

UJI KELAYAKAN, KEKERASAN DAN KEKUATAN TARIK PLAT SS400 5mm DENGAN PERLAKUAN PACK KARBURIZING SEBAGAI BAHAN PEMBUAT DODOS SAWIT

Adriyono¹, Christian Wely Wullur²

^{1,2}Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Musamus

Email: ²chwely269@gmail.com

ABSTRAK

Dodos sawit merupakan peralatan perkebunan kelapa sawit yang di gunakan untuk memanen buah sawit dan memotong pelepah daun sawit. Dodos sawit umumnya terbuat dari baja karbon tinggi. Penelitian ini membahas tentang pengujian tarik dan uji kekerasan plat baja SS400 dengan ketebalan 5mm yang telah di treatment dengan metode Pack Karburizing dengan harapan plat SS400 ini dapat di jadikan bahan baku pembuatan dodos sawit. Pack Karburizing merupakan metode perlakuan panas yang di gunakan untuk mengeraskan bagian permukaan logam sedangkan bagian dalamnya di harapkan tetap ulet.

Proses Pack Karburizing disini dilakukan di dalam box besi berukuran 12cm x 10cm x 6cm. Box yang berisi specimen, arang kayu 80% dan BaCO³ 20% dalam presentase berat, kemudain di panaskan dalam furnace elektrik dengan suhu 980⁰C Selama 2 jam. Dari hasil pengujian di ketahui plat SS400 original memiliki tegangan tarik sebesar 466,66 N/mm², dan regangan sebesar 25,89% dan kekerasan sebesar 73,2 HRB. Sedangkan plat SS400 dengan perlakuan Pack Karburizing memiliki tegangan tarik sebesar 633,33 N/mm² atau meningkat 26,31% ,dan regangan sebesar 14,22% atau menurun 46% dan kekerasan sebesar 94,1 HRB atau meningkat sebesar 28,63%. Sedangkan dodos sawit buatan pabrikan memiliki tegangan tarik sebesar 1031,11 N/mm² , dan regangan sebesar 13,55% dan kekerasan sebesar 100,7 .

Dari hasil pengujian di atas maka di simpulkan bahwa plat SS400 5mm dengan perlakuan Pack Karburizig sesuai parameter di atas belum layak di jadikan bahan pembuat dodos sawit di karenakan nilai tegangan tarik dan kekerasannya yang belum mencapai nilai dari dodos sawit buatan pabrikan.

Kata kunci: Pack Karburizing, plat SS400, Dodos sawit, Uji tarik.

PENDAHULUAN

Merauke merupakan kabupaten terluas di provinsi papua yang terletak di ujung timur indonesia dengan luas wilayah **46.791,63 Km²**. Secara geografis letak Kabupaten Merauke berada antara **137⁰ - 141⁰ BT dan 5⁰ 00' - 9 00' LS**[1]. Keadaan topografi merauke umumnya datar dan berawa dengan ketinggian 0-60 mdpl. Dengan keadaan alam tersebut membuat alam di merauke banyak di manfaatkan sebagai lahan perkebunan. Salah satu komoditas perkebunan di merauke ialah kelapa sawit.

Kelapa sawit (*Elaeis guinensis*) adalah tanaman perkebunan penghasil minyak masak, minyak industri, maupun bahan bakar (biodiesel). Indonesia merupakan penghasil minyak kelapa sawit terbesar di dunia. Di Indonesia penyebarannya di daerah Aceh, Sumatra, Jawa, Kalimantan, Sulawesi, dan papua. Merauke merupakan salah satu kabupaten yang daerahnya cukup banyak di jadikan lahan kelapa sawit.

Kelapa sawit merupakan tanaman industri dari keluarga palm, dengan tinggi dapat mencapai 24 meter. berakar serabut

mengarah ke bawah dan samping, juga terdapat beberapa akar napas yang tumbuh mengarah ke samping atas untuk mendapatkan tambahan aerasi. Seperti jenis palm lainnya, daunnya tersusun menyirip. Daun kelapa sawit berwarna hijau tua dengan pelepah berwarna sedikit lebih muda. Penampilannya agak mirip dengan tanaman sagu, hanya saja dengan ukuran lebih kecil dengan duri yang tidak terlalu keras dan tajam. Batang tanaman diselimuti pelepah sehingga dalam perawatannya pelepah tersebut harus di potong agar tidak menghambat pertumbuhan. Setelah umur 12 tahun sisa potongan pelapah yang mengering akan terlepas sehingga penampilan menjadi mirip dengan kelapa.[2]

Pemotongan pelepah sawit di lakukan saat pelepah mulai menua atau bersamaan dengan saat panen buah kelapa sawit. Proses panen dan pemotongan pelepah biasa di lakukan secara manual dengan menggunakan alat yang biasa di sebut dodos sawit (untuk pohon sawit dengan ketinggiannya kurang dari 2 meter). Dodos sawit berbentuk seperti pahat dengan ukuran yang jauh lebih lebar, dodos umumnya di buat dari material baja karbon tinggi yang menjadikannya kuat dan tajam sehingga mempermudah saat memotong pelepah maupun tangkai buah. Umumnya dodos sawit dibuat dari material baja karbon tinggi yang di impor langsung dari jerman. Material tersebut kemudian di tempa untuk membentuk material menjadi dodos sawit lalu di dinginkan untuk lebih mengeraskan permukaannya.

Merauke yang merupakan ujung timur Indonesia menjadikannya cukup sulit untuk mendapatkan material seperti di atas. Selain sulit didapat, material tersebut juga biasa dijual dengan harga yang relatif mahal. Hal itulah yang menjadi dasar penelitian yang berjudul “uji kelayakan, kekerasan dan kekuatan tarik plat SS400 5 mm dengan

perlakuan pack karburizing sebagai bahan pembuat dodos sawit” ini.

