



PERANCANGAN ALAT JOMINY TEST DAN PENGUJIAN KEMAMPUKERASAN BAJA ST37

Dwi Purnomo, Wildana Auliya Ulloh, Ir. Zainun Achmad, M.T.

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya 60118, Tel. 031-5931800, Indonesia

email: dwipurnomo409@gmail.com , wildanaauliya@gmail.com

ABSTRAK

Alat jominy test merupakan alat yang di gunakan untuk proses pendinginan dengan cepat menggunakan media air sebagai pendinginannya dan biasanya digunakan untuk mendinginkan sebuah spesimen besi yang panas. Dalam pembuatan alat jominy test memerlukan konsep dalam mendesain alat yang baik agar dapat digunakan, dengan cara menghitung panjang dan lebar alat dengan tepat, mendisain alat dengan baik dan menentukan laju air dalam proses pendinginan besi. Alat jominy test ini bekerja dengan mengeluarkan air melalui selang dari bak menggunakan pompa kecil yang disemprotkan ke besi panas, dan hasil yang ingin dicapai adalah alat jominy test dapat digunakan dengan baik serta alat jominy test dapat bertahan beberapa tahun hingga alat tersebut rusak atau tidak bisa di pakai. Dan juga dapat mengefisienkan waktu dan tenaga dalam proses pendinginan.

Kata kunci : Alat Jominy Test, Pendinginan Cepat, Efisiensi,

PENDAHULUAN

Dalam perkembangan zaman hampir semua proses produksi menggunakan alat, sebagian besar elemen mesin menggunakan logam sebagai material dasarnya, agar mesin dapat di gunakan tahan lama maka harus menggunakan material yang bagus salah satu cara untuk mendapat material yang bagus adalah uji sifat kekerasan (hardness).

Untuk mengetahui sifat kemampukerasan baja harus dilakukan pengujian kemampukerasan, atau yang disebut pengujian jominy.

Alat uji jominy adalah sebagai alat bantu proses pendinginan cepat (quenching) dalam melakukan pengujian kemampukerasan baja.

Berdasarkan masalah yang dihadapi maka di perlukan perencanaan pembuatan alat pengujian bahan yaitu Jominy Test supaya dapat menentukan uji kekerasan pada baja.

Alat Jominy Test adalah sebuah alat bantu proses pendinginan (*quenching*) alat tersebut sangat sederhana, hanya terdiri dari sebuah benjana yang terdapat wadah yang mengantung benda kerja pada bagian atasnya dan terletak ditengah wadah atau benjana. Dari arah bawah di semprotkan air melalui sebuah pipa air yang dilengkapi dengan keran air di bagian luar benjana. Ujung pipa air mempunyai jarak yang di tentukan dari bagian ujung bawah benda uji yang sedang digantungkan.

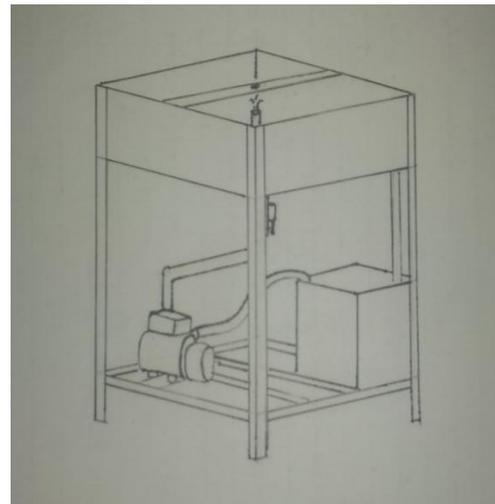
Hasil akhir dari pembuatan alat jominy test yaitu dapat berguna untuk sarana dalam kegiatan praktikum metalografi agar dapat mempermudah kegiatan praktikum.

