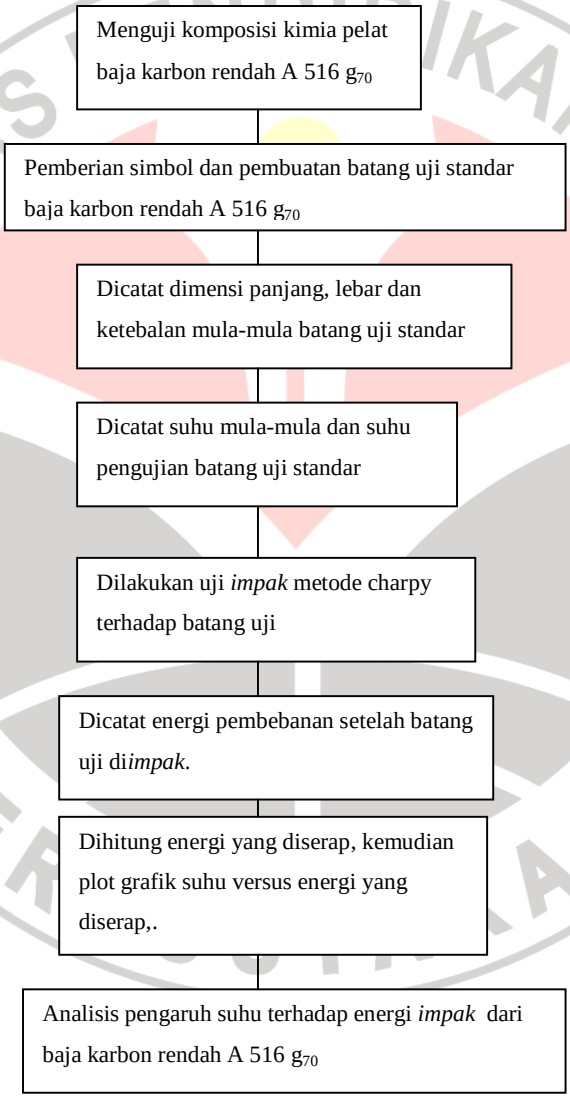
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. **Diagram Alir Peneletian**

