

PENGARUH PERLAKUAN PANAS BAJA AISI 1029 DENGAN METODA QUENCHING DAN MEDIA PENDINGIN TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN MAKRO STRUKTUR

Oleh :

Nofriady. H¹ dan Sudarisman²

Jurusan Teknik Mesin¹ - Mahasiswa Teknik Mesin²
Jl. Gajah Mada Kandis Nanggalo Padang - 25143
Institut Teknologi Padang

Abstrak

Perkembangan teknologi terutama dalam pengerasan logam mengalami kemajuan yang sangat pesat. Proses perlakuan panas adalah kombinasi dari operasi pemanasan dan pendinginan dengan kecepatan tertentu yang dilakukan terhadap logam atau paduan dalam keadaan padat, sebagai suatu upaya untuk memperoleh sifat-sifat tertentu. Proses perlakuan panas pada dasarnya terdiri dari beberapa tahapan, dimulai dengan pemanasan sampai ke temperatur tertentu, lalu diikuti dengan penahanan selama beberapa saat, baru kemudian dilakukan pendinginan dengan kecepatan tertentu. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui morfologi permukaan patah yang terjadi pada metoda perlakuan panas dengan media pendinginan air dan oli terhadap makro struktur logam. Hasil pengujian kekuatan bahan memperlihatkan bahwa nilai kekuatan tertinggi terdapat pada spesimen uji yang diberi perlakuan panas pada temperatur 820^oC dengan nilai kekuatan 972 MPa dan nilai kekuatan terkecil pada spesimen dengan media pendingin oli 563 MPa. Kekerasan bahan tertinggi terdapat pada spesimen uji yang diberi perlakuan panas pada temperatur 820^oC dengan media pendingin air yaitu 299 VHN. Secara makro struktur permukaan patah menunjukkan patah ulet adalah sampel dengan media pendingin oli dan sebaliknya patah getas pada media air.

Kata kunci : Baja AISI 1029, perlakuan panas, sifat mekanik, makro struktur, quenching.

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi terutama dalam pengerasan logam mengalami kemajuan yang sangat pesat. Kendaraan adalah suatu sistem yang tersusun atas material-material, masing-masing dengan karakteristik yang cocok untuk pemrosesan bentuk yang sesuai dalam perakitan, dan sifat yang spesifik untuk pemakaian. Salah satunya adalah pada bodi kendaraan yang tersusun atas material logam. Logam dikenal karena konduktivitas termal dan listriknya yang tinggi. Logam tidak tembus cahaya, dan umumnya dapat dipoles hingga mengkilat. Umumnya, meski tidak selalu, logam relatif berat dan mampu dibentuk. Baja karbon digolongkan menjadi tiga kelompok berdasarkan banyaknya karbon yang terkandung dalam baja yaitu : 1. Baja karbon rendah (*low carbon steel*) mengandung karbon antara 0,025% – 0,25% C, 2. Baja karbon menengah (*medium carbon steel*) mengandung karbon antara 0,25% - 0,55% C dan 3. Baja

karbon tinggi (*high carbon steel*) mengandung kadar karbon antara 0,56% -1,7% C. Proses perlakuan panas (*heat treatment*) adalah kombinasi dari operasi pemanasan dan pendinginan dengan kecepatan tertentu yang dilakukan terhadap logam atau paduan dalam keadaan padat, sebagai suatu upaya untuk memperoleh sifat-sifat tertentu. Proses perlakuan panas pada dasarnya terdiri dari beberapa tahapan, dimulai dengan pemanasan sampai ke temperatur tertentu, lalu diikuti dengan penahanan selama beberapa saat, baru kemudian dilakukan pendinginan dengan kecepatan tertentu. Dalam hal ini peneliti mencoba untuk mengangkat pengembangan proses dan perlakuan baja untuk mendapatkan sifat mekanik yang optimal dalam aplikasi bagian kendaraan, dimana peneliti lebih terfokus untuk membahas pengaruh perlakuan panas Baja AISI 1029 dengan media pendingin air dan oli terhadap kekuatan dan kekerasan.

