

NASKAH PUBLIKASI

**STUDI PENGARUH PERLAKUAN PANAS TERHADAP STRUKTUR
MIKRO DAN SIFAT MEKANIS BAJA SKD-11 YANG DIGUNAKAN
PADA KOMPONEN STUD PIN WINDER**



Naskah Publikasi ini disusun guna memenuhi Tugas Akhir
pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Disusun Oleh:

RIZKI BIMO AJI

NIM : D200100098

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

2015

HALAMAN PENGESAHAN
NASKAH PUBLIKASI TUGAS AKHIR

Naskah publikasi ini berjudul "**STUDI PENGARUH PERLAKUAN PANAS TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN SIFAT MEKANIS BAJA SKD-11 YANG DIGUNAKAN PADA KOMPONEN *STUD PIN WINDER***" telah disetujui oleh Pembimbing dan telah diterima untuk memenuhi syarat memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : **RIZKI BIMO AJI**

Nim : **D200100098**

Disetujui pada

Hari : Senin

Tanggal : 26 Oktober 2015

Pembimbing Utama



Tri Widodo Besar Riyadi ST, MSc, Ph.D

Pembimbing Pendamping



Ir. Pramuko Ilmu Purboputro, MT

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Tri Widodo Besar Riyadi, ST., M.Sc., Ph.D

STUDI PENGARUH PERLAKUAN PANAS TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN SIFAT MEKANIS BAJA SKD-11 YANG DIGUNAKAN PADA KOMPONEN STUD PIN WINDER

Rizki Bimo Aji, Tri Widodo Besar R, Pramuko Ilmu P.

Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani Tromol Pos I Pabelan, Kartasura

email : rizkibimoaji@gmail.com

ABSTRAKSI

Industri pembuatan benang, garmen dan tekstil di Indonesia banyak menggunakan mesin-mesin pemintal benang buatan luar negeri. Sehingga bila ada kerusakan harus mendatangkankomponen-komponen mesin dari negara asal pembuat dan membutuhkan waktu yang lama dalam pengadaan barang serta menanggung biaya yang tinggi pula. Oleh karena itu industri dalam negeri membutuhkan ketersediaan komponen tersebut, agar dalam proses perbaikan dan perawatan dapat dilakukan dengan cepat dan menekan biaya produksi. Pada penelitian ini dilakukan karakterisasi material bajaSKD-11 melalui proses perlakuan panas dengan cara normalizing dan tempering.

Dalam penelitian ini dilaksanakan dengan cara memanaskan material hingga temperatur austenit 1000°C dengan waktu penahanan 2 jam dan didinginkan di udara terbuka. Kemudian dilakukan tempering dengan variasi temperatur 200°C, 300°C, 500°C, 550°C, 600°C dengan waktu penahanan 1 jam. Kemudian dilakukan pengujian kekerasan, impact (ketangguhan), dan struktur mikro.

Hasil dari pengujian menunjukkan nilai kekerasan tertinggi ada pada sampel baja SKD 11 dengan proses annealing yaitu sebesar 75,4 HRC dan terendah ada pada sampel baja SKD 11 dengan variasi temperatur tempering 550°C sebesar 50 HRC, serta baja SKD 11 yang tidak mengalami proses perlakuan panas sebesar 36,19 HRC. Pada uji impact nilai ketangguhan stud pin original sebesar 1,76 J/mm², nilai ketangguhan tertinggi pada sampel material baja SKD 11 tanpa melalui proses perlakuan panas yaitu sebesar 0,14 J/mm² dan nilai ketangguhan terendah ada pada sampel material baja SKD 11 dengan variasi temperatur tempering 550°C sebesar 0,05 J/mm². Berdasarkan studi lapangan bahwa stud pin patah karena gaya impact, maka baja SKD 11 tidak bisa menggantikan stud pin original.

Kata kunci : Stud Pin, Heat Treatment, Baja SKD-11

PENDAHULUAN

Pada dunia industri, sangat membutuhkan perkembangan teknologi. Hal ini bertujuan untuk mencapai target produksi dan untuk memenuhi kebutuhan pasar yang semakin lama semakin bertambah. Dan perkembangan teknologi pasti selalu ada penemuan-penemuan baru yang dibutuhkan untuk meringankan tugas manusia.

Di dunia tekstil pun juga demikian, mesin *Winder* adalah mesin pemintalan/penggulungan benang yang masih digunakan pada industri tekstil. Dengan menggunakan mesin tersebut, sekali proses penggulungan bisa langsung menggulung 4, 8, bahkan 16 gulungan benang. Tugas manusia pun sekarang hanya berfungsi sebagai operator dan mengontrol proses penggulungan.

PT. Asia Pasific Fibers, Tbk adalah industri yang bergerak dalam bidang produksi benang polyester. Dalam proses produksinya PT. APF menggunakan mesin pemintal benang tipe AW-212. Perusahaan tersebut memiliki mesin *winder* sebanyak 132 buah. Setiap mesin tersebut memiliki 2 lengan penggulungan (*bobbin*), setiap *bobbin* mampu memuat gulungan benang sebanyak 8 gulungan, sehingga 1 mesin bisa produksi 16 gulungan. Namun sekali proses produksi hanya 1 *bobbin* yang bekerja. Bila 1 *bobbin* sudah selesai menggulung, akan berputar ke *bobbin* yang lain.

Pada proses berputar dari *bobbin* 1 ke *bobbin* lain, dibutuhkan sistem penguncian agar *bobbin* tidak bergerak selama proses penggulungan benang. Sistem pengunci tersebut bekerja di sebuah poros agar dapat bekerja membuka dan mengunci. Dibutuhkan material yang mampu

menahan beban dari berat *bobbin* dan berat gulungan benang itu sendiri. Poros tersebut, pada mesin *winder* AW-212 disebut *stud pin*.

Kebutuhan penggantian *spare part stud pin* dari tahun ketahun semakin meningkat, sementara *spare part stud pin* masih mengandalkan produk *import* dari negara Jepang. Ketersediaan *spare part import* sekarang ini mengalami kendala yaitu barang *indent* 3-6 bulan, dengan harga yang mahal dan waktu pengiriman lama.

