

ANALISA KEKERASAN BAJA ST 42 DENGAN PERLAKUAN PANAS MENGUNAKAN METODE TAGUCHI

Muhammad Firman, Firda Herlina, Muhammad Hatif Martadinata

Prodi Teknik Mesin
Fakultas Teknik, Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari
Jln. Adhyaksa (Kayutangi) No.2 Banjarmasin, 70123
Email : firmanuniska99@gmail.com

ABSTRAK

Seiring dengan banyaknya kegagalan mekanis yang ditemui, Salah satu contohnya misalnya faktor kelelahan logam seperti patahnya poros kereta api, poros roda mobil, dan peristiwa patahnya poros baling-baling kapal. Untuk mengetahui seberapa besar pengaruh beban-beban tersebut terhadap kekuatan lelah material poros, maka diperlukan pengujian material hal ini menarik peneliti untuk melakukan riset perbaikan kualitas produksi. Metode yang dipakai dalam penelitian ini adalah metode taguchi yang bertujuan untuk memperbaiki kualitas produk dan proses serta dapat menekan biaya dan *resources* seminimal mungkin. Dengan jumlah sampel tiga media pendingin air, udara, oli, dengan temperature bervariasi 600°, 700°, 800°, kemudian bahan yang digunakan adalah baja ST 42. Factor yang paling mendominasi mempengaruhi tingkat kekerasan material adalah di faktor A yaitu temperature pemanasan. berdasarkan perhitungan dengan efek mean dan efek replikasi temperature pemanasan berada peringkat ke-1 di Replikasi ke 4 sebesar 24.33 HB, sedangkan untuk media pendingin berada peringkat ke-2 di Replikasi ke 2 sebesar 21.00 HB. Kombinasi factor dengan level yang memberikan peningkatan kekerasan yaitu dengan temperature 800°C dengan media pendingin oli sebesar 111.8 HB. Sedangkan yang melunakan yaitu kombinasi antara factor dengan level temperature 700°C dengan media pendingin air sebesar 88.8 HB.

Kata Kunci: Temperature, Media Pendingin, Material Baja ST 42, Metode Taguchi

1. PENDAHULUAN

Para ahli kualitas memberikan definisi kualitas sangat beraneka ragam antar lain: kualitas adalah seberapa baik produk itu sesuai dengan spesifikasi dan kelonggaran yang disyaratkan oleh rancangan itu, kualitas dipengaruhi oleh banyak faktor, termasuk pemilihan proses pembuatan, latihan dan pengawasan angkatan kerja, jenis sistem jaminan kualitas (pengendalian proses, uji, aktifitas pemeriksaan dan sebagainya) yang digunakan seberapa jauh prosedur jaminan kualitas ini diikuti dan motivasi kerja untuk mencapai kualitas.

Peningkatan kualitas merupakan aktivitas teknik dan manajemen, melalui pengukuran karakteristik kualitas dari produk, kemudian membandingkan hasil pengukuran itu dengan spesifikasi produk yang diinginkan, serta mengambil tindakan peningkatan yang tepat apabila ditemukan perbedaan aktual dan standar. prosedur ini juga berlaku untuk peningkatan kualitas produk baja karbon ST 42 .

Seiring dengan banyaknya kegagalan mekanis yang ditemui, perkembangan ilmu pengetahuan dan banyaknya penemuan baru, menyebabkan faktor-faktor perancangan mulai bertambah. Salah satu contohnya misalnya faktor kelelahan logam. Pada saat faktor kelelahan belum diketahui, perencanaan suatu komponen hanya didasarkan pada pembebanan statik. Namun dalam prakteknya kemudian

ditemukan banyak masalah seperti patahnya poros kereta api, poros roda mobil, rusaknya rivet pada kabin pesawat, dan peristiwa patahnya poros baling-baling kapal (*Propeller Shaft*). Hal ini sangat menarik peneliti untuk melakukan riset perbaikan kualitas produksi ini dengan menerapkan suatu metode yaitu metode Taguchi.

Dari latar belakang diatas penulis mencoba mengangkat topik analisa uji kekerasan pada poros baja karbon ST 42. Tujuan pada penelitian ini ingin mengetahui kekerasan pada material baja karbon ST 42 menggunakan metode Taguchi.

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah dapat dirumuskan permasalahan:

1. Faktor apakah yang dominan mempengaruhi peningkatan kekerasan material?
2. Kombinasi factor yang mana dari factor-faktor tersebut yang dapat meningkatkan kekerasan material?

