

## **BAB 4**

### **ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN**

Analisa merupakan suatu proses analisa suatu dengan menggunakan data dari pengujian alat dengan tujuan mengetahui informasi – informasi yang bermanfaat dari alat yang kita analisa apakah alat tersebut mengalami kerusakan atau tidak sehingga kita meminimalisir dalam kerusakan alat Jominy Test.

#### **4.1 ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN ALAT UJI JOMINY TES**



4.1 gambar alat jominy test

Pada proses pembuatan alat uji Jominy Test kita melakukan analisa data dari alat Jominy Test dan pengujian kemampukerasan baja st 37. Untuk menguji apakah alat Jominy test dapat berfungsi dengan baik dan tahan lama maka kita melakukan analisa komponen – komponen terkecilnya seperti :

1. Perhitungan Rangka
2. Perhitungan kecepatan laju air pompa
3. Perhitungan pengeboran

#### 4.1.1 Pembuatan Alat Jominy Test

Dalam pembuatan alat menggunakan besi berbentuk segitiga yang di potong menjadi 8 bagian dengan panjang 1 m dengan ketebalan 3 mm, berikut bagian – bagian dari alat jominy test :

- a. Pompa
- b. Bak atas
- c. Bak bawah
- d. Rangka
- e. Nozel
- f. Selang
- g. Pipa
- h. Tumpuan spesimen

Dan berikut ini tata cara pembuatan bagian – bagian komponen alat jominy test dari awal hingga akhir.

1. Proses pembuatan rangka alat Jominy Test
  - a. Pembuatan tiang rangka alat membutuhkan panjang besi berbentuk L dengan lebar dan tebal 35 mm x 35 mm x 3 mm sepanjang 100 cm sebanyak 4 buah
  - b. Pembuatan rangka atas dan bawah panjang 35 x 35 x 3 sepanjang 60 cm sebanyak 8 buah
  - c. Pembuatan dudukan bak atas 4 buah sepanjang 10 cm
  - d. Pembuatan dudukan pompa dan bak bawah 2 buah dan panjang 60 cm
2. Proses pembuatan bak atas

di butuh kan lembar almunium dengan tebal 1 mm dengan panjang 60 cm dan lebar 25 cm

  - a. Ukur almunium untuk bagian bawah
  - b. Lalu potong almunium persegi
  - c. Lipat almunium yang sudah ada garisnya menjadi berbentuk kotak
  - d. Dan untuk bagian samping potong almunium sesuai ukuran berbentuk persegi panjang
  - e. Untuk menyambung kedua almunium sambungkan kedua almunium dengan lem almunium dan untuk memperkuat bagian-bagian sisi di kasih lak ban anti bocor.
3. Proses pengeboran

Pengerjaan rangka yang sudah terpotong tadi di lubangi bagian tepi, kegunaan lubang tersebut adalah untuk memasukkan baut untuk merangkai alat.

4. Proses pemotongan dan penghalusan  
Besi yang sudah di ukur sesuai ukuran dipotong sesuai desain lalu bagian yang berkarat dan kasar di haluskan.
5. Proses pengecatan rangka  
Rangka yang sudah di haluskan menggunakan ampelas lalu dibersihkan dan semprot menggunakan cat pelapis, lalu dibiarkan kering di bawah sinar matahari selama 60 menit jika sudah kering di semprot menggunakan cat hitam dan di tunggu hingga kering.
6. Proses perakitan  
Perakitan adalah tahap yang terakhir dalam pembuatan alat uji Jominy Test, dimana semua bagian – bagian di satukan menjadi satu hingga menjadi alat yang dapat digunakan.  
Sebelum merakit alat sebaiknya memperhatikan hal – hal yang harus kita cermati sebagai berikut :
  1. komponen yang sudah diselesaikan di susun sesuai agar tidak terjadi kesalahan dalam proses perangkaian alat.
  2. Komponen alat – alat harus sesuai standar agar tidak mengalami kerusakan.
  3. Jumlah komponen – komponen harus diketahui agar tidak terjadi kesalahan dalam pemasangan alat.
  4. Mengetahui tempat pemasangan dan urutan – urutan dalam pemasangan setiap komponen alat
  5. Mempersiapkan dan menyiapkan bagian – bagian komponen alat dan alat bantu dalam merakit alat
  6. Merangkai alat harus sesuai dengan desain yang telah di buat
  7. Mengecek alat yang kita buat berfungsi dengan baik atau tidak.
  8. Alat siap digunakan

