

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Kajian Pustaka**

Dalam penulisan tugas akhir dibutuhkan beberapa studi literatur terlebih dahulu, yang diharapkan dapat menghasilkan teori ataupun rumus sehingga tujuan dan manfaat dapat tercapai. Berikut adalah beberapa hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya sebagai pembandingan hasil-hasil apa saja yang telah dicapai dan yang belum dilakukan terkait dengan penelitian ini.

Sifat mekanis bahan baja karbon sedang dengan perlakuan *Heat Treatment* yang didapat dari hasil pengujian: hasil uji kekerasan maksimum adalah 825.6 BHN setelah proses *hardening* 830°C *quenching* air es dan untuk proses *tempering* adalah 333 BHN pada suhu 550°C selama 1 jam setelah di *quenching* air es (Murtiono, 2012).

Sifat ulet dan nilai kekerasan yang tidak terlalu tinggi yang dimiliki oleh spesimen campuran air garam 25% menjadi pilihan yang baik dalam proses pembuatan sabit dan pisau karena memiliki ketajaman yang tinggi sehingga tidak mudah patah dan masih mudah diasah dibanding spesimen lainnya (Setiyawan, 2018).

Parameter optimum untuk meningkatkan kekerasan dodos adalah pada *temperatur* 900°C dan *quenching* larutan garam dimana menghasilkan nilai kekerasan sebesar 701,1 HV (nilai kekerasan dodos impor dari peneliti lain yaitu 670 HV). Perlu memvariasikan perbandingan air dan garam untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kekerasan optimum (Doloksaribu, 2014).

Rata-rata kekerasan pisau yang didinginkan dengan media pendingin adalah sebagai berikut: air sumur memiliki kerataan 652,64 HV, setiap pendingin berpengaruh terhadap kekerasan bahan, persenan air garam juga berpengaruh (Tri Hutomo, 2015)