Masalah ketersediaan *spare part import* di PT. Asia Pasific Fibers diatasi dengan membuat *spare part* lokal karena pengadaan barang yang lebih cepat, dan harga murah. Namun kendala dari *stud pin* lokal adalah kualitas material yang kurang baik menyebabkan permasalahan baru yaitu menyebabkan patahnya *stud pin* secara mendadak.

Peningkatan sifat mekanis bisa bertambah dengan perlakuan panas (*heat treatment*). Melalui perlakuan panas yang tepat, tegangan dalam dapat dihilangkan, besar butir dapat diperbesar atau di perkecil, ketangguhan ditingkatkan atau dapat dihasilkan permukaan yang keras di sekeliling inti yang ulet (**Amstead B.H dkk, 1981**)

Maka pada penelitian ini, peneliti melakukan peningkatan keuletan *stud pin* lokal dengan proses perlakuan panas. Diharapkan material uji dapat menyaingi kualitas material *import*.

TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Membandingkan kekerasan dan hasil uji impak Baja SKD 11 sebelum dan setelah proses *heat treatment*.

2. Mengetahui struktur mikro komponen *stud pin original* dan Baja SKD-11 sebelum dan setelah proses *heat treatment*.
3. Membandingkan sifat fisis dan mekanis Baja SKD-11 sebelum dan setelah *heat treatment* dengan komponen *stud pin original*.

BATASAN MASALAH

Batasan masalah dalam pengujian *stud pin* yaitu :

1. Menggunakan material Baja SKD-11 / Aisi D2 / Assab XW-42.
2. Temperatur *hardening* 1000⁰ C dengan *holding time* 2 jam.
3. *Normalizing*.
4. Tempering menggunakan dapur pemanas dengan variasi suhu 200⁰C, 300⁰C, 500⁰C, 550⁰C dan 600⁰C dengan *holding time* 1 jam.
5. Temperatur *hardening*, media *quenching*, dan temperatur tempering mengacu pada katalog ASSAB.
6. Pengujian material meliputi uji komposisi, struktur mikro dengan standar ASTM E 340, uji kekerasan rockwell dengan standar ASTM E 18 dan uji impact charpy dengan standar ASTM E 23.
7. Menganalisis hasil uji kekerasan, uji impact, dan struktur mikro baja SKD 11.

TINJAUAN PUSTAKA

Pradani, Yai Febdia. (2012) Sifat mekanik tidak hanya tergantung pada komposisi kimia suatu paduan, tetapi juga tergantung pada struktur mikronya. Suatu paduan dengan komposisi kimia yang sama dapat memiliki struktur mikro yang berbeda, dan sifat mekaniknya pun akan berbeda pula. Ini tergantung pada proses pengerjaan

yang dialami, terutama proses laku-panas yang diterima selama proses pengerjaan. Salah satu proses perlakuan panas setelah pengelasan yang dapat memberikan kekuatan tarik yang optimum adalah proses tempering.

Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui: (1) Untuk mengetahui adanya pengaruh variasi temperatur tempering pada temperatur 250⁰C, 350⁰C, dan 500⁰C dengan *holding time* 30 menit menggunakan pendinginan udara terhadap kekuatan tarik pada pengelasan baja St. 60. (2) Untuk mengetahui struktur mikro dari baja St. 60 setelah pengelasan kemudian pemberian perlakuan tempering pada variasi suhu 250⁰C, 350⁰C, dan 500⁰C dengan *holding time* 30 menit. (3) Untuk mengetahui pengaruh variasi temperatur tempering pada suhu 250⁰C, 350⁰C, dan 500⁰C dengan *holding time* 30 menit terhadap kekerasan baja St. 60. (4) Untuk mengetahui manakah hasil dari penelitian ini yang baik digunakan untuk berbagai macam keperluan industri.

Hasil penelitian rata-rata kekuatan tarik tertinggi diperoleh pada temperatur tempering 500⁰C sebesar 680,495 MPa, pada temperatur 350⁰C sebesar 666,016 MPa, dan kekuatan tarik terendah diperoleh pada temperatur tempering 250⁰C sebesar 641,626 MPa. Sedangkan kekerasan tertinggi diperoleh pada temperatur tempering 500⁰C sebesar 284,87 Hv, pada temperatur 350⁰C sebesar 267,63 Hv, dan kekerasan terendah diperoleh pada temperatur tempering 250⁰C sebesar 259,111 Hv. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nilai kekuatan tarik dan kekerasan pada baja St 60 antara sebelum dan setelah mengalami proses

tempering dengan variasi temperatur sehingga dapat disimpulkan bahwa variasi temperature tempering berpengaruh terhadap tingkat kekuatan tarik dan kekerasan pada pengelasan baja St 60. Tingkat kekuatan tarik dan kekerasan baja akan meningkat seiring bertambahnya temperature tempering pada pengelasan baja St 60.

Kirono, sasi, dkk (2009). Salah satu cara meningkatkan sifat mekanis dari baja adalah dengan proses pengerasan (Hardening). Tetapi proses ini sering juga diikuti dengan adanya dampak negatif yang justru sangat merugikan, seperti perubahan bentuk (Distorsi).

Karmin (2009). Salah satu upaya untuk meningkatkan kekerasan, ketahanan aus dan kekuatan baja dapat dilakukan dengan proses pengerasan termal, pada proses ini baja mengalami beberapa tahap proses yaitu: pemanasan awal, pemanasan lanjut, penahanan waktu pada suhu stabil, dan pendinginan. Kekerasan yang dapat dicapai tergantung pada kadar karbon dalam logam baja dan unsur lainnya dalam baja, temperatur pemanasan, holding time dan laju pendinginan yang dilakukan saat proses laku panas. Perlu dipahami pada proses pengerasan baja, bahan yang diproses rentan akan kejadian yang tidak kita inginkan, seperti distorsi, retak ataupun tidak tercapainya kekerasan yang kita inginkan. Untuk menanggulangi hal ini perlu dilakukan perencanaan dan engendalian yang benar, baik dari segi teoritis maupun pelaksanaan praktek dalam proses pengerasan.

