

EXPERIMENTAL STUDY IMPROVEMENT OF QUALITY OF HOE ON SMALL METAL INDUSTRY IN THE DISTRICT PRINGSEWU

Arinal Hamni

Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Lampung
Jln.Prof, Soemantri Brojonegoro No.1 Gedung H FT Lt 2 Bandar Lampung
Telp.(0721) 3555519, Fax.(0721)704947
E-mail: arinal.hamni@yahoo.com

Abstract

Considering the extent of agricultural land Pringsewu District, then surely it takes quality agricultural equipment that can launch the agricultural activities in the region. Hoe is one of agricultural equipment that need to be upgraded. Previously been conducted making a hoe by Small Metal Industries in District Pringsewu cooperation with the Ministry of Industry by adjusting the conditions of the local ordinary farmland gardening, but the result have not been up in terms of both size and hardness values.

Research in improving the quality of hoe is done to get the size and hardness values that follow the standard SNI 02-0331-1989. Materials used in this study was AISI 1020 steel. In order to fit a standard hoe, then made modifications to the dimensions of hoe, and to increase its hardness value according to the standard, pack carburizing method is used with a cheap media there are Albizia wood charcoal, palm shell waste, and low rank coal.

The result of research have shown that after the modification in size, the hoe has been able to comply SNI standard while maintaining the curvature of the hoe in order to guarantee a splash of water disturbance at the time of digging remained insurmountable. Then the value of hardness standard hoe KW III was achieved at 39 HRC, obtained from the hoe to use the media pack carburizing Albizia wood charcoal

Keywords : hoe, quality improvement, AISI 1020, pack carburizing, SNI

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kabupaten Pringsewu memiliki potensi besar di bidang pertanian, perkebunan, dan kehutanan. Untuk bidang pertanian, khususnya tanaman pangan dan hortikultura, Pringsewu memiliki lahan seluas 36.849 hektar yang tersebar di delapan kecamatan daerah ini.

Pada tahun 2010, luas areal tanaman padi di seluruh wilayah Kabupaten Pringsewu mencapai 20.616 hektar, yang terdiri dari lahan sawah seluas 12.092 hektar dan selebihnya berupa lahan kering seluas 8.524 hektar. Dari total lahan sawah yang ada di daerah ini seluas 12.092 hektar, mampu mencapai produksi padi kering giling sebanyak 5,6 ton pertahun untuk setiap hektarnya (Humas Pemkab Pringsewu : 2010). Dengan wilayah yang cukup luas tersebut sudah dapat diketahui bahwa untuk

sektor pertanian membutuhkan banyak alat-alat pertanian dan perkebunan dalam mengolah lahan tersebut. Alat pertanian yang paling banyak dibutuhkan dan paling umum digunakan oleh para pengolah pertanian tersebut adalah cangkul.

Berdasarkan SNI 02-0331-1989 cangkul adalah alat yang umumnya digunakan untuk memotong tanah atau memindahkan tanah dan dibuat dari baja dengan proses pengerjaan mekanis panas. Mengingat luasnya lahan pertanian Kabupaten Pringsewu, maka tentunya dibutuhkan alat-alat pertanian yang berkualitas yang dapat melancarkan aktifitas pertanian di wilayah itu, dan cangkul merupakan salah satu dari alat-alat pertanian tersebut yang perlu ditingkatkan kualitasnya. memenuhi kebutuhan akan kondisi pertanian Pringsewu yang kebanyakan berkebun. Oleh karena itu, Industri Kecil Logam di Kabupaten Pringsewu bekerjasama dengan Departemen

perindustrian berusaha membuat cangkul yang cocok .

Untuk itu perlu dilakukan penelitian dalam meningkatkan mutu cangkul dari Industri Kecil Logam yang ada di Kabupaten Pringsewu ini. Agar Industri logam lokal yang ada memiliki daya saing yang baik, serta dapat menghasilkan produk cangkul yang tidak hanya sesuai standar, tetapi juga tahan lama dan disain yang baik agar nyaman dipakai. Mengingat cita-cita Pemerintah Daerah Provinsi Lampung yang ingin menciptakan struktur industri logam yang kuat dan tangguh, unggul, berdaya saing serta berwawasan lingkungan sehingga mampu meningkatkan perekonomian masyarakat.

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperkenalkan disain cangkul SNI 02-0331-1989 kepada pengrajin cangkul di kabupaten pringsewu dan menyesuaikannya dengan disain berdasarkan pengalaman masyarakat pengguna. dan untuk memperkenalkan teknologi peningkatan kekerasan cangkul dengan metode *carburizing* menggunakan berbagai media carbon yaitu arang kayu, arang cangkang sawit, dan batu bara.

Ruang lingkup penelitian ekperimental peningkatan mutu cangkul pada industry kecil logam ini dibatasi pada hal-hal berikut:

1. Peningkatan mutu cangkul yang akan dilakukan adalah dari segi peningkatan kekerasan dan tampilan dari segi dimensi agar sesuai dengan SNI.
2. Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu pengujian kekerasan seluruh spesimen uji cangkul dan uji

komposisi kimia pada salah satu spesimen cangkul setelah ditingkatkan mutunya.

3. Cangkul akan ditingkatkan mutunya untuk mencapai standar SNI 02-0331-1989 dengan Kualitas III (KW III), dan bahan yang digunakan adalah baja karbon rendah AISI 1020.

