

PENGARUH PROSES TERMOMEKANIK TERHADAP SIFAT MEKANIS BAJA BOHLER VCN 150 UNTUK PISAU PEMANEN SAWIT

Royyan Sy Nasution¹, Indra², Farida Ariani³, Tugiman⁴, Mahadi⁵, Terang UHSG⁶

Email: Royyansy.nasution@yahoo.com

^{1,2,3,4,5,6}Departemen Teknik Mesin, Universitas Sumatera Utara, Jln.Almamater Kampus USU Medan
20155 Sumatera Utara Indonesia

ABSTRAK

Telah dilakukan proses termomekanik pada bahan baja BOHLER VCN 150 untuk memperbaiki sifat mekanis bahan yang akan digunakan sebagai mata pisau pemanen sawit. Proses termomekanik dengan memvariasikan pemanasan pada temperatur 700°C, 750°C, 800°C, 850°C dan 900°C dengan dilakukan proses tempa/hammering pada penahanan waktu 5s, 10s, 15s dan 20s berturut – turut. Hasil pengujian kekerasan nilai optimum tiap suhu terjadi pada pukulan hammer 10 detik, sebesar 506,6 BHN, 499.2 BHN , 491.8 BHN, 266.2 BHN dan 275.8 BHN tiap variasi suhu. Tiga nilai optimum yang tertinggi dari hasil uji kekerasan diambil untuk uji tarik diperoleh hasil pengujian tarik optimum dengan tegangan batas sebesar 1149.305 Mpa dan tegangan luluh 930.506 Mpa pada suhu 700°C/10s. Korelasi ukuran butir terhadap sifat mekanis yaitu dimana semakin kecil ukuran butir maka kekerasan dan kuat tariknya akan meningkat. Sedangkan untuk hubungan pemanasan antara deformasi dan ukuran butir, dimana pada waktu pukulan yang sama 10 detik semakin tinggi suhu pemanasan maka deformasi semakin meningkat dan diikuti diameter butir membesar. Proses termomekanik dapat memperbaiki sifat mekanis dan memperkecil ukuran diameter butir pada bahan baja BOHLER VCN 150.

Kata Kunci: Proses Termo-mekanik , Baja Karbon, Sifat Mekanis, Diameter Butir

1.

PENDAHULUAN

Pisau egrek adalah alat yang digunakan untuk pemanen kelapa sawit. Pisau egrek yang sering dipergunakan petani pemanen sawit adalah pisau egerk yang materialnya dibuat dari baja karbon sedang dari baja perdaun mobil bekas dengan proses pengerjaan hammering dan dilakukan secara konvensional. Pisau egrek saat ini banyak ditemukan masalah yang diantaranya umur yang singkat sehingga mudah patah dan cepat aus.

Pada proses *tempering* dan proses pengerolan di bawah temperatur rekristalisasi dengan meningkatnya nilai kekerasan maka nilai ketangguhan dan struktur mikro cenderung menurun[1].

Kombinasi dari deformasi plastis dengan heatreatment dengan dua tahap mengalami perbaikan pada kekerasan dan kekuatan, kekerasan tertinggi pada deformasi 25 % [2].

2. TINJAUAN PUSTAKA

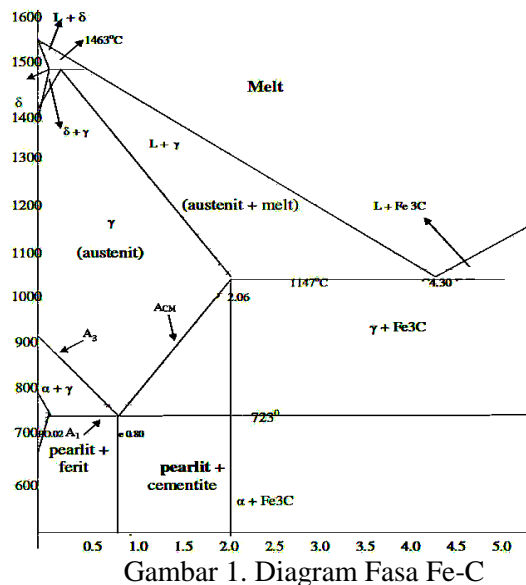
2.1 Baja

Baja adalah logam paduan antara besi (Fe) dan karbon (C), dimana besi sebagai unsur dasar dan karbon sebagai unsur paduan utamanya. Kandungan karbon dalam baja berkisar antara 0,1% hingga 1,7% sesuai tingkatannya. Dalam proses pembuatan baja akan terdapat unsur-unsur lain selain karbon yang akan tertinggal di dalam baja seperti mangan (Mn), silikon (Si), kromium (Cr), vanadium (V), dan unsur lainnya.

