

ANALISIS SIFAT MEKANIK ALAT PENGUPAS KELAPA TRADISIONAL DENGAN VARIASI LAJU PENDINGINAN

Jaelani, Fentje A. Rauf, Rommels Lumintang
Jurusan Teknik Mesin Universitas Sam Ratulangi
Jl. Kampus UNSRAT, Manado

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa perbedaan sifat mekanik alat pengupas kelapa dari berbagai variasi laju pendinginan. Material dasar alat pengupas kelapa adalah baja pegas mobil.

Dari hasil analisis uji impact maupun uji keras terhadap spesimen tanpa perlakuan didapat nilai kekerasan yaitu $382,972 \text{ N/mm}^2$, untuk analisis variasi laju pendinginan yaitu dengan variasi pendinginan cepat, pendinginan lambat dan pendinginan sangat lambat, didapat nilai kekerasan paling tinggi yaitu variasi pendinginan cepat $628,986 \text{ N/mm}^2$, Kemudian untuk spesimen dengan perlakuan pendinginan sangat lambat memiliki energi serap $5,88 \text{ Nm}$ dan harga impact $0,37 \text{ J/mm}^2$, yang merupakan energi serap dan harga impact paling tinggi.

Kata kunci : Alat Pengupas Kelapa, Sifat Mekanik, Laju Pendinginan.

ABSTRACT

This research aim to determine the analyze differences of mechanical properties of coconut peeler material at varying cooling rate. Basic material of coconut peeler in the research is spring steel car.

The result of the experiment showed that without cooling treatment, the level is $382,972 \text{ N/mm}^2$, for the care of cooling specimen at varying cooling rate, the highest level is $628,986 \text{ N/mm}^2$. The largest impact level is about absorb $0,37 \text{ J/mm}^2$ which absorption energy around obtainable at the lowest cooling rate.

Keywords : Coconut Peeler, Mechanical Properties, Conditioning Rate.

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Alat pengupas kelapa tradisional (Lewang) yang difungsikan untuk memisahkan sabut kelapa dari buah kelapa secara manual. Pemisahan sabut kelapa dengan buah bisa saja dilakukan dengan bantuan alat berupa parang, kapak atau alat lainnya namun

yang sering saya jumpai di daerah Sulawesi Utara para petani masih menggunakan alat pengupas kelapa tradisional yang biasa disebut Lewang.

Alat pengupas kelapa tradisional biasanya terbuat dari baja pegas mobil. Baja pegas sebenarnya tidak mempunyai kekerasan yang tinggi, sifat utama dari baja pegas

adalah modulus elastik dan batas elastik, oleh karena itu di dalam industry ialah bagaimana mempergunakan batas elastis agar mendapat kekuatan yang dibolehkan lebih tinggi.

1.3 Tujuan Penelitian

Dalam penelitian ini di rumuskan masalah yaitu bagaimana cara menganalisis sifat mekanik alat pengupas kelapa tradisional dengan berbagai variasi laju pendinginan, yaitu pendinginan cepat, pendinginan lambat, dan pendinginan sangat lambat.

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian terarah, perlu batasan – batasan masalah sebagai berikut:

1. Material dasar pengupas kelapa diambil dari pegas mobil.
2. Alat pengupas kelapa tradisional merupakan hasil dari berbagai macam variasi laju pendinginan yaitu pendinginan cepat, pendinginan lambat, dan pendinginan sangat lambat.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini, yaitu:

1. Memberikan informasi tentang nilai kekerasan, keuletan dan kekuatan material alat pengupas kelapa tradisional.
2. Memberikan wawasan tentang perbedaan sifat mekanik alat pengupas kelapa dari berbagai variasi laju pendingina.
3. Sebagai bahan referensi bagi penelitian sejenisnya dalam rangka pengembangan pengetahuan tentang sifat mekanik alat pengupas kelapa tradisional.

II. LANDASAN TEORI

2.1 Proses Manufaktur

2.2.1 Proses Tempa (*Forging*)

Forging atau penempaan adalah pengerjaan logam menjadi bentuk yang berguna dengan menggunakan palu atau penekan. Penempaan merupakan seni pengerjaan logam yang paling tua, dan mempunyai asal-usul dari pande besi injil kuno.