LANDASAN TEORI

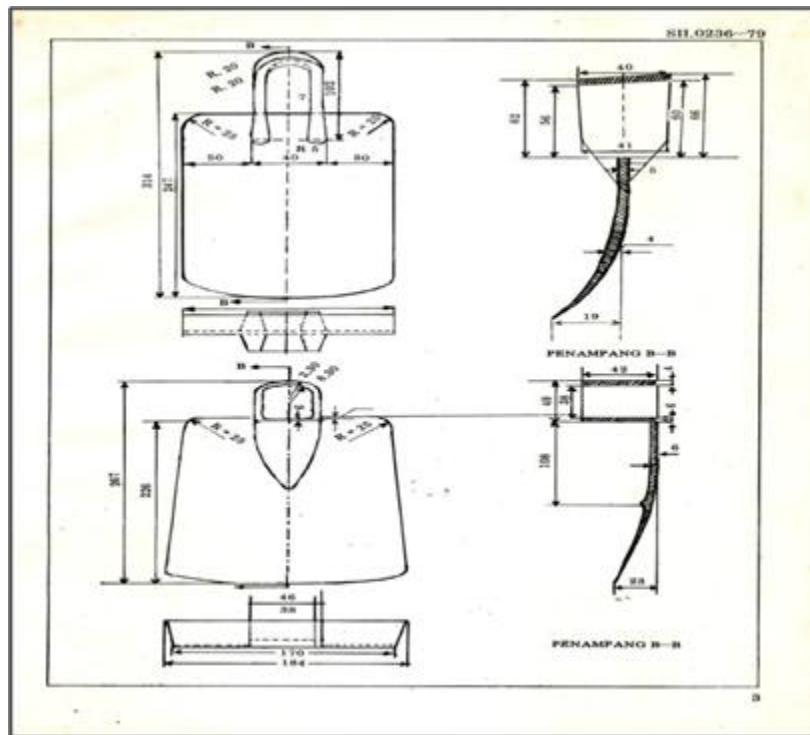
Berdasarkan SNI 02-0331-1989, cangkul adalah alat yang umumnya digunakan untuk memotong tanah atau memindahkan tanah dan dibuat dari baja dengan proses pengerjaan mekanis panas. Dalam standar SNI tersebut diatas disebutkan bahwa untuk memenuhi syarat dan mutu, tampak luar cangkul harus memiliki permukaan daun yang tampak rata dan bebas dari cacat-cacat seperti berlapis, belah atau cacat-cacat lainnya. Seperenam bagian daun cangkul dari ujung depan harus dihaluskan dengan grinda dan di vernis, sedangkan bagian lainnya dicat dengan warna yang menunjukkan kelasnya. Ujung depan cangkul harus tampak tajam. Dari segi bentuk dan ukuran, cangkul dibuat berdasarkan gambar 1. Bentuk dan ukuran lain dapat dibuat berdasarkan persetujuan pemesan dan pembuat.

Bahan untuk membuat cangkul berdasarkan standar SNI adalah baja karbon menengah atau baja lain yang dapat dikeraskan dengan proses perlakuan panas sehingga daun cangkul memiliki kekerasan dengan jarak minimum seper-enam bagian dari ujung depan ke poros lubang yang nilainya terdapat dalam tabel 1.

Tabel 1. Kelas-kelas (kualitas) dari cangkul berdasarkan nilai Kekerasannya.

Kelas	Kekerasan Hrc	Penggunaan	Konstruksi sambungan lubang gagang dengan daun
I	55-59	Tanah keras	Ditempa secara kesatuan atau dilas
II	48-54	Tanah setengah keras	Ditempa secara kesatuan, di las atau dikeling
III	30-47	Tanah lunak	Ditempa secara kesatuan, dilas kering atau disambung tempa.

Sumber : Standar Industri Indonesia “Mutu dan Cara Uji Cangkul”



Gambar 1. Ukuran Standar Cangkul berdasarkan SNI 02-0331-1989
Sumber : Standar Industri Indonesia “Mutu dan Cara Uji Cangkul”

Beberapa proses yang dilakukan dalam pembuatan cangkul

1. Forging

Forging adalah proses pembentukan logam secara plastis dengan memberikan gaya tekan pada logam yang akan dibentuk. *Forging* adalah terminology yang digunakan untuk keluarga proses di mana deformasi diberikan oleh gaya tekan terlokalisasi (Asyari Daryus : 2008). Beberapa jenis *Forging* yang diketahui yaitu : 1) penempaan palu, 2) penempaan timpa, 3) penempaan tekan, 4) penempaan upset dan 5) penempaan rol

2. Carburizing

Carburizing adalah cara pengerasan permukaan luar suatu material baja atau besi kadar karbon rendah agar menjadi keras pada lapisan luar atau memiliki kadar karbon tinggi pada lapisan luarnya. Biasanya suhu pada proses karburasi adalah 1700°F. Setelah proses pendinginan maka pada permukaan baja dapat dilihat dengan mikroskop bahwa terdapat

bagian-bagian *hypereutectoid*, zona yang terdiri dari *perlite* dan jaringan sementit yang putih, diikuti zona *eutectoid*, hanya terdiri dari *perlite* dan terakhir adalah zona *hypereutectoid*, yang terdiri dari *perlite* dan *ferrite*, dimana jumlah *ferrite* meningkat hingga pusat dicapai (Wahyudi : 2009).

Proses *carburizing* (*case hardening*) sendiri didefinisikan sebagai suatu proses penambahan kandungan unsur karbon (C) pada permukaan baja dimana lapisan permukaan baja kadar karbon rendah dapat diperkaya kadar karbonnya dengan pendinginan lambat dalam dapur pada temperatur antara 800-950 °C dalam media karburising. Ini akan menghasilkan lapisan permukaan yang keras dan tahan aus dengan inti yang liat. Media karburising dapat berupa fase padat, fase cair atau fase gas (G. Niemann : 1986).

Karburisasi padat (*pack carburizing*) adalah suatu cara karburisasi yang sudah dikenal lama. Bahan dimasukkan dalam kotak tertutup dan ruangan diisi dengan arang kayu. Prosesnya memakan waktu cukup lama dan banyak diterapkan untuk memperoleh lapisan

yang tebal (B.H. Amstead : 1995). Untuk pengerasan bertingkat, setelah bagian dipanasi sampai suhu *hardening* diquench ke air garam beberapa lama. Cocok untuk komponen kecil dan menghasilkan ketelitian tinggi dan kekerasan yang cukup memadai (G. Niemann : 1986).

