

STUDI EKSPERIMEN PENGARUH PERLAKUAN *QUENCHING* DENGAN VARIASI PENDINGIN KONSENTRASI AIR GARAM TERHADAP KEKERASAN DAN KEKUATAN TARIK PADA BAJA ST 37

Ali Achmadi (*)

*) Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin STTR Cepu

Jl. Kampus Ronggolawe Blok B No.1 Mentul Cepu

E-Mail: achmadiali4@gmail.com

ABSTRAK

Perlakuan panas (heat treatment) merupakan kombinasi antara pemanasan dan pendinginan yang terkontrol terhadap logam/baja atau paduan dalam keadaan padat dengan durasi waktu untuk memperoleh sifat-sifat tertentu. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh perlakuan Quenching dengan variasi pendingin konsentrasi air garam dan untuk mengetahui variasi pendinginan konsentrasi air garam mana yang mampu menghasilkan kekerasan dan kekuatan tarik yang paling baik pada plat baja ST 37. Metode penelitian dimulai dengan pembuatan spesimen dengan standart ASTM A370, lalu dilanjutkan dengan proses pemanasan spesimen dalam dapur pemanas hingga mencapai suhu 830°C dan setelah itu proses pendinginan dengan variasi larutan garam 18%, 23% dan 28%. Hasil uji kekerasan menunjukkan kekerasan maksimal diperoleh pada spesimen dengan variasi 72% air + 28% garam yaitu sebesar 93,3 HRB. Untuk hasil dari pengujian tarik didapatkan kekuatan tarik maksimal pada spesimen dengan variasi 82% air + 18% garam yaitu sebesar 133,14 MPa.

Kata Kunci: Perlakuan panas, spesimen, kekerasan, kekuatan tarik.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Seiring dengan perkembangan jaman dan teknologi, banyak kalangan dunia industri yang menggunakan logam sebagai bahan utama operasional atau sebagai bahan baku produksinya. Baja karbon banyak digunakan terutama untuk membuat alat-alat perkakas, alat-alat pertanian, komponen-komponen otomotif dan kebutuhan rumah tangga. Aplikasi pemakaiannya, semua struktur logam akan terkena pengaruh gaya luar berupa tegangan-tegangan gesek sehingga menimbulkan deformasi atau perubahan bentuk. Usaha untuk menjaga agar logam lebih tahan gesekan atau tekanan adalah dengan cara perlakuan panas pada baja, hal ini memegang peranan penting dalam upaya meningkatkan kekuatan mekanik baja sesuai kebutuhan. Proses ini meliputi pemanasan baja pada suhu tertentu, dipertahankan pada waktu tertentu dan didinginkan pada media tertentu pula. perlakuan panas mempunyai tujuan untuk meningkatkan keuletan, menghilangkan tegangan internal, menghaluskan butir kristal, meningkatkan kekerasan, meningkatkan tegangan tarik logam dan sebagainya, tujuan ini akan tercapai seperti apa yang diinginkan jika memperhatikan faktor yang mempengaruhinya, seperti suhu pemanasan dan media pendingin yang digunakan.

Pengerasan maksimum yang dapat dicapai baja yang di-*quench* hampir sepenuhnya ditentukan oleh

konsentrasi karbon dan kecepatan pendinginan yang sama atau lebih tinggi dengan kecepatan pendinginan kritis untuk paduan tersebut. Media *quenching* meliputi: air, air garam, oli, air-polymer, udara dan beberapa kasus digunakan *inert gas* (Pramono, dkk). Pengkajian lebih lanjut dampak dari faktor perbedaan media *hardening-quenching*, dapat dilakukan melalui beberapa uji bahan. Pengujian bahan yang digunakan untuk proses *hardening-quenching* biasanya adalah pengujian tarik.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka dirumuskan masalah sebagai berikut: Bagaimana pengaruh perlakuan *Quenching* dengan variasi pendingin konsentrasi air garam terhadap kekerasan dan kekuatan tarik pada plat baja ST 37.

1.3. Batasan Masalah

Untuk mencapai tujuan yang diinginkan dan menghindari meluasnya permasalahan yang ada, maka dalam penelitian ini akan diberikan batasan masalah sebagai berikut:

1. Bahan spesimen uji adalah baja ST 37 dengan panjang spesimen 200 mm, lebar 20 mm dan tebal 8 mm.
2. Suhu pemanasan 830 °C selama 60 menit.
3. Media pendingin air garam dengan konsentrasi garam 18%, 23%, dan 28%.

4. Spesimen uji tarik menurut standarisasi ASTM A370 dan uji kekerasan menggunakan metode *Rockwell*.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui pengaruh perlakuan panas dengan media variasi pendingin konsentrasi air garam terhadap kekerasan dan kekuatan tarik baja ST-37.
2. Untuk mengetahui variasi pendinginan konsentrasi air garam manakah yang mampu menghasilkan kekerasan dan kekuatan tarik yang paling baik.

