

**Perancangan dan Pembuatan Alat *Grinding* dan *Polishing* untuk Pengerjaan Batu Mulia**Hanif Arsyad<sup>1)</sup> dan Benny Dwika Leonanda<sup>1,\*)</sup><sup>1)</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Andalas, PadangEmail: benny@ft.unand.ac.id<sup>\*</sup>)***Abstract***

*Lapidary have come to be an activity to process and alter precious stone / semi- precious become high valuable object which done since yore. However, not yet growth from processing till determination of quality. This activity cover sawing, grinding, polishing till lapping, which is all use different appliance. So that its require the expensive cost. Appliance device which is possible used for small scale / household is multi-purpose appliance. Then it tested, do it can be used for processing of precious stone and what quality can be yielded from usage of device appliance. By using photograph technique and paint.NET software, we got number of processing quality which is obtained from determinant primary factor, that is colour. So that device appliance can be used for stone processing and at the same time we find a quality determination method. In examination phase, appliance used for processing of lumuik and limau manih stone, yielded green colour and orange staying in range of value 80-50, representing best value for the processing stone. Thereby, device appliance have been able to reach roughness of appropriate surface for precious stone, best colour even also can be yielded and productivity even also can be improved from usage of various appliance.*

**Keyword :** *Lapidary, colour, value, surface roughness, productivity*

## 1. Pendahuluan

### 1.1 Latar Belakang

*Lapidary* merupakan pekerjaan yang mengolah, mengubah batu-batu mulia dan semi-mulia menjadi perhiasan dan ornamen. *Lapidary* atau pengolahan batu mulia telah dilakukan sejak zaman dahulu kala dan kebanyakan merupakan suatu pekerjaan yang secara turun-temurun diwariskan, sehingga hanya dapat menjadi unit kegiatan usaha kecil di tengah masyarakat tanpa ada dampak meluas pada kehidupan masyarakat sekitar. Secara tradisional, pengrajin batu mulia telah mengolah batuan tersebut dengan bantuan alat gerinda yang digerakkan secara manual dengan tangan. Meskipun pada saat sekarang ini telah tersedia mesin gerinda, namun dengan berbagai alasan para pengrajin lebih mempercayai pengerjaan dengan tangan mereka sendiri. Sehingga pengolahan batu mulia ini tidak memiliki pertumbuhan yang baik di Indonesia.

Pada saat sekarang ini, Indonesia belum termasuk ke dalam sepuluh besar negara-negara, padahal Indonesia memiliki sumber daya alam dan mineral yang sangat besar untuk dikembangkan. Dewasa ini, program pemerintah pun telah berpihak kepada industri kreatif dengan adanya kementerian terkait dan berbagai even untuk pengembangan industri kreatif. Namun, pengetahuan dan cara pengolahannya sangat terbatas dan tidak semua orang dapat mengaksesnya. Dari dasar itulah penulis merancang dan membuat suatu mesin *lapidary* untuk dijadikan sebagai bahan penelitian dalam penyusunan tugas akhir dan nantinya dapat berguna dalam usaha memajukan kegiatan pengolahan batu mulia di Negara Indonesia.

Dengan membuat suatu alat yang dapat menghasilkan kualitas seperti halnya tangan pengrajin batu mulia, sehingga dapat mengoptimalkan industri pengolahan batu mulia, mempercepat produksi dan menghasilkan lebih banyak lapangan pekerjaan.

### 1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

- Merancang dan membuat alat untuk memotong/mengasah batu mineral dalam bentuk kristal (*precious and semi-precious gems*) yang dapat dipakai pada industri rumah tangga (padat karya).
- Melakukan analisis kerja alat dalam proses pemotongan/pengasahan terhadap batu mulia dan semi mulia (*precious and semi-precious gems*).
- Melakukan analisis hasil pengerjaan dari batu mulia dan semi mulia (*precious and semi-precious gems*).

### 1.3 Manfaat

- Hasil tugas akhir ini akan dapat dipakai oleh masyarakat untuk mengembangkan industri rumah tangga (padat karya) dengan cara mengolah bahan-bahan alam yang terdapat di Indonesia khususnya Sumatera Barat (Inderapura, Sungai Dareh, Solok Selatan dan Pasaman).
- Meningkatkan perekonomian masyarakat dengan memproduksi batu-batu perhiasan dan ornamen yang berasal dari batuan mulia yang dapat menjadi *souvenir* dan ikon daerah.