Bahan dipadatkan pada medium yang kaya akan karbon, seperti bubuk karbon dan dipanaskan pada tungku pemanas pada suhu 800°C- 900°C. Pada temperatur ini CO diproduksi sebagai bahan reduksi yang kuat. Reaksi reduksi terjadi pada permukaan besi yang mengeluarkan karbon, yang kemudian berdifusi ke permukaan akibat temperatur yang tinggi. Ketika cukup karbon di absorsi ke dalam bahan, bahan tersebut dapat dipindahkan dari tungku/furnace. Karburasi jenis ini memiliki kelebihan yaitu memerlukan biaya kecil dan sangat dari ada teknik surface hardening yang lain. Kekurangan dari karburasi jenis ini adalah prosesnya memakan waktu yang cukup lama dan merupakan hardening yang kotor.

Karburasi Gas (Gas Carburizing)

Antara lain dapat digunakan gas alam atau hidro karbon atau propan (Gas Karbit). Prosesnya yaitu benda yang akan dipanaskan dimasukkan dalam oven atau *furnace* dengan temperatur bervariasi antara 870°C sampai 950°C. Atmosfir gas untuk karburasi diproduksi dari cairan (*methanol, isopropanol*), atau gas hidrokarbon (*propane* dan *metana*). Generator gas endotermik dipakai untuk menyuplai gas endotermik. Karburasi jenis ini memiliki kelebihan yaitu lebih cepat dibandingkan dengan pack *Carburizing*. Proses ini hanya membutuhkan sedikit tenaga kerja dan penanganan. Juga lebih praktis daripada pack *Carburizing* untuk jumlah yang banyak. Untuk kekurangan dari karburising jenis ini yaitu alat dan bahan yang digunakan dalam proses ini lebih mahal.

Karburasi Cair (Liquid Carburizing)

menggunakan lelehan sianida (CN) pada logam berkarbon rendah yang dipanaskan dengan menggunakan belerang pemanas yang dipanaskan dengan minyak atau gas. Suhu kira-kira 815°C – 900°C. Proses ini dilakukan dengan kontinyu dan otomatis karena memberikan hasil akhir yang baik. Permukaan lelehan ditutup dengan grafit atau batubara

untuk mengurangi hilangnya radiasi dan dekomposisi sianida yang berlebihan. Selain sodium dan potassium klorida dan barium klorida yang berperan sebagai aktifator.

Karburasi cair dapat digunakan untuk membentuk lapisan setebal 6.35 mm, meskipun umumnya tidak melebihi 0.64 mm. Cara ini baik untuk pengerasan permukaan benda yang berukuran kecil dan sedang. Kelebihan dari karburasi jenis ini yaitu karena cairan mentransfer dengan cepat maka karbon yang ditambahkan juga lebih cepat. Juga pengerasan yang dihasilkan lebih merata. Untuk kekurangannya, beberapa nitrogen terserap bersama-sama dengan karbon dan menyebabkan pengerasan mendadak. Juga material harus dikeringkan setelah proses ini untuk menghindari korosi, hal tersebut memakan waktu dan biaya.

3. Pengerasan (Hardening)

Pengerasan dilakukan untuk memperoleh sipat tahan aus yang tinggi, kekuatan dan *fatigue limit strength* yang lebih baik. Kekerasan yang dapat dicapai tergantung pada temperatur pemanasan (*temperature austenizing*), *holding time* dan laju pendinginan yang dilakukan serta seberapa tebal bagian penampang yang menjadi keras banyak tergantung pada *hardenability*. Untuk memperoleh kekerasan yang baik (martensit yang keras) maka pada saat pemanasan harus dapat dicapai struktur *austenit*, karena hanya *austenit* yang dapat bertransformasi menjadi *martensit*. Bila struktur lain itu bersifat lunak, misalnya *ferit* maka tentunya kekerasan yang tercapai juga tidak akan maksimum.

Untuk menentukan temperatur pemanasan dan pada brosur pabrik pembuatan baja perlu dilakukan suatu percobaan pemanasan dan *quenching* pada temperatur dan dianalisa struktur yang terjadi. Pengerasan (*hardening*) dilakukan untuk memperoleh sifat kekerasan dan kekuatan yang lebih baik. Kekerasan dapat dicapai tergantung pada kadar karbon dalam baja dan kekerasan yang terjadi tergantung pada temperatur pemanasan *holding time* dan laju pendinginan yang dilakukan. Pengerasan yang dilakukan secara langsung, adalah baja dipanaskan untuk menghasilkan struktur *austenit* dan selanjutnya

dinginkan. Pembentukan sifat-sifat dalam baja tergantung pada kandungan karbon, temperatur pemanasan sistim, pendinginan, serta bentuk dan ketebalan bahan.

4. *Quenching*

Metoda pencelupan secara cepat yang di sebut *quenching*, pada proses ini diperoleh struktur martensit akibat dari penurunan temperatur dan suhu *austenit* ke suhu kamar yang menyebabkan logam menjadi keras. Pendinginan secara mendadak dari 700 °C lebih adalah suatu pengerjaan yang sangat drastis, dan pendinginan yang cepat ini sering mengakibatkan keretakan dan pergeseran benda kerja.

Sejumlah media digunakan dalam *quenching* untuk mendapatkan variasi pendinginan. Larutan soda *akustik* 5% memberikan pendinginan yang sangat dahsyat, lali dimasukkan air asin, kemudian air dingin. Air hangat, minyak mineral, minyak binatang, dan sayur-saturan memberikan pendinginan yang lambat. Efek pendinginan yang lambat pada teras terutama pada benda-benda yang besar, adalah bagian dalam baja hampir tidak sekeras bagian luarnya. Oleh karena itu akan terjadi pengendapan karbon, dan bagian tengah baja akan mengandung *pearlite*. Hal ini tidak merugikan, ikarena teras yang sedikit lebih lunak akan mengubah keadaan menjadi lebih rapuh dan kuat.