Secara umum Baja dapat diklasifikasi dari beberapa macam yaitu : baja karbon, baja paduan, baja perkakas, baja stainless, dan baja lainnya. Dan sifat-sifat bahan juga dapat diklasifikasikan sebagai berikut : sifat kimia, sifat teknologi, dan sifat mekanik.

2.2 Diagram Fasa Fe - C

Diagram keseimbangan besi karbon seperti pada gambar 2.1 adalah diagram yang menampilkan hubungan antara temperatur dimana terjadi perubahan fasa selama proses pendinginan dan pemanasan yang lambat dengan kadar karbon. Diagram ini merupakan dasar pemahaman untuk semua operasi-operasi perlakuan panas. Dimana fungsi diagram fasa adalah memudahkan memilih temperatur pemanasan yang sesuai untuk setiap proses perlakuan panas baik proses anil, normalizing maupun proses pengerasan. Diagram fasa ini juga bertujuan untuk melihat dan mengamati bentuk – bentuk struktur mikro pada baja, baik baja karbon rendah, karbon sedang dan karbon tinggi. Struktur mikro yang dapat dilihat dari diagram fasa ini seperti, ferrite, martensite, perlite, austenite dan lainnya.



Gambar 1. Diagram Fasa Fe-C

2.3 Mekanisme Penguatan logam Penguatan logam yang berdampak terhadap peningkatan sifat mekanik dapat terjadi berbagai cara :

1. Pengerasan regang (*strain hardening*)

Penguatan melalui mekanisme pengerasan regangan dapat terjadi terhadap semua logam akibat proses deformasi plastis yang menyebabkan terjadinya peningkatan kerapatan dislokasi. Dislokasi yang semakin rapat mengakibatkan dislokasi itu sendiri semakin sukar bergerak sehingga bahan semakin kuat atau keras.

2. Larut padat

Penguatan mekanisme larut padat terjadi akibat adanya atom-atom asing yang larut padat baik secara substitusi maupun interstisi. Atom asing yang larut padat tersebut dapat berupa unsur padu dalam bentuk paduan maupun inklusi berupa atom pengotor. Kelarutan atom-atom asing ini dalam bentuk larut padat mengakibatkan timbulnya medan tegangan yang berdampak terhadap pergerakan dislokasi. Pergerakan dislokasi semakin sukar dengan timbulnya medan tegangan sehingga mengakibatkan logam menjadi lebih kuat atau keras.

3. Fasa kedua

Penguatan atau pengerasan dapat pula terjadi melalui mekanisme fasa kedua karena timbulnya senyawa fasa paduan. Pembentukan senyawa fasa kedua dalam paduan terjadi karena penambahan unsur paduan yang melampaui batas larut padat. Senyawa fasa yang terbentuk relatif bersifat keras dan pergerakan dislokasi cenderung akan terhambat oleh fasa kedua tersebut. Pergerakan dislokasi yang terhambat oleh fasa kedua akan memperkuat dan memperkeras logam.

4. Presipitasi

Pengerasan logam dapat juga ditingkatkan dengan proses presipitasi yaitu pengerasan melalui partikel endapan fasa yang halus dan menyebar. Distribusi presipitat dalam bentuk partikel endapan fasa kedua ini menimbulkan tegangan dalam (*internal stress*). Tegangan yang ditimbulkan semakin besar sehingga mengakibatkan semakin meningkatnya kekuatan atau kekerasan. Pengerasan presipitasi ini terjadi melalui proses perlakuan panas, *quenching* dan *aging*. Paduan logam dalam bentuk dua fasa atau lebih dipanaskan pada suhu tertentu sehingga senyawa fasa tersebut akan larut-padat dalam satu fasa yang relatif homogen. Fasa yang relatif homogen tersebut kemudian didinginkan secara cepat sehingga membentuk fasa larut-padat super jenuh. Fasa larut-padat super jenuh tersebut kemudian mengalami *aging* sehingga terbentuk presipitat berupa partikel endapan fasa kedua yang halus dan tersebar merata yang mengakibatkan bahan menjadi keras. Pengerasan presipitasi ini akan menurun kekuatannya bila mengalami suhu *overaging*.

5. Dispersi

Penguatan logam tanpa pengaruh suhu *overaging* dapat dilakukan dengan metode dispersi. Pengerasan dispersi merupakan pengerasan melalui proses memasukkan partikel-partikel dispersi dalam bentuk serbuk yang tercampur secara homogen. Partikel dispersi yang digunakan merupakan partikel yang sama sekali tidak larut dalam matriknya. Campuran serbuk logam tersebut dikenai proses kompaksi dan *sintering* dengan suhu pemanasan sampai mendekati titik cair logam matrik sehingga mengakibatkan terjadi ikatan yang kuat. Partikel dispersi tersebut merupakan rintangan bagi gerakan dislokasi dan semakin banyak partikel akan semakin banyak terjadinya dislokasi. Dislokasi yang semakin banyak mengakibatkan dislokasi semakin rapat dan semakin sulit bergerak sehingga bahan akan semakin keras.

