

PENGARUH TEMPERATUR TERHADAP SIFAT MEKANIK PADA BAJA KARBON SEDANG ST 60

Lagiyono, Suwandono, Mukhamad Masykur

ABSTRACT

Medium carbon fertilizer ST 60 in general is often used in construction of building materials and a variety of fields. Society prefers medium carbon fertilizer because this material is more easily available and relatively affordable prices, and also the strength and tenacity are sufficient. Temperature significantly affects the mechanical properties of carbon steel is ST 60. Formulating of the problem in this study is to determine how the mechanical properties of medium carbon steel ST 60 to temperature 0°C , 26°C , 50°C , 100°C . The purpose of this research to know how much testing on tensile strength, hardness, and price impact. The results of research on testing with 0°C yield of $696,68 \text{ N/mm}^2$ tensile test, hardness test of 201,00 HB, the impact test produces $30,35 \text{ J/cm}^2$. In the test with a temperature of 26°C produced by $694,47 \text{ N/mm}^2$ tensile test, hardness test of 200,11 HB, the impact test at $24,52 \text{ J/cm}^2$. In the test with a temperature of 50°C produced by $685,87 \text{ N/mm}^2$ tensile test, hardness test of 198,00 HB, the impact test at $41,70 \text{ J/cm}^2$. In the test with a temperature of 100°C resulted N/mm^2 tensile test at $672,89 \text{ N/mm}^2$, the hardness of 195,56 HB, the impact test at $37,69 \text{ J/cm}^2$. Data analysis in this study using the product moment correlation test and t-test. The conclusion of this research is that there is a negative relationship between temperature with mechanical properties which means the higher the temperature the more down the value of tensile strength, hardness, and the price impact.

Keywords: fertilizer, mechanical, temperature.

A. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang Masalah

Bahan logam banyak digunakan untuk konstruksi, peralatan dan kebutuhan rumah tangga. Untuk peralatan industri khususnya bahan logam tersebut sering kali dioperasikan dilingkungan temperatur tinggi dan juga pada temperatur rendah. Banyak pengujian dilakukan pada logam dengan temperatur tinggi dan juga temperatur rendah karena hal tersebut banyak dipakai dalam industri misalnya dalam

pembuatan kapal-kapal, *engine*, turbin-turbin uap, serta pada pabrik pembuatan es batu dan lain - lain. Yang mana mereka bekerja pada temperatur tinggi hingga temperatur rendah.

Baja merupakan bahan garapan yang mudah dirubah wujudnya dan harga yang relatif terjangkau, oleh karena itu baja paling banyak pemakaiannya. Berbagai jenis baja berbeda menurut: kekuatan, kekerasan, kekenyalan, mampu keras, mampu las, mampu bentuk dingin dan panas serta

daya tahan karat (korosi) dan lain-lain. Baja konstruksi mencakup 90% dari seluruh pembuatan baja, baja konstruksi digunakan untuk pembuatan baja batang, baja profil. Untuk segala jenis konstruksi (jembatan, menara, bangunan tinggi). Baja konstruksi juga digunakan pada temperatur tinggi dan temperatur rendah. Pada umumnya semua logam tidak kehilangan tegangan serta kekakuannya dan bahkan memiliki kenaikan keuletan dengan kenaikan temperatur ruang. Para ahli mengatakan bahwa fase atau struktur dari logam berubah dengan kenaikan temperatur yang dengan sendirinya mempunyai konsekuensi terhadap sifat-sifat mekanisnya seperti : tarik, tekan, geser, puntir, lengkung dan tekuk. Hubungan antara kemampuan logam, maka bisa dimengerti bahwa akibat suhu ini maka bisa mengubah modulus elastisitas dari logam akan menurun. Suhu juga bisa mengubah ikatan-ikatan antar atom, sehingga bukan hanya menimbulkan fungsi-fungsi mekanis tapi juga sifat elektrik (*elektrical properties*) dari logam tersebut. Logam diberi perlakuan suhu pada suhu tertentu lalu diuji dengan sifat mekanik diantaranya kekerasan, tarik dan *impact*. Proses ini bisa mengubah karakteristik suatu logam. Perlakuan suhu dapat didefinisikan sebagai suatu kombinasi operasi suhu panas dan dingin terhadap logam dan paduannya, dimana perlakuan suhu ini diberikan pada logam atau paduan untuk memperoleh sifat-sifat tertentu. Pada proses perlakuan suhu pada baja karbon sedang, akan dihasilkan perubahan butir dan sifat mekanik materialnya dalam penelitian ini akan dikaji perubahan sifat mekanik dari logam uji yang diperlakukan dengan suhu 0°C , 26°C , 50°C , 100°C .

2. Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas penulis membatasi masalah pada :

Spesimen yang digunakan dalam Pengujian ini adalah baja karbon sedang ST 60, sifat yang dianalisa adalah kekuatan tarik, kekerasan dan *impact* pada suhu yang akan digunakan pengujian ini dengan temperatur yang divariasikan : 0°C , 26°C , 50°C , 100°C .

3. Rumusan Masalah

Permasalahan yang hendak diteliti dalam penelitian ini yaitu :

Apakah perlakuan suhu berpengaruh terhadap sifat-sifat mekanik pada baja karbon sedang ST60?

4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan sifat mekanik bahan baja karbon sedang ST 60 berupa kekuatan tarik, kekerasan, *impact* pada lingkungan temperatur 0°C , 26°C , 50°C , 100°C sehingga dapat mengetahui kekuatan yang akan diuji berupa sifat mekanik.