1.5. Manfaat Penelitian

1. Untuk mengetahui pengaruh perlakuan *quenching* dengan media variasi pendingin konsentrasi air garam terhadap kekerasan dan kekuatan tarik pada plat baja ST-37.
2. Membandingkan hasil kekerasan dan uji tarik pada perlakuan *quenching* berdasarkan media variasi pendingin konsentrasi air garam pada baja ST 37.

2. LANDASAN TEORI

2.1. Baja Karbon

Baja merupakan paduan yang terdiri dari besi, karbon dan unsur lainnya dalam presentase tertentu. Baja dapat didefinisikan sebagai suatu campuran besi dan karbon, dimana unsur karbon menjadi dasar campurannya, kandungan karbon dalam baja sekitar 0,1%-1,7% sedangkan unsur lainnya dibatasi persentasenya (Amanto, 1999). Secara garis besar baja dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu baja karbon dan baja paduan. Baja karbon dibagi menjadi tiga yaitu baja karbon rendah ($< 0,3\% \text{ C}$), baja karbon sedang ($0,3\% - 0,7\% \text{ C}$) dan baja karbon tinggi ($0,7\% - 1,4\% \text{ C}$). Sedangkan baja paduan dibagi menjadi baja paduan rendah (jumlah paduan kurang dari 8%) dan baja paduan tinggi (jumlah paduan lebih dari 8%) (Amstead, 1997).

2.2. Baja ST 37

ASTM mengatur jenis baja karbon untuk keperluan pembuatan komponen mesin yang distandarkan menurut kekuatan tarik. Salah satunya adalah jenis baja ST-37, dimana baja ini mempunyai kekuatan tarik minimal 37 kg/mm^2 dan maksimal 45 kg/mm^2 . Sedangkan kandungan karbon yang dimilikinya sebesar 0,16 % berat. Untuk perpanjangan 23-26 %, kekuatan luluhnya 21 kg/mm^2 .

Baja ST-37 dengan kandungan karbon 0,16 % termasuk kedalam kelompok baja karbon rendah (*Low*

Carbon Steel). Kelompok baja ini masih mungkin untuk ditambah kandungan karbonnya, agar meningkat kemampuannya untuk bisa dikeraskan. Mengingat penggunaannya yang cukup luas untuk banyak komponen konstruksi mesin, termasuk kemungkinan sebagai material dasar komponen yang membutuhkan sifat keras dipermukaannya. Pengukuran kekerasan permukaan baja pada umumnya menggunakan metode *Brinell*, *Vickers* dan *Rockwell*.

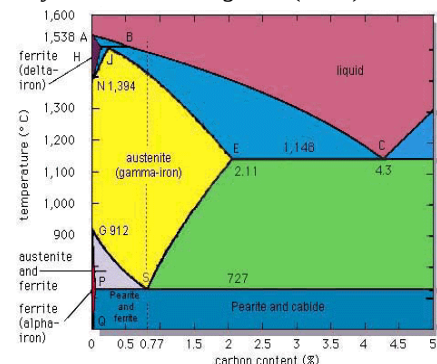
2.3 Proses Perlakuan Panas (*Heat Treatment*)

Perlakuan panas adalah salah satu proses untuk mengubah struktur logam dengan jalan memanaskan spesimen selama periode waktu tertentu kemudian didinginkan pada media pendingin seperti udara, air, air garam, oli dan solar yang masing-masing mempunyai kerapatan pendinginan yang berbeda-beda.

Perlakuan panas (*heat treatment*) mempunyai tujuan untuk meningkatkan keuletan, menghilangkan tegangan internal (*internal stress*), menghaluskan ukuran butir kristal dan meningkatkan kekerasan atau tegangan tarik logam. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi perlakuan panas yaitu suhu pemanasan, waktu yang diperlukan pada suhu pemanasan, laju pendinginan dan lingkungan atmosfer. Perlakuan panas adalah kombinasi antara proses pemanasan atau pendinginan dari suatu logam atau paduannya dalam keadaan padat untuk mendapatkan sifat-sifat tertentu (Amstead, 1997).

2.4. Quenching

Menurut Supardi (1999) dasar pengujian pengerasan pada bahan baja yaitu suatu proses pemanasan dan pendinginan untuk mendapatkan struktur keras yang disebut *martensit*. *Martensit* yaitu fasa larutan padat lewat jenuh dari karbon dalam sel satuan tetragonal pusat badan atau mempunyai bentuk kristal *Body Centered Tetragonal* (BCT).



Gambar 2.1 Diagram fasa baja karbon

Makin tinggi derajat kelewatan jenuh karbon, maka makin besar perbandingan satuan sumbu sel satuannya, *martensit* makin keras tetapi getas. *Martensit* adalah fasa metastabil terbentuk dengan laju pendinginan cepat, semua unsur paduan masih larut dalam keadaan padat. Pemanasan harus dilakukan secara bertahap (*preheating*) dan perlahan-lahan untuk memperkecil *deformasi* ataupun resiko retak. Setelah temperatur pengerasan (*austenitizing*) tercapai, ditahan dalam selang waktu tertentu (*holding time*) kemudian didinginkan cepat.

