

ANALISIS PERLAKUAN PANAS BESI TUANG KELABU TERHADAP PENGUJIAN TEKUK Dodie Widiyatno¹⁾, SURIANSYAH²⁾, Agus Suyatno³⁾

ABSTRAK

Suatu batang pendek yang dibebani gaya tekan murni oleh gaya P yang bekerja sepanjang sumbu tengah akan memendek, sesuai dengan Hukum Hooke, sampai tegangan mencapai batas elastis bahan. Kalau tekanan masih terus dinaikkan, bahan akan menonjol dan terdesak menjadi cakra yang datar dan retak. Jika batang tersebut panjang, kecil dan lurus, pembebanan tersebut akan menyebabkan batang tertekuk hingga batas tertentu lalu patah tiba-tiba. Beban dimana batang tersebut patah disebut beban kritis. Jika batang cukup panjang untuk patah akibat pembebanan tekuk, disebut kolom.

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan lima spesimen yang diberikan perlakuan berbeda, yaitu tanpa pemanasan, besi yang di las, besi yang dipanaskan mencapai suhu 650⁰C, yang kemudian di dinginkan dengan media udara, air, dan oli. Kemudian setelah benda kerja siap, maka dilakukan proses uji tekuk pada benda tersebut dengan ditekan pada bagian tengah batang besi dengan menggunakan dongkrak hidrolik. Tekanan yang digunakan naik secara bertahap, yaitu 10 kg/cm², 15 kg/cm², 20 kg/cm², 25 kg/cm² serta 30 kg/cm², dan kemudian dicatat hasilnya.

Hasil penelitian menunjukkan pengaruh dari perlakuan panas pada sifat besi tersebut sehingga dapat merubah kekuatan dan elastisitas dari besi tuang kelabu. Perubahan paling besar sehingga meningkatkan kekuatan dan kelenturan dari besi, adalah besi dengan pendinginan udara dengan nilai modulus elastisitas sebesar 365,368 dan besi paling kaku adalah besi pendinginan air dengan modulus elastisitas paling tinggi sebesar 1070,007.

Kata Kunci : perlakuan panas, tekanan, diameter dan besi tuang kelabu

I. PENDAHULUAN

Latar Belakang Masalah

Untuk menjalankan dan meningkatkan produktivitasnya, setiap industri tentunya menginginkan suatu mesin yang tepat guna, efektif, punya efisiensi tinggi dan daya tahannya lebih lama. Dan agar mempunyai karakteristik tersebut, kita harus teliti dalam memilih suatu mesin. Salah satunya adalah material yang digunakan dalam mesin tersebut.

Ilmu logam merupakan salah satu bidang ilmu yang sangat berkaitan erat dengan ilmu permesinan, karena didalam ilmu logam mempelajari berbagai macam bentuk logam, struktur logam, bahan logam, kekuatan logam dan lain sebagainya yang merupakan faktor pendukung dari keberadaan bidang permesinan itu sendiri, tanpa adanya ilmu logam atau logam itu sendiri kita tidak bisa merancang atau membuat suatu mesin dengan keberadaan mesin yang dibutuhkan. Karena logam adalah material yang relatif banyak dipakai suatu komponen mesin, oleh karena itu tentunya harus diperhatikan sifat-sifat dari material logam tersebut agar dapat diperoleh suatu produk

yang berkualitas sesuai dengan yang kita harapkan. Hal ini dimaksudkan agar didapat sifat, kekuatan, kekerasan, yang terjamin dan amat sesuai dengan kondisi yang dibutuhkan. Salah satu sifat dari logam adalah kekuatan lengkung/bending logam itu sendiri. Kita diharapkan bisa mengetahui berapa besar kekuatan bending akibat proses perlakuan panas (*Heat treatment*) dan dilakukan pengujian bending pada logam tersebut. Dengan mengamati hal-hal tersebut, maka penelitian ini mengambil judul:

“Analisis perlakuan panas (*Heat Treatment*) Besi Tuang terhadap pengujian tekuk (*Bending*)”.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini mempunyai tujuan antara lain :

1. Mengetahui pengaruh dari perlakuan panas (*heat treatment*) pada besi tuang kelabu.
2. Mengetahui pengaruh dari perlakuan pendinginan pada besi setelah melewati proses perlakuan panas (*heat treatment*).
3. Mengetahui perubahan yang terjadi pada batang besi setelah diberi tekanan atau beban.