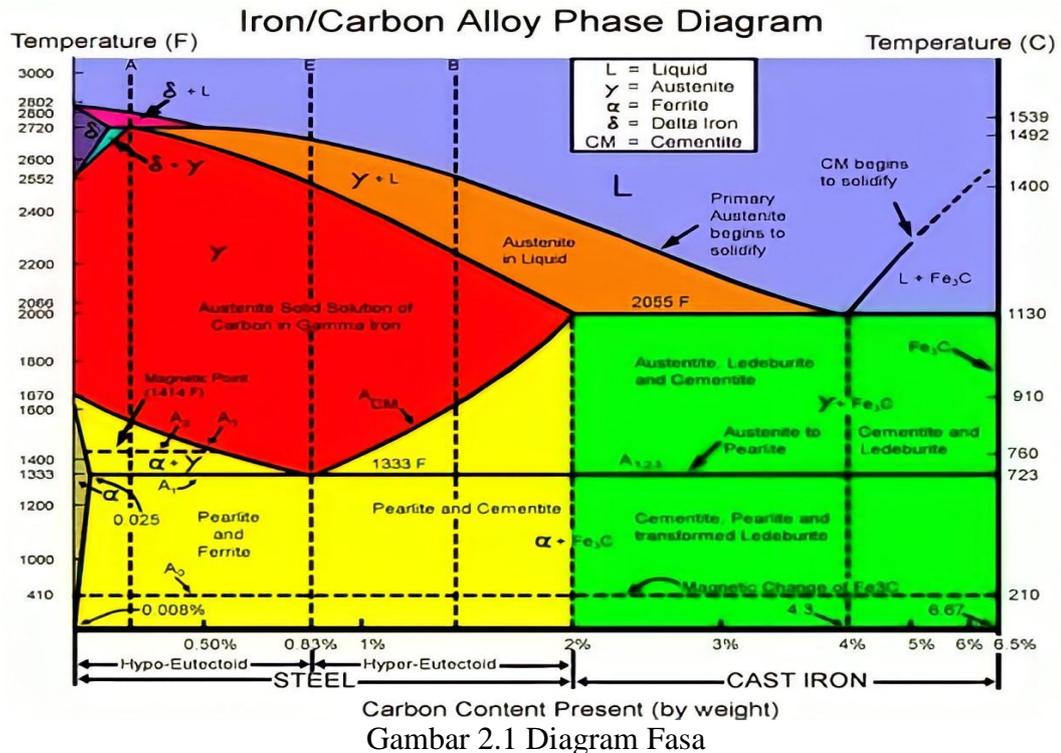
## 2.2 Klasifikasi Baja

Berdasarkan rendahnya persentase karbon di dalam baja karbon diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Baja karbon rendah (*Low Carbon Steels*) mengandung karbon antara 0,10% sampai dengan 0,30%. Baja karbon ini dalam perdagangan dibuat dalam plat baja, baja strip dan baja batangan atau profil (Amanto, 1999).
2. Baja Karbon Menengah (*Medium Carbon Steel*) mengandung karbon antara 0,30% sampai dengan 0,60%. Baja karbon menengah ini banyak digunakan untuk keperluan alat-alat perkakas bagian mesin juga dapat digunakan untuk keperluan industri, roda gigi, pegas, dan sebagainya (Amanto, 1999).
3. Baja Karbon Tinggi (*high carbon steel*) mengandung kadar karbon antara 0,60% sampai dengan 1,7%. Baja ini mempunyai tegangan tarik paling tinggi dan banyak digunakan untuk *material tools*, salah satu aplikasi baja ini adalah dalam pembuatan kawat baja dan kabel baja. Berdasarkan jumlah karbon yang terkandung dalam baja maka baja karbon ini banyak digunakan dalam pembuatan pegas, alat-alat perkakas seperti: palu, gergaji, atau pahat potong (Amanto, 1999).

## 2.3 Diagram Fasa

Diagram fasa sangat penting dalam melihat perubahan struktur *lattice* dan perubahan struktur mikro. Dimana komponen yang paling pokok pada baja adalah besi, yang terdapat dalam bentuk kristal dibawah titik cair material. Pertama adalah bentuk BCC (*Body Centered Cubic*) yang stabil di antara temperatur hingga suhu 912°C (1675°F), atau dari suhu 1394°C hingga titik cair material yakni 1530°C (2785°F), atau bisa dikenal bila terdapat pada temperatur pembentukan, dikenal dengan alpha dan pada suhu yang tinggi dikenal dengan delta iron. Sementara kedua adalah bentuk FCC yang terbentuk pada suhu austenite, yaitu antara suhu 912°C hingga 1394°C.



## 2.4 Karakteristik Baja JIS 6150 SUP10

Baja jis 6150 sup10 paduan chromium-vanadium. Serupa dengan 4140, baja 6150 adalah baja tangguh dengan ketahanan benturan yang baik yang dapat dikerjakan hingga pertengahan 50-an pada skala HRC. Meskipun merupakan bahan yang bagus untuk parang atau kapak, bahan ini kurang ideal untuk sebagian besar pisau karena kekerasannya yang terbatas. Menoleransi kontrol suhu yang kurang dari ideal dalam penempatan dan perlakuan panas. Komposisi kimia dari jis 6150 baja pegas, harus sesuai dengan tabel berikut:

Tabel 2.1 Karakteristik baja *jis sup10*

<i>Steel</i> keras	c	Mn	cr	si	p	s	ni	cu	v
Sup10	0.52- 0.60	0,65- 0,95	0,65- 0,95	0,17- 0,37	≤ 0,30	≤ 0,30	≤ 35	≤ 25	0,10- 0,20

## 2.5 Parang

Parang adalah senjata tajam yang terbuat dari besi biasa. Bentuknya relatif sederhana tanpa pernak pernik. Kegunaannya adalah sebagai alat potong atau alat tebas kala penggunaanya keluar masuk hutan. Parang juga digunakan untuk pertanian.