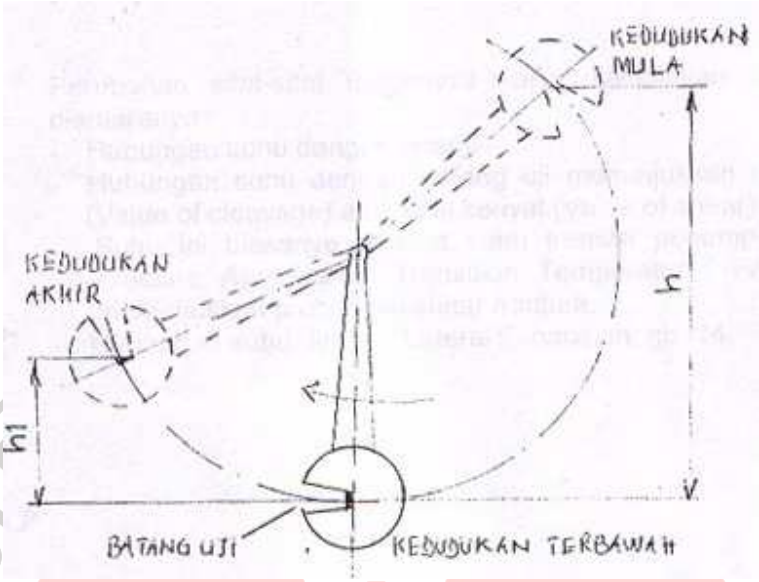


3.2 **Uji komposisi kimia baja karbon**

Penelitian yang dilakukan Juanda (2004), uji komposisi kimia dilakukan dengan metode spektrometri yang bertujuan untuk mengetahui unsur-unsur kimia pada material yang diteliti. Sebelum pengujian dilakukan, terlebih dahulu permukaan material dibersihkan dengan pengikiran, pengampelasan dan kemudian dilakukan kalibrasi peralatan. Selanjutnya sampel ditempatkan pada dudukan dan divakumkan. Setelah itu spectrometer dijalankan sampai terjadi busur listrik yang mengakibatkan terbakarnya sampel, sehingga memancarkan cahaya dan panjang gelombang serta intensitas tertentu. Cahaya yang timbul akibat pembakaran diubah menjadi cahaya monokromatik yang kemudian dilewatkan pada kaca prisma, sehingga terdifraksi menjadi cahaya dengan panjang gelombang dan intensitas tertentu pula, dan akan dideteksi oleh detektor unsur, sehingga dapat diketahui unsur yang terdapat pada material tersebut. Panjang gelombang yang terjadi menunjukkan unsur dan intensitas, sehingga dapat diketahui persentasi kandungan unsur kimia dalam suatu material.

3.3 **Uji *Impak* Metode Charpy**

Menurut B4T (1999) uji *impak* bertujuan untuk mengetahui sifat ketangguhan dari bahan logam terhadap pembebanan tiba-tiba. Pengujian terdiri dari pembebanan tiba-tiba batang uji yang ditakik ditengah-tengah yang diletakkan antara dua tumpuan dengan satu kali pukulan ayunan palu dibelakang sisi takik sampai patah.



Gambar 3.1 Proses pembebanan tiba-tiba [B4T,1999]

Pada uji pukul charpy ada definisi-definisi tertentu, antara lain:

1. Energi pembebanan kejut adalah energi yang diperlukan untuk mematahkan batang uji, disebut juga sebagai harga kerja takik
2. Nilai *impak* Charpy adalah hasil bagi antara energi pembebanan kejut dengan luas penampang mula dibawah takik dari batang uji.
3. Pergeseran perpatahan adalah prosentasi antara daerah pergeseran terhadap luas penampang mula dibawah takik dari batang uji.
4. Pertambahan kesetimbangan batang uji adalah pertambahan lebar batang uji pada bagian sisi yang mengalami penekanan dibelakang takikan akibat pukulan ayunan palu pada waktu pengujian

Simbol yang terdapat pada uji *impak* metode charpy, antara lain :

So = luas penampang mula dibawah takik dari batang uji, cm^2

Ak = Energi pembebanan kejut, kgfm

KC = nilai *impak* charpy, kgfm/cm^2

L = Jarak tumpu yang ditetapkan menurut jenis batang uji, mm

G = Berat palu ayunan, kgf

H = ketinggian titik berat palu ayunan dari kedudukan semula sampai kedudukan terbawah,m

H1 = ketinggian titik berat palu ayunan dari kedudukan terbawah sampai kedudukan teratas setelah mematahkan batang uji, m

A = Energi pembebanan palu ayunan dari kedudukan semula sampai kedudukan terbawah, kgfm

B = sisa energi pembebanan dari kedudukan palu terbawah sampai kedudukan palu terakhir.

Pada pelaksanaan pengujian ada beberapa hal yang perlu diperhatikan yaitu suhu uji dan mesin uji. Suhu uji dilaksanakan selain pada suhu ruang, juga dilakukan pada suhu panas atau suhu dingin. Suhu dingin diperoleh dengan cara yaitu batang uji didinginkan kedalam cairan pendingin misalnya air, es ditambah air, es ditambah alcohol, es kering (dry ice) ditambah alcohol, liquid nitrogen (nitrogen cair) dan gas pendingin. Suhu panas diperoleh dengan cara yaitu batang uji dicelupkan dalam oli (gliserin) panas atau dimasukkan dalam oven. Batang uji yang akan diuji pada suhu rendah tergantung pada suhu tertentu dan bila dimasukkan ke dalam cairan pendingin harus memerlukan waktu minimal 5 menit dan dalam gas harus memerlukan waktu minimal 60 menit. Batang uji yang akan diuji pada suhu panas, tergantung pada suhu