II Tinjauan Pustaka

1. Definisi Besi

Besi merupakan unsur logam yang paling penting jika dilihat dari segi teknis dan ekonomis serta telah terpaut dengan sejarah manusia. Besi memegang peranan terbesar bagi perkembangan ekonomi yang kuat dalam sebuah Negara.

Besi tidak cocok sebagai bahan, karena ia terlalu lunak. Besi yang dapat diolah secara teknis selalu merupakan suatu paduan antara besi dan zat arang (carbon) dan unsur-unsur lainnya. Ukuran yang menentukan untuk kekerasan, kekuatan dan keuletan ialah kadar arang yang selalu ada didalam besi.

Besi kasar (*pig iron*) diperoleh dari peleburan bijih besi didalam tanur tinggi. Bijih besi pada pokoknya merupakan ikatan kimiawi antara besi (Fe) dengan asam (O), sebagian juga dengan zat air (H) atau degan zat arang (C).

Selain bijih besi, masih mengandung unsur-unsur kecil seperti mangan (Mn), silisium (Si), belerang (S), phosphor (P) dan lain sebagainya.

Macam-macam bijih besi digolongkan dalam tiga kelompok:

a. Oksid

Batu besi magnet, magnetit (Fe_2O_4), kandungan Fe 60 – 70%, batu besi merah, hematite (Fe_2O_3), kandungan Fe 40 – 60%.

b. Hidroksida

Batu besi coklat, limonit ($2Fe_2O_3 + 3H_2O$), kandungan Fe 20 - 50%.

c. Karbonat

Batu besi spatik, siderit (Fe_2CO_3), kandungan Fe 30 – 40%.

Perubahan wujud dari bijih besi berlangsung didalam tanur tinggi. Tanur tinggi ialah sebuah tungku rongga setinggi 20 meter sampai dengan 30 meter dengan garis tengah terbesar 8 meter dan memiliki dinding tahan api yang memungkinkan pengoperasian terus menerus. Tungku ini dimasuki sejumlah bijih besi dan kokas secara bergantian dari atas biji dicampurkan dengan imbuhan – imbuhan yang terdiri atas kapur guna mengikis kotoran – kotoran yang kemudian menjadi gerak dan lempung hingga terjadi terak yang mudah melebur.

Di dalam bagian bawah tanur tinggi dihembuskan angin panas dari beberapa moncong pancar. Pemanasan udara pembakaran ini berlangsung didalam

pemanasan angin yang diberi pemanasan awal dengan gas buang (gas tungku). Penghimpunan zat asam terhadap udara hembus dapat meningkatkan daya lebur.

Adapun hasil dari tanur tinggi adalah besi mentah, titik lebur sekitar $1300^{\circ}C$. Kandungan zat asam arang sekitar 3 – 4 % tidak dapat ditempa, mudah dituang, tidak cocok untuk dijadikan benda kerja (Tata Surdia. Kenji Chijiwa, 2000).

2. Timbulnya Tegangan di Dalam Benda Kerja.

Beberapa faktor penyebab timbulnya tegangan di dalam logam sebagai akibat dari proses pembuatan logam tersebut menjadi sebuah komponen adalah :

1. Pemesinan

Jika suatu komponen mengalami proses pemesinan yang berat, maka akan timbul tegangan di dalam komponen tersebut. Tegangan yang berkembang di dalam benda kerja dapat menimbulkan retak pada saat dilaku panas atau mengalami distorsi. Hal ini disebabkan karena adanya perubahan pada pola kesetimbangan tegangan akibat penerapan proses pemesinan yang berat.

2. Pembentukan

Proses metal forming juga akan mengakibatkan tegangan dalam akan berkembang, seperti pada proses coining, bending, drawing, dan sebagainya.

3. Perlakuan Panas

Perlakuan panas juga merupakan salah satu penyebab timbulnya tegangan dalam komponen. Hal ini terjadi sebagai akibat tidak homogenya pemanasan dan pendinginan atau sebagai akibat terlalu cepatnya laju pemanasan ke temperatur austenitisasi. Pada beberapa kasus, tegangan dalam terjadi akibat adanya transformasi fasa selama proses pendinginan berlangsung. Transformasi fasa senantiasa diiringi dengan perubahan volume spesifik.