## 2.6 Cangkang Biji Karet

Pohon karet (*Hevea brasiliensis*) adalah tanaman penghasil karet alam untuk bahan pembuatan karet di dunia. Tanaman karet ini hampir semua yang dihasilkannya dapat dimanfaatkan, mulai dari batang pohon karet yang dapat dimanfaatkan sebagai kayu bakar, getah dimanfaatkan sebagai bahan alam pembuatan karet dunia, dan inti dari biji dapat dimanfaatkan sebagai tambahan untuk bahan pakan dan dapat juga dimanfaatkan sebagai limbah biomassa yang dapat diolah agar menjadi suatu bahan alam yang bisa dimanfaatkan oleh masyarakat. Biji karet terdiri dari cangkang dan inti, dan cangkang biji. Komposisi kimia penyusun yang terkandung dalam cangkang biji karet adalah sebagai berikut: 48,64% selulosa, 33,54% lignin, 16,81% pentosa, 1,25% kadar abu, 0,52% kadar silika (Esih, 2003). Briket yang terbuat dari kulit biji karet memiliki nilai kalor > 6000 (kal/g), dengan nilai kadar air dan kadar abu yang rendah (Wahid, 2015).



Gambar 2.2 Cangkang Biji Karet

## 2.7 Sifat Mekanis Pada Baja

Sifat mekanis pada suatu bahan adalah kemampuan bahan untuk menahan beban-beban yang dikenakan padanya. Beban-beban tersebut dapat berupa beban tarik, bengkok, geser, atau beban kombinasi. Sifat-sifat mekanis yang perlu kita ketahui adalah sebagai berikut:

1. Kekuatan menyatakan bahwa kemampuan bahan untuk menerima tegangan tanpa menyebabkan bahan menjadi patah. Kekuatan ini ada beberapa macam. tergantung pada jenis beban yang bekerja antara lain dapat dilihat dari kekuatan tarik, kekuatan geser, kekuatan tekan, kekuatan puntir dan kekuatan bengkok.
2. Kekerasan yaitu ketahanan baja terhadap besarnya gaya yang dapat menembus permukaan baja. Cara ujinya dengan kekerasan *Brinell*, *Rockwell*, *ultrasonic*, dll.
3. Ketangguhan menyatakan kemampuan bahan untuk menyerap sejumlah energi tanpa mengakibatkan terjadinya kerusakan juga dapat dikatakan sebagai ukuran banyaknya energi yang diperlukan untuk mematahkan suatu benda kerja, pada suatu kondisi tertentu. Sifat ini dipengaruhi oleh banyak faktor, sehingga sifat ini sulit untuk diukur.
4. Keretakan merupakan kecenderungan suatu logam mengalami deformasi plastis yang besarnya merupakan fungsi waktu, pada saat bahan tersebut menerima beban yang besarnya relatif tetap.
5. Keuletan yaitu kemampuan baja untuk berdeformasi sebelum menjadi putus. Keuletan ini berhubungan dengan besarnya regangan yang permanen sebelum baja putus. Keuletan ini juga berhubungan dengan sifat yang dapat dikerjakan pada baja. Cara ujinya berupa uji tarik.
6. Kekenyalan menyatakan kemampuan bahan untuk menerima tegangan tanpa mengakibatkan terjadinya perubahan bentuk yang permanen setelah tegangan dihilangkan kekenyalan juga menyatakan seberapa banyak perubahan bentuk yang permanen mulai terjadi, dengan kata lain kekenyalan menyatakan kemampuan bahan untuk kembali ke bentuk

dan ukuran semula setelah menerima beban yang menimbulkan deformasi.

## 2.8 *Heat Treatment*

Perlakuan panas atau *heat treatment* mempunyai tujuan untuk meningkatkan keuletan, menghilangkan tegangan internal, menghaluskan ukuran butir kristal dan meningkatkan kekerasan atau tegangan tarik logam. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi perlakuan panas, yaitu suhu pemanasan, waktu yang diperlukan pada suhu pemanasan, laju pendinginan dan lingkungan atmosfer. Perlakuan panas adalah kombinasi antara proses pemanasan atau pendinginan dari suatu logam atau paduannya dalam keadaan padat untuk mendapatkan sifat-sifat tertentu. Untuk mendapatkan hal ini maka kecepatan pendinginan dan batas temperatur sangat menentukan (Aulia, 2019).