### 1.4 Batasan Masalah

Agar didapatkan hasil sesuai dengan tujuan, maka diberikan batasan sebagai berikut, yaitu :

- Membuat suatu alat yang dapat digunakan untuk proses *grinding*, *polishing* dan *lapping*.
- Melakukan pengerjaan pada benda uji dengan bentuk lempengan.
- Rancangan dapat berubah jika menemui kesulitan pada saat pembuatan alat.
- Melakukan analisis dengan melakukan penilaian terhadap hasil akhir pengerjaan.

## 2. Tinjauan Pustaka

Proses *lapidary* adalah membentuk material dengan gerinda kasar, kemudian mengasahnya lagi untuk mendapatkan permukaan yang lebih halus hingga permukaannya mengkilap. Dimana proses pemolesannya dilakukan dengan berbagai oksida mineral. Ada berbagai tipe perlakuan yang diberikan pada batu permata, antara lain :

### a. Sawing

Kebanyakan penggergajian batu permata menggunakan pisau potong tipis yang terbuat dari baja, tembaga atau campuran perunggu-fosfor dengan sisi luar dilapisi grit intan dan berputar ribuan putaran per menit memutus ikatan batu permata.

b. *Grinding*

Pengerindaan biasanya menggunakan silikon karbida atau gerinda yang dilapisi intan, digunakan untuk membentuk batu permata menjadi bentuk kasar yang diinginkan (*preform*).

c. *Sanding*

Sama halnya dengan pengerindaan, akan tetapi *sanding* digunakan untuk pengerjaan halus. Tujuannya untuk membuang retakan yang tertinggal pada kuarsa saat pengerindaan.

d. *Lapping*

Pengerjaannya dilakukan pada salah satu sisi cakram yang berputar (*lap*) dan terutama digunakan untuk membuat permukaan batu yang datar seperti pada *faceting*.

e. *Polishing*

Pemolesan dilakukan agar bentuk akhirnya seperti cermin yang dapat merefleksikan cahaya pada permukaannya. Pemolesan membuang material batu dalam jumlah kecil.

f. *Drilling*

Teknik ini dilakukan untuk membuat lubang pada batu permata.

g. *Tumbling*

Dilakukan pada tabung berputar dengan putaran rendah dengan material abrasif dan air pada waktu pengerjaan lama.

Dengan menggunakan teknik diatas, batu permata dibuat ke dalam bentuk yang lazim, antara lain :

a. *Cabochons*

Suatu batu yang dibulatkan dan dipoles pada bagian atasnya dan relatif datar pada bagian bawahnya.



Gambar 1. Bentuk *cabochon*<sup>[2]</sup>

b. *Faceted*

*Facet* datar dipotong dan dipoles pada seluruh permukaan batu yang biasanya dalam pola yang sangat simetris.



Gambar 2. Bentuk *facet*<sup>[3]</sup>

## c. Manik-manik dan bulatan

Bulatan terbentuk dari potongan-potongan kubus yang di-*tumble* menghasilkan bentuk halus seperti bola dan dirangkai ke dalam manik-manik.

d. *Inlays* (tatahan)

Batu permata dipotong dengan ukuran tertentu dan ditempelkan pada cekungan-cekungan pada material lain seperti logam, kayu dan batu lainnya.

e. *Intarsias* dan mosaik

Batuan kecil berbeda warna digabungkan, dipotong dan dipoles membentuk pola yang menarik.



Gambar 3. Bentuk mosaik<sup>[4]</sup>

f. *Cameos* dan *intaglios* (ukir-ukiran)

Batu bertulis (*cameos*) dan ukir-ukiran (*intaglios*) memiliki kesamaan yaitu kedua-duanya dilukis dengan mengukir batu.



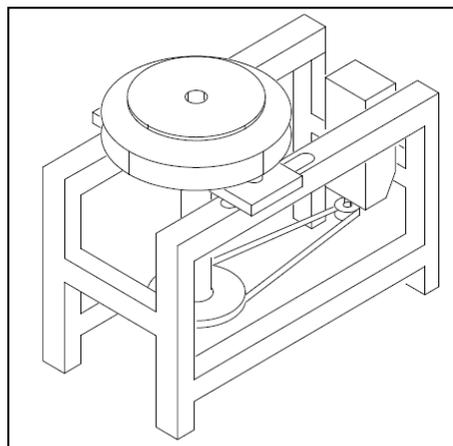
Gambar 4. Bentuk *cameos*<sup>[4]</sup>

## g. Pahatan

Batu permata dapat diulir seperti material lainnya menjadi berbagai bentuk tergantung keahlian pemahatnya.

