

PENGARUH MEDIA PENDINGINAN TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN SIFAT MEKANIK SETELAH PEMANASAN 850°C PADA BAJA STAINLESS STEEL 420

Sumiyanto¹⁾ Turbo Sato²⁾

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri,
Institut Sains dan Teknologi Nasional
Jakarta Selatan, Telp: 021-7270090
email : sumiyanto@istn.ac.id

ABSTRACT

At most Steel is weared upon which industry where some, determined by its economy value, but top-drawer because which vary characteristic of-in character. In its use it is important to know excess and strongness owned by steel in order to in accordance with its function and usefulness. To get desired characteristics from steel referred as, then needed structure that fit in with chemical composition and heat treatment correct. Testing will use steel type stailless steel 420, that test consist of elementary significant its and significant in common but accept heat treatment as high as 850°C holding time 1 hour with refrigeration media that different each other (water and air). Matter taken is chemical composition test, micro structure test, heat treatment, mechanical characteristic test of (violence Vickers) last micro structure test again. Its target to see mechanical denaturing and micro structure from process referred as. Testing Result is got from a result that is influence heat treatment with refrigeration that different each other (water and air), then violence value with water refrigeration that is 210 HVs and violence value with air refrigeration that is 183 HVs. Analysis of test data result metallografi from two sampels in common, then before the happening of heat treatment this significant is categorized within class type martensite S 420, there will be ferrite elementary body and pearlite that seen at picture, last after significant is given heat treatment with air refrigeration. Significant experiences of change that is elementary body the return austenit (?), whereas micro refrigeration of structure water even also experiences of change from elementary sampel and difference at sampel air refrigeration although still existence of elementary body austenit and ferrite. Difference that resulted can be seen its the truth from violence test on the two sampel and violence value at sampel water refrigeration higher than value of air refrigeration violence.

Keyword: Holding Time, Micro Stuktur, Vickers, Heat Treatment, Ferrite, Pearlite, Martensite, Austenit, Metallografi.

1. Pendahuluan

Baja paling banyak di pakai sebagai bahan industri dimana sebagian ditentukan oleh nilai ekonominya tetapi yang paling penting karena sifat-sifatnya yang bervariasi. Keanekaragaman sifat-sifat baja dikarenakan adanya faktor-faktor yang menentukan, antara lain

faktor fasa, faktor unsur kimia, ukuran dan bentuk senyawa.

Dalam penggunaannya perlu diketahui kelebihan dan ketangguhan yang dimiliki baja agar sesuai dengan fungsi dan kegunaannya. Maka dilakukan pengujian sifat mekanik pada material yaitu baja stainless steel 420, lalu material akan

diberikan perlakuan panas pada temperatur 850⁰C dengan proses pendinginan yang berbeda-beda (air dan udara) yang bertujuan untuk mengetahui sifat mekanik dan struktur mikro pada material sebelum perlakuan panas, mengetahui pengaruh perlakuan panas pada sifat mekanik dan struktur mikro pada material dan mengetahui pengaruh media pendingin terhadap sifat mekanik dan struktur mikro pada material sesudah perlakuan panas.

2. Studi Pustaka

1. Besi dan Baja

Material dibagi menjadi dua kelompok yaitu logam dan non logam kemudian logam dibagi lagi menjadi dua:

- ◆ Ferro
- ◆ Non Ferro

a. Logam besi/baja (Ferrous Metal & Alloys)

- 1) Baja Karbon
- 2) Baja Paduan
- 3) Baja Spesial untuk perkakas
- 4) Besi Tuang

b. Logam bukan besi/baja (Non-Ferrous Metals & Alloys)

- 1) Logam Alumunium dan paduan
- 2) Logam Tembaga dan paduan
- 3) Paduan Nikel
- 4) Paduan Titanium
- 5) Paduan Cobalt

c. Unsur-unsur pepadu yang terkandung dalam baja

Unsur-unsur pepadu yang terkandung dalam baja akan mempengaruhi sifat dari baja tersebut, oleh karena itu biasanya baja yang sebelum digunakan untuk keperluannya dilihat lebih dulu unsur-unsur yang terkandung dari baja tersebut, karena masing-

masing unsur memiliki sifat dan karakteristik yang berbeda. Jenis unsur-unsur yang terkandung dalam baja dan karakteristiknya:

- 1) Carbon (C)
- 2) Mangan (Mn)
- 3) Silikon (Si)
- 4) Sulfur (S)
- 5) Phosphor (P)

Pengaruh unsur-unsur lainnya:

- 1) Chrom (Cr)
- 2) Molebdenum (Mo)
- 3) Nikel (Ni)
- 4) Columbium (Cb) dan Titanium (Ti)
- 5) Nitrogen (N)
- 6) Vanadium (V)
- 7) Tembaga (Cu)
- 8) Cobalt (Co)

d. Baja tahan korosi/karat (Stainless Steel)

Baja tahan karat atau *Stainlees Steel* merupakan baja paduan yang dibuat dengan tujuan memiliki terhadap serangan korosi, selain dari ketahanan korosi yang sangat baik juga kemampuan untuk dibentuk (*Formability*), memiliki kekuatan yang baik pada temperatur tinggi.

e. Pengelompokan baja tahan Karat

Tiga klasifikasi umum yang digunakan untuk identifikasi dari baja tahan karat adalah:

- 1) Struktur Metalurgi
- 2) Sistem penomoran AISI (seri 200, 300, dan 400)
- 3) UNS (*Unified Numbering System*)

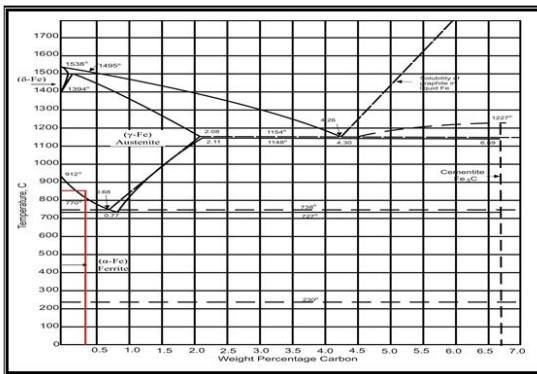
Berdasarkan struktur metalurgi, klasifikasi dari baja tahan karat terdiri dari:

- 1) Austenitic Stainless Steel (16 - 26 % Cr dan 6 - 22 % Ni)

- 2) Martensit Stainless Steel (12 - 18 % Cr dan 0,12 - 1,2 % C)
- 3) Ferritic Stainless Steel (10,5 - 30 % Cr dan kadar C yang rendah)
- 4) Dupleks Stainless Steel (23 - 30 % Cr dan 2,5 - 7 % Ni)
- 5) Precipitation-Hardening Stainless Steel (10 - 18 % Cr dan 4 - 25 % Ni)

2. Baja tahan karat Martensit Stainless Steel 420

Baja tahan karat martensit 420 adalah memiliki karbon lebih tinggi dari pada 410. Dan memiliki kekerasan yang lebih tinggi di kelompok stainless steel martensit. Jenis stainless steel 420 mempunyai pengerjaan mesin yang baik dan mempunyai sifat tahan karat yang tinggi. Stainless steel 420 di rekomendasikan tidak digunakan perubahan temperatur diatas temperatur yang relevan karena akan mengalami pengurangan sifat mekanis, batas temperturnya 650°C, karena akan mengalami perubahan sifat mekanik.



