ANALISA NILAI KEKERASAN BAJA KARBON RENDAH MELALUI PROSES KARBURISASI MENGGUNAKAN CAMPURAN CARBON (C) dan BARIUM KARBONAT ($BaCO_3$) DENGAN VARIASI WAKTU PENAHANAN BERBEDA

SKRIPSI
Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Syarat Guna
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (ST)
Pada Program Studi Teknik Mesin UN PGRI Kediri

OLEH :

ANDRI CAHYA PUTRA DINATA
NPM: 12.1.03.01.0043

FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NUSANTARA PERSATUAN GURU REPUBLIK INDONESIA KEDIRI
2016

Skripsi Oleh :

ANDRI CAHYA PUTRA DINATA
NPM : 12.1.03.01.0043

Judul :

ANALISA NILAI KEKERASAN BAJA KARBON RENDAH MELALUI PROSES KARBURISASI MENGGUNAKAN CAMPURAN CARBON (C) dan BARIUM KARBONAT ($BaCO_3$) DENGAN VARIASI WAKTU PENAHANAN BERBEDA

Telah disetujui untuk diajukan Kepada Panitia Ujian/Sidang Skripsi
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik UN PGRI Kediri

Pada tanggal : 29 Juli 2016

Pembimbing I	Pembimbing II
Hermin Istiasih, M.M., M.T	**Fatkur Rhohman M.Pd**
NIDN : 0014057501	NIDN : 0721107501

ii

Skripsi Oleh

ANDRI CAHYA PUTRA DINATA

NPM : 12.1.03.01.0043

Judul :

ANALISA NILAI KEKERASAN BAJA KARBON RENDAH MELALUI PROSES KARBURISASI MENGGUNAKAN CAMPURAN CARBON (C) dan BARIUM KARBONAT ($BaCO_3$) DENGAN VARIASI WAKTU PENAHANAN BERBEDA

Telah disetujui untuk diajukan Kepada Kepala Panitia Ujian/Sidang Skripsi jurusan Teknik Mesin FT UN PGRI Kediri

Pada Tanggal : 5 Agustus 2016

Dan Dinyatakan Memenuhi Persyaratan

Panitia Penguji

1. Ketua : Hermin Istiasih, M.T., M.M
2. Penguji I : Dr. Suryo widodo, M.Pd
3. Penguji II : Fatkur Rhohman, M.Pd

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik

UNIVERSITAS NUSANTARA FAKULTAS TEKNIK PGRI KEDIRI

Dr. Suryo widodo M.Pd
NIP : 19640202 199103 1 002

iii

ANALISA NILAI KEKERASAN BAJA KARBON RENDAH MELALUI PROSES KARBURISASI MENGGUNAKAN CAMPURAN CARBON (C) dan BARIUM KARBONAT ($BaCO_3$) DENGAN VARIASI WAKTU PENAHANAN BERBEDA

Andri Cahya Putra Dinata
12.1.03.01.0043
Teknik – Teknik Mesin
andricahyaputra@gmail.com
Hermin Istiasih, M.M., M.T dan Fatkur Rhohman M.Pd
UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI

ABSTRAK

Dinata, Andri Cahya Putra, NPM : 12.1.03.01.0043 "Analisa nilai kekerasan baja karbon rendah melalui proses karburisasi menggunakan campuran karbon (C) dan barium karbona ($BaCO_3$) dengan variasi waktu penahanan berbeda". Dosen pembimbing 1.Hermin istiasih M.M, M.T., 2.Am Mufarih M.T Fakultas Teknik Universitas Nusantara Persatuan Guru Republik Indonesia. 2016.

Kata Kunci: Baja Karbon Rendah, Karburisasi, Waktu Penahanan, *Carbon, Barium Karbonat*.

Baja karbon rendah adalah material yang dalam penggunaannya kebanyakan sebagai bahan dari kontruksi umum. Karena baja karbon rendah mempunyai keuletan yang tinggi, tetapi kekerasannya rendah dan tidak tahan aus. Hal ini dapat diatasi dengan merubah sifat - sifat material yang tersedia yaitu dengan proses perlakuan panas atau karburisasi.

Sedangkan perlakuan panas adalah cara yang paling umum digunakan untuk merubah sifat - sifat tersebut. Perlakuan panas bukan tujuan umum dari kontruksi tetapi hanya merupakan sarana untuk mencapai ekonomi yang lebih baik. Dengan mengalami proses perlakuan panas maka akan diperoleh sifat - sifat mekanis yang di inginkan seperti kekerasan dari baja akan bertambah, tahan aus dan lain - lain.

