

## ANALISA PENGARUH PENGAMPELASAN TERHADAP PERMUKAAN KAYU KULIM (*SCORODOCARPUS BORNEENSIS BAILLON BEEC*) DENGAN MENGGUNAKAN *RESPONE SURFACE METHODOLOGY*

Asmaun

Dosen Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tamansiswa Palembang  
email: ir.asmaun@yahoo.com

### ABSTRAK

Kayu Kulim (*Scorodocarpus Borneensis Baillon Beec*) merupakan jenis tanaman lokal yang terdapat didaerah pulau Sumatera dan Kalimantan yang diambil sebagai bahan untuk penelitian dalam menganalisa pengaruh dari proses pemesinan dalam hal pengampelasan pada permukaan kayu Kulim (*Scorodocarpus Borneensis Baillon Beec*) dengan menggunakan *response surface methodology*. Kajian ini dibatasi pada pengaruh laju pemakanan dan ukuran grit amplas yang digunakan untuk mendapatkan nilai- nilai berupa parameter kekasaran  $R_a$ ,  $R_q$  dan  $R_k$ . Dengan menggunakan *Central Composite Design* (CCD), yang dilakukan 13 kali pengujian dengan 5 kali pengulangan dititik pusatnya. Proses pengampelasan sendiri dilakukan dengan menggunakan mesin frais yang sudah dimodifikasi dengan penambahan motor listrik sebagai penambah kecepatan putarnya. Data hasil pengujian dianalisa dengan menggunakan bantuan software *Design Expert 9.0* dan didapatkan bahwa laju pemakanan memberikan pengaruh positif pada nilai kekasaran  $R_a$ ,  $R_q$  dan  $R_k$ . Dimana semakin besar laju pemakanan, maka kekasaran permukaan yang dihasilkan akan semakin kasar. Sedangkan pengaruh ukuran grit amplas yang digunakan menunjukkan pengaruh negative. Sehingga semakin besar ukuran grit amplas yang digunakan, maka kekasaran permukaan yang dihasilkan akan semakin halus.

Kata kunci: Kayu Kulim, Pengampelasan, laju pemakanan, ukuran grit dan kekasaran permukaan.

### 1. PENDAHULUAN

Pemesinan kayu adalah salah satu bagian dari proses pengolahan bahan dari kayu yang saat ini sangat penting dalam pembuatan komponen-komponen furniture maupun meubel serta produk-produk lainnya. Untuk menghasilkan komponen dengan bagian permukaan yang halus dan indah, sehingga memberikan bentuk dan dimensi yang berkualitas terhadap kekasaran pada bagian permukaan. Kualitas kekasaran permukaan benda kerja juga dapat dipengaruhi baik oleh variasi kecepatan pemakanan, maupun kecepatan putaran spindle serta amplas yang digunakan dari jenis grit yang berbeda.

Faktor lain juga ikut menentukan mutu pemesinan khususnya pengampelasan yang berkaitan dengan pemakaian peralatan yaitu sudut pemotongan, kecepatan potong dan kedalaman pemakanan serta kecepatan potong yang harus disesuaikan dengan karakteristik kayu.

#### 1.1. Latar Belakang.

Kayu Kulim disebut dalam bahasa latin (*Scorodocarpus Borneensis Baillon Beec*) adalah salah satu jenis kayu yang termasuk dalam keluarga Olacaceae, dimana kayu Kulim ini merupakan hasil hutan dari sumber kekayaan alam Indonesia yang tumbuh pada tanah kering liat atau berpasir terdapat didaerah dengan ketinggian 300 meter diatas permukaan laut pada daerah hujan tropis seperti Kalimantan dan Sumatera.

Arah pengampelasan dibagi tiga sumbu utama kayu terhadap arah urat kayu, yaitu sejajar dengan urat kayu atau arah longitudinal, tegak lurus dengan arah urat kayu atau arah radial, dan searah keliling dari permukaan kulit kayu atau arah tangensial. Permukaan yang diampelas haruslah permukaan yang benar- benar rata serta ukuran grit yang digunakan didalam proses pengampelasan. Pengampelasan menghasilkan ketidakraturan yang relative kecil dan sangat cocok dikelompokkan berdasarkan kekasaran permukaannya (Davim,2011).

Kekasaran permukaan kayu dapat dikelompokkan berdasarkan tiga parameter utama yaitu kekasaran (*roughness*), gelombang (*waviness*), dan kesalahan (*error*) dalam bentuk geometris yang termasuk dalam data profil suatu permukaan rata secara pengukuran (Davim,2011). Kekasaran adalah pengukuran ketidakaturan pada sebuah permukaan. Luasan dan bentuk dari ketidakaturan dari sebuah permukaan menghasilkan kualitas permukaan dari sebuah produk (Nemli *et al.*, 2007;Magoss., 2008).

Menurut Hendarto *et al* (2006), metode tradisional untuk mengukur kekasaran permukaan dan kualitas meliputi visual dan pendekatan tactile. Ada bermacam-macam peralatan yang dipergunakan untuk mengukur tekstur permukaan yang termasuk profilometer jarum,optikal,ultrasonic,sinar optic dan analisa gambar dengan menggunakan kamera video.

Kualitas permukaan produk dengan bahan kayu ditandai dengan penyimpangan permukaan atau kekasaran permukaan , untuk mengevaluasi kinerja pemesinan dan mendapatkan kekasaran pada saat proses pemesinan permukaan kayu. Meskipun parameter ( $R_a$ ,  $R_q$ ,  $R_k$ ) yang digunakan dalam penelitian adalah kekasaran total dan efek yang kurang berarti pada jenis kayu tertentu selama operasi pengampelasan dengan ukuran grit tinggi yang mengandung abrasive halus sehingga menghasilkan permukaan pengampelasan yang halus.(Hendarto *et al*, 2006).

Tan *et al* (2012) menggunakan empat parameter kekasaran ( $R_a$ ,  $R_q$ ,  $R_k$ , dan  $R_{ap}$ ) analisa data dengan cara melihat pengaruh parameter kekasaran dengan menggunakan metode ANOVA, sedangkan Su *et al*, (2012) hanya menghitung nilai  $R_a$ . Data data yang didapat kemudian dianalisa menggunakan analisa variasi (ANOVA) Beberapa parameter kekasaran yang sering digunakan yaitu kekasaran rata-rata,  $R_a$  dan ketinggian rata-rata puncak ke lembah (*peak to valley*).

## 1.2. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan seberapa besar nilai dan pengaruh proses pengampelasan (*sanding*) pada permukaan kayu Kulim (*Scorodocarpus Borneensis Baillon Becc*) berdasarkan kombinasi variable-variabel dan pengaruh laju pemakanan (*feeding speed*) 17, 26, dan 37 m/detik dengan kedalaman pemakanan 1,5 mm dan ukuran grit ampelas yang digunakan 120, 180 dan 240 dengan kecepatan putaran 2500 rpm. Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai referensi atau bahan pertimbangan dalam proses pengampelasan (*sanding*) dan proses penyelesaian (*finishing*) dari kekasaran permukaan kayu Kulim (*Scorodocarpus Borneensis Baillon Becc*). serta turut berkontribusi dalam pengembangan data pemesinan kayu.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 1.2. Kayu Kulim.