PROSEDUR EKSPERIMEN

Dalam melakukan pembuatan Alat Uji Jominy perlu dilakukan proses – proses perencanaan dari awal hingga akhir sebagai berikut :

- Studi Literatur
Hal pertama dalam pertama dalam pembuatan alat perlu dilakukan adalah studi literatur, yaitu pengumpulan tentang prinsip dasar proses Alat Uji *Jominy test*.
- Observasi Lapangan
Dalam melakukan observasi lapangan kali ini, perlu dilakukan pengamatan dan pencatatan data secara sistematis tentang mesin uji jominy maupun melakukan penjelajahan online di internet..
- Gambar Sket
Sebelum melakukan perancangan Desain Alat Uji Jominy terlebih dahulu membuat gambaran berupa garis – garis yang membentuk alat tersebut yang di kerjakan di kertas agar meminimalisir kesalahan yang terjadi.
- Gambar Desain
Gambar Desain berbeda dengan gambar sket, gambar desain alat uji harus lebih terperinci dan sesuai standar jurnal yang digunakan dalam pembuatan alat uji pendinginan cepat atau jominy test.

Gambar di bawah ini merupakan gambaran menggunakan kertas gambar yang nantinya alat yang akan saya buat seperti gambar berikut.



Gambar 3.1 desain alat

Komponen-komponenya

- a. Rangka
Rangka Alat Uji berguna sebagai menempatkan berbagai komponen dari bak atas, bak bawah, pompa air, pipa, nozel dan pengikat spesimen uji. Bagian rangka alat jominy test memakai baja berbentuk segitiga yang dapat ditemukan di toko bangunan.
- b. Tumpuan Spesimen
Berguna sebagai menaruh spesimen bahan yang bagian tengahnya berbentuk lingkaran yang fungsi lingkaran tersebut untuk memasukkan spesimen agar nantinya bagian permukaan bawah terkena air dan di buat menggunakan pelat baja strip.
- c. Wadah Penampung Air
Wadah penampung air berfungsi sebagai penampung air dari pompa, pompa listrik menyemprotkan air ke permukaan spesimen, wadah penampung air berbentuk

- kotak dan di buat dari alumunium.
 - d. Mur dan Baut
Mur dan baut berguna sebagai pengikat komponen-komponen supaya tidak terlepas.
 - e. Nozel
Digunakan untuk mengatur laju aliran air
 - f. Pompa air
Berguna untuk menyalurkan air dari wadah ke nozel
 - g. Pipa
Untuk menyalurkan air dari bak bagian bawah ke nozel lalu di kembalikan lagi ke wadah air.
- Perhitungan
 - a. Perhitungan rangka
Dalam melakukan perancangan alat uji jominy diperlukan komponen-komponen yang berguna untuk menompang bagian lain dari komponen alat
 - b. Perhitungan Kecepatan Aliran Air
Dalam melakukan perhitungan kecepatan aliran dari pompa menuju spesimen uji digunakan stopwatch dan gelas ukur. Dengan cara
- Pembuatan Alat Uji Jominy
Saat pembuatan alat uji semua bagian-bagian alat jominy test di rangkai sesuai dengan perencanaan yang telah kita tentukan hingga terjadinya alat yang dapat berfungsi dengan baik dan benar.

- Pengujian Alat Uji Jominy
Prosedur dalam melakukan pengujian alat uji jominy dilakukan menggunakan spesimen benda uji
 1. Pengujian pendinginan cepat
 2. Pengujian kekerasan
 3. pengujian mikrostruktur
- Analisa dan Pembahasan
Hasil dari analisa alat uji, alat uji bekerja dengan baik dan memenuhi standart.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam melakukan perancangan alat *jominy test*, dibutuhkan sebuah komponen yang dapat menahan beban dari komponen lainnya, yaitu rangka. Rangka *jominy test* merupakan komponen penting yang berguna sebagai penahan beban dari komponen lainnya, antara lain :

1. Pompa air
2. Bak bagian bawah
3. Bak bagian atas
4. Dan komponen pendukung lainnya

Dalam pembuatan rangka di perlukan beberapa baja berbentuk L yang di susun sedemikian rupa sehingga menjadi suatu rangka yang dapat menahan dari beban dan getaran dari pompa air listrik.

