

ANALISIS PERBANDINGAN KEKUATAN IMPAK MATERIAL BAJA ASTM A 36 DENGAN PERLAKUANNORMALIZED DAN UNNORMALIZED PADA SUHU NORMAL DAN (-20⁰ C)

Nofan Erwanto^(1,a), Sadat N S Sidabutar^(2,b), Budha Maryanti^(3,c)

^{1,2,3}Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Balikpapan Jl. Pupuk Raya Balikpapan. Telp./Fax. 0542-764205

Email: ^(a)nofan.erwanto@gmail.com, ^(b)sidabutar.s.n.s@gmail.com,
^(c)budha_maryanti@yahoo.com

Abstrak

Material ASTM A36 (*marine plate*) banyak dipasang pada lambung kapal yang akan selalu mendapat beban kejut dari besaran hantaman ombak laut dan suatu saat kapal juga akan berlayar menuju suatu daerah perairan yang mengalami suhu rendah. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui perubahan kekuatan material ketika mengalami perubahan suhu dari normal menjadi suhu yang dingin, dan mengalami beban impact atau beban kejut yang bisa berasal dari hempasan ombak dan diilustrasikan dengan beban kejut impact dan juga perbandingan kekuatan material yang mendapatkan perlakuan panas ketika mengalami penurunan suhu -20°C, apakah lebih tangguh atau sama saja. Penelitian ini menggunakan uji impact. Berdasarkan hasil pengujian impact didapatkan hasil yang mendapatkan perlakuan panas normalized untuk spesimen 1A pada suhu 25°C energi yang terserap 128,36 J, impact 1.283.600 J/m² presentase perpatahan 65% dan lateral expansion 2mm. Pada spesimen 2A pada suhu -20°C energi yang terserap 60,390 J, impact 603.900 J/m² presentase perpatahan 40% dan lateral expansion 0,6mm. Pada material tanpa perlakuan panas unnormalized untuk spesimen 3A pada suhu 25°C energi yang terserap 124,87 J. impact 1.248.700 J/m² presentase perpatahan 76% dan lateral expansion 2mm, spesimen 4A pada suhu -20°C, energi yang terserap 64,146 J, impact 641.460 J/m² presentase perpatahan 50% dan lateral expansion 1mm.

Kata Kunci: Material ASTM A36, Perbedaan suhu uji Impact, Impact

Abstract

ASTM A36 (*marine plate*) material is mostly installed on the hull of the ship which will always receive a shock load from the amount of blowing sea waves and one day the ship will also sail towards an area of water that experiences low temperatures. The purpose of this study is to determine the change in the strength of the material when experiencing a temperature change from normal to cold temperature, and experiencing impact loads or shock loads that can come from waves crashing and illustrated by impact shock loads and also the comparison of the strength of the material receiving heat treatment when it decreases temperature of -20°C, is it tougher or the same. This research using the impact. based on the results of the impact test, the results obtained are normalized heat treatment for specimen 1A at a temperature of 25°C, the energy absorbed is 128.36 J, the impact is 1.283.600 J/m², the percentage of fracture is 65% and the lateral expansion is 2mm. In specimen 2A at a temperature of -20°C the absorbed energy is 60.390 J, the impact is 603.900 J/m², the fracture percentage is

40% and the lateral expansion is 0.6mm. In the material without unnormalized heat treatment for specimen 3A at 25°C the absorbed energy is 124.87 J. impact is 1,248,700 J/m², the fracture percentage is 76% and the lateral expansion is 2mm. specimen 4A at -20°C, absorbed energy 64,146 J, impact 641,460 J/m² 50% fracture percentage and 1mm lateral expansion.