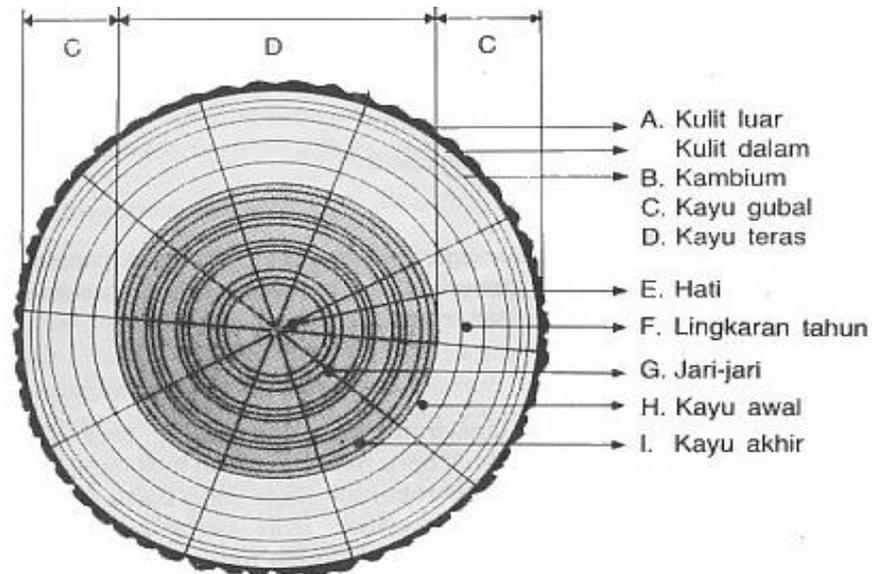
Kayu Kulim disebut dalam bahasa latin (*Scorodocarpus Borneensis Baillon Becc*) adalah salah satu jenis kayu yang termasuk dalam keluarga Olacaceae, dimana kayu Kulim ini merupakan hasil hutan dari sumber kekayaan alam Indonesia yang tumbuh pada tanah kering liat atau berpasir yang terdapat didaerah dengan ketinggian 300 meter diatas permukaan laut pada daerah hujan tropis seperti Kalimantan dan Sumatera.

Kayu Kulim (*Scorodocarpus Borneensis Baillon Becc*) menurut Departemen kehutanan kayu ini tergolong jenis kayu berat sampai sedang yang tumbuh di hutan hujan tropis didaerah (*original of wood*) Kalimantan dan Sumatera. Menurut data dari Peraturan Konstruksi Indonesia (1961) Kayu Kulim termasuk dalam kelas awet I dan kelas kuat I-II dengan berat jenis (*specific gravity*) kayu kering udara maksimum 1,08  $\text{gr/cm}^3$  dan minimum 0,73  $\text{gr/cm}^3$  dan rata rata 0,94  $\text{gr/cm}^3$  dengan besar batang berdiameter 60 cm, tinggi 30 m, dan mempunyai panjang cabang 20 m serta tumbuh tumbuhan ini hidup ditanah kering liat berpasir dengan corak warna kulit luar berwarna kelabu coklat atau merah coklat, beralur dangkal dan mengelupas banyak kecil kecil dan tipis, tekstur kayu, arah serat berpadu dan bergelombang serta permukaan kayu licin dan daya retak tinggi. Bentuk inti dan serat kayu, warna rasa dan bau dapat dibedakan sebagai karakteristik dari jenis kayu kulim tersebut (Departemen Kehutanan, 2013).

Menurut Davin (2011), secara umum kayu sebagai bahan teknik dapat diartikan secara teknis sebagai material hidrokopis, orthotropis, biologis, dan permeable yang mengandung bermacam unsur kimia dan fisik serta struktur bentuk yang bervariasi baik

Sifat maupun ukuran serta fungsinya. Dengan bermacam jenis baik struktur bentuk, ukuran dan fungsi serta sifatnya.

Menurut Dumanauw (1993), kayu terdiri dari beberapa susunan :



Gambar : 2.1. Bagian struktur kayu (Dumanauw,1993)

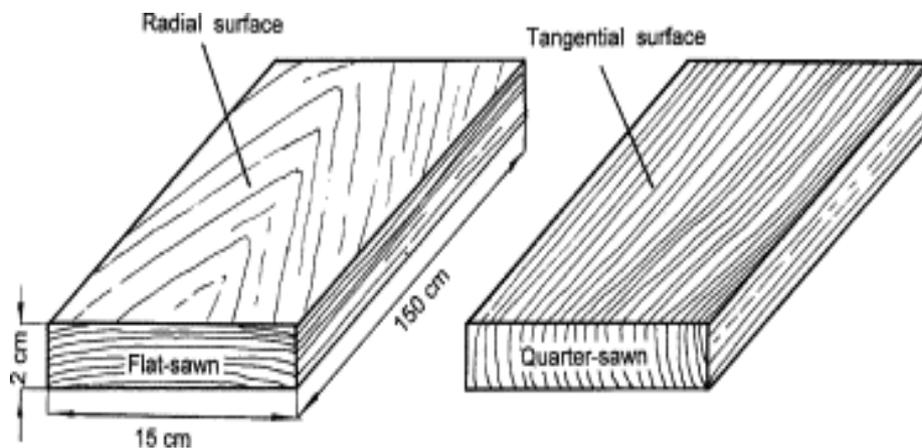
## 2.2. Sifat-sifat kayu dan penggunaannya

Kayu merupakan bahan yang sangat banyak dipakai untuk tujuan penggunaan tertentu dan juga kayu tidak dapat digantikan dengan bahan lain karena kayu memiliki sifat khasnya, karena setiap jenisnya mempunyai sifat-sifat yang berbeda, maka perlu mengenal serta mengetahui sifat-sifat kayu tersebut sehingga dalam pemilihan atau penentuan jenis untuk tujuan penggunaan tertentu harus betul-betul sesuai dengan yang diinginkan. Berikut ini diuraikan sifat-sifat kayu serta macam penggunaannya.

Sifat-sifat kayu Kulim ini penting sekali untuk dikenal dan diketahui baik dalam industri pengolahan kayu maupun industri yang berkaitan dengan menggunakan bahan kayu, sebab dari pengetahuan sifat tersebut tidak saja dapat dipilih jenis kayu yang tepat serta macam penggunaan yang memungkinkan, akan tetapi juga dapat dipilih kemungkinan penggantian oleh jenis kayu lainnya, apabila jenis yang digunakan sulit didapat untuk industri berkelanjutan atau bahan tersebut harga yang terlalu mahal. Kayu Kulim ini berasal dari jenis pohon yang memiliki sifat-sifat yang berbeda dari kayu lainnya. Bahkan dalam setiap pohon, kayu mempunyai sifat yang berbeda baik bau dan rasa serta berat jenis setiap kayu berlainan. Dari sekian banyak sifat-sifat kayu yang berbeda satu sama lain, ada beberapa sifat yang umum terdapat pada semua jenis kayu yaitu :

- a. Keawetan yaitu ketahanan kayu terhadap serangan dari unsur-unsur racun perusak kayu dari luar seperti jamur, rayap, bubuk dan lain lain.
- b. Warna Kayu yang beraneka warna disebabkan oleh zat pengisi warna dalam kayu yang berbeda-beda.
- c. Tekstur yaitu ukuran relatif sel-sel kayu. Berdasarkan teksturnya, kayu digolongkan kedalam kayu bertekstur halus, kayu bertekstur sedang dan kayu bertekstur kasar.