Dan di perlukan perhitungan yang tepat agar rangka tidak mengalami kerusakan akibat beban yang ditahan, berikut ini cara perhitungan rangka

Perhitungan gaya yang terjadi pada rangka (dudukan pompa listrik dan bak berisi air) dan berikut ini data yang terkumpul dari alat jominy test kemudian di hitung untuk mendapatkan kekuatan rangka alat yang nantinya dapat menahan beban dari bagian-bagian utama alat jominy test.

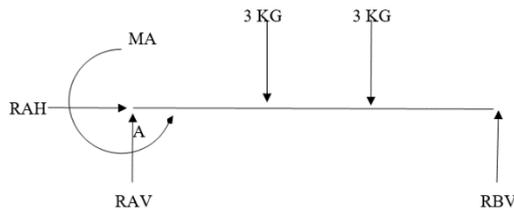
- Berat pompa air sebanyak 1 = 5 Kilogram

- Berat bak berisi air = 13 Kg
- Massa total =

$$\text{Beban} = F = \frac{\text{masa total}}{6}$$

$$F = \frac{18 \text{ kg}}{6}$$

$$F = 3 \text{ kg}$$



1. Analisa pada batang I – K

- $\Sigma F_y = 0$
- $\Sigma F_x = 0$

$$R_{AV} - 3Kg - 3kg + R_{BV} = 0$$

$$R_{AV} + R_{BV} = 6 \text{ kg}$$

- $\Sigma A = 0$

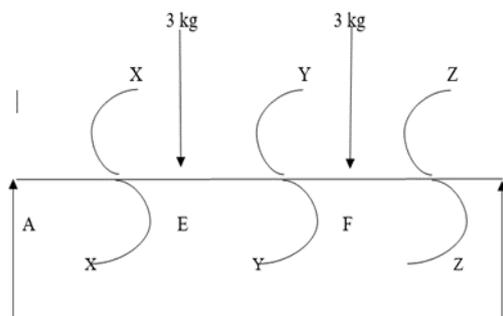
$$-3 \text{ kg} \cdot 20 \text{ cm} - 3 \text{ kg} \cdot 40 \text{ cm} + R_{BV} \cdot 60 \text{ cm} = 0$$

$$R_{BV} \cdot 60 \text{ cm} = 180 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

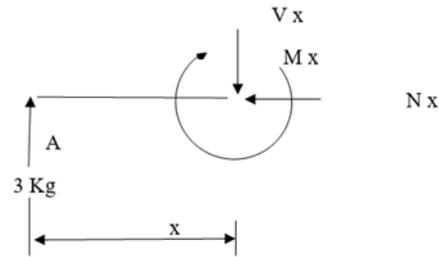
$$R_{BV} = 3 \text{ kg}$$

$$R_{AV} = 3 \text{ kg}$$

2. Perhitungan gaya bagian dalam



3. Perhitungan bagian x – x sebelah kiri

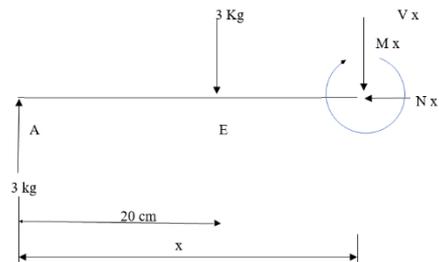


$$N_x = 0$$

$$V_x = 3 \text{ kg}$$

$$M_x = 3 \text{ kg} \cdot x$$

4. Perhitungan Potongan y – y (kiri)



$$N_x = 0$$

$$V_x = 3 \text{ kg} - 3 \text{ kg} = 0$$

$$M_x = 3 \text{ kg} \cdot (20 + x) - 10 \text{ kg} \cdot x$$

5. Potongan z – z (kanan)

Pada pemilihan bahan dalam pembuatan rangka alat jominy test adalah baja St 37 berbentuk L,