Plat SS400 merupakan plat besi hitam dengan kandungan karbon rendah (0,15 %) dengan harga yang relatif murah, plat besi hitam SS400 tersedia dalam berbagai ketebalan, mulai dari 1,2 mm – 100 mm sehingga kita dapat memilih plat sesuai kebutuhan tanpa banyak pengerjaan. plat besi hitam biasa di gunakan untuk konstruksi, pembuatan perkakas dan ada juga yang menjadikannya bahan pembuat kapal. Kadar karbon yang rendah pada plat tersebut membuatnya cukup lunak, sehingga perlu di lakukan pengarbonan untuk meningkatkan nilai kekerasannya jika akan di jadikan sebuah dodos sawit.

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Dodos sawit

Dodos sawit merupakan peralatan perkebunan kelapa sawit yang digunakan pada proses panen maupun perawatan. Dodos digunakan untuk memotong dahan kelapa sawit maupun tangkai buah pada saat proses panen. Dodos sawit biasanya berbentuk segi tiga dengan panjang ± 5 inch dengan ujung mata pisau lebar dan tajam sedangkan ujung lainnya berbentuk lingkaran yang berfungsi sebagai tempat untuk memasang tangkai.



Gambar 1. dodos sawit

Dodos sawit umumnya di buat dengan material baja karbon tinggi untuk mendapatkan dodos sawit yang kuat dan tajam untuk memudahkan proses kerja panen maupun perawatan. Proses pemotongan

dahan maupun tangkai buah menggunakan dodos di lakukan secara manual dengan cara mendorong tangkai dodos (dengan hentakan) hingga mata dodos yang tajam memotong dahan tersebut.

2.2. Baja karbon

Besi (*ferrous*) merupakan salah satu logam yang paling awal diketahui. Besi sejak dahulu telah banyak digunakan diberbagai bidang. Selain karena nilai ekonomisnya, besi mempunyai sifat-sifat yang bervariasi, dapat dibentuk atau diolah menjadi berbagai macam bentuk yang diinginkan dan dapat dikembangkan dalam lingkup yang luas. Baja merupakan paduan dari besi, karbon dan elemen-elemen lain dimana kandungan karbonnya kurang dari 2% [3]. Baja karbon merupakan paduan sederhana antara besi dan karbon, dimana karbon merupakan unsur yang menentukan nilai keuletan dan kekerasan dari baja. Baja karbon berdasarkan komposisi kimianya, khususnya kadar karbon, dapat dikelompokkan menjadi baja karbon rendah, baja karbon medium dan baja karbon tinggi. Gambar 2.1 menunjukkan diagram fasa Fe-Fe₃C. Wilayah pada diagram dengan kadar karbon dibawah 2% menjadi perhatian utama untuk proses heat treatment pada baja. Diagram fasa hanya berlaku untuk perlakuan panas pada baja hingga mencair dengan proses pendinginan secara perlahan-lahan sedangkan pada proses pendinginan cepat, menggunakan diagram CCT (Continuous Cooling Temperatur)[4].

Fasa-fasa padat yang terdapat dalam Fe-Fe₃C adalah :

1. Ferit (α) adalah larutan padat intertisi karbon dalam struktur kristal BCC besi. Dalam diagram fasa kelarutan karbon maksimum dalam α adalah 0,02% pada 723° C. Kelarutan karbon dalam ferit menurun menjadi 0,005% pada 0° C.

2. Austenit (γ) adalah larutan padat intertisi karbon didalam struktur kristal FCC besi. Kelarutan karbon dalam austenit lebih besar dari ferit. Kelarutan karbon maksimum dalam austenit adalah 2 % pada 1148° C dan menurun menjadi 0,8% C pada 723° C.
3. Sementit (Fe₃C) adalah senyawa logam dengan karbon. Limit kelarutannya diabaikan dan komposisi karbon 6,7% dan 93,3% Fe. Sementit adalah senyawa keras dan getas.
4. Besi (δ) adalah larutan padat intertisi karbon dalam struktur kristal besi BCC, mempunyai konstanta kisi yang lebih besar dibanding α . Kelarutan karbon maksimum dalam δ adalah 0.09% pada 1465° C [4].

2.3. Perlakuan panas

Perlakuan panas (*heat treatment*) ialah suatu perlakuan pemanasan dan pendinginan terhadap logam atau paduan dalam keadaan padat dengan waktu tertentu, yang bertujuan untuk memperoleh sifat tertentu. Pertama-tama Logam bersama campurannya di panaskan hingga mencapai temperature tertentu, lalu menahan beberapa saat pada temperatur itu kemudian di dinginkan. Proses ini menyebabkan terjadinya beberapa perubahan struktur mikro, dimana perubahan ini akan menyebabkan terjadinya perubahan sifat dari logam tersebut. Salah satu tujuan perlakuan panas ialah untuk melakukan pengerasan pada permukaan logam [5].

Pengerasan permukaan atau biasa disebut juga *case hardening*, dapat juga dikatakan sebagai suatu proses perlakuan panas yang diterapkan pada suatu logam agar memperoleh sifat tertentu sesuai kebutuhan. Dalam hal ini yang di butuhkan hanya pengerasan permukaannya saja. Dengan demikian lapisan permukaan mempunyai

kekerasan yang tinggi, sedangkan bagian yang dalam tetap lunak, yaitu dengan kekerasan rendah tetapi keuletan atau ketangguhannya tinggi.