Gambar 1. Diagram Fasa Fe - C

3. Metodologi Penelitian

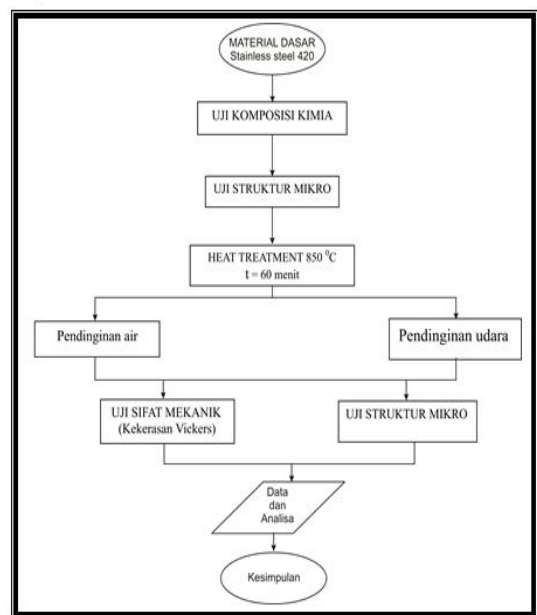
1. Alir Proses Penelitian

Penelitian dilakukan terhadap material yaitu baja *Stainless Steels* 420, yang mengalami perlakuan panas dan material yang tidak mengalami perlakuan panas.

Penelitian diatas dimulai dengan preparasi (persiapan) material yang dibentuk menurut standar uji, selanjutnya dilakukan proses *hardening* dengan temperatur 850°C dengan proses pendinginan yang berbeda-beda (air dan udara)

Proses penelitian yang dilakukan dapat diuraikan seperti terlihat pada gambar 1

- a. Pembuatan sampel benda uji sampel benda uji yang dibuat yaitu:
 - 1) Uji Komposisi Kimia
 - 2) Uji Struktur Mikro (*metalografi*)
 - 3) Uji Kekerasan
- b. Proses *Heat Treatment* Proses *heat treatment* yang dilakukan adalah *hardening* dengan temperatur 850°C dengan *holding time* 1 jam dan pendinginan menggunakan air dan udara (*quenching*).
- c. Pemeriksaan dan pengujian sifat mekanik
 - 1) Uji kekerasan Vickers
 - 2) Uji struktur mikro (*metallografi*)
- d. Pengumpulan data dan analisa
- e. Kesimpulan dan saran



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2. Persiapan Sampel

Bahan yang dipilih sebagai objek penelitian adalah baja Stainless Steels 420 dengan komposisi kimia sebagai berikut yang terdapat pada tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Kimia Pada Sample

Kode Sample	C (%)	Si (%)	S (%)	P (%)	Mn (%)	Ni (%)	Cr (%)
SS 420	0.310	0.267	<0.005	<0.003	0.527	0.510	13.3
	Mo (%)	Ti (%)	Cu (%)	Nb (%)	V (%)	Al (%)	Fe (%)
	0.138	0.003	0.105	0.017	0.037	0.008	84.6

Tabel 2. Komposisi Kimia Tipe 420

Type Martensit	UNS designation	Composition, % (a)								
		C	Mn	Si	Cr	Ni	P	S	Other	
420	S42000	0.15 min	1.0 0	1.0 0	12.0-14.0	-	0.04	0.03	-	
420F	S42020	0.15 min	1.2 5	1.0 0	12.0-14.0	-	0.06	0.15 min	0.6 Mo(b)	

Keterangan :

- (a) Nilai tunggal adalah nilai maximum kecuali kalau sebaliknya menunjukkan.
- (b) Boleh memilih.

Dari tabel 2. maka kita dapat tentukan bahwa material ini termasuk klasifikasi jenis baja stainless steels 420 biasa, dilihat dari jumlah kadar karbon serta unsur lain yang dimiliki .

Sampel kemudian dipreparasi untuk dijadikan spesimen uji, spesimen yang dibuat yaitu terdiri dari:

1. Spesimen untuk uji komposisi kimia dan struktur mikro (metallografi)
2. Spesimen uji kekerasan

Setelah terbentuk spesimen benda uji, diberikan perlakuan panas yaitu *Hardening* dengan temperatur 850°C dengan *Holding Time* (waktu tunggu) selama 1 jam kemudian di *quenching* dengan menggunakan media air dan udara. Tujuan

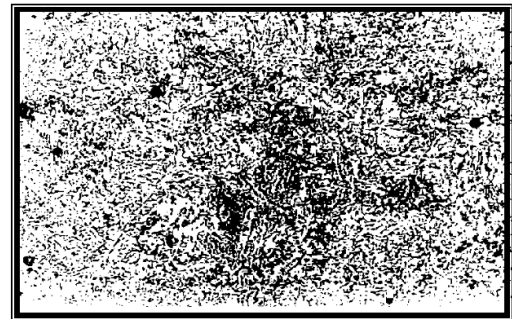
heat treatment untuk melihat perubahan sifat mekanik (kekerasan) serta struktur mikro pada material.