- ukuran rangka alat 40 mm x 40 mm x 3 mm
- Momen inersia (I)

$$I = t \left[\frac{(b + 1)^4 - 6 (b)^2 (1)^2}{12 (l + b)} \right]$$

$$I = 3 \left[\frac{(37 + 40)^4 - 6 (37)^2 (40)^2}{12 (40 + 37)} \right]$$

$$I = 78063,12 \text{ mm}^2$$

- Perhitungan jara pusat beban

$$Y = \frac{b^2}{2 (b+1)} = \frac{37^2}{2 (37+1)} = 8,90 \text{ mm}$$

- Beban maksimum = 60 kg = 588399 Nmm
- Standar keamanan alat (sf) = 3
- Hasil tegangan terhadap baja ST 37
- Tegangan rangka

$$\sigma = \frac{M \cdot Y}{I}$$

$$\sigma = \frac{588399 \cdot 8,88}{71463,12}$$

$$\sigma = 73,1 \text{ N/mm}^2$$

maka σ tegangan ijin $>$ σ untuk memilih bahan rangka alat jominy test yang tepat yaitu baja st 37 berbentuk L dengan ukuran 60 x 40 x 2,5 mm sesuai untuk menahan bagian utama alat jominy test.

Perhitungan Aliran Pompa Air

Untuk perhitungan pompa air yang cocok dan sesuai standart alat jominy tes di perlukan pompa air yang sesuai dengan hasil perhitungan sebagai berikut :

Debit aliran air (Q) : 1400 liter/jam

Head total pompa air : 1,5 meter

Daya pompa air : 18 Watt

Frekuensi : 50 atau 60 Hz

Berdasarkan hasil data diatas maka untuk penunjang alat jominy test menggunakan pompa Resun SP-2500 yang mempunyai spesifikasi yang hampir mendekati hasil perhitungan secara teoritis.

Pengujian Alat Jominy Test

Dengan cara memasukkan air ke dalam bak bawah dengan air jangan sampai melewati bak karena air nantinya akan memercik ke luar bak, lalu hidupkan pompa air kemudian lihat apakah aliran air dapat mengalir hingga ke atas keran atau nozel. Untuk mengecek besar kecilnya laju aliran air kita dapat mengaturnya dengan memutar keran sesuai keinginan laju air yang kita inginkan. kita bisa lihat hasil dari pengujian alat nya dan alat jominy test dapat bekerja dengan baik.

Dan untuk mendapatkan kualitas alat *jomint test* sesuai setandard saya melakukan

perbandingan menggunakan alat *jominy test* orang lain agar alat yang saya buat sesuai standar.

Berikut ini beberapa ke standar alat yang saya buat

1. keluarnya aliran air dari nozzel dapat mencapai 10 cm dan dapat membasahi seluruh permukaan uji spesimen
2. pada bagian bak tidak mengalami kebocoran
3. aliran air dari pompa lancar
4. alat dapat bertahan lama

Pengujian Pendinginan Cepat Alat Jominy Test

Setelah alat jominy test yang saya buat sesuai setandard lalu saya melakukan pengujian cepat atau quencing untuk mengetahui apakah alat saya dapat mendinginkan lebih cepat atau tidak. Dalam pengujian pendinginan cepat menggunakan alat jominy test kita menggunakan 2 spesimen baja st 37 yang dimana 1 spesimen kita lakukan pengujian dengan air dalam wadah dan spesimen ke 2 di lakukan pengujian dengan alat jominy test, agar dapat diketahui pengujian pendinginan manakah yang lebih cepat menggunakan alat jominy test atau pendinginan biasa atau tidak menggunakan alat supaya dapat mengetahui perbedaan yang terjadi.

Berikut ini merupakan langkah – langkah dalam proses pendinginan cepat atau quencing.