Dalam pemakaian suatu komponen mesin atau perkakas sering kali di perlukan permukaan yang keras dan tahan aus namun dengan bagian inti yang relative lunak dan ulet atau tangguh. Baja yang di keraskan dengan cara konvensional memang dapat menghasilkan permukaan yang keras dan tahan aus, tetapi kurang ulet. Pengerasan permukaan di maksudkan untuk mengeraskan bagian permukaannya saja, sedang bagian inti tetap lunak dan ulet, sehingga secara keseluruhan benda masih cukup ulet tetapi permukaannya menjadi lebih keras dan tahan aus. Untuk itu pengerasan permukaan atau *case hardening* merupakan salah satu jalan keluar yang cukup baik. Dengan pengerasan permukaan akan diperoleh permukaan yang lebih baik dari sebelumnya. Melalui perlakuan panas pada permukaan akan menghasilkan lapisan permukaan yang lebih kuat atau keras dan pada permukaan itu terjadi tegangan sisa yang berupa tegangan tekan. Karena hal tersebut maka benda kerja menjadi lebih tahan terhadap kelelahan. Biasanya proses perlakuan panas ini dilakukan terhadap roda gigi, pahat, cetakan, alat potong, alat pada konstruksi, dll. Salah satu metode pengerasan permukaan yang sering di lakukan ialah proses karburasi.

a. Karburasi (*carburizing*)

Karburasi atau *carburizing* ialah suatu metode perlakuan panas umumnya pada jenis baja dengan kadar karbon cukup rendah. Dengan demikian agar baja tersebut dapat di keraskan permukaannya, komposisi karbon pada baja harus berkisar antara 0,3 sampai 0,9%. Bila lebih dari 0,9 harus di hindari karena justru akan gagal karena dapat menimbulkan pengelupasan lapisan karbon

dan bahkan keretakan. Proses karburasi ini biasanya dilakukan pada baja dengan kadar karbon rendah yang mempunyai sifat lunak dan keuletan tinggi. Tujuan utama karburasi adalah untuk meningkatkan ketahanan aus dengan cara meningkatkan nilai kekerasan pada permukaan baja karbon dan meningkatkan karakteristik fatik dari baja karbon tersebut. kelebihan yang patut di pertimbangkan dalam penerapan proses karburasi adalah bahwa proses karburasi akan menghasilkan deformasi yang sangat kecil jika dibandingkan dengan proses pengerasan yang di peroleh melalui pendinginan[6].

Mengeraskan permukaan dengan metode karburasi merupakan cara pengerasan yang paling tua dan ekonomis. Karena pada proses pengerasan ini fokus utamanya ialah merubah komposisi kimia dari baja karbon tersebut dengan cara menambah kadar karbon pada baja, karena baja dengan kadar karbon rendah tidak dapat langsung



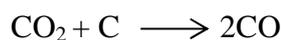
Gambar 2. furnace elektrik

dikeraskan karena kadar karbon dari baja terlalu rendah. Agar dapat dikeraskan maka kadar karbonnya harus ditambah. Penambahan kadar karbon dilakukan dengan menyisipkan karbon melalui permukaan baja sehingga permukaan baja mendukung cukup

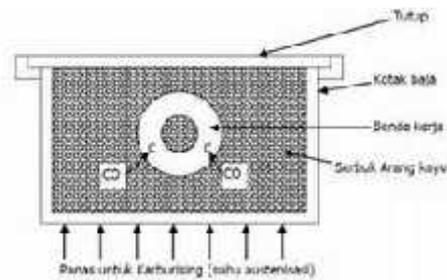
karbon untuk di keraskan dengan pendinginan..

Penambahan karbon yang disebut karburasi / *carburizing*, dilakukan dengan cara memanaskan pada temperatur yang cukup tinggi yaitu pada temperatur austenit didalam lingkungan yang mengandung atom karbon aktif, sehingga atom-atom karbon tersebut akan berdifusi masuk ke dalam permukaan baja dengan kedalaman tertentu tergantung dari temperatur, dan waktu tahan. Ada 3 cara atau metode karburasi berdasarkan mediumnya, salah satunya yaitu menggunakan medium padat (*pack carburizing*).

Baja yang akan di keraskan dimasukkan ke dalam wadah yang berisi bubuk karbon aktif dan ditutup rapat kemudian dipanaskan pada temperatur austenit, yaitu antara $725^{\circ}\text{C} - 1300^{\circ}\text{C}$ kemudian ditahan pada temperature tersebut selama waktu tertentu. Bahan karburasi terdiri dari bubuk karbon aktif, ditambah BaCO_3 (Barium Carbonat) atau NaCO_3 (Natrium Carbonat) sebagai energizer atau *activator* yang berfungsi untuk mempercepat proses karburasi sehingga mengurangi waktu tahan. Umumnya BaCO_3 lebih sering di gunakan karena lebih mudah di dapat dan lebih cepat terurai. Sebenarnya tanpa *energizer* pun dapat terjadi proses *carburizing* karena temperatur sangat tinggi namun membutuhkan waktu tahan yang cukup lama. Karbon teroksidasi oleh oksigen yang terperangkap dalam kotak menjadi CO_2 , reaksi dengan karbon bereaksi terus hingga didapat ;



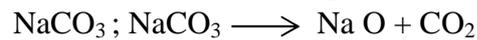
Dengan temperatur yang semakin tinggi keseimbangan reaksi makin cenderung ke kanan, makin banyak CO. Pada permukaan baja CO akan terurai ; $2\text{CO} \longrightarrow \text{CO}_2 + \text{C}$.



Gambar 3. proses pack carburizing

Dimana C yang terbentuk ini berupa atom karbon yang dapat masuk berdifusi ke dalam fase austenit dari baja. Dengan adanya energizer proses akan lebih mudah berlangsung karena meskipun udara yang terperangkap sedikit, tetapi energizer menyediakan CO_2 yang akan segera mulai mengaktifkan reaksi - reaksi selanjutnya.

Reaksi dekomposisi



Tebalnya lapisan permukaan yang mengalami penambahan karbon (*Case Depth*) bergantung pada temperatur pemanasan dan lamanya waktu tahan pada temperatur pemanasan tersebut. Semakin tinggi temperatur dan semakin lamawaktu tahan maka semakin banyak penyerapan karbon yang masuk kedalam spesimen. Keuntungan dari proses karburasi adalah dapat digunakan pada proses pengerasan permukaan yang relatif tebal. Sedangkan kerugiannya adalah jika lapisan terlalu tebal, pada saat pendinginan justru akan retak atau terkelupas lapisan karbonnya, benda uji tersebut mengalami kejutan / *shock* karena pendinginan yang tiba-tiba.

2.4. Pendinginan (quenching)

Setelah lapisan kulit mengandung cukup karbon, proses dilanjutkan dengan pengerasan yaitu dengan pendinginan untuk mencapai kekerasan yang tinggi[7].