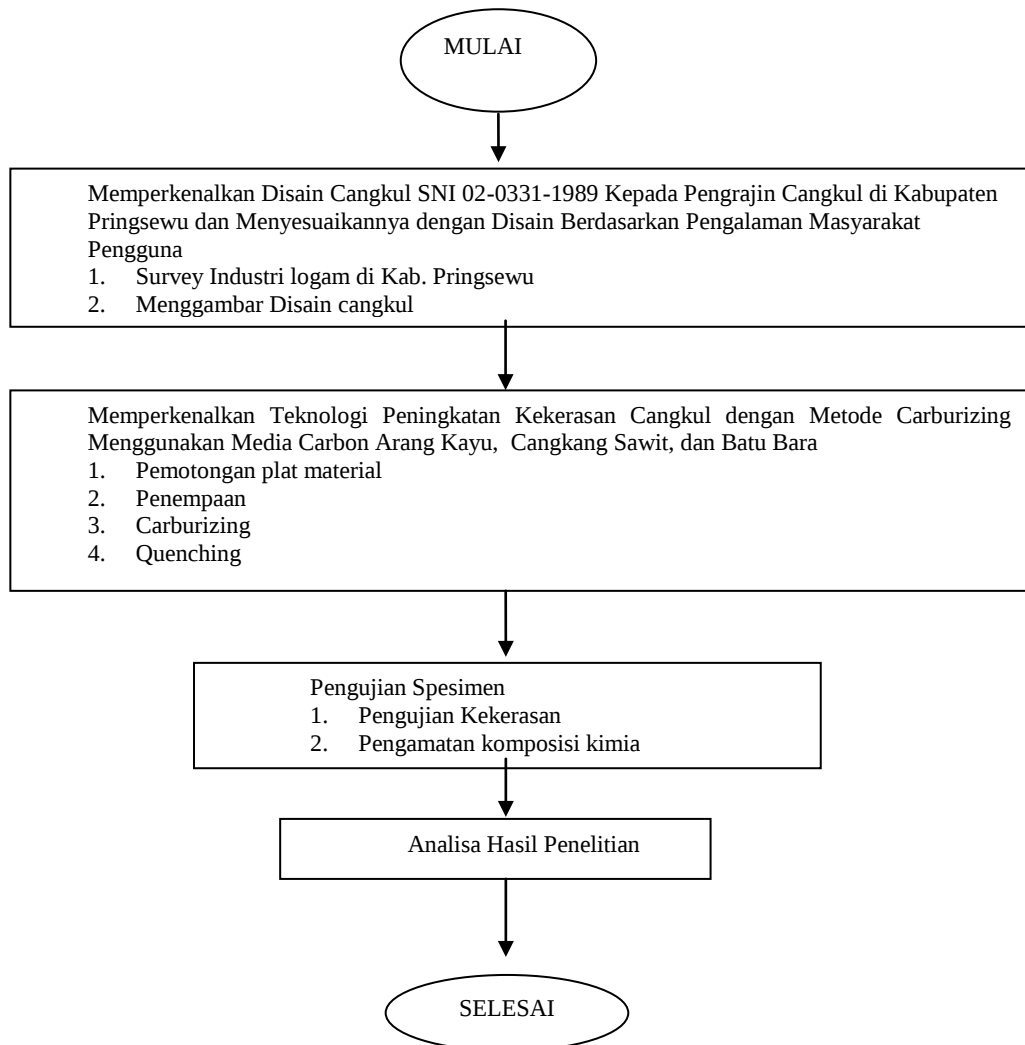
METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah besi Plat dengan Standar AISI 1020 Sebagai bahan dasar (raw) material dari cangkul yang akan dibuat. Jangka sorong digunakan untuk mengukur produk cangkul yang beredar di masyarakat untuk dibuat disainnya dengan menggunakan *Software CAD*. Sedangkan alat perkakas tempa I adalah: 1. Pahat, 2. untuk membuat lubang 3. Tong/Tangtempa, 4. alat untuk memposisikan arang di tungku, ambil bahan yg masuk ke tungku, 5. Tungku 6. *Billet*/bahan. Sedangkan Perkakas Tempa II : 1. Kolam *quenching* 2. *Blower* listrik 3. besi tatakan utk bikin lubang,

4. Contoh produk 5. Anvil 6. Palu tempa berbagai berat dan model. Alat potong, Gerinda, Tungku Pembakaran. Arang Kayu *Albasia*, Batu bara *low rank* dan arang limbah Cangkang Kelapa Sawit sebagai media untuk proses *carburizing*, serta Soda Abu (Soda Ash- NaCO_3) dan garam dapur.

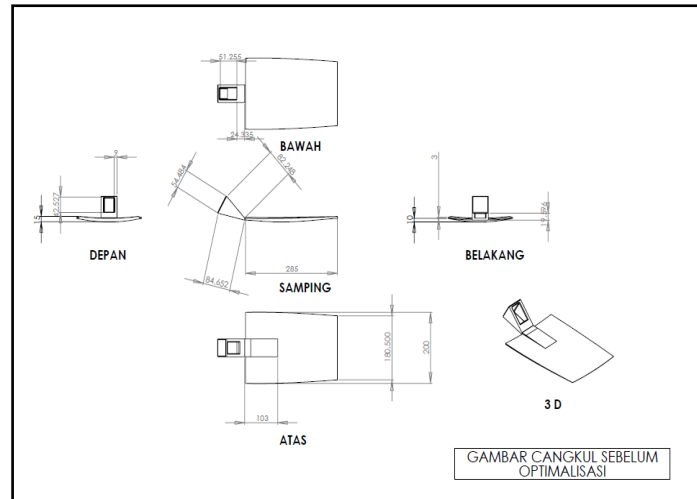
Prosedur penelitian dapat dilakukan dengan tahap sebagai berikut:



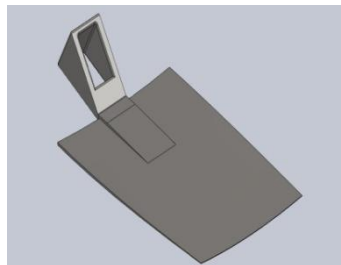
Gambar 2. Alur penelitian peningkatan mutu cangkul

Cangkul Sebelum Peningkatan Mutu mempunyai dimensi yang dituangkan dalam

bentuk gambar *digital* menggunakan *software* CAD, kemudian data hasil uji kekerasan pada material cangkul.