LANDASAN TEORI Pengertian Baja

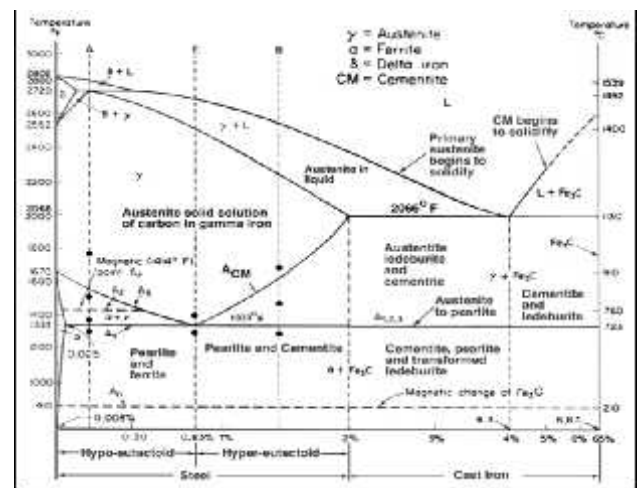
Baja merupakan logam paduan antara besi dan karbon dimana kadar

karbonnya maksimum sekitar 1,5 %. Sedangkan untuk yang kadar karbonnya antara 2% sampai dengan 6,67% disebut dengan besi cor.

Sifat-sifat mekanik baja sangat erat hubungannya dengan struktur mikronya. Sifat suatu baja dapat diubah dengan mengubah struktur mikronya melalui proses perlakuan panas. Beberapa jenis baja memiliki sifat-sifat yang tertentu sebagaimana akibat penambahan unsur paduan. Salah satu unsur paduan yang sangat penting yang dapat mengontor sifat baja adalah karbon (C).

Diagram Besi - Karbon

Diagram ini merupakan dasar pemahaman untuk semua operasi-operasi perlakuan panas, seperti diperlihatkan pada gambar 3.1. Sementit (Fe_3C) terdiri dari 6,65% terbentuk dari laju pendinginan yang cepat, jika laju pendinginan lambat maka akan terbentuk karbon (grafit) yang terpisah. Struktur kristal sementit adalah orthorombic.



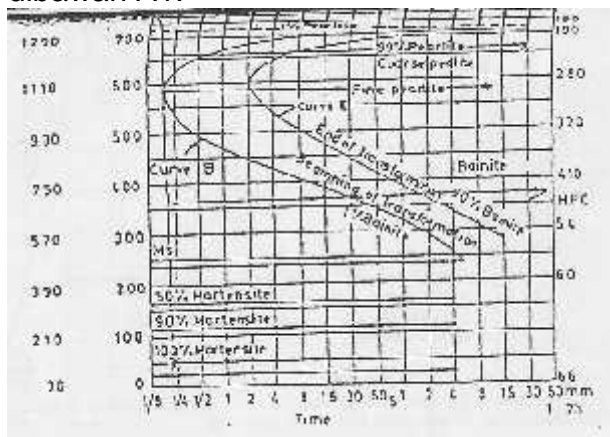
Gambar 1 diagram Fe - Fe_3C

Diagram kesetimbangan besi-zat arang ditunjukkan oleh garis putus-

putus pada diagram phase Fe - Fe₃C. Grafit lebih stabil dari Fe₃C. Maka diagram Fe - Fe₃C dapat dianggap sebagai suatu diagram phase yang metastabil. Kebanyakan besi mengandung besi karbid dan bukan grafit, sehingga dalam pemakaian diagram Fe - Fe₃C sangat penting.

Diagram TTT

Diagram ini menghubungkan transformasi austenit terhadap waktu dan temperatur. Dengan diagram ini dapat dipelajari kelakuan baja pada setiap tahap perlakuan panas dan juga dapat digunakan untuk memperkirakan struktur dan sifat mekanis dari baja yang diquench dari temperatur austenitnya kesuatu temperatur dibawah A1.

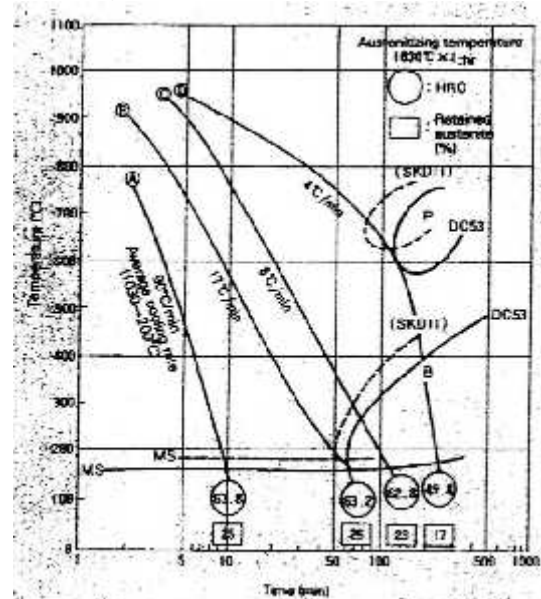


Gambar 2. diagram TTT untuk baja karbon 1%

Pada diagram TTT kurva B menyatakan awal dari transformasi austenit, sedangkan kurva E menyatakan waktu yang diperlukan untuk mentransformasikan seluruh austenit. Daerah dikiri kurva B menyatakan periode inkubasi dimana transformasi dari austenit belum dimulai.

Diagram CCT

Saat kondisi perlakuan panas sebenarnya, transformasi umumnya tidak terjadi saat kondisi isothermal tetapi terjadi saat kondisi pendinginan yang terus menerus (*Continuous Cooling*). Proses ini dapat kita lihat pada diagram CCT (*Continuous Cooling Transformation*) berikut:



Gambar 3. Diagram CCT pada Baja SKD-11

Beberapa spemen baja eutektoid dipanaskan pada temperatur di atas titik A1. Temperatur ini ditunjukkan oleh diagram CCT di atas sebaga titik t. kemudian baja didinginkan dengan berbagai macam variasi pendinginan. Proses pendinginan diperlihatkan oleh garis miring dimana semakin miring garis yang terbentuk semakin cepat pendinginannya. Pendinginan yang paling lambat (untuk annealing) diperlihatkan oleh garis lurus v1, pendinginan yang sedikit lebih cepat diperlihatkan oleh garis v2, yang lebih cepat (untuk quenching dengan oli) diperlihatkan oleh garis v3 dan v4 dan yang paling cepat (pendinginan dengan

air) ditunjukkan oleh garis v5 dan v6. Saat pendinginan paling lambat pada garis v1 yang berpotongan dengan dua buah kurva transformasi berikut sewaktu awal transformasi berpotongan pada titik a1 dan dan kurva akhir transformasi berpotongan dengan titik b1. Ini berarti bahwa pendinginan yang lambat, austenit seluruhnya bertransformasi menjadi agregat ferit – sementit.