### 1. *Hardening*

Proses pengerasan atau *hardening* adalah suatu proses perlakuan panas yang dilakukan untuk menghasilkan suatu benda kerja yang keras, proses ini dilakukan pada temperatur tinggi yaitu pada temperatur austenisasi yang digunakan untuk melarutkan austenit.

### 2. *Tempering*

Baja biasanya dipanaskan kembali pada suhu kritis terendah setelah dilakukan pengerasan untuk memperbaiki kekuatan dan kekenyalannya. Akan tetapi hal itu mengurangi daya regang dan kekerasannya, sehingga membuat baja lebih sesuai untuk kebutuhan pembuatan peralatan. Proses pemanasan kembali disebut penyepuhan. Proses tersebut menyebabkan martensit berubah menjadi troosit atau sorbit sesuai dengan suhu penyepuhannya. *Troosit* dan *sorbit* tersebar halus dalam bentuk karbit pada lapisan *ferrit*. Bentuk strukturnya tidak seperti austenit tetapi berlapis - lapis (Amanto, 1999:80).

### 3. *Quenching*

Pengertian pengerasan adalah perlakuan panas terhadap baja dengan sasaran meningkatkan kekerasan alami baja. Perlakuan panas menuntut pemanasan

benda kerja menuju suhu pengerasan dan pendingin secara cepat dengan kecepatan pendinginan kritis.

## 2.9 Media Pendingin

Media pendingin yang digunakan untuk mendinginkan baja bermacam-macam. Berbagai media pendingin digunakan dalam proses perlakuan panas antara lain:

1. Air garam

Laju pendingin lebih cepat dari media pendinginan yang lain. Hal ini disebabkan karena massa jenisnya yang lebih besar dan media pendingin lain. Butiran kristal mampu menyerap dan menghasilkan martensit bersifat keras dan getas.

2. Oli Bekas

Pendinginan lebih lambat karena massa jenisnya lebih kecil dibandingkan dengan air dan air garam sehingga laju pendinginannya lebih lembut. Menghasilkan struktur ferit dan *pearlite* bahkan lebih cepat dibandingkan solar.

3. Air

Pendinginan menggunakan air tanpa campuran akan memberikan daya pendinginan yang cepat.

## 2.10 Dasar-Dasar Pengujian Kekerasan

Pada umumnya, kekerasan menyatakan ketahanan terhadap deformasi dan merupakan ukuran ketahanan logam terhadap deformasi plastik atau deformasi permanen (Dieter, 1987). Untuk para insinyur perancang, kekerasan sering diartikan sebagai ukuran kemudahan dan kuantitas khusus yang menunjukkan sesuatu mengenai kekuatan dan perlakuan panas dari suatu logam. Terdapat tiga jenis ukuran kekerasan, tergantung pada cara melakukan pengujian, yaitu: (1) kekerasan goresan (*scratch hardness*); (2) kekerasan lekukan (*indentation hardness*); (3) kekerasan pantulan (*rebound*). Untuk logam, hanya kekerasan lekukan yang banyak menarik perhatian dalam kaitannya dengan bidang rekayasa.

Terdapat berbagai macam uji kekerasan lekukan, antara lain uji kekerasan *Brinell*, *Vickers* dan *Rockwell*.