- d. Arah Serat yaitu arah umum sel-sel kayu terhadap sumbu batang pohon Arah serat dapat dibedakan menjadi serat lurus, serat berpadu, serat berombak, serta terpilin dan serat diagonal (serat miring).
- e. Kesan raba yaitu kesan yang diperoleh pada saat meraba permukaan kayu (kasar, halus, licin, dingin, berminyak dll). Kesan raba tiap jenis kayu berbeda-beda tergantung dari tekstur kayu, kadar air, kadar zat ekstraktif dalam kayu.
- f. Bau dan rasa kayu mudah hilang bila kayu lama tersimpan di udara terbuka. Beberapa jenis kayu mempunyai bau yang merangsang untuk menyatakan bau kayu tersebut.
- g. Kayu mempunyai sifat dapat menyerap atau melepaskan air. Makin lembab udara disekitarnya makin tinggi pula kelembaban kayu sampai tercapai keseimbangan dengan lingkungannya.
- h. Sifat Kayu terhadap Suara, yang terdiri dari : Sifat akustik, yaitu kemampuan untuk meneruskan suara berkaitan erat dengan elastisitas kayu. Sifat resonansi, yaitu turut bergetarnya kayu akibat adanya gelombang suara, sehingga kayu banyak dipakai untuk bahan pembuatan alat musik (kulintang, gitar, biola).



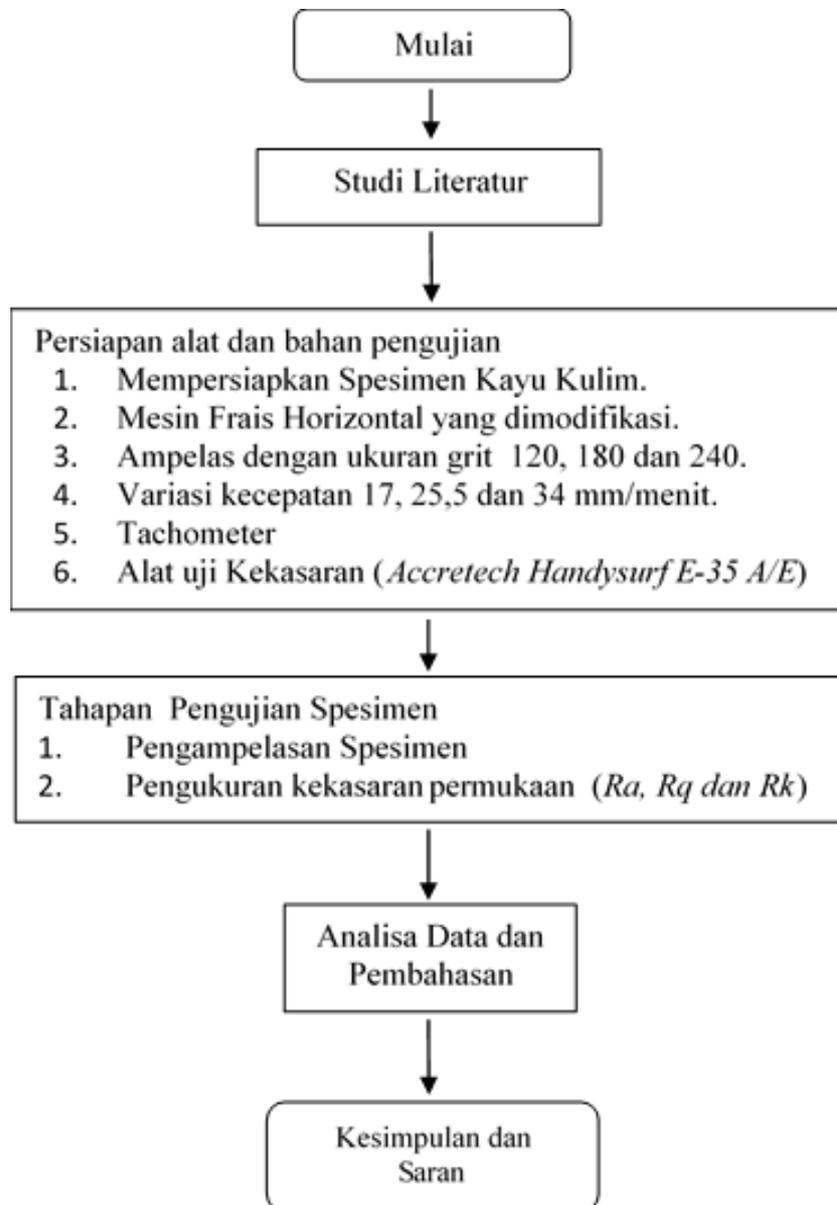
Gambar 2.2. Spesimen Penelitian (Kilic *et al*, 2006)

Tabel 2.1. Pengumpulan data menurut CCD (*Central Composite Design*)

Standar order	Feed Rate ( <i>f</i> ) (mm/min)	Grit Size	<i>Ra</i>	<i>Rq</i>	<i>Rk</i>
1	17	120	-	-	-
2	34	120	-	-	-
3	17	240	-	-	-
4	34	240	-	-	-
5	17	180	-	-	-
6	34	180	-	-	-
7	25,5	120	-	-	-
8	25,5	240	-	-	-
9	25,5	180	-	-	-
10	25,5	180	-	-	-
11	25,5	180	-	-	-
12	25,5	180	-	-	-
13	25,5	180	-	-	-

### 3. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini dilakukan dan dilaksanakan dengan beberapa tahapan yang meliputi standar prosedur seperti yang dibuat dalam diagram alir seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.1 dibawah ini.



Gambar 3.1. Diagram Alir penelitian

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Pengujian Kadar Air dari Kayu Kulim

Dalam proses pengujian kadar air yang terdapat pada specimen kayu kulim merupakan tahapan pertama yang harus dilakukan, agar proses kualitas pemesinan akan mendapatkan hasil yang lebih maksimal. Maka kandungan air dalam specimen kayu kulim dikurangi dengan jalan

dikeringkan hingga menjadi minimum. Pengeringan ini dilakukan dengan cara pengovenan dengan menggunakan oven pengering *Nethermant* buatan Jerman ( $T_{maks} = 200^{\circ}C$ ) dengan suhu  $103 \pm 2^{\circ}C$  selama 180 menit, (ASTM D 4442-07, 2007), Adapun hasil pengukuran ukuran penampang dan pengujian kadar air yang terkandung dalam spesimen kayu Kulim dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut :

Tabel. 4.1. Hasil Pengeringan dan Pengujian Kadar Air spesimen dari kayu Kulim.