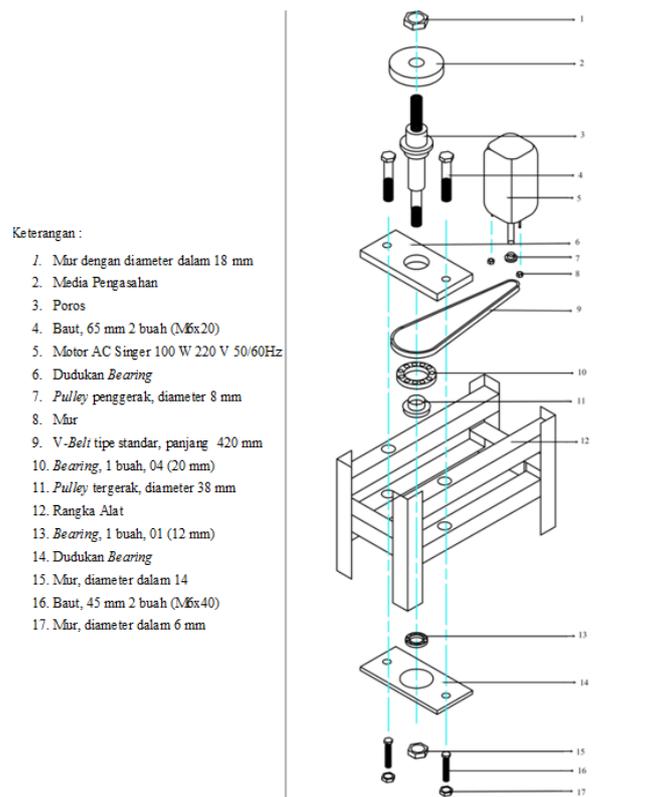
### 3. Metodologi

Perancangan alat menggunakan metode yang memungkinkan terdapat beberapa alternatif perancangan. Beberapa alternatif tersebut dievaluasi menggunakan metode pengambilan keputusan *Pugh* karena mudah dan efektif.



Gambar 5. Konsep yang akan dibuat

Alat dan bahan yang diperlukan baik dalam pembuatan alat maupun material produk yang dipergunakan, antara lain : Motor AC Singer dengan spesifikasi daya 100 W 220 V, 50/60 Hz, putaran maksimum 6000 rpm. Puli penggerak dengan diameter 8 mm dan sabuk tipe V dengan lebar 6 mm. Puli tergerak yang tersedia di pasaran dengan diameter 38,1 mm. Diameter minimal poros sama dengan 4,65 mm, sedangkan diameter puli 15 mm. Roda gerinda yang digunakan adalah tipe I – Straight Wheel, diameter minimum 80 mm dan diameter maksimum 150 mm.



Gambar 6. Susunan Alat

### ***Pengujian Alat dan Produk Hasil Pengerjaan***

#### ***Pengujian Alat***

Pengujian ini dilakukan dengan cara melakukan pengerjaan terhadap benda uji, kemudian hasil pengerjaan tersebut dicek apakah memenuhi kualitas yang baik.

#### ***Persiapan Alat***

Persiapan alat yang dilakukan adalah perakitan dan penyetingan alat sehingga dapat bekerja dengan baik.

#### ***Pelaksanaan Pengujian***

##### **A. Pengerjaan Batu Mulia/*Gemstone***

Batu dikerjakan melalui beberapa tahapan yaitu : Pemotongan (*sawing*), Penggerindaan (*grinding*) dan Pemolesan.

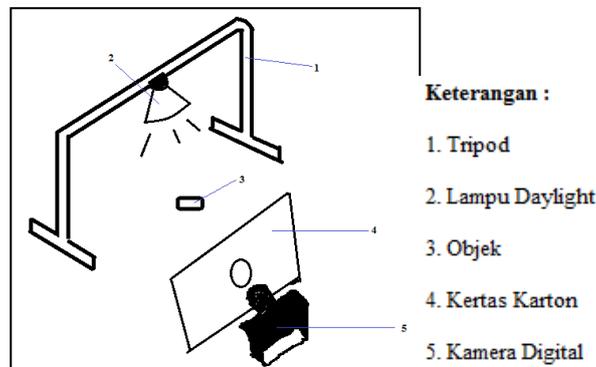
1. Produk dibuat dengan bentuk permukaan datar, persiapkan masing-masing jenis dua buah sampel.
2. Bahan dipotong dengan ketebalan  $\frac{1}{8}$  inci (3.175 mm) sampai  $\frac{1}{4}$  inci (6.35 mm) dalam bentuk lempengan, dapat juga dibuat dengan ketebalan mendekati ketebalan  $\frac{3}{8}$  inci.
3. Tentukan bagian terbaik dari bahan sebelum dipotong, misalnya yang memunculkan warna yang menarik.
4. Lakukan penggerindaan dengan batu gerinda dengan ukuran butir abrasif 360 mesh.
5. Ambil gambar hasil pengerjaan tersebut dengan pencahayaan yang cukup.
6. Lakukan kembali langkah 4-5 dengan cara pengamplasan batu mulia menggunakan mesh amplas bertingkat dan dengan cara pemolesan menggunakan butir abrasif serbuk intan.