Berikut ini adalah Komponen- komponen yang sudah jadi dan siap di rangkai menjadi alat utuh sebagai berikut :

1. Rangka



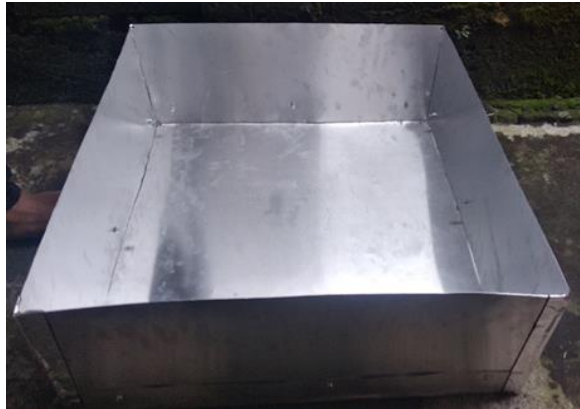
Gambar 4.2 rangka

2. bak bawah



Gambar 4.3 bak bawah

3. bak atas



Gambar 4.4 bak atas

4. dudukan spesimen



Gambar 4.5 dudukan spesimen

5. pipa



Gambar 4.6 pipa lurus

6. pipa L



Gambar 4.7 pipa L

7. keran



Gambar 4.8 keran

8. selang



Gambar 4.9 selang



9. mur dan baut



Gambar 4.10 mur dan baut

10. pompa air



sumber: shimizu.co.id

Gambar 4.11 pompa air

Langkah-langkah perakitan :

1. Mempersiapkan semua komponen alat
2. Menyiapkan rangka alat uji yang sudah dirakit menjadi satu dengan menggunakan mur dan baut yang sudah di kencangkan pada bagian – bagian sampingnya.
3. Pasang bak bagian atas dari bawah hingga atas
4. Pasang penyangga bak bagian atas yang berbentuk siku pada tiap sisi rangka
5. Letakan bak bagian bawah tidak lupa lem baknya pada bagian bawah agar tidak goyang
6. Pompa air taruh pada dudukan dan pasang baut dan mur agar mesin pompa tidak bergetar dan goyang pada saat alat uji digunakan

7. Rangkai pipa, keran sesuai dengan desain.
8. satukan dengan pompa dan nozel menggunakan lem pipa
9. Masukkan air ke dalam bak bagian bawah hingga terisi penuh
10. Lalu hidupkan pompa air
11. Alat Jominy Test siap digunakan.

#### 4.2 Analisa Perencanaan Mesin

Alat uji jominy test perlu di lakukan analisa dari perhitungan rangka, perhitungan pompa, dan kecepatan pendinginan alat supaya di dapatkan alat yang sesuai standar.

##### 4.2.1 Perhitungan rangka

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

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

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) adalah sebagai berikut, Data-data yang diketahui yaitu :

- Massa 1 buah pompa listrik = 5 Kg
- Massa bak berisi air = 13 Kg
- Massa total = Karena dalam perencanaan kerangka beban utama bertumpu pada 4 batang yang sama panjang (60 cm) terbagi 6 titik (4 titik pada batang A – B, C – D, 2 titik pada batang B – C, D - A).