Dari uraian diatas, maka dapat diketahui bahwa baja karbon rendah tidak lebih dari 0,25 %C yang dalam penggunaannya kebanyakan sebagai kontruksi umum, dengan mengalami proses perlakuan panas diharapkan memperoleh sifat – sifat yang diinginkan seperti kekerasan bertambah..

Pada proses perlakukan panas ini suhu pemanasan adalah 900^0C, sedangkan kadar karbon adalah 40% 50% dan 60%. waktu penahanan adalah 15 menit, 30 menit, dan 50 menit dengan media pendinginannya adalah oli SAE 10W40.

Setelah dilakukan proses perlakuan panas dari material tersebut, maka dilakukan pengujian kekerasan vickers di Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan VEDC malang. Adapun hasilnya adalah kekerasan tertinggi adalah material yang mengalami proses perlakuan panas dengan penahanan waktu paling lama, yaitu 50 menit dan kadar karbon 60%.

Dari data hasil pengujian mekanik kekerasan dapat ditarik suatu kesimpulan bahwa dengan perlakuan panas didapatkan material yang mempunyai kekerasan yang lebih tinggi. Karena keterbatasan penelitian ini diharapkan pada penelitian – penelitian selanjutnya tentang *pack carburizing* lainnya secara khusus dan secara umum agar lebih biak lagi.

I. LATAR BELAKANG

Dewasa ini logam mempunyai peranan aktif dalam menunjang teknologi dijaman sekarang, sehingga memunculkan usaha manusia untuk memperbaiki sifat dari logam tersebut, yaitu dengan merubah sifat mekanis dan sifat fisiknya. Adapun sifat mekanis dari logam antara lain adalah kekerasan, kekuatan, keuletan, kelelahan. Sedangkan dari sifat fisiknya yaitu dimensi, konduktivitas listrik dan struktur mikro.

Perlakuan panas adalah perlakuan yang diterapkan pada logam agar diperoleh sifat yang diiginkan. Dengan cara pemanasan dan pendinginan dengan kecepatan tertentu yang dilakukan terhadap logam dalam keadaan fase padat sebagai upaya untuk memperoleh sifat tertentu dari logam tersebut. Salah satu cara dengan menggunakan proses karburasi yaitu dengan mengeraskan permukaan dari logam tersebut. Karburasi adalah salah satu proses perlakuan panas untuk mendapatkan bagian luar atau kulit yang lebih keras dari sebelumnya. Adapun alasan bidang ini disesuaikan dengan kebutuhan pada bidang industri yang semakin modern, dalam hal ini adalah pengembangan sifat dari logam. Yang mana mempunyai kekerasan yang baik tapi juga ulet. Dimana aplikasinya digunakan pada alat potong, alat pahat, roda gigi atau kontruksi mesin yang sering mengalami kontak antara bahan satu dengan bahan lainnya.

Jadi alat-alat pemesinan atau komponen dari mesin yang terbuat dari bajabanyak yang harus dikeraskan supaya tahan terhadap aus dan kemampuan ketahanannya meningkat. Baja ini tidak dapat dikeraskan karena kadar karbonnya yang rendah sehingga dilakukan proses karburisasi atau *carburizing* (Amstead dkk, 1992)

II. METODE

Metode analisa data penelitian ini menggunakan metode analisa taguchi.

Dr. Genichi Taguchi (1940) memperkenalkan metode Taguchi yang merupakan metodologi baru dalam bidang teknik dengan tujuan untuk memperbaiki kualitas produk dan proses, serta bertujuan menekan biaya dan *resources* seminimal mungkin. Soejanto (2009) lebih lanjut menambahkan bahwa metode Taguchi berupaya mencapai sasaran tersebut dengan menjadikan produk dan proses tidak sensitif terhadap berbagai faktor gangguan (*noise*), seperti: material, perlengkapan manufaktur, tenaga kerja manusia dan kondisi-kondisi operasional. Metode Taguchi menjadikan produk dan proses memiliki sifat *robust* terhadap faktor-faktor gangguan tersebut. Oleh karena itu metode Taguchi juga disebut *robust design*.

1. Metode Taguchi memperkenalkan pendekatan desain eksperimen yang dapat

merancang suatu produk dan proses yang *robust* terhadap kondisi lingkungan, mengembangkan kualitas produk yang *robust* terhadap variasi komponen dan meminimalkan variasi di sekitar target. Metode Taguchi memiliki beberapa kelebihan bila dibandingkan dengan metode desain eksperimen lainnya. Kelebihan-kelebihan tersebut antara lain (Soejanto, 2009).