##### **B. Pemotretan**

Untuk pengambilan gambar batu mulia, diperlukan langkah-langkah yang tepat agar dapat menghasilkan fenomena warna sesuai yang diinginkan. Berikut ini langkah-langkah yang dilakukan untuk pemotretan batu berwarna :

- Peralatan yang diperlukan, antara lain : kamera digital dengan macro setting, lampu cahaya matahari (*daylight lamp*), dan sebuah tripod.
- Setting peralatan diatas.

- Setting *white balance* kamera menggunakan selembar kertas putih.
- Set batu berwarna pada kaca plexi (*plexiglass*) dan kertas hitam.
- Untuk menghilangkan efek cermin dari batu, gunakan bagian putih kertas karton dan buat lubang kira-kira 1 inchi, letakkan di depan lensa kamera.
- Posisikan batu agar didapatkan warna yang baik.



Gambar 7. Cara Pengambilan Gambar

C. Pengujian Kualitas

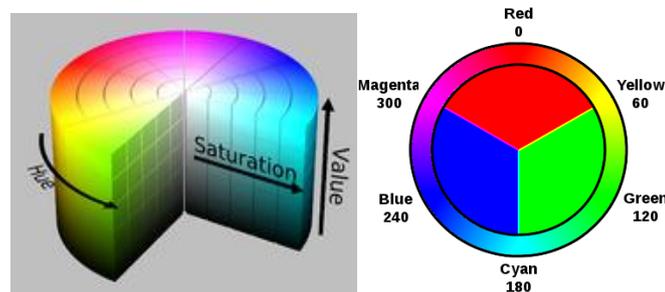
Untuk menentukan kualitas suatu batu mulia diperlukan beberapa indikator penunjuk kualitas. Pengujian dirancang untuk mengukur kualitas dari hasil pengerjaan dengan cara memotret setiap benda uji dengan pencahayaan tetap. Hasilnya diukur dengan menggunakan perangkat lunak. Salah satu faktor dalam menentukan kualitas adalah warna, dimana dalam hal ini warna merupakan faktor utamanya.

Dari hasil pemotretan dipetik warna dominan batu mulia tersebut dengan menggunakan *software open source* Paint.NET. Indikator warna yang dapat diperoleh menggunakan perangkat tersebut adalah HSV dan RGB. HSV merupakan koordinat silindris yang menunjukkan posisi dari model warna RGB. HSV adalah singkatan dari *hue*, *saturation* dan *value*.

*Hue* adalah jenis warna dengan posisi warna dari 0-360°, *hue* juga dapat diartikan sebagai panjang gelombang yang lebih dominan dari warna. *Saturation* atau tingkat kejenuhan adalah intensitas dari satu jenis *hue* atau satu jenis tipe warna, biasanya bernilai 0 sampai 100%. *Value* adalah tingkat kedalaman warna tersebut, biasa disebut juga dengan *brightness* atau *tone*, bernilai 0 sampai 100%.

RGB merupakan singkatan dari *red-green-blue* adalah model warna dasar yang dapat dikombinasikan untuk menghasilkan warna turunan. RGB memiliki nilai integer dalam rentang 0 sampai dengan 255 ( $2^n-1$ ) yang merupakan rentang 8 bit *byte*. Nilai tersebut diubah ke dalam persentase (0-100) dengan rumus perbandingan dikali 100%.

Melalui masing-masing pengerjaan akan diperoleh perbedaan dari indikator warna tersebut.



Gambar 8. HSV dan RGB

#### 4. Pembahasan

##### *Alat Grinding dan Polishing*

Pembuatan alat *grinding* dan *polishing* dilakukan melalui beberapa proses pemesinan seperti pembubutan, pelubangan, dan proses lain seperti penggergajian, proses *snei* dan *tapping*, serta proses pengelasan. Setelah proses pembuatan selesai, maka dapat dilakukan perakitan seluruh komponen. Beberapa komponen yang dapat dijumpai di pasaran antara lain *pulley*, *nut*, baut, *belt*, *bearing*, motor listrik, kabel, *snap ring* dan batu gerinda.