Ada 3 macam cara dalam proses tempa, yaitu tempa panas atau *hot forging*, tempa dingin atau *cold forging* dan *warm forging* tempa hangat.

1. Tempa Panas (*Hot Forging*)

Tempa panas biasanya tempa jenis ini dilakukan pada suhu yang sangat tinggi sekitar 1200°C. Biasanya hasilnya digunakan untuk barang-barang *machining* dengan temperatur yang tinggi, dan kemampuan menahan *deformasi* atau perubahan bentuk yang kecil.

2. Tempa Dingin (*Cold Forging*)

Tempa dingin, biasanya dilakukan dalam suhu ruangan dan kemampuan menahan perubahan bentuknya sangat besar, untuk pembentukan barang memang terbatas karena lebih sulit.

3. Tempa Hangat (*Warm Forging*)

Tempa hangat adalah proses pembentukan dimana temperturnya berada diantara *Hot Working* dan *Cold Working*.

2.2.2 Perlakuan Panas

Perlakuan panas dapat mengubah sifat baja dengan cara mengubah ukuran dan bentuk butirannya, juga mengubah unsur pelarutnya dalam jumlah yang kecil. Bentuk butirannya dapat diubah dengan cara dipanaskan pada suhu di atas suhu pengkristalan kembali. Ukuran

butirannya dapat di kontrol melalui suhu dan lama pemanasan, serta kecepatan pendinginan baja setelah dipanaskan.

Macam-macam perlakuan panas yaitu:

Hardening

Perlakuan panas yang bertujuan untuk memperoleh kekerasan maksimum pada logam baja. baja baja tersebut dipanaskan dan selanjutnya di tahan. Untuk baja *eutectoid* di panaskan sampai (20-30)°C di atas AC3 dan untuk baja *hypoeutectoid* dan *hyper-eutectoid* dipanaskan sampai (20-30)°C diatas AC1, kemudian di dinginkan cepat didalam air atau tergantung pada komposit kimia, bentuk dan dimensinya. Kecepatan pendinginan harus sesuai supaya terjadi transformasi yang sempurna dari *austenite* menjadi *martensite*. Kekerasan maksimum yang di capai tergantung kadar karbon. Semakin tinggi kadar kabor semakin tinggi kekerasan maksimum yang didapat. Alasan memanaskan dan menahanya pada temperatur *austenisasi* adalah untuk melarutkan semenit dalam *austenit* kemudian

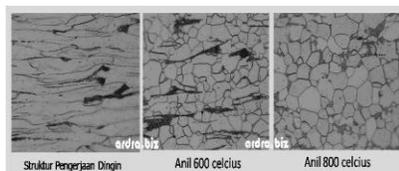
dilanjutkan dengan proses *quench*. *Quenching* merupakan proses pencelupan baja yang telah berada pada temperatur pengerasanya (temperatur *austenisasi*), dengan laju pendinginan yang sangat tinggi (*quench*), agar diperoleh kekerasan yang di inginkan.

Annealing

Proses *Annealing* atau melunakan baja adalah proses pemanasan baja di atas temperatur kritis (723°C) selanjutnya dibiarkan beberapa lama sampai temperatur merata disusul dengan pendinginan secara perlahan-lahan sambil dijaga agar temperatur bagian luar dan dalam kira-kira sama sehingga diperoleh struktur yang diinginkan.

Tujuan proses *annealing* :

1. Melunakkan material logam
2. Menghilangkan tegangan dalam / sisa
3. Memperbaiki butir-butir logam.



Gambar 1 Perubahan Struktur Mikro Akibat Proses Anil

Normalizing

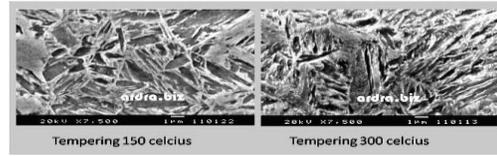
Normalizing adalah suatu proses pemanasan logam hingga mencapai fasa *austenite* yang kemudian secara perlahan-lahan dalam media pendinginan. Hasil pendinginan ini berupa *perlit* dan *ferit* namun hasilnya jauh lebih mulus dari *annealing*. Prinsip dari proses *normalizing* adalah untuk melunakkan logam. Namun pada baja karbon tinggi atau baja paduan tertentu dengan proses ini belum tentu memperoleh baja yang lunak. Mungkian berupa pengerasan dan ini tergantung dari kadar karbon.