Baja canai panas dengan cara pendinginan lambat mempunyai struktur *perlit* dengan *ferit* bebas atau *sementit* bebas, hal ini tergantung pada kandungan karbon (Doan, 1952). Tahap pendinginan lambat pada baja mengakibatkan suatu keadaan yang relatif lunak atau plastis. Untuk menambah kekerasan baja, dapat dilakukan dengan pengerjaan yang dimana baja dipanaskan sampai suhu 830°C kemudian didinginkan secara cepat (*quenching*). Tujuan pengerjaan ini dengan maksud pengerasan baja adalah mendinginkan atau melindungi suatu perubahan *austenitic* dari pada pendinginan lain sampai temperatur mendekati 790°C. Jika berhasil mendinginkan *austenitic* sampai 790°C akan berubah dengan cepat ke suatu struktur yang keras dan relatif rapuh yang dikenal *martensit* untuk itu pengerjaan kedua dalam pengerasan baja yaitu pendinginan cepat (*quenching*) dari *austenitic* yang menghasilkan struktur *martensit*.

Waktu Penahanan (*Holding Time*) dilakukan untuk mendapatkan kekerasan maksimum dari suatu bahan pada proses *hardening* dengan menahan pada temperatur pengerasan untuk memperoleh pemanasan yang homogen sehingga struktur *austenitnya* homogen atau terjadi kelarutan karbida ke dalam *austenit* dan difusi karbon dan unsur paduannya.

2.5. Media Pendingin

Sebagai media pendingin yang digunakan dalam penelitian ini adalah air yang ditambah garam dapur (NaCl) dengan kadar yang berbeda-beda yaitu 18%, 23% dan 28%. Garam dipakai sebagai bahan pendingin disebabkan memiliki sifat mendinginkan yang teratur dan cepat. Bahan yang didinginkan di dalam cairan garam yang akan mengakibatkan ikatannya menjadi lebih keras karena pada permukaan benda kerja tersebut akan meningkat zat arang.

Kemampuan suatu jenis media dalam mendinginkan spesimen bisa berbeda-beda, perbedaan kemampuan media pendingin di sebabkan oleh temperatur, kekentalan, kadar larutan dan bahan dasar media pendingin. Berbagai bahan pendingin yang digunakan dalam proses perlakuan panas antara lain:

1. Air

Pendinginan dengan menggunakan air akan memberikan daya pendinginan yang cepat. Biasanya ke dalam air tersebut dilarutkan garam dapur sebagai usaha mempercepat turunnya temperatur benda kerja dan mengakibatkan bahan menjadi keras.

2. Minyak

Minyak yang digunakan sebagai fluida pendingin dalam perlakuan panas adalah yang dapat memberikan lapisan karbon pada kulit (permukaan) benda kerja yang diolah. Selain minyak yang khusus digunakan sebagai bahan pendingin pada proses perlakuan panas, dapat juga digunakan minyak bakar atau solar.

3. Udara

Pendinginan udara dilakukan untuk perlakuan panas yang membutuhkan pendinginan lambat. Untuk keperluan tersebut udara yang disirkulasikan ke dalam ruangan pendingin dibuat dengan kecepatan yang rendah. Udara sebagai pendingin akan memberikan kesempatan kepada logam untuk membentuk kristal-kristal dan kemungkinan mengikat unsur – unsur lain dari udara.

4. Garam Dapur (NaCl)

Bahan ini berupa bahan padat putih, memiliki bentuk kristal kubus yang transparan, tidak dapat terbakar serta mempunyai titik leleh 801°C (Surdia, 1988). Garam dapur merupakan senyawa yang tersusun dari asam kuat HCl dan basa kuat NaOH . Apabila unsur ini direaksikan, maka akan terbentuk NaCl dan H_2O . Hasil dari bahan tadi bila disatukan akan membentuk suatu larutan yang disebut larutan garam. Larutan yang terbentuk merupakan campuran yang homogen, partikel-partikelnya sangat kecil namun tersebar merata meskipun dibiarkan dalam waktu yang lama. NaCl atau garam dapur tidak akan mengendap bila dibiarkan dan tidak dapat dipisahkan dari air dengan cara penyaringan. Partikel-partikel NaCl , ion-ionnya dalam air tidak akan dapat terlihat dengan mikroskop. Zat terlarut dan pelarutnya benar-benar tercampur secara homogen. Mengingat asam dalam air akan menghasilkan H^+ dan basa dalam air akan menghasilkan OH^- , maka bila kedua larutan tersebut dicampurkan, kedua ion tersebut akan membentuk H_2O dan kedua sifat larutan akan hilang, dengan kata lain asam dinetralkan oleh basa, dan basa dinetralkan oleh asam. $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ reaksi yang saling menghilangkan disebut reaksi penetralan, jadi dalam reaksi penetralan asam oleh basa dan basa oleh asam akan dihasilkan garam dan air.