Keywords: ASTM A36 material, Impact test temperature difference, Impact

PENDAHULUAN

Beberapa metode pengujian logam untuk mengetahui sifat bahan/material yang banyak di pergunakan, pada penelitian ini menggunakan pengujian pukul-takik (*impact test*) sebagai ilustrasi dari beban kejut dari ombak dilaut dengan cara kerja pengujian ini menggunakan pembebanan yang cepat (*rapid loading*) hingga terjadi proses penyerapan energi yang besar dari energi kinetik suatu beban yang menumbuk ke spesimen. pada proses penyerapan energi ini besar energi yang terserap beragam menurut sifat keuletan benda uji semakin ulet sifat benda uji maka nilai impact yang didapat semakin besar dan dilambangkan dalam satuan *joule*. tujuan penelitian ini untuk mengetahui perubahan kekuatan material ketika mengalami perubahan suhu dari normal menjadi suhu yang dingin dan mengalami beban impact atau beban kejut yang bisa berasal dari hempasan ombak dan diilustrasikan dengan beban kejut yang mendapatkan impact dan

juga perbandingan kekuatan material yang mendapatkan perlakuan panas ketika mengalami penurunan suhu -20°C apakah lebih tangguh atau sama saja dengan material yang biasa guna mengantisipasi kegagalan material.

TINJAUAN PUSTAKA

Pengujian Impak

Pada penelitian ini menggunakan alat Impak sebagai peralatan pengujian material.

Hasil akhir dari pengujian impact benda uji ada 3 macam hal yang akan dijadikan acuan dan referensi sebagai hasil akhir uji material, antara lain:

a. Harga Impak

Adalah nilai yang timbul dari usaha pendulum yang di lepaskan pada ketinggian awal (H₁) dan mengayun bebas pada ketinggian akhir (H₂) dan pendulum menumbuk benda, (Tabel 1).

Tabel 1. Tabel *acceptance criteria* pengujian impact [6]

CHARPY V-NOTCH TEST ACCEPTANCE CRITERIA FOR VARIOUS SUB-SIZE SPECIMENS

Full Size, 10 by 10 mm		¾ Size, 10 by 7.5 mm		½ Size, 10 by 6.7 mm		¼ Size, 10 by 5 mm		⅓ Size, 10 by 3.3 mm		¼ Size, 10 by 2.5 mm	
ft • lbf	[J]	ft • lbf	[J]	ft • lbf	[J]	ft • lbf	[J]	ft • lbf	[J]	ft • lbf	[J]
40	[54]	30	[41]	27	[37]	20	[27]	13	[18]	10	[14]
35	[48]	26	[35]	23	[31]	18	[24]	12	[16]	9	[12]
30	[41]	22	[30]	20	[27]	15	[20]	10	[14]	8	[11]
25	[34]	19	[26]	17	[23]	12	[16]	8	[11]	6	[8]
20	[27]	15	[20]	13	[18]	10	[14]	7	[10]	5	[7]
16	[22]	12	[16]	11	[15]	8	[11]	5	[7]	4	[5]
15	[20]	11	[15]	10	[14]	8	[11]	5	[7]	4	[5]
13	[18]	10	[14]	9	[12]	6	[8]	4	[5]	3	[4]
12	[16]	9	[12]	8	[11]	6	[8]	4	[5]	3	[4]
10	[14]	8	[11]	7	[10]	5	[7]	3	[4]	2	[3]
7	[10]	5	[7]	5	[7]	4	[5]	2	[3]	2	[3]

Tabel 2. Tabel presentase *shear area* [6]