No. Spesimen	Ukuran Penampang			Berat Awal (gram)	Berat Akhir (gram)	Kadar Air (%)
	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tinggi (mm)			
Kulim 1	150,06	28,04	8,02	86,616	78,952	8,84
Kulim 2	150,03	28,06	8,06	86,277	78,488	8,21
Kulim 3	150,05	28,03	8,02	83,998	75,614	9,98
Kulim 4	150,02	28,02	8,02	83,349	75,127	9,86
Kulim 5	150,02	28,03	8,04	83,500	76,520	8,36
Kulim 6	150,05	28,06	8,03	87,423	79,809	8,71
Kulim 7	150,04	28,01	8,08	88,623	80,811	8,81
Kulim 8	150,40	28,02	8,06	88,153	80,091	9,14
Kulim 9	150,08	28,01	8,04	91,618	84,126	8,17
Kulim 10	150,02	28,03	8,03	87,244	79,770	8,56
Kulim 11	150,02	28,05	8,02	81,100	73,686	9,14
Kulim 12	150,04	28,06	8,03	72,694	65,600	9,75
Kulim 13	150,08	28,02	8,02	80,454	72,574	9,79

Dari hasil pengeringan dan pengukuran kadar air , dapat dilihat bahwa kadar air rata-rata yang tersisa dari kayu Kulim hasil pengeringan dengan cara pengovenan yaitu sebesar 9,20 %, dan untuk menjaga agar spesimen tersebut tidak menyerap uap air dari udara maupun dari sekitarnya, maka kemudian spesimen- spesimen tersebut dibalut dengan pelapis plastik sebagai bahan untuk menghindari kelembaban dan masuknya uap air dari udara maupun disekitarnya baik secara langsung maupun tidak langsung.

#### 4.2. Proses Pengampelasan pada kayu Kulim.

Dalam proses pengampelasan ini menggunakan bahan ampelas untuk kayu dengan merk Soligen dengan menggunakan ukuran grit 120, 180 dan 240 dalam melakukan proses pemesinan. Proses pengampelasan (*sanding*) Kayu Kulim ini menggunakan Mesin Frais horizontal dengan dimodifikasi dengan penambahan motor listrik sebagai untuk menambah kecepatan putaran dengan pemakaian arbor. Putaran motor diberikan dengan putaran 2500 rpm dengan laju pemakanan bervariasi yaitu 17 mm/menit , 25,5 mm/menit dan 34 mm/menit dengan kedalaman pemakanan (*depth of cut*) sebesar 1,5 mm dengan proses pengampelasan ini searah dengan urat kayu.

#### 4.3. Proses Pengukuran Kekasaran Kayu Kulim

Setelah seluruh spesimen dilakukan beberapa kali proses pengampelasan selesai sesuai dengan banyak spesimen yang dipergunakan , dan kemudian dilakukan pengukuran nilai kekasaran permukaan dengan menggunakan alat pengukur kekasaran di Laboratorium CNC Universitas Sriwijaya Indralaya, guna untuk mendapatkan data nilai kekasaran yang dilakukan pada tiga titik yang berbeda untuk dalam satu lintasan pengampelasan (*sanding*). serta dengan menggunakan tiga jenis grit ampelas yang berbeda dan laju pemakanan yang berbeda juga. kemudian ketiga hasil pengukuran nilai kekasaran tersebut dihitung rata ratanya .

Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Kekasaran Permukaan untuk  $R_a$ .

Spesimen	Feed (mm/min)	Grit size	Ra.1 ( $\mu\text{m}$ )	Ra.2 ( $\mu\text{m}$ )	Ra.3 ( $\mu\text{m}$ )	Ra(rata-rata) ( $\mu\text{m}$ )
Kulim 1	17	120	4,10	3,70	2,58	3,46
Kulim 2	34	120	2,44	3,60	4,20	3,41
Kulim 3	17	240	3,40	2,60	2,72	2,90
Kulim 4	34	240	3,00	3,90	3,80	3,50
Kulim 5	17	180	3,30	3,60	2,36	3,00
Kulim 6	34	180	4,90	2,33	2,89	3,30
Kulim 7	25,5	120	3,90	5,30	2,20	3,80
Kulim 8	25,5	240	5,20	3,10	2,39	3,50
Kulim 9	25,5	180	3,70	4,30	3,30	3,70
Kulim 10	25,5	180	4,90	2,90	2,90	3,50
Kulim 11	25,5	180	3,10	3,40	3,40	3,30
Kulim 12	25,5	180	2,98	3,90	3,20	3,30
Kulim 13	25,5	180	3,90	3,30	3,60	3,60

Tabel 4.3. Hasil Pengukuran Kekasaran Permukaan untuk  $R_q$ 

Spesimen	Feed (mm/min)	Grit size	Rq.1 ( $\mu\text{m}$ )	Rq.2 ( $\mu\text{m}$ )	Rq.3 ( $\mu\text{m}$ )	Rq (rata-rata) ( $\mu\text{m}$ )
Kulim 1	17	120	5,20	4,80	3,77	4,50
Kulim 2	34	120	3,09	4,60	5,40	4,30
Kulim 3	17	240	4,40	3,70	3,55	3,80
Kulim 4	34	240	4,00	4,80	5,00	4,60
Kulim 5	17	180	4,40	4,70	2,98	4,00
Kulim 6	34	180	6,20	3,04	3,78	4,30
Kulim 7	25,5	120	5,10	6,80	2,90	4,90
Kulim 8	25,5	240	6,80	4,20	3,16	4,70
Kulim 9	25,5	180	5,10	6,10	4,30	5,10
Kulim 10	25,5	180	6,20	3,80	3,80	4,60
Kulim 11	25,5	180	3,90	4,40	4,40	4,20
Kulim 12	25,5	180	3,77	5,60	4,20	4,50
Kulim 13	25,5	180	5,60	4,20	4,90	4,90

Tabel 4.4. Hasil Pengukuran Kekasaran Permukaan untuk  $R_k$ 

Spesimen	Feed (mm/min)	Grit size	Rk.1 ( $\mu\text{m}$ )	Rk.2 ( $\mu\text{m}$ )	Rk.3 ( $\mu\text{m}$ )	Rk (rata-rata) ( $\mu\text{m}$ )
Kulim 1	17	120	7,40	9,50	5,74	7,50
Kulim 2	34	120	6,44	11,00	9,30	8,90
Kulim 3	17	240	8,20	6,20	6,16	6,85
Kulim 4	34	240	8,60	12,20	10,90	10,5
Kulim 5	17	180	6,40	6,60	7,40	6,80
Kulim 6	34	180	10,50	6,07	8,43	8,30
Kulim 7	25,5	120	7,70	10,10	4,70	7,50
Kulim 8	25,5	240	10,20	9,10	5,54	8,20
Kulim 9	25,5	180	6,90	5,00	7,90	6,60
Kulim 10	25,5	180	8,20	5,30	5,30	6,20
Kulim 11	25,5	180	6,60	9,50	9,50	8,50
Kulim 12	25,5	180	6,59	8,50	8,90	7,90
Kulim 13	25,5	180	8,50	8,60	6,10	7,70

Nilai kekasaran hasil pengukuran yang didapat dari setiap spesimen merupakan nilai rata-rata pengukuran kekasaran yang diambil pada dimana tempat tiga titik yang yang diambil pada tempat yang berbeda dalam setiap masing -masing spesimen sebagai pemerataan pengamatan yang dilakukan . Dari lampiran dapat dilihat data nilai kekasaran yang diambil dari tiga titik pengamatan pada setiap spesimen dan didapat adanya perbedaan nilai kekasaran pada setiap titik. Berdasarkan data dari tabel 4.4 diatas, terlihat bahwa besarnya nilai laju pemakanan (*feed rate*) dan ukuran grit ampelas yang digunakan, dapat mempengaruhi nilai kekasaran permukaan kayu yang dihasilkan. dimana terlihat kekasaran *Ra* yang paling halus didapatkan pada laju pemakanan sebesar 17 mm/menit dengan ukuran ampelas grit 240, sedangkan kekasaran *Ra* yang paling kasar didapatkan pada laju pemakanan 34 mm/menit ampelas ukuran grit 120.