Normalizing adalah proses perlakuan panas yang dilakukan dan digunakan untuk menghaluskan struktur bahan butiran yang mengalami pemanasan berlebihan., menghilangkan tegangan dalam, meningkatkan pemesinan dan memperbaiki sifat mekanik material. *Normalizing* juga menghasilkan struktur kimia yang lebih homogen sehingga memberi respon yalebih baik terhadap proses pengerasan (*Hardening*) karena itu,baja yang akan di keraskanperlu di *Normalizing* terlebih dahulu. Pada *Normalizing*

hendaknya tidak dilakukan pemanasan terlalu tinggi karena butiran kristal *austenite* yang terjadi akan selalu besar sehingga perbandingan lambat akan diperoleh *pearlite* atau *ferrite* yang kasar dan mengakibatkan kekurangan keuletan atau ketangguhan.

Tempering

Tempering perlakuan panas yang digunakan untuk mengurangi tegangan sisa, melunakkan bahan setelah di *hardening* dan meningkatkan keuletan. Hal ini karena baja yang dikeraskan dengan pembentukan *martensite* biasanya sangat getas biasanya tidak cukup baik untuk berbagai pemakaian. Pembentukan juga menggunakan tegangan sisa yang sangat tinggi dan kurang menguntungkan karena itu setelah pergeseran diikuti *tempering*. Prosesnya adalah dengan memanaskan baja berstruktur *martensite* sampai di bawah suhu kritis, ditahan kemudian dipanaskan kembali pada temperatur dibawah *eutectoid* untuk melunakkan *martensite* dengan mengubah strukturnya menjadi partikel besi karbit *ferrite*. (Affandy Yusuf 2013)



Gambar 2 Mikroskopik Struktur Martensit Temper

2.2 Pengujian Material

2.2.1 Pengujian Dengan Merusak (*destructive test*)

Pengujian dengan merusak adalah pengujian suatu bahan tapi hasil akhirnya bahan tersebut akan cacat atau rusak. Pengujian dengan merusak dilakukan dengan cara merusak benda uji dengan cara pembebanan atau penekanan sampai benda uji tersebut rusak. Dari pengujian ini akan diperoleh informasi tentang kekuatan dan sifat mekanik bahan. Ilmu logam adalah ilmu mengenai bahan-bahan logam dimana ilmu ini berkembang bukan berdasarkan teori saja melainkan atas dasar pengamatan, pengukuran dan pengujian.

Pada umumnya ada beberapa pengujian dengan merusak (*destructive test*), yaitu:

➤ Pengujian Tarik (*Tensile Test*)

Tensile test adalah pengujian kekuatan suatu material dengan

menarik suatu bahan sampai putus. Pada pengujian tarik suatu material akan mengalami kerusakan, karena pengujian tarik adalah pengujian kekuatan material dengan menarik suatu material sampai putus.



Gambar 3 Alat Uji Tarik

- Pengujian Tekan (*Compressed Test*)

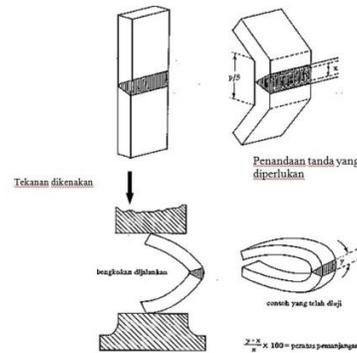
Pada uji tekan umumnya kekuatan tekan lebih tinggi dari kekuatan tarik. Suatu material akan ditekan dan saat pengujian ini material akan rusak. Prosesnya material akan ditaruh diatas landasan dan ditekan dari atas. Baru - baru ini telah ditemukan bahan yang baik terbuat dari keramik sebagai landasan dari silica, yang memberi pengaruh baik.