Pengumpulan Dan Pengolahan Data

1. Data hasil metallografi

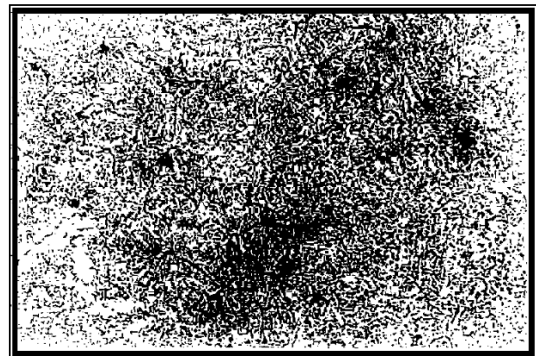
Pengujian metallografi tujuan untuk mengetahui struktur mikro pada material yang tidak mengalami perlakuan panas dan yang mengalami perlakuan panas apakah terjadi perubahan dan perbedaan diantara material tersebut.

Hasil pengujian metallografi sebelum terjadinya heat treatment (gambar 3.)

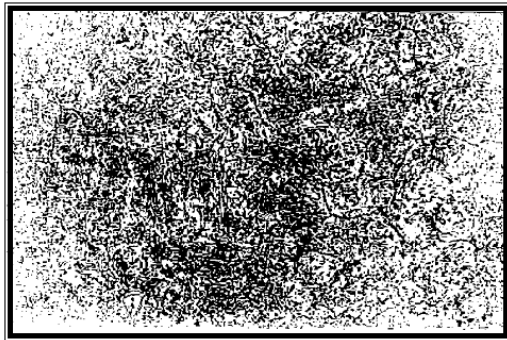


Gambar 3. Struktur Mikro Baja Tahan Karat SS 420 Perbesaran 500 x

Hasil metallografi setelah dilakukan heat treatment pada temperatur 850 °C dengan holding time 1 jam yang kemudian dilakukan pendinginan secara *Quenching* dan Pendinginan udara. (gambar 4. dan 5.)



Gambar 4. Struktur Mikro SS 420 Heat Treatment Holding Time 1 Jam Pendinginan Air Perbesaran 500x



Gambar 5. Struktur Mikro SS 420 Heat Treatment Holding Time 1 Jam Pendinginan Udara Perbesaran 500x

2. Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan dilakukan setelah proses *Heat Treatment* pada temperatur 850°C dengan *holding time* selama 1 jam dengan pendinginan menggunakan air dan udara. Pengujian menggunakan metode Vickers dengan menggunakan mesin uji Vickers *Hardness Testing Machine*. Hasil dari pengujian kekerasan dengan pendinginan air dan udara (tabel 3. tabel 4.).

Tabel 3. Nilai Pengujian Kekerasan Menggunakan Sampel 1 Setelah *Heat Treatment* Dengan Pendinginan Air.

Kode Sampel	Penjejakan	Kekerasan Vickers (HV)	Rata-rata HV	Keterangan
Sampel 1	I	213	210	Beban penjejakan =100 gr.
	II	220		
	III	206		
	IV	206		
	V	206		

Tabel 4. Nilai Pengujian Kekerasan Menggunakan Sampel 1 Setelah *Heat Treatment* Dengan Pendinginan Udara.

Kode Sampel	Penjejakan	Kekerasan Vickers (HV)	Rata-rata HV	Keterangan
Sampel 1	I	181	183	Beban penjejakan =100 gr.
	II	181		
	III	186		
	IV	186		
	V	181		

Pengujian Hipotesa

1. Uji Komposisi Kimia

Pengujian komposisi kimia tujuan untuk mengetahui unsur-unsur yang

terkandung didalam material Stainless Steel 420.