#### 4.4. Analisa Parameter kekasaran *Ra*

Untuk mendapatkan hasil analisa parameter kekasaran *Ra*, maka hal yang dianalisa adalah persamaan regresi model matematika, *Analysis of Variance* (ANOVA) dan grafik 3D permukaan respon.

##### 4.4.1. Persamaan Regresi Model Matematika

Untuk mendapatkan persamaan regresi model matematika untuk polynomial orde dua (*quadratic*) perlu pengkodean variabel data seperti terlihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5. Data Pengkodean untuk nilai kekasaran *Ra*.

Standar Order	Variabel Natural		Pengkodean Variabel					Respon
	Feed (ξ)	Grit size (ξ)	$x_1$	$x_2$	$x_1^2$	$x_2^2$	$x_1x_2$	<i>Ra</i> (y)
1	17	120	-1	-1	1	1	1	3,46
2	34	120	1	-1	1	1	-1	3,41
3	17	240	-1	1	1	1	-1	2,90
4	34	240	1	1	1	1	1	3,50
5	17	180	-1	0	1	0	0	3,00
6	34	180	1	0	1	0	0	3,30
7	25,5	120	0	-1	0	1	0	3,80
8	25,5	240	0	1	0	1	0	3,50
9	25,5	180	0	0	0	0	0	3,70
10	25,5	180	0	0	0	0	0	3,50
11	25,5	180	0	0	0	0	0	3,30
12	25,5	180	0	0	0	0	0	3,30
13	25,5	180	0	0	0	0	0	3,60

Data pada Tabel 4.5 tersebut akan dipergunakan untuk memenuhi model regresi persamaan empiris permukaan respon orde kedua dengan bentuk kuadratik murni karena diharapkan menghasilkan persamaan yang dapat memperlihatkan hubungan laju pemakanan (*feed rate*) dan ukuran grit ampelas yang digunakan dengan kekasaran permukaan hasil dari proses pengampelasan sehingga akan didapatkan kondisi proses pengampelasan secara maksimal.

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan seperti dapat dilihat pada lampiran , maka akan didapat persamaan dalam bentuk Faktor Kode (*coded factors*) :

$$Ra = 3,4634 + 0,1500x_1 - 0,1166x_2 - 0,2638 x_1^2 + 0,1362x_2^2 + 0,1500 x_1x_2$$

Dari persamaan diatas, terlihat bahwa pengaruh utama (*main effect*) dari laju pemakanan (*feed rate*) memberikan pengaruh positif yaitu + 0,15 , yang artinya *feed rate* memberikan kontribusi terhadap nilai kekasaran *Ra* yang didapatkan sebesar 15 % . sedangkan nilai  $x_2$  (*grit size*) memberikan pengaruh - 0,11 % Hal ini dapat diartikan bahwa semakin tinggi atau laju

pemakanan yang digunakan maka  $Ra$  akan semakin besar. Sedangkan pengaruh utama (*main effect*) dari ukuran grit ampelas yang digunakan memberikan pengaruh negatif terhadap kekasaran  $Ra$ . Hal ini dapat diartikan bahwa semakin besar ukuran grit ampelas yang digunakan, maka kekasaran  $Ra$  yang dihasilkan akan semakin halus. Dari koefisien yang terdapat pada faktor kode, terlihat berapa banyak masing masing faktor memberikan kontribusi pada nilai hasil kekasaran yang didapat. Dimana didapatkan bahwa faktor kode  $x_1$  (*feed rate*) memberikan pengaruh sebesar + 0,15 yang artinya *feed rate* memberikan kontribusi sebesar 15 % untuk menaikkan nilai kekasaran  $Ra$ . Sedangkan nilai  $x_2$  memberikan pengaruh sebesar – 0,11 , yang artinya *grit size* memberikan kontribusi sebesar - 11% untuk menurunkan nilai kekasaran  $Ra$ . dari hasil

Perhitungan , maka dapat ditampilkan seperti pada tabel *Analysis of Variance* (ANOVA) dibawah ini :

**4.4.2. Analysis of variance ( ANOVA)**

Dari data hasil perhitungan yang dihasilkan pada lampiran 3, *Analysis of Variance* (ANOVA) dapat ditampilkan pada tabel 4.6 sebagai berikut :

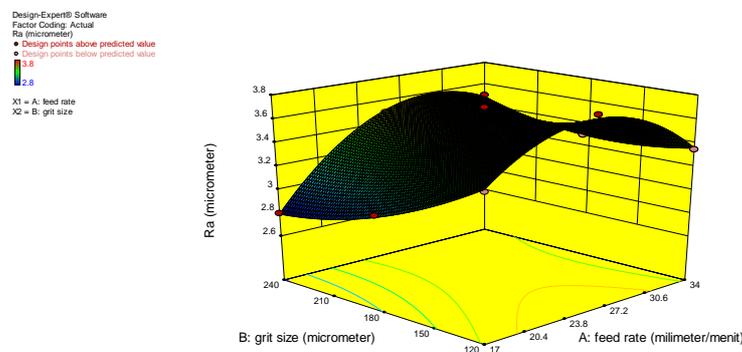
Tabel 4.6. ANOVA ( *Analysis of Variance* ) untuk Respon  $Ra$ .

	Sum of		Mean	F	p-value	
Source	Squares	df	Square	Value	Prob > F	
<b>Model</b>	0,78	5	0,16	8,40	0,0072	significant
A-feed rate	0,15	1	0,15	8,08	0,0249	
B-grit size	0,094	1	0,094	5,04	0,0597	
AB	0,14	1	0,14	7,55	0,0286	
A^2	0,40	1	0,40	21,25	0,0025	
B^2	0,041	1	0,041	2,19	0,1822	
<b>Residual</b>	0,13	7	0,019			
Lack of Fit	2,295E-003	3	7,648E-004	0,024	0,9942	not significant
Pure Error	0,13	4	0,032			
<b>Cor Total</b>	0,91	12				

Dari Tabel 4.6. diatas terlihat bahwa nilai *F Value* sebesar 8,40 sedangkan nilai *F* dari tabel adalah 3,48 atau dengan kata lain *F Value* > *F* tabel ( terlampir pada lampiran), maka dapat disimpulkan bahwa model persamaan tersebut signifikan. Sedangkan *Lack of Fit* nilai *P Value* sebesar 0,9942 nilai ini tidak memberikan pengaruh sehingga persamaan regresi model matematika orde kedua yang digunakan dapat diterima.