Rancangan Penelitian

Seting faktor pada karburisasi. Rancangan eksperimen ini dengan pemilihan matriks yang tergantung pada banyaknya variabel kontrol dan level dari masing - masing variabel tersebut. Tabel 3.1 menunjukan jenis variabel bebas, jumlah level dan jumlah dari variabel bebas yang digunakan untuk penelitian ini.

Tabel 3.1 Variabel bebas dan pengaturan level

Variabal bebas			level 1	level 2	Level 3
A.	Variasi waktu	m	15	30	50
B.	Komposisi karbon	%	40%	50%	60%

Sedangkan faktor konstan yang dipertahankan didalam penelitian ini adalah:

a) Temperatur oven listrik 900^0C
b) Pendinginan menggunakan oli SAE 10w40
c) Baja karbon rendah

Tabel 3.2 Matrik Penelitian

NO	PARAMETER PEMESINAN	
	Waktu	Komposisi C
1.	15	40%
2.	15	50%
3.	15	60%
4.	30	40%
5.	30	50%
6.	30	60%
7.	50	40%
8.	50	50%
9.	50	60%

Tabel 3.3
Rancangan pengolah data taguchi di minitab 16

No	Waktu	C	HV
1	1	1	
2	1	2	
3	1	3	
4	2	1	
5	2	2	
6	2	3	
7	3	1	
8	3	2	
9	3	3	

A. Persiapan penelitian

Sebelum proses pemanasan dimulai, pertama kali yang dilakukan adalah memberi tanda terhadap benda uji. Hal ini dilakukan karena proses karburasi untuk satu benda uji dengan benda uji yang lainnya mempunyai perlakuan yang berbeda beda.

B. Pemanasan

Kotak sementasi dimasukkan ke dalam oven pada temperatur 900^0 C. Pemanasan dilakukan sesuai dengan variasi penahanan waktu pemanasan yang telah ditentukan.

C. Pendinginan

Pendinginan dilakukan setelah waktu penahanan temperatur selesai, dengan cara langsung dari media karburasi (*Dirrect Quenching*). Media pendinginan yang digunakan mengunakan Oli SAE 10w40.

D. Pengujian Kekerasan

Pengujian yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan metode pengujian kekerasan Vickers. Pengujian kekerasan dilakukan pada terakhir dengan maksud agar diperoleh hasil yang akurat, karena permukaan benda uji sudah rata, halus dan bersih pada bagian penampang luasannya dan sisi permukaannya.

III. HASIL DAN KESIMPULAN

Dari pengujian yang dilakukan terhadap baja karbon rendah, dengan adanya proses perlakukan panas maka didapat hasil yaitu berupa perubahan sifat mekanis dari benda uji. Pengujian kekerasan pada permukaan spesimen dilakukan secara acak pada permukaan

Tabel 4.1
Data hasil pengujian vickers sebelum perlakuan panas

No	A1	A1
1	135,40	125,88
2	127,16	133,32
3	131,82	130,76
Rata Rata	131,46	129,99
Total Rata Rata	130,73	

Jadi sebelum dilakukan proses karburisasi dan telah dilakukan uji kekerasan vickers nilai rata – rata dari spesimen adalah : 130,73 HV.

Sedangkan pada tabel 4.11 data total sesudah hasil uji kekerasan vickers.

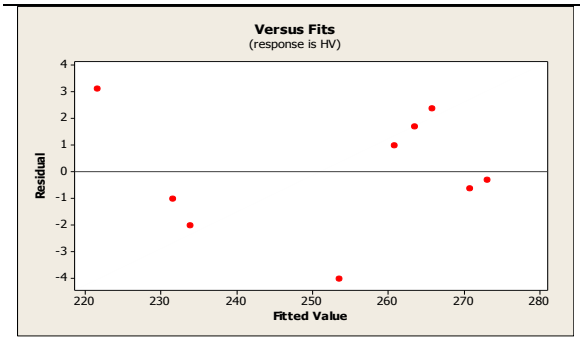
Tabel 4.11
Data total hasil pengujian Vickers

No	Waktu	C	HV
1	1	1	224,83
2	1	2	230,65
3	1	3	231,94
4	2	1	249,53
5	2	2	265,24
6	2	3	268,18
7	3	1	261,85
8	3	2	270,23
9	3	3	272,83

Sumber : Hasil Eksperimen

Uji Identik

Uji identik terpenuhi bila *residual* tersebar acak disekitar harga nol dan tidak membentuk pola tertentu. Hasil uji identik disajikan pada gambar 4.1 di bawah ini.

