001

Penguji I,

Penguji II,

Ir. Ahmad Syuhri M.T

NIP 196701231997021001

Dr. Ir. Salahuddin Junus S.T.,M.T

NIP 197510062002121002

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember,

Dr. Ir. Triwahju hardianto, S.T.,M.T

NIP. 19700826 199702 1 001

PRAKATA

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “**Analisa Kekasaran Permukaan dan Morfologi Tatal Pada Proses Bubut Kayu Jati (*Tectona grandis L.,f.*)**”. Skripsi ini disusun guna memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penulis tidak lupa berterima kasih serta mengapresiasi semua pihak yang telah membantu dan mendukung selama proses penyusunan skripsi ini, khususnya kepada :

1. Bapak Ir. Hari Arbiantara, S.T.,M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember dan selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah banyak membantu dan membimbing proses terselesaikannya skripsi ini.
2. Dosen dan seluruh karyawan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.
3. Bapak Yuni Hermawan S.T.,M.T. selaku dosen Pembimbing Utama dan Bapak Dr. Ir. Agus Triono S.T.,M.T. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah mau dan banyak meluangkan waktu, pikiran dan perhatiannya untuk memberikan masukan dalam penyusunan dan penulisan skripsi ini.
4. Bapak Ir. Ahmad Syuhri M.T selaku Dosen Penguji Utama dan Bapak Dr. Ir. Salahuddin Junus S.T.,M.T. Selaku Dosen Penguji Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran dan perhatiannya untuk memberikan kritik dan saran untuk perbaikan skripsi ini.
5. Tim Pengujian Pemesinan Kayu yang beranggotakan Muhammad Ilham Bahtiar dan Anisya Delima.
6. Teman seperjuangan yang banyak membantu saya Muhammad Kevin Maulidi, Dedi Kurniawan, Bintang Fajar, Wilopo Imam S., dan Fahriza Gifari.

7. Teman – teman Teknik Mesin angkatan 2016 (M18) atas dukungan dan doanya dalam terselesaikannya skripsi ini.
8. Kepada Asisten Laboratorium Kerja Logam dan Asisten Laboratorium Uji Material.
9. Kepada pihak yang telah mau dan banyak membantu serta memberi masukan dalam penyelesaian skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa hasil penyusunan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Semoga hasil dari penelitian ini dapat memberikan manfaat dan wawasan bagi semua pembaca.



RINGKASAN

ANALISA KEKASARAN PERMUKAAN DAN MORFOLOGI TATAL PADA PROSES BUBUT KAYU JATI (*Tectona grandis* L.,f.) ; Jalaludin Muhammad Sohibil kamil, 161910101030; 2020; 45 Halaman; Jurusan Teknik Mesin, Universitas Jember,

Kayu Jati (*Tectona grandis* L.f) merupakan salah satu jenis kayu yang dikenal banyak kalangan dan banyak dikembangkan untuk berbagai kebutuhan. Hal ini terjadi karena kayu jati merupakan komoditas kayu mewah, berkualitas tinggi dan bernilai ekonomis tinggi. Kayu jati biasanya digunakan sebagai bahan dasar pembangunan rumah, perabot rumah, kerajinan pahat dan juga sebagai furniture. Kelebihan kayu jati tidak hanya terletak pada kualitas kayu yang sangat bagus dan bernilai ergonomis tinggi melainkan karena sifat – sifat silvikulturnya telah dikuasai secara umum dan juga kayu jati bisa memiliki daya tahan lama dan kuat.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi parameter pemesinan bubut pada kayu jati. Variasi parameter yang digunakan pada penelitian ini ada 3, yaitu kecepatan potong (90, 108 dan 140 rpm), sudut potong (30°, 45° dan 60°), *depth of cut* 0,7 mm dan gerak makan (0,15; 0,30; dan 0,45 mm/putaran). Penelitian ini menggunakan spesimen berupa kayu jati dengan ukuran awal, panjang 100 mm dan diameter 40 mm. Penelitian dilakukan dengan melakukan proses bubut untuk menghasilkan tatal yang digunakan untuk uji mikroskop optik olympus BX41M dengan perbesaran 100x dan uji SEM (*Scanning Electron Microscope*) dengan alat hitachi TM3000 dengan perbesaran 200x, 500x, 800x, 1200x, dan 1500x. Selanjutnya benda kerja yang telah dibubut digunakan untuk menguji kekasaran permukaan yang dihasilkan dengan menggunakan alat *Roughness Tester TR220*. Uji kekasaran permukaan dilakukan sebanyak 3x pengambilan data dengan *cut off* 0,8 mm. Hasil data pengukuran kekasaran permukaan lalu digunakan untuk uji Anova guna mengetahui hubungan antara parameter pembubutan terhadap kekasaran permukaan hasil proses bubut.

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh kesimpulan Parameter pembubutan yang paling berpengaruh terhadap kekasaran permukaan adalah gerak makan. Hasil uji anova menunjukkan sudut potong dan gerak makan cukup berpengaruh terhadap hasil kekasaran permukaan kayu jati. Kekasaran permukaan terbesar yaitu 9,222 μm dan kekasaran permukaan terkecil yaitu 3,248 μm . Lebar tatal terbesar yaitu 1122,29 μm dan lebar tatal terkecil yaitu 264,66 μm . Berdasarkan panjangnya tatal yang terbentuk yaitu *chips discontinous* dan berdasarkan bentuknya termasuk *straight chips*.



SUMMARY

ANALYSIS OF SURFACE ROUGHNESS AND MORPHOLOGICAL OF CHIPS IN THE PROCESS OF TEAK WOOD LATHE (*Tectona grandis L.,f.*)

; Jalaludin Muhammad Sohibul Kamil; 161910101030; 45 Pages; Department of Mechanical Engineering, Universitas of Jember.

*Teak wood (*Tectona grandis L.f.*) is a type of wood that is known to many people and has been developed for various needs. This happens because teak is a luxury wood commodity, of high quality and of high economic value. Teak wood is usually used as a basic material for building houses, home furnishings, carving crafts and also as furniture. The advantages of teak wood lie not only in the quality of the wood which is very good and of high ergonomic value but because its silvicultural properties have been generally mastered and also that teak can have long lasting and strong durability.*

This study aims to determine the effect of variations in lathe machining parameters on teak wood. There are 3 variations in the parameters used in this study, namely cutting speed (90, 108 and 140 rpm), cutting angle (30°, 45° and 60°), 0.7 mm depth of cut and feeding motion (0.15; 0.30 ; and 0.45 mm / turn). This study uses a specimen in the form of teak wood with an initial size, length of 100 mm and diameter of 40 mm. The research was carried out by carrying out a lathe process to produce a chips used for the Olympus BX41M optical microscope test with 100x magnification and SEM (Scanning Electron Microscope) tests with the Hitachi TM3000 tool with magnifications of 200x, 500x, 800x, 1200x and 1500x. Furthermore, the workpiece that has been turned is used to test the surface roughness produced by using the TR220 Roughness Tester. The surface roughness test was carried out 3x data retrieval with a cut off of 0.8 mm. The results of the surface roughness measurement data are then used for the Anova test to determine the relationship between the turning parameters and the surface roughness of the lathe process.

Based on the research results, it is concluded that the turning parameter that has the most influence on surface roughness is the feeding motion. The ANOVA test results showed that the cutting angle and feeding motion had a significant effect on the surface roughness of teak wood. The largest surface roughness was 9.222 μm and the smallest surface roughness was 3.248 μm . The largest chips width was 1122.29 μm and the smallest chips width was 264.66 μm . Based on the length of the chips, the chips formed are discontinuous and based on the shape, they are straight chips.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PERSEMBAHAN	iii
MOTTO	iv
PERNYATAAN	v
PENGESAHAN	vii
PRAKATA	viii
RINGKASAN	x
SUMMARY	xii
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Kayu Jati	5
2.2 Proses Bubut	6
2.3 Pahat High Speed Steel (HSS) / Baja Kecepatan Tinggi	10
2.4 Kekasaran Pada Permukaan	11
2.5 Morfologi Tatal	13
2.6 Anova (<i>Analysis of Variance</i>)	16
2.7 Penelitian Sebelumnya	17
2.8 Hipotesis	20
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	21
3.1 Metode Penelitian	21
3.2 Alat dan Bahan	21
3.3 Waktu Penelitian	23

3.4 Variabel Penelitian	24
3.5 Prosedur Penelitian	25
3.6 Penyimpanan Data	26
3.7 Diagram Alir	28
3.8 Jadwal Rencana Kegiatan	29
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Data Hasil Penelitian	31
4.2 Analisis Data	36
4.3 Pembahasan	38
BAB 5. PENUTUP.....	44
5.1 Kesimpulan	44
5.2 Saran	45
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Mesin bubut.....	6
Gambar 2.2 Bentuk profil kekasaran pada permukaan	11
Gambar 2.3 Chip discontinous	14
Gambar 2.4 Chip Continuous	14
Gambar 2.5 ChipContinuous dengan built up edge (BUE).....	14
Gambar 2.6 BUE akan hilang dengan meningkatnya kecepatan	14
Gambar 2.7 Straight Chips.....	15
Gambar 2.8 Snarling Chips.....	15
Gambar 2.9 Infinite Helix Chips.....	15
Gambar 2.10 Full Turn Chips	15
Gambar 2.11 Half Turn Chip.....	16
Gambar 2.12 Tight Chips.....	16
Gambar 3.1 Profil Awal Benda Kerja.....	22
Gambar 3.2 Profil Benda Kerja Setelah Proses Bubut	23
Gambar 3.3 Sudut Potong Pahat	25
Gambar 3.4 Diagram Alir Penelitian	28
Gambar 4.1 Hasil Uji SEM dengan Perbesaran 200x	34
Gambar 4.2 Hasil Uji SEM dengan Perbesaran 500x	34
Gambar 4.3 Hasil Uji SEM dengan Perbesaran 800x	35
Gambar 4.4 Hasil Uji SEM dengan Perbesaran 1200x	35
Gambar 4.5 Hasil Uji SEM dengan Perbesaran 1500x	35
Gambar 4.6 Grafik Kekasaran Permukaan pada Gerak Makan 0,15 mm/rev	39
Gambar 4.7 Grafik Kekasaran Permukaan pada Gerak Makan 0,30 mm/rev	40
Gambar 4.8 Grafik Kekasaran Permukaan pada Gerak Makan 0,45 mm/rev	40
Gambar 4.9 Hasil Uji SEM Perbesaran 1500x	43

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Angka kekasaran permukaan	12
Tabel 2.2 Tingkat kekasaran rata-rata permukaan menurut proses pengerjaannya	13
Tabel 3.1 Penyajian Data Kekasaran Permukaan	26
Tabel 3.2 Rencana Kegiatan	29
Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Kekasaran	31
Tabel 4.2 Ukuran Tatal dari berbagai macam hasil bubut dengan beberapa Parameter	33
Tabel 4.3 Normalitas Data	36
Tabel 4.4 Hasil Anova	37

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan ilmu di zaman sekarang ini sangatlah pesat, tak heran bila persaingan industri terus berjalan dalam berbagai jenis usaha. Itu semua terjadi atas perkembangan ilmu, teknologi dan sumber daya manusia yang mendukung.

Seiring perkembangan industri manufaktur dunia, industri manufaktur di Indonesia juga semakin meningkat, salah satu jenis industri manufaktur yang tergolong sangat pesat adalah kayu. Kayu merupakan bahan alami yang bervariasi karena perbedaan umur, jenis, tempat, dan posisinya. Kedudukan aksial dan radial pada kayu bisa dipengaruhi oleh proses pertumbuhan di dalam batang pohon. Perbedaan kedudukan tersebut mungkin dapat menyebabkan perbedaan sifat pemesinannya. Panshin dan de Zeeuw (1970) menyatakan bahwa sifat-sifat kayu bervariasi dalam bagian batang (longitudinal) dan dapat memberikan hasil pemesinan yang berbeda dalam pengerjaannya.

Pemesinan adalah proses yang sangat penting dalam melakukan tahapan pengolahan kayu, dari pengolahan primer seperti pemotongan dan pembelahan pada industri penggergajian sampai pengolahan sekunder seperti proses pembubutan, pengamplasan, pengetaman, pemprofilan, dan pengeboran. Pemesinan sangat menentukan kualitas dari produk akhir. Namun, proses pemesinan sangat dipengaruhi oleh kualitas bahan baku dan prosesnya.

Ada dua hal yang dijadikan patokan untuk melihat kualitas permukaan kayu dari hasil proses pemesinan, yaitu (1) Kekasaran permukaan dan (2) Cacat pada permukaan. Kekasaran permukaan merupakan sifat material yang penting dan dapat digunakan sebagai pengukuran kuantitatif kualitas suatu proses manufaktur. Ada beberapa alasan mengapa kekasaran permukaan kayu hasil proses pemesinan perlu diperhatikan:

1. Adanya bekas hasil pemesinan (*cutter mark*) yang dalam membuat permukaan kayu menjadi kasar sehingga untuk membuatnya halus diperlukan proses *finishing* yang lebih lama.