Proses pengerasan (*quenching*) dapat dilakukan dengan cara :

- Pendingin langsung (*direct Quenching*)
Pendinginan langsung Adalah proses pendinginan secara langsung setelah dari media karburasi. Efek yang timbul adalah kemungkinan adanya keretakan atau pengelupasan pada benda kerja. Pada pendinginan langsung ini diperoleh permukaan benda kerja yang getas.
- Pendinginan tunggal (*Singel Quenching*)
Adalah pemanasan dan pendinginan dari benda kerja setelah benda kerja tersebut dikarburasi dan telah di dinginkan pada suhu kamar. Tujuan dari metode ini adalah untuk memperbaiki difusifitas dari atom dan agar gradien komposisi lebih halus.
- Pendinginan ganda (*Double Quenching*)
Adalah proses pendinginan atau pengerasan pada benda kerja yang telah dikarburasi dan didinginkan pada temperatur kamar kemudian dipanaskan lagi di luar kotak karbon pada temperature kamar lalu dipanaskan kembali pada temperature austenit dan baru di dinginkan cepat. Tujuan dari metode ini untuk mendapatkan butir struktur yang lebih halus.

2.5. Uji tarik

Uji Tarik merupakan salah satu pengujian untuk mengetahui sifat-sifat suatu bahan. Dengan menarik suatu bahan kita akan dapat mengetahui bagaimana bahan tersebut bereaksi terhadap tenaga tarikan dan mengetahui sejauh mana material itu bertambah panjang. Alat eksperimen untuk uji tarik ini harus memiliki cengkeraman (*grip*) yang kuat dan kekakuan yang tinggi (*highly stiff*)[7].



Gambar 4. Alat uji tarik

Banyak hal yang dapat kita pelajari dari hasil uji tarik. Bila kita terus menarik suatu bahan (dalam hal ini suatu logam) sampai putus, kita akan mendapatkan profil tarikan yang lengkap yang berupa kurva seperti digambarkan pada Gambar 2.6 Kurva ini menunjukkan hubungan antara gaya tarikan dengan perubahan panjang. Profil ini sangat diperlukan dalam desain yang memakai bahan tersebut

Pengujian tarik dilakukan untuk mencari tegangan dan regangan (*stress and strain*). Dari hasil pengujian ini kita dapat mengetahui beberapa sifat mekanik dari suatu material yang sangat di butuhkan dalam desain matrial rekayasa.

Untuk mendapatkan tegangan () adalah hasil dari beban yang diberikan (P) dibagi dengan luas penampang (A_0) dengan persamaan :

$$= \frac{P}{A_0}$$

dengan :

$$= \text{tegangannya (kg/mm}^2\text{)}$$

P = beban yang diberikan dalam arah tegak lurus terhadap penampang specimen (kg).

A_0 = Luas penampang bahan sebelum dibebani (mm^2)

Untuk mendapat regangan () adalah hasil dari penambahan panjang (Δl) dibagi panjang mula – mula (l_0) dengan persamaan:

$$= \frac{l_1 - l_0}{l_0} \times 100\% = \frac{\Delta l}{l_0} \times 100\%$$

dimana :

= Regangan (%)

l_0 = Panjang mula –mula (mm)

l_1 = panjang akhir (mm)

Δl = pertambahan panjang (mm)

2.6. Uji kekerasan

Kekerasan (Hardness) adalah salah satu sifat mekanik (*Mechanical properties*) dari suatu material[7]. Kekerasan suatu material harus diketahui khususnya untuk material yang dalam penggunaannya akan mengalami gesekan (*frictional force*) dan deformasi plastis. Deformasi plastis sendiri suatu keadaan dari suatu material ketika material tersebut diberikan gaya maka struktur mikro dari material tersebut sudah tidak bisa kembali ke bentuk asal artinya material tersebut tidak dapat kembali ke bentuknya semula. Lebih ringkasnya kekerasan didefinisikan sebagai kemampuan suatu material untuk menahan beban indentasi atau penetrasi (penekanan).



Gambar 5. alat uji kekerasan

Uji kekerasan adalah pengujian yang paling efektif untuk menguji kekerasan dari suatu material, karena dengan pengujian ini

kita dapat dengan mudah mengetahui gambaran sifat mekanis suatu material. Meskipun pengukuran hanya dilakukan pada suatu titik, atau daerah tertentu saja, nilai kekerasan cukup valid untuk menyatakan kekuatan suatu material. Dengan melakukan uji keras, material dapat dengan mudah di golongkan sebagai material ulet atau getas.

a. Uji kekerasan Rockwell

Pengujian Rockwell berbeda prinsip dengan pengujian kekerasan Brinell dan Vickers. Pada pengujian Rockwell kekerasan bahan di tentukan berdasarkan dalamnya penembusan yang terjadi akibat penekanan indentor. Dalamnya penembusan tersebut kemudian diterjemakan sebagai kekerasan bahan menurut skala Rockwell, setelah di manipulasi dengan bilangan tertentu.

Indentor yang di pakai yaitu bola baja yang dikeraskan dengan dia. 1/16 inci kerucut intan dengan sudut puncak 1200. Kedua indentor ini di pakai untuk menguji berbagai jenis bahan dengan ketentuan yang di atur dengan skala yang berjumlah 16. Akan tetapi yang paling banyak di pakai hanya tiga skala saja yakni skala A, B dan C. Sehingga masing-masing disebut pengujian Rockwell A, B dan Rockwell C, ketiganya di anggap sudah dapat mewakili keseluruhan skala yang ada

Hasil kekerasan Rockwell dapat dibaca langsung, yang di tunjukan pencatat kekerasan sesuai dengan skala kekerasan yang dipakai. Jika indentor yang dipakai kerucut intan (skala kekerasan Rockwell A dan C), skala ukuran yang dipakai ditulis warna hitam; indentor bola baja (skala kekerasan Rockwell B), skala ukuran yang di pakai di tulis warna merah. Angka kekerasan tersebut akan ditunjukan langsung oleh jarum petunjuk.