(a)



(b)

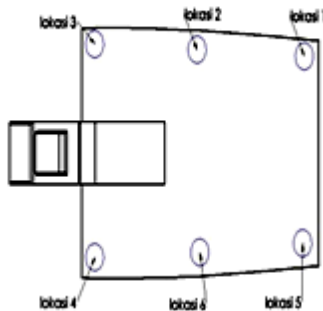
Gambar 3. Gambar cangkul menggunakan *solidwork* sebelum peningkatan mutu
(a) detail ukuran cangkul (b) cangkul dalam tampilan 3 dimensi



Gambar 4. Foto cangkul sebelum peningkatan mutu

Data Hasil Uji Cangkul Sebelum Peningkatan mutu

Pengujian yang dilakukan terhadap cangkul sebelum peningkatan mutu merupakan pengujian kekerasan dengan menggunakan metode *Rockwell hardness number B (HRB)*.



Gambar 5. Lokasi uji hardness pada sampel cangkul sebelum peningkatan mutu

Tabel 2. Data hasil uji kekerasan material sebelum peningkatan mutu

No.	Kode Spesimen	Rockwell Hardness Number B (HRB)	Konversi ke nilai Hardness Vickers (HV)	Konversi ke nilai Rockwell Hardness Number C (HRC)
1.	Lokasi-1	61	110	(-24)
2.	Lokasi-2	54	93	(-32)
3.	Lokasi-3	56	98	(-30)
4.	Lokasi-4	54	93	(-32)
5.	Lokasi-5	66	120	(-19)
6.	Lokasi-6	51	83	(-35)
	Rata-Rata	57	101	(-29)

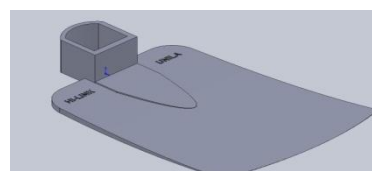
Data Hasil Uji Cangkul Setelah Peningkatan mutu

Berikut ini merupakan data-data cangkul setelah dilakukan peningkatan mutu yang meliputi data dimensi yang telah dituangkan dalam bentuk gambar *digital* menggunakan *software CAD*, kemudian data hasil uji kekerasan pada material cangkul, dan data kandungan karbon yang didapatkan dari persentase *Semi Quantitative Analysis* setelah melakukan pengujian SEM – EDS pada salah

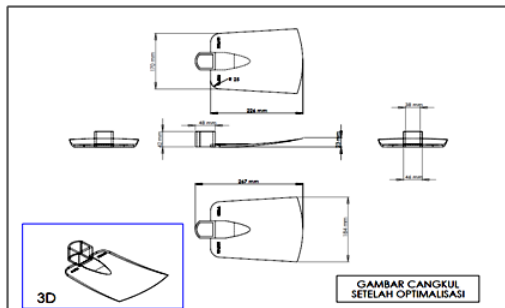
Pengujian kekerasan dilakukan pada 6 lokasi pada cangkul, seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.

Nilai dari hasil uji kekerasan di atas pada awalnya bernilai HRB kemudian di konversi menjadi nilai HV (*Hardness Vickers*), kemudian dari HRB juga dikonversi ke HRC menggunakan aplikasi *Hardness Conversion ASTM E140 97* agar data pengujiannya dapat dibandingkan dengan data hasil uji kekerasan produk cangkul peningkatan mutu dan nilai standar SNI.

satu spesimen uji cangkul. Berikut ini merupakan gambar cangkul setelah peningkatan mutu.



(a)



Gambar 6. Gambar cangkul setelah peningkatan mutu (a) cangkul dalam tampilan 3 dimensi (b) detail ukuran cangkul.



Gambar 7. Foto cangkul setelah peningkatan mutu

Setelah dilakukan peningkatan mutu produksi pada cangkul, maka cangkul akan memiliki dimensi dan nilai kekerasan yang sesuai dengan standar SNI. Hasil dari peningkatan mutu dapat dilihat pada gambar 6.

Data Hasil Uji Cangkul Setelah Peningkatan mutu

Metode yang digunakan pada pengujian kekerasan adalah metode pengujian *Vickers* yang kemudian dikonversi kedalam nilai HRC menggunakan aplikasi *Hardness Conversion ASTM E140 97*.

Peningkatan mutu menggunakan metode *Pack Carburizing*, pada spesimen media arang kayu, *quenching* setelah dirata-ratakan memiliki nilai kekerasan yang paling tinggi dan jika dikonversikan kedalam HRC nilainya telah memenuhi standar SNI. Sedangkan untuk nilai terendah adalah spesimen uji media arang kayu, tanpa *quenching* dimana nilainya jauh lebih kecil daripada nilai standar SNI yang ada.

Tabel 3. Data hasil uji kekerasan material setelah peningkatan mutu

No. Spesimen	Nilai Kekerasan									
	Dengan Quenching			Rata-Rata	Konversi ke nilai HRC	Tanpa Quenching			Rata-Rata	Konversi ke Nilai HRC
	Lokasi					Lokasi				
	X1	X2	X3			X1	X2	X3		
1	321	412	423	385	39	151	164	185	167	4
2	192	252	192	212	15	286	299	280	288	28
3	192	163	175	177	6	214	202	188	201	13

Dari pengujian SEM-EDS. Dapat dilihat pada tabel 4 dibawah ini.