2. Tingkat kekasaran permukaan kayu merupakan standar utama dalam proses permesinan di industri furniture dan salah satu indeks untuk mengukur kualitas suatu produk furniture.
3. Kekasaran permukaan kayu akan sangat mempengaruhi kualitas hasil penyambungan dengan lem dan kualitas pengecatan serta jumlah lem dan cat yang dibutuhkan.

Tekstur dari permukaan kayu setelah proses permesinan dapat disebabkan oleh kondisi alamiah yang dimiliki oleh kayu itu sendiri, atau karena proses manufaktur yang dikenakan pada material atau kombinasi dari keduanya. Karakteristik dari kayu yang mempengaruhi kualitas permukaan produk furniture adalah jenis kayu, kadar air (*moisture content*), densitas, variasi *annual ring* dan kekerasan kayu. Sementara karakteristik proses manufaktur yang mempengaruhi tekstur permukaan adalah getaran pada perkakas atau benda kerja, deformasi yang terjadi saat proses pemotongan, ketidakakuratan perkakas potong, geometri proses pemotongan dan proses pengeringan yang dialami sebelumnya oleh kayu. Rusnaldy, Widodo, A., Iskandar, N. Fajar B. 2014

Faktor-faktor alami yang berasal dari dalam kayu yang dapat mempengaruhi kualitas permukaan kayu adalah faktor struktur kayu dan sifat mekanik kayu. Struktur kayu yang dapat mempengaruhi hasil proses pemesinan adalah dimensi *annual ring* kayu, orientasi serat kayu dan *moisture content* kayu. Ketidakhomogenan dari kayu dapat menimbulkan getaran saat berlangsungnya proses pemesinan. Getaran yang terlalu besar dapat menyebabkan timbulnya cacat atau meningkatkan kekasaran permukaan.

Penerapan parameter proses permesinan pada semua material termasuk kayu memiliki kesamaan, namun sedikit berbeda dari material lainnya seperti logam karena kayu adalah material yang anisotropi dan non homogen. Pada penelitian ini saya selaku peneliti mencoba meneliti kaitan antara variasi parameter pembubutan terhadap kualitas kekasaran permukaan dan morfologi tatalnya setelah mengalami proses bubut.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan Masalah yang diangkat dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh varian parameter proses bubut terhadap kekasaran permukaan kayu jati
2. Bagaimana morfologi tatal yang dihasilkan setelah proses pembubutan dengan beberapa variasi parameter pemesinan bubut pada kayu jati

1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

1.3.1 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui pengaruh kekasaran permukaan yang terjadi dari hasil proses bubut dengan variasi parameter antara lain kecepatan spindle (90 rpm, 108 rpm, 140 rpm), sudut potong (30°, 45°, 60°) dan gerak makan (0,15 mm/putaran, 0,30 mm/putaran, 0,45 mm/putaran).
2. Untuk mengetahui pengaruh varian parameter pembubutan antara lain kecepatan spindle (90 rpm, 108 rpm, 140 rpm), sudut potong (30°, 45°, 60°), dan gerak makan (0,15 mm/putaran, 0,30 mm/putaran, 0,45 mm/putaran) pada morfologi tatal yang dihasilkan melalui proses bubut.

1.3.2 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan informasi dari proses pemesinan terutama bubut pada kayu jati
2. Mengetahui kekasaran permukaan paha hasil proses pemesinan bubut pada kayu jati
3. Mengetahui tatal yang dihasilkan oleh proses bubut kayu jati

1.4 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini dilakukan pembatasan masalah yang meliputi sebagai berikut ini:

1. Kayu yang digunakan adalah kayu jati dengan dimensi awal 100 mm dan diameter 40 mm.
2. Kadar air dalam kayu yang tidak diketahui pasti.
3. Umur kayu sekitar 20 tahun.
4. Pahat yang digunakan adalah pahat *High Speed Steel* (HSS) / Baja berkecepatan tinggi.
Sudut potong yang digunakan pada proses bubut adalah 30°, 45°, 60°
5. Kecepatan potong 12 mm/s, 15 mm/s dan 17 mm/s .
6. Kecepatan putaran mesin spindle 90 rpm, 108 rpm, dan 140 rpm.
7. Gerak makan yang digunakan adalah 0,15 mm/putaran ; 0,30 mm/putaran ; 0,45 mm/putaran.
8. Kedalaman potong (*Depth of cut*) yang digunakan adalah 0,7 mm.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kayu Jati

Kayu dapat diartikan sebagai bagian batang atau cabang serta ranting tumbuhan yang mengeras secara alami karena mengalami pengayuan (lignifikasi). Kayu merupakan produk biologi yang serba guna dan mudah untuk dimanfaatkan sejak dahulu kala, baik untuk keperluan alat rumah tangga, sebagai bahan baku bangunan sampai senjata. Kayu masih menjadi pilihan utama sebagai salah satu bahan baku bangunan terutama karena harga yang relatif murah dan kayu termasuk jenis bahan yang dapat diperbarui (*renewable*). Hadjib, N. Muslich, M. Sumarni, G. 2014.

Kayu Jati atau dalam bahasa ilmiahnya disebut (*Tectona grandis L.f*) merupakan salah satu jenis kayu yang dikenal banyak kalangan dan banyak dikembangkan untuk berbagai kebutuhan. Hal ini terjadi karena kayu jati merupakan komoditas kayu mewah, bernilai ekonomis tinggi dan memiliki kualitas tinggi. Kayu jati biasanya digunakan sebagai bahan dasar pembangunan rumah, perabot rumah, dan juga sebagai furniture. Kelebihan kayu jati tidak hanya terletak di kualitas kayu yang sangat bagus dan bernilai ergonomis tinggi melainkan karena sifat – sifat silvikulturnya yang diketahui umum dan kayu jati memiliki daya tahan lama dan kuat.

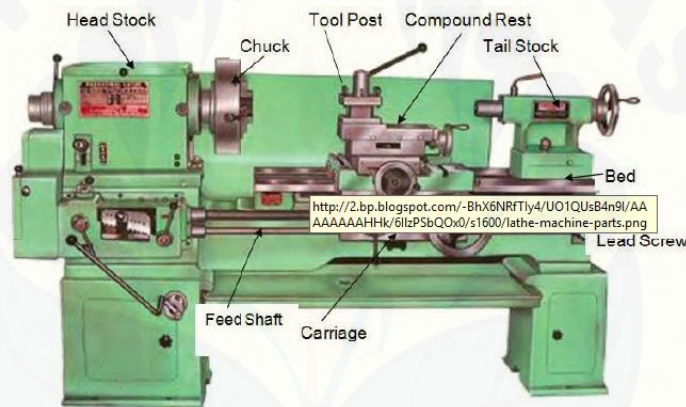
Kayu jati memiliki sifat fisik yaitu berat jenis sebesar 0,5978 g/cm³ dan kadar air 16,2 %. Kayu memiliki sifat higroskopis, artinya kayu memiliki daya tarik terhadap air, baik dalam bentuk cair maupun bentuk uap. Kemampuan kayu untuk menghisap atau mengeluarkan air tergantung pada suhu lingkungan dan kelembaban udara sekitar lingkungannya. Sehingga banyaknya air dalam kayu berubah-ubah tergantung pada keadaan udara atau atmosfer sekitar lingkungannya. Kadar air sangat mempengaruhi sifat fisik kayu. Oleh karena itu dalam penggunaannya, kayu sebagai bahan baku bangunan, perabotan dan lain sebagainya perlu diketahui kandungan kadar airnya. Sifat mekanik kayu jati antara lain, memiliki nilai kekerasan yang paling tinggi dan kekuatan tarik paling besar dibanding dengan jenis kayu yang lainnya. Rusnaldy, Widodo, A., Iskandar, N. Fajar B. 2014

Data modulus elastisitas diperoleh dari pengujian *three point bending* menunjukkan bahwa modulus elastisitas terbesar dimiliki oleh kayu jati yaitu modulus elastisitas pada arah longitudinal $128,57 \times 10^3 \text{ kg/cm}^2$ dan modulus elastisitas pada arah radial $102,86 \times 10^3 \text{ kg/cm}^2$. Rusnaldy, Widodo, A., Iskandar, N. Fajar B. 2014

2.2 Proses Bubut

2.2.1 Mesin Bubut

Mesin bubut adalah salah satu jenis mesin yang paling banyak digunakan pada bengkel pemesinan terutama di industri manufaktur, lembaga pendidikan kejuruan. Mesin Bubut memiliki fungsi untuk: membubut muka/facing, rata lurus/bertingkat, ulir, tirus, bentuk, memotong dan lain –lain.



Gambar 2.1 Mesin bubut

(Sumber : Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia. 2013)

2.2.2 Bagian Utama Mesin Bubut

Bagian utama pada mesin bubut antara lain: Kepala tetap, kepala lepas, alas/meja mesin, eretan transportir, tuas, pelat tabel, dan penjepit pahat.

1. Kepala tetap berfungsi sebagaiudukan beberapa perlengkapan mesin bubut, antara lain : senter tetap, cekam (*chuck*), kollet, dan pelat pembawa berekor (*driving plate*)
2. Kepala lepas berfungsi sebagaiudukan senter tetap, senter putar (*rotary centre*)

3. Alas/meja mesin, berfungsi sebagai tempat penangga diam (*steady rest*), kedudukan kepala lepas, eretan dan merupakan tumpuan gaya pemakanan pada proses pembubutan.
4. Eretan (*carriage*), terdiri dari tiga bagian diantaranya, eretan atas, eretan memanjang dan eretan melintang.
 - a. Eretan atas (*top carriage*), berfungsi untuk melakukan pemakanan secara manual ke arah sudut yang dikehendaki.
 - b. Eretan memanjang (*longitudinal carriage*) dapat melakukan proses pemakanan secara manual atau otomatis sepanjang meja/alas mesin. Fungsi dari eretan memanjang untuk melakukan gerakan pemakanan mendekati atau menjahui spindle mesin.
 - c. Eretan melintang (*cross carriage*, dapat melakukan proses pemakanan secara manual/otomatis. Eretan melintang berfungsi untuk melakukan gerakan pemakanan arah melintang mendekati atau menjahui sumbu senter.
5. Poros Pembawa dan Poros Transportir
 - a. Poros pembawa adalah poros yang bekerja saat proses pemakanan secara otomatis dilakukan. Tugasnya berputar untuk membawa atau mendukung jalannya eretan.
 - b. Poros transportir adalah poros yang bekerja secara otomatis, contohnya saat pembuatan ulir. Poros transportir berbentuk segi empat atau trapesium dengan jenis ulir *whitworth* (inchi) atau metrik (mm).
6. Tuas/Handel pada mesin bubut standar terdiri dari beberapa diantaranya, tuas pengatur putaran spindle mesin, pembalik arah putaran, dan kecepatan gerak pemakanan.
7. Penjepit atau pemegang pahat (*Tools Post*) digunakan untuk menjepit atau memegang pahat.

2.2.3 Parameter Pemotongan

1. Kecepatan potong (*Cutting speed – Cs*)

Kecepatan potong (C_s) adalah kemampuan alat potong untuk menyayat benda kerja dalam satuan panjang/waktu (m/menit atau feet/menit). Pada mesin bubut, untuk menghitung kecepatan potongnya (C_s) dengan cara, keliling lingkaran benda kerja ($\pi.d$) yang dikalikan dengan putaran spindle (n). atau: $C_s = \pi.d.n$ Meter/menit.

Keterangan:

d : diameter benda kerja (mm)

n : putaran mesin/benda kerja (putaran/menit - rpm)

π : nilai konstanta = 3,14

Pada proses pemesinan, benda kerja yang dikenal secara umum kecepatan potongnya sudah diatur pada tabel kecepatan potong yang sudah disepakati di dunia. Sehingga bahan yang digunakan untuk pembubutan bisa disesuaikan dengan jenis alat potong yang digunakan. Untuk bahan-bahan khusus, pabrik pembuat akan mengeluarkan spesifikasi dan tabel kecepatan potong bahannya sendiri.