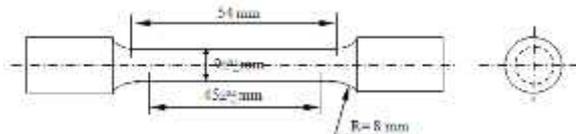
METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen yang dilakukan di Lab. Metalurgi FT-UNAND dengan penekanan pada karakteristik uji tarik. Kategori rancangan percobaan yang dipilih adalah *Pre Experimental Designs* bertipe *Static Group Comparisons*, jadi ada kelompok percobaan/eksperimen dan kelompok kontrol. Kelompok eksperimen terdiri dari sampel yang telah mengalami perlakuan panas yaitu sampel uji tarik berjumlah 13 sampel. Eksperimen untuk kelompok kontrol (*raw materials*) dilakukan sebagai pembandingan sebanyak 3 sampel, bagaimanakah perbedaan permukaan patah yang terjadi antara material yang telah di beri perlakuan panas dengan media pendingin air dan oli terhadap material yang tidak mengalami perlakuan panas.

Sampel pengujian sebelumnya telah dilakukan uji komposisi untuk mengetahui komposisi kimia yang terkandung didalamnya. Komposisi kimia bahan seperti pada Tabel 1. Komposisi baja karbon menurut standar AISI–SAE untuk sampel dalam penelitian ini adalah baja AISI 1029 seperti Tabel 2. Sampel untuk uji tarik terlebih dahulu dibuat dengan menggunakan mesin bubut konvensional menurut standart ASTM E8M seperti terlihat pada Gambar 1.

Dimensi bahan :

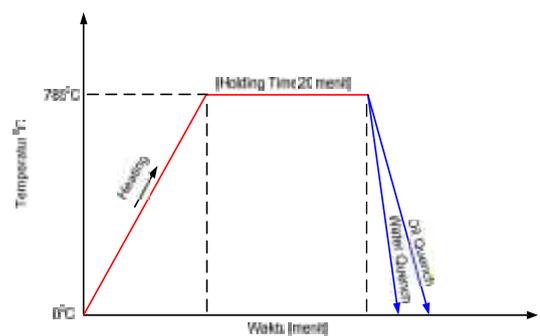
Panjang awal (Lo)	= 54 mm
Diameter awal (Do)	= 9 mm
Jari-jari (R)	= 8 mm
Batas jarak putus (G)	= 45 mm
Diameter batang (D)	= 12 mm



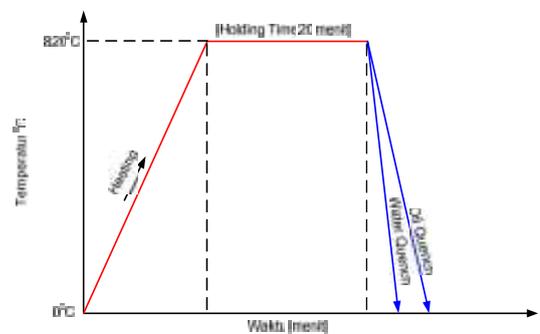
Gambar 1. Dimensi dan foto sampel untuk uji tarik menurut standart ASTM E8M.

Pada gambar 1, sebelum uji tarik dilakukan, proses perlakuan panas pada sampel telah

menggunakan tungku pemanas (*furnace*) model L15/11/P320. Proses perlakuan panas dilakukan terhadap 13 sampel uji melalui pemanasan dalam dapur pemanas dengan suhu pemanasan masing-masing 785^oC, dan 820^oC. Kemudian sampel ditahan (*holding time*) selama 20 menit dan di dinginkan pada media air dan oli. Sampel yang didinginkan yaitu 3 sampel ke media air dan 3 sampel ke media oli. Untuk pembandingan sampel tanpa perlakuan sebanyak 1 sampel. Grafik proses perlakuan panas dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3. Alat yang dipakai untuk melakukan uji tarik pada sampel adalah mesin UTM (*Universal Testing Machine*) model RAT-30P.



Gambar 2. Grafik proses perlakuan panas pada temperatur 785^oC.



Gambar 3. Grafik proses perlakuan panas pada temperatur 820^oC.

Tabel 1. Komposisi kimia sampel (wt%).