Gambar 4 Alat Uji Tekan

- Pengujian Bengkok (*Bending Test*)

Pengujian bengkok adalah salah satu cara pengujian yang dipakai sejak lama bagi bahan yang cocok, karena dapat dilakukan terhadap batang uji berbentuk sederhana dan tidak perlu menggunakan mesin uji.



Gambar 5 Pengujian Bengkok

- Pengujian Puntir (*Torsion Test*)

Pada pengujian puntiran suatu material akan rusak karena material tersebut akan mengalami patahan. Umumnya ini terjadi pada material

yang getas, sedangkan pada material yang ulet patahan terjadi pada sudut tegak lurus terhadap sumbu puntiran setelah gaya pada arah sumbu terjadi dengan deformasi yang besar.



Gambar 6 Alat Pengujian Puntir

➤ Pengujian Impak (*Impact Test*)

Uji *impact* dilakukan untuk menentukan kekuatan material sebagai sebuah metode uji *impact* digunakan dalam dunia industri khususnya uji *impact charpy* dan uji *impact izod*. Dasar pengujian ini adalah penyerapan energi potensial dari beban yang mengayun dari suatu ketinggian tertentu dan menumbuk material uji sehingga terjadi deformasi.



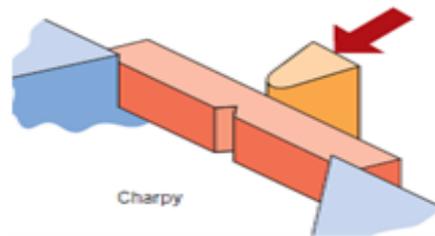
Gambar 7 Alat Uji Impak

Pada umumnya pengujian impak dilaksanakan dengan material yang berupa batang dengan diberikan takikan (*notch*) dengan tujuan :

- Untuk mengetahui ketahanan/ ketangguhan (*thoughness*) dari suatu material terhadap beban kejut.
- Untuk mengetahui sensitivitas suatu material terhadap adanya takik yang

Akan menyebabkan terjadinya kondisi tegangan tiga dimensi yang besar karena konsentrasi tegangan yang tinggi didaerah takikan.

Banyak tipe dari batang uji bertakik yang dipakai untuk pelaksanaan percobaan impak ini. Tetapi secara umum terdapat dua kelas benda uji yang sesuai dengan standard uji dari A.S.T.M. Standard pt.31 Designation E23-82 yaitu :



Gambar 8 Benda Uji impak

Dengan mengabaikan kehilangan-kehilangan energi akibat gesekan bantalan pada titik pendulum, energi tahanan dari udara dan sebagainya, maka dapat dilakukan perhitungan-perhitungan sebagai berikut :

Energi awal

$$E_0 = W \times h = W \times l \times (1 - \cos \alpha)$$

Energi akhir

$$E_1 = W \times h_1 = W \times l_1 \times (1 - \cos \beta)$$

Energi yang diserap $E = E_0 - E_1$

Jika luas penampang benda uji adalah $A \text{ (mm)}^2$ pada daerah takik sebelum

patah, maka dari sini dapat dihitung kekuatan impak material :

$$I_s = \frac{E}{A} \text{ (Joule/mm}^2\text{.)}$$

➤ Pengujian Kekerasan Mikro (*Micro Hardness Test*)

Untuk keperluan ini maka dengan Knoop indenter yang dikembangkan oleh “National Bureau of Standards” dan dengan diintroduksinya mesin test Tukon, dapat diadakan pengujian kekerasan mikro dengan beban yang cukup kecil yaitu 25 gram.



Gambar 9 Alat Uji Kekerasan

Indenter Knoop adalah berupa piramid juga dengan dasar bukan bujur sangkar, sehingga identitasnya memberikan dua diagonal yang

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian saya dilakukan di beberapa tempat, antara lain :

1. Laboratorium Manufaktur Teknik Mesin Unsrat
2. Laboratorium Metalurgi Teknik Mesin Unsrat
3. Sentral industri kecil pandai besi PINAESAAN JAYA Kelurahan Wuluan, Kecamatan Tondano Utara, Minahasa.