6. Penghalusan butir dan tekstur

Penguatan dengan cara penghalusan butir (*grain refining*) terjadi melalui struktur butir. Butir logam merupakan kumpulan sel-satuan yang berorientasi sama. Polikristal memiliki butir-butir yang orientasinya berbeda satu dengan yang lain. Pada saat deformasi terjadi, dislokasi akan bergerak pada bidang slip dan berusaha mencapai permukaan luar. Oleh karena orientasi setiap butir berbeda dengan yang lain, orientasi bidang slip pada butir-butir juga akan berbeda-beda. Sebagai akibatnya pergerakan dislokasi akan terhambat. Gerakan dislokasi yang akan menyeberangi batas butir memerlukan tegangan yang lebih besar sehingga dengan demikian batas butir akan menjadi penghalang dan penghambat gerakan dislokasi. Struktur butir memiliki batas-batas butir yang merupakan rintangan bagi pergerakan dislokasi. Butir yang semakin halus cenderung akan semakin memperbanyak batas butir. Batas butir yang banyak akan mengakibatkan gerakan dislokasi semakin sukar karena semakin banyak rintangan sehingga material menjadi semakin kuat. Penghalusan butir dapat dilakukan melalui proses pembekuan dan proses rekristalisasi. Penguatan tekstur merupakan peningkatan kekuatan atau kekerasan melalui orientasi kristal. Logam yang ditingkatkan kekuatannya diusahakan kristalnya memiliki orientasi tertentu. Pembentukan kristal logam agar sel-satuan memiliki orientasi yang mendekati arah tertentu dapat dilakukan dengan cara deformasi plastis, seperti dengan proses pengerolan, hammering dan lain-lain.

Tabel 1 Kecepatan Mesin Forging

Forging Machine	Speed Range (m/s)
Hydraulic Press	0,06 - 0,3
Mechanical Press	0,06 - 1,5
Screw Press	0,6 - 1,2
Gravity Drop Hammer	3,6 - 4,8
Power Drop Hammer	3,0 - 9,0

Couter Blow Hammer	4,5 – 9,0
---------------------------	-----------

2.4 Deformasi Plastik

Deformasi plastik adalah suatu perubahan bentuk dari material baik secara elastic maupun elastis apabila di beri gaya atau beban. Deformasi elastis adalah perubahan bentuk yang terjadi bila ada gaya yang berkerja, serta akan hilang bila beban ditiadakan, defomasi plastik adalah perubahan bentuk yang permanent, meskipun bebannya di hilangkan.

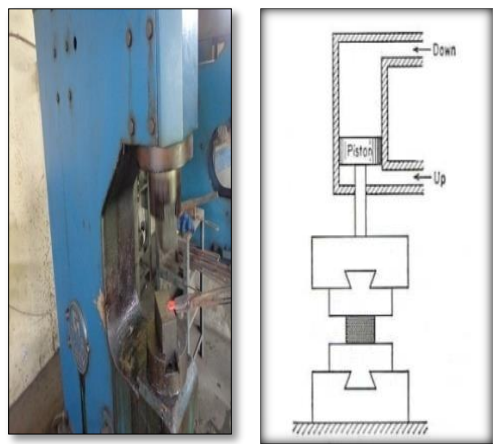
Pengaruh temperatur terhadap proses-proses pembentukan adalah hal mengubah sifat-sifat dan prilaku material. Secara umum kenaikan temperatur akan mengakibatkan turunnya kekuatan material, naiknya keuletan dan turunnya laju pengerasan regangan yang mana perubahannya tersebut mengakibatkan kemudahan material untuk deformasi.

2.4.1 Proses Pengerjaan Panas

Pengerjaan panas adalah proses pembentukan logam yang mana proses deformasinya dilakukan diatas kondisi temperatur rekritisasi dan laju regangan dimana proses rekritisasi dan deformasi terjadi bersamaan.