Tabel 4. Data hasil uji kandungan carbon

Unsur Element	Persentase Massa / % Mass Percentage / %		
	Area 1 Pembesaran 200 x	Area 2 Pembesaran 1.000 x	Area 3 Pembesaran 2.000 x
C	1.33	1.38	1.42
Fe	98.67	98.62	98.58

PEMBAHASAN

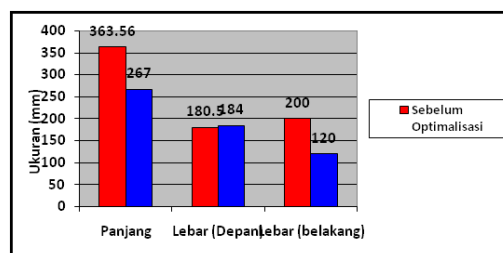
Disain Cangkul

Disain cangkul telah sesuai dengan SNI 02-0331-1989, modifikasi hanya terjadi pada bagian plat cangkul yaitu membentuk cekungan yang dibentuk pada cetakan pengrajin saat proses penempaan yang berfungsi mencegah timbulnya percikan air atau lumpur saat mencangkul di tanah sawah. Perbedaan sangat jauh terutama dari ukuran cangkul. Setelah dilakukan penyesuaian ukuran dengan ukuran SNI, cangkul sebelum peningkatan mutu tampak lebih panjang 96.56 mm daripada cangkul setelah peningkatan mutu. Dengan adanya peningkatan mutu maka bahan baku material yang digunakan untuk pembuatan satu buah cangkul pun akan lebih sedikit dan jumlah produksi pun dapat ditingkatkan dari sebelumnya. Dan akan diperoleh cangkul dengan bobot yang lebih ringan karena selisih ukuran panjang yang sangat besar dibandingkan dengan setelah peningkatan mutu. Begitu juga dengan lebar cangkul, dari visualnya sudah tampak perbedaan bahwa cangkul sebelum peningkatan mutu lebih lebar di bagian belakang dan mengecil di bagian depan (depan 180.5 mm, belakang 200 mm). Sedangkan untuk cangkul setelah peningkatan mutu lebih kecil di bagian belakang dan lebih lebar di bagian depan (depan 184 mm, belakang 170 mm). Kondisi ini didapatkan dengan melihat selisih lebar bagian depan dari gambar cangkul sebelum peningkatan mutu dan cangkul setelah peningkatan mutu.

Tabel 5. Perbedaan ukuran cangkul sebelum peningkatan mutu dengan setelah peningkatan mutu

Kondisi Cangkul	Panjang (mm)	Lebar (mm)	
		Depan	Belakang
Sebelum Peningkatan mutu	363.56	180.5	200
Setelah Peningkatan mutu	267	184	170

Dari tabel 5 tampak bahwa terdapat perbedaan ukuran antara cangkul sebelum peningkatan mutu dengan setelah peningkatan mutu. Selisih panjangnya adalah 96.56 mm, sedangkan selisih lebarnya untuk yang depan lebih panjang setelah peningkatan mutu 3.5 mm, untuk lebar belakang selisih lebarnya lebih panjang sebelum peningkatan mutu 30 mm. Perbedaan ini didapatkan karena penyesuaian ukuran cangkul berdasarkan standar SNI agar lebih optimal produksinya.



Gambar 8. Grafik diagram batang perbedaan ukuran cangkul sebelum peningkatan mutu dengan sesudah peningkatan mutu

Hasil Uji Kekerasan

Cangkul sebelum peningkatan mutu mudah bengkok bahkan patah. Hal ini tampak dari data hasil pengujian nilai kekerasan pada cangkul sebelum peningkatan mutu. Nilai kekerasannya sangat kecil dan belum memenuhi standar SNI KW III yang merupakan nilai kekerasan terendah dalam SNI. Usaha yang dilakukan adalah dengan metode *pack carburizing* menggunakan media yang berbeda yaitu arang kayu albasia, batu bara dan cangkang kelapa sawit.

Untuk cangkul sebelum peningkatan mutu memiliki satuan HRB, sedangkan untuk cangkul setelah peningkatan mutu memiliki satuan HV. Oleh karena itu diperlukan konversi untuk dapat membandingkan nilai kekerasan tersebut. Dalam proses konversi nilai kekerasan dari HRB menjadi HV digunakan aplikasi *Hardness Conversion ASTM E140 97* seperti yang ditampilkan gambar 8 Setelah data nilai kekerasan diisikan klik *solve* untuk mengkonversi nilai kekerasan.

Hardness conversion astm E 140 - 97

from **HRB: Rockwell B Hardness 100 kgf.** 61

to **HRC: Rockwell C Hardness 150 kgf.** (-24)

Solve

1) Standard Hardness Conversion for metals acc. ASTM E 140 - 97, September 1999. Conversion for Non-Austenitic Steels, Table 1. The accuracy of the conversion depends on the accuracy of the provided data and the resulting curve-fits.

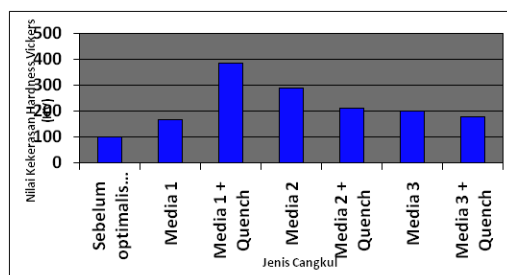
2) Indentation hardness is not a single fundamental property but a combination of properties, and varies with the type of test. The modulus of elasticity and the depth of indentation influence conversions. Therefore separate conversion tables are necessary for different materials.