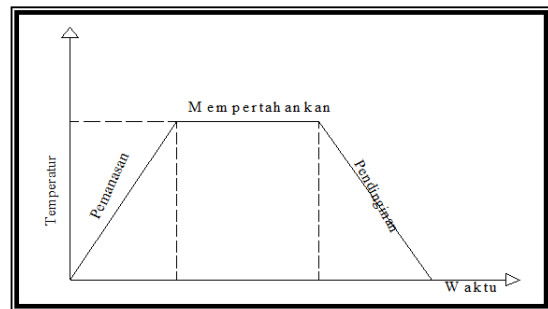
2. Uji Struktur Mikro Sebelum Heat Treatment

Pengujian struktur mikro bertujuan untuk mengetahui struktur mikro pada material yang tidak mengalami perlakuan panas.

3. Uji Heat Treatment

Proses pengerjaan panas yang dilakukan bertujuan untuk merubah sifat dan struktur logam menjadi sifat yang diinginkan seperti:

- ◆ Menambah sifat mekanis seperti *ductility, toughness, strength, hardness* dsb.
- ◆ Menambah *machinability*
- ◆ Menambah tahan terhadap korosi
- ◆ Menghilangkan tegangan dalam
- ◆ Memodifikasi sifat magnet dan listrik
- ◆ Meningkatkan tahan panas dan tahan gesek



Gambar 6. Diagram Temperatur–Waktu Untuk Proses Heat Treatment

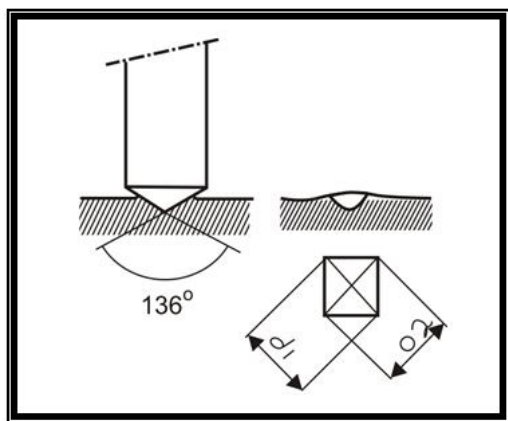
4. Media Pendinginan

Media pendinginan yang digunakan dalam proses ini ada 2 macam yaitu air dan udara

5. Uji Sifat Mekanik

Material mempunyai sifat mekanik dari sifat fisik, untuk mengetahui sifat yang dimiliki material maka akan dilakukan

pengujian pada material. Pengujian yang dilakukan ada 2 cara yaitu uji dengan merusak dan tidak merusak. Pada material Stainless Steel 420 dilakukan pengujian dengan menggunakan metode Vickers.



Gambar 7. Skema Pengujian Sistem Vickers

6. Uji Struktur Mikro Sesudah Heat Treatment

Pengujian struktur mikro bertujuan untuk mengetahui struktur mikro pada material yang mengalami perlakuan panas.

4. Analisis

1. Komposisi Kimia Pada Sampel Material
Hasil nilai komposisi kimia yang didapat setelah uji komposisi pada sampel (material) menunjukkan mendekati standart nilai stainless steel 420 seperti terlihat pada tabel 5, 6.

Tabel 5. Komposisi kimia pada sampel material baja stainless steels 420

Kode Sample	C (%)	Si (%)	S (%)	P (%)	Mn (%)	Ni (%)	Cr (%)
SS 420	0.310	0.267	<0.005	<0.003	0.527	0.510	13.3
	Mo (%)	Ti (%)	Cu (%)	Nb (%)	V (%)	Al (%)	Fe (%)
	0.138	0.003	0.105	0.017	0.037	0.008	84.6