### 2.10.1 Uji Kekerasan *Brinell*

Metode kekerasan yang diajukan oleh J.A Brinell pada tahun 1900 ini merupakan uji kekerasan lekukan yang pertama kali banyak digunakan serta disusun pembangunannya (Dieter, 1987). Uji kekerasan ini berupa pembentukan lekukan pada permukaan logam memakai bola baja yang dikeraskan yang di tekan dengan beban tertentu. Beban diterapkan selama waktu tertentu, biasanya 30 detik. Setelah beban tersebut dihilangkan diameter lekukan diukur dengan mikroskop. Permukaan yang akan di buat lekukan harus relative halus, rata dan bersih dari debu dan retak. Angka kekerasan *Brinell Hardness Number* (BHN) dinyatakan sebagai beban P dibagi luas permukaan lekukan. Pada prakteknya, luas ini dihitung dari pengukuran mikroskopik panjang diameter jejak. BHN dapat ditentukan dari persamaan berikut:

$$\text{BHN} = \frac{2P}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})} \quad (2.1)$$

Keterangan:

BHN = Angka kekerasan *Brinell* (Kg/mm<sup>2</sup>)

P = Beban (Kg)

D = Diameter indentor bola baja (mm)

d = Diameter asal penekan rata-rata (mm)

### 2.10.2 Uji kekerasan *Vickers*

Uji kekerasan *vicker* merupakan indentor piramida intan yang pada dasarnya berbentuk bujur sangkar. Besar sudut antara permukaan-permukaan piramida yang saling berhadapan adalah 136°. Nilai ini dipilih karena mendekati sebagian besarnya nilai perbandingan yang diinginkan antara diameter lekukan dan diameter bola penumbuk pada uji

kekerasan *brinell* (Dieter,1987). Karena jejak yang dibuat dengan penekaan piramida serupa secara geometris dan tidak terdapat persoalan mengenai ukurannya, maka VHN tidak tergantung pada beban. Pada umumnya hal ini dipenuhi, kecuali pada beban yang sangat ringan. Beban yang biasanya digunakan pada uji vickers berkisaran 1 - 100 kg. VHN dapat ditentukan dari persamaan berikut:

$$VHN = \frac{1,854 \times P}{d^2} \quad (2.2)$$

Keterangan:

P = Beban penekan yang digunakan (Kg)

d = Panjang diagonal rata-rata (mm)

### 2.10.3 Uji Kekerasan *Rockwell*

Pengujian *Rockwell* mirip dengan pengujian *brinell*, yakni angka kekerasan yang diperoleh merupakan fungsi derajat indentasi. Beban dan indenter yang digunakan bervariasi tergantung pada kondisi pengujian. Berbeda dengan pengujian *brinell*, indenter dan beban yang digunakan lebih kecil sehingga menghasilkan indentasi yang lebih kecil dan lebih halus. Pengujian *Rockwell* banyak digunakan di industri karena prosedurnya lebih cepat (Davis Troxell dan Wiskocil, 1955).

Indenter dapat berupa bola baja atau kerucut intan dengan ujung yang agak membulat. Diameter bola baja umumnya 1/6 inci, tetapi terdapat juga indenter dengan diameter lebih besar, yaitu 1/8, 1/4, atau 1/2 inci untuk bahan-bahan yang lunak. Pengujian dengan terlebih dahulu memberikan beban 10 kg, dan kemudian beban mayor diaplikasikan. Beban mayor biasanya 60 atau 100 kg untuk indenter bola baja dan 150 kg untuk indenter *brale*. Meskipun demikian, dapat digunakan beban dan indenter sesuai kondisi pengujian. Pada pengujian *Rockwell*, angka kekerasan yang ditunjukkan merupakan kombinasi antara beban indenter yang di pakai, maka perlu diberikan awalan huruf pada angka kekerasan

yang menunjukkan kombinasi beban dan penumbuk tertentu untuk skala beban yang digunakan.