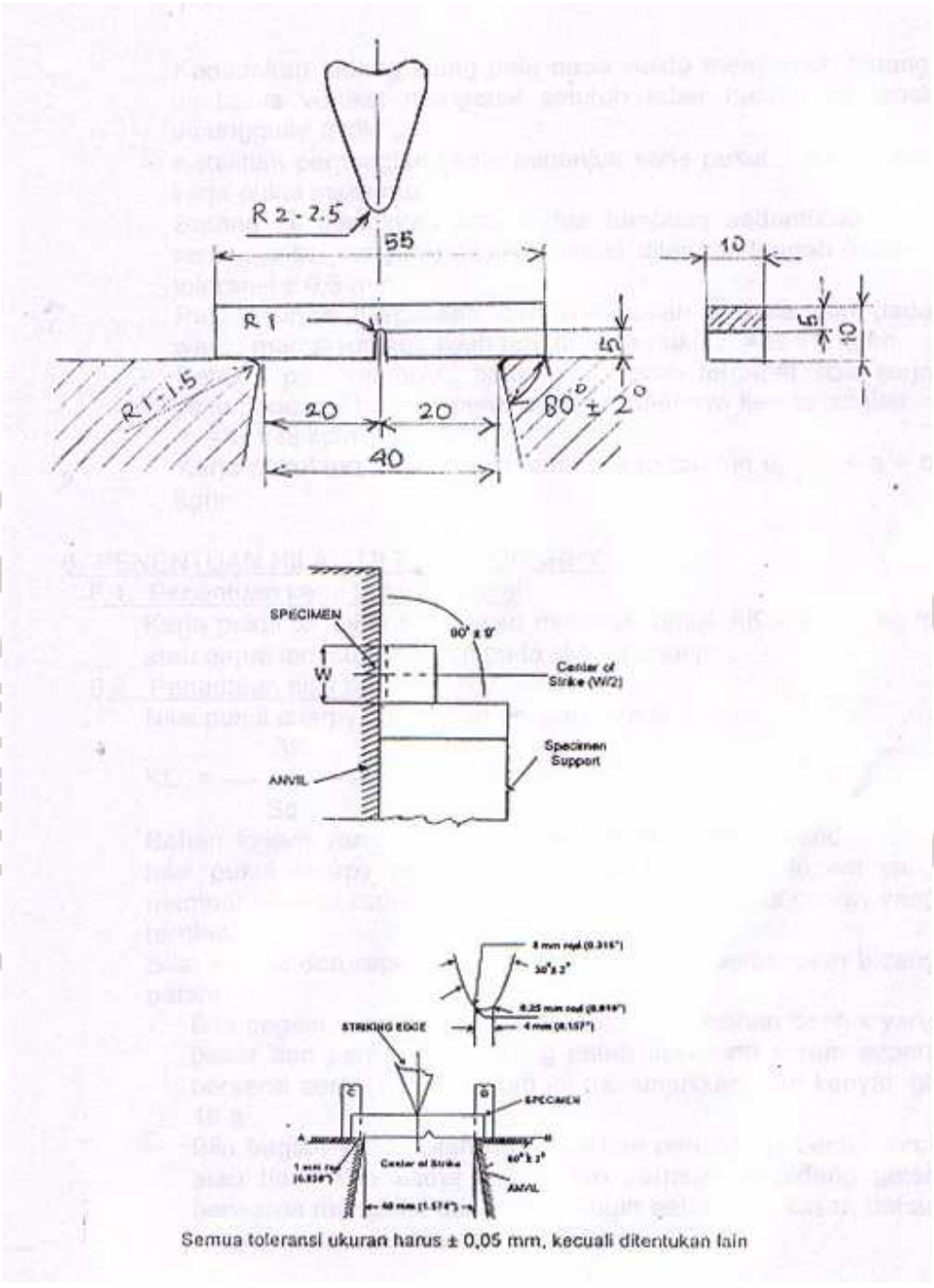
tertentu, dan bila dicelup dalam oli (gliserin) panas minimal 10 menit dan bila dimasukkan kedalam oven minimal 60 menit. Suhu tinggi batang uji akan mengakibatkan putus ulet dengan cara geser (shear mechanisme). Suhu rendah dari batang uji akan mengakibatkan putus rapuh dengan cara pecah (Cleavage mechanisme). Perubahan sifat-sifat ketangguhan yang diakibatkan oleh suhu diantaranya hubungan suhu dengan energi pembebanan kejut, hubungan suhu dengan batang uji menunjukkan nilai rapuh (value of cleavage) atau nilai ulet (value of shear), suhu ini biasanya disebut suhu transisi terjadinya perpatahan, *Fracture Appearance Transition Temperature* (FATTn), n menunjukkan prosentasi perpatahan geser dan hubungan suhu dengan pertambahan kesetimbangan batang uji. (B4T, 1999)