Unsur-Unsur Paduan

Baja karbon adalah paduan Fe dan C disamping unsur lain seperti silikon (Si), mangan (Mn), sulfur (S) dan fosfor (P). Unsur karbon merupakan unsur utama dari baja yang menentukan kekerasannya, sedangkan unsur lain dengan jumlah yang relatif kecil untuk memperbaiki sifat-sifat mekanik dari bahan tersebut. Pengaruh unsur-unsur dalam baja karbon adalah:

1. Karbon (C) : kekerasan meningkat seiring bertambahnya kadar karbon namun keuletannya menurun. Sifat-sifat lain seperti mampu bentuk, mampu mesin, mampu keras, mampu las.
2. Mangan (Mn) : mampu memperbaiki kekuatan tarikannya, ketahanan aus dan las.
3. Silikon (Si) : memperbaiki homogenitas, menaikkan tegangan tarik, menurunkan kecepatan pendingin kritis, sehingga baja karbon lebih elastis untuk bahan pegas.
4. Molibdenum (Mo) : dapat membentuk karbida sehingga dapat meningkatkan ketahanan terhadap keausan, meningkatkan ketangguhan dan kekuatan pada temperature

tinggi. Mo ini jika berkombinasi dengan unsur paduan lainnya akan meningkatkan ketangguhan dan ketahanan mulur serta dapat meningkatkan ketahanan baja pada temperatur tinggi. Selain itu Mo merupakan unsur yang terpenting untuk mencegah penurunan sifat bahan yang mengalami pemanasan cukup lama pada suhu 500°C.

5. Fosfor (P) : salah satu unsur yang berpengaruh terhadap kekerasan suatu logam sehingga harus dijaga minimal mungkin sebab material yang mengandung kadar fosfor di atas 0,4 dan cenderung akan getas.
6. Belerang atau sulfur (S) : meningkatkan atau memperbaiki sifat mampu mesin tersebut.
7. Chrom (Cr) : memiliki sifat bahan benturan keras dan aus.
8. Nikel (Ni) : digunakan bersama dengan chrom sebagai komponen baja paduan. Sifat umum Ni – Cr sangat luas, bahan panas dan tahan korosi.

Proses Perlakuan Panas

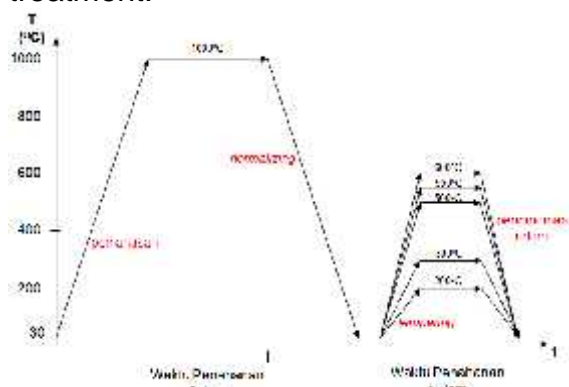
Perlakuan panas adalah proses pemanasan dan pendinginan material yang terkontrol dengan maksud merubah sifat fisik untuk tujuan tertentu. Secara umum proses perlakuan panas adalah sebagai berikut :

1. Pemanasan material sampai suhu tertentu dengan kecepatan tertentu pula.
 2. Mempertahankan suhu untuk waktu sehingga temperaturnya merata.
 3. Pendinginan dengan media pendingin seperti air, oli dan udara.
- Ketiga hal tersebut tergantung dari material yang akan di heat

treatment dan sifat-sifat akhir yang diinginkan. Untuk perlakuan panas yang tepat, susunan kimia logam harus diketahui karena perubahan komposisi kimia khususnya karbon (C) dapat mengakibatkan perubahan sifat fisis.

Proses perlakuan panas ada beberapa macam, seperti : annealing, normalizing, quenching, tempering dan austempering. Disini penyusun akan menjelaskan aneling, normalizing, dan tempering, karena kedua perlakuan panas ini yang akan digunakan dalam penelitian.

Anneling adalah suatu proses untuk melunakkan baja pada temperatur tertentu dan dilanjutkan dengan pendinginan secara perlahan menggunakan media udara dalam waktu yang ditentukan, bisa juga dengan cara mendinginkan material yang telah dipanaskan tetap di dalam tungku hingga suhunya turun mencapai suhu kamar. Tujuan dari proses aneling ini adalah untuk mendapatkan material baja yang lunak, menghilangkan tegangan sisa akibat proses pemanasan, memperbaiki butiran-butiran atom pada baja, serta untuk mengembalikan sifat material ke awal ketika belum mengalami treatment.



Gambar 4. Proses Perlakuan Panas Baja SKD 11

Proses normalizing yaitu memanaskan material sampai temperatur austenite kemudian dilakukan penahanan waktu pada temperatur tertentu dan setelah itu didinginkan di udara terbuka. Proses ini bertujuan untuk memperbaiki mampu mesin, menghilangkan tegangan sisa dan memperbaiki sifat mekanik baja karbon struktural dan baja-baja paduan rendah. Sifat mekanik yang akan diperoleh setelah proses normalizing tergantung pada laju pendinginan di udara. Jika laju pendinginannya cepat maka akan menghasilkan kekuatan dan kekerasan yang lebih tinggi.

Proses normalizing umumnya diterapkan pada baja karbon dan baja paduan rendah. Selain itu proses normalizing tidak dapat diterapkan pada jenis-jenis baja yang dapat dikeraskan di udara terbuka. Manfaat dari dilakukannya proses normalizing yaitu:

- Proses normalizing biasanya digunakan untuk menghilangkan struktur yang berbutir kasar yang diperoleh dari proses pengerjaan yang sebelumnya dialami oleh baja.
- Proses normalizing digunakan untuk mengeliminasi struktur yang kasar yang diperoleh dari akibat pendinginan yang lambat pada proses annealing.
- Proses normalizing dapat mencegah distorsi dan memperbaiki mampu mesin baja-baja paduan yang dikarburisasi karena temperature penormalan lebih tinggi dari temperature pengarbonan, dll.