**4.4.3. Grafik 3D Permukaan Respon  $Ra$**

Gambar grafik tiga dimensi (3D) untuk respon kekasaran  $Ra$  yang didapat dari program *Design Expert* 9.0 dapat dilihat pada Gambar 4.1 dibawah ini :



Gambar 4.1. Grafik 3D respons  $R$

Dari Gambar 4.1 terlihat bahwa laju pemakanan dari 17 mm/menit sampai ke 34 mm/menit akan membuat kekasaran permukaan yang dihasilkan dari proses pengampelasan semakin kasar. Sedangkan pengaruh ukuran grit ampelas yang digunakan yaitu grit 120, 180, dan 240 menunjukkan penurunan. Hal ini dapat diartikan bahwa semakin besar ukuran grit ampelas yang digunakan, maka kekasaran permukaan yang dihasilkan akan semakin halus. Permukaan dengan kekasaran  $R_a$  yang paling halus terjadi pada laju pemakanan sebesar 17 mm/menit dengan ukuran grit ampelas 240, sedangkan permukaan dengan kekasaran  $R_a$  yang paling kasar terjadi pada laju pemakanan sebesar 34 mm/menit dengan ukuran grit ampelas 120.

#### 4.5. Analisa Parameter Kekasaran $R_q$

##### 4.5.1. Persamaan Regresi Model Matematika

Berdasarkan persamaan (1) dan (2) yang terdapat pada Bab 3, maka akan didapat nilai  $x_1$  dan  $x_2$  sebagai faktor kode yang ditabulasikan pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7. Data Pengkodean untuk nilai kekasaran  $R_q$ .

Standar Order	Variabel Natural		Pengkodean Variabel					Respon
	Feed ( $\xi$ )	Grit size ( $\xi$ )	$X_1$	$X_2$	$X_1^2$	$X_2^2$	$X_1X_2$	$R_q$ (y)
1	17	120	-1	-1	1	1	1	4,50
2	34	120	1	-1	1	1	-1	4,30
3	17	240	-1	1	1	1	-1	3,80
4	34	240	1	1	1	1	1	4,60
5	17	180	-1	0	1	0	0	4,00
6	34	180	1	0	1	0	0	4,30
7	25,5	120	0	-1	0	1	0	4,90
8	25,5	240	0	1	0	1	0	4,70
9	25,5	180	0	0	0	0	0	5,10
10	25,5	180	0	0	0	0	0	4,60
11	25,5	180	0	0	0	0	0	4,20
12	25,5	180	0	0	0	0	0	4,50
13	25,5	180	0	0	0	0	0	4,90

Berdasarkan data hasil perhitungan pada lampiran 2, didapat persamaan regresi model matematika dalam bentuk Faktor kode (*coded factors*) :

$$R_q = 4,6603 + 0,15 x_1 - 0,10 x_2 - 0,5007 x_1^2 + 0,1493 x_2^2 + 0,25 x_1x_2$$

Dari persamaan tersebut, dapat dilihat bahwa pengaruh utama (*main effect*) dari laju pemakanan (*feed rate*) memberikan pengaruh positif terhadap nilai kekasaran  $R_q$  yang didapatkan, hal ini dapat diartikan bahwa kenaikan laju pemakanan dari 17 mm/menit sampai 34 mm/menit akan menyebabkan permukaan yang dihasilkan menjadi semakin kasar. Sedangkan pengaruh utama (*main effect*) dari ukuran grit ampelas yang digunakan memberikan pengaruh negatif terhadap kekasaran  $R_q$ . Jadi semakin besar ukuran grit ampelas yang digunakan, maka kekasaran permukaan yang dihasilkan akan semakin halus. Dari koefisien yang didapat, terlihat berapa banyak setiap faktor memberikan kontribusi pada hasil kekasaran yang didapat. Dimana didapatkan bahwa ukuran grit memberikan pengaruh yang lebih besar dibandingkan dengan laju pemakanan.

**4.5.2. Analysis of Variance (ANOVA)**

Dari data hasil perhitungan yang terdapat pada lampiran, *Analysis of Variance* (ANOVA) parameter kekasaran *Rq* dapat ditampilkan pada tabel 4.8 sebagai berikut

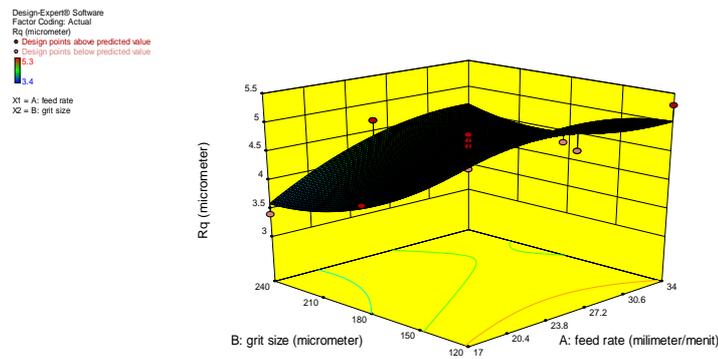
Tabel 4.8. ANOVA ( *Analysis of Variance* ) untuk Respons *Rq*

	Sum of		Mean	F	p-value	
Source	Squares	df	Square	Value	Prob > F	
<b>Model</b>	2,38	5	0,48	4,96	0,0294	significant
<b>A-feed rate</b>	0,43	1	0,43	4,44	0,0730	
<b>B-grit size</b>	1,21	1	1,21	12,65	0,0093	
<b>AB</b>	0,30	1	0,30	3,15	0,1192	
<b>A^2</b>	0,23	1	0,23	2,36	0,1687	
<b>B^2</b>	0,37	1	0,37	3,81	0,0920	
<b>Residual</b>	0,67	7	0,096			
<b>Lack of Fit</b>	0,44	3	0,15	2,53	0,1957	not significant
<b>Pure Error</b>	0,23	4	0,058			
<b>Cor Total</b>	3,05	12				

Dari tabel 4.8 diatas terlihat bahwa nilai *F Value* sebesar 4,96 sedangkan nilai *F* dari tabel 3,48 atau dengan kata lain *F Value* > *F* tabel maka dapat disimpulkan bahwa model persamaan tersebut signifikan. Sedangkan *Lack of Fit* nilai *P Value* sebesar 0,1957 nilai ini tidak memberikan pengaruh sehingga persamaan regresi model matematika orde kedua yang digunakan dapat diterima.