2. Kecepatan Putaran Mesin Bubut (*Revolution Per Menit - rpm*)

Kecepatan putaran mesin bubut adalah kemampuan kecepatan putar mesin bubut untuk melakukan penyayatan atau pemotongan dalam satuan menit/putaran. Kecepatan potong dan keliling benda kerja yang digunakan mempengaruhi besarnya putaran mesin yang digunakan. Nilai kecepatan potong untuk setiap jenis bahan sudah ditetapkan, maka komponen yang bisa diatur dalam proses penyayatan adalah putaran mesin. Dengan demikian untuk menghitung putaran mesin bubut dengan rumus dasar sebagai berikut :

$$C_s = \pi.d.n \text{ Meter/menit}$$

$$n = \frac{C_s}{\pi.d} \text{ rpm}$$

Karena memiliki satuan yang berbeda kecepatan potong (C_s) dalam meter/menit dan diameter benda kerja dalam milimeter (mm), untuk menyamakannya harus mengalikan nilai kecepatan potong (C_s) dengan angka 1000 mm. Maka rumus untuk putaran mesin menjadi:

$$n = 1000 \cdot C_s \cdot \pi \cdot d \text{ rpm}$$

Keterangan:

d : diameter benda kerja (mm)

C_s : kecepatan potong (meter/menit)

π : nilai konstanta = 3,14

3. Kecepatan Pemakanan (*Feed - F*) – mm/menit

Kecepatan pemakanan ditentukan dengan mempertimbangkan beberapa faktor, diantaranya: bahan alat potong, kekerasan bahan, ketajaman alat potong, kedalaman penyayatan, sudut-sudut sayat alat potong, dan kesiapan mesin yang akan digunakan. Kesiapan mesin artinya, kemampuan mesin dalam mencapai kecepatan pemakanan yang optimal. Pada umumnya, karena tidak memerlukan hasil permukaan yang halus maka kecepatan pemakanan untuk pengasaran ditentukan pada kecepatan tinggi (waktu pembubutan lebih cepat), dan untuk mendapatkan kualitas permukaan hasil penyayatan yang lebih baik sehingga hasilnya halus maka proses penyelesaiannya menggunakan kecepatan pemakanan rendah (waktu pembubutan lebih lambat). Besarnya kecepatan pemakanan (F) pada mesin bubut ditentukan oleh seberapa besar bergesernya pahat bubut (f) dalam satuan mm/putaran dikalikan seberapa besar putaran spindle mesinnya (n) dalam satuan rpm (*revolution per minute*). Maka rumus untuk mencari kecepatan pemakanan (F) adalah:

$$F = f \times n \text{ (mm/menit)}$$

Keterangan:

f = besar pemakanan atau bergesernya pahat (mm/putaran)

n = putaran mesin (rpm)

2.3 Pahat *High Speed Steel* (HSS) / Baja Kecepatan Tinggi

Pahat baja kecepatan tinggi (*High Speed Steel*) adalah jenis baja paduan tinggi yang diproses dengan penuangan (*molten metallurgy*) selanjutnya dilakukan pengerolan atau penempaan sehingga terbentuk menjadi batang segi empat atau silinder. Baja paduan tinggi tersebut memiliki unsur paduan diantaranya *Cromium* (Cr) dan *Tungsten/Wolfram* (W). Pada kondisi masih bahan mentah (*raw material*), baja diproses secara pemesian menjadi berbagai bentuk pahat bubut. Setelah dilakukan proses perlakuan panas maka kekerasannya akan menjadi cukup tinggi sehingga dapat digunakan untuk memotong atau menyayat dengan kecepatan potong yang tinggi. Baja Kecepatan Tinggi (*High Speed Steel*) dibagi menjadi dua berdasarkan komposisinya yaitu, Baja Kecepatan Tinggi (*High Speed Steel - HSS*) Konvensional dan Baja Kecepatan Tinggi (*High Speed Steel - HSS*) Spesial.

2.3.1 HSS Konvensional: Baja Kecepatan Tinggi (HSS) Konvensional, terbagi menjadi dua yaitu:

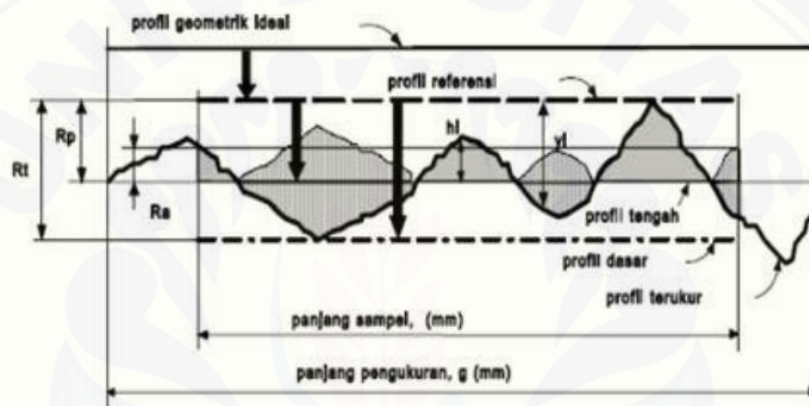
1. Tungsten HSS
2. Molibdenum HSS

2.3.2 HSS Spesial: Baja Kecepatan Tinggi Konvensional (HSS) Spesial, terbagi menjadi enam yaitu:

1. Cobalt Added HSS
2. High Hardness Co HSS
3. High Vanadium HSS
4. Coated HSS
5. Cast HSS
6. Powdered HSS

2.4 Kekasaran pada permukaan

Setiap benda kerja atau bahan yang mengalami proses pemesinan akan menghasilkan kekasaran permukaan yang berbeda sesuai dengan parameter yang digunakan. Kekasaran permukaan dapat diartikan sebagai penyimpangan yang diakibatkan oleh pemotongan benda kerja pada suatu proses pemesinan. Untuk menghasilkan suatu produk dengan kekasaran permukaan yang baik perlu dilakukan proses pemesinan yang tepat. Terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kekasaran permukaan yaitu dimensi benda kerja, parameter pemotongan, material pahat, cacat pada material benda kerja serta kerusakan yang terjadi pada aliran tatal.



Gambar 2.2 Bentuk profil kekasaran pada permukaan
(Sumber : Rochim, 1993)

Berdasarkan Gambar 2.2 bentuk profil kekasaran pada permukaan terbagi menjadi beberapa parameter, antara lain:

1. R_t atau kekasaran total (μm) merupakan jarak antara profil referensi dengan profil alas.
2. R_p atau kekasaran perataan R_p (μm) merupakan jarak rata-rata profil referensi dengan profil terukur.
3. R_a atau kekasaran rata-rata aritmatik (μm) merupakan harga rata-rata aritmatik dari harga absolut jarak antara profil terukur dengan profil tengah.
4. R_z atau kekasaran total rata-rata (μm) merupakan jarak antara profil alas ke profil terukur pada lima puncak tertinggi dikurangi jarak rata-rata profil alas ke profil terukur pada lima lembah terendah.

5. R_g atau kekasaran rata-rata kuadrat R_g (μm) merupakan akar dari jarak kuadrat rata-rata antara profil terukur dengan profil tengah.

Harga kekasaran rata-rata (R_a) maksimal ditulis diatas simbol segitiga sesuai dengan ketentuannya. Satuan yang digunakan adalah metrik atau inchi. Jika angka kekasaran R_a minimum dibutuhkan, dapat dituliskan di bawah angka kekasaran maksimum.

Tabel 2.1 Angka kekasaran permukaan (Sumber : Bimbing 2005)

Kelas Kekasaran	Harga R_a (μm)	Toleransi (μm) (+50% & - 25%)	Panjang sampel (mm)
N1	0,025	0,02 – 0,04	0,8
N2	0,05	0,04 – 0,08	0,25
N3	0,1	0,08 – 0,15	
N4	0,2	0,15 – 0,03	
N5	0,4	0,03 – 0,06	0,8
N6	0,8	0,6 – 1,2	
N7	1,6	1,2 – 2,4	
N8	3,2	2,4 – 4,8	2,5
N9	6,3	4,8 – 9,6	
N10	12,5	9,6 – 18,75	8
N11	25	18,5 – 37,5	
N12	50	37,5 – 75,0	

Untuk menghindari terjadinya kesalahan atas satuan harga kekasaran maka digunakanlah angka kekasaran (ISO number). Dengan menuliskan angka kekasaran ISO maka spesifikasi kekasaran dapat langsung dituliskan nilainya. Panjang sampel pengukuran disesuaikan dengan angka kekasaran yang dimiliki oleh suatu permukaan. Apabila panjang sampel tidak dicantumkan dalam penulisan simbol dapat diartikan 2,5 mm (bila diperkirakan proses pemesinannya kasar) dan panjang sampel 0,8 mm (bila diperkirakan proses permesinannya halus sampai sedang). (Rochim, 2007: 55-63).

Toleransi harga kekasaran rata-rata atau nilai R_a dari suatu permukaan tergantung pada proses dan parameter saat pengerjaannya. Tabel 2.2 dibawah ini ini memberikan contoh harga kelas kekasaran rata-rata menurut proses pengerjaannya.

Tabel 2.2 Tingkat kekasaran rata-rata permukaan menurut proses pengerjaannya
(Sumber Dasar – dasar Metrologi Industri Bab VII)

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

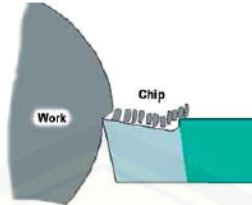
2.5 Morfologi Tatal

Tatal merupakan bagian dari material yang terbuang setelah dilakukannya sebuah proses pemesinan. Tegangan (*stress*) disekitar daera konsentrasi gaya penekanan mata potong pahat mengakibatkan terbentuknya tatal. Pada salah satu arah tegangan pada benda kerja akan terjadi tegangan geser (*shearing stress*) yang maksimum. Sehingga terjadi *deformasi plastis* (perubahan bentuk) yang membuat benda kerja bergeser atau terputus di ujung pahat pada satu bidang geser (*shear plane*) jika tegangan geser ini melebihi kekuatan benda kerja. Rusnaldy, Setiyana , (B. 2006)

2.6.1 Jenis Tatal (*chip*)

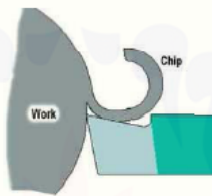
Dilihat dari ukuran panjang pendeknya adalah :

1. *Chip Discontinuous*



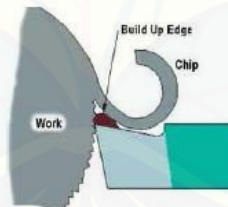
Gambar 2.3 *Chip discontinuous*
(Sumber : Rusnaldy. Setiyana , B. 2006)

2. *Chip Continuous*



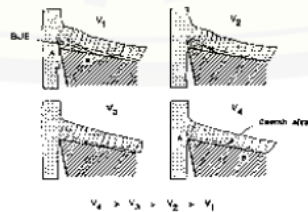
Gambar 2.4 *Chip Continuous*
(Sumber Rusnaldy. Setiyana , B. 2006)

3. *Chip Continuous dengan built up edge (BUE)*



Gambar 2.5 *Chip Continuous dengan built up edge (BUE)*
(Sumber Rusnaldy. Setiyana , B. 2006)

4. BUE akan hilang dengan meningkatnya kecepatan



Gambar 2.6 BUE akan hilang dengan meningkatnya kecepatan
(Sumber Rusnaldy. Setiyana , B. 2006)

2.6.2 Dilihat dari bentuk penampangnya :

1. *Straight Chips*



Gambar 2.7 *Straight Chips*

(Sumber Rusnaldy. Setiyana , B. 2006)

2. *Snarling Chips*



Gambar 2.8 *Snarling Chips*

(Sumber Rusnaldy. Setiyana , B. 2006)

3. *Infinite Helix Chips*



Gambar 2.9 *Infinite Helix Chips*

(Sumber Rusnaldy. Setiyana , B. 2006)

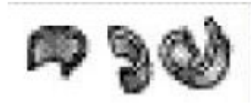
4. *Full Turn Chips*



Gambar 2.10 *Full Turn Chips*

(Sumber Rusnaldy. Setiyana , B. 2006)

5. *Half Turn Chip*



Gambar 2.11 *Half Turn Chip*

(Sumber Rusnaldy. Setiyana , B. 2006)

6. *Tight Chips*



Gambar 2.12 *Tight Chips*

(Sumber Rusnaldy. Setiyana , B. 2006)

2.6 ANOVA (*Analysis of Variance*)

Analysis of Variance (ANOVA) atau yang biasa disebut analisis ragam merupakan suatu metode untuk menguraikan keragaman total data sehingga menjadi suatu komponen - komponen yang mengukur berbagai keragaman. Dasar perhitungan dari ANOVA telah ditetapkan oleh Ronald A. Fisher. Secara aplikatif, ANOVA digunakan untuk menguji rata-rata dari dua atau lebih sampel atau kelompok berbeda secara signifikan atau tidak.

Sebelum menguji ANOVA suatu data, terlebih dahulu dilakukan tes *normality* yang merupakan syarat untuk melakukan analisis parametrik seperti independen sample t-test, regresi ataupun korelasi bivariate. Data harus berdistribusi secara normal agar dapat memenuhi syarat uji ANOVA, test ini menggunakan uji kolmogorov-Smirov menggunakan kriteria pengujian sebagai berikut.

- Signifikansi > 0.05 , artinya data berdistribusi normal.
- Signifikansi < 0.05 , artinya data tidak berdistribusi normal.

Prosedur pengolahan data dalam ANOVA yaitu untuk menguji perbedaan nilai rata-rata diantara dua atau lebih sample atau kelompok. Variabel bebas dapat mempengaruhi nilai rata - rata yang diuji. T-tes digunakan untuk mengetahui perbedaan mean dari dua atau lebih sample atau kelompok.