B. LANDASAN TEORI

1. Perlakuan Suhu Logam

Sifat-sifat ketangguhan baja biasanya tetap, ia tidak akan menjadi jelek dengan bersilangnya waktu. Perubahan-perubahan sifat-sifat ini sebenarnya dapat terjadi disebabkan oleh keadaan yang tertentu. Pada muatan lewat baja konstruksi biasanya mengalami perubahan-perubahan sifat-sifat ini. Kalau bahan itu sesudah pembebanan melewati batas lumer, untuk beberapa waktu dibiarkan saja, maka biasanya ternyata, bahwa batas kekenyalan dan batas lumer menjadi lebih tinggi. Kejadian ini dinamakan pengokohan, disebabkan perubahan bentuk dalam keadaan dingin. Suatu kerugian besar karena perbuatan ini ialah, bahwa sesudahnya pengokohan ini bahan itu sedikit sekali dapat mengalami perubahan bentuk lagi, sebelum ia

menjadi patah. Regang patahan menjadi sangat lebih kecil, bahan itu menjadi kurang liat. Jadinya rapuh bahan seperti ini dinamakan menjadi tuaanya bahan. Kejadian demikian ini dapat juga terjadi sesudah perubahan bentuk dalam keadaan dingin, disusul dengan pemanasan sampai 250°C atau pada perubahan bentuk dengan suhu yang terletak antara 150 dan 500°C . Yang terahir terdapat waktu mengeling paku – paku yang terlampau banyak didinginkan.

Yang dimaksud dengan menjadi tua (penuaan) adalah perubahan sifat-sifat ketangguhan dari baja selama beberapa tahun. Keliatan bahan menjadi lebih berkurang, batas lumer naik dan regangan patahan berkurang tidak semua macam baja memperlihatkan kejadian demikian ini. Selanjutnya kejadian ini terjadi pada macam-macam baja yang peka untuk penuaan, hanya selama atau sesudah perubahan bentuk dalam keadaan dingin, umpamanya karena lenturan, pada mana regangan bahan itu sedikit-dikitnya adalah sebesar 3% baja *siemens martin* hampir tidak memperlihatkan penuaan ini, pada baja thomas peristiwa ini banyak terdapat (J. Honing, 1953:28). Kalau kita dapat menghindarkan perubahan bentuk baja dalam keadaan dingin, maka kita tidak usah takut lagi akan kejadian-kejadian penuaan ini. Kalau sekitarnya perubahan bentuk seperti itu tidak dapat dihindarkan (dicegah), maka haruslah pekerjaan itu di adakan pada suhu yang lebih dari 500°C .

a. Pengerjaan panas

Dengan naiknya suhu pada logam akan terjadi deformasi batas butir, faktor lain yang diperhatikan adalah pengaruh lamanya temperatur yang terdapat pada logam dapat mengganggu stabilitas metalurgi

logam dan paduan dan hal lain yang tak kalah pentingnya yaitu interaksi antara logam temperatur yang terdapat pada logam dapat mengganggu stabilitas metalurgi logam dan paduan dan hal lain yang tak kalah pentingnya yaitu interaksi antara logam dengan lingkungan pada temperatur 100°C .

b. Pengerjaan dingin

Cold working adalah suatu proses pembentukan secara *plastis* terhadap logam atau paduan yang dilakukan dibawah temperatur rekristalisasi. Proses *cold working* menghasilkan peristiwa pengerasan regangan yakni bertambahnya kekerasan sebagai akibat deformasi plastis, namun efek dari pengerasan regangan ini akan menurunkan keuletan suatu bahan. Proses *cold working* menyebabkan berkurangnya deformasi *plastis* pada pengerjaan berikutnya. Ada beberapa keuntungan dan kerugian suatu logam yang mengalami *cold working*. Keuntungan :

- a. Toleransi dimensi dan permukaan akhir yang dihasilkan lebih baik.
- b. Merupakan suatu metode yang murah pada tingkat produksi yang besar pada bagian-bagian yang kecil.
- c. Tidak dibutuhkan pemanasan.

Kerugian :

- a. Keuletannya menurun.
- b. Timbul tegangan dalam/tegangan sisa.
- c. Dapat menyebabkan keretakan pada pengerjaan yang berlebihan.

(Kade Suriadi. 2007: 2)

2. Sifat – sifat Mekanik

- a. Pengujian Tarik

Pengujian tarik dilakukan terhadap batang uji yang standar. Pada bagian tengah batang uji merupakan bagian yang menerima tegangan yang uniform, dan pada bagian ini diukur panjang uji (*gauge length*), yaitu bagian yang dianggap menerima pengaruh dari pembebanan. Pada bagian inilah yang selalu diukur panjangnya dalam proses pengujian.

b. Pengujian Kekerasan

Proses pengujian kekerasan dapat diartikan sebagai kemampuan suatu bahan terhadap pembebanan dalam perubahan yang tetap, artinya ketika gaya tertentu diberikan pada suatu benda uji dan karena pengaruh pembebanan benda uji akan mengalami deformasi. Harga kekerasan bahan tersebut dapat dianalisis dari besarnya beban yang diberikan terhadap luasan bidang yang menerima pembebanan.

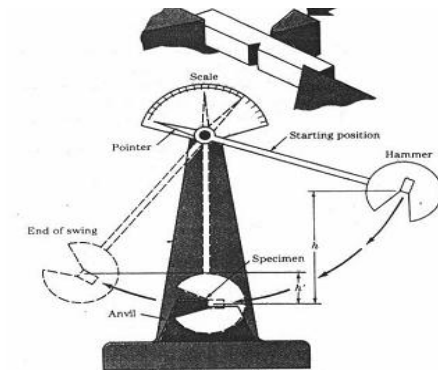
an sebagai ukuran kekerasan.

c. Pengujian *Impact*

Ketangguhan (*impact*) merupakan ketahanan bahan terhadap beban kejut. Inilah yang membedakan pengujian *impact* dengan pengujian tarik dan kekerasan dimana pembebanan dilakukan secara perlahan-lahan. Pengujian *impact* merupakan suatu upaya untuk mensimulasikan kondisi operasi material yang sering ditemui di temui dalam perlengkapan transportasi atau konstruksi dimana beban tidak selamanya terjadi secara

perlahan-lahan melainkan datang secara tiba-tiba contoh deformasi pada bumper mobil pada saat terjadinya tumbukan

kecelakaan.