Pada reaksi penetralan asam kuat oleh basa kuat atau basa kuat oleh asam kuat hampir semua ion H^+ dan ion OH^- bereaksi membentuk air dan pH larutan menjadi 7 atau netral (Ahmad, 1996). Apabila NaCl dilarutkan dalam air, maka ikatan ion positif dan ion

negatif terputus dan ion-ion tersebut berinteraksi dengan molekul air. Ion-ion Na^+ dan Cl^- yang dikelilingi oleh molekul air ditulis sebagai $\text{Na}^+(\text{aq})$ dan $\text{Cl}^-(\text{aq})$. Penguraian senyawa elektrolit ini dalam air dinyatakan dengan persamaan reaksi yang disebut reaksi ionisasi. Kristal NaCl yang dilarutkan dalam air dapat dituliskan dengan persamaan reaksi ionisasi sebagai berikut: $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaOH} + \text{HCl}$. Sehingga apabila baja (Fe_3C) dicelupkan ke dalam larutan air garam akan terjadi pendinginan yang cepat karena apabila airnya telah menguap akan terjadi selubung uap air tetapi ada bintang-bintang ion $\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$ pada seluruh permukaan benda kerja, maka selubung uap air tersebut diceraikan oleh bintang-bintang ion Na^+ dan ion Cl^- . Keadaan yang demikian itu berlangsung terus menerus dan mengakibatkan pendinginan tidak terhambat, sehingga benda kerja akan cepat dingin dan hasil kekerasan akan tinggi.

2.6. Uji Kekerasan

Kekerasan (*Hardness*) adalah salah satu sifat mekanik (*Mechanical properties*) dari suatu material. 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 identasi atau penetrasi (penekanan).

Di dalam aplikasi manufaktur, material dilakukan pengujian dengan dua pertimbangan yaitu untuk mengetahui karakteristik suatu material baru dan melihat mutu untuk memastikan suatu material memiliki spesifikasi kualitas tertentu.

Di dunia teknik, umumnya pengujian kekerasan menggunakan 4 macam metode pengujian kekerasan, yakni:

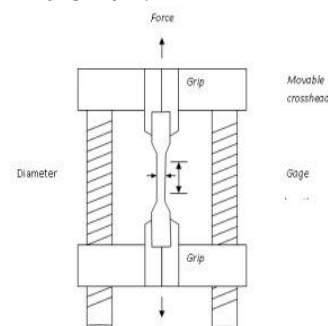
1. *Ball Indentation Test (Brinell)*.
2. *Cone Indentation Test (Rockwell)*.
3. *Pyramida Indentation (Vickers)*.
4. Uji Kekerasan Mikro.

2.7. Uji Tarik

Pengujian tarik dilakukan dengan penambahan beban secara perlahan-lahan, kemudian akan terjadi penambahan panjang sebanding dengan gaya yang bekerja. Hal ini terus berlanjut hingga bahan uji sampai pada titik *proportionality limit*. Setelah itu pertambahan panjang yang terjadi sebagai akibat penambahan beban tidak lagi berbanding lurus,

pertambahan beban yang sama akan menghasilkan penambahan panjang yang lebih besar dan suatu saat terjadi penambahan panjang tanpa ada penambahan beban, bahan uji bertambah panjang dengan sendirinya. Hal ini berarti bahan uji mengalami *yield* (luluh). Keadaan ini hanya berlangsung sesaat dan setelah itu akan naik lagi.

Kenaikan beban ini akan berlangsung sampai mencapai maksimum, untuk bahan yang ulet beban tarik akan turun lagi hingga bahan akhirnya putus. Pada saat beban mencapai maksimum, bahan uji mengalami pengecilan penampang setempat (*local necking*). Dan penambahan panjang hanya terjadi disekitar *necking* tersebut. Pada bahan yang getas tidak terjadi *necking* dan bahan akan putus pada saat beban maksimum. Biasanya yang menjadi fokus perhatian dari uji tarik ini adalah kemampuan maksimum bahan tersebut dalam menahan beban. Kemampuan ini umumnya disebut UTS (*Ultimate Tensile Strength*), dalam bahasa Indonesia disebut tegangan tarik maksimum.

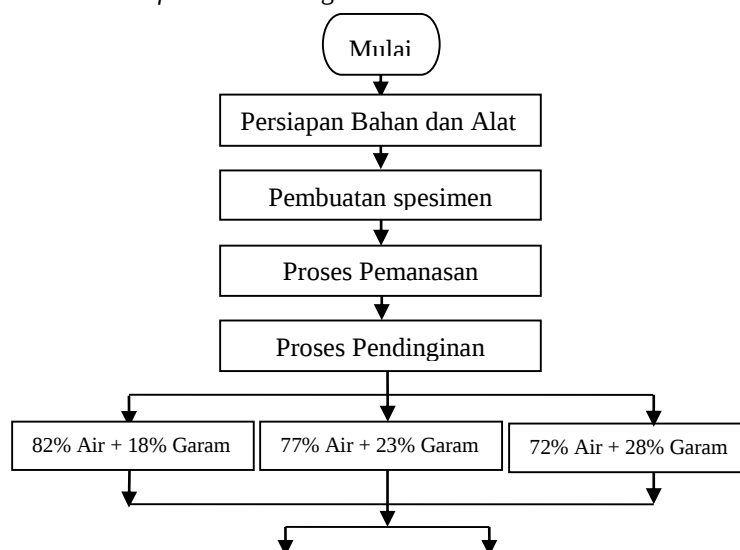


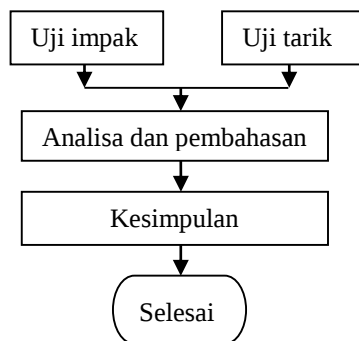
Gambar 2.2 Skema Uji Tarik

3. METODE PENELITIAN

3.1. Diagram Alir Penelitian

Untuk prosedur penelitian disajikan dalam bentuk *flow chart* sebagai berikut:





3.2. Tempat Pembuatan dan Pengujian

Tempat pembuatan spesimen dilakukan di laboratorium Teknik Mesin Sekolah Tinggi teknologi Ronggolawe Cepu dengan dibantu oleh *Toolman Lab. Mesin*. Sedangkan untuk proses pembakaran dan pengujian akan dilakukan di laboratorium pengujian material Institut Teknologi Malang (ITN), Jalan Raya Karanglo Km. 2 Telp. (0341) 417636 Ext. 511 Malang. Pengujian spesimen menggunakan mesin uji kekerasan *Rockwell* dan uji tarik.

3.3. Penyiapan Bahan dan Alat:

3.3.1. Penyiapan Bahan

Bahan yang digunakan dipenelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pelat baja ST-37 dengan panjang 200 mm, lebar 20 mm dan tebal 8 mm.
2. Bahan pendingin yaitu air dan garam (NaCl), dalam 1 bak media pendingin berisi 5 liter campuran air dan garam dengan rincian sebagai berikut:
 - a. 82% Air + 18% Larutan Garam = 4,1 liter air dan 0,9 liter larutan garam.
 - b. 77% Air + 23% Larutan Garam = 3,85 liter air dan 1,15 liter larutan garam.
 - c. 72% Air + 28% Larutan Garam = 3,6 liter air dan 1,4 liter larutan garam.

Cara pencampurannya yaitu sebelum garam dicampur dengan air, butiran garam dapur dipanaskan dahulu dicampur dengan sedikit air sehingga garam dapur tersebut mencair, kemudian cairan garam dapur tersebut diukur menggunakan gelas ukur (dalam satuan liter) untuk kemudian baru dicampurkan dengan air.



Gambar 3.1 Spesimen baja ST 37, Garam, Air

3.3.2. Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :



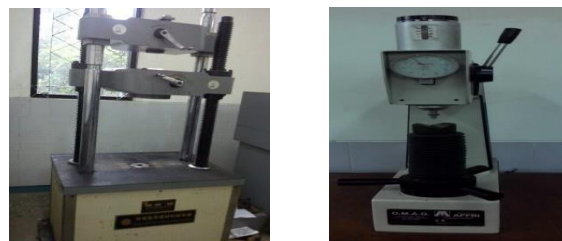
Gambar 3.2 Spidol, Penggaris, Mesin Frais



Gambar 3.3 Gerinda Tangan, Amplas, Kikir



Gambar 3.4 Jangka sorong, Gelas ukur, Termometer

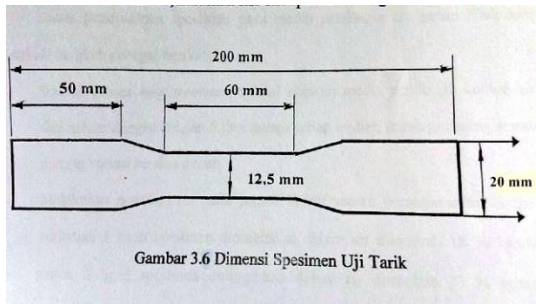


Gambar 3.5 Alat uji Tarik dan Alat uji kekerasan

3.4. Metodologi Penelitian

3.4.1. Pembuatan Spesimen

1. Siapkan pelat baja ST 37.
2. Siapkan spidol dan penggaris lalu gambar spesimen di atas pelat baja ST 37 dengan ukuran spesimen sesuai standar ASTM A370.
3. Setelah itu proses pemotongan spesimen dilakukan dimesin frais.
4. Setelah selesai difrais, haluskan sisi-sisi spesimen dengan kikir dan amplas.



3.4.2. Proses Pemanasan Spesimen

Sebelum spesimen diuji kekerasan dan uji tarik, spesimen akan mendapat perlakuan panas terlebih dahulu, langkah-langkah pemanasannya adalah sebagai berikut ini:

1. Siapkan spesimen dan dapur pemanas.
2. Bersihkan spesimen.
3. Panaskan dapur pemanas sampai suhu 650°C kemudian masukkan spesimen selama 10 menit.
4. Lalu panaskan/ naikkan temperatur dapur pemanas hingga 830°C tahan/ *holding* selama 1 jam.
5. Tujuannya agar menghasilkan struktur mikro *austenit* yang homogen.
6. Setelah itu ambil spesimen dari dapur pemanas menggunakan penjepit benda kerja.
7. Spesimen siap untuk didinginkan.