Gambar 9. Komponen Alat



Gambar 10. Alat *Grinding* dan *Polishing*

##### Spesifikasi Alat :

Daya	:100 W
Dimensi	: 300 mm x 130 mm x 200 mm
Motor	: Singer
Arus	: AC (bolak-balik)
Transmisi	: V-belt 6 mm
	Pulley diameter 1.5 inch
Gerinda	: Tipe Straight Wheel Diameter 150 mm

Benda uji yang digunakan adalah batuan mulia dengan senyawa  $\text{SiO}_2$  (kuarsa) jenis agate (batu akik) memiliki kekerasan 7 mohs. Gambar 12 menunjukkan batu spesimen yang digunakan dengan nama daerahnya *lumuiik sungai dareh*. Merupakan batu kuarsa dengan pigmen warna hijau yang dipengaruhi adanya unsur Fe didalamnya. Gambar 13 menunjukkan batu limau manis, termasuk kuarsa dengan pigmen warna oranye. Benda uji sebelumnya telah dipotong dengan ketebalan  $\pm 5$  mm.



Gambar 11. Sampel Batu Lumuik yang Digunakan

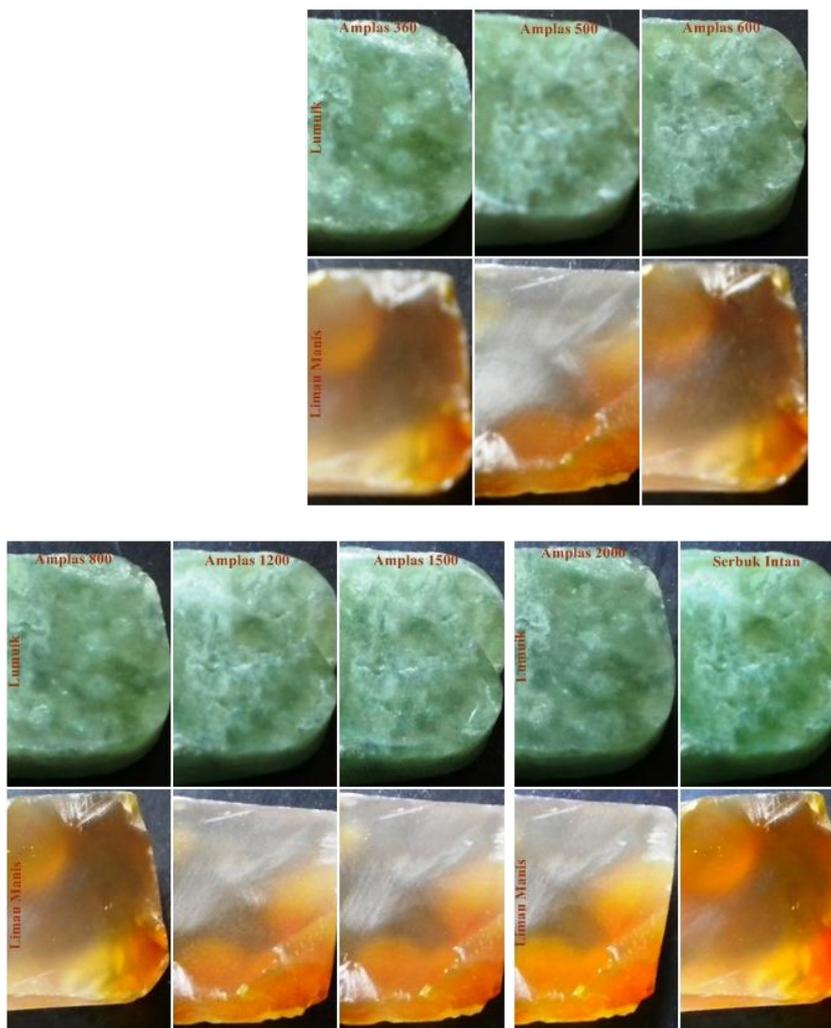


Gambar 12. Sampel Batu Limau Manis yang Digunakan

**Hasil Pengujian**

Hasil pengujian meliputi gambar hasil pemotretan dan tabel data kuantitas. Hasil pemotretan didapatkan dengan menggunakan kamera Nikon Coolpix S220 10 MP dengan *makro setting*, keseimbangan putih menggunakan mode siang hari karena sumber cahaya yang digunakan adalah cahaya matahari dan mode pengambilan terpusat.

Hasil pemotretan dapat dilihat pada Gambar 14 dan hasil pengukuran dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.