C	S	P	Mn	Ni	Cr	Mo	Fe
0.27	0.027	0.037	0.59	0.06	0.1	0.011	98.3

(Sumber : Lab. Metalurgi Fisik FT. UNAND)

Tabel 2. Komposisi baja karbon menurut standart AISI – SAE.

Designation		Cast or heat chemical ranges and limits ⁽¹⁾ , %			
UNS No.	SAE-AISI No.	C	Mn	P max	S max

0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

(Sumber: Metals Handbook Desk Edition, Pp 413)

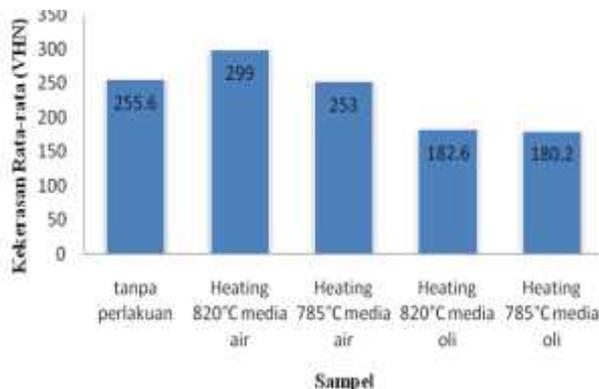
HASIL DAN PEMBEHASAN

Dari hasil eksperimen yang dijalankan, didapatkan data hasil uji seperti terlihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Data hasil uji kekerasan

Perlakuan	Kekerasan Rata-rata (VHN)
Tanpa perlakuan	255.6
Heating 820°C media air	299
Heating 785°C media air	253
Heating 820°C media oli	182.6
Heating 785°C media oli	180.2

(Sumber : Lab. Teknik Mesin UNAND)



Gambar 4. Grafik hubungan nilai kekerasan rata – rata dengan spesimen diberi perlakuan dan tanpa perlakuan.

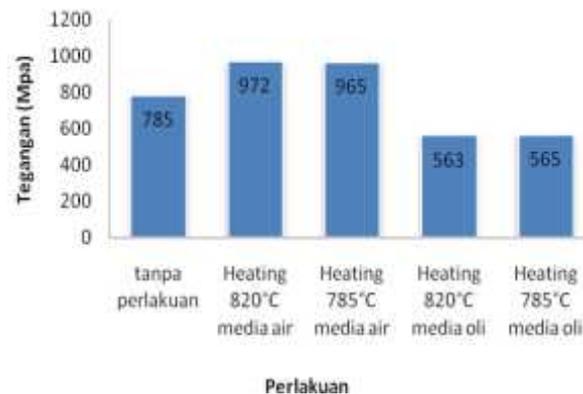
Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa nilai kekerasan sebelum diberikan perlakuan dan setelah diberikan perlakuan panas meningkat, pada temperatur 785°C ke 820°C kemudian dilakukan celup dalam media pendingin air dan oli. Nilai kekerasan spesimen yang tidak diberikan perlakuan memiliki nilai kekerasan rata – rata adalah 255,6 VHN, spesimen yang diberikan perlakuan panas pada temperatur

785°C kemudian celup ke media pendingin air memiliki nilai kekerasan rata – rata 253 VHN dan ke media pendingin oli memiliki kekerasan rata – rata sebesar 180 VHN, sedangkan pada temperatur 820°C ke media pendingin air memiliki nilai kekerasan rata – rata 299 VHN dan Oli 182 VHN.

Pengujian Tarik

Tabel 4. Nilai hasil tegangan rata-rata pada sampel uji tarik.

Perlakuan	Tegangan rata-rata mak. (Mpa)	Elongation (%)
Tanpa perlakuan	784	9,3
Heating 820°C media air	972	8,9
Heating 785°C media air	965	14,2
Heating 820°C media oli	563	22,8
Heating 785°C media oli	565	22,9



Gambar 5. Grafik hubungan antara Tegangan dengan spesimen tanpa perlakuan dan diberi perlakuan.