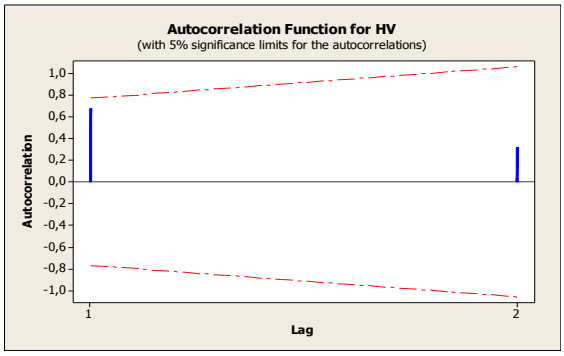


Gambar 4.1 Plot residual kekerasan baja *versus fitted values*

Uji identik pada gambar 4.1 diatas menampilkan *residual* tersebar acak disekitar harga nol dan tidak membentuk pola tertentu. Hal ini menunjukkan asumsi identik adalah terpenuhi.

Uji Independen

Pengujian independen pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan *auto correlation function* (ACF). Berdasarkn *plot* ACF yang ditunjukkan pada Gambar 4.2. tidak ada nilai ACF pada tiap *lag* yang keluar dari batas interval. Hal ini membuktikan bahwa tidak ada korelasi antar residual artinya residual bersifat independen.



Gambar 4.2 Plot ACF pada respon kekerasan permukaan

Uji Kenormalan

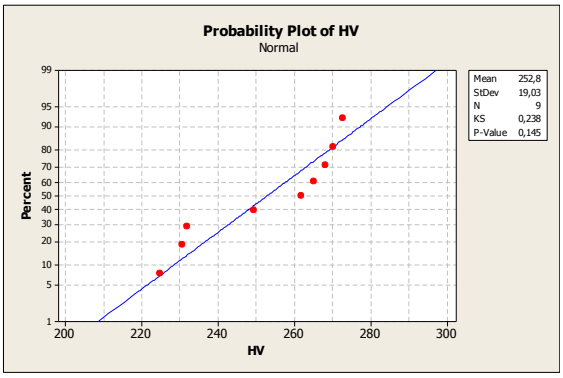
Uji kenormalan residual dilakukan dengan menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov. Hipotesis yang digunakan adalah :

H_0 : Residual berdistribusi normal

H_1 : Residual tidak berdistribusi normal

H_0 : Ditolak jika *p-value* lebih kecil dari pada $\alpha = 0{,}05$.

Gambar 4.3 dibawah ini menunjukan bahwa dengan uji Kolmogorov-Smirnov diperoleh *p-value* 0,145 yang berarti lebih besar dari $\alpha = 0{,}05$. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa H_0 gagal ditolak atau *residual* berdistribusi dengan normal.



Gambar 4.3 Uji normalitas

Analisa variansi (ANAVA)

Setelah uji identik, independen dan distribusi normal sudah terpenuhi maka dilakukan analisis variansi untuk mengetahui variabel proses mana yang memiliki pengaruh secara signifikan terhadap kekerasan permukaan baja. Analisis variansi (ANAVA) untuk kekerasan permukaan ditunjukkan pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12
Analisis variansi (ANAVA) variabel proses terhadap kekerasan baja

Analysis of Variance for HV, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
A	2	2601,35	2601,35	1300,67	126,68	0,000
B	2	254,56	254,56	127,28	12,40	0,019
Error	4	41,07	41,07	10,27		
Total	8	2896,98				

S = 3,20428 R-Sq = 98,58% R-Sq(adj) = 97,16%

Nilai F hitung yang lebih besar dari F tabel mengindikasikan bahwa faktor tersebut memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kekerasan permukaan. Hipotesis nol dan hipotesis alternatif yang digunakan pada uji hipotesis dengan menggunakan distribusi F adalah sebagai berikut:

1. Untuk faktor (A) waktu penahanan

$H_0 : \alpha_1 = \alpha_2$

$H_1 : \alpha_1 \neq \alpha_2$

Kesimpulan: F hitung = 126,68 < F (0,05 : 2 : 6) = 5.14 maka H_0 ditolak, artinya ada pengaruh waktu penahan terhadap kekerasan permukaan.

