

PENGARUH PERBANDINGAN GAS NITROGEN DAN LPG PADA PROSES NITROKARBURISING DALAM REAKTOR FLUIDIZED BED TERHADAP SIFAT MEKANIS BAJA KARBON RENDAH

Teguh Rahardjo

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Nasional Malang

Telp.(0341) 417636-Pes 516, Fax.(0341) 417634

ABSTRAK

Reaktor Fluidized Bed merupakan tungku untuk proses perlakuan panas yang mempunyai fungsi ganda, bisa untuk proses perlakuan panas biasa dan proses perlakuan panas nitrokarburisasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan tarik, kekerasan lapisan permukaan, komposisi kimia dan uji/foto makro dari baja karbon rendah setelah dilakukan nitrokarburisasi. Pada proses ini, dalam melakukan pengujian dengan memberikan gas doping yaitu gas Nitrogen dan gas LPG, yang masuk ke dalam tabung reaktor fluidized bed pada temperatur kerja 723 °C. Terdapat 4 perbandingan aliran gas masuk ke dalam reaktor, perbandingan pertama aliran gas Nitrogen 85% dan gas LPG 15%, pada perbandingan kedua aliran gas Nitrogen 80% dan aliran gas LPG 20%, untuk perbandingan ketiga aliran gas Nitrogen 75% dan gas LPG 25%, sedangkan perbandingan keempat aliran gas Nitrogen 70% dan gas LPG 30%. Untuk mengetahui sifat mekanis baja karbon rendah setelah dilakukan proses nitrokarburisasi yaitu dengan melakukan pengujian mekanis, diantaranya pengujian tarik, uji kekerasan mikro (vickers), uji komposisi, dan uji/foto makro. Dari hasil pengujian, hasil uji tarik sebelum perlakuan 57,54 (Kgf/mm²) setelah perlakuan nilai rata-rata 68,20 (Kgf/mm²), untuk hasil pengujian kekerasan sebelum perlakuan 275 (HRV) dan setelah perlakuan nilai rata-rata 353,33 (HRV). Sedangkan pada pengujian komposisi unsur C pada baja karbon rendah sebelum perlakuan 0,235 (%wt) setelah perlakuan nilai rata-ratanya 0,329 (%wt).

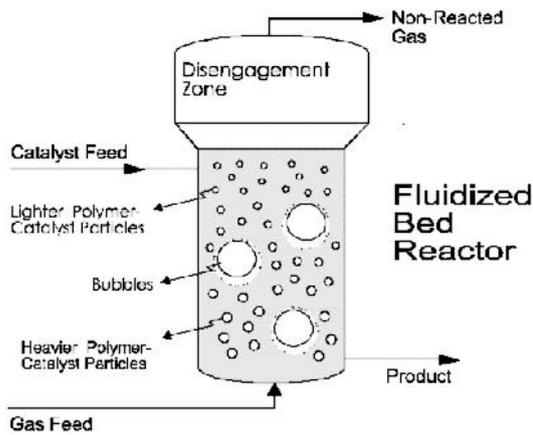
Kata Kunci : Reaktor fluidized bed, Nitrokarburising, Baja karbon rendah, Pengujian.

PENDAHULUAN

Perlakuan panas adalah suatu perlakuan (*treatment*) yang diterapkan pada logam agar diperoleh sifat-sifat yang diinginkan. Yang digunakan untuk melakukan proses perlakuan panas pada permukaan logam salah satunya adalah menggunakan Reaktor *Fluidized Bed*. Reaktor Jenis *Fluidized Bed* juga dapat digunakan pada proses perlakuan panas pada permukaan yang mana adalah suatu proses pemanasan logam dalam keadaan padat untuk mengubah sifat fisis / mekanik logam. Salah satu cara adalah dengan menggunakan proses

karburasi yaitu dengan mengeraskan permukaannya saja. Karburasi adalah salah satu proses perlakuan panas untuk mendapatkan permukaan yang lebih keras dari sebelumnya.