3.4.3. Proses Pendinginan Spesimen

Untuk pendinginan spesimen pada media pendingin air garam dilakukan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Setelah proses *heat treatment* selesai siapkan media pendingin berupa air dan garam dengan rincian 5 liter dalam setiap ember, masing-masing sesuai dengan variasi air dan garam.
2. Melakukan pendinginan pada semua bahan secara bersama-sama dengan perincian 3 buah spesimen didinginkan dalam air ditambah 18 % larutan garam, 3 buah spesimen didinginkan dalam air ditambah 23 % larutan garam dan 3 buah spesimen didinginkan dalam air ditambah 28 % larutan garam.
3. Menunggu sekitar 15 menit sampai spesimen dingin, kemudian bersihkan spesimen dan siap untuk diuji kekerasan dan tarik.

3.5. Pengujian Komposit

3.5.1. Langkah Pengujian Kekerasan

Langkah kerja pengujian kekerasan dengan metode *Rockwell* adalah sebagai berikut:

Sebelum pengujian dimulai, penguji harus memasang indenter terlebih dahulu sesuai dengan jenis pengujian yang diperlukan, yaitu indenter bola baja atau kerucut intan. Setelah indenter terpasang,

penguji meletakkan spesimen yang akan diuji kekerasannya di tempat yang tersedia dan menyetel beban yang akan digunakan untuk proses penekanan. Untuk mengetahui nilai kekerasannya, penguji dapat melihat pada jarum yang terpasang pada alat ukur berupa *dial indicator pointer*. Pada pengujian ini menggunakan diameter penetrator $1/16$ inch, beban penekanan 100 Kgf dengan waktu penekanan 10 detik.

3.5.2. Langkah Pengujian Tarik

Berikut ini merupakan langkah-langkah dari pengujian tarik, diantaranya adalah sebagai berikut ini:

1. Ukur panjang, lebar dan tebal spesimen uji.
2. Siapkan mesin uji tarik yang akan digunakan.
3. Pasang spesimen uji tarik dan pastikan terjepit dengan kuat dan betul.
4. Jalankan mesin uji tarik.
5. Setelah patah, hentikan proses penarikan secepatnya, catat gaya tarik maksimum dan pertambahan panjangnya.
6. Setelah itu cetaklah hasil dari proses penarikan tersebut dengan printer.

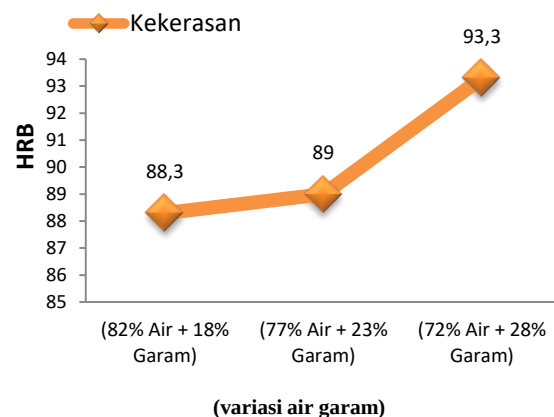
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Dan Pembahasan Uji Kekerasan

Tabel. 4.1 Hasil Uji Kekerasan

Titik Penetrasi	Variasi Air Garam		
	82% Air + 18% Garam	77% Air + 23% Garam	72% Air + 28% Garam
1	87	90	92
2	87	89	95
3	91	88	93
Rata-Rata (HRB)	88,3	89	93,3

4.1.1. Analisa Pengujian Kekerasan



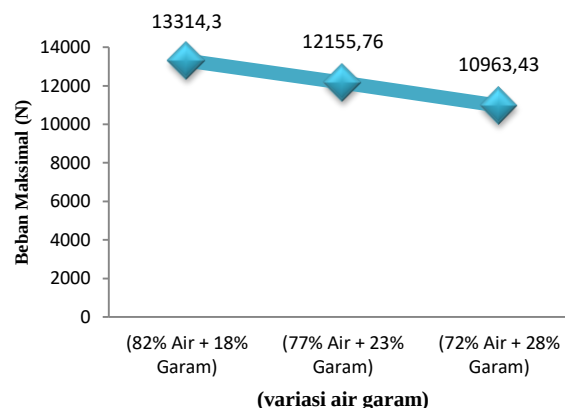
Gambar 4.1 Grafik Nilai Kekerasan Terhadap Variasi Air Garam

Dapat diketahui bahwa nilai kekerasan tertinggi pada variasi 72% air + 28% garam yaitu dengan rata-rata 93,3 HRB. Lalu untuk variasi 77% air + 23% garam mengalami penurunan yaitu dengan rata-rata 89 HRB. Dan untuk variasi air garam terendah terdapat pada variasi 82% air + 18% garam yaitu dengan rata-rata sebesar 88,3 HRB. Banyaknya garam yang dicampur dengan air akan memberikan daya pendinginan yang cepat sehingga mempercepat turunnya temperatur benda kerja dan mengakibatkan bahan menjadi keras.