PERCENT SHEAR FOR MEASUREMENTS MADE IN MILLIMETRES

Dimension B, mm	Dimension A, mm																		
	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10
1.0	99	98	98	97	96	96	95	94	94	93	92	92	91	91	90	89	89	88	88
1.5	98	97	96	95	94	93	92	92	91	90	89	88	87	86	85	84	83	82	81
2.0	98	96	95	94	92	91	90	89	88	86	85	84	82	81	80	79	77	76	75
2.5	97	95	94	92	91	89	88	86	84	83	81	80	78	77	75	73	72	70	69
3.0	96	94	92	91	89	87	85	83	81	79	77	76	74	72	70	68	66	64	62
3.5	96	93	91	89	87	85	82	80	78	76	74	72	69	67	65	63	61	58	56
4.0	95	92	90	88	85	82	80	77	75	72	70	67	65	62	60	57	55	52	50
4.5	94	92	89	86	83	80	77	75	72	69	66	63	61	58	55	52	49	46	44
5.0	94	91	88	85	81	78	75	72	69	66	62	59	56	53	50	47	44	41	37
5.5	93	90	86	83	79	76	72	69	66	62	59	55	52	48	45	42	38	35	31
6.0	92	89	85	81	77	74	70	66	62	59	55	51	47	44	40	36	33	29	25
6.5	92	88	84	80	76	72	67	63	59	55	51	47	43	39	35	31	27	23	19
7.0	91	87	82	78	74	69	65	61	56	52	47	43	39	34	30	26	21	17	12
7.5	91	86	81	77	72	67	62	58	53	48	44	39	34	30	25	20	16	11	6
8.0	90	85	80	75	70	65	60	55	50	45	40	35	30	25	20	15	10	5	0

GENERAL NOTE: Since this table is set up for finite measurements or dimensions A and B, 100% shear is to be reported when either A or B is zero.

b. Shear Area

Shear area adalah daerah perpatahan pada permukaan benda uji yang telah diberi takikan, menghitung presentase perpatahan pada Tabel 2.

c. Lateral Expansion

adalah perubahan bentuk dan ukuran lebar benda uji yang terbentuk dan dihitung sebelum dan setelah mengalami tumbukan oleh pendulum.

Menghitung uji Impak dan energi terserap

$$\begin{aligned}
 W &= E_p - E_m \\
 &= m \cdot g \cdot h_1 - m \cdot g \cdot h_2 \\
 &= m \cdot g \cdot (h_1 - h_2) \\
 &= m \cdot g \cdot \lambda (\cos \beta - \cos \alpha)
 \end{aligned}$$

Energi yang diserap dapat di ketahui dengan perhitungan sebagai berikut:[4]

$$W = m \cdot g \cdot \lambda (\cos \beta - \cos \alpha) \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

- W = Energi Terserap (joule)
- E_p = Energi Potensial
- E_m = Energi Mekanik
- M = Berat Pendulum (Kg)
- G = Gravitasi 9,81 m/s²
- h₁ = Jarak awal antara pendulum dengan benda uji (m)
- h₂ = Jarak akhir antara pendulum dengan benda uji (m)
- λ = Panjang Lengan Pengayun (m)
- cos α = Sudut Posisi awal pendulum
- cos β = Sudut Posisi akhir pendulum

Luas penampang benda uji, sebagai berikut:
 $A = l \times t \text{ (mm}^2\text{)} \dots\dots\dots(2)$

Dimana:

- A = Luas Penampang Benda Uji (mm²)
- L = Lebar Spesimen (mm)
- T = Tebal Spesimen (mm)
- Harga impak dapat di hitung dengan persamaan berikut:

$$K = \frac{W}{A} \text{ (Joule/mm}^2\text{)} \dots\dots\dots(3)$$

Dimana:

- K = Harga Impak (Joule/mm²)
- W = Energi Terserap (Joule)
- A = Luas Penampang Benda Uji (mm²)

Pada lateral expansion area dilakukan perhitungan dengan persamaan sebagai berikut:

$$L_e = l_1 - l_0 \text{ (mm)} \dots\dots\dots(4)$$

Dimana :

- L_e = Lateral Expansion area (mm)
- l₁ = Lebar Akhir (mm)
- l₀ = Lebar Awal (mm)

Klasifikasi dan Kodefikasi Baja

Terdapat beberapa macam klasifikasi baja sesuai kadarnya, yaitu [8]:

1. Baja Karbon Rendah adalah baja dengan komposisi karbon sampai 0,2% banyak di gunakan pada konstruksi, baja tulangan beton, kapal dan pada pembuatan tangki.
2. Baja Karbon Sedang adalah baja dengan komposisi karbon 0,25% - 0,55% lebih kuat dan keras dan dapat dikeraskan banyak dipergunakan sebagai konstruksi mesin dan roda gigi.
3. Baja Karbon Tinggi adalah baja