4. Pengecoran

Tegangan dalam selalu ada pada produk-produk cor sebagai akibat dari tidak meratanya pendinginan dari permukaan ke bagian dalam benda kerja dan juga akibat adanya perbedaan laju pendinginan pada berbagai bagian produk cor yang sama.

5. Pengelasan

Tegangan dalam juga terjadi pada suatu komponen yang mengalami pengelasan, soldering, dan brazing. Tegangan tersebut terjadi karena adanya pemuaian dan pengkerutan di daerah yang

dipengaruhi panas (HAZ) dan juga di daerah logam las.

3.Uji Lengkung

Uji lengkung (*bending test*) merupakan salah satu bentuk pengujian untuk menentukan mutu suatu material secara visual. Pengujian ini adalah mengetahui ketahanan bengkok suatu bahan. Pengujian dapat dilakukan terhadap logam keras/getas seperti besi cor atau terhadap logam liat/ulet. Benda uji diuji dan ditumpu pada kedua ujungnya, kemudian pada tengah batang uji tersebut diberi beban dengan tekanan alat penekan.hidrolik.,beban bertambah secara teratur Pelaksanaan pengujian logam keras/getas dilakukan sampai benda uji patah, kemudian dihitung ketahanan bengkoknya, sedangkan untuk logam liat pengujian dilaksanakan sampai benda uji bengkok mencapai sudut tertentu (biasanya 30,60 atau 90⁰) atau sampai benda uji berbentuk U. Pada kondisi pembengkokan seperti diatas benda uji tidak boleh retak atau patah.

Perancangan mesin ini tidak terlepas dari perhitungan gaya-gaya yang akan terjadi pada saat melakukan penekukan, namun dalam hal ini hanya ada beberapa komponen yang dianggap kritis sehingga komponen inilah yang dihitung. Komponen tersebut antara lain plat penjepit atas, plat penekuk dan dimensi batang penekuk. Hasil dari perhitungan kemudian diterapkan untuk pemilihan material dan dimensi mesin tersebut.

$$\sigma = \frac{M}{S} \text{ sedangkan } S = \frac{I}{c}$$

$$I = \frac{b.h^3}{12} \text{ dan } c = \frac{1}{2} h$$

Keterangan:

M = Momen Lentur (N,mm)

b = Panjang (mm)

h = Tebal (mm)

I = Momen Inersia Plat

σ = Tegangan

III. METODE PELAKSANAAN

Metode penelitian ini dilakukan dengan memvariasikan besar tekanan yang di berikan kepada batang besi yang sudah disiapkan dengan

menggunakan mesin uji bending,kemudian mengambil data besar tegangan (σ),defleksi,perubahan regangan(ϵ),dari besi. Data ini dipakai untuk mengetahui pengaruh perlakuan panas kepada batang besi,dan untuk menghitung besar modulus elastisitas(E) dari besi tersebut.

1. Prosedur percobaan

Percobaan :

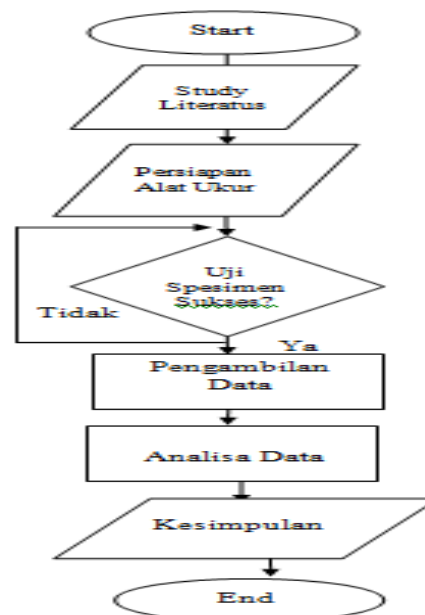
- Memanaskan batang besi yang sudah disiapkan hingga mencapai suhu 650⁰C.
- Holding batang besi tersebut pada suhu 650⁰C sekitar 15 menit agar panas pada besi merata.
- Memberi pendinginan pada batang besi dengan media udara, besi dan oli.
- Memberi beban pada batang besi dengan menggunakan alat uji tekuk.
- Memberi beban pada besi sebesar 10kg/cm²-30kg/cm².
- Mencatat besar perubahan panjang pada besi.
- Mengulangi kembali prosedur diatas sampai semua data percobaan diperoleh.