Hammering adalah satu cara untuk melakukan deformasi plastik pada pengerjaan panas. Adapun rumus yang dipergunakan untuk mencari energy dalam satu pukulan pada mesin hammer adalah :

$$W = \frac{1}{2}mv^2 + pAH = (mg + pA)H$$



Gambar 2. Mesin Hammer

2.5 Pengujian Sifat Mekanik

Pengujian sifat mekanik ada beberapa macam diantaranya :

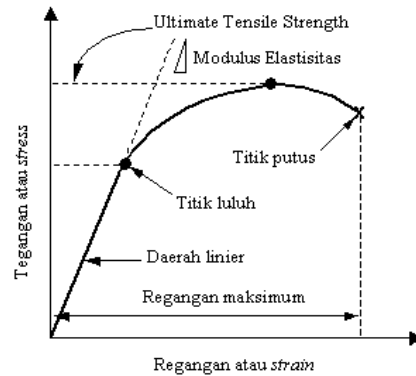
1. Pengujian Kekerasan

Kekerasan logam didefinisikan sebagai ketahanan terhadap penetrasi. Alat ukur yang dipergunakan dalam pengujian kekerasan adalah Brinel, Vickers, Rockwell. Rumus untuk menghitung nilai uji kekerasan menggunakan brinel adalah,

$$BHN = P / (\frac{\pi}{2}D^2) \left\{ 1 - \left[1 - \left(\frac{d}{D} \right)^2 \right]^{1/2} \right\}$$

2. Pengujian Tarik

Nilai – nilai yang akan didapt setelah melakukan uji tari adalah tegangan ultimet, tegangan yield, regangan dan modulus youngnya material, seperti ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 3 Kurva Tegangan Regangan

Tegangan normal tersebut akibat gaya tarik dapat ditentukan berdasarkan persamaan

$$\sigma = \frac{F}{A_0}$$

Dimana:

σ = Tegangan tarik (MPa)

F = Gaya tarik (N)

A_0 = Luas penampang spesimen mula-mula (mm²)

Regangan akibat beban tekan statik dapat ditentukan berdasarkan persamaan

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L}$$

Dimana:

ε = Regangan akibat gaya tarik

L = Perubahan panjang spesimen akibat beban tekan (mm)

L_0 = Panjang spesimen mula-mula (mm)

Hubungan antara stress dan strain dirumuskan pada persamaan

$$E = \sigma / \varepsilon$$

E adalah gradien kurva dalam daerah linier, di mana perbandingan tegangan (σ) dan regangan (ε) selalu tetap. E diberi nama “*Modulus Elastisitas*” atau “*Young Modulus*”.

2.6 Analisa Stuktur Butir

Tiap volume yang mempunyai orientasi tertentu disebut butir dan daerah tidak teratur antarbutir disebut batas butir. Lebar batas butir sekitar dua atau tiga deretan atom. Sebetulnya, butir dan batas butir berdimensi tiga. Dan gambar hanya menampilkan penampang tertentu. Gelembung *polyhedral* yang terbentuk bila larutan sabun kita kocok merupakan model tiga dimensi dari kristal dengan batas butirnya.

$$\sigma_y = \sigma_1 + K_y d^{-1/2}$$

Dimana:

σ_y = Tegangan luluh

σ_1 = Tegangan friksi (*friction stress*)

k = Koefisien penguat (*strengthening coefficient*)

d = ukuran (diameter) butir

2.6.1 Perhitungan Diameter Butir

Ada beberapa metode yang dapat dilakukan untuk mengukur besar butir dari struktur mikro suatu material salah satunya adalah metode *Planimetri* yang dikembangkan oleh Jeffries.

Dimana metode ini cukup sederhana untuk menentukan jumlah butir persatuan luas pada bagian-bidang yang dapat dihubungkan pada standar ukuran butir ASTM E 112. Metode *planimetri* ini melibatkan jumlah butir yang terdapat dalam suatu area tertentu yang dinotasikan dengan N_A .

Jumlah butir bagian dalam lingkaran (N_{inside}) ditambah setengah jumlah butir yang bersinggungan ($N_{intercepted}$) dengan lingkaran dikalikan oleh pengali Jeffries (f) dapat dituliskan pada persamaan

$$N_A = f \left(N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$$

Untuk selanjutnya setelah diperoleh nilai N_A maka ukuran butir dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut

$$G = (3,322 \log N_A) - 2,95$$

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Alat-Alat dan Bahan

Adapun peralatan yang di pergunakan selama penelitian ini adalah:

1. Tungku Pemanas (*Furnace Naber*)
2. *Thermocouple Type-K*
3. Hammer
4. Jangka sorong
5. Penjepit spesimen
6. Mesin poles (*polisher*)
7. Mikroskop optik
8. Mikroskop VB
9. Alat uji kekerasan Brinell
10. Mesin uji tarik *Torse INSTRON* model 100 HDX - GIB
11. Mesin bubut
12. Teropong indentor

3.2 Bahan

Bahan yang dipergunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Baja Bohler K460 yang pada aplikasinya sering digunakan sebagai pemotong dan perkakas
2. Resin dan *hardener*.
3. Kertas pasir dengan *grade* 120, 240, 400, 600, 800, 1000, 1200 dan 1500.
4. Larutan etsa nital 20%
5. Larutan alumina

3.2.1 Langkah – Langkah penelitian

Specimen yang dipergunakan untuk pengujian kekerasan sebanyak 36 spesimen yaitu untuk masing masing 5 variasi suhu dan 4 variasi waktu pemukulan. Sedangkan untuk pengujian tarik dan mikrostruktur sebanyak masing masing 4 spesimen. Pengujian kekerasan menggunakan ASTM E 92, untuk pengujian tarik menggunakan ASTM E 8, dan untuk pengujian mikrostruktur mengacu pada ASTM E 112.