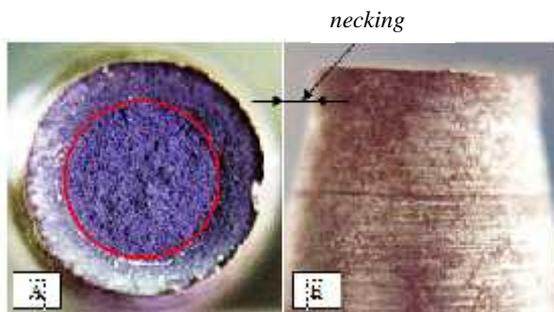
Pada gambar 5 terlihat bahwa baja AISI 1029 mengalami kenaikan nilai kekuatan pada spesimen yang diberi perlakuan dengan media pendingin air kemudian mengalami penurunan kekuatan dengan media pendingin oli. Ini disebabkan karena pendinginan di air lebih cepat mengalami perubahan struktur pada logam dibanding pendinginan dengan media oli.

Sebelum diberi perlakuan, kekuatan maksimum baja adalah sebesar 800 MPa, kemudian setelah diberi perlakuan panas pada temperatur 785°C dengan media pendingin air kekuatan maksimumnya menjadi 965 MPa. Pada media pendingin oli, kekuatan

maksimumnya 576 MPa, ini adalah lebih rendah kekuatannya. Untuk perlakuan panas pada temperatur 820°C dengan media pendingin air kekuatan bahan 972 MPa, dan ini kekuatannya lebih tinggi jika dibandingkan dengan media oli.

Analisa Struktur Makro

Bentuk permukaan patah Baja secara struktur makro pada pembesaran 300X terlihat pada Gambar 6 (tanpa perlakuan).

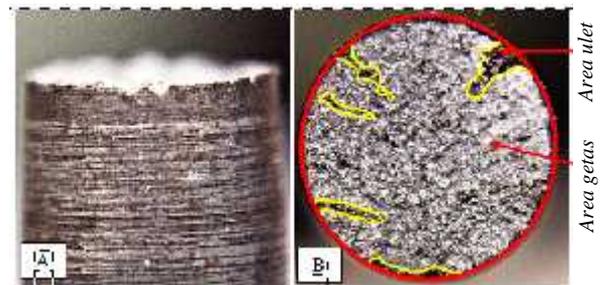


Gambar 6. Permukaan patah sampel uji tarik tanpa perlakuan, (a). tampak atas, (b). samping.

Pada gambar 6(a), terlihat bahwa permukaan patah diluar garis merah, butiran terlihat buram dan menyerap cahaya, dimana patahan merambat atau memotong pada batas butir (*Intragranular*). Area dalam garis merah menunjukkan permukaan patah relatif tegak lurus () terhadap tegangan tarik dan patahan merambat atau memotong butir (*transgranular*). Gambar 6(b), dimana terjadi pengecilan penampang (*necking*) pada patahan sehingga adanya reduksi luas penampang patahan yang diakibatkan tegangan uniaksial. Persentase luas area ulet sebesar 31,8% dan area getas 68,2% sehingga patah sampel ini termasuk patah ulet menjadi getas (*Ductile to Brittle Tansion*). Dari gambar tersebut rata-rata tegangan tarik UTS = 784 Mpa, kekerasan = 255,6 VHN dan presentase *Elongation* = 9,3%.

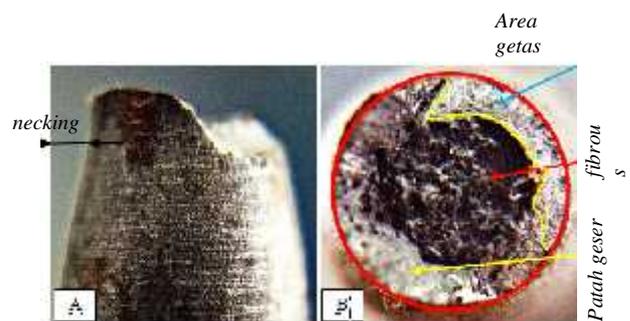
Analisa permukaan patah.

Pada gambar dibawah menunjukkan hasil permukaan patah uji tarik dengan perlakuan panas pada suhu 820°C dengan media pendingin air.



Gambar 7, Permukaan patah sampel uji tarik heating 820°C media air.