2. Pengolahan data

Data yang dihasilkan akan di plotkan kedalam grafik dan selanjutnya dianalisis dan dibahas berdasarkan grafik tersebut. Dilanjutkan dengan menghitung nilai Modulus Elastisitasnya.

3. Diagram Alir Penelitian

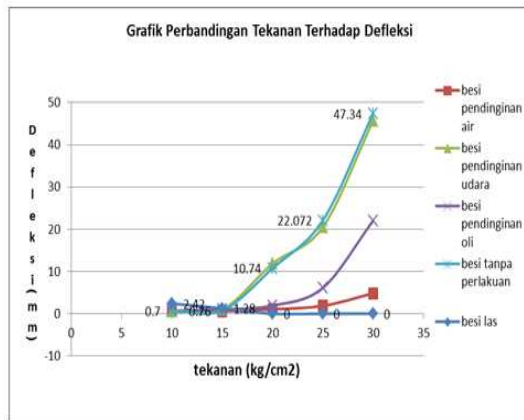
Adapun diagram alir penelitian uji tekuk sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram Alir Uji tekuk

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hubungan Antara Tekanan Terhadap Defleksi

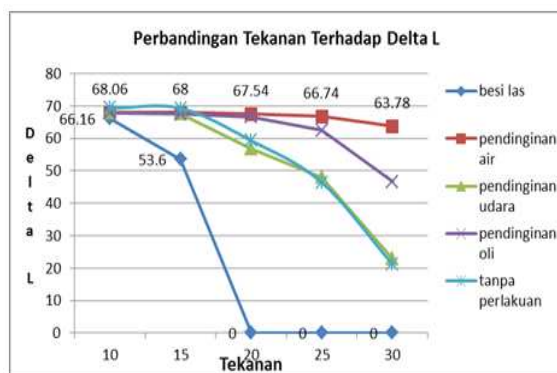


Gambar 2. Grafik hubungan antara tekanan terhadap defleksi besi

Dari Gambar 2, dapat kita lihat adanya perbedaan nilai defleksi dari masing-masing benda kerja. Benda yang mempunyai nilai defleksi tertinggi adalah besi tanpa perlakuan, sebesar 47,34 mm. Dan yang mempunyai nilai defleksi terendah adalah pendinginan air, dengan rata-rata nilai defleksi sebesar 4,82 mm.

Dengan di dapatkan nilai defleksi benda yang jauh berbeda, hal tersebut mengindikasikan adanya perubahan sifat dari material benda, setelah mendapatkan perlakuan pemanasan dan pendinginan yang berbeda-beda.

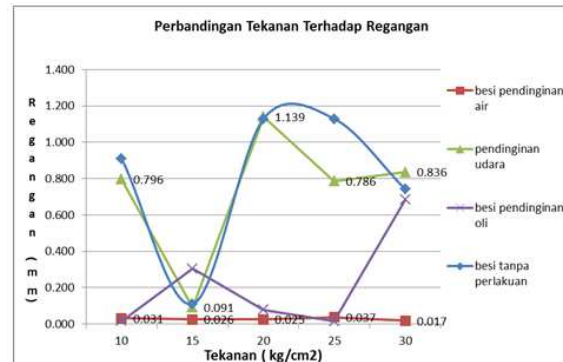
Hubungan Antara Tekanan Terhadap Perubahan Delta L



Gambar 3. Grafik hubungan Tekanan terhadap perubahan Delta L

Dari grafik diatas dapat kita lihat semakin besar tekanan maka Delta L (ΔL) akan semakin kecil, sehingga panjang benda akan semakin memendek. Dari gambar 4.2 diatas, dapat kita lihat nilai ΔL terbesar adalah pada besi pendinginan air dengan nilai sebesar 63,78 mm. Dan besi yang mempunyai nilai ΔL terkecil adalah besi las 0 mm, karena besi las sudah patah pada tekanan 20 kg/cm^2 .