Tabel 6. Komposisi Standart Dari Stainless steels 420 Type Martensit

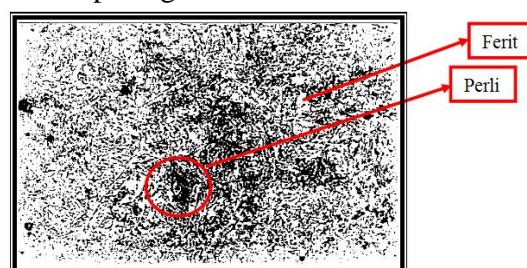
Type	UNS designation	Composition, %(a)							
		C	Mn	Si	Cr	Ni	P	S	Other
403	S40300	0.15	1.00	0.50	11.5-	-	0.04	0.03	-
410	S41000	0.15	1.00	1.00	13.0	-	0.04	0.03	-
414	S41400	0.15	1.00	1.00	11.5-	1.25-	0.04	0.03	-
416	S41600	0.15	1.25	1.00	13.5	2.50	0.06	0.15	0.6 Mo(b)
416Se	S41623	0.15	1.25	1.00	11.5-	-	0.06	min	0.15 min
420	S42000	0.15	1.00	1.00	13.5	-	0.04	0.06	Se
420F	S42020	min	1.25	1.00	12.0-	-	0.06	0.03	-
422	S42200	0.15	1.00	0.75	14.0	-	0.04	0.15	0.6 Mo(b)
					12.0-	0.5-1.0		min	0.75-1.25
					0.20-			0.03	Mo; 0.75-
					14.0				1.25 W;
431	S43100	0.25	1.00	1.00	12		0.04		0.15-0.3
440A	S44002		1.00	1.00	15.0-	1.25-	0.04		V
440B	S44003		1.00	1.00	14.0	2.50	0.04	0.03	-
440C	S44004	0.20	1.00	1.00	12.0-	-	0.04	0.03	-
		0.60-			14.0	-		0.03	0.75 Mo
		0.75			11.5-	-		0.03	0.75 Mo
		0.75-			13.5	-			0.75 Mo
		0.95							
		0.95-			0-17.0				
		1.20			16.0-				
					18.0				
					16.0-				
					18.0				
					16.0-				
					18.0				

Keterangan :

- a) Nilai tunggal adalah nilai maximum kecuali kalau sebaliknya menunjukkan dan
- b) Boleh memilih.

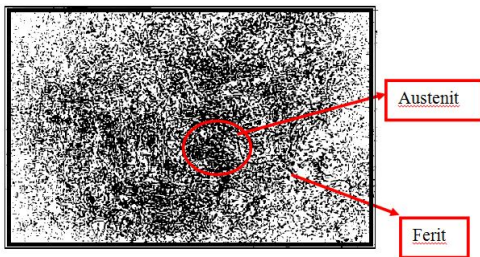
2. Analisa Data Metallografi

Sebelum terjadinya Heat Treatment material ini dikatagorikan dalam kelas martensit tipe Stainless Steel 420, dan unsur yang terdapat didalamnya ferit dan perlit seperti yang terlihat pada gambar 8.



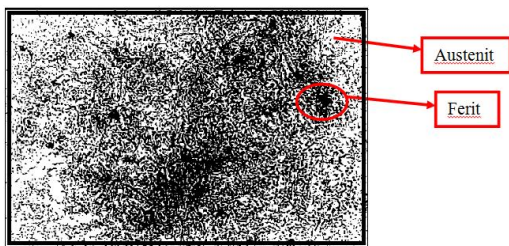
Gambar 8. Struktur Mikro Non Heat Treatment SS 420 Perbesaran 500x

Dan sesudah terjadinya Heat Treatment dengan pendinginan air, maka struktur mikro pun mengalami perubahan dari sampel dasar (awal). Dan unsur yang terdapat didalamnya austenit dan ferit seperti yang terlihat pada gambar 9.



Gambar 9. Struktur Mikro SS 420 Heat Treatment Holding Time 1 Jam Pendinginan Udara Perbesaran 500x

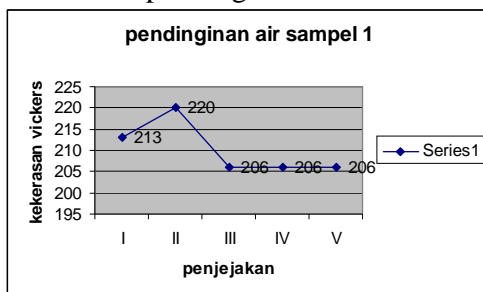
Begitupun sesudah terjadinya Heat Treatment dengan pendinginan udara, maka material mengalami perubahan yaitu kembalinya unsur austenit yang terlihat pada gambar 10.