Reaktor *Fluidized Bed* adalah suatu reaktor yang berisi padatan-padatan yang bergerak. *Fluidized Bed* adalah salah satu proses perlakuan logam dengan menggunakan media fluida yang dalam hal ini berupa aluminium oxid atau pasir silica. Seperti pada gambar 1 dimana serbuk pasir silica digunakan pendistribusi panas pada logam ketika dapur dipanaskan, sehingga panas akan merata mengenai seluruh permukaan logam.



Gambar 1

Proses dalam tabung reaktor
 Judul, www.reactorfluidizedbed.com/presentations/irham_ruhandi/powerpoint

Laju pemanasan benda kerja di dalam *fluidized bed* akan meningkat dengan menurunnya ukuran partikel dan bertambahnya kecepatan putaran gas. Akan tetapi partikel yang terlalu halus akan mengurangi putaran pasir dan peningkatan kecepatan putaran gas sehingga akan menambah biaya karena konsumsi gas juga bertambah tetapi pada reaktor *fluidized bed* tidak semua proses perlakuan panas permukaan menggunakan bahan tambah gas. Dapur *fluidized bed* merupakan suatu system atmosfer perlakuan panas untuk aplikasi komponen baja perkakas dan konstruksi.

Reaktor *fluidized bed* digunakan untuk proses perlakuan panas (*heat treatment*) pada pergeseran permukaan logam yang mana pada proses ini adalah menggunakan fluida gas Nitrogen dan LPG sebagai bahan tambah untuk proses pemanasan di dalam bejana dan juga untuk membentuk karbon pada permukaan logam baja dengan unsur tambahan pasir silica yang mana

mengandung *aluminium oxid* sehingga dapat menambah ketebalan permukaan. Teknologi dikembangkannya reaktor *fluidized bed* pertama kali oleh *institute of precision mechanics* di polandia. Di dalam dapur reaktor *fluidized bed* terdapat ruang yang berbetuk plat (*bed*) sebagai wadah refraktori.

Penggunaan dapur *fluidized bed* untuk perlakuan panas pada logam telah dipelajari oleh *reynoldson R.W.* (*Heat treatment in fluidized bed*, 1989), yang menjelaskan bagaimana pemakaian teknologi *fluidized bed* dapat meningkatkan kualitas produk dan mengurangi biaya operasional.

METODOLOGI

Dalam pengujian proses nitrokarburising dengan menggunakan reaktor *fluidized bed* dimana pada proses ini pemanasan kembali baja sampai dengan suhu 750 °C untuk mendapatkan struktur martensit yang telah mengalami *heat treatment*. Proses nitrokarburising pada reaktor *fluidized bed* umumnya optimalisasi proses difusi unsure (karbon dan nitrogen) terjadi pada temperatur tersebut. Adanya lairan gas N₂ : LPG partikel padat SiC yang sudah panas bersirkulasi mengelilingi spesimen. Dari gerak sirkulasi partikel akan menumbuk spesimen dan unsur gas nitrogen dan karbon akan masuk dalam spesimen dengan cara difusi. Setelah sesuai waktu yang ditentukan saluran gas masuk reaktor dihentikan, pengambilan benda kerja (gambar 3-14) dan tahap selanjutnya *quenching* dalam media pendingin, waktu total 2 jam 30 menit, dimana pada proses holding

selama 2 jam 15 menit dan yang terakhir *cooling* selama 15 menit. Sebelum dimasukan kedalam tabung reaktor spesimen terlebih dahulu di ikat dengan kawat baja supaya memudahkan untuk mengambil spesimen setelah proses.

Prosedur pengujian yang dilakukan dari reaktor *fluidized bed* untuk melakukan proses perlakuan panas pada permukaan baja karbon rendah. Dalam pengujian ini adalah proses nitrokarburising. Dalam proses ini media pendinginan dengan menggunakan oli yang bertujuan untuk mendapatkan kekerasan specimen selain itu juga untuk mendapatkan martensit.