Proses Termo

Termo adalah proses pemanasan yang dipergunakan untuk merubah mikrostruktur dan melunakan bahan supaya mudah dalam proses mekanik. Variasi Suhu yang diberikan pada proses pemanasan ini adalah 5 variasi suhu, yaitu 700°C, 750°C, 800°C, 850°C dan 900°C ditahan masing masing selama 1 jam di furnace. Furnance yang dipergunakan merek Wilmon kapasitas 1500°C buatan Jerman. Proses ini dilakukan di Balai Riset Standarisasi Medan Sumatera Utara.

Proses Mekanik

Proses mekanik yang dilakukan dengan menggunakan Hammer merek Glaser tipe GSH 51 berat ram 70 Kg. Proses ini bertujuan untuk mendeformasi bahan secara plastis. Material yang sudah selesai dipanaskan selama 1 jam maka langsung dihammer dengan 4 variasi waktu yaitu, 5 detik, 10 detik, 15 detik dan 20 detik tiap suhunya. Proses ini dilakukan di Balai Riset Standarisasi Medan Sumatera Utara.

Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan dilakukan menggunakan skala brinell dengan beban 3000 Kg dengan 5 titik pada 21 spesimen. Pengujian ini dilakukan di Labolatorium Metalografi Fakultas Teknik USU

Berikut ini adalah prosedur percobaan yang dilakukan pada pengujian kekerasan dengan metode Brinell :

1. Sebelum pengujian dilakukan Spesimen dibersihkan permukaannya dengan mesin polish.
2. Setelah bersih, spesimen diletakkan pada landasan uji dan bola indentor yang digunakan adalah bola dengan diameter 10 mm.
3. Spesimen dinaikkan hingga menyentuh bola indentor, kemudian katup hidrolik dikunci.
4. Tuas hidrolik ditekan berulang-ulang hingga skala pada panel menunjukkan angka 1500 kg kemudian ditahan selama 30 detik.
5. Setelah 30 detik katup hidrolik dibuka untuk mengembalikan beban ke posisi semula (0 kg).
6. Pengambilan data kekerasan diulang sebanyak 5 kali untuk masing-masing spesimen dan diambil data rata-ratanya.
7. Pengamatan diameter indentasi dilakukan dengan menggunakan teropong Indentor dan data diameternya disesuaikan dengan tabel kekerasan.

Pengujian Tarik

Pengujian tarik ini dilakukan untuk mendapatkan tegangan maksimal, tegangan luluh, regangan, modulus young bahan. Jumlah specimen yang dipergunakan adalah 4 spesimen, 3 spesimen dari hasil terbaik uji kekerasan dan 1 spesimen raw material. Adapun nilai optimal yang diambil yaitu pada hammering dengan suhu 700°C dengan waktu penahanan hammering 10s dan pada suhu 750°C dengan waktu penahanan hammering 100s dan 800°C 10s. Pengujian ini menggunakan mesin uji tarik merek *Torsee INSTRON* model 100 HDX - GIB dengan kapasitas 100 ton. Dilakukan di Balai Riset Standarisasi Medan Sumatera Utara.

Berikut ini adalah prosedur percobaan yang dilakukan pada pengujian tarik dengan menggunakan alat uji tarik *Torsee Type INSTRON* :

1. Spesimen dibentuk sesuai ukuran menurut standar ASTM E-8M, yaitu panjang daerah uji 60 mm, panjang daerah cekam 60 mm, tebal spesimen 5 mm.
2. Mesin uji tarik dan komputer dihidupkan kemudian disetting dikomputer untuk memulai uji tarik.
3. Spesimen dicekam pada *chuck* atas, kemudian *chuck* bawah dinaikkan dengan menekan tombol UP hingga mencekam spesimen secara keseluruhan.
4. Katup hidrolik (*load valve*) dibuka kemudian mesin (pompa hidrolik/PUMP) dijalankan sampai spesimen putus.
5. Setelah spesimen putus katup hidrolik (*load valve*) ditutup dan katup pembuka (*unload valve*) dibuka, kemudian *chuck* bawah diturunkan dengan menekan tombol DOWN.
6. Spesimen yang putus dilepas dari *chuck* atas dan bawah, kemudian diukur besar pertambahan panjangnya dan besar nilai regangan yang diperoleh dari grafik hasil uji tarik seperti yang terlihat pada lampiran uji tarik kemudian dicatat data hasil pengujian.
7. Prosedur yang sama dilakukan pada spesimen uji tarik yang lain.