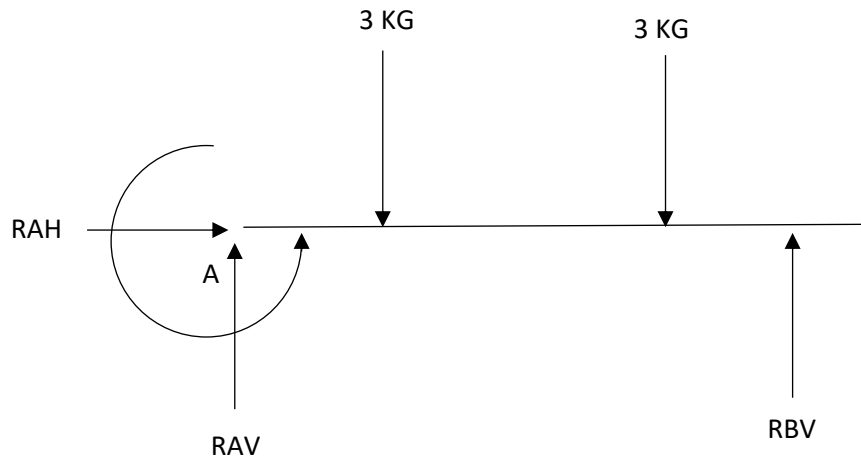
Maka beban utama dibagi 6

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

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

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





2. Analisa pada batang I – K

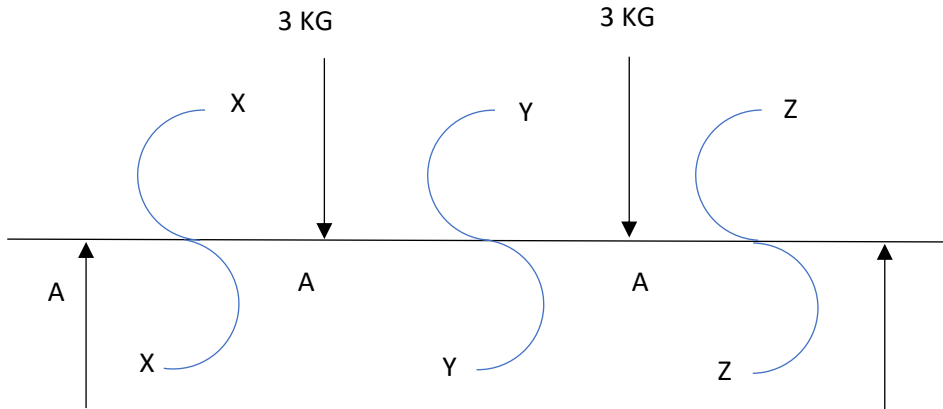
- $\Sigma F_Y = 0$
- $\Sigma F_Y = 0$

$$R_{AV} - 3Kg - 3kg + R_{BV} = 0$$
$$R_{AV} + R_{BV} = 6 kg$$

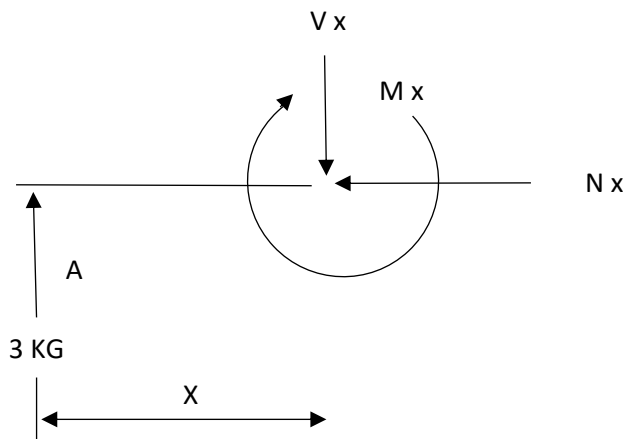
- $\Sigma A$

$$-3 kg \cdot 20 cm - 3 kg \cdot 40 cm + R_{BV} \cdot 60 cm = 0$$
$$R_{BV} \cdot 60 cm = 180 kg \cdot cm$$
$$R_{BV} = 3 kg$$
$$R_{AV} = 3 kg$$