Gambar 1. Ilustrasi skematis pengujian *impact* dengan benda uji *Charpy*



Gambar 2. Alat Uji *Impact*

C. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental yaitu suatu penelitian yang berusaha mencari pengaruh variabel tertentu terhadap variabel yang lain dalam kondisi yang terkontrol secara ketat (Riduwan ; 50). Dan perlakuan tersebut mengenai

temperatur pada baja karbon sedang dengan lingkungan yaitu pada suhu 0⁰ C, suhu 26⁰ C, suhu 50⁰ dan 100⁰ C.

1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian akan dilakukan di Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Pancasakti Tegal, LIK KATARU, PT. BARATA INDONESIA. Waktu pelaksanaan bulan Februari 2011 sampai selesai.

2. Variabel Penelitian

Variabel penelitian dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Variabel bebas

Variabel bebas dalam penelitian ini yaitu temperatur pada baja karbon sedang ST 60 dengan suhu 0⁰, 26⁰, 50⁰, 100⁰ C (X).

2. Variabel terikat

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah sifat mekanik pada hasil uji kekerasan, tarik dan *impact* (Y).

3. Peralatan penelitian

Alat penelitian merupakan piranti bantu dalam proses penelitian, yaitu

1. Alat uji tarik : Mesin uji tarik 'Serpomulzer'
2. Alat uji kekerasan : Mesin uji kekerasan "EQUATIP"
3. Alat uji *impact* : mesin uji *impact*
4. Alat untuk perlakuan benda kerja : es, air mendidih.
5. Alat pengukur suhu : *Thermometer*
6. Alat Pemanas air : *Heater*
7. Peralatan pembuat *Spesimen* :Mesin Gergaji, Mesin Bubut, dan *Hand Tool* pendukung pekerjaan.

(gambar dapat dilihat pada halaman lampiran)

4. Teknik Pengumpulan Data

Adapun metode-metode pengumpulan data yang dilakukan antara lain:Observasi, Interview, Dokumentasi

5. Metode Analisis Data

Teknik analisis data yang dipakai dalam penelitian ini menggunakan data analisis kuantitatif yang menggunakan model-model, seperti model matematika (misalnya fungsi *multivariate* model statistik dan *ekonometrik*. Hasil analisis disajikan dalam bentuk angka-angka yang kemudian dijelaskan dan diinterpretasikan dalam suatu uraian.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan penghitungan uji *korelasi product moment*. (Riduwan, 136). Teknik korelasi ini digunakan untuk mencari hubungan dan membuktikan hipotesis hubungan dua variabel bila data kedua variabel berbentuk interval atau rasio, dan sumber data dari dua variabel atau lebih adalah sama.

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n X_i Y_i - \sum_{i=1}^n X_i \sum_{i=1}^n Y_i}{\sqrt{n \sum_{i=1}^n X_i^2 - (\sum_{i=1}^n X_i)^2} \sqrt{n \sum_{i=1}^n Y_i^2 - (\sum_{i=1}^n Y_i)^2}}$$

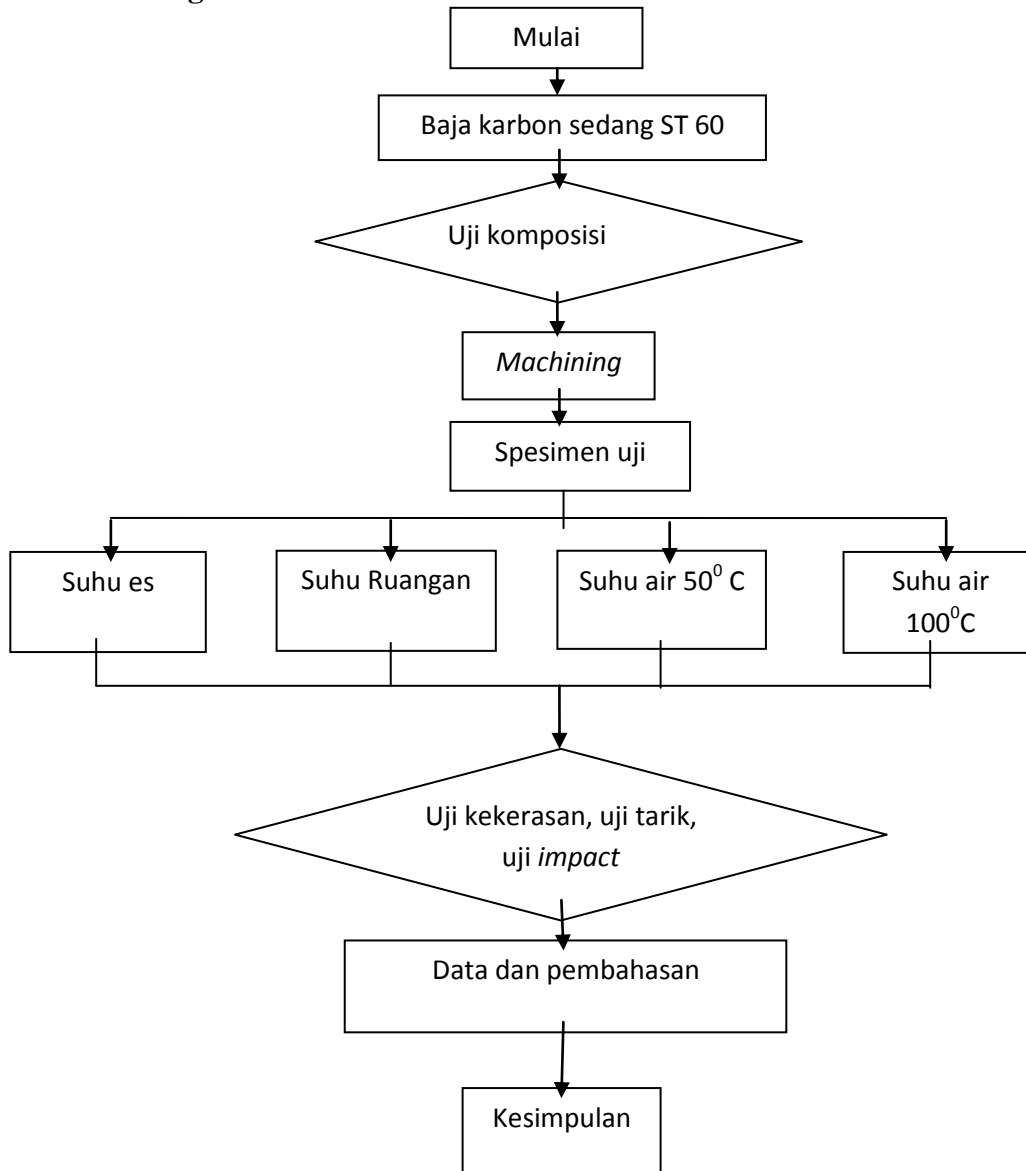
Keterangan :