Hubungan antara Tekanan terhadap Regangan

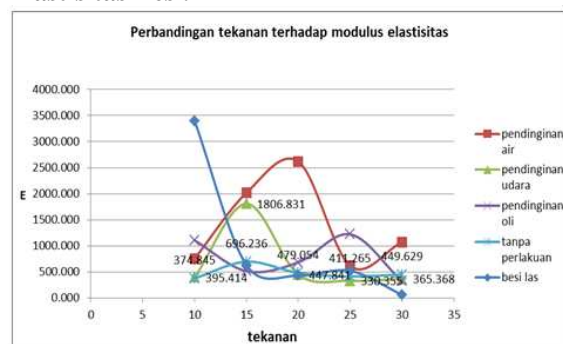


Gambar 4. Grafik hubungan antara Tekanan terhadap Regangan.

Grafik pada gambar 3 menunjukkan bahwa, besarnya nilai regangan besi ketika diberikan tekanan terbesar, terdapat pada besi pendinginan udara dengan nilai 0,836. Dan nilai regangan terkecil adalah pada besi dengan pendinginan air, sebesar 0,017.

Dan untuk besi las, tidak dimasukkan ke dalam grafik dikarenakan ketika di beri tekanan melebihi 20 kg/cm^2 sudah mengalami patah.

Hubungan antara Tekanan terhadap Modulus Elastisitas Besi.



Gambar 5. Grafik hubungan Tekanan terhadap perubahan Modulus Elastisitas

Dari gambar 4.4 diatas, dapat kita lihat bahwa semakin besar tekanan yang diberikan pada suatu benda, maka modulus elastisitas benda akan

ikut berubah. Dari grafik diatas maka dapat kita ketahui pada besi pendinginan air mempunyai nilai yang besar pada tekanan 30 kg/cm², yaitu sebesar 1070,007 N/mm².

Sedangkan besi tanpa perlakuan dan besi pendinginan udara, mempunyai nilai yang cenderung stabil yaitu 449,629 N/mm², untuk besi tanpa perlakuan, dan nilai sebesar 365,368 N/mm² untuk besi pendinginan udara.

V. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan perhitungan dengan menggunakan metode analisa yang ada, maka dapat diambil kesimpulan :

1. Dari perlakuan panas yang telah dilakukan, besi tuang kelabu dengan pendinginan air adalah yang paling baik dalam menahan tekanan karena mempunyai nilai defleksi yang paling kecil sebesar 4,82mm.
2. Dari perlakuan panas yang telah dilakukan, besi tuang kelabu dengan pendinginan air adalah yang paling baik dalam menahan tegangan karena mempunyai nilai tegangan yang paling tinggi dengan nilai sebesar 63,78 N/mm².
3. Dari perlakuan panas yang telah dilakukan, besi tuang kelabu dengan pendinginan air adalah yang paling baik dalam menahan regangan karena mempunyai nilai regangan yang paling kecil yaitu sebesar 0,017.

Daftar Pustaka

- Hibbeler, R.C. 1982. *Mekanika Teknik (Statika)*. Terjemahan Yaziz Hasan. Edisi Pertama. Prenhalindo, Jakarta.
- Karmawan, Sidharta S. 1988. *Mekanika Bahan*. Edisi Pertama. Universitas Indonesia (UI-Press), Jakarta.
- Popov, E.P. 1983. *Mekanika Teknik (Mechanic of Material)*. Terjemahan Tanisan Astamar Zainul, M.Sc. Edisi Kedua (Versi SI), Erlangga, Jakarta.
- Sebayang, Darwin. 1989. *Kekuatan Bahan Terapan*. Edisi Keempat. Erlangga, Jakarta.
- Singer, Ferdinand L. 1985. *Kekuatan Bahan*. Edisi Ketiga. Erlangga, Jakarta.
- Sularso, dan Suga, Kiyokatsu. 1997. *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Edisi Kesembilan. Pradnya Paramitha. Jakarta.

Tim Laboratorium Fenomena Dasar Mesin. 2002. *Panduan Praktikum Fenomena Dasar Mesin*. Jurusan Teknik Mesin. Universitas Widyagama, Malang.

Van Vlack, H. Lawrence. 1994. *Ilmu dan Teknologi Bahan (Ilmu Logam dan Bukan Logam)*. Terjemahan Sriati Djaprie, Edisi Kelima. Erlangga, Jakarta.

<http://sujawanlongerindi.blogspot.com/>

<http://sanditeknikmesin.blogspot.com>