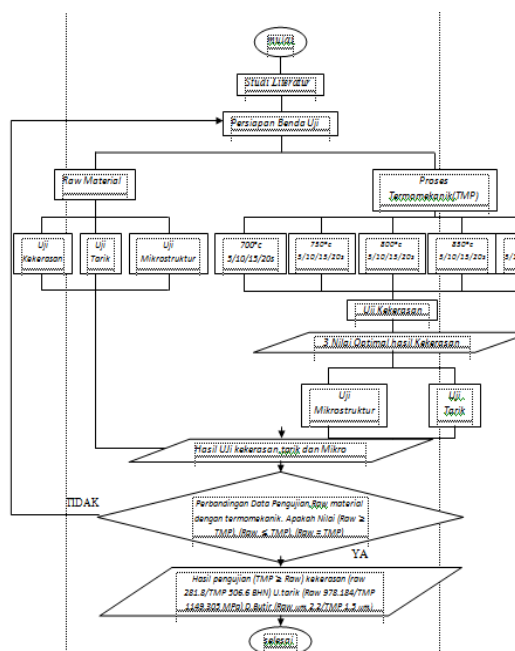
Pengujian mikro stuktur

Pada penelitian ini pengujian mikro struktur dilakukan untuk mengetahui ukuran butirnya. Jumlah specimen yang dipergunakan adalah 4 spesimen, 3 spesimen dari hasil terbaik

uji kekerasan dan 1 spesimen raw material. Adapun nilai optimal yang diambil yaitu pada hammering dengan suhu 700°C dengan waktu penahanan hammering 10s dan pada suhu 750°C dengan waktu penahanan hammering 10s dan 800°C 10s. Alat mikroskop optic yang dipergunakan adalah merek Rax Vision 3 Pembesaran Optik :50X, 100X, 200X, 500X, dan 800X.

Berikut ini adalah prosedur percobaan yang dilakukan pada pada pengujian Metallografi :

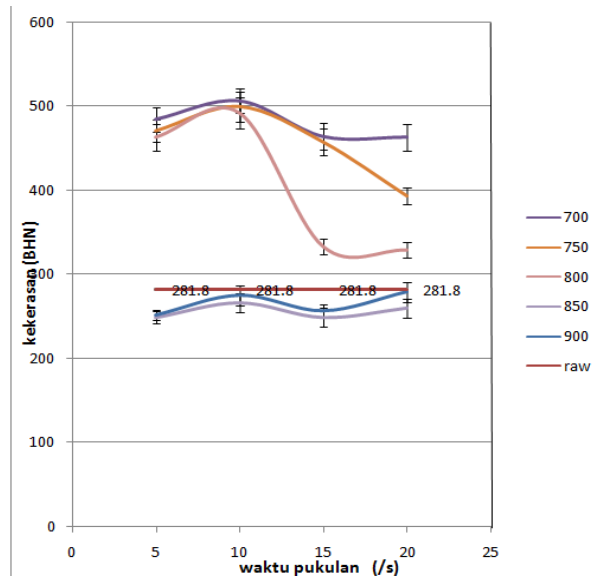
1. Spesimen yang telah dimounting dengan resin dipolish dengan polisher.
2. Spesimen dipolish dengan kertas pasir grade 120 dan 240 selama 15 menit, kemudian dilanjutkan dengan grade 400, 600, 800, 1000, dan 1500 selama 15 menit.
3. Setelah dipolish dengan kertas pasir, spesimen dipolish dengan bubuk alumina sampai terbentuk kilatan seperti cermin.
4. Etsa nital 20% dituangkan dalam wadah atau cawan kemudian spesimen dicelupkan kedalam etsa selama 5-30 detik.
5. Spesimen yang telah dietsa dibersihkan dengan cara dicelupkan lagi ke dalam alkohol kemudian dikeringkan di udara bebas atau dikeringkan dengan kipas angin.
6. Pengamatan struktur mikro dilakukan dengan menggunakan alat mikroskop optik rax vision yang disambungkan ke program Rax Vision Plus 4.1 pada komputer.
7. Spesimen diletakkan diatas bidang uji atau meja mikroskop kemudian didekatkan dengan optic mikroskop.
8. Digunakan perbesaran 500X dan diambil photo dari masing-masing spesimen.
9. Fokus pada mikroskop diputar untuk mendapatkan pengamatan yang baik pada spesimen.
10. Setelah didapatkan fokus dan pencahayaan yang yang pas, diambil photo dari spesimen dengan mengklik icon Capture frame pada program Rax Vision plus 4.1.