4.2. Hasil Dan Pembahasan Uji Tarik

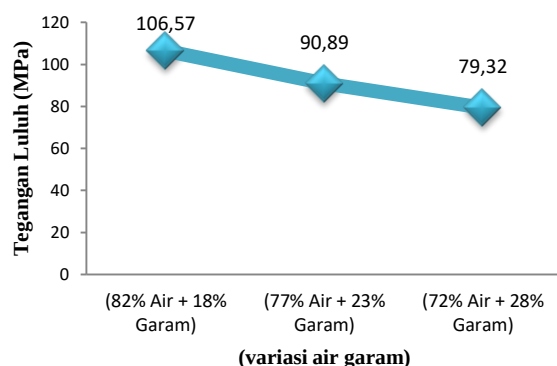
Tabel. 4.2 Hasil Uji Tarik

PARAMETER	Variasi Air dan Garam		
	82% Air + 18% Garam	77% Air + 23% Garam	72% Air + 28% Garam
Beban Maksimal (N)	13458,20	11756,60	11083,30
	13173,20	12275,60	11212,60
	13311,50	12435,10	10594,40
Rata-rata	13314,30	12155,76	10963,43
Tegangan Luluh (MPa)	104,87	87,24	78,21
	104,20	92,79	81,33
	110,65	92,66	78,44
Rata-rata	106,57	90,89	79,32
Kekuatan Tarik (MPa)	134,58	117,56	110,83
	131,73	122,75	112,12
	133,11	124,35	105,94
Rata-rata	133,14	121,55	109,63
Regangan (%)	28,38	26,20	29,00
	25,88	24,56	21,33
	24,06	25,50	22,52
Rata-rata	26,10	25,42	24,28



Gambar 4.2 Grafik Beban Maksimal Terhadap Variasi Air Garam

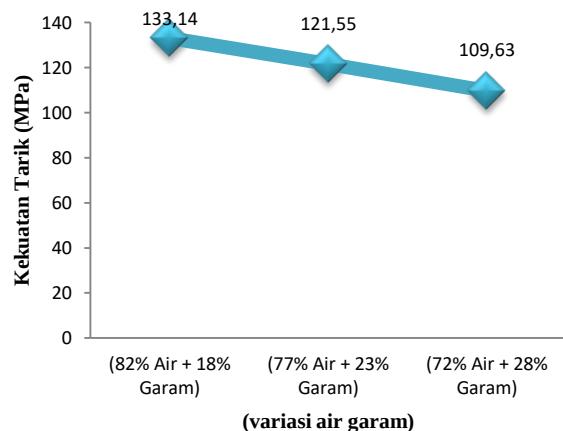
Dari gambar 4.2 dapat diketahui bahwa beban maksimal terbesar terdapat pada variasi 82% air + 18% garam yaitu dengan rata-rata sebesar 13314,30 N. Selanjutnya pada variasi 77% air + 23% garam mengalami penurunan yang signifikan yaitu dengan rata-rata 12155,76 N. Sedangkan pada variasi 72% air + 28% garam beban maksimalnya adalah 10963,43 N.



Gambar 4.3 Grafik Tegangan Luluh Terhadap Variasi Air Garam

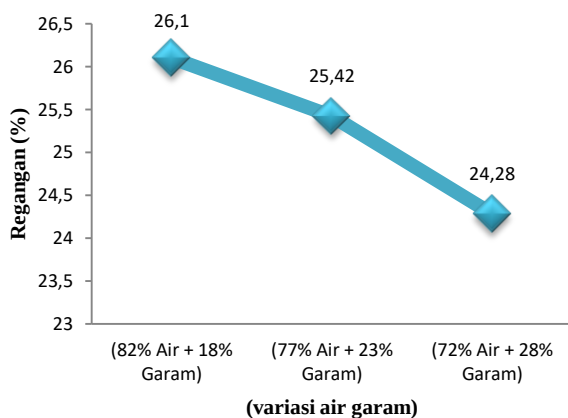
Dari gambar 4.3 dapat diketahui bahwa tegangan luluh terbesar terdapat pada variasi 82% air + 18% garam yaitu dengan rata-rata sebesar 106,57 MPa. Selanjutnya pada variasi 77% air + 23% garam mengalami penurunan yang signifikan yaitu dengan rata-rata 90,89 MPa. Sedangkan pada variasi 72% air + 28% garam beban maksimalnya adalah 79,32 MPa.

4.2.1. Analisa Pengujian Tarik



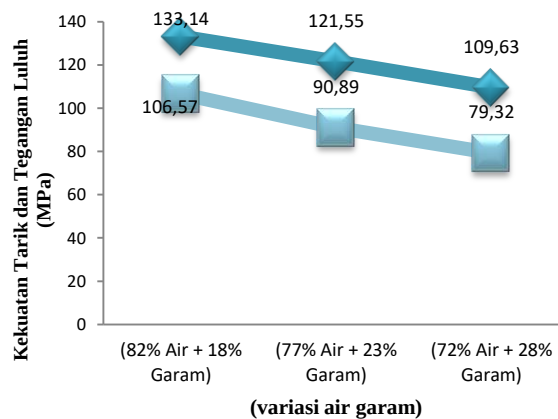
Gambar 4.4 Grafik Kekuatan Tarik Terhadap Variasi Air Garam

Dari gambar 4.4 dapat diketahui bahwa kekuatan tarik terbesar terdapat pada variasi 82% air + 18% garam yaitu dengan rata-rata sebesar 133,14 MPa. Selanjutnya pada variasi 77% air + 23% garam mengalami penurunan yang signifikan yaitu dengan rata-rata 121,55 MPa. Sedangkan pada variasi 72% air + 28% garam beban maksimalnya adalah 109,63 MPa.