- r : Koefisien Korelasi
- X : Variabel temperatur
- Y : Variabel sifat-sifat mekanik
- n : Banyaknya Data

Pengujian signifikansi koefisien korelasi, selain dapat menggunakan tabel juga dapat dihitung dengan uji t yang rumusnya ditunjukkan pada rumus berikut :

$$t = \frac{r \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}$$

6. Diagram Alur Penelitian



Gambar 3. Diagram Alur Penelitian

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

1. Pengujian Komposisi

Pengujian komposisi bertujuan untuk mengetahui komposisi kimia yang terkandung dalam suatu bahan atau prosentase dari tiap unsur pembentuk bahan misalnya unsur C (*carbon*), Fe (besi), Mg (mangan), dan unsur – unsur lainnya. Berdasarkan hasil uji komposisi diketahui bahwa spesimen mempunyai kandungan carbon sebesar 0,4243 sehingga material tersebut tergolong dalam *medium karbon steel* atau baja karbon sedang. Pengujian komposisi material baja karbon sedang dilakukan di Divisi Laboratorium Analisa Logam CV. Prima Logam. Hasil pengujian komposisi baja karbon sedang pada penelitian ini dituangkan dalam tabel berikut :

Tabel 1. Hasil uji komposisi Baja Karbon Rendah

No	Nama Unsur	Simbol	Kadar (%)
1	Carbon	C	0,4243
2	Silicon	Si	0,2247
3	Mangan	Mn	0,6980
4	Phosphors	P	0,1054
5	Sulfur	S	0,0274
6	Chromium	Cr	0,0104
7	Nickel	Ni	-
8	Molibdenum	Mo	-
9	Cupper	Cu	0,0152
10	Aluminium	Al	0,0080
11	Kobalt	Co	0,003
12	Niobium	Nb	-
13	Titanium	Ti	0,0055

Pengelompokan baja berdasarkan pada kandungan karbonnya dapat dibagi dalam tiga bagian. Baja dengan kandungan kurang dari 0,30% disebut baja karbon rendah, baja dengan kadar

karbon 0,30% - 0,45% disebut baja karbon sedang dan baja dengan kadar 0,45% - 0,71% disebut baja karbon tinggi. Hasil pengujian komposisi menunjukkan kandungan karbon sebesar 0,4243% sehingga termasuk dalam kelompok baja karbon sedang.

2. Pengujian Tarik

Pengujian tarik dilakukan untuk mengetahui sifat mekanis dari material baja karbon sedang ST 60 sebagai uji dalam penelitian ini. Hasil pengujian tarik pada umumnya adalah parameter kekuatan tarik (*ultimate strength*) maupun luluh (*yield strength*), parameter keuletan yang ditunjukkan dengan adanya proses perpanjangan (*elongation*) dan proses kontraksi atau reduksi penampang (*reduktion of area*) maupun bentuk penampang patahanya.

Data ini diperoleh dalam empat kelompok suhu yaitu dengan suhu 0⁰C, 26⁰C, 50⁰C, 100⁰C. Hasil pengujian tarik dengan perlakuan suhu dapat ditunjukkan dalam tabel dibawah ini :