3) Brinell Hardness numbers in parentheses are outside the range (HB>630) This limit is set to avoid errors introduced by the deformation of the ball indenter itself.

www.tribology-abc.com

Gambar 9. Tampilan aplikasi *hardness conversion ASTM E140 97* dalam mengkonversi nilai kekerasan HRB menjadi HV

Perbandingan nilai kekerasan cangkul sebelum peningkatan mutu dengan setelah peningkatan mutu dapat dilihat pada grafik sebagai berikut



Gambar10. Grafik perbandingan nilai kekerasan cangkul sebelum peningkatan mutu dengan cangkul setelah peningkatan mutu

Grafik perbandingan pada gambar 10 nilainya didapatkan dari rata-rata nilai kekerasan cangkul dengan lokasi pengujian yang berbeda. Untuk cangkul sebelum peningkatan mutu pengujian dilakukan pada 6 (enam) lokasi dari cangkul, setelah dirata-ratakan didapatkan nilai kekerasan 101 HV. Sedangkan untuk cangkul setelah peningkatan mutu pengujian dilakukan di 3 (tiga) lokasi pada spesimen cangkul dengan media dan perlakuan yang berbeda. Setelah dirata-ratakan pada media 1 yang merupakan *carburizing* dengan media arang kayu *Albasia* didapatkan nilai kekerasan sebesar 167 HV. Untuk yaitu media 1 dengan *quenching* nilai rata-rata

kekerasannya 385 HV. Pada media 2 (cangkang sawit) dengan *quenching* nilai rata-rata kekerasannya adalah 212 HV. Media 3 (Batu Bara) dengan *quenching* memiliki nilai rata-rata kekerasan 177 HV. Pada media 2 (cangkang sawit) tanpa *quenching* nilai rata-rata kekerasannya 288 HV. Dan yang terakhir media 3 (Batu Bara) tanpa *quenching* memiliki nilai rata-rata kekerasan 201 HV.

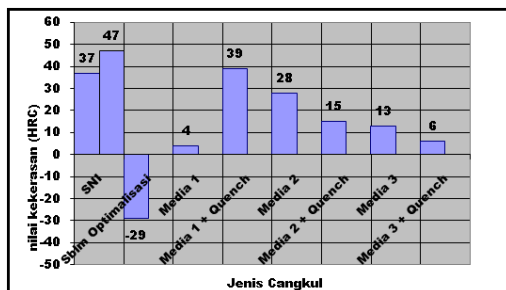
Jika dibandingkan nilai kekerasan antara cangkul sebelum peningkatan mutu dengan cangkul setelah peningkatan mutu menggunakan media *carburizing* yang berbeda, maka dapat diketahui bahwa terjadi peningkatan nilai kekerasan material. Untuk media 1 tanpa *quenching* sebagai cangkul setelah peningkatan mutu dengan nilai kekerasan terendah, terjadi peningkatan nilai kekerasan sebesar 66 angka atau 65.35 %, sedangkan media 1 dengan *quenching* sebagai cangkul setelah peningkatan mutu yang memiliki nilai kekerasan tertinggi, terjadi peningkatan sebesar 284 angka atau 281.2 %. Secara keseluruhan peningkatan nilainya dapat dilihat pada tabel 10.

Nilai uji kekerasan yang diharapkan dari cangkul setelah peningkatan mutu ini adalah nilai yang sesuai dengan SNI 02-0331-1989 untuk KW III yaitu sebesar 30-47 HRC yang sangat cocok dengan kondisi tanah sawah.

Tabel 10. Angka peningkatan dan persentase nilai kekerasan cangkul setelah peningkatan mutu

No.	Spesimen Cangkul Setelah Peningkatan	Angka Peningkatan Nilai Kekerasan (HV)	Persentase (%)
1.	Media 1 tanpa <i>quenching</i>	66	65.35
2.	Media 2 tanpa <i>quenching</i>	187	185.1
3.	Media 3 tanpa <i>quenching</i>	100	99
4.	Media 1 dgn <i>quenching</i>	284	281.2
5.	Media 2 dgn <i>quenching</i>	111	109.9
6.	Media 3 dgn <i>quenching</i>	76	75.2

Nilai kekerasan cangkul sebelum peningkatan mutu sangat jauh dibawah nilai standar SNI cangkul KW III nilainya yaitu rata-rata (-29) HRC. Sedangkan nilai standar SNI minimal 37 HRC. Meningkatnya nilai kekerasan cangkul dapat menunjukkan bahwa usaha untuk mengoptimalkan produksi cangkul dari sebelumnya telah berhasil. Dengan peningkatan mutu dari segi peningkatan nilai kekerasan ini tentunya mengurangi keluhan-keluhan petani mengenai cangkul mereka yang tidak bertahan lama karena mudah sekali bengkok bahkan patah. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 11 berikut :



Gambar 11. Grafik perbandingan nilai kekerasan material cangkul

Jika dibandingkan antara media arang kayu albasia, limbah cangkang kelapa sawit dan batubara akan tampak nilai kekerasan yang berbeda. Untuk penelitian ini nilai kekerasan yang tertinggi adalah cangkul yang menggunakan media yang menggunakan arang kayu albasia pada proses *carburizing* ditambah proses *quenching*. Dan yang terendah adalah cangkul yang menggunakan media batubara dengan proses *quenching*. Nilai-nilai kekerasan ini dipengaruhi oleh kandungan karbon dari

masing masing media, menurut berbagai sumber, nilai karbon dari arang kayu albasia adalah mencapai 51 %, untuk limbah cangkang kelapa sawit nilai karbonnya adalah 47,62 %, sedangkan untuk batu bara adalah 35 % dimana batu bara yang digunakan di penelitian ini adalah batu bara *low rank* sebagaimana yang telah disebutkan dalam metode penelitian.

Nilai kandungan karbon ini akan mempengaruhi proses penetrasi karbon ke permukaan baja dimana semakin tinggi kandungan karbon, maka penetrasi karbon ke permukaan baja akan semakin baik pula (Romadoni, Erwin : 2010).

Jadi, dari hasil pengujian dapat diketahui bahwa produk cangkul dari IK logam pringsewu sebelum dilakukan peningkatan mutu sangat memerlukan penambahan perlakuan *carburizing* dan *quenching* pada proses pembuatannya agar dapat meningkatkan nilai kekerasan dari materialnya agar sesuai dengan standar SNI 02-0331-1989 untuk KW III. Media yang digunakan untuk *carburizing* dapat menggunakan bahan yang mudah ditemukan disekitar dan murah yaitu arang kayu albasia karena sudah dapat mencapai nilai kekerasan sesuai standar SNI 02-0331-1989 KW III yang diperlukan jika dibandingkan dengan media *carburizing* lainnya yaitu cangkang kelapa sawit dan batu bara.