- dengan komposisi karbon diatas 0,55% lebih kuat dan keras.
4. *Low Alloy steel* adalah baja paduan dengan kadar unsur paduan rendah atau kurang dari 10% sifat pada baja paduan ini lebih kuat dan Tangguh.
 5. *High alloy steel* adalah baja dengan komposisi paduan yang tinggi dan mempunyai sifat paduan yang khusus sesuai dengan implementasi dan fungsi di lapangan seperti baja tahan karat (*Stainless Stell*) dan lain-lain[8].

Pada standarisasi material baja ASTM A36 atau pada standar jepang (JIS) adalah SS400 dapat di simpulkan bahwa baja A36 atau SS400 adalah baja dengan kekuatan tarik tidak kurang dari 400 kg/mm².

Baja ASTM A36

Baja merupakan logam yang terdiri dari unsur Fe (besi) dan unsur C (Carbon) yang di bentuk sedemikian rupa menjadi pipa, lembaran plat, dan batang besi, salah satu dari sekian banyak material baja adalah baja A36 termasuk dalam kategori baja dengan karbon rendah (*Mild Steel*) yang banyak di pergunakan untuk material konstruksi, pembuatan kapal dan juga material pada tangka timbun dan bejana tekan dengan komposisi baja A36 sebagai berikut:

Tabel 3. Komposisi baja A36 sesuai ASME BPVC II.A [6]

No	Komposisi	Kandungan Maksimum (%)
1	Carbon (C)	0,25
2	Phosphorus (P)	0,04
3	Sulfur (S)	0,05
4	Silicon (Si)	0,40

Perlakuan Panas Material (*Heat Treatment*)

Terdapat beberapa teknik dalam perlakuan panas dan metode pendinginannya antara lain [9]:

- a. Proses *Annealing* adalah proses pemanasan material.

- b. Proses *Normalizing* atau penormalan adalah proses dimana material diberikan panas kurang lebih 40°C diatas suhu kritis.
- c. *Hardening* / proses pengerasan
- d. *Tempering* adalah proses perlakuan panas memudahkan struktur material dengan menghilangkan tegangan dalam dan menguatkan baja dari kerapuhan.

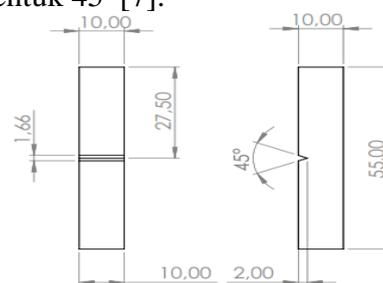
METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei s/d Juli 2021 di lokasi kerja PT. Elnusa, Tbk area perbaikan tangka H-04 PT. Pertamina Asset 5 Sangasanga *field* dan pengujian impak di Laboratorium PT. DETECH PROFESIONAL INDONESIA, Cikupa Tangerang, Banten 15710

Objek Penelitian

Objek penelitian ini adalah baja ASTM A36 dengan ukuran spesimen sesuai ASTM A370 yang di bentuk untuk pengujian impak *Charpy V-Notch* dengan jumlah benda uji sebanyak 4 buah, masing-masing benda uji berukuran lebar 10 mm x tinggi 10 mm x panjang 55 mm dengan ukuran takikan di bagian pertengahan benda uji pada kedalaman 2 mm dengan sudut terbentuk 45° [7].