Pada gambar 7(a), menunjukkan patah relatif tegak lurus () dan terjadinya pengecilan penampang hanya sedikit. Gambar 7(b) terlihat penampilan patahan butirannya kasar dan mengkilap (*granular*). Mode kristalografinya adalah pembelahan dimana perpatahan merambat sepanjang bidang-bidang kristalin membelah atom-atom material. Permukaan patah pada sampel ini mengandung campuran kombinasi patah ulet dan getas seperti yang ditunjukkan tanda panah pada gambar (b), dimana area patah terlihat buram, sedangkan area patah terlihat *granular* atau mengkilap adalah area getas. Persentase luas regangan kepatahan yang terjadi pada sampel ini yaitu area ulet sebesar 5,2% dan area getas 94,8%. Dari persentase luas regangan patahan yang lebih dominan adalah area getas daripada area ulet sehingga sampel ini termasuk patah getas.



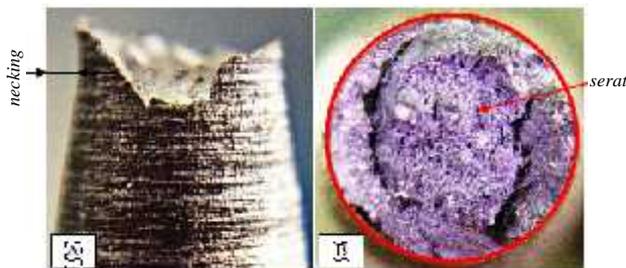
Gambar 8, Permukaan patah sampel uji tarik heating 820°C media oli.

Gambar 8(a), terjadi *necking* sehingga adanya reduksi atau pengecilan luas penampang patahan. Gambar 8(b) terlihat penampilan patahan berserat dan menyerap cahaya yang ditunjukkan tanda panah merah. Mode kristalografinya adalah geser dimana perpatahan merambat melalui batas butir yang ditunjukkan tanda panah kuning. Pada area didalam garis kuning mengalami patah

pembelahan merambat melalui butir. Permukaan patah mengandung campuran patah ulet dan patah getas seperti yang ditunjukkan pada gambar 8(b) dimana area getas yang terlihat butiran halus dan mengkilap dan ada juga diluar area garis kuning terlihat menyerap cahaya dan mode kristalografinya adalah geser. Persentase luas regangan patahan yang terjadi pada sampel ini adalah patah ulet 87,2% dan patah getas 12,8%. Dari persentase luas regangan patahan yang lebih dominan adalah area ulet dari pada area getas sehingga sampel ini mengalami patah ulet.

Analisa permukaan patah heating 785°C media oli.

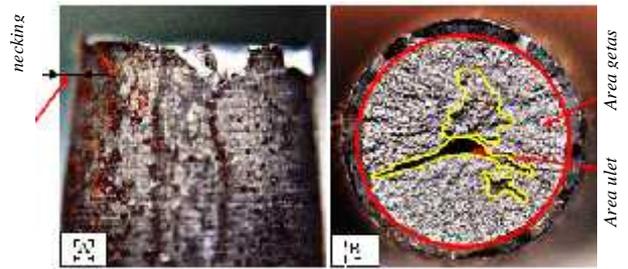
Pada gambar dibawah ini menunjukkan hasil permukaan patah uji tarik dengan perlakuan panas pada suhu 785°C media pendingin oli.



Gambar 9. Permukaan patah sampel uji tarik heating 785°C media oli.

Pada gambar 9(a), terjadinya *necking* sehingga adanya reduksi atau pengecilan luas penampang pada patahan. Gambar 9(b) terlihat penampilan patahan berserat dan menyerap cahaya yang ditunjukkan tanda panah merah. Mode kristalografinya adalah geser dimana perpatahan merambat melalui batas butir. Persentase luas regangan kepatahan yang terjadi pada sampel ini patah ulet 100% dan patah getas 0%. Dari persentase luas regangan patahan yang lebih dominan adalah area ulet dari pada area getas sehingga sampel mengalami patah ulet.

Analisa permukaan patah heating 785°C media air.



Gambar 10. Permukaan patah sampel uji tarik heating 785°C media air.