PEMBAHASAN

Tabel 1. Uji Komposisi

Komp (%)	Tanpa HT	Jenis Perbandingan			
		85:15	80:20	75:25	70:30
C	0,235	0,447	0,267	0,281	0,322
Si	0,319	0,299	0,314	0,314	0,307
S	0,049	0,011	0,056	0,044	0,041
P	0,030	0,032	0,033	0,032	0,030
Mn	0,452	0,399	0,546	0,427	0,428
Ni	0,117	0,125	0,099	0,101	0,106
Cr	0,408	0,415	0,171	0,137	0,134
Mo	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Ti	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Cu	0,246	0,294	0,156	0,241	0,231
Nb	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
V	< 0,002	0,002	0,004	< 0,002	< 0,002
Al	< 0,002	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Fe	98,122	97,952	98,335	98,401	98,381

Tabel 2. Kekerasan mikro vickers

Perbandingan	Kekerasan (HRV)			
	1	2	3	Rerata
Tanpa HT	288	257	280	275
85 : 15	351	332	268	317
80 : 20	299	308	276	294,33
75 : 25	475	292	369	378,67
70 : 30	462	404	404	423,33

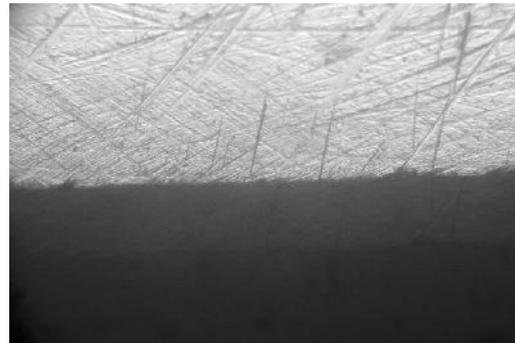
Tabel 3. Pengujian kekuatan tarik

Perbandingan	Area mm ²	Max. Force Kgf	Yield Strength Kgf/mm ²	Tensile Strength Kgf/mm ²	Δ %

Tanpa H.T	60,13	3460,00	40,07	57,54	47,33
85:15	63,62	4841,50	23,35	76,10	33,33
	63,62	4327,50	21,50	68,02	33,33
	63,62	5761,00	60,78	90,56	27,08
	63,62	4467,50	69,55	70,22	47,58
	63,62	1339,50	19,85	21,06	87,08
80:20	63,62	4911,00	54,77	77,20	36,50
	63,62	5919,00	67,95	93,04	58,00
	63,62	4570,00	50,23	71,84	35,83
	63,62	4623,50	51,77	72,68	47,42
	63,62	4632,00	19,47	72,81	41,92
75:25	63,62	4828,00	56,31	75,89	69,67
	63,62	4574,00	20,15	71,90	36,58
	63,62	5196,50	28,11	81,68	38,83
	63,62	4313,00	23,88	67,80	74,33
	63,62	4502,50	24,60	70,77	52,17
70:30	60,82	4114,50	28,67	67,65	35,45
	63,62	3707,50	19,24	58,28	31,42
	60,13	4265,00	53,00	70,93	46,17
	63,62	4517,50	26,51	71,01	46,00
	60,13	4073,50	24,02	67,74	29,17

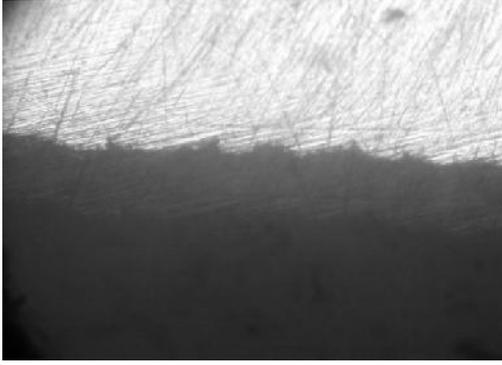
Setelah dilakukan foto makro untuk mengetahui ketebalan lapisan karbon yang terbentuk pada 48 pecimen uji, maka didapatkan seperti di bawah:

Pada perbandingan gas Nitrogen 85% : gas LPG 15%.