Udara merupakan campuran dari berbagai gas yang tidak berwarna dan tidak berbau. Udara memiliki kandungan 78% nitrogen, 21% oksigen, 1% uap air, karbondioksida, dan berbagai jenis gas lainnya. Dan suhu

ruangan yang digunakan untuk proses normalizing adalah suhu kamar (30°C).

Tempering adalah proses memanaskan kembali baja yang telah dikeraskan dengan temperatur dibawah temperatur kritis. Dengan proses ini, duktilitas dapat ditingkatkan namun kekerasan dan kekuatannya akan menurun. Proses temper dimaksudkan untuk memperoleh kombinasi antara kekuatan, duktilitas dan ketangguhan yang tinggi. Proses temper setelah proses pengerasan akan menjadikan baja lebih bermanfaat karena adanya struktur yang lebih stabil. Tempering dibagi dalam :

1. Tempering pada suhu rendah (150-300°C).

Tujuannya hanya untuk mengurangi tegangan tegangan kerut dan kerapuhan dari baja. Proses ini digunakan untuk alat alat kerja yang tidak mengalami beban yang berat, seperti misalnya alat alat potong mata bor yang dipakai untuk kaca dan lain lain.

2. Tempering pada suhu menengah (300-500°C).

Tujuannya menambah keuletan dan kekerasannya menjadi sedikit berkurang. Proses ini digunakan pada alat alat kerja yang mengalami beban berat seperti palu, pahat, pegas pegas (Mustofa Ahmad Ary, 2006).

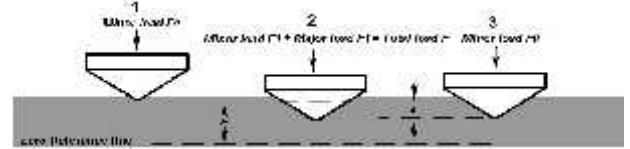
3. Tempering pada suhu tinggi (500-650°C).

Tujuannya untuk memberikan daya keuletan yang besar dan sekaligus kekerasan menjadi agak rendah. Proses ini digunakan pada roda gigi, poros, batang penggerak dan lain lain.

Pengujian Bahan

Pengujian kekerasan dengan metode Rockwell bertujuan

menentukan kekerasan suatu material dalam bentuk daya tahan material terhadap indentor berupa bola baja ataupun kerucut intan yang ditekan pada permukaan material uji tersebut.



Gambar 5. Prinsip Kerja Metode Pengukuran Kekerasan Rockwell

Dibawah ini merupakan rumus yang digunakan untuk mencari besarnya kekerasan dengan metode Rockwell.

$$HR = E - e$$

Dimana :

F0 = Beban Minor (*Minor Load*) (kgf)

F1 = Beban Mayor (*Major Load*) (kgf)

F = Total beban (kgf)

e = Jarak antara kondisi 1 dan kondisi 3 yang dibagi dengan 0.002 mm

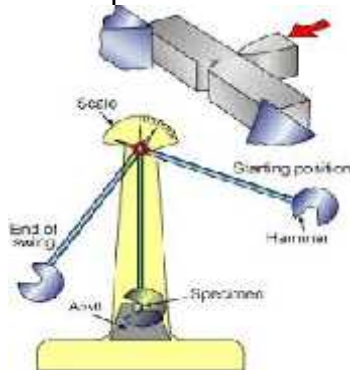
E = Jarak antara indentor saat diberi minor load dan zero reference line yang untuk tiap jenis indentor berbeda-beda

HR = Besarnya nilai kekerasan dengan metode hardness

Uji Impact

Impact test merupakan suatu pengujian yang dilakukan untuk menguji ketangguhan suatu specimen bila diberikan beban secara tiba-tiba melalui tumbukan. Ketangguhan adalah ukuran suatu energy yang diperlukan untuk mematahkan atau merusak suatu bahan yang diukur dari luas daerah dibawah kurva tegangan regangan. Suatu bahan mungkin memiliki kekuatan tarik yang tinggi tetapi tidak memenuhi syarat untuk kondisi

pembebanan kejut. Suatu paduan memiliki parameter ketangguhan terhadap perpatahan yang didefinisikan sebagai kombinasi tegangan kritis dan panjang retak. Sehingga dari pengujian ini dapat diketahui sifat ketangguhan suatu material baik dalam wujud liat maupun ulet serta getas. Dengan catatan bahwa apabila nilai atau harga impact semakin tinggi maka material tersebut memiliki keuletan tinggi. Dimana material uji dikatakan ulet jika patahan yang terjadi pada bidang patah tidak rata dan tampak berserat-serat. Tetapi apabila materila getas, hasil dari patahan tampak rata dan mengkilap.



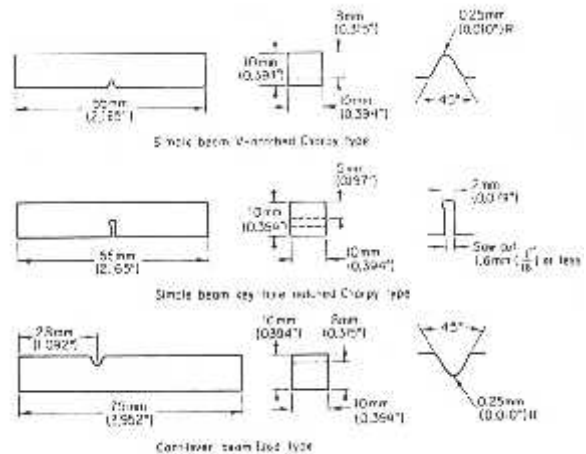
Gambar 6. alat uji impact charpy

Bentuk takikan amat berpengaruh pada ketangguhan suatu material, karena adanya perbedaan distribusi dan konsentrasi tegangan pada masing-masing takikan tersebut yang mengakibatkan energi impact yang dimilikinya berbeda-beda pula. Berikut ini adalah urutan energi impact yang dimiliki oleh suatu bahan berdasarkan bentuk takikannya.