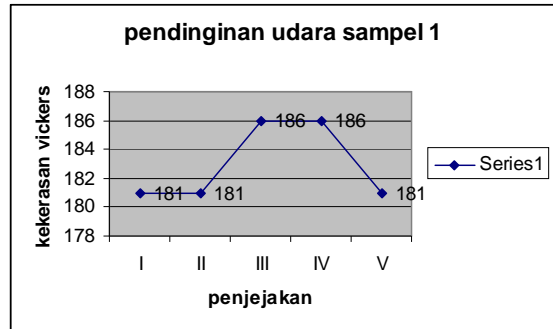
Gambar 10. Struktur Mikro SS 420 Heat Treatment Holding Time 1 Jam Pendinginan Air Perbesaran 500x

3. Analisa Hasil Uji Kekerasan

Dari data yang didapat hasil uji kekerasan pada kedua sampel, didapat nilai kekerasan pada kedua sampel berbeda dan nilai kekerasan pada sampel pendinginan air lebih tinggi dari nilai kekerasan pendinginan udara



Gambar 11. Pengujian Kekerasan Vickers Dengan Pendinginan Air



Gambar 12. Pengujian Kekerasan Vickers Dengan Pendinginan Udara

5. Simpulan

Dari pengujian dan pembahasan dari keseluruhan maka dapat disimpulkan:

1. Sampel ini jenis Stainless Steels 420 yang telah diuji komposisi kimia, maka termasuk dalam kelas martensit.
2. Pada gambar struktur mikro non heat treatment SS 420, maka unsur yang terdapat didalamnya ferit dan perlit. Dan sesudah terjadinya heat treatment dengan pendinginan air, maka struktur mikro pun mengalami perubahan dari sampel dasar, unsur yang terdapat didalamnya austenit dan ferit. Begitupun sesudah terjadinya heat treatment dengan pendinginan udara, maka material mengalami perubahan yaitu kembalinya unsur austenit (γ).
3. Proses heat treatment pada temperatur 850°C dengan holding time 1 jam dan dilakukan pendinginan air dan udara mempunyai nilai kekerasan yang berbeda, dan nilai kekerasan air lebih keras dari pada pendinginan udara. Rata-rata penjejakan pada nilai kekerasan pada sampel pendinginan air sebesar 210 HV dan pada sampel pendinginan udara 183 HV.
4. Pada material baja tipe 420 mengandung Cr yaitu 13,3 % sehingga dikatakan jenis Stainless Steel

DAFTAR PUSTAKA

1. ASM Hand Book, “*Metallography and Microstructurs*”, ASM International Volume 9.
2. D.N Adyana, “Sifat Mekanik Material dan Analisa Kerusakan NDT, Jakarta ISTN.
3. Donald Peckner, I.M. Bernstein, “*Hand Book Of Stainless Steels*”,Mc Graw-Hill Company, New york 2007.
4. David A Colling, Thomas Vasilos, 2005, Vol. 1 “*Industrial Materials*“ Metal and Alloys, Prentice – Hall, New Jersey.
5. E. Paul Degarmo, JT Black, Ronald A Kohser, 2007, Eighth Edition“*Materials and Processes in Manufacturing*“ Prentice – Hall, US America.
6. George E. Dieter, Sriati Djaprie, “*Metalurgi Mekanik*”, Erlangga jilid 1, Edisi ketiga Jakarta 2003.
7. Lawrench H. Van Vlock, “*Ilmu dan Teknologi Bahan*”, Erlangga, Jakarta 2002.
8. Tata Surdia, Shinroku Saito, “*Pengetahuan Bahan teknik*”, Pradnya Paramita cetakan ke 5, Jakarta 2010
9. www.Azom.com Stainless Steel grade 420