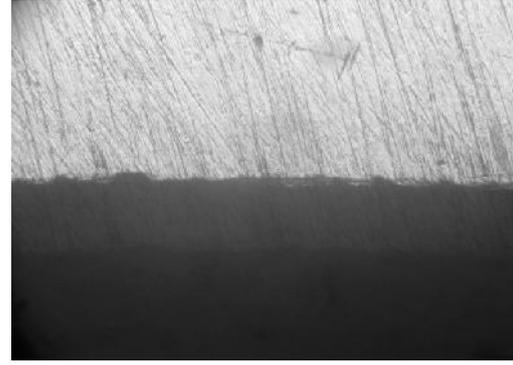


Gambar 2. Ketebalan lapisan hasil nitrokarburising baja karbon rendah dengan menggunakan perbandingan gas nitrogen 85% dan gas LPG 15% tanpa etsa, pembesaran 600x.

Pada perbandingan gas Nitrogen 80% : gas LPG 20%.

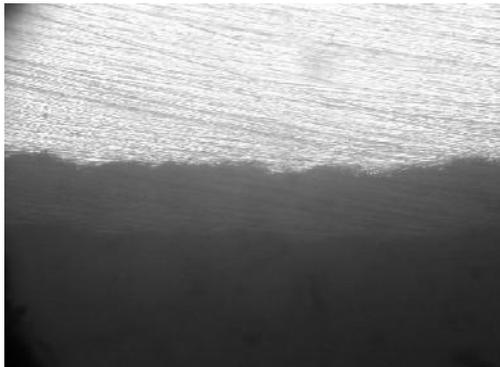


Gambar 3. Ketebalan lapisan hasil nitrokarburising baja karbon rendah dengan menggunakan perbandingan gas nitrogen 80% dan gas LPG 20% tanpa etsa, pembesaran 600x.



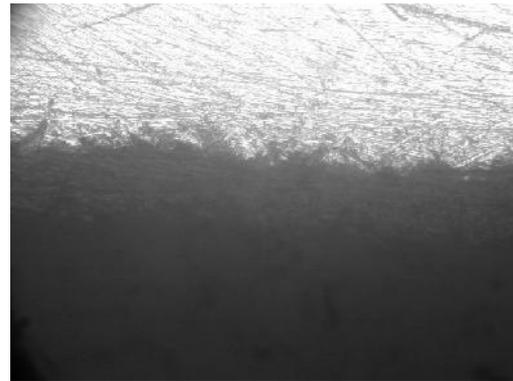
Gambar 5. Ketebalan lapisan hasil nitrokarburising baja karbon rendah dengan menggunakan perbandingan gas nitrogen 70% dan gas LPG 30% tanpa etsa, pembesaran 600x.

Pada perbandingan gas Nitrogen 75% : gas LPG 25%.



Gambar 4. Ketebalan lapisan hasil nitrokarburising baja karbon rendah dengan menggunakan perbandingan gas nitrogen 75% dan gas LPG 25% tanpa etsa, pembesaran 600x.

Pada Spesimen Tanpa Perlakuan.



Gambar 6. Baja karbon rendah (*raw material*) tanpa etsa, pembesaran 600x.

PEMBAHASAN.

Setelah dilakukan uji komposisi, dapat terlihat kandungan karbon dan unsur-unsur yang ada di dalamnya. C (*Karbon*) pada spesimen sebelum diberi perlakuan panas 0,235 %wt sedangkan pada spesimen setelah perlakuan panas rata-rata 0,329 %wt. Setelah diberikanya gas Nitrogen dan LPG pada perbandingan 85%-15%, nilai karbon sebesar 0,322%wt. Semakin tinggi

Pada perbandingan gas Nitrogen 70% : gas LPG 30%.

masuk gas LPG maka kandungan karbon semakin besar terlihat pada pemberian gas perbandingan Nitrogen 70%-LPG 30%.

Besi (Fe) lebih dominan dikarenakan bahan utama pada spesimen awal, setelah mangan (Mn) kemudian karbon (C) disamping unsur-unsur lainnya. Dan juga setelah dilakukan penambahan masuk gas LPG terlihat peningkatan pada karbon. Menurut tata surdia [1] adanya kandungan karbon yang semakin meningkat akan menyebabkan pengerasan permukaan pada spesimen sehingga lebih kuat dan tahan aus, karena mempunyai kekerasan yang tinggi.