1. Mempersiapkan alat dan bahan uji spesimen st 37 sebanyak 2 buah
2. kedua spesimen baja st 37 yang berukuran panjang 100 mm dengan diameter 20 mm



Gambar 4.11 spesimen baja st 37

3. hidupkan tungku pembakaran hingga suhu 850°
4. jika tungku mencapai suhu tersebut ke dua spesimen baja st 37 di masukan.
5. Pemanasan pada 2 spesimen baja st 37 menggunakan tungku dengan suhu 850° derajat celsius hingga mencapai batas austenit selama 1 jam pemanasan.



Gambar 4.12 tungku pemanas

6. Ambil spesimen baja st 37 yang sudah di panaskan selama 3 jam menggunakan sarung tangan anti panas dan pencapit.



Gambar 4.13 pengambilan spesimen

7. lalu spesimen pertama dimasukkan ke dalam bak air, dan untuk spesimen ke 2 masukan ke alat *jominy test*, Jika spesimen sudah terasa dingin akan di ambil.

Dan tabel di bawah ini merupakan hasil dari proses pendinginan cepat atau quenching.

Tabel 4.1 hasil pengujian pendinginan cepat

Metode	Jenis spesimen	Waktu Pendinginan
Pendinginan Biasa	Baja St 37	20 menit
Pendinginan Dengan Alat <i>Jominy Test</i>	Baja St 37	10 menit

hasil yang dapat disimpulkan bahwa pendinginan tanpa menggunakan alat *jominy test* memerlukan waktu sekitar 20 menit, sedangkan pendinginan menggunakan memerlukan waktu sekitar 10 menit sehingga alat *jominy test* yang saya buat sangat efisien dan efektif dalam.

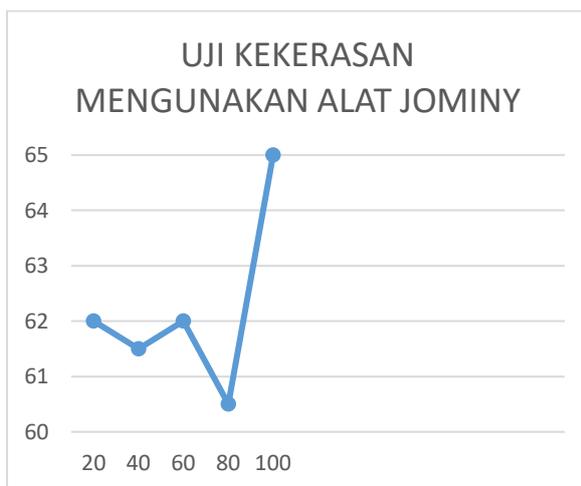
Uji Kekerasan

spesimen uji baja st 37 dengan panjang 10 cm dilakukan uji kekerasan untuk mengetahui nilai kekerasan material setelah dilakukan pendinginan cepat menggunakan alat jominy test. Pengujian dilakukan pada 5 titik dengan jarak 10 mm dan di ambil rata – rata dari 5 titik tersebut.



Gambar 4.14 alat uji kekerasan

Grafik hasil uji kekerasan di laboratorium Universtas 17 Agustus 1945 Surabaya.

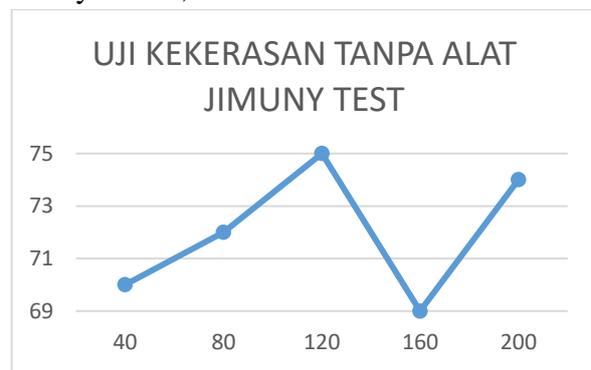


Gambar 4.15 grafik uji kekerasan menggunakan jominy test

Tabel 4.2 hasil rata – rata pengujian

No.	Benda Uji	Kondisi Identasi	HRB	HRB Rata – Rata	Ket
1	ST 37	p = 100 kg t = 5 detik	1/16 ball	62,2	