3. Perhitungan gaya bagian dalam  
Batang A – B

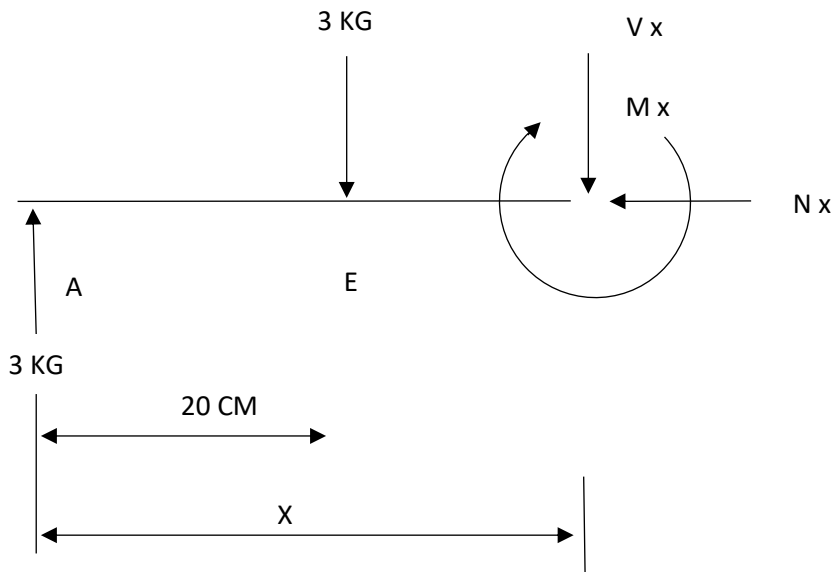


4. Perhitungan bagian x – x sebelah kiri



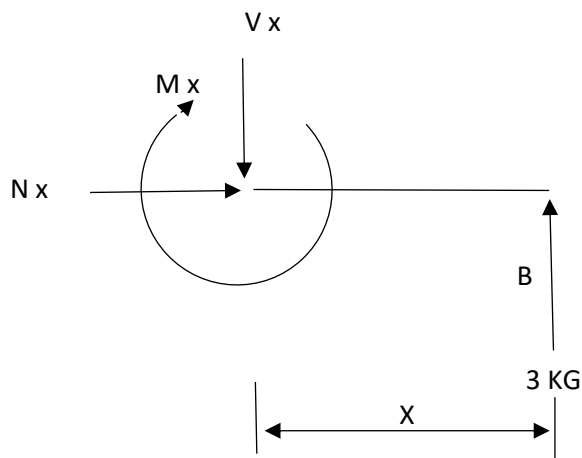
- $N_x = 0$
- $V_x = 3 \text{ kg}$
- $M_x = 3 \text{ kg} \cdot X$

5. Potongan y – y ( kiri )



- $N_x = 0$
- $V_x = 3 \text{ kg} - 3 \text{ kg} = 0$
- $M_x = 3 \text{ kg} \cdot (20 + x) - 10 \text{ kg} \cdot x$