Gambar 3.2 Pertengahan batang uji yang telah patah setelah uji *impak*[(B4T,1999)]

Mesin uji Charpy terdapat hal-hal yang harus diperhatikan, yaitu :

- jarak tumpu harus dapat diatur sesuai dengan jenis batang uji, misalnya untuk batang uji no 6,7,8 menurut SII – 0291 adalah 40 + 0,5 mm

- Kecepatan ayunan palu pada saat memukul batang uji 4,5-7 m/detik.
- Kondisi peralatan harus dipenuhi, diantaranya :
    a. Radius sudut tumpu 1 – 1,5 mm
    b. Sudut tumpuan $80^0 \pm 2^0$
    c. Sudut puncak palu 30^0 dan radius puncak palu 2,0 – 2,5 mm
- Kedudukan bidang ujung palu pada waktu menyentuh batang uji harus vertical mengenai seluruh lebar batang uji tepat dipunggung takik.
- Ketelitian pembagian skala penunjuk kerja pukul ± 0,5% dari kerja pukul maksimal.
- Batang uji diletakkan antara dua tumpuan sedemikian rupa sehingga bagian yang ditakik terletak ditengah-tengah dengan toleransi ± 0,5 mm
- Palu ayunan dilepaskan dari kedudukan semula dan pada waktu mengayun kebawah terjadi energi pembebanan a = G x h kgfm atau J.
- Setelah palu memukul batang uji masih terdapat sisa energi pembebanan yaitu pada waktu palu meneruskan ayunannya keatas adalah b = G x hi J.
- Energi pembebanan kejut untuk mematahkan batang uji AK = a – b J.



Gambar 3.3 Hal-hal yang harus diperhatikan dalam proses pengujian[B4T,1999]

3.3.1 **Penentuan nilai uji *impak* metode charpy**

3.3.1.1 **Penentuan energi pembebanan kejut**

Energi pembebanan kejut ditentukan menurut rumus AK = a – b J atau dapat langsung dibaca pada skala penunjuk.

3.3.1.2 **Penentuan Nilai *impak* Charpy**

Nilai *impak* charpy ditentukan dengan rumus :

$$KC = \frac{AK}{So} \text{ J/cm}^2$$

Ket :

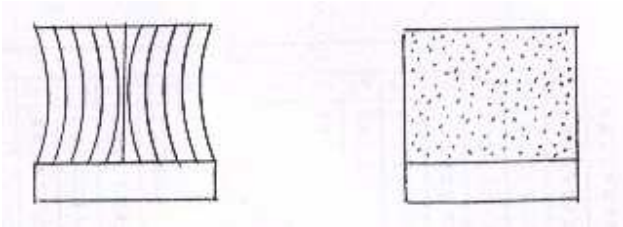
Ak = Energi pembebanan kejut, J

So = luas penampang mula dibawah takik dari batang uji, cm^2

Bahan logam yang mempunyai sifat ulet akan memiliki nilai *impak* charpy yang tinggi, sebaliknya bahan logam yang mempunyai sifat rapuh akan memiliki nilai *impak* charpy yang rendah.

Sifat rapuh dan ulet dapat juga dilihat dari permukaan bidang patahnya :

- Bila bagian yang patah menunjukkan perubahan bentuk takik yang besar dan permukaan bidang patah yang berwarna suram seperti berserat-serat, bahan logam ini menunjukkan sifat ulet.
- Bila bagian yang patah menunjukkan perubahan bentuk takik kecil atau tidak ada sama sekali dan permukaan bidang patah berwarna mengkilat dan berbutir-butir halus atau kasar, bahan logam ini menunjukkan sifat rapuh



Gambar 3.4 Bentuk batang uji patah ulet (sebelah kiri) dan patah rapuh (sebelah kanan) setelah di-*impak*(B4T,1999)

Makin tinggi kuat tarik suatu bahan logam makin rendah nilai *impak* charpynya, begitu pula sebaliknya.(B4T, 1999)

Tabel 3.1 dibawah ini menunjukkan hubungan kuat tarik dan nilai *impak* charpy dari bahan baja pelat ketel menurut DIN 17155.