- Takikan segitiga
Memiliki energi impact yang paling kecil, sehingga paling mudah patah. Hal ini disebabkan karena distribusi tegangan hanya terkonsentrasi pada satu titik saja, yaitu pada ujung takikan.
- Takikan segi empat
Memiliki energi yang lebih besar pada takikan segi tifga karena

tegangan terdistribusi pada 2 titik pada sudutnya.

- Takikan Setengah lingkaran
Memiliki energy impact yang terbesar karena distribusi tegangan tersebar pada setiap sisinya, sehingga tidak mudah patah.



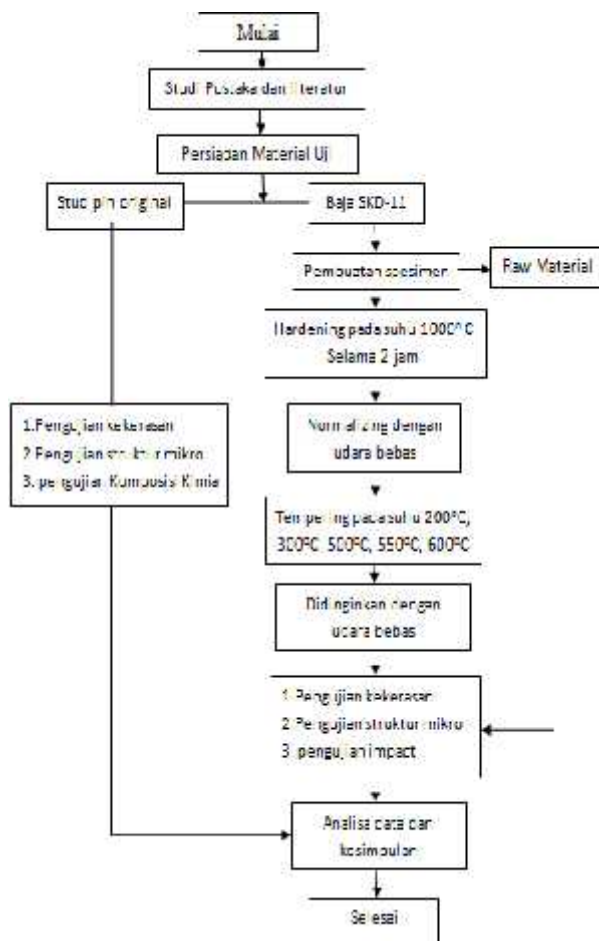
Gambar 7. macam takikan standart astm e 23

besarnya harga impact yaitu :

$$K = \frac{E}{A}$$

- dimana , K = Nilai Impact (Kgm/mm²)
 E = Energi Yang Diserap (Joule)
 A = Luas penampang dibawah takikan (mm²)

METODE PENELITIAN



Gambar 8. Diagram Alir Pengujian

Studi pustaka dilakukan dengan mencari literatur mengenai hasil penelitian sejenis yang pernah dilakukan sebelumnya dapat berupa jurnal penelitian dan buku. sehingga dari penelitian yang akan dilakukan memiliki perbedaan variabel dari penelitian yang pernah dilakukan, sesuai dengan teori serta memenuhi standar uji.

Alat dan Bahan

1. Baja ASSAB XW-42
2. Dapur pemanas
3. Spektrometer WAS
4. alat uji impact charpy
5. alat uji kekerasan rockwell

6. alat uji foto mikro
7. Amplas
8. Asam Nital 10% (HNO_3 +Alkohol)
9. Autosol
10. Tang penjepit
11. Kain bludru
12. gergaji besi
13. kikir

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Struktur Mikro

Tabel 1. Data Uji Komposisi Kimia Material Stud Pin Original

Unsur	Kandungan %
Fe	89,6
C	0,340
Si	0,790
Mn	0,614
P	0,0204
S	0,0094
Cr	0,868
Mo	<0,0050
Ni	3,28
Al	0,196
Co	2,84
Cu	0,445
Nb	0,130
Ti	0,0872
V	<0,0020
W	0,497
Pb	0,180

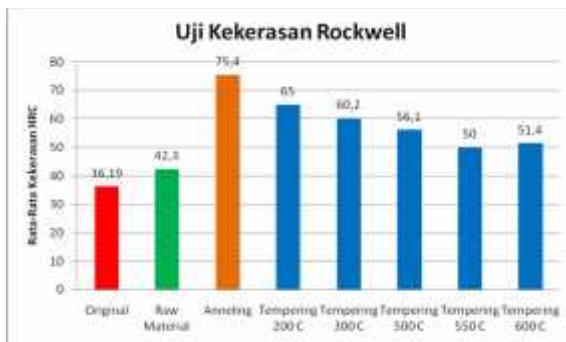
Tabel 2. Data Uji Komposisi Kimia Baja SKD 11

Unsur	Kandungan (%)
Fe	85,45
C	1,55
Cr	11,60
Mo	0,80
Mn	0,30
Si	0,30

Uji Kekerasan Rockwell

Tabel 3. Data hasil Uji kekerasan Rockwell

Sampel	Kekerasan HRC
Stud pin original	36,19
Raw Material	42,3
Anneling	75,4
Tempering 200°C	65
Tempering 300°C	60,2
Tempering 500°C	56,1
Tempering 550°C	50
Tempering 600°C	51,4



Gambar 9. Hasil Uji Kekerasan rockwell

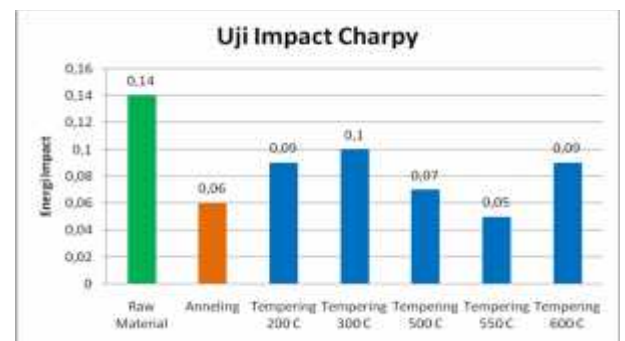
Dari pengujian kekerasan dapat dilihat bahwa kekerasan material *stud pin original* 36,19 HRC. Setelah material perbandingan (baja SKD-11) dilakukan perlakuan panas, terjadi peningkatan kekerasan. Kekerasan baja SKD 11 yang mengalami proses anneling 75,4 HRC, sedangkan material SKD 11 yang mengalami tempering 200°C (65 HRC), tempering 300°C (60,2 HRC), tempering 500°C (56,1 HRC), tempering 550°C (50 HRC) dan tempering 600°C (51,4 HRC). Hal

ini berarti bahwa kekerasan baja SKD 11 yang telah mengalami proses anneling (75,4 HRC) yang memiliki nilai kekerasan paling tinggi dibanding dengan yang lain.