Hasil dari tabel tersebut diketahui HRB rata – ratanya = 62,2



Gambar 4.16 grafik uji kekerasan tanpa pendinginan cepat

Tabel 4.3 hasil rata – rata pengujian

No.	Benda Uji	Kondisi Identasi	HRB	HRB Rata – Rata	Ket
1	ST 37	p = 100 kg t = 5 detik	1/16 ball	72	

Hasil Uji Kekerasan

Berdasarkan pengujian kekerasan Rockwell yang saya menyimpulkan sebagai berikut.

1. Nilai kekerasan ini menunjukkan bahwa baja ST 37 yang sudah diberi perlakuan panas quenching cenderung lebih keras dibandingkan dengan baja ST 37 yang tidak diberi perlakuan panas.
2. Nilai kekerasan baja ST 37 setelah diberi perlakuan quenching berbanding lurus dengan durasi waktu penahanan panas

(holding time). Semakin tinggi nilai durasi waktu penahanan panas, maka nilai kekerasan baja AISI 1045 tersebut akan semakin meningkat.

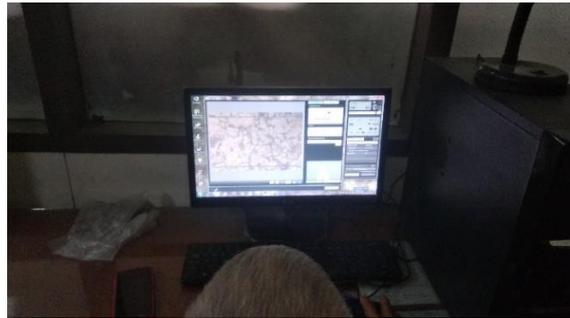
Hasil Mikrostruktur

Adapun langkah – langkah pengujiannya sebagai berikut :

1. Baja st 37 di potong dengan ukuran 20 mm.
2. Pada permukaan baja di haluskan menggunakan rempelas dan *autosol* sampai bagian permukaan mengkilap seperti kaca.
3. Lalu pada permukaan baja di tetesi cairan
4. Tunggu sampai kering, untuk mempercepat pengeringan menggunakan pengering udara
5. Setelah pengeringan selesai spesimen di masukan ke alat dan hasilnya akan muncul di dalam komputer. untuk mencari struktur mikro pada spesimen baja st 37 menggunakan mikroskop (*scanning electron microscop*)



Gambar 4.17 penempatan benda spesimen pada alat menggunakan alat *scanning electron microscop*



Gambar 4.18 melihat mikro struktur

Hasil dari pembesaran spesimen baja st 37 tanpa perlakuan pemanasan menggunakan mikroskop di dapat 2 struktur saja struktur tersebut adalah *ferrit* dan *perlit*, struktur ferrit terlihat pada gambar di bawah ini yang berwarna putih sedangkan yang berwarna hitam merupakan struktur perlit, hal ini terjadi karena susunan komposisi spesimen baja yang terkandung 0,44% baja karbon dan tergolong baja *hypotectoid*.



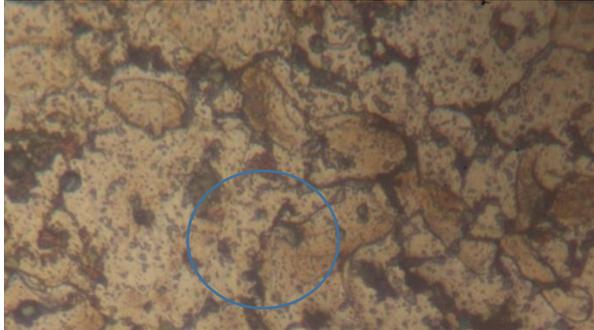
Gambar 4.19 Struktur ferrit

Gambar lingkaran di bawah merupakan struktur perlit, struktur perlit yang berwarna hitam dan di dominasi struktur ferrit.