Dial pada mesin terdiri atas warna merah dan hitam yang didesain untuk mengakomodir pengujian skala B dan C yang sering kali dipakai. Skala kekerasan B digunakan untuk pengujian dengan kekerasan medium seperti baja karbon rendah dan baja karbon sedang. Skala kekerasannya dari 0-100. Bila indicator bola baja dipakai untuk menguji bahan yang kekerasannya melebihi B 100, indenter dapat terdeformasi dan berubah bentuk. Tetapi jika indenter bola baja dipakai untuk menguji bahan yang lebih lunak dari B 0, dapat mengakibatkan pemegangan indenter mengenai benda uji, sehingga hasil pengujian tidak benar dan pemegang indenter dapat rusak. Untuk menentukan besar nilai kekerasan dengan menggunakan metode *rockwell* maka dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$HR = E - e \quad (2.3)$$

Keterangan:

HR = Nilai kekerasan *rockwell*

E = Jarak antara penekanan saat diberi beban minor dengan garis acuan nol untuk tiap jenis penekanan

e = Perbedaan kedalaman penembusan dalam material uji material sebelum dan sesudah penambahan beban utama dan beban awal

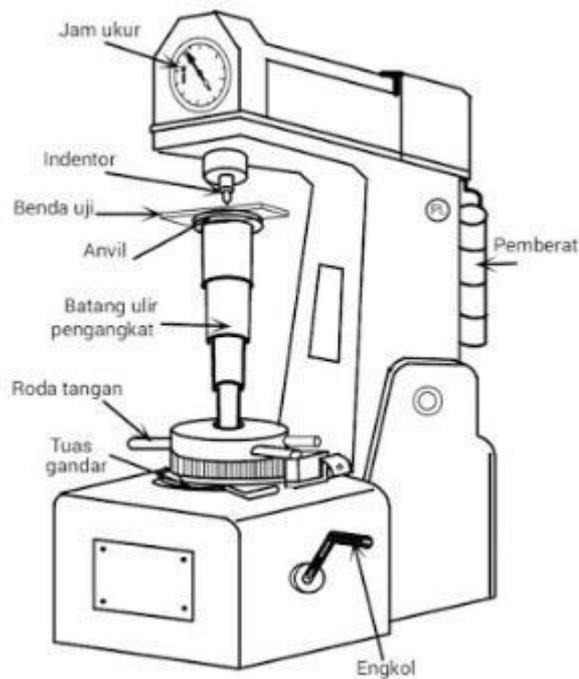
F0 = beban minor (Kg)

F1 = Beban mayor (Kg)

F = Total beban (Kg)

Dalam pengujian kekerasan *rockwell* diperlukan keterangan mengenai kombinasi huruf pada angka kekerasan yang digunakan. Hal ini untuk menunjukkan kombinasi beban, jenis material uji, jarak penekan serta skala beban pada saat

melakukan uji kekerasan metode *rockwell*. Uji kekerasan *rockwell* mampu melakukan uji pembebanan tekan hingga 150 kg.



Gambar 2.3 Alat Uji Kekerasan *Rockwell*

### 2.11 Dasar-Dasar Pengujian Bending

Alat uji bending adalah alat yang digunakan untuk melakukan pengujian kekuatan lengkung (bending) pada suatu bahan atau material. Pada umumnya alat uji bending memiliki beberapa bagian utama, seperti: rangka, alat tekan, point bending dan alat ukur. Rangka berfungsi sebagai penahan gaya balik yang terjadi pada saat melakukan uji bending. Rangka harus memiliki kekuatan lebih besar dari kekuatan alat tekan, agar tidak terjadi kerusakan pada rangka pada saat melakukan pengujian. Alat tekan berfungsi sebagai alat yang memberikan gaya tekan pada benda uji pada saat melakukan pengujian. Alat penekan harus memiliki kekuatan lebih besar dari benda yang diuji (ditekan). Point bending berfungsi sebagai tumpuan benda uji dan juga sebagai penerus gaya tekan yang dikeluarkan oleh alat tekan. Panjang pendek tumpuan point bending berpengaruh terhadap hasil pengujian. Alat ukur adalah suatu alat yang yang menunjukkan besarnya kekuatan tekan yang terjadi pada benda uji. Uji bending adalah suatu proses pengujian

material dengan cara di tekan untuk mendapatkan hasil berupa data tentang kekuatan lengkung (bending) suatu material yang diuji. Proses pengujian bending memiliki 2 macam pengujian, yaitu 3 point bending dan 4 point bending. Untuk melakukan uji bending ada faktor dan aspek yang harus dipertimbangkan dan dimengerti yaitu :

a. Tekanan (p)