6. Potongan z - z (kanan)



- $N_x = 0$
- $V_x = 0$
- $M_x = 3 \text{ Kg} \cdot X$

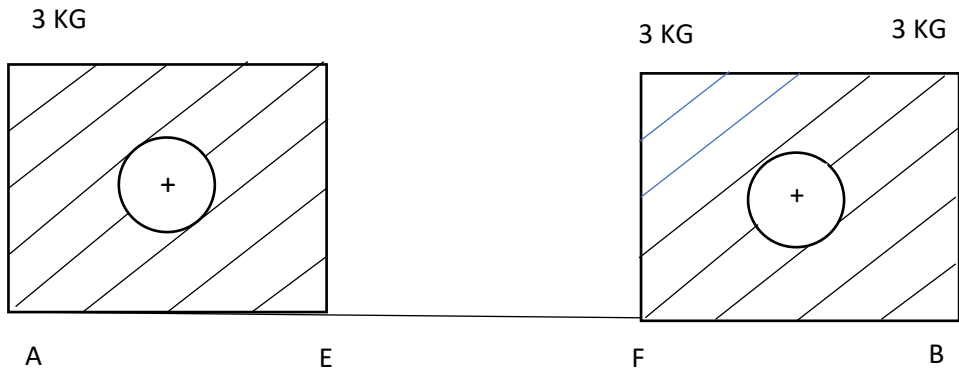
Label	X	$N_x$	$V_x$	$M_x$
A – E				
A	$X = 0$	$N_A = 0$	$V_A = 0$	$M_A = 0$
E	$X = 20$	$N_E = 0$	$V_E = 3$	$M_E = 60$
A – F				
A	$X = 0$	$N_A = 0$	$V_A = 0$	$M_A = 0$
F	$X = 40$	$N_F = 0$	$V_F = 0$	$M_F = 60$
B – F				
B	$X = 0$	$N_B = 0$	$V_B = 0$	$M_B = 0$
F	$X = 20$	$N_F = 0$	$V_F = 3$	$M_F = 60$

Gambar diagram gaya dalam

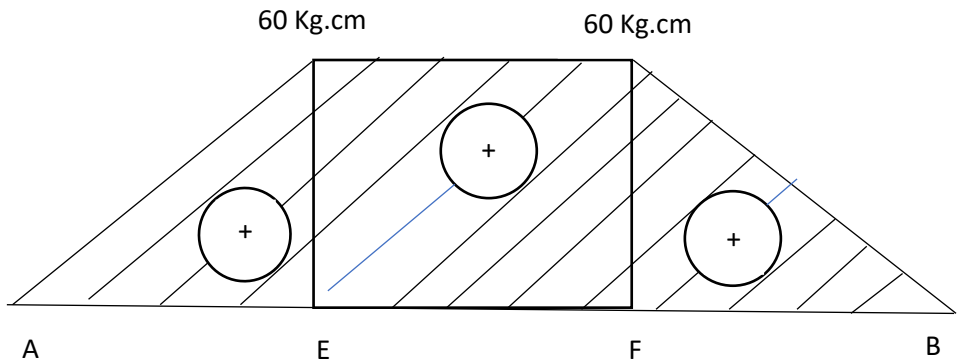
1. Diagram NFD



2. Diagram SFD



### 3. Diagram BMD



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

1. ukuran rangka alat 40 mm x 40 mm x 3 mm
2. Momen inersia ( I )

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

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

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

3. Perhitungan jara pusat beban

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

4. Beban maksimum = 60 kg = 588399 Nmm
5. Standar keamanan alat (sf) = 3
6. Hasil tegangan terhadap baja ST 37
7. Tegangan rangka
8. Faktor keamanan (sf) = 3
9. Tegangan yield pada ST 37
10. Tegangan rangka

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

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

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

Jadi karena  $\sigma$  ijin  $>$   $\sigma$  maka pemilihan rangka dengan beban besi profil L ST 37 dengan dimensi 40mm x 40mm x 3mm aman untuk menahan beban.

#### 4.2.2 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.

### 4.3 Analisa Jominy Test

Alat Jominy Test yang sudah selesai dalam pembuatannya akan dilakukan pengujian alat untuk mengetahui apakah alat Jominy Test yang kita buat dapat berfungsi dengan baik dan benar hingga alat jominy test dapat digunakan sebagai alat pengujian pendinginan cepat quencing yang nantinya dapat di gunakan untuk sarana pendukung pratikum metalografi.

#### 4.3.1 percobaan 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 setandart 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 nozel 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.

#### **4.3.2 pengujian pendinginan cepat alat jominy test**

Setelah alat jominy test yang saya buat sesuai setandar lalu saya melakukan pengujian cepat atau quenching 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 quenching.

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 4.12 spesimen baja st 37

3. hidupkan tungku pembakaran hingga suhu 8500
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 celcius hingga mencapai batas austenit selama 1 jam pemanasan.



Gambar 4.13 tungku pemanas

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



Gambar 4.14 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.