Rockwell

Skala yang umum dipakai dalam pengujian Rockwell adalah:

- a. HRA (Untuk material yang sangat keras)
- b. HRB (Untuk material yang lunak). Indentor berupa bola baja dengan diameter 1/16 Inchi dan beban uji 100 Kgf.
- c. HRC (Untuk material dengan kekerasan sedang). Indentor berupa Kerucut intan dengan sudut puncak 120 derajat dan beban uji sebesar 150 kgf.

Pengujian kekerasan dengan metode *Rockwell* bertujuan menentukan kekerasan suatu material dalam bentuk daya tahan material terhadap benda uji (*speciment*) yang berupa bola baja ataupun kerucut intan yang ditekan pada permukaan material uji tersebut.[1]

Contoh penulisan hasil kekerasan: HRA 40; atau HRB 60 atau HRC 54. Pada pelaksanaannya, pembebanan diawali dengan beban awal 10 kg, dan jarum akan bergerak, tunggu sampai berhenti bergerak, kemudian tambah beban utama. jarum akan bergerak, setelah berhenti bergerak, lihat jarum menunjuk angka tertentu. Angka tersebut merupakan ukuran kekerasan bahan yang diuji.

Carburizing adalah proses untuk menambahkan unsur karbon pada permukaan baja sehingga bagian permukaan menjadi lebih keras sedangkan bagian dalam tetap ulet. Carburizing dilakukan dengan cara memanaskan benda kerja dalam lingkungan karbon aktif, sehingga karbon berdifusi masuk ke permukaan baja [4].

Pack carburizing adalah metode perlakuan panas dengan tujuan meningkatkan unsur karbon pada logam dengan cara mendifusikan atom karbon pada permukaan logam. Pada proses karburasi sumber karbon yang digunakan berasal dari media padat antara lain dari arang kayu, arang tempurung kelapa, arang sekam padi, dan material

lainnya yang mengandung banyak unsur karbon. Di sekitar kita bahan - bahan tersebut sangat mudah untuk didapatkan. Menurut penelitian yang telah dilakukan, arang dari tempurung kelapa merupakan media karburasi yang paling baik. Tempurung kelapa yang keras setelah di bakar menjadi arang memiliki kadar karbon yang, kemudian di ikuti dengan arang kayu dengan perbedaan nilai kekerasan yang tidak terlalu signifikan [4].

Pada proses pack carburizing membutuhkan energizer untuk mempercepat proses pembentukan gas CO. saat ini energizer yang di gunakan berupa bahan kimia seperti BaCO₃, BaCl, Na₂CO₃, K₄Fe(CN)₆. Dari penelitian yang dilakukan tanpa energizer kimia diperoleh nilai kekerasan yang kurang dari nilai kekerasan fasa martensit sebesar 450 HV. Hasil penelitian hanya diperoleh kekerasan fasa ferit dan fasa perlit sebesar 450HV[4].

Energizer yang sering digunakan adalah BaCO₃, K₄ Fe (CN)₆. Penelitian yang dilakukan dengan menggunakan 60% serbuk arang tempurung kelapa dan 40% BaCO₃ dan *holding time* 1 jam mendapatkan hasil yang sangat signifikan dimana material dengan kekerasan awal 99 HV meningkat menjadi 689 HV. Fasa martensit merupakan fasa dengan nilai kekerasan tertinggi pada baja karbon dibandingkan fasa yang lain [1].

Dalam pack carburizing ketebalan media karbon juga sangat berpengaruh, (Antoro , A.C.Y., 2009,) meneliti tentang pengaruh ketebalan media carbon terhadap kekerasan baja karbon rendah menggunakan arang tempurung kelapa 80% dan BaCO₃ 20%, mendapati bahwa nilai kekerasan tertinggi di dapat pada proses pack carburizing dengan ketebalan media 20 mm, waktu tahan 2 jam pada suhu 980⁰C[4].

METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini awalnya di rencanakan pada bulan januari 2018 sampai dengan bulan april 2018 bertempat di laboratorium teknik mesin universitas Musamus Merauke, namun karena terkendala proses perijinan penggunaan mesin, dan kapasitas kemampuan mesin uji akhirnya pengujian tertunda. Pembuatan specimen dan pack karburizing di lakukan di laboratorium teknik mesin universitas musamus Merauke namun pengujian kekerasan dan uji tarik di lakukan di politeknik negeri ujung pandang pada april 2019.

3.2. Metode pengumpulan data

Metode yang digunakan dalam penelitian ini ialah sebagai berikut:

1. Studi pustaka.
2. Mempersiapkan alat dan bahan.
3. Melakukan perlakuan pack carburizing.
4. Melakukan pengujian material uji dan material pembanding.

3.3. Alat dan bahan yang di gunakan

1. Alat

Tabel 1. alat yang di perlukan

No	Alat	Jumlah
1	Mesin Gurinda tangan	1 buah
2	Batu gurinda potong	10 buah
3	Kaca mata pelindung	1 buah
4	Sarung tangan	1 pasang
5	furnace	1 unit
5	Alat uji tarik	1 unit
6	Alat uji kekerasan	1 unit
7	Kabel roll	1 buah

2. Bahan

Tabel 2. bahan yang di butuhkan

No	Bahan	jumlah
1	Arang	5 kg
2	Spesimen uji tarik plat SS400	3 buah
3	Spesimen uji tarik plat dodos	3 buah
4	Spesimen uji kekerasan plat SS400	3 buah
5	Spesimen uji kekerasan dodos	3 buah
6	BaCO ₃	1 kg
7	Plat besi 2mm	25cm x 35cm

3.4. Prosedur pengujian

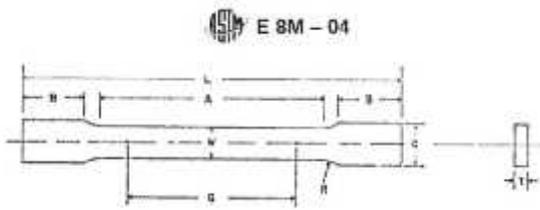
Adapun prosedur pengujian yang di lakukan ialah sebagai berikut :

1. Mempersiapkan alat dan bahan.
2. Membentuk plat SS400 5mm dan material pembanding untuk uji tarik sesuai standar ASTM E8M-04.
3. Mempersiapkan plat SS400 5mm dan material pembanding untuk uji kekerasan.
4. Melakukan metode pack karburizing pada specimen plat SS400 5mm.
5. Melakukan pendinginan pada specimen yang telah selesai di karburasi dengan pendinginan udara pada suhu ruangan.
6. Melakukan pengujian.
7. Olah data hasil uji.