Tekanan adalah perbandingan antara gaya yang terjadi dengan luasan benda yang dikenai gaya. Besarnya tekanan yang terjadi dipengaruhi oleh dimensi benda yang diuji. Dimensi mempengaruhi tekanan yang terjadi karena semakin besar dimensi benda uji yang digunakan maka semakin besar pula gaya yang terjadi. Selain itu alat penekan juga mempengaruhi besarnya tekanan yang terjadi. Alat penekan yang digunakan menggunakan sistem hidrolik. Hal lain yang mempengaruhi besar tekanan adalah luas penampang dari torak yang digunakan. Maka daya pompa harus lebih besar dari daya yang dibutuhkan. Dan motor harus bisa melebihi daya pompa, perhitungan tekanan (Sularso & Tahara, 1983):

$$P = \frac{F}{A} \quad (2.4)$$

Keterangan:

P = tekanan (Kgf/ )

F = gaya atau beban (kgf)

A = luas penampang (m<sup>2</sup>)

$$P = \frac{PXQ}{600} \quad (2.5)$$

Keterangan:

P = daya (kw)

p = tekanan (bar)

Q = laju aliran (l/min)

b. Benda uji

Benda uji adalah suatu benda yang di uji kekuatan lengkungnya dengan menggunakan alat uji bending. Jenis material benda uji yang digunakan sebagai benda uji sangatlah berpengaruh dalam pengujian bending. Karena tiap jenis material memiliki kekuatan lengkung yang berbeda-beda, yang nantinya berpengaruh terhadap hasil uji bending itu sendiri.

c. Point Bending

Point bending adalah suatu sistem atau cara dalam melakukan pengujian lengkung (bending). Point bending ini memiliki 2 tipe, yaitu: *three point bending and four point bending*. Perbedaan dari kedua cara pengujian ini hanya terletak dari bentuk dan jumlah point yang digunakan, *three point bending* menggunakan 2 point pada bagian bawah yang berfungsi sebagai tumpuan dan 1 point pada bagian atas yang berfungsi sebagai penekan sedangkan *four point bending* menggunakan 2 point pada bagian bawah yang berfungsi sebagai tumpuan dan 2 point (penekan) pada bagian atas yang berfungsi sebagai penekan. Selain itu juga terdapat beberapa kelebihan dan kelemahan dari cara pengujian three point dan four point.

## 2.12 Analysis of Variance

Anova adalah sebuah analisis statistik yang menguji perbedaan rata-rata antar grup. Grup disini bisa berarti kelompok atau jenis perlakuan. Anova ditemukan dan diperkenalkan oleh seorang ahli statistik bernama Ronald Fisher. Anova merupakan singkatan dari *Analysis of Variance* yang merupakan prosedur uji statistic yang mirip dengan t test. Namun kelebihan dari anova adalah dapat menguji perbedaan lebih dari dua kelompok.

Anova digunakan sebagai alat analisis untuk menguji hipotesis penelitian yang mana menilai adakah perbedaan rerata antar kelompok. Hasil akhir dari analisis anova adalah nilai F hitung, F hitung ini yang nantinya akan dibandingkan dengan nilai pada tabel F. Jika nilai F hitung lebih dari F tabel, maka dapat disimpulkan bahwa menerima  $H_1$  dan menolak  $H_0$  atau yang berarti ada perbedaan

bermakna rerata pada semua kelompok. Adapun langkah-langkah menghitung dengan *Two-Way* ANOVA, yaitu : (Sudjana, 1994 dan Philip J. Ross, 1989)