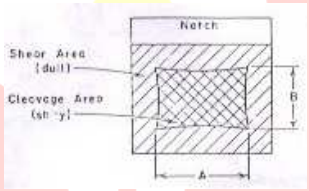
Tabel 3.1 Tabel hubungan kuat tarik dan nilai *impak* charpy

Jenis/grade Baja	Kuat tarik Kgf/mm^2	Nilai *impak* Charpy $Kgfm/cm^2$
I	35-45	8
II	41-50	7
III	44-53	6
IV	47-56	5

3.3.1.2 **Penentuan nilai pergeseran perpatahan**

Pergeseran perpatahan dapat ditentukan menurut B4T (2004), dengan cara sebagai berikut :

1. Ukur panjang dan lebar bagian pecah dari permukaan bidang patah seperti gbr 3.5 dan kemudian tentukan prosentasi shear fracture dari tabel 3.2 atau tabel 3.3 tergantung dari satuan pengukuran.

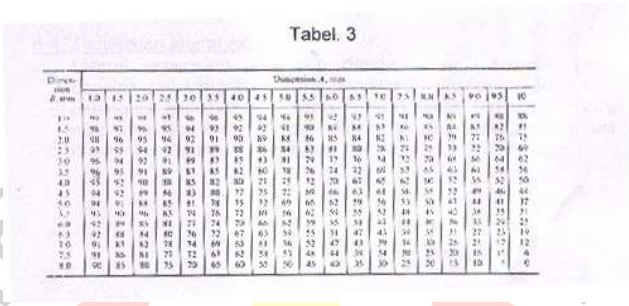


Gambar 3.5 Penentuan luas perpatahan geser dan pecah dari batang uji yang telah di-*impak*[B4T,1999]

Tabel 3.2 Tabel dimensi A dan B dalam satuan inci[B4T,1999]

Dimension, A, in.	Dimension, B, in.																
	0.05	0.10	0.12	0.14	0.16	0.18	0.20	0.22	0.24	0.26	0.28	0.30	0.32	0.34	0.36	0.38	0.40
0.05	98	96	95	94	94	93	92	91	90	90	89	88	87	86	85	85	84
0.08	96	92	90	89	87	85	84	82	81	79	77	76	74	73	71	69	68
0.12	95	90	88	86	83	83	81	79	77	75	73	71	69	67	65	63	61
0.14	94	89	86	84	82	80	78	75	73	71	68	66	64	62	59	57	55
0.16	94	87	85	82	79	77	74	72	69	67	64	61	59	56	55	53	51
0.18	93	85	83	80	77	74	72	68	65	62	59	56	54	51	48	45	42
0.20	92	84	81	77	74	72	68	65	61	58	55	52	48	45	42	39	36
0.22	91	82	79	75	72	68	65	61	57	54	50	47	43	40	36	33	29
0.24	90	81	77	73	69	65	61	57	54	50	46	42	39	34	30	25	23
0.26	90	79	75	71	67	62	58	54	50	46	41	37	33	29	25	20	16
0.28	89	77	73	68	64	59	55	50	46	41	37	32	28	24	19	14	10
0.30	88	76	71	66	61	56	52	47	42	37	32	27	23	18	13	9	3
0.31	88	75	70	65	60	55	50	45	40	35	30	25	20	16	10	5	0

Tabel 3.3 Tabel dimensi A dan B dalam satuan mm[B4T,1999]


Tabel. 3

2. Bandingkan bentuk patahan dari batang uji dengan tabel dari bentuk patahan seperti ditunjukkan gambar 3.6

FIG. 14 Fracture Appearance Charts and Percent Shear Fracture Comparator

Gambar 3.6 Penentuan prosentasi perpatahan geser[B4T,1999]

3. Memotret permukaan bidang patah pada pembesaran yang cocok dan mengukur prosentase pergeseran perpatahan dengan planimeter