Gambar 1. *Drawing* Spesifikasi Spesimen

Spesifikasi spesimen uji impak pada plat baja ASTM A36:

- a. Material di pilih Plat baja A36 dengan ketebalan plat 10 mm dengan jumlah spesimen 12 buah dengan komposisi karbon kurang

- dari 0,3%.
- b. Jumlah spesimen adalah 3 buah per masing- masing pengujian.
 - c. Panjang spesimen 55 mm.
 - d. Lebar spesimen 10 mm.
 - e. Tinggi Spesimen 10 mm.
 - f. Ukuran takikan terletak pada bagian tengah spesimen untuk kedalaman takikan 2 mm, dengan lebar 1,66 mm dan sudut 45 Derajat.

Alat dan Bahan

Alat yang di pergunakan dalam pengujian ini antara lain:

1. Alat Uji impak.
2. Mesin Gerinda potong.
3. Kikir.
4. Jangka Sorong.
5. Busur Derajat.
6. Termometer ANENG ST207 & *Thermocouple* digital *Fluke*
7. *Center Tong*.
8. Kotak Perendam.
9. *Stopwatch*.
10. Kaca Pembesar.
11. Pemanas (*Torch*) dan DC Induksi *coill heater*.

Bahan yang di dibutuhkan dalam proses pengujian impak ini adalah:

Baja ASTM A36 sebanyak 4 buah untuk dimensi sesuai dengan ASTM A370. Cairan Ethanol / Alkohol 70%. dan *Dry Ice*.

Prosedur Penelitian

1. Mempersiapkan benda uji (standart ASTM A37) [6].
2. Beban impak diangkat sampai mendarat/ horizontal pada sudut 90° dengan memutar tuas.
3. Pendinginan Material (waktu menurut ASTM A370) untuk waktu tahan 5 menit dengan media cairan pendinginan dan 30 menit pada media gas sebagai pendinginan [6].
4. Letakkan spesimen dengan hati-hati pada tempat pengujian (*Anvil*) menggunakan alat *Center Tong*.
5. Ketika pendulum tidak mengayun

dalam kurun waktu kurang lebih 5 detik setelah benda uji dikeluarkan dalam tempat perendaman maka jangan lepas pendulum dan benda uji di kembalikan lagi dalam tempat perendaman[6].

6. Lepaskan pengunci lengan bandul, maka pemukul akan bergerak mengayun menghantam spesimen.
7. Setelah itu untuk menghentikan ayunan sisa gaya dari bandul dengan menarik tuas rem.
8. Selanjutnya mencatat hasilnya.

Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian ini, sebagai berikut :

1. Variabel Bebas, Material baja ASTM A36 = 4 buah dengan 4 variasi pengujian pada suhu normal dan suhu -20°C
2. Variabel Terikat, Nilai kekuatan impak ASTM A36 suhu normal dan suhu -20°C, *shear area* dan *lateral expansion*.
3. Variabel Kontrol, metode *Charpy Impact* material 4 buah untuk 4 variasi pengujian dengan ukuran 10mm x 10mm x 55mm dengan takikan sedalam 2mm berada di bagian tengah spesimen membentuk suhu 45 derajat untuk material normalisasi dan tanpa normalisasi di uji pada suhu Normal dan suhu -20°C yang dilakukan perendaman selama 5 sampai 30 menit.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian dilakukan untuk mengetahui kekuatan material baja yang mendapat perlakuan panas (*normalized*) 912°C dan tanpa perlakuan panas (*unnormalized*) dengan pengujian impak pada variasi suhu normal (*ambient*) 25 °C dan suhu rendah -20°C, dengan 4 jenis spesimen (tabel 4):

Tabel 4. Data uji impak material ASTM A36 *normalized* dan *unnormalized*

No.	Suhu pengujian	Perlakuan Panas	Nilai W Impak (Joule)	Shear Area (mm)		Shear Presentase (%)	Lateral Expansion (mm)
				A	B		
1A	25,5 °C	normalized	128,36	7	4	65	2
2A	-20°C	normalized	60,390	8	6	40	0,6
3A	25,5 °C	unnormalized	124,87	6,5	3	76	2
4A	-20°C	unnormalized	64,146	8	5	50	1