- a. Asumsikan bahwa data masing-masing dipilih secara acak.
- b. Asumsikan bahwa data masing-masing berdistribusi normal.
- c. Menentukan hipotesis :
  - $H_0 : b_1 = b_2 = b_3 = \dots \mu_a$  (tidak ada efek terhadap perlakuan)
  - $H_1 : b_1 \neq b_j$  (terdapat efek terhadap perlakuan)

- d. Menentukan jumlah kuadrat total :

$$SS_T = [\sum_{i=1}^N y^2 i] - \frac{T^2}{N} \quad (2.6)$$

- e. Menentukan jumlah kuadrat faktor A :

$$SS_A = [\sum_{i=1}^{k_A} (A2 i)] - \frac{T^2}{N} \quad (2.7)$$

- f. Menentukan jumlah kuadrat faktor B :

$$SS_B = [\sum_{i=1}^{k_B} (B2 i)] - \frac{T^2}{N} \quad (2.8)$$

- g. Menentukan jumlah kuadrat interaksi faktor A dan B :

$$SS_{AxB} = [\sum_{i=1}^b \left( \frac{(AxB)_i^2}{n_{AxBi}} \right)] - \frac{T^2}{N} - SS_A - SS_{AxB} \quad (2.9)$$

- h. Menentukan jumlah kuadrat kemungkinan kesalahan (*error*) :

$$SS_e = SS_T - SS_A - SS_B - SS_{AxB} \quad (2.10)$$

- i. Menentukan derajat kebebasan total :

$$v_T = N - 1 \quad (2.11)$$

- j. Menentukan derajat kebebasan faktor (*main Effect*) A :

$$v_A = k_A - 1 \quad (2.12)$$

- k. Menentukan derajat kebebasan faktor (*main Effect*) B :

$$v_B = k_B - 1 \quad (2.13)$$

- l. Menentukan derajat kebebasan faktor interaksi A dan B :

$$v_{AxB} = (v_A)(v_B) \quad (2.14)$$

- m. Menentukan derajat kebebasan kemungkinan kesalahan (*pure error*) :

$$v_e = v_T - v_A - v_B - v_{AxB} \quad (2.15)$$

- n. Melengkapi tabel hasil pengukuran dimensi untuk *analysis of variance* dari data yang didapat.
- o. Menentukan taraf signifikan ( $\alpha$ ).
- p. Jika  $F_{HITUNG}(F_0) < F_{TABEL}$ , maka hipotesis ( $H_0$ ) dapat diterima.
- q. Menentukan persentase kontribusi faktor terhadap respon :

$$\% \text{ Kontribusi faktor} = \frac{(SS - S_e)}{SS_T} \quad (2.16)$$

Tabel 2.2 ANOVA Table for select Factorial Model

Source	Sum of Squares	Degrees of Freedom	Mean Square	$F_0$
Overall Model	$SS_{model}$	$(k_A.k_B)-1$	$SS_{model}/(k_A.k_B)-1$	$MS_{model}/MS_E$
Main Effect of A	$SS_A$	$V_A$	$SS_A/V_A$	$MS_A/MS_E$
Main Effect of B	$SS_B$	$V_B$	$SS_B/V_B$	$MS_B/MS_E$
A x B interaction	$SS_{AB}$	$V_{AB}$	$SS_{AB}/V_{AB}$	$MS_{AB}/MS_E$
Error	$SS_E$	$V_E$	$SS_E/V_E$	
Total	$SS_{Total}$	$V_{Total}$		

### 2.13 Hipotesis

Berdasarkan variabel yang digunakan dalam penelitian ini, maka dapat dibuat hipotesis sebagai berikut :

$H_0$  = Tidak ada pengaruh variasi media pendingin terhadap tingkat kekerasan dan kelenturan pada parang. Jika  $F_{Hitung} < F_{Tabel}$  maka  $H_1$  ditolak.

$H_1$  = Ada pengaruh media pendingin terhadap tingkat kekerasan

dan kelenturan pada parang. Jika  $F_{Hitung} > F_{Tabel}$  maka  $H_0$  ditolak.