3.2 Bahan dan Peralatan

Alat Pengupas Kelapa / Lewang

1. Spesimen Uji Kekerasan Mikro
2. Spesimen Uji Impak

3. Micro Hardness Tester
4. Terco Impak Tester MT 3016
5. Termometer Infrared
6. Jangka Sorong
7. Mistar baja
8. Amplas
9. Spidol
10. Kamera sony
11. Gerinda
12. Pegas Mobil

3.3 Identifikasi Masalah

Proses yang dilakukan pada penelitian ini adalah dengan mengumpulkan data awal dan bertujuan untuk mengenal masalah yang dihadapi, serta untuk menyusun rencana kerja yang akan dilakukan. Pada studi awal dilakukan langkah-langkah seperti survey lapangan terhadap hal-hal yang berhubungan dengan penelitian yang sudah ada untuk dijadikan sebagai pembanding terhadap hasil pengujian yang akan dianalisa.

3.4 Pengumpulan Bahan

Mengumpulkan semua bahan-bahan yang akan dilakukan dalam proses pembuatan alat pengupas

kelapa dan spesimen uji. Diantaranya, yaitu : Baja pegas mobil kendaraan

3.5 Proses Pembuatan Spesimen Uji

1. Proses Pembuatan Spesimen Uji Kekerasan Mikro

Pembuatan spesimen uji keras dilakukan di laboratorium manufaktur Teknik Mesin Unsrat. Awalnya, baja pegas kendaraan yang akan dijadikan lewang diambil 4 sampel potongan. Lalu 3 dari sampel uji tersebut diberi proses perlakuan di industri pandai besi PINASEAAN JAYA yang terletak di Desa Wulauan, Kecamatan Tondano Utara, Kabupaten Minahasa.

Setelah itu, ke-4 sampel uji tersebut diampelas kertas amplas agar didapatkan permukaan untuk proses pengujian kekerasan mikro yang rata dan halus. Setelah halus dan rata, sampel uji tersebut dibersihkan, dan dilakukan pengujian kekerasan mikro pada spesimen tersebut.

2. Proses Pembuatan Spesimen Uji Impak

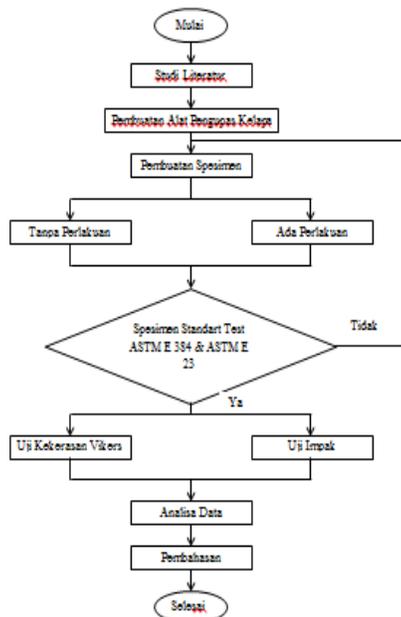
Pembuatan spesimen uji impak dilakukan di laboratorium manufaktur Teknik Mesin Unsrat. Awalnya, baja pegas kendaraan untuk di jadikan

lewang diambil 4 sampel potongan, dipotong menggunakan gerinda.

Kepada ke-4 sampel uji tersebut dilakukan proses pemesinan skrap, agar diperoleh bentuk spesimen uji yang diinginkan dan sesuai dengan standar spesimen uji impak.

3.6 Diagram Alir Penelitian

Diagram Alir Penelitian



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pembuatan Lewang dan Spesimen Uji

a. Alat pengupas kelapa (lewang)



Gambar 10 Alat Pengupas Kelapa Tradisional

b. Spesimen uji kekerasan dalam penelitian ini adalah hasil dari proses Pemesinan yang dilakukan di laboratorium manufaktur Teknik Mesin Unsrat.



Gambar 11 Spesimen Uji Kekerasan

c. Spesimen uji impak dalam penelitian ini adalah hasil dari proses pemesinan yang dilakukan di laboratorium manufaktur Teknik Mesin Unsrat.