3.5. Pengambilan data

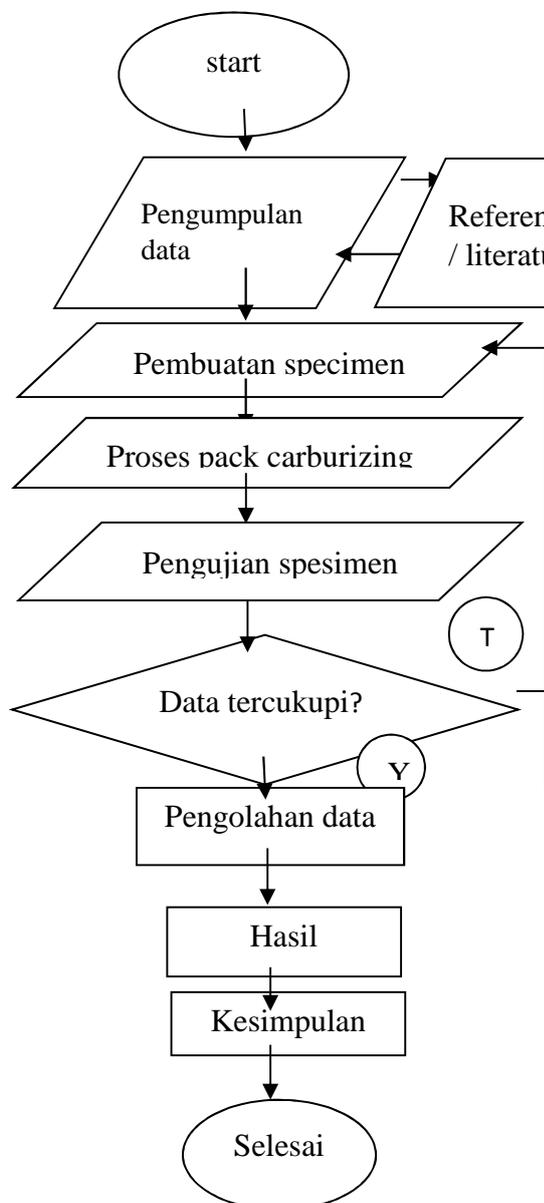
1. Melakukan pengujian terhadap specimen plat dan specimen pembanding.
2. Mengolah data hasil pengujian.
3. Membandingkan hasil pengujian.

4. Kesimpulan.



Gambar 6. Bentuk specimen uji tarik sesuai standar ASTM E8M - 04.

3.6. Diagram alur penelitian



Gambar 7. Diagram alur

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil penelitian

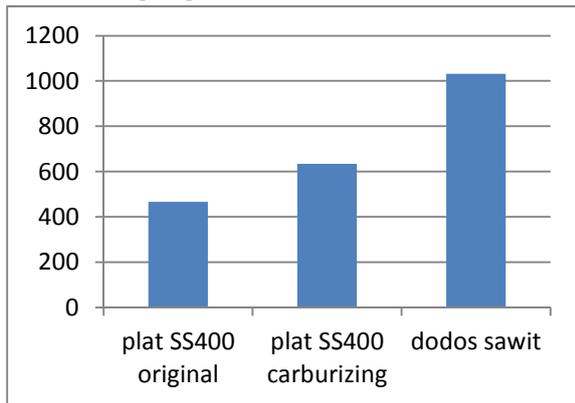
Penelitian ini membahas upaya pengerasan plat baja SS400 5mm dengan perlakuan pack karburizing yang kemudian di uji dengan metode uji tarik dan uji kekerasan lalu membandingkannya dengan nilai uji tarik dan kekerasan dodos sawit buatan pabrikan SPP 777.

Plat baja SS400 pada dasarnya adalah baja dengan kandungan karbon rendah, sedangkan dodos sawit terbuat dari baja karbon tinggi. Untuk itu plat baja SS400 ditreatment menggunakan metode pack carburizing. Sampel plat baja SS400 dengan tebal 5mm dibentuk sesuai standar pengujian tarik dan uji kekerasan, kemudian dimasukkan ke dalam box pack carburizing bersamaan dengan media carburizing berupa bubuk arang kayu dan barium karbonat dengan perbandingan 80% arang dan 20% barium karbonat dengan persentase berat. Kemudian box dipanaskan didalam furnace elektrik pada temperature 980°C dengan waktu tahan selama 2 jam. Setelah di panaskan selama 2 jam , kemudian box didinginkan pada suhu ruangan untuk selanjutnya dilakukan pengujian pada specimen yang telah ditreatmen.

Pengujian tarik dan kekerasan specimen dilakukan dilaboratorium mekanik politeknik negeri ujung pandang.

4.2. Pembahasan

1. Tegangan



Gambar 8. grafik tegangan maksimal

Berdasarkan grafik hasil pengujian tarik diatas didapatkan nilai tegangan () dari plat baja SS400 original sebesar 466,66 N/mm². Tegangan didapat dari beban yang diberikan dalam arah tegak lurus terhadap penampang specimen dibagi dengan luas penampang sebelum dibebani.

Sedangkan plat baja SS400 yang telah dilakukan pack carburizing didapati memiliki nilai tegangan sebesar 633,33 N/mm². Nilai tegangan pada plat baja SS400 5mm dengan perlakuan pack karburizing mengalami kenaikan sebesar 26,31%, dibandingkan dengan plat SS400 original yang artinya elastisitasnya berkurang atau telah terjadi peningkatan nilai kekerasan. Peningkatan nilai kekerasan ini didapatkan dari proses pack karburizing. Pack karburizing bekerja menambah unsur karbon pada permukaan material sehingga pengerasan hanya terjadi pada permukaan sedangkan bagian dalam tetap ulet.