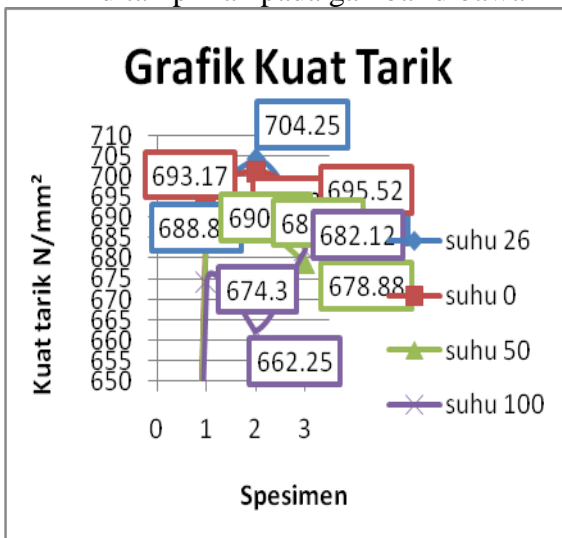
Tabel 2. Hasil pengujian tarik

Perlakuan	No	Kuat Tarik (N/mm ²)	Kuat Luluh (N/mm ²)	Perpanjangan (%)	Kontraksi (%)
0 ⁰ C	1	693,17	413,44	7,48	50,10
0 ⁰ C	2	701,35	428,11	16,34	51,10
0 ⁰ C	3	695,52	409,52	17,68	46,51
Rata-rata		696,68	417,02	13,83	49,23
26 ⁰ C	1	688,84	395,70	18,82	46,25
26 ⁰ C	2	704,25	405,93	19,72	45,71
26 ⁰ C	3	690,33	399,26	11,00	47,51
Rata-rata		694,47	400,29	16,51	46,49

50°C	1	690,01	419,35	14,16	41,26
50°C	2	688,72	398,12	19,90	45,05
50°C	3	678,88	425,87	16,96	51,01
Rata-rata		689,53	414,44	17,00	45,77
100°C	1	674,30	383,91	16,66	40,88
100°C	2	662,25	378,27	19,74	41,19
100°C	3	682,12	381,71	17,64	50,13
Rata-rata		672,89	381,29	18,01	44,06

a. Kuat Tarik (*Tensile Strength*)

Hubungan ketiga material dalam pengujian tersebut digambarkan dalam bentuk grafik kuat tarik seperti ditampilkan pada gambar dibawah ini:

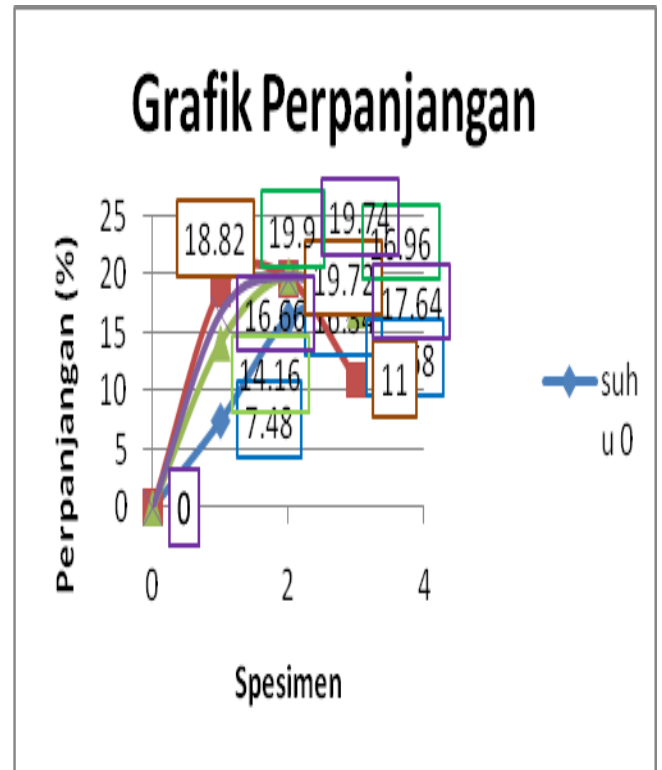


Gambar 4. Grafik kuat tarik

Dari gambar grafik diatas dapat dilihat tegangan tarik minimum ke tiga *spesimen* yang diuji, tegangan tarik dengan suhu 26 °C sebesar 688,84 N/mm², pada suhu 0 °C sebesar 693,17 N/mm² atau naik sebesar 0,63%, pada suhu 50 °C sebesar 678,88 N/mm² atau turun sebesar -2,06%, pada suhu 100 °C sebesar 662,25 N/mm² atau turun sebesar -2,35%. Dari pengujian tarik tersebut dinyatakan bahwa tegangan tarik dengan suhu 0°C lebih tinggi dibandingkan dengan suhu yang lainnya.

b. Perpanjangan (*Elongation*)

Hubungan ketiga *spesimen* dalam pengujian tersebut digambarkan dalam bentuk grafik *elongation* seperti ditampilkan pada grafik dibawah ini.

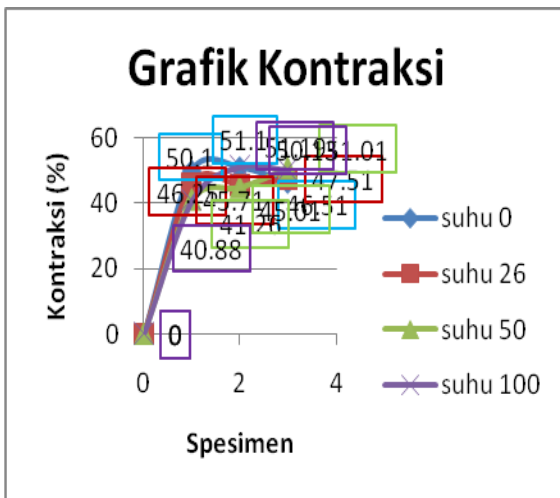


Gambar 5. Grafik Perpanjangan

Dari grafik perpanjangan atau *elongation* diambil rata-rata dengan suhu 26 °C sebesar 16,51%, setelah proses suhu 0 °C menjadi 13,83% mengalami penurunan sebesar -16,23%, adapun untuk suhu 50 °C mengalami kenaikan sebesar 32,92% atau semula -16,23% menjadi 17,00% dan pada proses suhu 100 °C mengalami kenaikan perpanjangan sebesar 18,01% dan mengalami penurunan sebesar 5,94% perpanjangan *spesimen* yang telah dilakukan dengan suhu 100 °C lebih panjang dibandingkan dengan suhu lainnya.

c. Kontraksi

Hubungan ketiga *spesimen* dalam pengujian tersebut digambarkan dalam bentuk grafik kontraksi seperti ditampilkan pada grafik dibawah ini.