Gambar 13. Foto Spesimen Hasil Pengerjaan

*Hasil pengukuran kualitas batu mulia,***Tabel 1** Perbandingan pengerjaan dan warna batu mulia untuk batu *Lumuik*

Pengerjaan	Indikator Warna						Wavelength
	Hue	Saturation	Value	Red	Green	Blue	
Grind	120	15	79	171	203	171	493,38
Amplas 100	157	24	79	152	202	183	492,21
Amplas 240	146	25	73	141	188	162	494,25
Amplas 360	139	25	70	134	180	149	495,51
Amplas 500	135	25	70	135	180	147	495,71
Amplas 600	138	24	67	130	173	143	496,10
Amplas 800	138	26	66	125	170	139	496,49
Amplas 1200	146	25	68	130	175	150	495,42
Amplas 1500	145	27	69	128	176	148	495,61
Amplas 2000	147	28	62	114	160	135	496,88
Serbuk Intan	148	29	61	110	155	131	497,26

**Tabel 2** Perbandingan pengerjaan dan warna batu mulia untuk batu *Limau Manis*

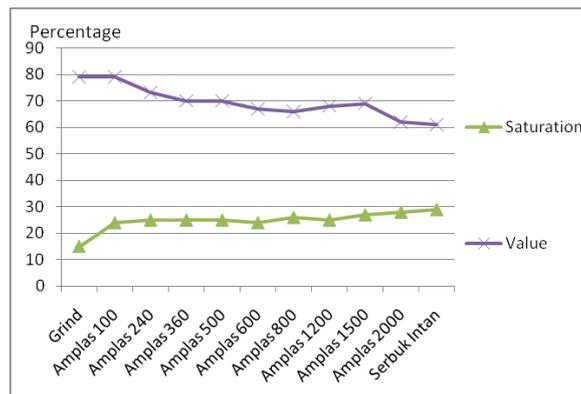
Pengerjaan	Indikator Warna						Wavelength
	Hue	Saturation	Value	Red	Green	Blue	
Grind	33	31	79	203	175	139	582,43
Amplas 100	36	67	70	181	132	58	621,81
Amplas 240	37	38	86	220	188	136	583,89
Amplas 360	30	63	57	146	101	54	623,75
Amplas 500	33	27	71	183	161	133	585,35
Amplas 600	32	58	61	158	115	65	618,40
Amplas 800	35	63	63	163	120	59	621,32
Amplas 1200	35	34	72	184	158	120	591,67
Amplas 1500	32	40	74	189	154	113	595,07
Amplas 2000	30	41	73	186	147	109	597,01
Serbuk Intan	30	41	74	188	150	111	596,04

**Pembahasan Hasil Pengujian**

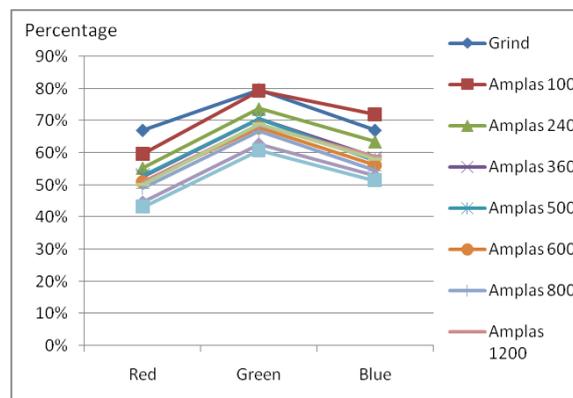
Untuk mengetahui apakah alat asah batu mulia dapat bekerja dengan baik sebagai mana yang diharapkan, maka diperlukan pengujian. Tahap pengujian alat asah untuk proses penggerindaan dan pemolesan pada batu mulia pun telah dilakukan dan alat dapat digunakan untuk mengerjakan batu mulia yang telah ditentukan. Dimana hasil pengujian yang didapatkan berupa hasil pemotretan, tabel dan grafik yang menunjukkan kemampuan alat untuk menghasilkan batu yang memiliki nilai dari segi kualitas.

Pada Gambar 13 dapat dilihat perbedaan dari masing-masing pengerjaan dimulai dari penggerindaan, pengamplasan hingga pemolesan. Pada proses penggerindaan terlihat batu masih memiliki kekasaran permukaan yang belum sesuai yang diharapkan, pada *lumuk* terlihat warna hijau yang memutih dengan garis-garis, sama halnya dengan *limau manis* terlihat warna memutih dan adanya garis-garis. Kemudian dilakukan pengamplasan dari grit rendah ke tinggi, terlihat bahwa permukaan semakin halus, warna dari kedua spesimen semakin muncul. Pada batu jenis *lumuk* terlihat warna tampak semakin gelap sedangkan pada *limau manis* warnanya menjadi semakin *orange* kemerahan. Untuk proses pemolesan sebenarnya tidak terlalu menunjukkan perubahan warna disebabkan pada pengamplasan sampai grit 2000 telah muncul banyak pantulan cahaya. Dimana pengerjaan pemolesan dilakukan dengan tujuan menghasilkan banyak pantulan cahaya.