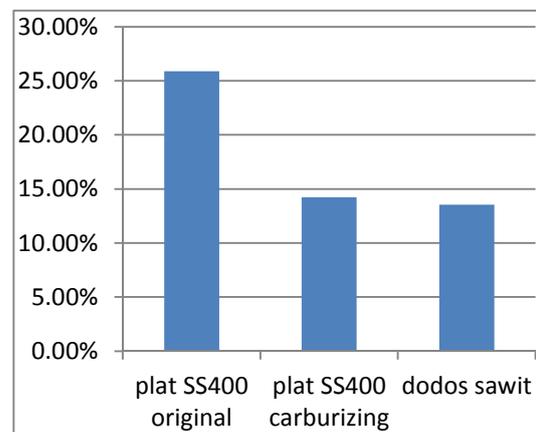
Peningkatan kekerasan permukaan di lakukan agar bagian dalam material tetap ulet, hal ini dilakukan agar material plat jika dijadikan dodos sawit tetap tahan terhadap beban kejut saat di gunakan untuk memotong dahan atau tangkai buah sawit.

Pada dodos sawit buatan pabrikan SPP 777 didapat nilai tegangan sebesar 1031,11

N/mm² yang artinya material ini memiliki kekerasan yang tinggi sedangkan elastisitasnya rendah. Nilai tegangan sejalan dengan nilai kekerasan suatu material, besarnya nilai tegangan maksimal sejalan dengan nilai kekerasan yang tinggi.

Pada dodos sawit kekerasan material di butuhkan agar dodos sawit kuat untuk memotong dahan ataupun tangkai buah yang cukup keras. Selain itu kekerasan juga membuat dodos sawit menjadi lebih tajam dan awet karena kekerasan yang cukup tinggi membuat dodos tidak mudah aus walaupun di gunakan terus menerus.

2. Regangan



Gambar 9. grafik regangan tarik

Berdasarkan grafik hasil pengujian tarik di atas di dapatkan nilai regangan sebesar 25,89%. Untuk mendapat regangan () adalah hasil dari pertambahan panjang (Δl) dibagi panjang mula – mula (l_0). Regangan merupakan gambaran seberapa elastis suatu bahan, artinya semakin besar nilai regangan maka semakin elastis pula material tersebut. Elastisitas merupakan ukuran kekakuan suatu material, semakin kecil nilai elastisitas maka semakin keras pula material tersebut.

Sedangkan plat baja SS400 yang telah di lakukan pack carburizing di dapati memiliki nilai regangan sebesar 14,22%. Nilai regangannya menurun sekitar 46% di

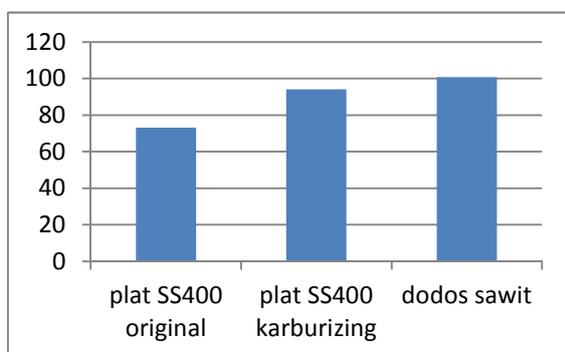
bandingkan dengan plat SS400 original yang artinya elastisitasnya berkurang atau telah terjadi peningkatan nilai kekerasan. Peningkatan nilai kekerasan ini di dapatkan dari proses pack karburizing. Pack karburizing bekerja menambah unsur karbon pada permukaan material sehingga pengerasan hanya terjadi pada permukaan sedangkan bagian dalam tetap ulet.

Peningkatan kekerasan permukaan di lakukan agar bagian dalam material tetap ulet, hal ini di lakukan agar material plat jika di jadikan dodos sawit tetap tahan terhadap beban kejut saat di gunakan untuk memotong dahan atau tangkai buah sawit.

pada dodos sawit buatan pabrikan SPP 777 di dapat nilai regangan sebesar 13,55%. Nilai ini menunjukkan penambahan panjang pada specimen yang di uji sebanyak 13,55% yang artinya material ini memiliki kekerasan yg tinggi sedangkan elastisitasnya rendah.

Pada dodos sawit kekerasan material di butuhkan agar dodos sawit kuat untuk memotong dahan ataupun tangkai buah yang cukup keras. Selain itu kekerasan juga membuat dodos sawit menjadi lebih tajam dan awet karena kekerasan yang cukup tinggi membuat dodos tidak mudah aus walaupun di gunakan terus menerus.

3. Uji kekerasan



Gambar 10. grafik uji kekerasan

Berdasarkan grafik hasil uji kekerasan diatas, didapati nilai kekerasan untuk plat baja SS400

5mm sebesar 73,2 HRB. Nilai tersebut merupakan nilai kekerasan dari plat baja SS400 5mm original yang kemudian dijadikan acuan untuk mengukur berapa persen kenaikan nilai kekerasan plat tersebut setelah ditreatmen menggunakan metode pack karburizing dengan parameter yang telah di jelaskan pada bab sebelumnya.

sedangkan untuk plat baja SS40 5mm dengan perlakuan pack karburing didapati nilai kekerasan sebesar 94,1 HRB. Jika dibandingkan dengan plat SS400 original maka peningkatan nilai kekerasannya sebesar 28,63%.

Peningkatan nilai kekerasan yang signifikan ini didapat dari perlakuan pack karburizing yang dilakukan terhadap specimen, perlakuan tersebut dilakukan dengan suhu 980°C dan waktu tahan selama 2 jam. Pack karburizing dilakukan dengan cara memasukkan specimen ke dalam box baja dengan dimensi 12cm x 10cm x 6cm yang berisi campuran serbuk arang kayu 80% dan barium carbonat 20% dengan perbandingan berat.