Uji Impact Charpy

Tabel 4. Data Hasil Uji Impact

Sampel uji	Energi yang diserap (Joule)	Luas Penampang (mm ²)	Energi Impact (Joule/mm ²)
Stud Pin Original	126	71,43	1,76
Raw Material	12	88	0,14
Anneling	6,5	107,8	0,06
Tempering 200°C	8	89,1	0,09
Tempering 300°C	9	86,24	0,1
Tempering 500°C	6,5	89,1	0,07
Tempering 550°C	4	88	0,05
Tempering 600°C	8,5	93,6	0,09

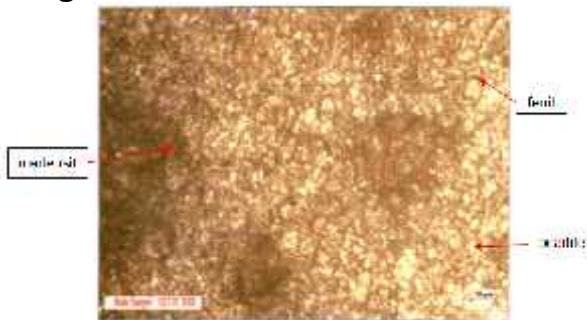


Gambar 10. Hasil Uji Impact

Berdasarkan hasil pengujian, energi impact *stud pin original* sebesar 1,76 J/mm², pada *raw material* (0,14 J/mm²), energi impact material yang mengalami anneling (0,06 J/mm²), energi impact material dengan tempering 200°C (0,09 J/mm²), tempering

300°C (0,1 J/mm²), tempering 500°C (0,07 J/mm²), tempering 550°C (0,05 J/mm²) dan tempering 600°C (0,09 J/mm²). Energi impact yang paling tinggi ada pada material dengan tempering 300°C (0,1 J/mm²) dan yang paling rendah pada material tempering 550°C dengan (0,05 J/mm²). Hal ini berarti dengan semakin tingginya energi impact, maka material tersebut memiliki ketangguhan yang tinggi. Dan juga dapat diartikan material tersebut dapat menyerap energi yang besar pula. Sehingga didapatkan bahwa ketangguhan baja SKD 11 yang telah mengalami perlakuan panas memiliki nilai ketangguhan yang lebih rendah dibanding dengan yang tidak mengalami perlakuan panas (*raw material*).

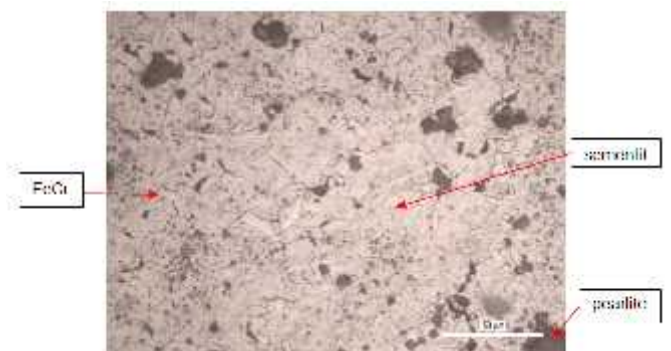
Pengamatan Struktur Mikro



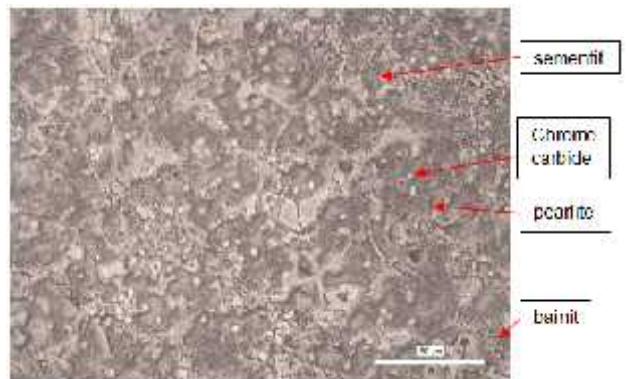
Gambar 11. Struktur Mikro *Stud Pin Original* pembesaran 100x



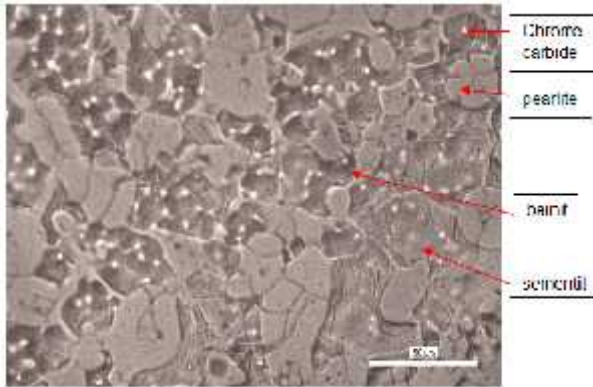
Gambar 12. Struktur Mikro Baja SKD 11 Tanpa Mengalami Perlakuan Panas Pembesaran 500X



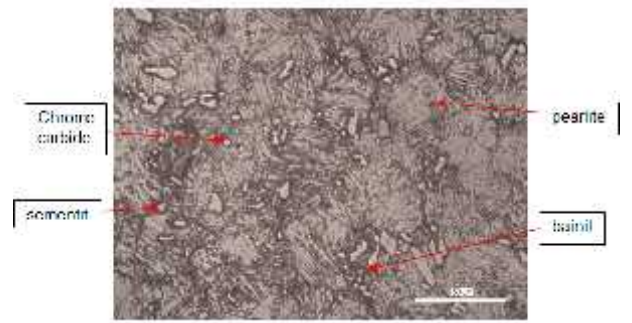
Gambar 13. Struktur Mikro Baja SKD 11 mengalami proses Annealing Pembesaran 500X