**4.5.3. Grafik 3D Permukaan Respons *Rq*.**

Gambar grafik tiga dimensi (3D) untuk respon kekasaran *Rq* yang didapat dari program *Design Expert* 9.0 dapat dilihat pada Gambar 4.2 dibawah ini :



**Gambar 4.2. Grafik 3D Respons *Rq***

Dari Gambar 4.2. terlihat bahwa kenaikan laju pemakanan dari 17 mm/menit sampai ke 34 mm/menit akan menaikkan kekasaran permukaan yang dihasilkan dari proses pengampelasan, sedangkan pengaruh ukuran ampelas yang digunakan yaitu grit 120, 180, dan 240 menunjukkan penurunan. Hal ini dapat diartikan bahwa semakin besar ukuran grit ampelas yang digunakan, maka kekasaran permukaan yang dihasilkan akan semakin kecil atau halus. Kekasaran *Rq* yang paling halus terjadi pada laju pemakanan sebesar 17 mm/menit dengan ukuran grit amplas 240, sedangkan kekasaran *Rq* yang paling kasar terjadi pada laju pemakanan sebesar 34 mm/menit dengan ukuran grit ampelas 120.

4.6. Analisa Parameter Kekasaran  $R_k$

4.6.1. Persamaan Regresi Model Matematika

Berdasarkan persamaan (1) dan (2) yang terdapat di bab 3, maka akan didapat nilai  $x_1$  dan  $x_2$  sebagai faktor kode yang ditampilkan pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9. Data Pengkodean untuk nilai kekasaran  $R_k$ .

Standar Order	Variabel Natural		Pengkodean Variabel					Respon
	Feed ( $\xi$ )	Grit size ( $\xi$ )	$X_1$	$X_2$	$X_1^2$	$X_2^2$	$X_1X_2$	$R_k$ (y)
1	17	120	-1	-1	1	1	1	7,50
2	34	120	1	-1	1	1	-1	8,90
3	17	240	-1	1	1	1	-1	6,85
4	34	240	1	1	1	1	1	10,5
5	17	180	-1	0	1	0	0	6,80
6	34	180	1	0	1	0	0	8,30
7	25,5	120	0	-1	0	1	0	7,50
8	25,5	240	0	1	0	1	0	8,20
9	25,5	180	0	0	0	0	0	6,60
10	25,5	180	0	0	0	0	0	6,20
11	25,5	180	0	0	0	0	0	8,50
12	25,5	180	0	0	0	0	0	7,90
13	25,5	180	0	0	0	0	0	7,70

Dengan menggunakan hasil perhitungan pada lampiran 6, didapat persamaan dalam bentuk faktor kode (*coded factors*):

$$R_k = 7,3272 + 1,1002 x_1 + 0,2667 x_2 + 0,3735 x_1^2 + 0,6735 x_2^2 + 0,5750 x_1x_2$$

Dari persamaan model matematika yang didapat, terlihat bahwa pengaruh utama (*main effect*) dari laju pemakanan (*feed rate*) memberikan pengaruh positif terhadap nilai kekasaran  $R_k$  yang didapatkan. Hal ini berarti kenaikan laju pemakanan dari 17 mm/menit sampai 34 mm/menit akan menaikkan kekasaran permukaan yang dihasilkan dari proses pengampelasan. Sedangkan pengaruh utama (*main effect*) dari ukuran grit ampelas yang digunakan memberikan pengaruh negatif terhadap kekasaran  $R_k$ . Hal ini dapat diartikan bahwa semakin besar ukuran grit ampelas yang digunakan, maka kekasaran permukaan yang dihasilkan akan halus.

4.6.2. Analysis of Variance (ANOVA)

Dari data hasil perhitungan yang terdapat pada lampiran, *Analysis of Variance* (ANOVA) parameter kekasaran  $R_k$  dapat ditampilkan pada tabel 4.10 sebagai berikut:

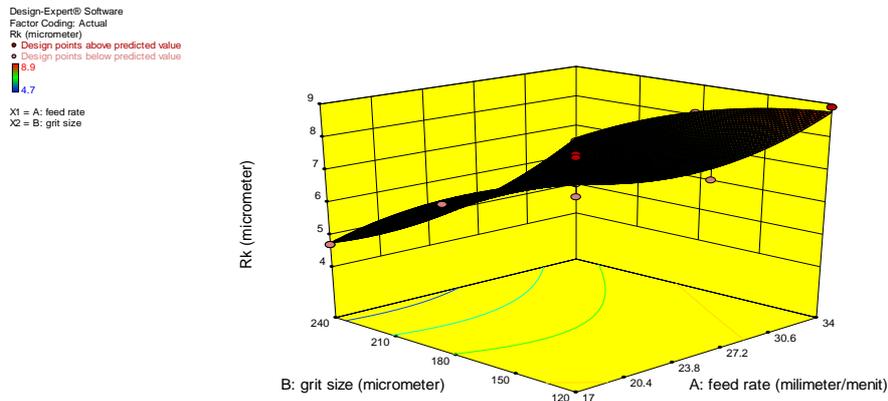
Tabel 4.10 . ANOVA (*Analysis of Variance*) untuk Respon  $R_k$ .

	Sum of		Mean	F	p-value	
Source	Squares	df	Square	Value	Prob > F	
<b>Model</b>	15,66	5	3,13	15,33	0,0012	significant
<i>A-feed rate</i>	2,16	1	2,16	10,57	0,0140	
<i>B-grit size</i>	11,76	1	11,76	57,57	0,0001	
AB	0,42	1	0,42	2,07	0,1936	
A <sup>2</sup>	1,20	1	1,20	5,86	0,0460	
B <sup>2</sup>	0,54	1	0,54	2,63	0,1486	
<b>Residual</b>	1,43	7	0,20			
<i>Lack of Fit</i>	0,23	3	0,077	0,26	0,8544	not significant
<i>Pure Error</i>	1,20	4	0,30			
<b>Cor Total</b>	17,09	12				

Dari Tabel 4.10 data terlihat bahwa nilai  $F$  Value 15,33 sedangkan nilai  $F$  dari tabel 3,48 atau dengan kata lain  $F$  Value  $>$   $F$  tabel maka dapat disimpulkan bahwa model persamaan tersebut signifikan. Sedangkan *lack of Fit* nilai  $P$  value sebesar 0,8544 tidak memberikan pengaruh sehingga persamaan regresi model matematika orde kedua yang digunakan dapat diterima.

#### 4.6.3. Grafik 3D Permukaan Respons $R_k$ .

Gambar grafik tiga dimensi (3D) untuk respon kekasaran  $R_k$  yang didapat dari program *Design Expert* 9.0 dapat dilihat pada Gambar 4.3 dibawah ini :