Uji ANOVA termasuk uji *parametric*, dimana terdapat hubungan antara variabel dependen terhadap variabel independen. Sehingga metode ini dapat digunakan untuk mengetahui hubungan yang terjadi antara parameter kecepatan putar, sudut potong dan gerak makan secara kuantitatif terhadap kekasaran permukaan benda kerja hasil proses bubut dengan mengetahui apakah variabel independen tersebut berpengaruh secara signifikan terhadap variabel dependennya atau tidak.

Untuk mengetahui apakah variabel terikat, variabel bebas atau keduanya dan regresi linier dari data yang diperoleh berdistribusi normal atau tidak maka dilakukan uji normalitas. Model regresi yang baik umumnya memiliki distribusi data yang normal, yang artinya jika grafik data yang diperoleh mengikuti arah garis diagonal.

Program komputer yang dapat digunakan untuk ANOVA antara lain adalah SPSS dan MINITAB. SPSS (*Statistical Product and Service Solution*) merupakan program untuk olah data statistik yang umum digunakan oleh para peneliti untuk berbagai keperluan riset. *Output* yang diperoleh pada umumnya adalah tingkat signifikan dari keterkaitan pengaruh antara variabel independen terhadap variabel dependen.

2.7 Penelitian Sebelumnya

Rusnaldy, Widodo, A., Iskandar, N. Fajar B. 2014. Dalam penelitiannya yang berjudul “**Proses Bubut Pada Berbagai Jenis Kayu Untuk Furniture**”. Mereka menggunakan Empat jenis kayu yang biasa digunakan di industri furniture digunakan sebagai material benda kerja, yaitu: jati, mahoni, nangka dan mangga. Material benda kerja diambil dari balok masing-masing kayu pada arah radial dan longitudinal (searah serat kayu) dengan ukuran benda kerja yaitu diameter 30 mm dan panjang 80 mm. Parameter proses bubut yang divariasikan adalah *feed rate*, yaitu 0,04; 0,08; 0,12 dan 0,16 mm/putaran. Sementara parameter proses yang lain

dibuat tetap, seperti spindle speed sebesar 540 rpm dan *depth of cut* sebesar 1 mm. Pahat bubut yang digunakan terbuat dari *high speed steel* (HSS). Setelah proses bubut dilakukan, kualitas hasilnya diukur dengan menggunakan alat ukur kekasaran permukaan. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan sample of cut sepanjang 2,5 mm. Untuk setiap permukaan hasil proses pemesinan dilakukan pengukuran sebanyak tiga kali. Sebagai data pendukung dilakukan pula pengukuran lingkaran tahun kayu, densitas kayu, *moisture content*, pengujian kekerasan, modulus elastisitas, dan pengujian tarik.

Berdasarkan hasil yang diperoleh dalam penelitian ini juga terlihat bahwa tidak ada kaitan yang signifikan antara sifat fisik dan mekanik kayu dengan karakteristik permukaan yang dihasilkan dari proses bubut.

Hadimi (2008) dalam penelitiannya yang berjudul “**Pengaruh Perubahan Kecepatan Pemakanan Terhadap Kekasaran Permukaan Pada Proses Pembubutan**”. Dalam penelitian ini beliau menggunakan metode eksperimen dengan 3 variabel, pertama variabel bebas yaitu kecepatan pemakanan, kedua variabel tergantung yaitu kekasaran permukaan benda uji dan ketiga variabel terkontrol yaitu diameter benda uji. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah besi pejal ST 37, pendingin shell Dromus B. Atan yang digunakan adalah mesin bubut (merk Pinacho, Mod.S-90/200), pahat bubut baja berkecepatan tinggi (HSS), *surface tester* (Hommel tester T1000). Benda uji yang digunakan memiliki diameter 30, 40, 50 dan 70 mm, dengan kecepatan pemakanan yaitu; 0.05, 0.069, 0.088, 0.125 dan 0.17 mm/putaran, dan dengan kedalaman pemakanan 0,25 mm, serta putaran mesin 950 rpm. Data hasil pengukuran nilai kekasaran permukaan dicatat dalam bentuk tabel untuk dilakukan perhitungan statistik menggunakan metode analisis varian satu arah berdasarkan data-data hasil pengujian. Hal ini bertujuan untuk mengetahui apakah ada pengaruh atau interaksi kecepatan pemakanan pada proses pembubutan terhadap nilai kekasaran permukaan benda uji tersebut.

Berdasarkan hasil penelitian ini menunjukkan bahwa adanya pengaruh yang signifikan terhadap nilai kekasaran. Hal ini menunjukkan bahwa kecepatan pemakanan, putaran dan diameter benda yang dibubut berpengaruh terhadap nilai kekasaran permukaan.

Lesmono I. Yunus. (2013). Dalam penelitiannya yang berjudul **“Pengaruh Jenis Pahat, Kecepatan Spindle, Dan Kedalaman Pemakanan Terhadap Tingkat Kekasaran Dan Kekerasan Permukaan Baja St. 42 Pada Proses Bubut Konvensional”**. Dalam penelitian ini terdapat 27 benda kerja yang digunakan dengan perlakuan berbeda dalam proses pengerjaannya, yaitu dengan variasi jenis pahat, kecepatan spindle dan kedalaman pemakanan. Dari semua 27 benda kerja tersebut ditentukan 3 titik untuk dilakukan uji kekasaran uji kekerasan pada masing – masing benda kerja. Dari hasil pengujian kemudian dilakukan analisis tabel.

Berdasarkan hasil dari penelitian ini adalah kekasaran permukaan baja terbaik atau terendah adalah $3,28 \mu\text{m}$ yang diperoleh dari jenis pahat (Bohler), Sedangkan kekerasan permukaan baja terbaik atau diperoleh dari jenis pahat (Jck).

Jonoadji, N. Dewanto, J. (1999). **“Pengaruh Parameter Potong dan Geometri Pahat Terhadap Kekasaran Permukaan Pada Proses Bubut”**. Dalam penelitiannya beliau melakukan percobaan untuk menganalisis pengaruh kecepatan potong, gerak pemakanan dan radius pahat terhadap kekasaran permukaan. Percobaan dilakukan berdasarkan desain eksperimen dan analisis regresi.

Berdasarkan penelitian ini didapatkan kesimpulan bahwa gerak makan merupakan faktor yang paling besar dan kecepatan potong yang paling kecil pengaruhnya. Gerak makan bertambah besar maka akan menaikkan nilai kekasaran aritmatik (R_a) sedangkan radius pahat (*nose radius*) dan kecepatan potong yang bertambah besar akan menurunkan nilai kekasaran aritmatik (R_a).

Rusnaldy, Setiyana, B. (2006) **Pengaruh Pemakanan (Feed) Terhadap Geometri Dan Kekerasan Chips Pada High Speed Machining Processes**. Penelitian ini meneliti pengaruh kedalaman pemakanan dengan geometri dan kekerasan *chips*, dimana proses pemesinan yang dilakukan dengan empat jenis benda kerja yang mempunyai kekuatan tarik yang berbeda-beda. *Chips* yang dihasilkan di ukur geometri dan kekerasannya.

Berdasarkan hasil uji yang diperoleh, semakin besar gerak makan akan mengakibatkan dimensi atau ukuran *chips* semakin besar dan akan menurunkan

mampu mesin dari benda kerja. Semakin besar gerak makan akan mengakibatkan kekerasan *chips* semakin besar. Dengan naiknya nilai kedalaman pemakanan maka akan menaikkan kekerasan *chips*. Selain itu sifat dan jenis dari material benda kerja sangat berpengaruh terhadap geometri *chips* yang dihasilkan.

2.8 Hipotesis

Berdasarkan tinjauan pustaka diatas dapat diambil hipotesis sebagai berikut :

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya juga terlihat bahwa kecepatan pemakanan, kecepatan putaran spindle dan diameter benda yang dibubut berpengaruh terhadap nilai kekasaran permukaan. Faktor yang paling berpengaruh adalah gerak makan. Gerak makan bertambah besar maka akan menaikkan nilai kekasaran (kasar atau halus) permukaan, sedangkan radius pahat (*nose radius*) dan kecepatan potong yang bertambah besar akan menurunkan nilai kekasaran.

Berdasarkan penelitian sebelumnya, didapatkan hasil bahwa morfologi tatal yang dihasilkan dipengaruhi oleh gerak makan. Besar pemakanan akan mengakibatkan dimensi *chips*/tatal semakin besar.

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

1.3.1 Studi Literatur

Penelitian tentang proses pemesian bubut kayu dilakukan dengan melakukan studi literatur pada jenis kayu jati, variasi kecepatan potong, sudut potong dan gerak makan untuk mengetahui seberapa pengaruh terhadap kekasaran permukaan pada hasil bubut kayu jati serta tentang morfologi tatal yang dihasilkan.

1.3.2 Konsultasi

Konsultasi dengan dosen pembimbing maupun dosen lainnya untuk mendapatkan petunjuk – petunjuk tentang proses bubut terutama kayu dan hasil tatalnya.

1.3.3 Eksperimental

Melakukan uji coba proses bubut dengan bahan kayu jati yang berguna untuk memperoleh data serta dilakukan analisa.

1.3.4 Analitik

Melakukan analisis terhadap hasil proses bubut pada bahan kayu jati agar diketahui kekasaran permukaan dan morfologi tatal yang dihasilkan.

3.2 Alat dan Bahan

1.1.1. Alat

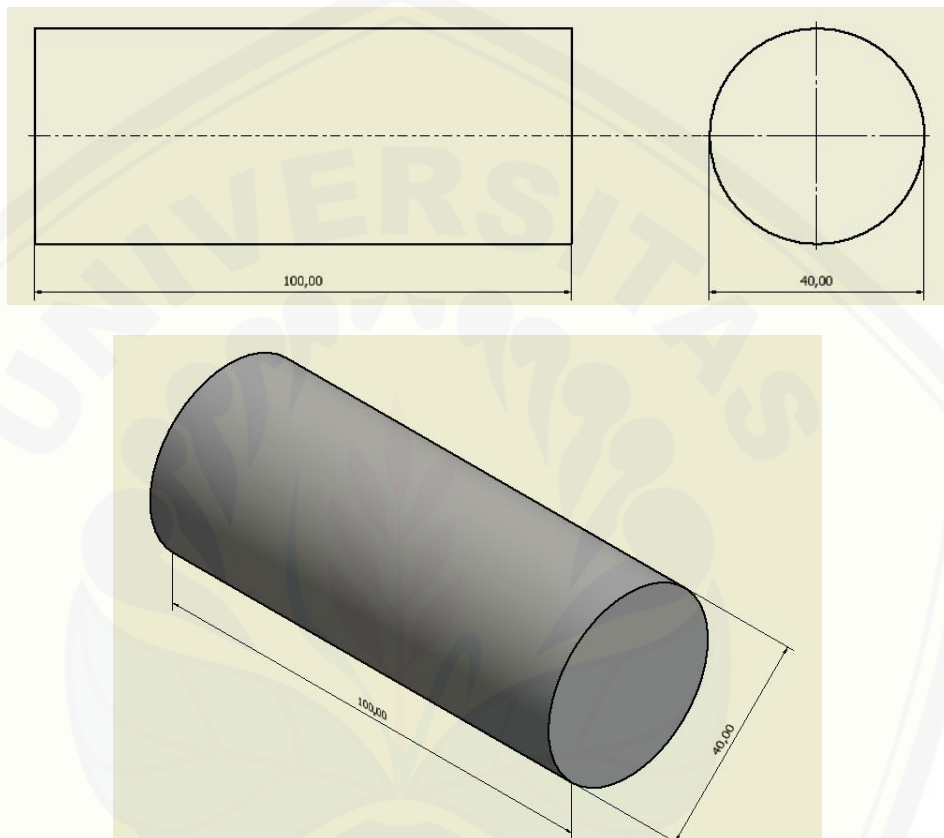
Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Mesin Bubut GUT C6236 x 1000
2. Pahat *High Speed Steel* (HSS)
3. Alat Ukur Kekasaran Permukaan (*Surface Roughness Tester*) TR 220
4. Mikroskop Optik Olympus BX41M
5. Mesin Coating Hitachi e-1045 *Ion Sputter*
6. Mesin *Scanning Electron Microscope* Hitachi TM3000 *Tabletop Microscope*