Gambar 4 Diagram alir Penelitian

4. HASIL

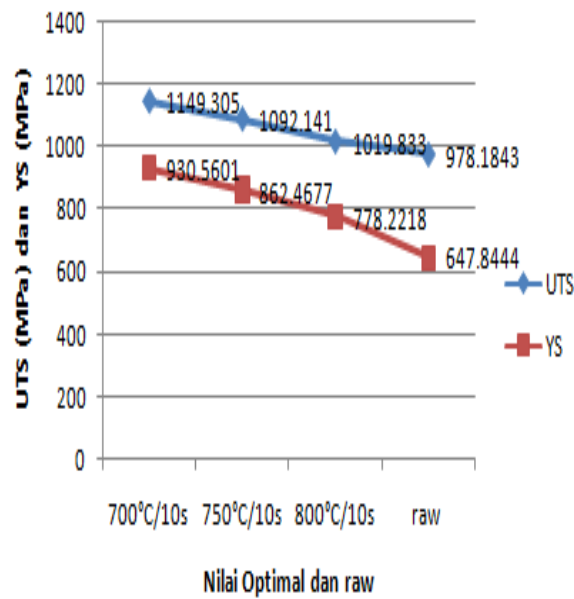
Berikut ini adalah data hasil pengujian kekerasan jika disajikan dalam bentuk grafik yaitu hubungan antara deformasi dan kekerasan dengan waktu pemukulan.



Gambar. 5. Garafik Kekerasan

Dari grafik diatas dapat diketahui bahwa semakin tinggi suhu pemanasan yang diberikan maka nilai kekerasannya akan menurun. Terlihat bahwa nilai kekerasan yang optimum terjadi pada suhu 700°C/10s, 750°C/10s dan 800°C/10s.

Setelah diambil nilai yang paling optimal dari pengujian kekerasan maka dilakukan pengujian tarik dan didapatkanlah hasil sebagai berikut :

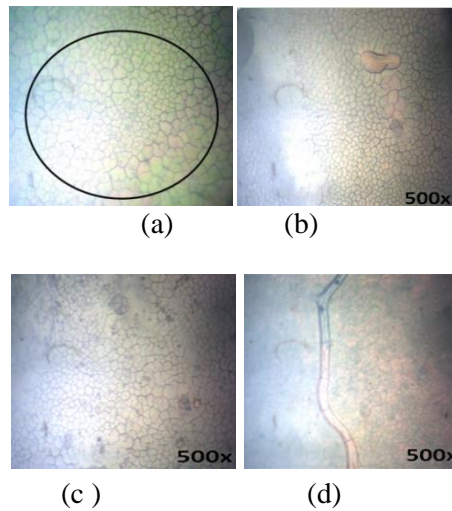


Gambar 6 hasil uji tarik

Dari hasil uji tarik dapat dilihat bahwa setelah dilakukan proses termomekanik maka kuat tarik bahan semakin tinggi dari pada raw material tanpa perlakuan.

Setelah selesai melakukan uji tarik maka dilakukan pengujian mikrostruktur untuk melihat besar diameter butir bahan untuk membuktikan hasil uji tarik dan uji kekerasan tersebut.

Berikut adalah gambar foto mikro



Gambar 7 Foto Mikro Pembesaran 500x

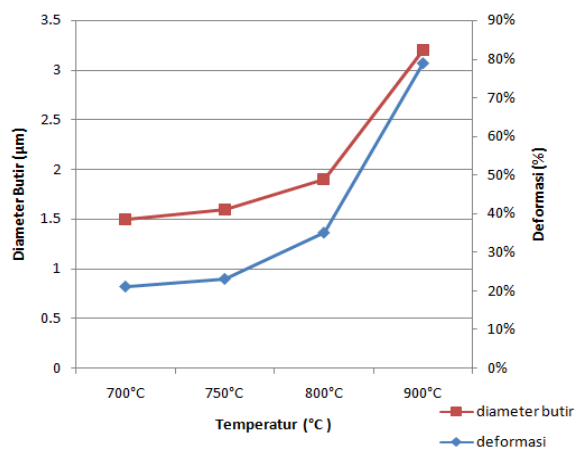
- (a) Sebelum Hammering,
- (b) Setelah Hammering (700°C 10s)
- (c) Setelah Hammering (750°C 10s)
- (d) Setelah Hammering (800°C 20s)

Tabel 2 hasil uji mikro struktur

Bahan	Diameter Butir (µm)
Raw material	22
Setelah Hammering 700°C/10s	15
Setelah Hammering 900°C/10s	15
Setelah Hammering 900°C/15s	19