Box kemudian ditutup rapat lalu dilakukan pemanasan didalam furnace elektrik dengan sistem kontrol digital sehingga temperature mudah dikontrol dan stabil pada temperatur yang di inginkan selama 2 jam. Pertama-tama furnace dipanaskan terlebih dahulu hingga mencapai suhu yang diinginkan, setelah suhu tercapai kemudian box pack karburizing di masukkan dan di tahan selama 2 jam pada suhu yang diinginkan. Hal ini dilakukan agar box tidak menerima panas terlalu lama karena untuk mencapai suhu yang kita inginkan, furnace butuh waktu sekitar 2 jam untuk memanaskan dari suhu ruang sampai dengan 980°C. Jika box dimasukkan dari awal

pemanasan dikhawatirkan hal tersebut menambah waktu tahan yang dapat berakibat pada hasil yang berbeda pula karena waktu tahan pada proses pak karburizing sangat mempengaruhi hasil akhir.

Pada pack karburizing, peningkatan kekerasan dan kekuatan dapat terjadi karena specimen dipanaskan didalam lingkungan yang kaya akan unsur karbon untuk itu arang dipilih sebagai media pengkarbonan. Pengerasan dapat terjadi karena saat box di panaskan hingga mencapai temperature austenite, oksigen yang terperangkap didalam setelah dipanaskan pada suhu tinggi kemudian teroksidasi dengan karbon dari arang. Berikut adalah reaksi kimia yang terjadi didalam box :



Dengan temperatur yang semakin tinggi keseimbangan reaksi makin cenderung ke kanan, makin banyak CO. Pada permukaan baja CO akan terurai ; $2\text{CO} \longrightarrow \text{CO}_2 + \text{C}$.

Dimana C yang terbentuk ini berupa atom karbon yang dapat masuk berdifusi ke dalam fase austenit dari baja. Dengan adanya energizer proses akan lebih mudah berlangsung karena meskipun udara yang terperangkap sedikit, tetapi energizer menyediakan CO₂ yang akan segera mulai mengaktifkan reaksi – reaksi selanjutnya.

Reaksi dekomposisi



Tebal lapisan permukaan yang mengalami penambahan karbon (*Case Depth*) bergantung pada temperatur pemanasan dan lamanya waktu penahanan pada temperatur pemanasan tersebut. Semakin tinggi karbon dan semakin lama *holding time* maka semakin banyak penyerapan karbon yang masuk kedalam specimen. Keuntungan dari proses ini adalah dapat digunakan pada

proses pengerasan permukaan yang relatif tebal. Sedangkan kerugiannya adalah jika lapisan terlalu tebal, pada saat pendinginan akan retak atau terkelupas, benda uji tersebut mengalami kejutan / *shock* karena pendinginan yang tiba – tiba.

Dodos sawit buatan pabrikan SPP 777 didapati nilai kekerasan sebesar 100,7 HRB. Nilai kekerasan yang tinggi tersebut didapatkan dari baja karbon tinggi yang digunakan sebagai bahan dasar pembuatan dodos sawit. Pengujian ini dilakukan untuk mencari referensi karakteristik kekuatan dari dodos sawit yang kemudian akan menjadi acuan untuk menarik kesimpulan dari penelitian ini.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan di BAB IV dapat di simpulkan bahwa :

1. Pada pengujian tarik di dapati nilai tegangan maksimal plat SS400 5mm original sebesar 466,66 N/mm², dan regangan sebesar 25,89%. Sedangkan untuk plat SS400 5mm dengan perlakuan pack karburizing nilai tegangan sebesar 633,33 N/mm², dan regangan sebesar 14,22%, atau tegangannya meningkat 26,31%, sedangkan nilai regangan menurun sekitar 46%. Dodos sawit SPP 777 memiliki nilai tegangan sebesar 1031,11 N/mm², dan regangan sebesar 13,55%.
2. plat baja SS400 5mm dengan perlakuan pack karburizing pada temperatur 980°C, waktu tahan selama 2 jam, sumber karbon berasal dari arang kayu 80% dan Barium carbonat 20% masih belum bisa menyamai nilai kekerasan maupun uji tarik dari dodos sawit buatan pabrikan SPP 777.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Topan, J. Teknik, A. Fakultas, and U. Musamus, "ANALISIS RUANG TERBUKA HIJAU DI KOTA MERAUKE," vol. 2, no. 1, pp. 1–7, 2013.
- [2] K. Sawit, P. Sistem, and S. Stage, "PERTUMBUHAN BIBIT KELAPA SAWIT (*Elaeis guineensis* Jacq.) PADA BERBAGAI PERBANDINGAN MEDIA TANAM SOLID DECANTER DAN TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT PADA SISTEM SINGLE STAGE," vol. 2, no. 2337, pp. 691–701, 2014.
- [3] T. Mulyanto *et al.*, "Penelitian sifat mekanik baja karbon st41 hasil reduksi pada mesin roll datar," vol. 28, pp. 71–78, 2015.
- [4] A. Cahyo and Y. Antoro, "PENGARUH KETEBALAN MEDIA KARBURASI PADA PROSES PACK CARBURIZING TERHADAP NILAI," 2009.
- [5] S. Bahri, "Analisa Perlakuan Panas Terhadap Baja Karbon Ns 1045," *Bul. Utama Tek.*, vol. 3814, 2017.
- [6] S. Pengajar and P. I. Surakarta, " *Stud. PENGARUH CARBURIZING BAJA KARBON RENDAH DENGAN MEDIA ARANG DAN VAREASI Hold. TIME (PENAHAN SUHU) TERHADAP TINGKAT KEKERASAN DAN KEAUSAN*", vol. 1, 2013.
- [7] E. Fruit and K. Sawit, "PENGARUH VARIASI MEDIA QUENCHING TERHADAP SIFAT MEKANIS RANTAI ELEVATOR FRUIT KELAPA SAWIT," pp. 0–9.