Tujuan yang ingin dicapai dalam pembuatan skripsi ini yaitu diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui faktor apakah yang dominan mempengaruhi peningkatan kekerasan material
2. Mengetahui kombinasi factor yang mana dari

factor-faktor tersebut yang dapat meningkatkan kekerasan material

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat-manfaat sebagai berikut:

1. Manfaat teoritis
 - a. Memberikan sumbangan positif bagi pengembangan ilmu pengetahuan khususnya ilmu logam.
 - b. Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat sebagai bahan kajian atau informasi bagi dunia kerja khususnya pengetahuan bahan, perlakuan panas, dan juga pengujian bahan.
2. Pengembangan industri

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam bidang perlakuan panas baja yang menghasilkan peningkatan kekerasan bahan baja ST 42, yang pada akhirnya dapat bermanfaat untuk kemajuan dunia industri dan teknologi.

TINJAUAN PUSTAKA

Kekerasan (*Hardness*) adalah salah satu sifat mekanik (*Mechanical properties*) dari suatu material. Kekerasan suatu material harus diketahui khususnya untuk material yang dalam penggunaannya akan mengalami gesekan (*frictional*

force) dan deformasi plastis. Deformasi plastis sendiri suatu keadaan dari suatu material ketika material tersebut diberikan gaya maka struktur mikro dari material tersebut sudah tidak bisa kembali ke bentuk asal artinya material tersebut tidak dapat kembali ke bentuknya semula. Lebih ringkasnya kekerasan didefinisikan sebagai kemampuan suatu material untuk menahan beban indentasi atau penetrasi (penekanan).

Perlakuan panas (*Heat Treatment*) merupakan suatu proses untuk merubah sifat-sifat dari logam sampai suhu tertentu kemudian didinginkan dengan media pendingin tertentu pula. Baja merupakan jenis logam yang banyak mendapatkan perlakuan panas untuk mengubah sifat mekanik sesuai dengan keinginan namun terlebih dahulu diketahui instalasi dari baja tersebut. Setiap baja mempunyai daerah suhu yang optimal untuk pencelupan yang terbentang dari suhu awal yang tinggi ke suhu akhir yang rendah, bahan campuran baja dengan keadaan kadar karbon yang tinggi 0,3% beroksidasi dengan intensif oleh karenanya harus dipanaskan sampai suhu awal. Baja karbon yang tinggi dan campuran merupakan pengantar panas yang buruk sehingga harus dipanaskan secara perlahan-lahan dan menyeluruh hingga di atas suhu kritis, jika pemanasan dilakukan melampaui batas suhu yang diperbolehkan akan terjadi gosong pada baja dan setelah dingin akan mengalami kerapuhan.

Baja karbon adalah paduan antara besi (Fe) dan karbon C dengan

sedikit Si, Mn, P, S dan Cu. Sifat baja karbon sangat kuat tergantung pada kadar karbonnya. Baja karbon dapat dikelompokkan menjadi tiga macam yaitu:

1. Baja karbon rendah (*low carbon steel*)
Memiliki kadar karbon lebih kecil dari 0,20%, biasanya dipakai untuk : *automobile bodies*, pipa, rantai, roda gigi, kerangka.
2. Baja karbon menengah (*medium carbon steel*)
Memiliki kadar karbon 0,20% - 0,50%, biasa dipakai untuk : *connecting* roda, *crank pins*, poros as, *crankshafts*, rel, obeng, palu.
3. Baja karbon tinggi (*high carbon steel*)
Memiliki kadar karbon 0,50% - 2%, biasanya dipakai untuk: obeng, gergaji untuk memotong baja, palu pandai besi, sekrap, ragum.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian menggunakan metode eksperimen yaitu dengan memvariasikan variabel bebas dengan factor level dengan desain taguchi.

- a. Penetapan Level Faktor
Faktor-faktor utama yang berpengaruh tersebut diatas kemudian ditetapkan jumlah dan jenis levelnya. Penetapan levelnya dilakukan dengan mempertimbangkan titik-titik level yang memungkinkan

munculnya nilai ekstrim namun masih dapat ditangani oleh teknologi yang ada.