2. Untuk faktor (B) kadar karbon

$H_0 : \beta_1 = \beta_2$

$H_1 : \beta_1 \neq \beta_2$

Kesimpulan: F hitung = 12,40 < F (0,05 : 2 : 6) = 5.14 maka H_0 ditolak, artinya ada pengaruh waktu penahan terhadap kekerasan permukaan.

Berdasarkan uji hipotesis distribusi F, maka faktor waktu penahan dan jumlah kadar karbon memiliki pengaruh terhadap respon kekerasan permukaan baja. Kondisi H_0 pada respon kekerasan permukaan untuk masing-masing faktor ditunjukkan oleh Tabel 4.13

Tabel 4.13 Kondisi hipotesis nol pada respon kekerasan baja

Variabel	Kondisi H_0
Waktu penahanan	Ditolak
Jumlah kadar karbon	Ditolak

Sumber : hasil perhitungan

P-value menunjukkan variabel proses mana yang mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap kekerasan permukaan. *P-value* yang lebih kecil dari *level of significant* (α) mengindikasikan bahwa variabel proses tersebut memiliki pengaruh yang signifikan terhadap respon. Dalam penelitian ini α yang dipakai bernilai 5%. Penarikan kesimpulan menggunakan *p-value* untuk kekerasan permukaan yang ditunjukkan pada Tabel 4.12 adalah sebagai sebagai berikut:

1. Untuk variabel waktu penahanan

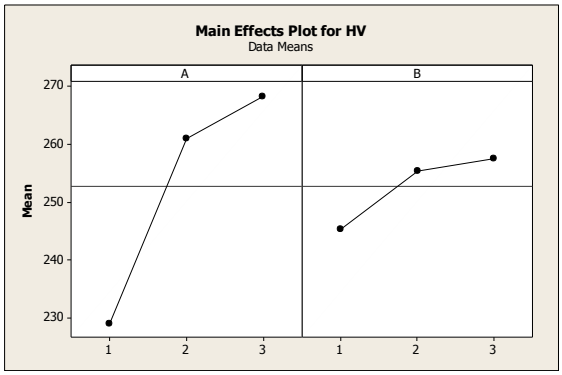
P-value = 0,000 < α = 0,05, maka secara statistik variabel waktu penahanan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kekerasan permukaan baja.

2. Untuk variabel kadar karbon

P-value = 0,019 < α = 0,05, maka secara statistik variabel kadar karbon berpengaruh signifikan terhadap kekerasan permukaan baja.

Level variabel tiap faktor yang berpengaruh terhadap tingkat kekasaran.

permukaan ditunjukkan pada gambar 4.4



Gambar 4.4 *Main effects plot*

Karakteristik semakin besar semakin baik (*large is better*) digunakan respon untuk kekerasan permukaan. Hal ini berarti bahwa nilai kekerasan permukaan yang maximum adalah yang paling diinginkan.

1. Faktor A level pertama : 15 menit, level kedua 30 menit dan ke tiga 50 menit. Kekerasan permukaan maximum didapat dari faktor ke 3 yaitu waktu penahanan 50 menit semakin lama semakin keras.

Faktor A level pertama 40% karbon, level kedua 50% dan ke tiga 60% karbon. Kekerasan permukaan maximum didapat dari faktor kadar karbon level ketiga yaitu 60%.

Pembahasan Penelitian

Adapun pembahasan penelitian tentang pengaruh variasi waktu penahanan, dan kadar karbon terhadap nilai kekerasan baja St 41 akan dijelaskan sebagai berikut.

A. **Pengaruh variasi waktu penahanan**

Berdasarkan hasil perhitungan uji ANOVA, waktu penahanan sebagai faktor A. berpengaruh signifikan terhadap nilai kekerasan baja St 41 hasil dari uji vickers. Pengaruh waktu penahanan terhadap kekerasan dapat dilihat pada gambar 4 dan tabel 4.11. Dengan menggunakan karbon 40% dan waktu penahan 15 menit menghasilkan nilai kekerasan 224,84 HV, 40% karbon waktu penahanan 30 menit menghasilkan nilai 249,53 HV dan 40% karbon waktu penahanan 50 menit menghasilkan nilai 261,85 HV. Dari rata-rata data yang diperoleh variasi waktu penahanan tersebut semakin lama waktu penahanan yang digunakan, maka tingkat kekerasannya yang dihasilkan juga semakin keras.

Hal ini dapat dijelaskan bahwa penggunaan waktu penahanan yang lebih lama maka akan menghasilkan tingkat kekerasan permukaan yang lebih tinggi.