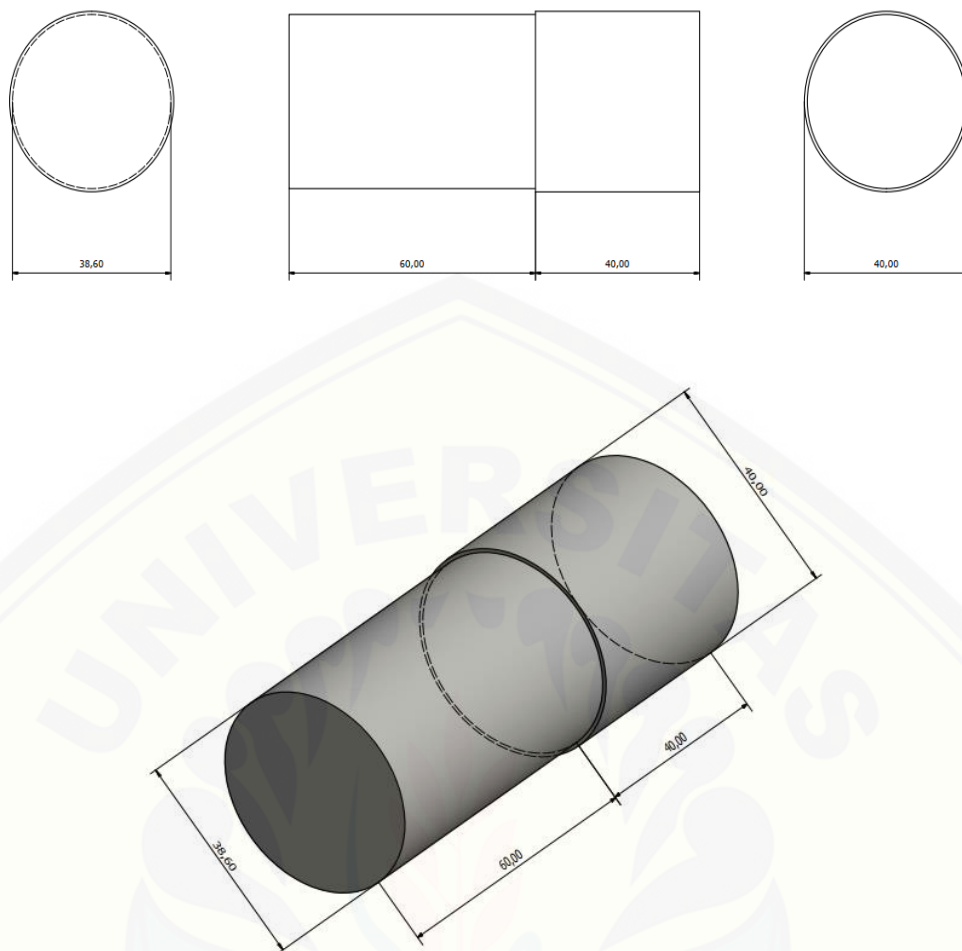
1.1.2. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Spesimen awal kayu jati dengan dimensi panjang 100 mm dan diameter 40 mm
2. Kaca dengan tebal 0,3 mm
3. Kertas Karbon



Gambar 3.1 Profil Awal Benda Kerja



Gambar 3.2 Profil Benda Kerja Setelah Proses Bubut

3.3 Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu dan tempat untuk melakukan penelitian ini sebagai berikut:

Waktu : Juli – Oktober 2020

Tempat : Laboratorium Kerja Logam Fakultas Teknik Universitas Jember

3.4 Variabel Penelitian

Variabel merupakan sesuatu yang menjadi fokus kajian dalam penelitian dan peneliti menetapkan variasi tertentu yang akan dipelajari atau diteliti sehingga didapat informasi dan dapat ditarik kesimpulan.

3.4.1 Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang ditentukan pada awal peneliti sebelum melakukan penelitian dan menjadi sebab dari timbulnya variabel terikat. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah:

1. Sudut potong

Sudut potong yang digunakan pada proses bubut adalah 30°, 45°, 60°.

2. Kecepatan potong

Kecepatan potong yang digunakan pada proses bubut adalah 12 mm/s, 15mm/s, dan 17 mm/s

3. Kecepatan putaran mesin

$$n_1 = \frac{1000 \cdot Cs}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 12}{3,14 \cdot 40} = 95 \text{ rpm, lalu disesuaikan dengan spesifikasi mesin menjadi 90 rpm.}$$

$$n_2 = \frac{1000 \cdot Cs}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 15}{3,14 \cdot 40} = 119 \text{ rpm, lalu disesuaikan dengan spesifikasi mesin menjadi 108 rpm.}$$

$$n_3 = \frac{1000 \cdot Cs}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 17}{3,14 \cdot 40} = 135 \text{ rpm, lalu disesuaikan dengan spesifikasi mesin menjadi 140 rpm.}$$

4. Gerak makan (*feed rate*)

Gerak makan (*feed rate*) yang digunakan pada proses bubut adalah 0,15 ; 0,30 ; 0,45 mm/putaran

5. Kedalaman potong (*Depth of cut*) 0,7 mm.

5.4.2 Variabel Terikat

Variabel terikat merupakan variabel yang menjadi akibat dari variabel bebas. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah kekasaran permukaan dan morfologi tatal yang terjadi setelah proses bubut.

3.5 Prosedur penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan langkah – langkah sebagai berikut:

3.5.1 Prosedur proses bubut

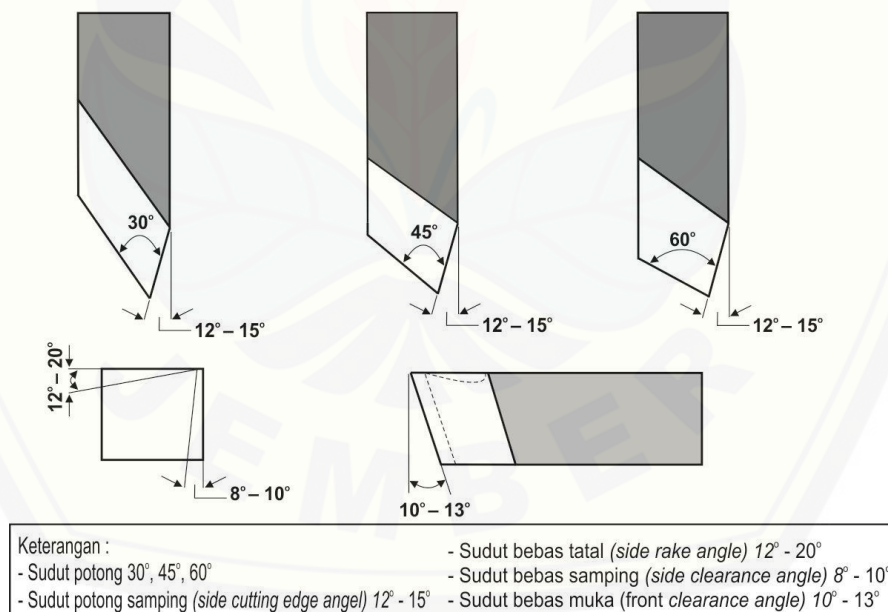
1. Mempersiapkan benda kerja kayu jati dengan ukuran panjang 100 mm dan diameter 40 mm
2. Mempersiapkan alat – alat dan perkakas pada mesin bubut.
3. Siapkan pahat HSS yang akan digunakan
4. Pasang benda kerja pada ragum mesin bubut lalu kencangkan
5. Pasang pahat HSS yang akan digunakan
6. Mengatur variabel bebas yang telah ditentukan

Dengan sudut potong 30° , 45° , 60° .

Kecepatan spindle mesin yang digunakan pada proses bubut adalah 90 rpm, 108 rpm, dan 140 rpm

Gerak makan (feed rate) yang digunakan pada proses bubut adalah 0,15 ; 0,30 ; 0,45 mm/putaran

7. Kedalaman potong (*Depth of cut*) 0,7 mm.



Gambar 3.3 Sudut Potong Pahat

8. Hidupkan mesin dan lakukan proses bubut dengan variabel yang telah ditentukan hingga proses bubut selesai pada benda kerja
9. Setelah proses selesai, matikan mesin dan kumpulkan Tatal yang dihasilkan untuk diteliti.

1.5.2 Prosedur pengambilan data kekasaran permukaan

1. Benda kerja yang telah mengalami proses bubut dibersihkan permukaannya dan pastikan tidak ada kotoran yang menempel
2. Siapkan alat *Surface Roughness Tester*
3. Lakukan uji kekasaran permukaan dengan alat *Surface Roughness Tester*
4. Catat hasil pengukurannya.

1.5.3 Proses pengambilan data morfologi Tatal

1. Pilih satu Tatal dari hasil proses bubut untuk dimounting menggunakan resin dan pengeras
2. Mengambil gambar morfologi Tatal dengan bantuan alat mikroskop optik
3. Analisa hasil gambar yang telah didapat

3.6 Penyimpanan Data

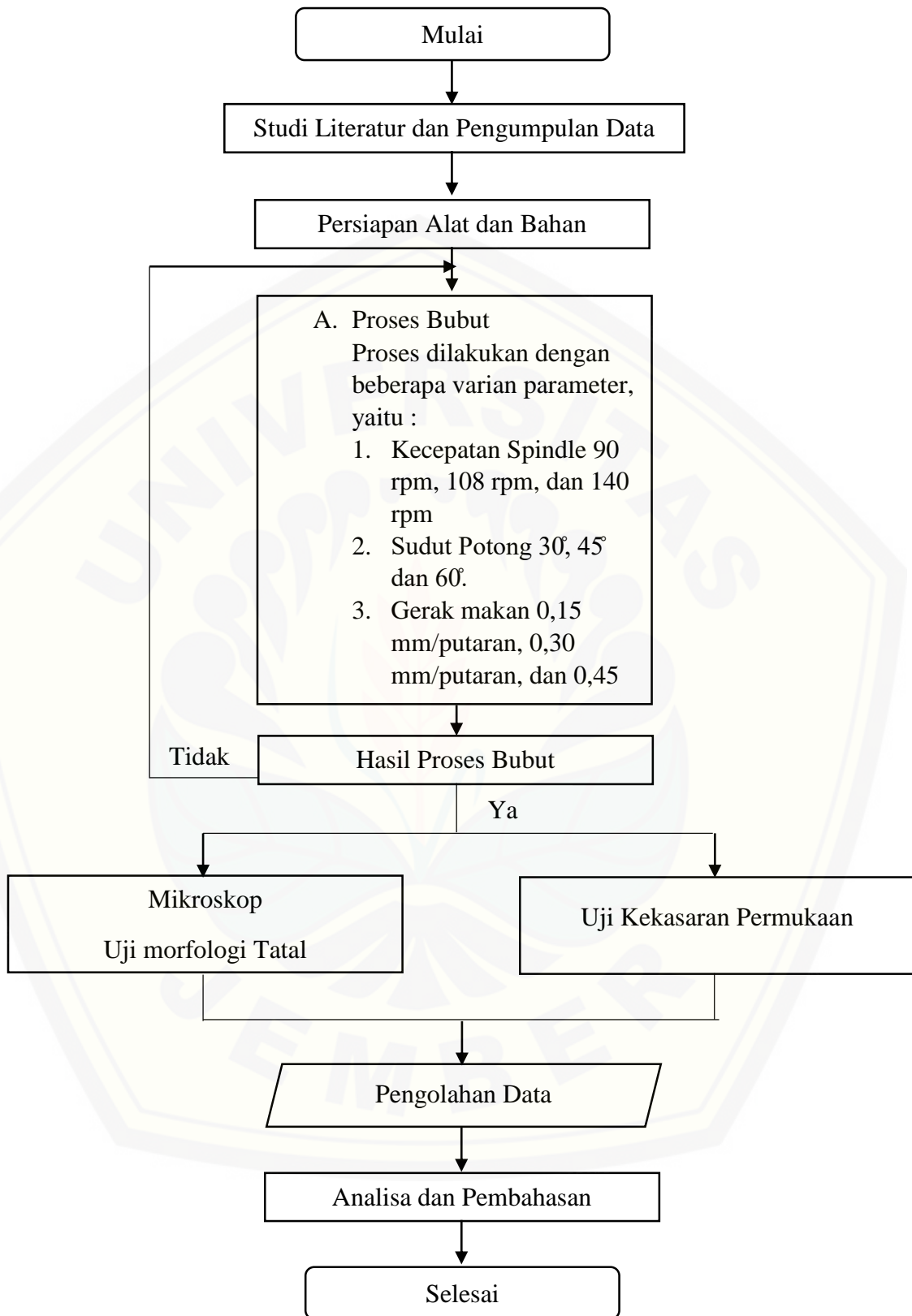
Pengambilan data dilakukan dengan melakukan percobaan dengan variasi perubahan sudut potong, gerak makan dan putarang spindle mesin untuk mendapatkan tujuan utama dari penelitian ini yaitu kekasaran permukaan dan tatal yang dihasilkan tiap variasi. Dari data yang diperoleh tiap percobaan akan disajikan dalam tabel sebagai berikut:

Tabel 3.1 Penyajian Data Kekasaran Permukaan

Putaran Spindle (rpm)	Sudut Potong	Gerak Makan (mm/putaran)	Kekasaran Permukaan (μm)		
90 rpm	30°	0,15			
		0,30			
		0,45			
	45°	0,15			
		0,30			
		0,45			
	60°	0,15			
		0,30			

		0,45			
108 rpm	30°	0,15			
		0,30			
		0,45			
	45°	0,15			
		0,30			
		0,45			
	60°	0,15			
		0,30			
		0,45			
140 rpm	30°	0,15			
		0,30			
		0,45			
	45°	0,15			
		0,30			
		0,45			
	60°	0,15			
		0,30			
		0,45			