Perhitungan kekuatan impak pada material *normalized*

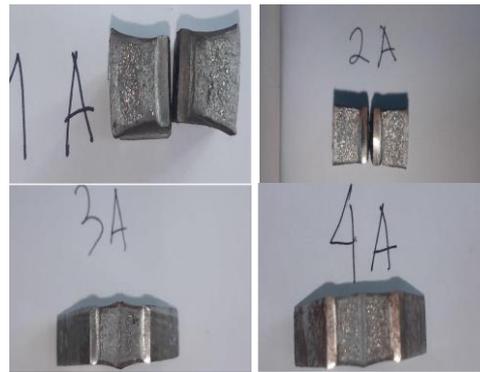
Berikut adalah perhitungan untuk mengetahui kemampuan mekanis dari material uji ASTM A36 yang mendapatkan perlakuan panas (*normalized*) yang di impak pada suhu ruangan dan suhu -20°C:

Tabel 5. Hasil Perhitungan pengujian impak material *normalized*

Keterangan	Jenis Material	Temperatur (°C)	Spesimen	
			1A	2A
Energi yang diserap (W) Joule	STM A36 <i>normalized</i>	Ambient 1A & -20°C 2A	128,36 Joule	60,390 Joule
Luas penampang spesimen (A) m ²			0,001 m ²	0,001 m ²
Harga Impak Joule/m ²			1.283.600 Joule/m ²	603.900 Joule/m ²
Shear Area (%)			65%	40%
Lateral expansion (mm)			2mm	0,6mm

Tabel 6. Hasil Perhitungan Pengujian impak material *unnormalized*

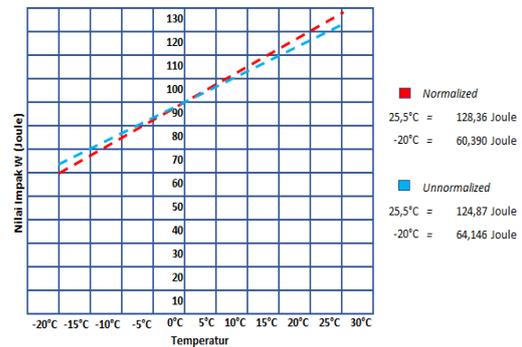
Keterangan	Jenis Material	Temperatur (°C)	Spesimen	
			3A	4A
Energi yang diserap (W) Joule	ASTM A36 <i>normalized</i>	Ambient 3A & -20°C 4A	124,87 Joule	64,146 Joule
Luas penampang spesimen (A) m ²			0,001 m ²	0,001 m ²
Harga Impak Joule/m ²			1.248.700 Joule/m ²	641.460 Joule/m ²
Shear Area (%)			76%	50%
Lateral expansion (mm)			2mm	1mm



Gambar 2. Foto hasil patahan spesimen uji impak

Pembahasan

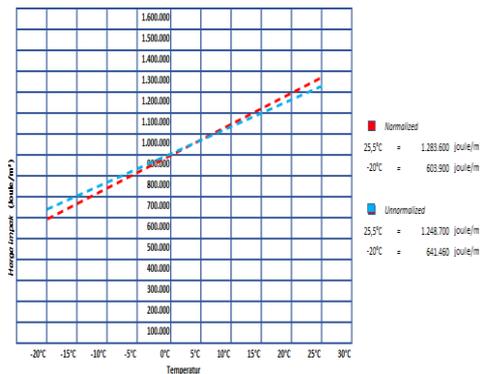
Berdasarkan data hasil pengujian impak dengan perbedaan suhu dan juga perbedaan perlakuan panas material *normalized* 1A energi yang terserap 128,36 j, uji impak pada suhu ruangan 25 °C dan material 2A energi yang terserap 60,390 J. Material *unnormalized* untuk spesimen 3A energi yang terserap 124,87, uji impak pada suhu ruangan 25°C pada spesimen 4A energi yang terserap 64,146 J, terdapat perbandingan terbalik antara material yang di normalisasi energi yang terserap lebih kecil material *normalized* daripada material *unnormalized* pada saat pengujian dengan suhu -20°C, (gambar 3):