B. **Pembahasan Varisai Karbon**

Berdasarkan hasil perhitungan uji ANOVA, kadar karbon sebagai faktor B berpengaruh signifikan terhadap nilai kekerasan baja St 41 setelah hasil uji vickers. Dengan menggunakan karbon 40% dan waktu penahan 15 menit menghasilkan nilai kekerasan 224,84 HV, 50% karbon waktu penahanan 15 menit menghasilkan nilai 230,65 HV dan 60% karbon waktu penahanan 15 menit menghasilkan nilai

231,94 HV. Dari data yang diperoleh variasi kadar karbon tersebut semakin banyak yang digunakan, maka semakin tinggi tingkat kekerasan yang dihasilkan dan semakin sedikit karbon yang digunakan maka tingkat kekerasan yang dihasilkan akan semakin kecil.

IV. KESIMPULAN

1. Variasi waktu manakah yang paling signifikan terhadap kekerasan baja karbon rendah. Pengaruh variasi waktu penahanan terhadap kekerasan baja St 41 dengan menggunakan waktu 15 menit, karbon 40% menghasilkan nilai kekerasan 224,84 HV. Waktu penahanan 30 menit , karbon 40% menghasilkan nilai 249,53 HV. dan yang terakhir waktu penahanan 50 menit, karbon 40% menghasilkan nilai 261,85 HV. Dengan demikian menggunakan waktu penahanan 50 menit yang menghasilkan nilai 261,85 adalah yang paling bagus dari ke dua data lainnya. Maka dapat disimpulkan, semakin lama waktu penahanan *(Holding time)* maka semakin bagus dan menjadikan baja lebih keras.

2. Bagaimana jika semakin banyak karbon yang di campurkan pada saat Pack carburizing terhadap baja. Pengaruh karbon terhadap kekerasan baja St 41. Dengan menggunakan karbon 40%, waktu penahan 15 menit menghasilkan nilai kekerasan 224,84 HV. 50%, karbon waktu penahanan 15 menit menghasilkan nilai 230,65 HV. dan 60%, karbon waktu penahanan 15 menit menghasilkan nilai 231,94 HV. Dengan demikian menggunakan kadar karbon 60% yang menghasilkan nilai 231,94 HV. adalah yang paling bagus dari ke dua data lainnya yaitu 40% karbon dan 50% karbon. Maka dapat disimpulkan, semakin banyak karbon yang digunakan maka semakin bagus dan menjadikan baja lebih keras.

V. DAFTAR PUSTAKA

Buku :

1. Jasa ungguh muliawan, metodologi pene;itian pendidikan dengan studi kasus 2004. Gava media : yogyakarta

2. A,Schey John, Introduction to Manufacturing Processes. 2009. Proses manufaktur (Edisi ke tiga) Terjemahan oleh : Ir.Rines M.T., Dwiyani asih dan Basuki heri winarno. Yogyakarta : Andi publisher.

3. A,Schey John, Introduction to Manufacturing Processes. 2009. Proses manufaktur (Edisi ke tiga) Terjemahan oleh : Ir.Rines M.T., Dwiyani asih dan Basuki heri winarno. Yogyakarta : Andi publisher. Bab 19 hal 619.

4. A,Schey John, Introduction to Manufacturing Processes. 2009. Proses manufaktur (Edisi ke tiga) Terjemahan oleh : Ir.Rines M.T., Dwiyani asih dan Basuki heri winarno. Yogyakarta : Andi publisher. Bab 12 halaman 361.

Internet :

5. http://www.vedcmalang.com/pppptkboemlg/index.php/menuutama/mesin-cnc/1442-beta-0004 (Diakses pada tanggal, 5 Januari 2016)

6. http://andysembiring.com/2012/12/karburisasi.html (Diakses pada tanggal, 8 Januari 2016)

7. http://tulisanterkini.com/artikel/artikel-ilmiah/7639-karburasi-carburising.html (Diakses pada tanggal, 21 Januari 2016)

8. http://teknikmesinunsyiah2010.com/2011/04/penjelasan-tentang-diagram-fasa.html (Diakses pada tanggal, 28 Januari 2016)

9. https://tehnikmesinindustri.com/perlaku an-panas-pada-baja/ (Diakses pada tanggal 10 Februari 2016)

10. http://www.onyonshare.com/2015/10/pengujian-kekerasan-vickers.html (Diakses pada tanggal 26 Februari 2016)