3.7 Diagram Alir



Gambar 3.4 Diagram alir penelitian

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

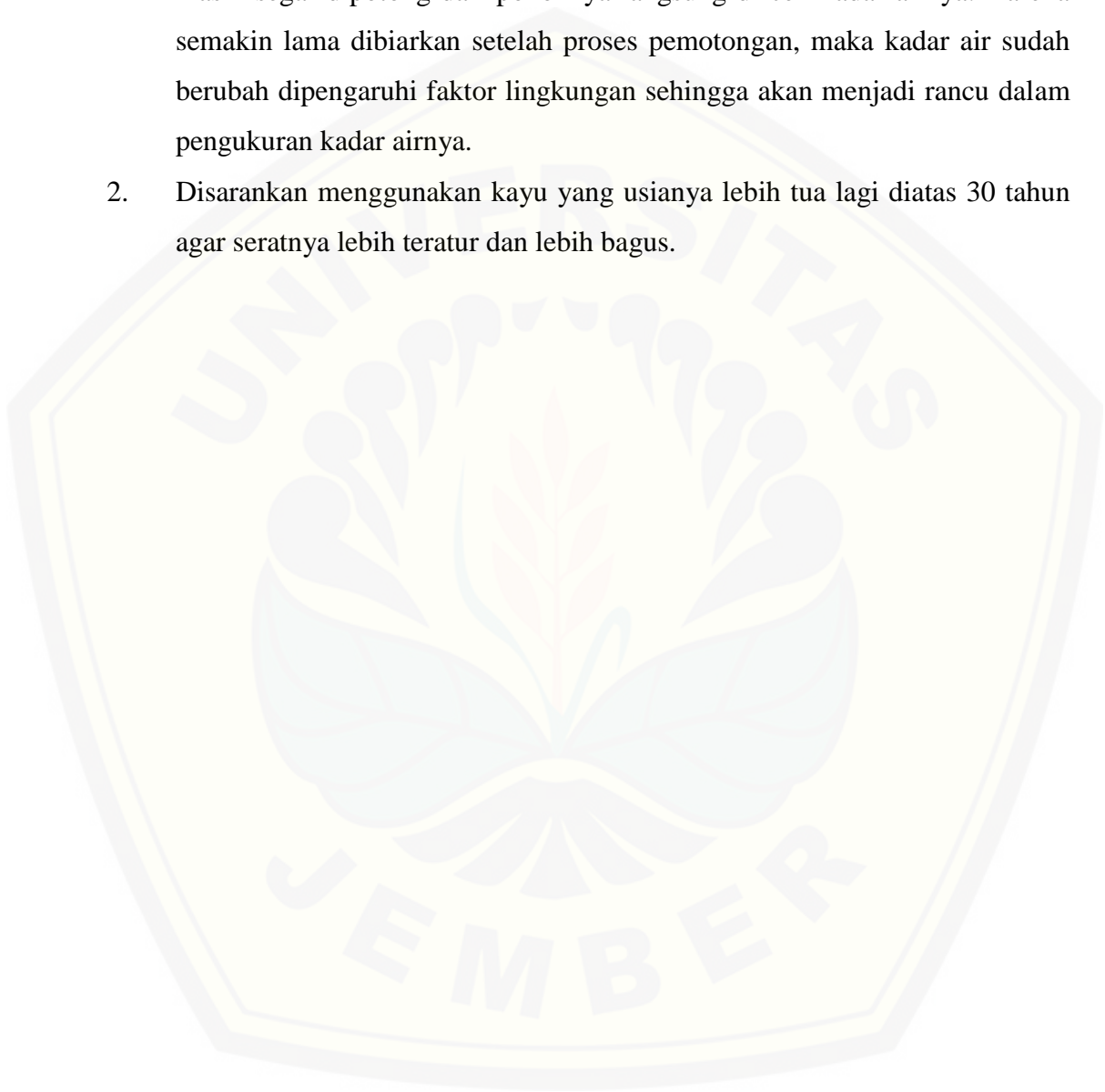
Dari hasil penelitian yang telah saya lakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Parameter pembubutan yang paling berpengaruh terhadap kekasaran permukaan adalah gerak makan.
2. Berdasarkan uji anova terlihat bahwa sudut potong dan gerak makan cukup berpengaruh terhadap hasil kekasaran permukaan kayu jati. Dimana nilai *significance* dari sudut potong adalah ($0.014 < 0.05$) dan nilai *significance* dari gerak makan adalah ($0.008 < 0.05$).
3. Kekasaran permukaan terbesar terjadi pada kecepatan putar spindle 108 rpm, sudut potong 60° dan gerak makan 0,45 mm/putaran sebesar 9,222 μm dan kekasaran permukaan terkecil terjadi pada kecepatan putar spindle 140 rpm, sudut potong 45° dan sudut potong 0,15 mm/putaran sebesar 3,248 μm .
4. Lebar tatal terbesar yaitu 1122,29 μm diperoleh dari hasil bubut dengan parameter kecepatan putar spindle 90 rpm, sudut potong 60° , gerak makan 0,30 mm/putaran. Dan lebar tatal terkecil yaitu 264,66 μm diperoleh dari hasil bubut dengan parameter kecepatan putar spindle 140 rpm, sudut potong 45° , gerak makan 0,15 mm/putaran.
5. Berdasarkan panjangnya tatal yang terbentuk yaitu *chips discontinuous* dan berdasarkan bentuknya termasuk *straight chips*.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka terdapat saran yang dapat peneliti sampaikan, antara lain :

1. Dilakukan terlebih dahulu uji kadar air terhadap kayu, usahakan kayu yang masih segar dipotong dari pohonnya langsung di cek kadar airnya. Karena semakin lama dibiarkan setelah proses pemotongan, maka kadar air sudah berubah dipengaruhi faktor lingkungan sehingga akan menjadi rancu dalam pengukuran kadar airnya.
2. Disarankan menggunakan kayu yang usianya lebih tua lagi diatas 30 tahun agar seratnya lebih teratur dan lebih bagus.



DAFTAR PUSTAKA

- Akay M E, Ridvanogullari A. 2020. Optimisation Of Machining Parameters Of Train Wheel For Shrink-Fit Application by Considering Surface Roughness and Chip Morphology Parameters. *Engineering Science and Technology an Internatioan Journal*. 23 : 1194 – 1207
- Asilturk I, Neseli S, Ince M P. 2016. Optimisation Of Parameters Affecting Surface Roughness of Co28Cr6Mo Medical Material During CNC Lathe Machining By Using The Taguchi and RSM Methods. *Journal Masurement*. 120 – 128
- Bal B C, Gundes Z. 2020. Surface Roughness of Medium-Density Fiberboard Processed With CNC Machine. *Journal Measurement*. 153 : 107421
- Budi, R. S. Dwipayana, H. 2019. Analisa Kekasaran Permukaan Material Aluminium Pada Proses Pembubutan Dengan Mesin Bubut Bv-20. *Jurnal Teknik*. 6 (2) 248 – 256.
- Dewangga S, P, F Nugraha, P. Dantes R. 2017. Pengaruh variasi kecepatan putaran mesin bubut terhadap keausan pada alat potong pahat hss tipe bohler mo 1/2x4. *Jurnal Jurusan Pendidikan Teknik Mesin*. 7 (1) : 1-10
- Farokhi1 M, Sumbodo W, Rusiyanto. 2017. Pengaruh kecepatan putar spindle (RPM) dan jenis sudut pahat pada proses pembubutan terhadap tingkat kekasaran benda kerja baja ems 45. *Jurnal Jurusan Pendidikan Teknik Mesin*. 15 (1) : 1-10
- Hadimi. 2008. Pengaruh Perubahan Kecepatan Pemakanan Terhadap Kekasaran Permukaan Pada Proses Pembubutan. *Jurnal Ilmiah Semesta Teknika*. 11 (1) : 18-28
- Hadjib N, Muslich M, Sumarni, G. 2014. Sifat fisis dan mekanis kayu jati super dan lokal dari beberapa daerah penanaman. *Penelitian Hasil Hutan*. 24(4) : 359-369.
- Hidayat R R, Sulistyio J. 2012. Sifat pemesinan kayu jati basah pada tiga kedudukan aksial dan kelas umur yang berbeda. *Skripsi*. Yogyakarta : Program Studi Teknik Mesin Universitas Gadjah Mada.

- Indra I B P, Aryana I M . 2018. Analisis terjadinya keausan pahat bubut high speed steel pada proses pembubutan aluminium, tembaga dan stainless steel. *Jurnal Logic*. 18 (1) : 1-5.
- Jonoadji, N. Dewanto, J. 1999. Pengaruh Parameter Potong dan Geometri Pahat Terhadap Kekasaran Permukaan Pada Proses Bubut. *Jurnal Teknik Mesin*. 1 (1) : 82 – 88.
- Karayel. 2009. Prediction and Control of Surface Roughness in CNC Lathe Using Artificial Neural Network. *Journal of Material Processing Technology*. 209 : 3125 – 3137
- Kementerian Pendidikan Dan Kebudayaan Republik Indonesia. 2013. *Teknik Pemesinan Bubut 1* . Jakarta : Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi. Bagian Hukum Kepegawaian.
- Kementerian Pendidikan Dan Kebudayaan Republik Indonesia. 2015. *Teknik Pemesinan Bubut 2* . Jakarta : Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi. Bagian Hukum Kepegawaian.
- Lesmono, I. Yunus. 2013. Pengaruh Jenis Pahat, Kecepatan Spindel, Dan Kedalaman Pemakanan Terhadap Tingkat Kekasaran Dan Kekerasan Permukaan Baja St. 42 Pada Proses Bubut Konvensional. *Jurnal Teknik Mesin*. 1 (3) : 48 – 55.
- Rianawati H, Siswadi, dan Setyowati R .2015. Perbedaan sifat pemesinan kayu timo (*Timonius sericeus* (Desf) K. Schum.) Dan kabesak (*Acacia leucophloea* (Roxb.) Willd.) Dari Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*. 4 (2) : 185-192.
- Rochim, Taufiq. 1993. Teori & Teknologi Proses Pemesinan. Bandung. ITB
- Rusnaldy, Widodo, A., Iskandar , N. Fajar B. 2014. Proses bubut pada berbagai jenis kayu untuk furnitur. *Jurnal Energi Dan Manufaktur*. 7 (2) : 119-224.
- Rusnaldy. Setiyana B. 2006. Pengaruh pemakanan (feed) terhadap geometri dan kekerasan geram pada high speed machining processes. *Rotasi*. 8 (1) : 1-6
- Tank K, Shetty N, Panchal G, Tukrel A. 2017. Optimizing of Turning Parameters for the Finest Surface Roughness Characteristic Using Desirability Function Analysis Coupled with Fuzzy Methodology and ANOVA. *Material Today Proceeding*. 5 : 13015 – 13024

LAMPIRAN

A. LAMPIRAN PENGAMBILAN DATA

A.1 Pengambilan Data

1. Alat yang digunakan dalam pengambilan data



Gambar A. 1 Mesin Bubut



Gambar A. 2 Mikroskop Optik Olympus



Gambar A. 3 Mesin Uji Kekasaran Permukaan (*Roughness Tester TR220*)



Gambar A.4 Mesin Hitachi *Scanning Electron Microscope TM 3000*



Gambar A.5 Mesin Hitachi e-1045 *Ion Sputter*

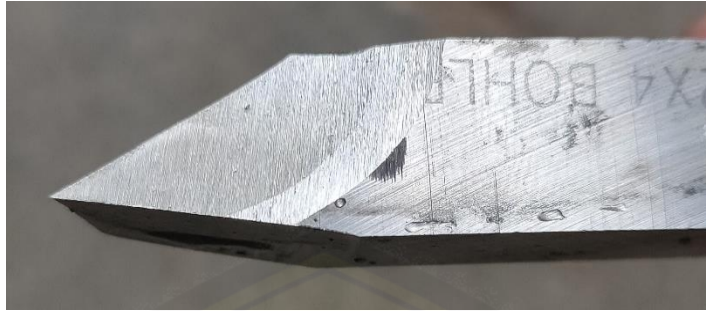


Gambar A.6 Kaca tebal 0,3 mm



Gambar A.7 Kertas Karbon

2. Pahat



Gambar A. 4 Sudut Potong Pahat 30°



Gambar A. 5 Sudut Potong Pahat 45°



Gambar A. 6 Sudut Potong Pahat 60°

3. Benda Kerja



Gambar B. 1 Kayu Jati dengan Variasi Kecepatan Putar Spindle 90 rpm dengan beberapa variasi sudut potong dan gerak makan.



Gambar B. 2 Kayu Jati dengan Variasi Kecepatan Putar Spindle 108 rpm dengan beberapa variasi sudut potong dan gerak makan.



Gambar B. 3 Kayu Jati dengan Variasi Kecepatan Putar Spindle 140 rpm dengan beberapa variasi sudut potong dan gerak makan.