- b. Pemilihan *Orthogonal Array*
Setelah diketahui jumlah faktor yang berpengaruh beserta levelnya. Berikutnya adalah menyiapkan model desain eksperimen, dimana dalam hal ini menggunakan metode perancangan Taguchi yang menempatkan faktor-faktor beserta levelnya ke dalam *Orthogonal Array*. Penentuan jenis *orthogonal array* yang dikehendaki tergantung pada total derajat kebebasan yang dikehendaki.
- c. Pelaksanaan Percobaan
Setelah dilakukan pemilihan *Orthogonal Array* dan penempatan faktor beserta levelnya ke dalam array, langkah selanjutnya adalah melakukan eksperimen berdasarkan *Orthogonal Array* tersebut. Langkah ini terdiri dari persiapan eksperimen, mulai Persiapan peralatan ukur sampai persiapan objek yang akan diteliti, pelaksanaan eksperimen dengan memperhatikan variabel-variabel yang diteliti serta lamanya eksperimen dan pengambilan data eksperimen. Dari eksperimen ini akan ditempatkan semua data-data informasi yang diperlukan untuk langkah selanjutnya pengolahan data.

Pemilihan *Orthogonal Array* berdasarkan

pengamatan yang diambil melalui pemilihan faktor kualitas dan level yang sering mempengaruhi kekerasan, maka *Orthogonal Array* yang dipakai adalah : $L_9(3^2)$.

Keterangan :

L = *Orthogonal Array*

9=Jumlah percobaan kombinasi

3=Jumlah level yang digunakan

2=Jumlah Faktor yang digunakan

Tabel 3.2 Tabel Matrik *Orthogonal Array* $L_9(3^2)$ uji kekerasan

No	Faktor Kualitas dan Level	
	A	B
1	600°	Air
2	600°	Udara
3	600°	Oli
4	700°	Air
5	700°	Udara
6	700°	Oli
7	800°	Air
8	800°	Udara
9	800°	Oli

Keterangan

A = Temperature

B = Media Pendingin

Pengumpulan data

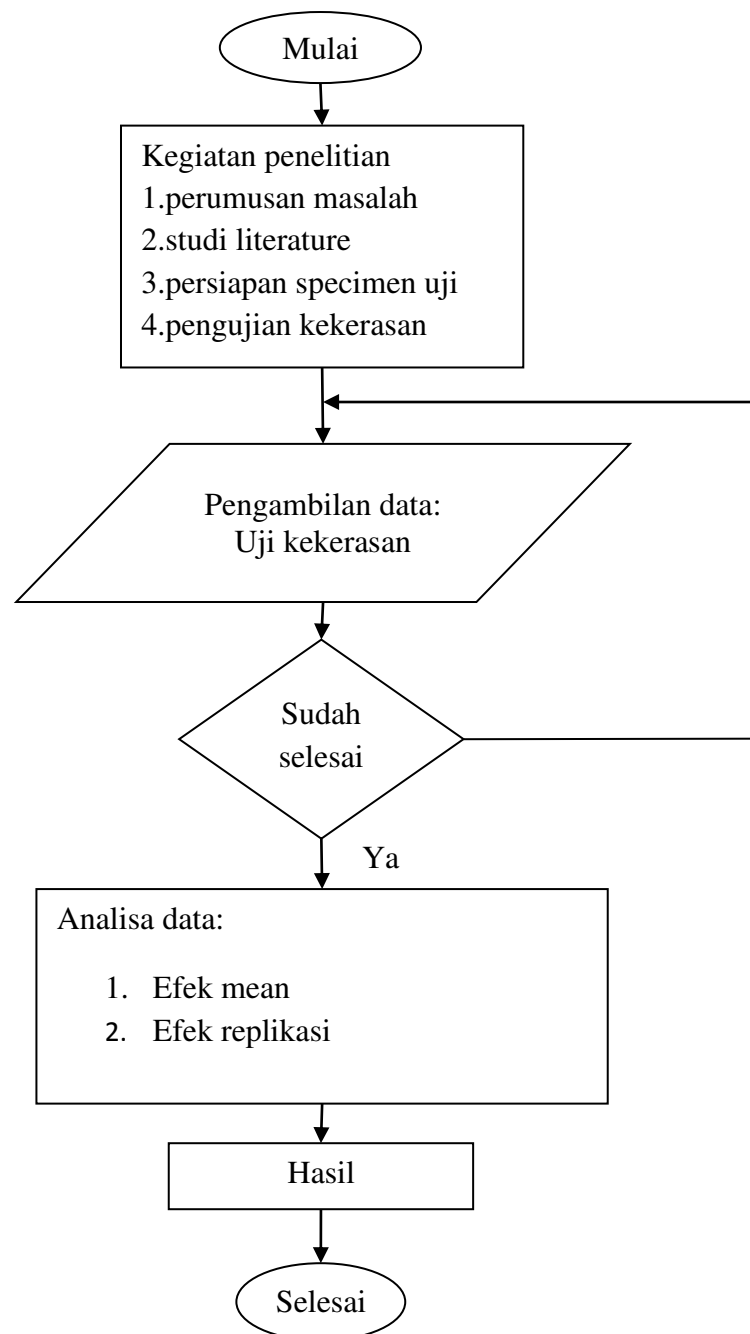
Setelah dilakukan persiapan sampel uji selanjutnya dilakukan pengujian terhadap kombinasi sampel yang sudah ditetapkan.