Untuk menganalisa hasil dari pendinginan cepat kita melakukan perbandingan dengan pendinginan cepat menggunakan alat uji jominy test dan pendinginan cepat tanpa alat jominy test dengan menggunakan stop watch untuk mengetahui berapa lama waktu yang di butuhkan untuk mendinginkan spesimen baja st 37.

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.

#### 4.4 ANALISA UJI KEMAPUKERASAN BAJA ST 37

Baja st 37 yang sudah di panaskan dengan suhu 800 Oc dan didingin menggunakan alat jominy test lalu dilakukan pengujian kekerasan dengan metode rockwell HRB untuk mengetahui nilai kekerasan dari baja ST 37.

##### 4.4.1 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.

Pengujian kekerasan HRB



Gambar 4.15 alat uji kekerasan

Gambar di atas merupakan alat yang di gunakan untuk mengukur nilai kekerasan sebuah material baja yang berada di laboratorium politeknik Universitas 17 Agustus Surabaya.



Gambar 4.16 grafik uji kekerasan menggunakan jominy test

Grafik di atas merupakan hasil dari uji kekerasan dalam pengujian menggunakan alat jominy test.

Tabel 4.2 hasil rata – rata pengujian menggunakan jominy test

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 perhitungan di atas di dapatkan nilai rata-rata untuk uji kekerasan adalah 62,2



Gambar 4.17 grafik uji kekerasan tanpa pendinginan cepat

Tabel 4.3 hasil rata – rata pengujian tanpa jominy test

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

#### 4.4.2. Pembahasan hasil Uji Kekerasan

Berdasarkan pengujian kekerasan Rockwell yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan :

1. 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.
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.

#### 4.5 ANALISA UJI MICROSTRUKTUR

Setelah baja dilakukan pengujian kekerasan selanjutnya baja st 37 di lakukan pengujian mikro struktur untuk mengetahui struktur – struktur apa saja yang terkandung dalam baja tersebut.



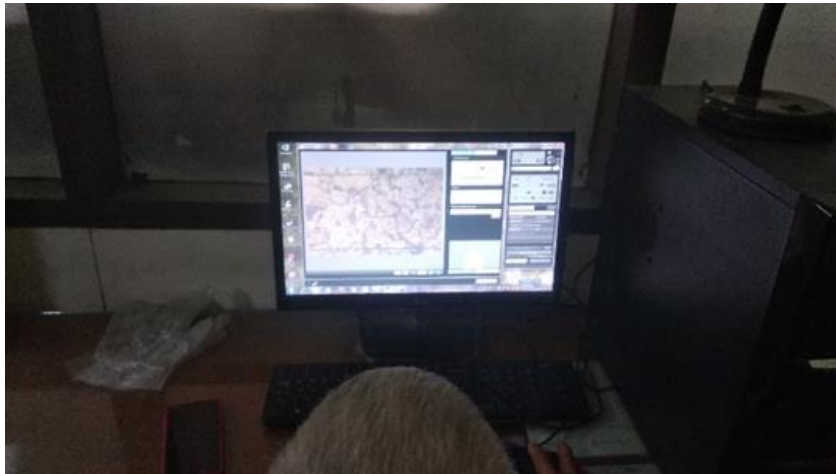
#### **4.5.1 Uji Mikrostruktur**

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 4.18 penempatan benda spesimen pada alat menggunakan alat scanning electron microscop