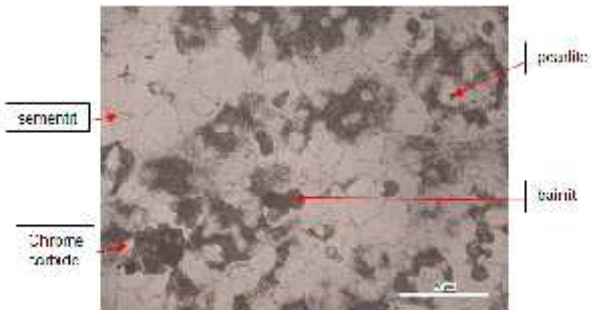
Gambar 14. Struktur Mikro Baja SKD 11 dengan Tempering 200°C Pembesaran 500X



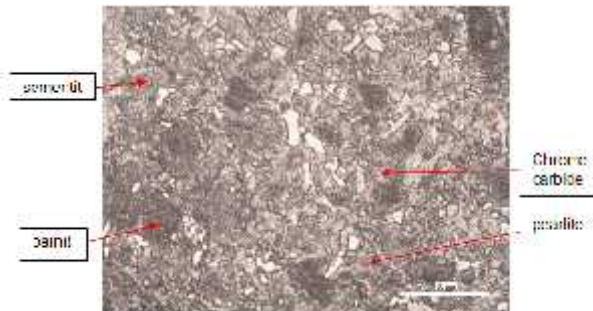
Gambar 15. Struktur Mikro Baja SKD 11 dengan Tempering 300°C Pembesaran 500X



Gambar 18. Struktur Mikro Baja SKD 11 dengan Tempering 600°C Pembesaran 500X



Gambar 16. Struktur Mikro Baja SKD 11 dengan Tempering 500°C Pembesaran 500X



Gambar 17. Struktur Mikro Baja SKD 11 dengan Tempering 550°C Pembesaran 500X

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan analisis pada proses *Heat Treatment* dengan bahan material baja SKD-11, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Hasil pengujian struktur mikro Baja *Stud Pin Original* mengalami fasa ferit, sementit, dan martensit. Sedangkan Baja SKD-11 setelah tempering memiliki fasa pearlite, sementit, bainit dan adanya krom karbida akibat unsur krom dan karbon yang tinggi yang menyebabkan material memiliki nilai kekerasan yang sangat tinggi namun getas.
2. Dari pengujian kekerasan material *stud pin original* dan baja SKD 11 diperoleh nilai kekerasan material *stud pin original* sebesar 36,19 HRC dan baja SKD 11 tanpa mengalami proses perlakuan panas sebesar 42,3 HRC. Nilai kekerasan tertinggi terdapat pada baja SKD 11 yang mengalami proses *annealing* sebesar 75,4 HRC dan yang terendah terdapat pada baja SKD 11 yang telah di-*hardening* dan di-*tempering* pada suhu 550°C dengan nilai kekerasan 50 HRC
3. Dari uji Ketangguhan atau pengujian *Impact* didapat nilai ketangguhan *stud pin original*

sebesar 1,76 J/mm², sedangkan nilai ketangguhan tertinggi pada sampel material baja SKD 11 yang tidak mengalami proses perlakuan panas yaitu sebesar 0,14 J/mm² dan nilai ketangguhan terendah terdapat pada material baja SKD 11 yang telah di-*hardening* dan di-*tempering* pada suhu 550°C sebesar 0,05 J/mm².

4. Baja SKD-11 tidak bisa digunakan sebagai pengganti *stud pin original*. Hal ini disebabkan karena baja SKD-11 memiliki kekerasan yang tinggi dan keuletan yang rendah. Berbeda jauh dengan *stud pin original* yang memiliki nilai keuletan yang tinggi, dan sesuai yang dibutuhkan di lapangan.

SARAN

1. Pada penelitian ini hanya dilakukan tiga pengujian yaitu kekerasan, ketangguhan, dan struktur mikro. Untuk penelitian selanjutnya perlu menambah variabel pengujian, seperti uji tarik, uji lelah, dan uji performa dalam mesin.
2. Untuk penelitian selanjutnya gunakan material dengan dominasi Co dan Ni, karena sesuai dengan *stud pin original*.
3. Untuk penelitian lanjutan dapat menambah variasi suhu *tempering*, karena dari data hasil penelitian didapat semakin tinggi suhu *tempering* yang digunakan semakin dapat mendekati material *stud pin original*.
4. Perlu adanya variasi *holding time* dan variasi pendinginan setelah *tempering*, agar mendapat hasil yang lebih variatif lagi pada pengujian berikutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Amstread, BH. dkk. 1995, *Teknologi Mekanik edisi ketujuh oleh Ir. Sriati Djaprie*, M.Met. Erlangga, Jakarta.
- ASM Metals Handbook. (1990-1, 2005-2), “*Vol 01 : Properties and Selection Irons, Steels, and High-Performance Alloys*”, ASM International.
- ASM Metals Handbook. 2005, “*Vol 09 : Metallography and Microstructures*”, ASM International.
- ASM Metals Handbook. 2005, “*Vol 04 :Heat treating*”, ASM International.
- DeGarmo, E. Paul, 1969, *Materials and Processes in Manufacturing*, California:The Macmillian Company.
- Dieter, George E., 1987, *Engineering Design A Materials and Processing Approach*, McGraw-Hill Book Company, singapore.
- <http://www.scribd.com/doc/51579733/HARDNESS-TEST>
- <http://digilib.its.ac.id/public/ITS-Undergraduate-7374-2104100124-Judul.pdf>
- <http://ayaniputra.blogspot.com/2011/09/teori-dasar-heat-treatment-perlakuan.html>
- Minardi. (2013). *Peningkatan sifat fisis dan mekanis shaft gear pump lokal dengan proses heat treatment*. Teknik mesin universitas muhammadiyah semarang.
- Smallman, R.E., 1999, *Metalurgi Fisik Modern dan Rekayasa Material*, Penerbit Erlangga, Jakarta.