Tabel pengambilan data yang direncanakan sebagai berikut:

Tabel 3.3 Tabel hasil uji kekerasan

b. Pengolahan data

pada tahapan ini dilakukan pengolahan data, data di buat dalam bentuk table dan grafik untuk mempermudah dalam analisis data.



3.4 Diagram alir penelitian

ANALISA DATA DAN HASIL PENELITIAN
Data Eksperimen

Tabel 4.1 Baja ST 42 Sebelum diberi perlakuan panas.

1	2	3	4	5	Σ
109	98	111	115	105	107.6

Dalam eksperimen ini digunakan 2 faktor dengan rancangan 3 level dari jumlah level dan factor yang ada ditentukan jumlah kolom untuk matriks *orthogonal*.

Dari taguchi array desain menggunakan matriks *orthogonal* L₉ (3²) dan diperoleh table desain hasil eksperimen taguchi setelah diberi kode level nilai variable sebagai berikut:

Table 4.3 Desain eksperimen taguchi.

No	Variabel	
	A	B
1	600°	Air
2	600°	Udara
3	600°	Oli
4	700°	Air
5	700°	Udara
6	700°	Oli
7	800°	Air
8	800°	Udara
9	800°	Oli

Keterangan:

A : Temperatur

B : Media Pendingin

Perhitungan Efek Dari Mean

A . perhitungan rata-rata dari data ke-1 sampai ke-9:

$$Y_{Exp} = \frac{\sum_{i=1}^3 y_i}{n}$$

B. perhitungan rata-rata respon tiap factor

Rata-rata efek mean pada factor A:

$$A_{Exp} = \frac{\sum_{i=1}^3 y_i}{3}$$

Rata-rata efek mean pada factor B:

$$B_{Exp} = \frac{\sum_{i=1}^3 y_i}{3}$$

Sehingga diperoleh hasil perhitungan rata-rata respon tiap factor.

Tabel 4.6 Rata-rata respon tiap faktor

	A	B
level 1	94.22	95.18
level 2	93.27	93.57
level 3	101.53	100.27

C .Perhitungan rata-rata efek dari factor

Dari perhitungan tersebut dapat dilakukan perhitungan untuk masing-masing respon pada tiap factor untuk memperoleh efek dari masing-masing respon tersebut.

Perhitungan efek dari efek mean pada factor-faktor tersebut

dilakukan dengan mengurangi rata-rata respon terbesar dengan rata-rata respon terkecil, sehingga diperoleh hasil perhitungan nilai efek mean dan nilai efek pada tiap factor pada table

Table 4.7 Efek dari mean.

	A	B
level 1	94.22	95.18
level 2	93.27	93.57
level 3	101.53	100.27
Efek	8.27	6.70
Ranking	1	2
Optimum	A ₃	B ₃

Table respon untuk rata-rata (mean) memperlihatkan factor yang berpengaruh terbesar hingga terkecil terhadap karakteristik kekerasan material yaitu temperatur pemanasan dengan nilai 8,27 pada rank ke-1, media pendingin dengan nilai 6,70 pada rank ke-2.