Gambar 4.5 Grafik Regangan Terhadap Variasi Air Garam

Dari gambar 4.5 dapat diketahui bahwa regangan terbesar terdapat pada variasi 82% air + 18% garam yaitu dengan nilai regangan sebesar 26,10% dan mengalami penurunan yang signifikan pada variasi 77% air + 23% garam yaitu dengan rata-rata 25,42%. Sedangkan pada variasi 72% air + 28% garam nilai regangannya adalah 24,28%.



Gambar 4.6 Grafik Perbandingan Kekuatan Tarik dan Tegangan Luluh

Berdasarkan gambar grafik diatas dapat dilihat nilai kekuatan tarik pada variasi 82% air + 18% garam yaitu dengan rata-rata sebesar 133,14 MPa dengan tegangan luluhnya rata-rata sebesar 106,57 MPa. Pada variasi 77% air + 23% garam kekuatan tariknya rata-rata sebesar 121,55 MPa dan rata-rata tegangan luluhnya 90,89 MPa. Lalu pada variasi 72% air + 28% garam nilai rata-rata kekuatan tariknya yaitu 109,63 MPa dengan tegangan luluhnya rata-rata sebesar 79,32 MPa. Untuk spesimen dengan variasi 82% air + 18% garam memiliki kekuatan tarik dan tegangan luluh yang lebih tinggi dibanding variasi air garam yang lain sehingga pemuluran atau pertambahan panjangnya juga cenderung tinggi maka pada material dengan perlakuan *quenching* variasi 82% air + 18% garam ini mempunyai sifat ulet.

5. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Hubungan antara kekekerasan dari suatu bahan berbanding terbalik dengan kekuatan tarik, karena pengertian dari kekerasan dan kekuatan tarik berbeda. Kekerasan adalah ketahanan material terhadap deformasi lokal (permukaan), sedangkan kekuatan tarik adalah ketahanan material terhadap deformasi plastis yang terjadi di seluruh permukaan material (global). Maka material yang memiliki kekuatan tarik yang baik adalah material yang semakin ulet dan tidak getas. Sedangkan material yang memiliki kekerasan yang baik adalah material yang mempunyai sifat getas atau tidak ulet.
2. Pada spesimen yang mengalami perlakuan *quenching* kekuatan tarik maksimal diperoleh pada spesimen dengan variasi 82% air + 18% garam yaitu sebesar 133,14 MPa.
3. Pada spesimen yang mengalami perlakuan *quenching* kekerasan maksimal diperoleh pada

spesimen dengan variasi 72% air + 28% garam yaitu sebesar 93,3 HRB.

5.2. Saran

Untuk penelitian selanjutnya bisa memvariasikan media pendingin yang lain dan dapat juga melakukan pengujian mekanik lain guna melihat kekuatan mekanik lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Amanto, Hari. 1999. *Ilmu Bahan*. Bumi Aksara, Jakarta
- Amstead, BH. 1997. *Teknologi Mekanik jilid 1*: Jakarta, Erlangga
- Arief Murtiono. 2012. *Pengaruh Quenching Dan Tempering Terhadap Kekerasan Dan Kekuatan Tarik Serta Struktur Mikro Baja Karbon Sedang Untuk Mata Pisau Pemanen Sawit*, Fakultas Teknik Mesin Universitas Sumatera Utara.
- Callister, William D. Jr., 2001. *An Introduction Materials Science and Engineering 3rd Edition*, John Wiley & Sons, Inc., Canada.
- Djafri, Sriati. 1987. *Terjemahan dari Mechanical Metallurgy*. Metalurgi Mekanik: Erlangga , Jakarta.
- Doan, G.E. 1952. *The Principles of Physical Metallurgy*. Mc Graw Book Company, New York.
- Koswara, Engkos. 1999. *Pengujian Bahan Logam*. Humaniora Utama Press,Bandung.
- M. Taufan Rizal. 2005. *Pengaruh Kadar Garam Dapur (NaCl) dalam Media Pendingin Terhadap Tingkat Kekerasan pada Proses Pengerasan Baja V-155*, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
- Murdiono, Team. 2013. *Laporan Praktikum Pengujian Material*, STTR Cepu.
- Sigit, Muchlis Badruzzarnan, Elin Nuraini, 1996, *Efek Perlakuan Panas Dan Pendinginan Terhadap Karakteristik Mekanik Bahan Kelongsong Elemen Bakar Reaktor Serbaguna G.A. Siwabessy*.PEBN – Batam.
- Supardi, Edih. 1999. *Pengujian Logam*. Angkasa, Bandung.
- Tata Sudria, MS, Prof. 1988. *Pengetahuan Bahan Teknik*, Pradya Paramita, Jakarta