B. LAMPIRAN HASIL PENGAMATAN DATA**B.1 HASIL TATAL PROSES BUBUT**

Gambar B. 4 Tatal Kayu Jati yang diperoleh dari Proses Bubut Variasi Kecepatan Putar Spindle 90 rpm dengan beberapa variasi sudut potong dan gerak makan.

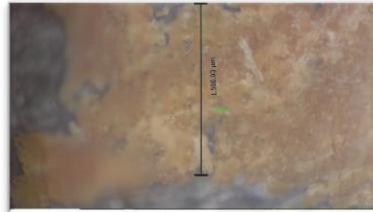


Gambar B. 5 Tatal Kayu Jati yang diperoleh dari Proses Bubut Variasi Kecepatan Putar Spindle 108 rpm dengan beberapa variasi sudut potong dan gerak makan.

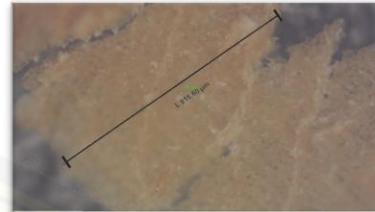


Gambar B. 6 Tatal Kayu Jati yang diperoleh dari Proses Bubut Variasi Kecepatan Putar Spindle 140 rpm dengan beberapa variasi sudut potong dan gerak makan.

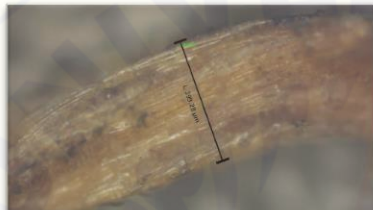
B.2 HASIL UJI MIKROSKOP



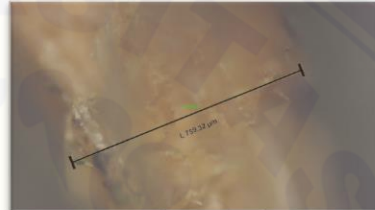
Keterangan
 Kecepatan putar spindle : 90 rpm
 Sudut potong : 30°
 Gerak makan : 0,30 mm/put
 Pembesaran mikroskop : 100x
 Ukuran tatal : 586,03 μm



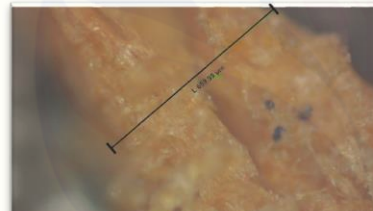
Keterangan
 Kecepatan putar spindle : 90 rpm
 Sudut potong : 30°
 Gerak makan : 0,15 mm/put
 Pembesaran mikroskop : 100x
 Ukuran tatal : 815,60 μm



Keterangan
 Kecepatan putar spindle : 140 rpm
 Sudut potong : 60°
 Gerak makan : 0,45 mm/put
 Pembesaran mikroskop : 100x
 Ukuran tatal : 399,28 μm



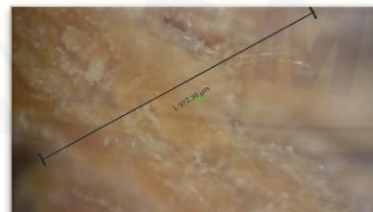
Keterangan
 Kecepatan putar spindle : 140 rpm
 Sudut potong : 60°
 Gerak makan : 0,30 mm/put
 Pembesaran mikroskop : 100x
 Ukuran tatal : 759,32 μm



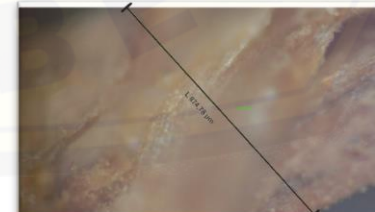
Keterangan
 Kecepatan putar spindle : 140 rpm
 Sudut potong : 45°
 Gerak makan : 0,45 mm/put
 Pembesaran mikroskop : 100x
 Ukuran tatal : 659,98 μm



Keterangan
 Kecepatan putar spindle : 140 rpm
 Sudut potong : 45°
 Gerak makan : 0,30 mm/put
 Pembesaran mikroskop : 100x
 Ukuran tatal : 803,34 μm



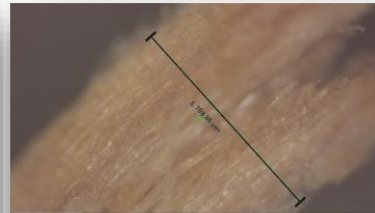
Keterangan
 Kecepatan putar spindle : 140 rpm
 Sudut potong : 30°
 Gerak makan : 0,45 mm/put
 Pembesaran mikroskop : 100x
 Ukuran tatal : 972,30 μm



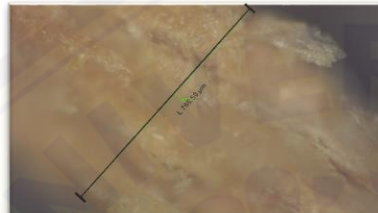
Keterangan
 Kecepatan putar spindle : 140 rpm
 Sudut potong : 30°
 Gerak makan : 0,30 mm/put
 Pembesaran mikroskop : 100x
 Ukuran tatal : 874,78 μm



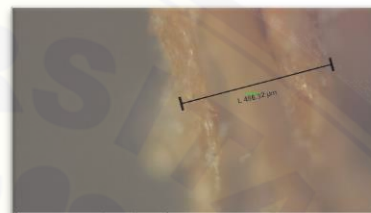
Keterangan
 Kecepatan putar spindle : 140 rpm
 Sudut potong : 45
 Gerak makan : 0,15 mm/put
 Pembesaran mikroskop : 100x
 Ukuran total : 264,66 μm



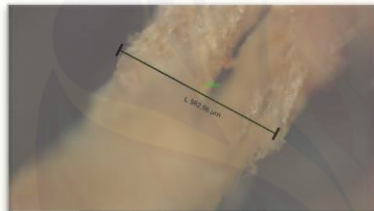
Keterangan
 Kecepatan putar spindle : 140 rpm
 Sudut potong : 60
 Gerak makan : 0,15 mm/put
 Pembesaran mikroskop : 100x
 Ukuran total : 708,86 μm



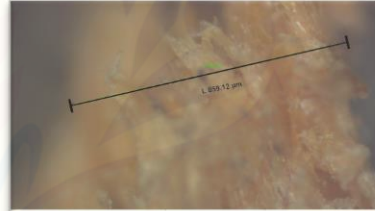
Keterangan
 Kecepatan putar spindle : 140 rpm
 Sudut potong : 30°
 Gerak makan : 0,15 mm/put
 Pembesaran mikroskop : 100x
 Ukuran total : 785,50 μm



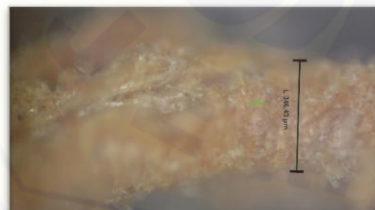
Keterangan
 Kecepatan putar spindle : 108 rpm
 Sudut potong : 60°
 Gerak makan : 0,45 mm/put
 Pembesaran mikroskop : 100x
 Ukuran total : 486,32 μm



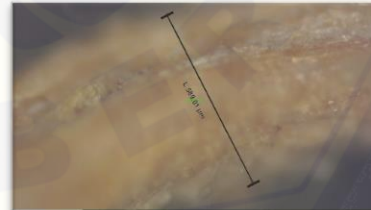
Keterangan
 Kecepatan putar spindle : 108 rpm
 Sudut potong : 60°
 Gerak makan : 0,15 mm/put
 Pembesaran mikroskop : 100x
 Ukuran total : 582,06 μm



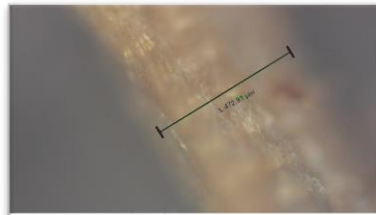
Keterangan
 Kecepatan putar spindle : 108 rpm
 Sudut potong : 45°
 Gerak makan : 0,45 mm/put
 Pembesaran mikroskop : 100x
 Ukuran total : 859,12 μm



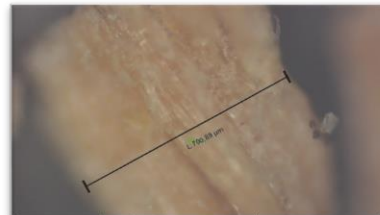
Keterangan
 Kecepatan putar spindle : 108 rpm
 Sudut potong : 45°
 Gerak makan : 0,30 mm/put
 Pembesaran mikroskop : 100x
 Ukuran total : 346,43 μm



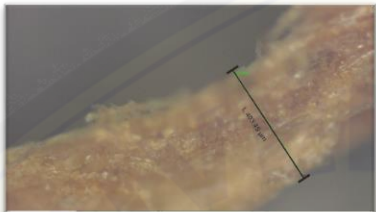
Keterangan
 Kecepatan putar spindle : 108 rpm
 Sudut potong : 45°
 Gerak makan : 0,15 mm/put
 Pembesaran mikroskop : 100x
 Ukuran total : 589,01 μm



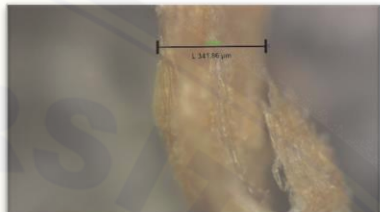
Keterangan
 Kecepatan putar spindle : 108 rpm
 Sudut potong : 30°
 Gerak makan : 0,45 mm/put
 Pembesaran mikroskop : 100x
 Ukuran total : 472,91 μm



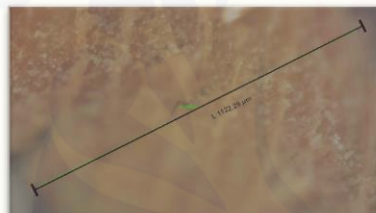
Keterangan
 Kecepatan putar spindle : 108 rpm
 Sudut potong : 30°
 Gerak makan : 0,30 mm/put
 Pembesaran mikroskop : 100x
 Ukuran total : 700,89 μm



Keterangan
 Kecepatan putar spindle : 108 rpm
 Sudut potong : 30°
 Gerak makan : 0,15 mm/put
 Pembesaran mikroskop : 100x
 Ukuran total : 403,49 μm



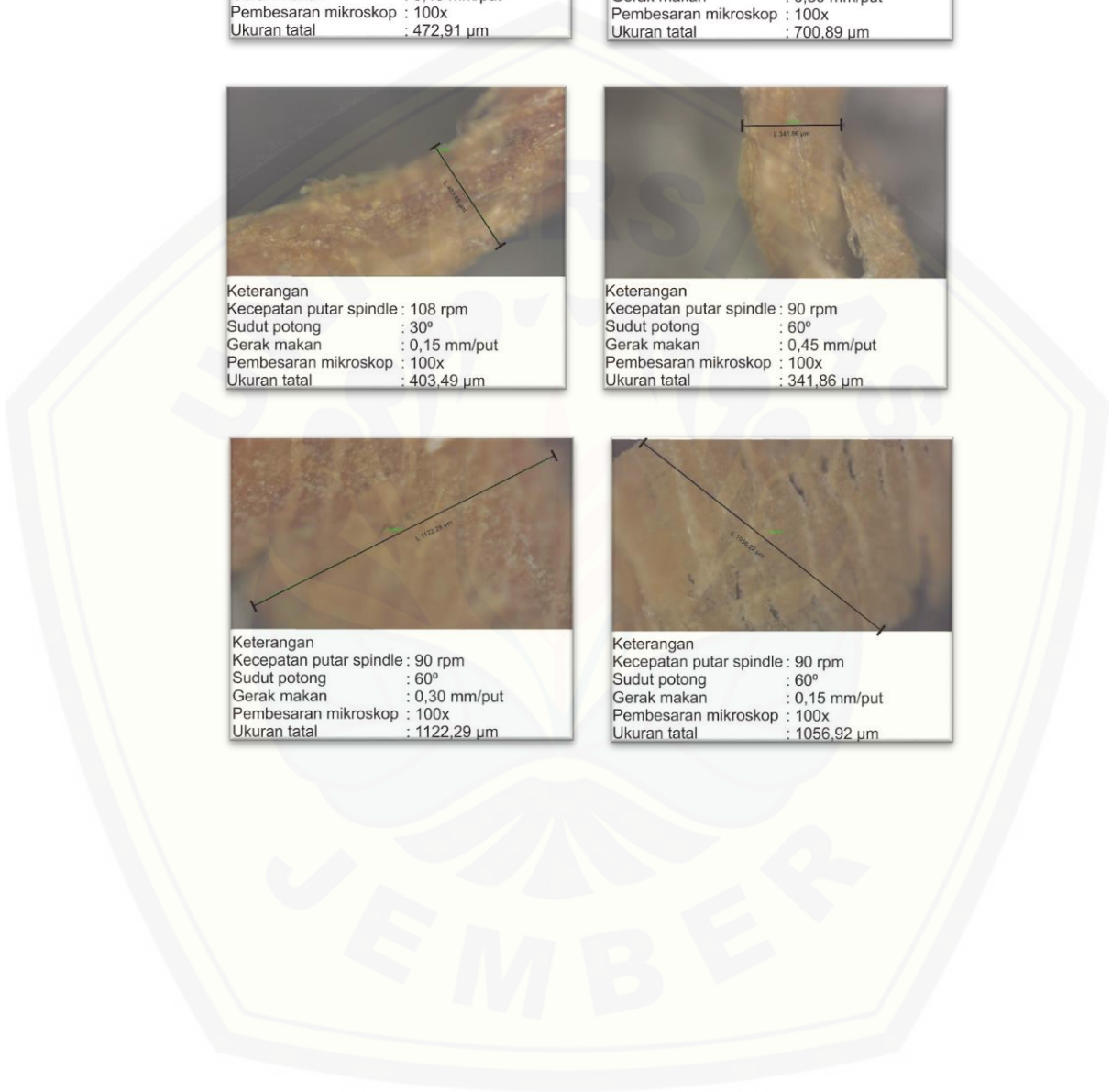
Keterangan
 Kecepatan putar spindle : 90 rpm
 Sudut potong : 60°
 Gerak makan : 0,45 mm/put
 Pembesaran mikroskop : 100x
 Ukuran total : 341,86 μm