Gambar 12 Spesimen Uji Impak

4.2 Hasil Pengamatan Pengujian Mikro

Setelah melakukan pengujian kekerasan dengan menggunakan Micro Hardness Tester, maka didapat hasil yang dilihat pada tabel.

Tabel Pengamatan Pengujian Mikro

Jenis Perlakuan	d rata-rata (um)	P (N)	HVN
Tanpa Perlakuan - Uji 1	0,0763255	9,8	317,942045
Tanpa Perlakuan - Uji 2	0,0662827	9,8	421,586638
Tanpa Perlakuan - Uji 3	0,0665356	9,8	418,388493
Pendinginan Cepat (dicelup air) - Uji 1	0,0528996	9,8	659,390422
Pendinginan Cepat (dicelup air) - Uji 2	0,0549333	9,8	613,784197
Pendinginan Cepat (dicelup air) - Uji 3	0,0549333	9,8	613,784197
Pendinginan Lambat (Suhu ruangan) - Uji 1	0,061805	9,8	484,877741
Pendinginan Lambat (Suhu ruangan) - Uji 2	0,070015	9,8	377,835372
Pendinginan Lambat (Suhu ruangan) - Uji 3	0,068901	9,8	390,154672
Pendinginan Sangat Lambat (Suhu dalam tungku) - Uji 1	0,085724	9,8	252,044339
Pendinginan Sangat Lambat (Suhu dalam tungku) - Uji 2	0,101269	9,8	180,607114
Pendinginan Sangat Lambat (Suhu dalam tungku) - Uji 3	0,0844741	9,8	259,561758

4.3 Hasil Pengamatan Pengujian Impak

Setelah melakukan pengujian impak dengan menggunakan Terco Impak Tester MT 3016, maka didapat hasil yang terlihat pada tabel.

Tabel Pengamatan Pengujian Impak

Jenis Perlakuan	A (mm) ²	Sudut Awal α (°)	Sudut Akhir β (°)	Energi Tercatat (J)
Tanpa Perlakuan - uji 1	16,88	160°	124°	3,1
Tanpa Perlakuan - Uji 2	15,41	160°	128°	2,6
Tanpa perlakuan - Uji 3	16,20	160°	127°	2,7
Pendinginan Cepat (dicelup air) - Uji 1	18,58	160°	137°	1,7
Pendinginan Cepat (dicelup air) - Uji 2	18,73	160°	135°	1,8
Pendinginan Cepat (dicelup air) - Uji 3	18,26	160°	133°	2,2
Pendinginan Lambat (Suhu ruangan) - Uji 1	18,36	160°	153°	0,5
Pendinginan Lambat (Suhu ruangan) - Uji 2	16,78	160°	150°	0,6
Pendinginan Lambat (Suhu ruangan) - Uji 3	15,04	160°	148°	0,8
Pendinginan sangat lambat (Suhu dalam tungku) - Uji 1	15,28	160°	65°	10,4
Pendinginan Sangat Lambat (Suhu dalam tungku) - Uji 2	14,93	160°	66°	10,5
Pendinginan Sangat Lambat (Suhu dalam tungku) - Uji 3	16,70	160°	61°	11,1

4.4 Pembahasan

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan maka dibuatlah contoh perhitungan seperti di bawah ini.

Perhitungan Hasil Uji Kekerasan Mikro

Dengan menggunakan persamaan

$$HVN = 0,189 \times \frac{P}{d^2}$$

Contoh perhitungan :

Dari Tabel diambil data jenis spesimen 2 (pendinginan cepat),

I. Uji – 1,

$$\begin{aligned} HVN &= 0,189 \times \frac{9,8 \text{ N}}{(0,0529996 \text{ mm})^2} \\ &= 659,390422 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

II. Uji – 2,

$$\begin{aligned} HVN &= 0,189 \times \frac{9,8 \text{ N}}{(0,0549335 \text{ mm})^2} \\ &= 613,784197 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