Setelah melakukan penelitian proses nitrokarburising pada baja karbon rendah dengan menggunakan alat reaktor *fluidized bed* didapatkan hasil, bahwa kekuatan baja setelah di uji tarik, kekuatan tariknya meningkat jika dibandingkan pada baja tanpa perlakuan. Nilai kekuatan sebelum perlakuan 57,54 Kgf/mm², nilai setelah perlakuan panas rata-rata 70 Kgf/mm². Terjadinya perlakuan panas dengan proses nitrokarburising pada temperatur 723 °C membuat sifat kekuatan tarik menjadi tinggi. Berikut ini tabel 4-5 rekap hasil perhitungan ketelitian pengujian.

Dari analisa data yang didapatkan setelah pengujian kekerasan Rockwell, nilai kekerasan tanpa perlakuan 275 HRV. Sedangkan pada proses perlakuan panas mengalami kenaikan pada perbandingan 85% : 15% dengan nilai 317 HRV, pada perbandingan 80% : 20% nilai kekerasa 294,33 HRV, perbandingan 75% : 25% nilai kekerasan 378,67 HRV, sedangkan pada perbandingan 70% : 30% nilai kekerasanya 423,33 HRV.

Nilai kekerasannya mengalami kenaikan dengan dinaikannya aliran gas LPG. Tampak bahwa kekerasan tiap spesimen pada perbandingan berbeda-beda. Nilai kekerasan pada spesimen tanpa perlakuan 275 HRV. Nilai kekerasan setelah perlakuan nitrokarburising lebih tinggi dari yang tanpa perlakuan dan nilai itu semakin tinggi dengan diberikannya kenaikan gas LPG. Nilai kekerasan paling tinggi pada perbandingan gas Nitrogen 70% dan gas LPG 30% dengan angka 423,33 HRV.

Dilakukan uji foto makro dapat dilihat ketebalan lapisan karbon yang diperoleh dari hasil perlakuan panas dengan proses nitrokarburising pada baja karbon rendah dengan memberikan masukan gas doping (gas N₂ dan LPG) dan juga merupakan hasil difusi dari pasir silika. Perlakuan panas sampai temperatur 723 °C membuat terjadinya perubahan fasa austenit pada spesimen sehingga media tambahan dari gas dan juga pasir silika akan terbentuk senyawa carbon dapat masuk dilapisan tersebut. Sehingga setelah dilakukan test foto makro dapat terlihat lapisan kandungan karbon yang terdapat pada permukaan spesimen tersebut.

KESIMPULAN.

1. Semakin tinggi masukan gas LPG maka kandungan karbon semakin besar terlihat pada pemberian gas perbandingan Nitrogen 70% - LPG 30%.
2. Nilai kekerasan paling tinggi pada perbandingan gas Nitrogen 70% dan gas LPG 30% dengan angka 423,33 HRV.

3. Perlakuan panas sampai temperatur 723 °C membuat terjadinya perubahan fasa austenit pada spesimen sehingga media tambahan dari gas dan juga pasir silika akan terbentuk senyawa carbon dapat masuk dilapisan tersebut

DAFTAR PUSTAKA

1. Djaprie Sriati, 1992, "Ilmudan Teknologi Bahan", Erlangga; Jakarta
2. [http://www.FluidizedBedProcess.com/Technology/accimg/reaktor proses jpg](http://www.FluidizedBedProcess.com/Technology/accimg/reaktor%20proses.jpg). (20 juli 2010; 20:00 WIB)
3. Prosiding, 2006, "Seminar Nasional Ilmu Dan Teknologi Material (SNITM)", ITS; Surabaya
4. [Tata Surdia, 2000, "Pengetahuan Bahan Teknik", PT Pradnya Paramita, Jakarta.
5. Van Vlack, Lawrence, 2004, "Elemen-elemen Ilmu dan Rekayasa Material", Erlangga; Jakarta
6. Wiryosumarto Harsono, 1998, "Teknologi Teknologi Pengecoran Logam", Bandung