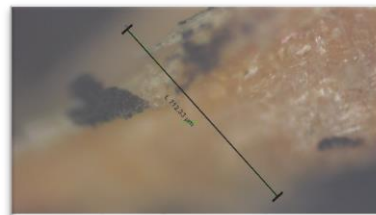


Keterangan
 Kecepatan putar spindle : 90 rpm
 Sudut potong : 60°
 Gerak makan : 0,30 mm/put
 Pembesaran mikroskop : 100x
 Ukuran total : 1122,29 μm

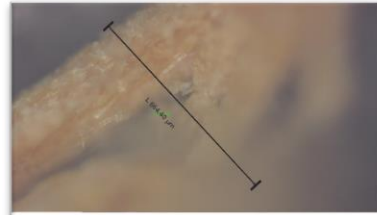


Keterangan
 Kecepatan putar spindle : 90 rpm
 Sudut potong : 60°
 Gerak makan : 0,15 mm/put
 Pembesaran mikroskop : 100x
 Ukuran total : 1056,92 μm

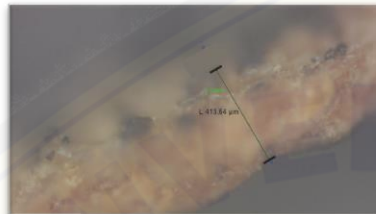




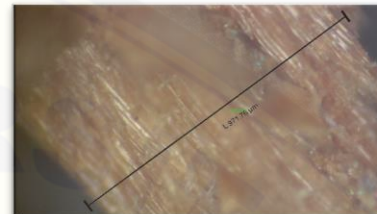
Keterangan
 Kecepatan putar spindle : 90 rpm
 Sudut potong : 45°
 Gerak makan : 0,45 mm/put
 Pembesaran mikroskop : 100x
 Ukuran total : 712,33 μm



Keterangan
 Kecepatan putar spindle : 90 rpm
 Sudut potong : 45°
 Gerak makan : 0,30 mm/put
 Pembesaran mikroskop : 100x
 Ukuran total : 664,40 μm









Keterangan
 Kecepatan putar spindle : 90 rpm
 Sudut potong : 45°
 Gerak makan : 0,15 mm/put
 Pembesaran mikroskop : 100x
 Ukuran total : 413,64 μm










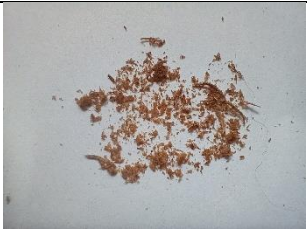



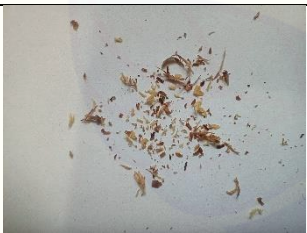


Keterangan
 Kecepatan putar spindle : 90 rpm
 Sudut potong : 30°
 Gerak makan : 0,45 mm/put
 Pembesaran mikroskop : 100x
 Ukuran total : 971,76 μm




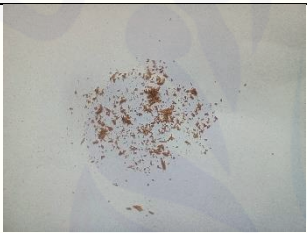


Gambar B.7 Hasil Uji Mikroskop


B.3 Bentuk Tatal

	Kecepatan putar : 90 rpm Sudut potong : 30° Gerak makan : 0,15 mm/putaran
	Kecepatan putar : 90 rpm Sudut potong : 30° Gerak makan : 0,30 mm/putaran
	Kecepatan putar : 90 rpm Sudut potong : 30° Gerak makan : 0,45 mm/putaran
	Kecepatan putar : 90 rpm Sudut potong : 45° Gerak makan : 0,15 mm/putaran
	Kecepatan putar : 90 rpm Sudut potong : 45° Gerak makan : 0,30 mm/putaran
	Kecepatan putar : 90 rpm Sudut potong : 45° Gerak makan : 0,45 mm/putaran

	Kecepatan putar Sudut potong Gerak makan	: : :	90 rpm 60° 0,15 mm/putaran
	Kecepatan putar Sudut potong Gerak makan	: : :	90 rpm 60° 0,30 mm/putaran
	Kecepatan putar Sudut potong Gerak makan	: : :	90 rpm 60° 0,45 mm/putaran
	Kecepatan putar Sudut potong Gerak makan	: : :	108 rpm 30° 0,15 mm/putaran
	Kecepatan putar Sudut potong Gerak makan	: : :	108 rpm 30° 0,30 mm/putaran
	Kecepatan putar Sudut potong Gerak makan	: : :	108 rpm 30° 0,45 mm/putaran
	Kecepatan putar Sudut potong Gerak makan	: : :	108 rpm 45° 0,15 mm/putaran

	Kecepatan putar : 108 rpm Sudut potong : 45° Gerak makan : 0,30 mm/putaran
	Kecepatan putar : 108 rpm Sudut potong : 45° Gerak makan : 0,45 mm/putaran
	Kecepatan putar : 108 rpm Sudut potong : 60° Gerak makan : 0,15 mm/putaran
	Kecepatan putar : 108 rpm Sudut potong : 60° Gerak makan : 0,30 mm/putaran
	Kecepatan putar : 108 rpm Sudut potong : 60° Gerak makan : 0,45 mm/putaran
	Kecepatan putar : 140 rpm Sudut potong : 30° Gerak makan : 0,15 mm/putaran
	Kecepatan putar : 140 rpm Sudut potong : 30° Gerak makan : 0,30 mm/putaran

	Kecepatan putar : 140 rpm Sudut potong : 30° Gerak makan : 0,45 mm/putaran
	Kecepatan putar : 140 rpm Sudut potong : 45° Gerak makan : 0,15 mm/putaran
	Kecepatan putar : 140 rpm Sudut potong : 45° Gerak makan : 0,30 mm/putaran
	Kecepatan putar : 140 rpm Sudut potong : 45° Gerak makan : 0,45 mm/putaran
	Kecepatan putar : 140 rpm Sudut potong : 60° Gerak makan : 0,15 mm/putaran
	Kecepatan putar : 140 rpm Sudut potong : 60° Gerak makan : 0,30 mm/putaran

	Kecepatan putar	:	140 rpm
	Sudut potong	:	60°
	Gerak makan	:	0,45 mm/putaran

B.8 Gambar Total

C. LAMPIRAN HASIL ANALISA

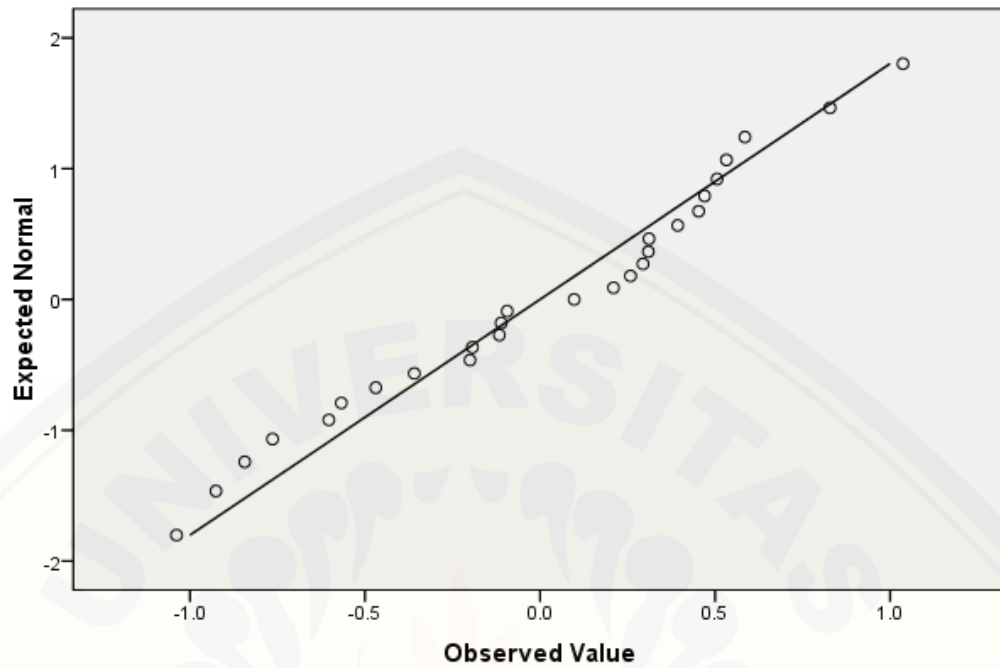
C.1 ANALISA ANOVA

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Standardized Residual for Kekasaran	.129	27	.200*	.966	27	.503

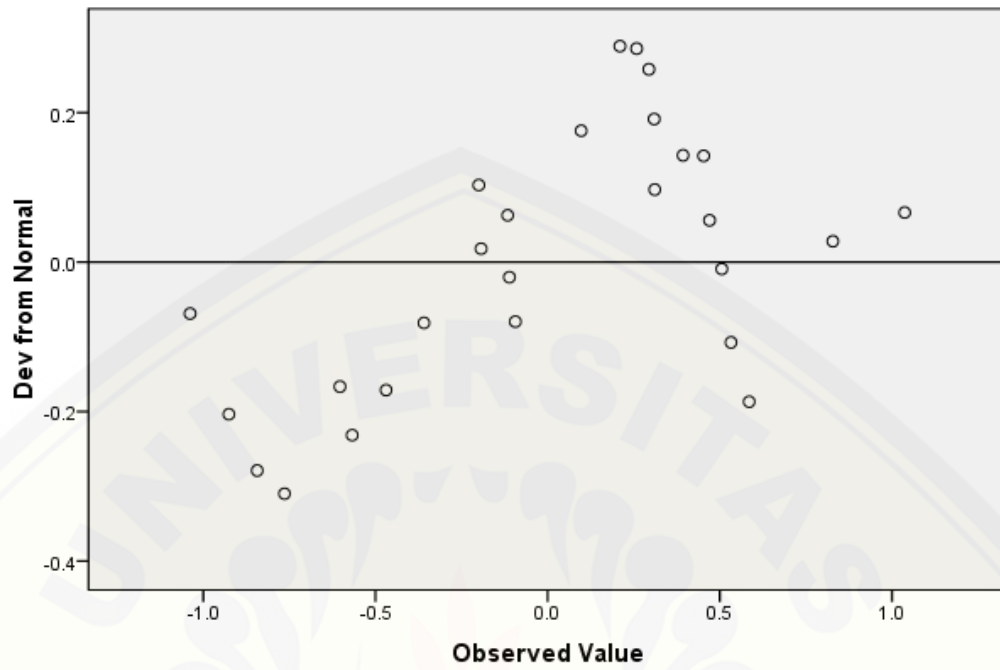
Tabel C.1 Data hasil tes normality

Normal Q-Q Plot of Standardized Residual for Kekasaran



Gambar C.1 Data hasil tes Ujinormalitas

Detrended Normal Q-Q Plot of Standardized Residual for Kekasaran



Gambar C.2 Hasil Uji Homogen

Tests of Between-Subjects Effects

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	55.881 ^a	18	3.104	3.191	.049	.878
Intercept	784.849	1	784.849	806.728	.000	.990
Kecepatan	1.033	2	.516	.531	.607	.117
Sudut	15.036	2	7.518	7.728	.014	.659
Gerak	18.487	2	9.243	9.501	.008	.704
Kecepatan * Sudut	10.955	4	2.739	2.815	.099	.585
Kecepatan * Gerak	.664	4	.166	.171	.947	.079
Sudut * Gerak	9.705	4	2.426	2.494	.126	.555
Error	7.783	8	.973			
Total	848.512	27				
Corrected Total	63.664	26				

Tabel C.2 Data hasil analisis Anova