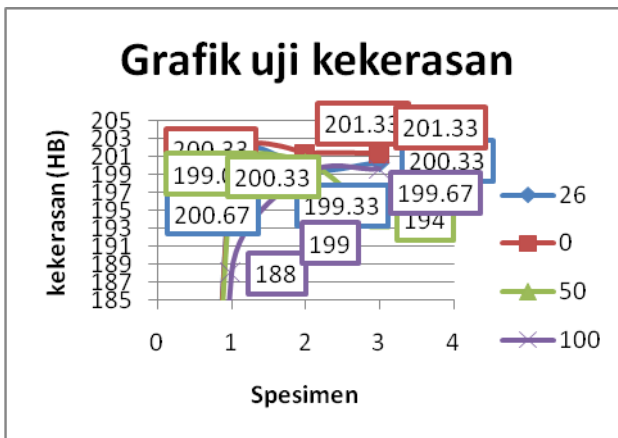


Gambar 6. Grafik kontraksi

Dari gambar grafik kontraksi material *spesimen* dengan suhu 26⁰C sebesar 46,49%, setelah proses dengan suhu 0⁰C menjadi 48,90% atau mengalami kenaikan sebesar 5,18%, setelah proses dengan suhu 50⁰C sebesar 45,27% atau mengalami penurunan sebesar -6,40%, setelah proses dengan suhu 100⁰C menjadi 47,4% atau ada kenaikan sebesar 3,65%. Dari hasil pengujian tarik kontraksi material yang telah dilakukan proses perlakuan suhu 50⁰C lebih kecil penampangnya dibandingkan dengan suhu lainnya.

3. Pengujian Kekerasan

Hubungan ketiga *spesimen* dalam pengujian tersebut digambarkan dalam bentuk grafik uji kekerasan seperti ditampilkan pada grafik dibawah ini.

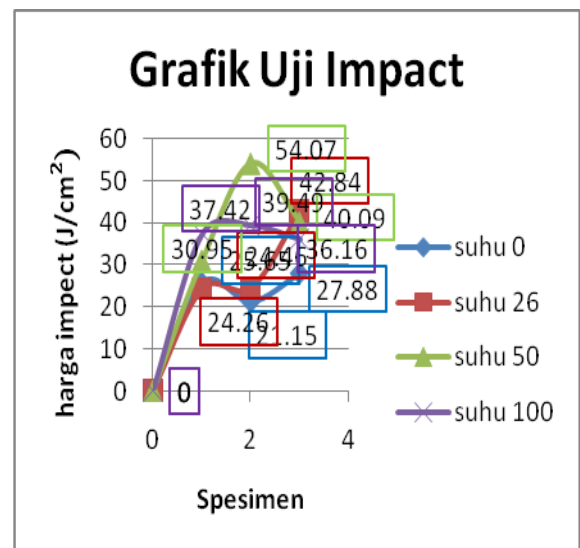


Gambar 7. Grafik Kekerasan

Dilihat dari grafik setiap *spesimen* dikenai tiga titik injakan yang menghasilkan data harga kekerasan dari *spesimen* kelompok suhu 26⁰C, 0⁰C, 50⁰C, 100⁰C. Seperti pada tabel untuk kekerasan *spesimen* suhu 26⁰C sebesar 200,33HB, setelah proses dengan suhu 0⁰C menjadi 200,99HB atau mengalami kenaikan sebesar 0,43% dan setelah suhu 50⁰C menjadi 198HB atau mengalami penurunan sebesar -1,05%, setelah proses dengan suhu 100⁰C menjadi 195,55HB atau mengalami penurunan -1,51% dibandingkan dengan suhu 0⁰C.

4. Pengujian Impact

Hubungan ketiga *spesimen* dalam pengujian tersebut digambarkan dalam bentuk grafik uji *impact* seperti ditampilkan pada grafik dibawah ini.



Gambar 8. Grafik Uji Impact

Dari grafik diatas menunjukkan harga pukul dengan suhu 26⁰C menjadi 30,35 J/cm², setelah proses dengan suhu 0⁰C menunjukkan harga pukul sebesar 24,89 J/cm² atau mengalami kenaikan sebesar 21,93% setelah proses suhu 50⁰C menunjukkan harga pukul sebesar 41,70 J/cm² atau mengalami penurunan sebesar -40,31%, setelah proses dengan suhu

100°C harga pukol menunjukkan 37,69 J/cm² atau mengalami penurunan sebesar 10,63%. Dari hasil pengujian *impact* yang telah dilakukan dengan proses suhu 0°C lebih besar kenaikannya dibandingkan dengan suhu lainnya.

5. Analisa Data

Berdasarkan data yang telah diperoleh, maka langkah selanjutnya menganalisis data tersebut dengan rumus uji *korelasi product moment*. Untuk menghitung uji *korelasi product moment* menggunakan rumus dibawah ini :

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n X_i Y_i - \sum_{i=1}^n X_i \sum_{i=1}^n Y_i}{\sqrt{n \sum_{i=1}^n X_i^2 - (\sum_{i=1}^n X_i)^2} \sqrt{n \sum_{i=1}^n Y_i^2 - (\sum_{i=1}^n Y_i)^2}}$$

Pengambilan data diambil dari hasil penelitian yang disajikan dalam bentuk tabel :

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n X_i Y_i - \sum_{i=1}^n X_i \sum_{i=1}^n Y_i}{\sqrt{n \sum_{i=1}^n X_i^2 - (\sum_{i=1}^n X_i)^2} \sqrt{n \sum_{i=1}^n Y_i^2 - (\sum_{i=1}^n Y_i)^2}}$$

$$r = \frac{4(11983,72) - (176)(2749,91)}{\sqrt{4(13176) - (176)^2} \cdot \sqrt{4(1990850,1) - (2749,91)^2}}$$

$$r = \frac{-4629,28}{5506,265}$$

$$r = -0,8407$$

Dilihat dari perhitungan korelasi antara suhu terhadap kuat tarik dapat disimpulkan bahwa antara suhu dengan kuat tarik terdapat hubungan atau pengaruh negatif dan kuat tarik, ini berarti bahwa jika suhu diperbesar atau dikurangi maka kuat tarik akan menurun atau meningkat.