Gambar 4.19 melihat mikro struktur

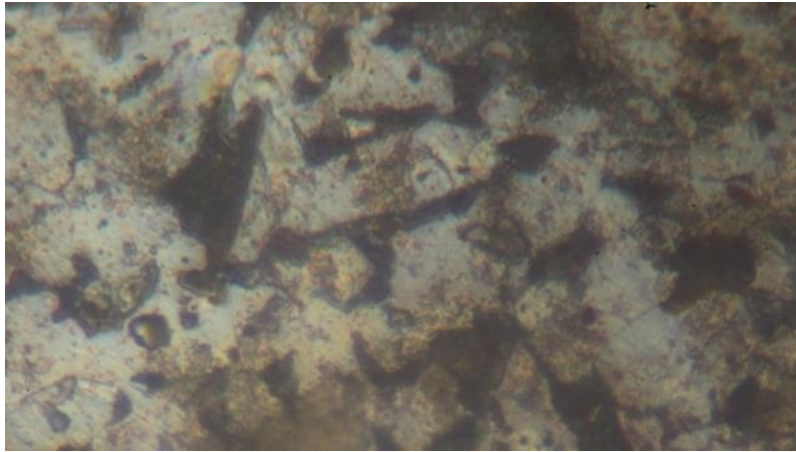
#### **4.5.2 Analisa Struktur Mikro Pada Spesimen Baja ST 37 Menggunakan Alat Scanning Electron Microscop ( SEM)**

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.



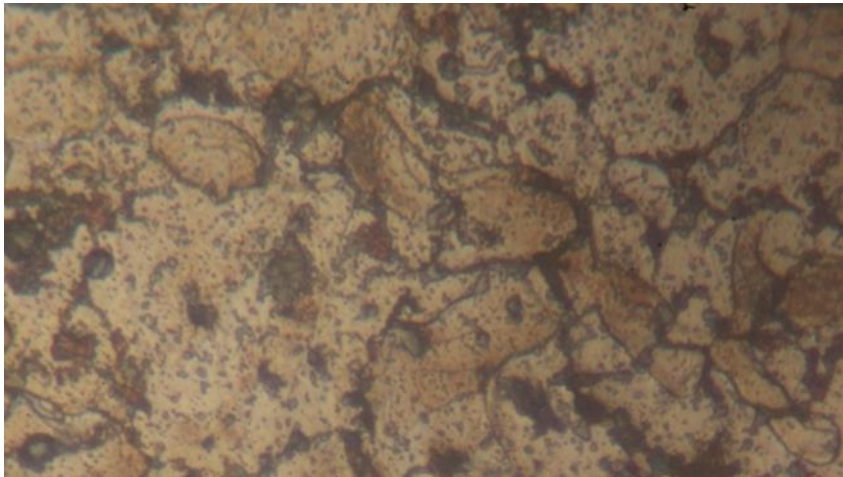
Gambar 4.20 Struktur ferrit

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

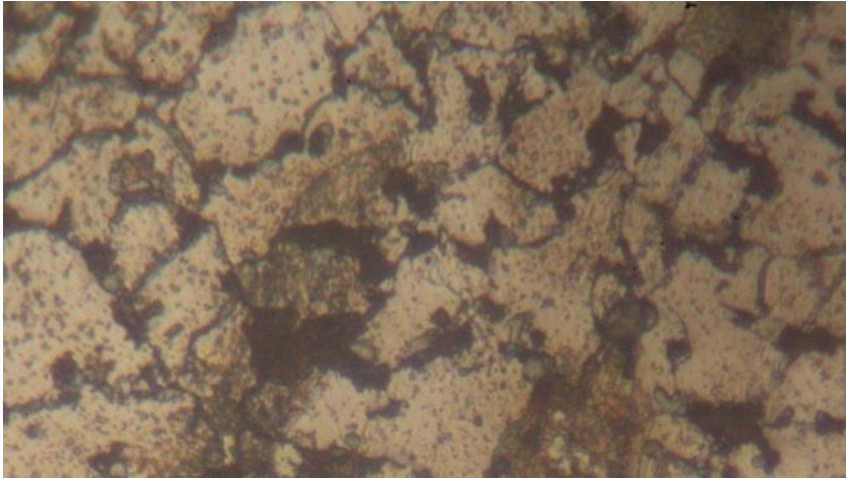


Gambar 4.21 struktur perlit

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 yang telah larut dalam austenit untuk mengadakan pergerakan difusi dan bentuk sementit oleh karena itu terjadi fase mertensit.



Gambar 4.22 struktur bainit



Gambar 4.23 struktur martensit