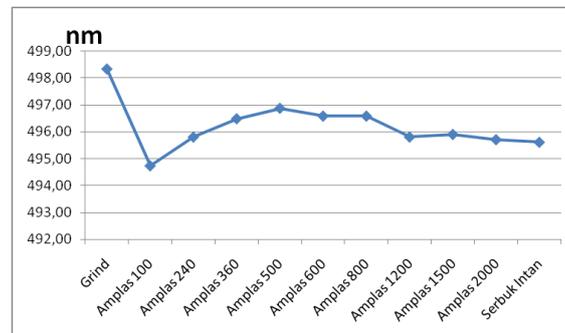
Dari data Tabel 1 dapat diketahui bahwa harga hue menunjukkan turun-naik dari masing-masing pengerjaan. Dimana pada hue terdapat informasi apakah warna lumuk hijau terang, hijau gelap atau hijau-kebiruan. Secara keseluruhan harga hue spesimen menunjukkan peningkatan diikuti dengan penurunan panjang gelombang cahaya yang dipantulkan seperti terlihat pada Gambar 16. Hal ini berarti warna lumuk menjadi hijau-kebiruan. Terbukti dari kombinasi warna red-green-blue dengan bagian warna biru lebih tinggi daripada warna merah (lihat Gambar 15).



Gambar 14. Tingkat Saturation dan Value batu mulia Lumuik



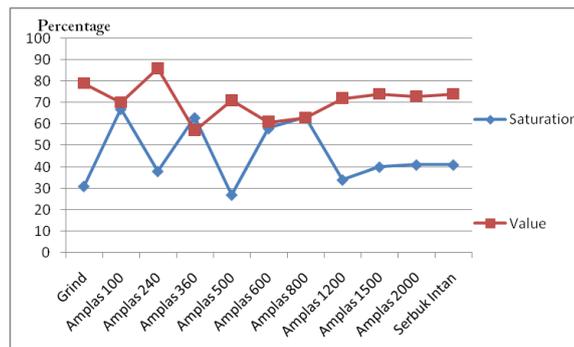
Gambar 15. Perbandingan Pengerjaan dan model RGB batu lumuik



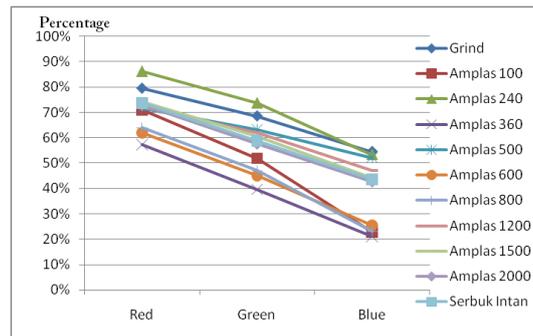
Gambar 16. Perbandingan Pengerjaan dan Panjang Gelombang Warna batu mulia Lumuik

Tingkat kejenuhan yang rendah menunjukkan sedikitnya jumlah cahaya yang berinteraksi dengan spesimen lumuik. Spesimen lumuik memiliki rentang nilai value antara 61 sampai dengan 79. Dimana warna warna terbaik dari batu mulia memiliki rentang nilai value antara 80 sampai dengan 50. Yang berarti, semakin tinggi nilai value akan menyebabkan warna semakin gelap dan terlalu sedikit akan membuat warna batu mulia menjadi lebih pucat atau tidak berwarna. Dari kedua spesimen batu lumuik menunjukkan karakteristik yang sama.

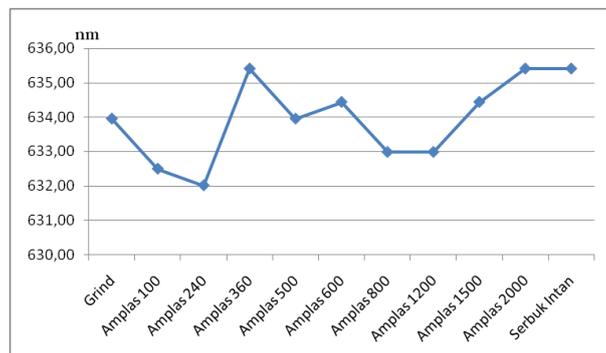
Pada Gambar 14 tingkat kejenuhan (saturation) lumuik nampak kecenderungan semakin meningkat seiring meningkatnya pengerjaan. Dan pada value diperoleh harga yang cenderung turun.