Pengujian signifikansi koefisien korelasi, selain dapat menggunakan tabel juga dapat dihitung dengan uji t

yang rumusnya ditunjukkan pada rumus berikut :

$$t = \frac{r \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}$$

H₀ = tidak ada hubungan antara suhu terhadap kuat tarik.

H_a = terdapat hubungan antara suhu terhadap kuat tarik.

$$t = \frac{r \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}$$

$$t = \frac{-0,8407 \sqrt{4-2}}{\sqrt{1-(-0,8407)^2}}$$

$$t = \frac{-1,188}{0,294}$$

$$t = -4,04$$

Karena t₀ = -4,04 < t_{0,05(2)} = 2,9200, α = 0,05 (5%) maka H₀ ditolak. Berarti H_a diterima karena terdapat hubungan antara suhu dengan kuat tarik.

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n X_i Y_i - \sum_{i=1}^n X_i \sum_{i=1}^n Y_i}{\sqrt{n \sum_{i=1}^n X_i^2 - (\sum_{i=1}^n X_i)^2} \sqrt{n \sum_{i=1}^n Y_i^2 - (\sum_{i=1}^n Y_i)^2}}$$

$$r = \frac{4(34758,86) - (176)(794,67)}{\sqrt{4(13176) - (176)^2} \cdot \sqrt{4(158284,84) - (794,67)^2}}$$

$$r = \frac{-1002,48}{60930,809}$$

$$r = -0,0164$$

Dilihat dari perhitungan korelasi antara suhu terhadap kekerasan dapat disimpulkan bahwa antara suhu dengan kekerasan terdapat hubungan atau pengaruh negatif dan kekerasan, ini berarti bahwa jika suhu diperbesar atau dikurangi maka kekerasan akan menurun atau meningkat

Pengujian signifikansi koefisien korelasi, selain dapat menggunakan tabel juga dapat dihitung dengan uji t yang rumusnya ditunjukkan pada rumus berikut :

$$t = \frac{r \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}$$

H_0 = tidak ada hubungan antara suhu terhadap kekerasan.

H_a = terdapat hubungan antara suhu terhadap kekerasan.

$$t = \frac{r \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}$$

$$t = \frac{-0,0164 \sqrt{4-2}}{\sqrt{1-(-0,0164)^2}}$$

$$t = \frac{-0,0226}{0,99987}$$

$$t = -0,0226$$

Karena $t_0 = -0,0226 < t_{0,05(2)} = 2,9200$, $\alpha = 0,05$ (5%) maka H_0 ditolak. Berarti H_a diterima karena terdapat hubungan antara suhu dengan kekerasan.

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n X_i Y_i - \sum_{i=1}^n X_i \sum_{i=1}^n Y_i}{\sqrt{n \sum_{i=1}^n X_i^2 - (\sum_{i=1}^n X_i)^2} \sqrt{n \sum_{i=1}^n Y_i^2 - (\sum_{i=1}^n Y_i)^2}}$$

$$r = \frac{4 (6491,52) - (176)(134,26)}{\sqrt{4 (13176) - (176)^2} \cdot \sqrt{4 (4681,77) - (134,26)^2}}$$

$$r = \frac{2336,32}{3903,54}$$

$$r = 0,5985$$

Dilihat dari perhitungan korelasi antara suhu terhadap uji *impact* dapat disimpulkan bahwa antara suhu dengan uji *impact* terdapat hubungan atau pengaruh positif dan iju *impact*, ini berarti bahwa jika suhu diperbesar atau dikurangi maka harga *impactnya* akan menurun atau meningkat

Pengujian signifikansi koefisien korelasi, selain dapat menggunakan tabel juga dapat dihitung dengan uji t yang rumusnya ditunjukkan pada rumus berikut :

$$t = \frac{r \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}$$

H_0 = tidak ada hubungan antara suhu terhadap harga *impact*.

H_a = terdapat hubungan antara suhu terhadap harga *impact*.

$$t = \frac{r \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}$$

$$t = \frac{0,5985 \sqrt{4-2}}{\sqrt{1-(0,5985)^2}}$$

$$t = \frac{0,8462}{0,8011}$$

$$t = 1,056$$

Karena $t_0 = 1,056 < t_{0,05(2)} = 2,9200$ $\alpha = 0,05$ (5%) maka H_0 ditolak. Berarti H_a diterima karena terdapat hubungan antara suhu dengan harga *impact*.

Pembahasan

Dari data hasil penelitian yang ditabulasikan dalam bentuk tabel dan grafik ada perbedaan karakteristik sifat mekanik dari *spesimen* yang diteliti. Dari suhu 26°C dengan suhu 0°C dan yang mengalami proses perendaman air dengan suhu pemanasan 50°C dan yang mengalami proses perendaman air dengan suhu 100°C.