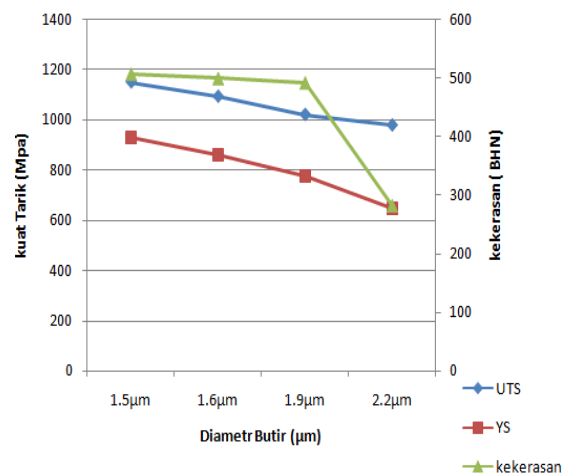
4.1 Pembahasan

Pada pembahasan ini beberapa hasil pengujian akan dihubungkan yaitu hubungan antara kekerasan dan tegangan dengan deformasi, dan hubungan antara kekerasan dan tegangan dengan diameter butir.



Gambar 8 Grafik hubungan deformasi dan diameter butir dengan temperatur

Dari grafik diatas dapat diketahui bahwa pada pukulan yang sama selama 10s, semakin tinggi temperatur yang diberikan maka tingkat deformasi akan semakin tinggi dan juga diameter butir akan membesar.



Gambar 9 Grafik hubungan diameter butir dengan sifat mekanis bahan

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa semakin kecil ukuran diameter butir maka nilai kekerasan dan kuat tariknya meningkat dan sebaliknya semakin besar diameter butir maka nilai kekerasan dan kuat tariknya akan menurun.

5. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah :

1. Proses termomekanik dapat mempengaruhi sifat mekanis bahan, Pada pemanasan yang rendah di temperatur 700°C dengan pukulan 10 detik terdapat kekerasan yang optimal sebesar 506.6 BHN. nilai optimal dari uji kekerasan sebagai acuan untuk uji tarik ,setelah dilakukan pengujian maka kuat tarik optimal juga terdapat pada temperatur dan jumlah pukulan yang sama ($700^{\circ}\text{C} / 10\text{s}$) sebesar UTS ,1149.305 Mpa dan YS, 930.506 Mpa.
2. Setelah dilakukan pengamatan dan perhitungan diameter butir pada nilai – nilai optimal acuan dari uji kekerasan, maka butir yang kecil terlihat pada suhu yang lebih rendah yaitu pada suhu 700°C sebesar $1.5\mu\text{m}$ dan 750°C sebesar $1.6\mu\text{m}$. tetapi pada suhu ini terjadi cacat pada mikro diakibatkan dari proses mekanik yang diberikan karena pengaruh dari pemanasan awal. Pada suhu yang lebih tinggi di temperatur 900°C ukuran butir sebesar $3.2\mu\text{m}$ tetapi tidak terjadi kerusakan pada mikro melainkan terjadi pembesaran diameter butir ini dikarenakan tingginya temperatur pemanasan awal yang mengakibatkan bahan semakin melunak.
3. pemanasan awal mempengaruhi derajat deformasi dan diameter butir, dimana pada pukulan yang sama di 10 detik (gaya yang sama) akan terjadi perbedaan derajat deformasi yang dihasilkan begitu juga dengan diameter butir semakin tinggi derajat deformasi yang di pengaruhi dari pemanasan awal maka diameter butir juga ikut membesar. Jika dihubungkan diameter butir terhadap sifat mekanis bahan maka di peroleh berbanding lurus antara kekerasan dan kuat tarik. dimana semakin kecil diameter butir akan meningkatkan sifat mekanisnya seperti kekerasan dan kuat tarik dan sebaliknya sifat mekanis akan menurun jika diameter butir mulai membesar
4. Baja BOHLER VCN 150 sifat mekanisnya lebih baik setelah dilakukan proses termomekanik bila dibandingkan dengan raw material atau tanpa perlakuan

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Andhika. “pengaruh pengerolan panas dan tingkat deformasi terhadap sifat mekanis baja karbon sedang untuk mata pisau pemanen sawit.”. Universitas Sumatera Utara.

- [2] Cut Rullyani. The Effect of Deformation Degree on the Microstructure, Mechanical Properties and Corrosion Resistance of Low Carbon Steel AISI 1010 Universitas Indonesia, juni 2010.
- [3] CAO Yan, LIU Xiang-hua. "Effect of Rolling Process on the Microstructure and Mechanical Properties of Low Carbon V-N Steel" Anhui University of Technology, Maanshan 243002, China.