Gambar 17. Tingkat Saturation dan Value batu mulia Limau Manis



Gambar 18. Perbandingan Pengerjaan dan model warna RGB batu Limau Manis



Gambar 19. Perbandingan Pengerjaan dan Panjang Gelombang Warna batu mulia Limau Manis

Kemudian pada Tabel 2 untuk *limau manis*, harga hue menunjukkan naik-turun dari masing-masing pengerjaan. Pada limau manis hue akan menunjukkan apakah warnanya orange, orange-kekuningan atau orange-kemerahan. Dan dapat dilihat pula panjang gelombang cahaya yang dipantulkan mengalami peningkatan seperti terlihat pada Gambar 19, dapat dibuktikan lagi dengan kombinasi warna red-green-blue dimana warna merah menjadi lebih dominan dibandingkan dengan warna hijau dan biru, dapat dilihat pada Gambar 18.

Tingkat kejenuhan yang berada diantara rentang nilai rata-rata dan tinggi yang berarti adanya jumlah cahaya yang banyak yang dapat berinteraksi dengan spesimen limau manis. Untuk nilai value, spesimen limau manis memiliki nilai terendah 53 dan nilai tertinggi 86. Yang secara keseluruhan ini menunjukkan warna terbaik dapat dihasilkan dari batu melalui pengerjaan yang dilakukan menggunakan alat asah rancangan. Seperti terlihat pada Gambar 17, tingkat kejenuhan memiliki kecenderungan naik dan harga value memperlihatkan kecenderungan berubah-ubah akan tetapi masih berada dalam rentang warna terbaik. Dari kedua spesimen batu *limau manis* pun menunjukkan karakteristik yang sama.

Dengan demikian, dari kedua jenis spesimen, warna terbaik dapat dimunculkan dengan tingkat kehalusan permukaan yang baik dan dilihat dari pantulan cahaya serta faktor penilaian kualitas lainnya. Hal tersebut dapat diperoleh dari penggunaan alat asah rancangan dalam pengerjaan batu mulia. Sehingga alat asah batu rancangan dapat digunakan untuk pengerjaan batu mulia dan dapat memberikan hasil pengerjaan yang baik dalam pengerjaan batu mulia.

## 5. Penutup

### 5.1 Kesimpulan

Dari pembahasan diatas dapat diambil kesimpulan, antara lain :

- a. Dengan menggunakan alat asah rancangan, kita dapat memperoleh kekasaran permukaan sesuai yang diharapkan untuk batu mulia. Dapat dilihat dari tingkat *saturation* yang meningkat, yang menunjukkan intensitas cahaya yang meningkat setelah melalui tahapan pengerjaan.
- b. Dengan menggunakan alat asah rancangan, kita dapat memperoleh warna terbaik yang diinginkan dari batu mulia. Dimana warna terbaik dapat dihasilkan dari nilai *value* yang berkisar antara 50 sampai dengan 80.
- c. Dalam pengerjaan memerlukan penggantian grit kertas amplas, akan tetapi itu tidak membutuhkan waktu yang lama disebabkan rancangan alat mendukung untuk penggantian tersebut.
- d. Penggunaan rancangan alat ini dapat meningkatkan produktivitas pengrajin, dimana alat dapat difungsikan mulai dari pemotongan, pengerindaan, pengamplasan dan pemolesan. Sehingga waktu yang diperlukan untuk penggunaan beberapa alat dapat dikurangi.
- e. Alat asah rancangan dapat digunakan untuk keperluan rumah tangga, dimana pembuatan alat yang mudah dan murah.

### 5.2 Saran

Beberapa saran yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Dari penelitian yang sudah dilakukan terbukti bahwa penggunaan rancangan alat pengasah batu permata dapat meningkatkan hasil produksi dan produktivitas kerja perajin permata sehingga disarankan alat asah rancangan dapat digunakan pada proses pengasahan batu permata.
- b. Pengerjaan batu mulia akan lebih optimal apabila dilakukan sesuai dengan prosedur pengerjaan yang tepat.
- c. Rancangan alat ini dibuat untuk sikap kerja duduk, agar pengrajin dapat bekerja lebih teliti dan kreatif dalam menciptakan produk yang berkualitas.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] C.C. Campbell, Ian. 2006. *A 2006 Review of The ICSL Coloured Stones Grading System*. South Africa : ICSL
- [2] Weller, Roger. 2007. *The Cutting and Polishing a Raw Gemstone*. <http://skywalker.cochise.edu/wellerr/students/gem.htm>. Diakses pada tanggal 03 Desember 2012, pukul 08.42 WIB.
- [3] Gemstone Artist. 2012. *The Gem Cutting Process*. [www.gemstoneartist.com/Default.asp](http://www.gemstoneartist.com/Default.asp). Diakses pada tanggal 09 Nopember 2012, pukul 22.39 WIB.
- [4] Tradeshop.Inc. 2012. *How are Gems Cut and Polished?* . [www.tradeshop.com/gems/index.html](http://www.tradeshop.com/gems/index.html). Diakses pada tanggal 12 Nopember 2012, pukul 02.19 WIB.