III. Uji – 3,

$$\begin{aligned} HVN &= 0,189 \times \frac{9,8 \text{ N}}{(0,0549335 \text{ mm})^2} \\ &= 613,784197 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Nilai kekerasan mikro rata-rata untuk spesimen 2 (Pendinginan Cepat) adalah :

$$\begin{aligned} HVN \text{ rata – rata} &= \frac{HV1+HV2+HV3}{3} \\ &= \frac{659,390422 + 613,784197 + 613,784197}{3} \\ &= 628,986273 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Dari hasil pembahasan perhitungan dapat disimpulkan untuk nilai kekerasan vickers yang paling tinggi adalah spesimen dengan perlakuan pendinginan cepat

(didinginkan dengan air) yaitu dengan rata-rata nilai kekerasan vickers 628,986 N/mm², untuk nilai kekerasan vickers yang paling rendah adalah spesimen dengan perlakuan pendinginan sangat lambat (dibiarkan dalam tungku) yaitu dengan rata-rata nilai kekerasan vickers 230,737 N/mm².

4.5 Pembahasan

Dari penelitian aplikasi *spreadsheet* pada perancangan roda gigi lurus, dapat diambil kesimpulan bahwa hasil kalkulasi/perhitungan perancangan pada roda gigi lurus yang dilakukan dapat diaplikasikan dengan *spreadsheet*, sehingga dapat memberikan penyelesaian sebuah perancangan yang diinginkan untuk sepasang roda gigi lurus lebih cepat dan efektif.

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil dan pembahasan yang ada didapatkan perbedaan sifat mekanik dari sampel - sampel uji dengan perbandingan nilai paling tinggi dan nilai paling rendah adalah;

- Spesimen dengan variasi laju pendinginan cepat memiliki nilai kekerasan paling tinggi yaitu $628,986 \text{ N/mm}^2$, dan spesimen dengan variasi laju pendinginan sangat lambat memiliki nilai kekerasan paling rendah yaitu $230,737 \text{ N/mm}^2$.
- Untuk energi serap paling tinggi adalah spesimen uji dengan variasi laju pendinginan sangat lambat yaitu $5,88 \text{ Nm}$ dan energi serap yang paling rendah adalah spesimen uji dengan pendinginan lambat $1,04 \text{ Nm}$.

5.2 Saran

Adapun saran dari penelitian ini adalah:

1. Spesimen uji sebaiknya lebih banyak sehingga pengambilan data bisa lebih tepat dan lebih akurat.
2. Dapat dilakukan studi lebih lanjut dengan melakukan pengujian metode merusak maupun tidak merusak pada alat pengupas kelapa tradisional.

DAFTAR PUSTAKA

Amanto. H. dan Daryanto. 2002. Ilmu Bahan. Jakarta.

Callister Jr, William D., 2010, "Materials Science and Engineering an Introduction", 8th edition, John Wiley & Sons, Inc, New York.

George. E. Dieter, Metalurgi Mekanik. Sriati Djaprie, edisi ketiga jilid 2. Januari 2005.

<http://ardra.biz/sain-teknologi/metalurgi/perlakuan-panas-logam/proses-anil-annealing>.

http://en.wikipedia.org/wiki/Vickers_hardness_test.

<http://himawantriraharjo.blogspot.co.id/2013/03/pengujian-dengan-merusak-dan-tidak.html>

<http://ardra.biz/sain-teknologi/metalurgi/pembentukan-logam-metal-forming/proses-penempaan-bahan-logam-tempa-forging/>.
24 Juli 2015.

http://nuryuni89.blogspot.com/2015_01_23_archive.html.

<http://raditboyza.blogspot.com/2014/02/proses-penempaan.html>.

<http://rohmatjohari.blogspot.com/2013/02/kajar-terkenal-dengan-pande-besi.html>.

<http://yusufaya.blogspot.co.id/2013/05/sifat-mekanik-logam-dan-faktor-yang.html>

Pareang A.R.S. 2015 ANALISIS
SIFAT MEKANIK ALAT
PENGUPAS
KELAPA PRODUKSI.
INDUSTRI KECIL ... Teknik
Mesin Universitas Sam
Ratulangi Manado. 2015

Prof. Ir. Tata Surdia MS. MT. E &
Prof. Dr. Shinroku Saito 2013
Pengetahuan Bahan Teknik,
Bandung.