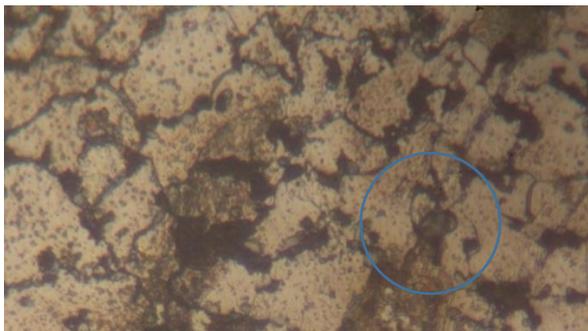


Gambar 4.20 struktur perlit

Struktur mikro yang dapat dilihat Gambar di bawah ini dengan pendingin air, strukturnya adalah martensite dan bainit. Terbentuknya fasa bainit karena merupakan campuran fasa perlit dan sementit. karena tidak ada kesempatan bagi atom-atom karbon austenit terlarutkan untuk mengadakan pergerakan difusi dan bentuk sementit oleh karena itu terjadi fase mertensit.



Gambar 4.21 struktur bainit



Gambar 4.22 struktur martensit

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan alat jominy test yang saya buat saya dapat menyimpulkan bahwa :

1. Untuk ukuran spesimen yang digunakan untuk pendinginan alat adalah 80 milimeter.
2. Alat yang saya buat berfungsi dengan baik.
3. Kapasitas air yang digunakan 40 liter karena pengembalian dari bak atas agar tidak tumpah.

4. Alat jominy test sesuai standart
5. Sifat mekanik pada Baja ST-37 dengan pendinginan cepat media air lebih baik dibandingkan dengan tanpa perlakuan panas dan *Normalizing*.
6. Hasil uji kekerasan ini menunjukkan bahwa baja ST 37 yang sudah diberi perlakuan panas *quenching* cenderung lebih keras dibandingkan dengan baja St 37 yang tidak diberi perlakuan panas.
7. Nilai kekerasan baja ST 37 setelah diberi perlakuan *quenching* berbanding lurus dengan durasi waktu penahanan panas (*holding time*). Semakin tinggi nilai durasi waktu penahanan panas, maka nilai kekerasan baja AISI 1045 tersebut akan semakin meningkat

Saran

1. Alat jominy test sehabis dipakai agar dibersihkan pada bagian yang terkena air supaya tidak menimbulkan karat pada bagian rangka alat dan pompa air.
2. Untuk pengisian air dalam bak bawah jangan sampai penuh bisa menyebabkan air pengembalian dari pompa atas tumpah.
3. Dalam menggunakan alat sebaiknya harus sesuai prosedur pemakaian agar tidak terjadi hal yang tidak di inginkan.

PENGHARGAAN

Penghargaan setinggi-tingginya kepada Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia atas pendanaan penelitian ini dalam skema Penelitian Dosen Pemula

REFERENSI

Handoko, D. 2011. Rancang Bangun Alat Hardenability Jominy Test dan Pengujian Bahan Praktikum Di Laboratorium Pengujian Bahan dan Metrologi Jurusan Teknik Mesin

- Politeknik Negeri Pontianak. Jurnal
Vokasi 7 (2) : 198-203
- Susanto, H., Supardi, J., Sayuthi, T., Marliadi,
H. 2016. Rancang Bangun Alat Uji
Jominy (Jominy Hardenability Test).
Jurnal Mekanova 2(3) : 97-107
- Rokhman, T. 2015. Perancangan Alat Uji
Kemampukerasan Jominy Test Untuk
Laboratorium “45” Bekasi. Jurnal Ilmiah
Teknik Mesin 3 (1) : 68-80
- Prayugo, S., Ridwan. A., istana. B. 2016.
Rancang Bangun Alat Uji Jominy
Hardenability Test. ISSN : 2541-3023
- Sularso., Suga, K. 2013. Dasar Perencanaan
Dan Pemilihan Elemen Mesin.
11.Jakarta: Pradnya Paramita.