Langkah pertama dari perhitungan ini adalah mencari rata-rata respon dari tiap level factor untuk tiap replikasi. Perhitungan respon untuk masing-masing level tiap factor menggunakan persamaan yaitu sebagai berikut:

Perhitungan rata-rata respon replikasi pada factor A:

$$A_{|R|} = \frac{\sum_{i=1}^3 y_i}{3}$$

Perhitungan rata-rata respon replikasi pada factor B:

$$B_{|R|} = \frac{\sum_{i=1}^3 y_i}{3}$$

Dari perhitungan dengan menggunakan persamaan diatas maka diperoleh table respon tiap factor untuk tiap replikasi yaitu sebagai berikut:

Table 4.8. Respon tiap factor untuk tiap replikasi

Faktor	Kelas					Level
	replikasi 1	replikasi 2	replikasi 3	replikasi 4	replikasi 5	
A	101.33	89.00	89.00	83.67	99.33	600°
	92.33	95.00	95.00	87.33	99.67	700°
	90.67	107.67	107.67	108.00	102.33	800°
B	93.67	88.33	92.33	98.33	101.00	Air
	90.00	94.00	100.67	89.67	95.67	Udara
	100.67	109.33	95.67	91.00	104.67	Oli

Keterangan:

A = Temperature

B = Media Pendingin

Dari perhitungan rata-rata respon pada replikasi tersebut kita dapat menentukan efek tiap factor untuk yang terbesar dengan nilai rata-rata respon terkecil, sehingga diperoleh hasil perhitungan pada table 4.8 sebagai berikut:

Dari perhitungan diatas maka diperoleh table efek tiap factor untuk tiap replikasi yaitu sebagai berikut:

Table 4.9. Efek tiap factor untuk tiap replikasi

Faktor	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3	Replikasi 4	Replikasi 5	Mean	Ranking
A	10.67	18.67	18.67	24.33	3.00	15.07	1
B	10.67	21.00	8.33	8.67	9.00	11.53	2

Dari table efek tiap factor untuk tiap replikasi memperlihatkan urutan factor yang memiliki pengaruh terbesar hingga terkecil terhadap karakteristik material kekerasan, yaitu temperature pemanasan dengan nilai efek 24,33, media pendingin dengan nilai efek 21,00. Berdasarkan hasil diketahui bahwa factor A (factor temperature pendinginan) memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kekerasan material.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan perhitungan yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Factor yang paling mendominasi mempengaruhi tingkat kekerasan material adalah di faktor A yaitu temperature pemanasan. berdasarkan perhitungan dengan efek mean dan efek replikasi temperature pemanasan berada peringkat ke-1 di Replikasi ke 4 sebesar 24.33 HB, sedangkan untuk media pendingin berada peringkat ke-2 di Replikasi ke 2 sebesar 21.00 HB.
2. Kombinasi factor dengan level yang memberikan peningkatan kekerasan yaitu dengan temperature 800°C dengan media pendingin oli sebesar 111.8 HB. Sedangkan yang melunakan yaitu kombinasi antara factor dengan level temperature 700°C dengan

media pendingin air sebesar 88.8 HB.

DAFTAR PUSTAKA

- Nana Fitriana. 2009, Analisa Metode Desain Eksperimen Taguchi dalam Optimasi Karakteristik Mutu, Jurusan Matematika Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Maulana Ibrahim Malang.
- Syafwansyah Effendi.M 2014. Peningkatan Kekuatan Puntir Produk Baling-Baling Kapal Bahan Kuningan dengan Pendekatan Metode Taguchi pada Industri Kecil. Negara Kandangan Kalimantan Selatan. Program Studi Teknik Alat Berat Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Banjarmasin.
- Sumanto, M.A.Dr. Januari 2009. Statistika Deskriptif, CAPS (Center of Akademik Publishing Service). Yogyakarta.
- Susetyo Joko. Analisa Pengendalian Kualitas melalui Evaluasi dan Perbaikan Proses Produksi dengan Pendekatan Metode Control Chart dan Metode Taguchi. Jurusan Teknik Industri, Institut Sains dan Teknologi AKPRIND Yogyakarta.
- Wahyudi Eka, Uji Kekerasan Material dengan Metode Rockwell. Jurusan Fisika Sains dan Teknologi Universitas Airlangga Surabaya.

<https://qualityengineering.wordpress.com/2008/06/29/metode-taguchi/>.

<http://matabayangan.blogspot.com>

<http://www.alatuji.com/article/detail/3/what-is-hardness-tes-uji-kekerasan-#>.

Kalogueloe.blogspot.co.id/2014/03/pengujian-keras-brinell-vikers.html.

Pengujiankekerasan.blogspot.co.id/2014/03/uji-kekerasan-material.html.

www.steelindonesia.com/article/02-heat_treatment.html.

www.distodoc.com