Hasil Pengamatan Kandungan Karbon

Dari hasil pengamatan terlihat bahwa kandungan carbon dari material baja AISI 1020 sebagai bahan dasar material pembuatan cangkul meningkat setelah diberikan perlakuan *carburizing*. Dilihat dari kondisi awal material baja AISI 1020, persentase kandungan karbonnya adalah 0.20932 %. Nilai tersebut

mengalami peningkatan setelah material melewati proses *carburizing*. Nilai kandungan karbonnya meningkat menjadi 1.33 % pada area pengujian I, 1.38 % pada area pengujian II, dan 1.42 % pada area pengujian III.

Tabel 11. Perbedaan persentase karbon baja AISI 1020 dengan spesimen media batubara dengan quenching

No. Area	Persentase karbon (%)	
	Baja AISI 1020	Spesimen Media batu bara dengan quenching
1.	0.20932	1.33
2.	0.20932	1.38
3.	0.20932	1.42

Jadi dapat dikatakan bahwa peningkatan mutu produksi cangkul dengan menggunakan metode *pack carburizing* mampu meningkatkan kualitas cangkul yakni dari segi kekerasannya. Dengan melihat data persentase karbon dari spesimen uji batu bara yang mengalami proses quenching, maka penulis yakin bahwa data persentase kandungan karbon media *carburizing* yang lain yaitu cangkang kelapa sawit akan menyesuaikan sesuai hasil nilai kekerasan yang dihasilkan, dan untuk media arang kayu tentunya akan memiliki persentase karbon yang tinggi dibandingkan yang lainnya karena memiliki nilai kekerasan yang tertinggi dan nilainya telah mencapai standar SNI. Hal ini berdasarkan dari teori yang menyebutkan bahwa dengan bertambahnya kadar karbon maka akan meningkatkan juga nilai kekerasannya.

Dari keseluruhan data, telah diketahui bahwa media arang kayu albasia merupakan media yang baik dalam proses *carburizing* untuk penelitian peningkatan mutu produksi cangkul ini. Dengan nilai kekerasan yang tinggi dan nilai persentase karbon yang besar berarti hasil difusi partikel media *carburizing*nya sangat baik pada saat mengalami proses *carburizing*.

KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Cangkul hasil peningkatan mutu sudah memiliki ukuran dimensi yang sesuai standar SNI 02-0331-1989 KW III dengan metode las. Hasil perubahan ukuran dimensi ini membuat cangkul lebih ringan, meningkatkan jumlah produksi dan tetap aman dari percikan air atau lumpur karena tetap mempertahankan bentuk kelengkungannya yang sudah dipakai sebelumnya.
2. Metode *pack carburizing* yang dilakukan pada peningkatan mutu cangkul ini telah dapat meningkatkan nilai kekerasan ditandai dengan meningkatnya persentase kandungan karbon material cangkul. Nilai kekerasan cangkul hasil peningkatan mutu telah memenuhi standar nilai SNI 02-0331-1989 KW III yaitu bernilai rata-rata 39 HRC. Nilai ini dicapai pada media *carburizing* arang kayu albasia dengan quenching. Untuk persentase kandungan karbon material cangkul meningkat dari 0.20932 % pada material awal sebelum *carburizing* menjadi 1.33 %, 1.38 % dan 1.42 %. Nilai ini didapat dari data hasil pengujian salah satu spesimen uji yang mengalami proses *carburizing* yaitu media batu bara dengan quenching pada 3 lokasi yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. H. Amstead, Sriati. 1989. *Teknologi Mekanik, Jilid 1*. Erlangga, Jakarta.
- [2] Daryus, Asyari. 2008. *Diktat Kuliah Proses Produksi*. Universitas Dharma Persada. Jakarta.
- [3] Erwin, Romadoni. 2010. *Pengaruh Proses Quenching Pada Baja Karbon Rendah Yang Telah Di Karburisasi Terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Bahan*. USU. Medan.
- [4] Hook, Mikael. 2007. *Coal Fundamental; A brief overview*. Upsala University:UHD SG. Swedia.
- [5] Humas Pemkab Pringsewu. 2010. *Pringsewu Miliki Potensi Besar Di Bidang Hortikultura*. From http://humaspemkabpringsewu.blogspot.com/2010/02/pringsewu-miliki-potensi-besar-di_12.html.
- [6] Hussain, Ahmad, dkk. 2006. *Thermochemical Behaviour of Empty Fruit Bunches and Oil Palm Shell Waste in a*

- Circulating Fluidized-Bed Combustor (CFBC)*. Malaysian Palm Oil Board. Kuala Lumpur.
- [7] Malau, Viktor dan Khasani. 2008. *Karakterisasi Laju Keausan dan Kekerasan Dari Pack Carburizing Pada Baja Karbon AISI 1020*. UGM. Yogyakarta.
- [8] Masyrukan. 2006. *Penelitian Sifat Fisis dan Mekanis Baja Karbon Rendah Akibat Pengaruh Proses Pengarbonan Dari Arang Kayu Jati*. UMS. Surakarta.
- [9] Niemann, G. 1986. *Elemen Mesin*. Erlangga. Jakarta.
- [10] Van Vlack, Lawrence H. 1991. *Ilmu dan Teknologi Bahan (Ilmu Logam dan Bukan Logam)*, alih bahasa Ir. Sriati Japrie M.E.E.Mwt. Penerbit Erlangga Jakarta.
- [11] Wahyudi. 2009. *Analisa Pengaruh Waktu Tahan Terhadap Baja Karbon Rendah ST 40 dengan Metode Pack Carburizing*. UNIMUS. Semarang.
- [12] Wistara, N.J, Elias. 2009. *Metode Estimasi Massa Karbon Pohon Jeunjing (Paraserianthes falcataria L Nielsen) di Hutan Rakyat*. IPB. Bogor.