Proses pengujian dengan suhu 26°C menghasilkan sifat mekanik dalam pengujian yang menghasilkan kuat tarik 694,47 N/mm², kekerasan 200,11 HB, dan harga *impact* 24,52 J/cm². Sedangkan dengan suhu 0°C menghasilkan sifat mekanik dalam pengujian yang menghasilkan kuat tarik 696,68 N/mm², kekerasan 200 HB, dan harga *impact* 30,35 j/cm². pada perlakuan suhu 50°C menghasilkan sifat mekanik dalam pengujian yang menghasilkan kuat tarik sebesar 685,82 N/mm², kekerasan sebesar 198,00 HB, dan harga *impact* 41,70 J/cm², dan dengan suhu 100°C menghasilkan sifat mekanik dalam pengujian yang menghasilkan kuat tarik 672,89 N/mm², kekerasan sebesar 195,56 HB, dan harga *impact* 37,69 J/cm².

Proses pengujian dengan suhu 100°C akan mengubah karakteristik baja karbon sedang ST 60 dengan terjadinya bergesernya atom-atom pada baja yang berpengaruh pada sifat mekanik, kekuatan tarik dengan rendaman air dengan suhu 100°C lebih besar -

2,35% yang mengakibatkan perpanjangan bertambah dan keuletan bahan naik dan kekuatan tarik juga naik, sehingga penampang patahan akan terlihat lebih kasar dan lebih getas sedangkan hasil kekerasan sebesar - 1,51% dan harga *impact* 10,63%.

Melihat hasil penelitian diatas telah memberikan gambaran yang jelas bahwa kelompok penelitian dari perlakuan suhu pada baja karbon sedang ST 60 yang direndam air dengan suhu 100⁰C, suhu ruang dengan suhu 26⁰C, lalu yang direndam air es dengan suhu 0⁰C dan yang direndam air dengan suhu 50⁰C memberikan hasil yang baik pada perlakuan suhu air yang direndam dengan suhu 100⁰C dibanding dengan suhu 0⁰, 26⁰, 50⁰.

Dilihat dari kejadian pengujian diatas menunjukkan bahwa dengan proses perendaman air dengan suhu 100⁰C bahan akan keras dan cenderung getas sehingga perpanjangan dan reduksi penampang hampir tidak ada dan bentuk penampang patahannya *flat*. Sehingga kekuatannya tinggi dibandingkan dengan suhu 0⁰, 26⁰, 50⁰. *Spesimen* mengalami kenaikan kekuatan tarik, kekerasan dan harga *impact*.

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada perbandingan suhu 100⁰C, 50⁰C,

26⁰C dan 0⁰C dengan diambil rata-rata dari tiga buah *spesimen* yang diberi perlakuan suhu.

E. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dari pengujian dan evaluasi data serta pembahasan pada proses suhu ruang 0⁰C, suhu 26⁰C, suhu 50⁰C, suhu 100⁰C terhadap sifat – sifat mekanik dapat di ambil kesimpulan bahwa:

1. Hubungan antara suhu dengan kuat tarik ada hubungan negatif antara suhu dengan kuat tarik, pada uji korelasi $r = 0,8407$ dan $t_h = - 4,04 < \text{dari } t \text{ tabel} = 2,92$, Berarti H_a diterima karena terdapat hubungan negatif antara suhu dengan kuat tarik.
2. Hubungan antara suhu dengan kekerasan ada hubungan negatif antara suhu dengan kekerasan, pada uji korelasi $r = 0,0164$ dan $t_h = - 0,0226 < \text{dari } t \text{ tabel} = 2,92$, Berarti H_a diterima karena terdapat hubungan negatif antara suhu dengan kekerasan.
3. Hubungan antara suhu dengan harga *impact* ada hubungan positif antara suhu dengan harga *impact*, pada uji korelasi $r = 0,5985$ dan $t_h = 1,056 < \text{dari } t \text{ tabel} = 2,92$, Berarti H_a diterima karena terdapat hubungan positif antara suhu dengan harga *impact*.

DAFTAR PUSTAKA

- Amstead, B.H. 1997. *Teknologi Mekanik Jilid 1*. Erlangga. Jakarta.
- Asfarizal, *Pengaruh Temperatur yang ditinggikan Terhadap Kekuatan Tarik Baja Karbon Rendah*, 2008, vol. 2 ISSN: 0854 – 847
- B.J.M. Beumer. 1978. *Ilmu Bahan Logam Jilid 1*. Bratara Karya Aksara. Jakarta.
- B.J.M. Beumer. 1978. *Ilmu Bahan Logam Jilid 2*. Bratara Karya Aksara. Jakarta.
- Dieter. E, George. 1993. *Metalurgi Mekanik*. Edisi tiga. Erlangga. Jakarta.
- Hadi. Q, *Pengaruh Perlakuan Panas Pada Baja Konstruksi ST37 Terhadap Distorsi, Kekerasan dan Perubahan Struktur Mikro*. 2010, SNTTM ke-9.
- Honing. J. G.J, Weetzel. 1953. *Baja Bangunan*. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Kade, IGA Suriadi, *Prediksi Laju Korosi dengan Perubahan Besar Derajat Deformasi Plastik dan Media Pengkorosi Pada Material Baja Karbon*, 2007, vol. 1 (1-8)

Lagiyono, 2006, *Pengetahuan Bahan*, Universitas Pancasakti Tegal.

Supranto, 2009, *Statistik Teori dan Aplikasi*, Jilid 2, Erlangga.

Syamsul Arifin, 1982, *Ilmu Logam Jilid I*. Ghalia Indonesia. Jakarta.

Smallman, R.E. R.J. Bishop, 2000. *Metalurgi Fisik Modern dan Rekayasa Material*. Edisi enam. Erlangga. Jakarta.

Riduwan, 2008, *Metode dan Teknik Penyusunan Tesis*. Alfabeta. Bandung.