Gambar 3 Grafik energi yang terserap pada perbedaan suhu impak

Harga impak material *normalized* 1A sebesar 1.283.600 J/m² yang diimpak pada suhu ruangan 25°C dan harga impak material 2A 603.900 J/m² yang diuji impak pada suhu -20°C

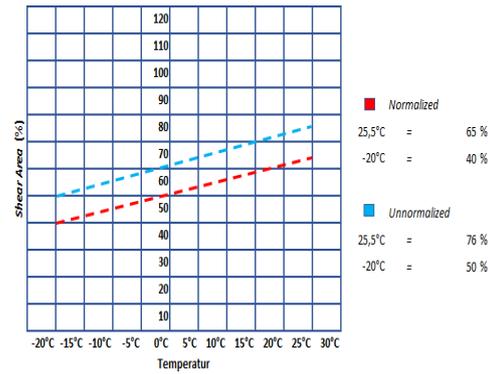
sedangkan pada material *unnormalized* untuk harga impact spesimen 3A sebesar 1.248.700 J/m² yang diimpak pada suhu ruangan 25 °C pada spesimen 4A harga impact 641.460 J/m², terdapat perbandingan terbalik material yang di normalisasi lebih kecil harga impact pada saat pengujian dengan suhu -20°C, (gambar 4):



Gambar 4 Grafik harga impact spesimen pada perbedaan suhu impact

Pada hasil akhir pengujian impact diamati hasil patahan material yang terbentuk kemudian diukur dimensi dari perpatahan, pada material *normalized* 1A dimensi patahan A = 7mm dan B = 4mm kemudian di konversi pada tabel 2 didapatkan presentase perpatahan 65% yang diimpak pada suhu ruangan 25°C dan spesimen 2A dimensi patahan A = 8mm dan B = 6mm kemudian di konversi pada tabel 2 didapatkan presentase perpatahan 40% yang diuji impact pada suhu -20°C

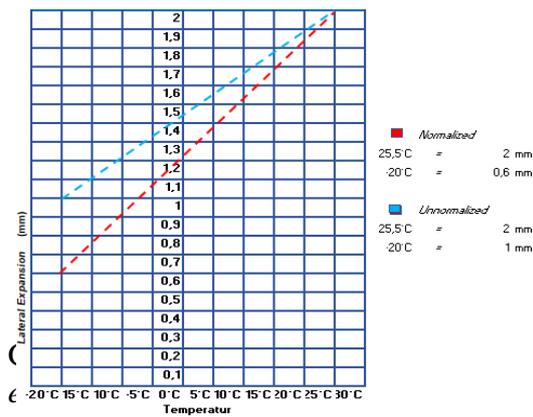
Pada material *unnormalized* spesimen 3A dimensi patahan A = 6,5mm dan B = 3mm kemudian di konversi pada tabel 2 didapatkan presentase perpatahan 76% yang diimpak pada suhu ruangan 25°C pada spesimen 4A dimensi patahan A = 8mm dan B = 5mm kemudian di konversi pada tabel 2 didapatkan presentase perpatahan 50%, (gambar 5):



Gambar 5 Grafik presentase shear area pada perbedaan suhu impact

Pada pengukuran perubahan lebar dimensi spesimen dari awal hingga akhir setelah terjadi impact dapat dilihat perbedaan perubahan ukuran material atau *lateral expansion* dari hasil perhitungan lebar akhir dikurang lebar awal pada material *normalized* 1A dimensi lebar akhir = 12mm dan lebar awal = 10mm sehingga hasil *lateral expansion* yang terjadi adalah 2mm untuk material yang diimpak pada suhu ruangan 25 °C dan spesimen 2A dimensi lebar akhir = 10,6mm dan lebar awal = 10mm sehingga hasil *lateral expansion* yang terjadi adalah 0,6mm yang diuji impact pada suhu -20°C.