3.3.1.3 **Penentuan pertambahan kesetimbangan batang uji**

Berdasarkan B4T (1999), pertambahan kesetimbangan batang uji ditentukan dengan cara mengukur pada bagian sisi yang mengalami penekanan dibelakang takik

dari batang uji, nilai kesetimbangan sama dengan jumlah tertinggi dari dua nilai yang diperoleh dari pengukuran masing-masing setiap sisi dengan ketelitian 0,001 inch. Gbr 3.7

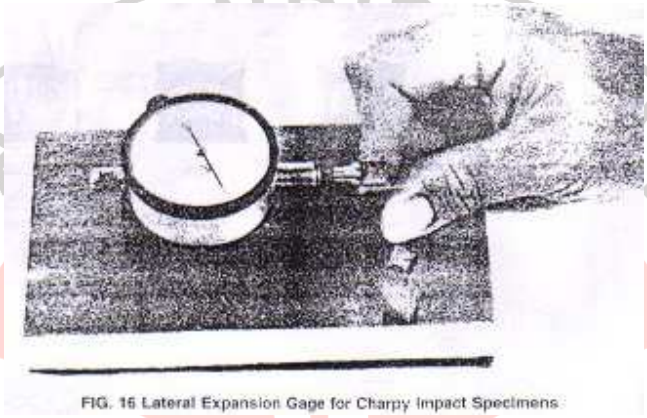


FIG. 16 Lateral Expansion Gage for Charpy Impact Specimens

Gambar 3.7 Alat pengukur pertambahan kesetimbangan dimensi batang uji(B4T,1999)

3.4 **Penentuan Kurva Suhu Transisi**

Penentuan suhu transisi adalah dengan mematahkan suatu batang uji, untuk masing-masing suhu yang berurutan, dari suhu terendah sampai dengan teratas perkiraan suhu transisi yang akan terjadi menggunakan prosedur pada bagian 25. Catat setiap suhu uji, sampai rentang yang paling dekat sebesar 1^0 F (0.5^0 C). (ASTM A 370, 2006)

Menurut ASTM A 370(2006), plot hasil-hasil pengujian tunggal (nilai energi pembebanan kejut) sebagai ordinatnya, terhadap suhu pengujian sebagai absisnya, dan kemudian buat suatu kurva dari data nilai-nilai tersebut.

Suhu transisi adalah suhu ketika nilai uji energi *impak*-nya dapat diterima, ditentukan dari suhu-suhu ketika garis energi akan memotong sumbu nilai uji energi *impak*, sehingga membentuk grafik interpolasi (ekstrapolasi tidak diperkenankan). Catat suhu transisi sampai rentang yang paling dekat adalah 5^0 F (3^0 C). Apabila hasil uji tabulasi menunjukkan suhu transisi dibawah dari nilai spesifikasi, tidak perlu dilakukan plot data, cukup dengan menginformasikan suhu uji terendah ketika nilai *impak* pengujian termasuk nilai *impak* spesifikasinya. Hasil-hasil uji dapat diterima apabila penentuan suhu transisi sebanding dengan atau dibawah dari nilai suhu transisi spesifikasinya. (ASTM A 370, 2006)

Berdasarkan ASTM A 370 (2006) apabila penentuan suhu transisi lebih besar dari nilai suhu transisi spesifikasinya, tetapi tidak lebih besar dari 20^0 F (12^0 C) , batang uji tersebut berdasarkan bagian 25, harus dilakukan plot dua kurva tambahan. Hasil pengujian dapat diterima, apabila nilai suhu transisi yang ditentukan, berdasarkan kedua hasil uji tambahan tersebut yang sebanding atau dibawah nilai suhu transisi spesifikasi.

Apabila batang uji termasuk dalam ukuran dibawah standar yang diijinkan atau diperlukan, atau keduanya, modifikasi kebutuhan uji tersebut berdasar pada tabel 9 atau suhu uji berdasar pada ASME Boiler and Pressure Vessel Code. Table UG-84.2, atau keduanya. Energi absorpsi atau energi *impak* yang semakin besar atau suhu yang semakin rendah, dapat disetujui tergantung pada permintaan pengguna pengujian. (ASTM A 370, 2006)