Pada gambar 10(a), menunjukkan patah relatif tegak lurus () dan diawali patah geser sehingga terjadi mekanisme *necking*. Gambar 10(b) terlihat penampilan patahan butirannya kasar. Mode kristalografinya adalah pembelahan dan geser dimana perpatahan merambat sepanjang bidang-bidang kristalin melalui butir dan merambat melalui batas butir. Permukaan patah pada sampel ini mengandung kombinasi patah ulet dan getas seperti yang ditunjukkan tanda panah pada gambar 10(b) dimana area patah yang terlihat buram atau menyerap cahaya adalah pada area ulet, sedangkan area yang terlihat kasar adalah area getas. Persentase luas regangan kepatahan yang terjadi pada sampel ini area ulet 20,8% dan getas 79,2%. Dari persentase luas regangan patahan yang lebih dominan adalah area getas dari pada area ulet sehingga sampel termasuk patah getas.

Secara analisa permukaan patah dengan melihat bentuk permukaan sampel uji tarik terlihat bahwa terjadi perbedaan luas penampang pada permukaan sampel yang mengalami putus. Seringkali permukaan patahan mengandung kombinasi antara patah berserat dan granural, dan biasanya masing-masing jenis dinyatakan dalam persentase luas permukaan. Dari hasil uji tarik dan kekerasan yang telah dilakukan dari nilai yang didapat sampel *heating* pada 785°C pada media pendingin air berbanding terbalik dengan sampel tanpa perlakuan dimana nilai keuletan tanpa perlakuan 9,3% sedangkan *heating* 785°C media air 14,2%, tetapi setelah dilakukan analisa permukaan patah terlihat sampel *heating* 785°C media air termasuk dalam kategori patah getas dan lebih keras dari sampel tanpa perlakuan. Dalam pengujian ini

dapat dilihat bahwa yang lebih mempengaruhi perubahan sifat mekanik dan bentuk permukaan patah adalah pendinginan dengan media pendingin pada oli.

KESIMPULAN

1. Kekerasan yang tertinggi terdapat pada spesimen uji yang diberi perlakuan panas pada temperatur 820⁰C dengan media pendingin air 299 VHN.
2. Hasil pengujian kekuatan bahan memperlihatkan nilai kekuatan tertinggi terdapat pada spesimen uji yang diberi perlakuan panas pada temperatur 820⁰C dengan nilai kekuatan 972 MPa dan nilai kekuatan terkecil terdapat pada spesimen dengan media pendingin oli 563 MPa.
3. Secara makro struktur permukaan patah menunjukkan patah ulet adalah sampel dengan media pendingin oli dan sebaliknya patah getas pada media air.
4. Seringkali permukaan patahan mengandung kombinasi antara patah berserat dan granural atau ulet dan getas.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Andik Yudianto, 2013. *Carbon Steels (C-Mn Steels)*. <http://extractivemetallurgy.blogspot.com>
- [2] Alois Schonmetz., Karl Gruber., 1985. *Pengetahuan Bahan Dalam Pengerjaan Logam*. Bandung: Angkasa.
- [3] Joseph R. Davis., 1998. *Metals Handbook Dest Edition*. ASM International Handbook Committee. Pp 413.
- [4] Khairil Munawir., 2013. *Sifat - sifat Mekanik Logam*. <http://sekolah007.blogspot.com>.
- [5] Lawrence H., Van Vlack., 2001. *Elemen-elemen Ilmu dan Rekayasa Material*. Edisi Keenam. Jakarta: Erlangga.

- [6] Nofriady. H, 2012. *Jurnal Teknik Mesin Analisa Kekerasan pada Tarikan 2%, 4% dan 8% Baja Base dan Baja Cu untuk Mendapatkan Kekerasan pada r dan r'*. Vol. 1, No. 2, pp 30-33.
- [7] Pungkas Rahmatullah., 2012. *Perlakuan Panas (Heat Treatment)*. <http://blog.ub.ac.id>.
- [8] R.E. Smallman., R.J. Bishop., 2000. *Metalurgi Fisik Modern dan Rekayasa Material*. Edisi Ke-enam. Jakarta : Erlangga.
- [9] R.E Smallman, 1991. *Metalurgi fisik modern*. Edisi Ke-empat, Jalarta, Gramedia Pustaka.
- [10] Yosi Darmawansyah., *Jenis-jenis Baja (Types Of Steel)*. <http://www.scribd.com>.
- [11] *AISI 1029 Carbon Steel (UNS G10290)*. 2012. <http://www.azom.com/article>.