Gambar 4.3. Grafik 3D Respons  $R_k$

Dari Gambar 4.3. terlihat bahwa kenaikan laju pemakanan dari 17 mm/menit sampai ke 34 mm/menit akan menaikkan kekasaran permukaan yang dihasilkan dari proses pengampelasan. Sedangkan pengaruh ukuran grit ampelas yang digunakan yaitu grit 120, 180, dan 240 menunjukkan penurunan nilai kekasaran. Hal ini dapat diartikan bahwa semakin besar ukuran grit ampelas yang digunakan, maka kekasaran permukaan yang dihasilkan akan semakin halus. Kekasaran  $R_k$  yang paling halus terjadi pada laju pemakanan sebesar 17 mm/menit dengan ampelas ukuran grit 240. Sedangkan kekasaran  $R_k$  yang paling besar terjadi pada laju pemakanan sebesar 34 mm/menit dengan ampelas ukuran grit 120.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Besarnya laju pemakanan (*feed rate*) dan ukuran grit yang digunakan sangat mempengaruhi besarnya nilai kekasaran yang dihasilkan. Laju pemakanan memberikan pengaruh positif pada nilai kekasaran  $R_a$ ,  $R_q$  dan  $R_k$  yang dihasilkan, dimana kenaikan laju pemakanan dari 17 mm/menit , 25,5 mm/menit sampai 34 mm/menit akan menaikkan kekasaran permukaan yang dihasilkan dari proses pengampelasan. Hal ini disebabkan semakin besar laju pemakanan , maka bidang kontak yang bersentuhan dengan grit dari ampelas akan semakin kecil. Sedangkan pengaruh ukuran grit ampelas yang digunakan yaitu grit 120, 180, dan 240 menunjukkan pengaruh negative. Dimana semakin besar ukuran grit ampelas yang digunakan, maka kekasaran permukaan yang dihasilkan akan semakin halus. Hal ini disebabkan karena semakin besar ukuran grit ampelas, maka semakin banyak grit yang memberikan tekanan pada permukaan yang diamplas. Kekasaran  $R_a$ ,  $R_q$  dan  $R_k$  yang paling kecil terjadi pada laju pemakanan sebesar 17 mm/menit dengan ukuran grit ampelas 240. Sedangkan kekasaran  $R_a$ ,  $R_q$  dan  $R_k$  yang paling besar terjadi pada laju pemakanan sebesar 34 mm/menit dengan ukuran grit ampelas 120.

### 5.2. Saran

Sebagai saran dari peneliti ini diharapkan penelitian ini dapat dilanjutkan dengan menambah atau memberikan beberapa parameter kekasaran yang lain serta penambahan ukuran grit ampelas yang dipergunakan dan ukuran laju pemakanan yang lain, sehingga dapat dihasilkan dan dikembangkan pada proses pemesinan dengan menggunakan beberapa macam jenis kayu lainnya baik yang terdapat didaerah hutan tropis maupun didaerah hutan non tropis.

DAFTAR PUSTAKA

- Aslan S., Coskun H. and Kilic M., 2008. The effect of cutting direction, number of blades and grain size of the abrasives on surface roughness of Taurus cedar (*Cedrus Libani* A. Rich) woods. *Building and Environment*, 43, pp. 696-701
- American Society for Testing & Material, 2012. ASTM D16661-11 *Standard test Methods for Conducting Machining Test of Wood and Wood Base Panel Materials*. Pennsylvania. ASTM International
- Brient A., Brissot M., Rouxel T., and Sangleboeuf J. C., 2011. Influence of grinding parameters on glass workpieces surface finish using response surface methodology. *Journal of Manufacturing science and Engineering*, 133, pp.044501.
- Burdurlu E., Usta I., Ulupinar M., Aksu B., and Erarslan T. C., 2006. The effect of number of blades and the grain size of abrasives in planing and sanding on the surface roughness of European Black Pine and Lombardy Poplar. *International Journal of Advanced Manufacturing of Technology*, 28, pp. 775-780.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1961. Peraturan Konstruksi Kayu Indonesia NI-5, Bandung, Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan.
- Departemen Kehutanan, 2014. Diunduh dari: <http://www.dephut.go.id/kulim.html>
- Dumanauw J. F., 1993. Mengenal kayu, Cetakan ketiga. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- De. Moura L. F. and Hernandez R. E., 2006. Effects of abrasive mineral, grit size and speed on the quality of sanded surfaces of sugar maple wood. *Wood Science Technology*, DOI 10.1007/s0026-006-0070-0 40, pp.517-530
- Davim J. P., 2011 “*Wood Machining*” John Wiley & Son, Inc 111 River Street Hoboken, NJ 07030. TS878W66 .
- Gurau L., Mansfield-Williams H. and Irlle M., 2013. The influence of measuring resolution on the subsequent roughness parameters of sanded wood surfaces. *European. Journal of Wood Production*, DOI 10.1007/s00107-012-0645-4, 71, pp. 5-11
- Hendarto B. et al., 2006. Analysis of Roughness of a Sanded Wood Surface. *The International Journal of Advanced manufacturing Technology*. DOI 10.1007/00170-004-2414-y, 28(7-8), pp. 775-780.
- Hernandez R. and Cool J., 2008. Effect of cutting parameters on surface quality of paper birch wood machined across the grain with two planing techniques. *Holz Roh Werkst*, 66, pp. 147-154
- International Standards Office, 1998. ISO 4287 *Geometrical Product Specification (GPS) – Surface texture: profil method – Terms, definitions and surface texture parameters*, London: British Standard Institute.
- International Standards Office, 2000. ISO 13565-3 *Geometrical Product Specification (GPS) – Surface texture: profil method ; surface having stratified functional properties – part 3: height characterization using the material probability curve*, London: British Standard Institute
- Jewitt J., 2004. *Finishing*. China: The Taunton Press, Inc
- Kilic M., Hiziroglu S. and Burdurlu E., 2006. *Effect of machining on surface roughness of wood*. *Building and Environment*, 41 (8), p. 1074-1078.
- Kahraman F., 2009, The use of response surface methodology for prediction and analysis of surface roughness of AISI 4140 steel., *Materials and Technology*, 43 (5), p. 267-270.
- Korn P., 2003. *Wood working Basic*. USA: The Taunton Press, Inc.
- Magoss E., 2008. General regularities of Wood surface roughness. *Acta Silv. Lign. Hung.*, 4, p. 81-93
- Malkocoglu A., 2007. Machining properties and surface roughness of various wood species planed in different conditions. *Building and Environment*, 42, p. 2562-2567.
- Montgomery D. C., 2005. *Design and Analysis of Experiment*. United States of America: John Wiley & Sons, Inc
- Nemli G., Akbulut T. and Zekovic E., 2007. Effects sanding factors on surface roughness of particleboard, *Silva Fennica*, 41 (2), p 373-378
- Noordin M., Y., Venkatesh V., C., Sharif S., Elling S., and Abdullah A., 2004. Application of coated carbide tools when turning AISI 1045 Steel. *Journal of Material Processing Technology*, 145, p.46-58.
- Su C., Huang J., Luo J., Lai L., and Wuang Y., 2012. Optimization of sanding parameter for wood surface of plantation-Mytilaria Laosensis. *Advanced Material Research*, 538-541, pp. 1360-1364.
- Sulaiman O., Hashim R., Subari K., and Liang C. K., 2009. Effect of Sanding on surface roughness of rubberwood *Journal of Material Processing Technology*, 2009, pp. 3949-3955.
- Tan P. L., Sharif S. and Sudin I., 2010. Roughness Models for Sanded Wood Surface. *Wood Science and technology*, DOI 10.1007/s00226-010-0382-y, published on line 6 Oktober.
- Zhang J., Su C., Huang J., Ren Y., and Wang Z., 2012. Optimazation of sanding parameters for surface of Pyinkado Plates. *Applied Mechanics and Materials*, 174-177, pp. 175-179.