Sedangkan pada material *unnormalized* spesimen 3A dimensi lebar akhir = 12mm dan lebar awal = 10mm sehingga hasil *lateral expansion* yang terjadi adalah 2mm yang diimpak pada suhu ruangan 25 °C pada spesimen 4A dimensi lebar akhir = 11mm dan lebar awal = 10mm sehingga hasil *lateral expansion* yang terjadi adalah 1mm, hasil *lateral expansion* yang terjadi untuk pengujian pada suhu ruangan 25 °C material *normalized* dan *unnormalized* didapatkan nilai *lateral expansion* yang sama sebesar 2 mm dan pada pengujian impact suhu -20°C nilai *lateral expansion* untuk material *unnormalized* lebih tinggi yaitu 1 mm dibandingkan dengan nilai *lateral expansion* untuk material *normalized* adalah 0,6mm (gambar 6):



Berdasarkan hasil pengujian 4 spesimen yang diuji impact didapatkan hasil pada material yang mendapatkan perlakuan panas *normalized* untuk spesimen 1A yang diuji impact pada suhu 25°C nilai energi yang terserap 128,36 J untuk harga impact 1.283.600 J/m² presentase perpatahan yang terjadi 65% dan nilai *lateral expansion* 2mm, pada spesimen 2A yang diuji impact pada suhu -20°C nilai energi yang terserap 60,390 J untuk harga impact 603.900 J/m² presentase perpatahan yang terjadi 40% dan nilai *lateral expansion* 0,6mm.

Pada material tanpa perlakuan panas *unnormalized* untuk spesimen 3A yang diuji impact pada suhu 25°C nilai energi yang terserap 124,87 J untuk harga impact 1.248.700 J/m² presentase perpatahan yang terjadi 76% dan nilai *lateral expansion* sebesar 2mm, pada spesimen 4A yang diuji impact pada suhu -20°C nilai energi yang terserap 64,146 J untuk harga impact 641.460 J/m² presentase perpatahan yang terjadi 50% dan nilai *lateral expansion* sebesar 1mm.

Material yang mendapatkan perlakuan panas *normalized* terdapat peningkatan nilai energi yang diserap dibandingkan dengan material tanpa perlakuan panas *unnormalized* pada temperatur pengujian impact 25°C yang berarti material *normalized* lebih tangguh daripada material *unnormalized* pada suhu normal dan jugapengaruh terjadinya perubahan dan

perbaikan sifat mekanis pada saat diberikan perlakuan panas pada material, akan tetapi pada saat pengujian impact pada suhu -20°C nilai energi yang terserap untuk material *unnormalized* lebih tinggi dibandingkan material *normalized* yang berarti bahwa perlakuan panas tidak berpengaruh pada kekuatan material ketika diuji pada suhu rendah -20°C.

Shear area yang terjadi pada saat pengujian impact untuk material *unnormalized* lebih tinggi dibandingkan material *normalized* untuk pengujian pada suhu ruangan 25°C dan suhu -20°C sehingga material yang mendapatkan perlakuan panas *normalized* lebih ulet dibandingkan dengan material tanpa perlakuan panas *unnormalized*, semakin kecil presentase *shear area* semakin getas dan keras material tersebut.

Lateral expansion yang didapatkan pada pengujian impact pada suhu ruangan 25°C untuk material *normalized* dan *unnormalized* didapatkan hasil yang sama akan tetapi pada pengujian suhu rendah -20°C nilai *lateral expansion* material *normalized* lebih kecil dibandingkan dengan material *unnormalized*.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian 4 spesimen yang diuji impact yang mendapatkan perlakuan panas *normalized* untuk spesimen 1A yang diuji impact pada suhu 25°C, energi yang terserap 128,36 J, harga impact 1.283.600 J/m² presentase perpatahan yang terjadi 65% dan *lateral expansion* sebesar 2mm, pada spesimen 2A yang diuji impact pada suhu -20°C, energi yang terserap 60,390 J untuk harga impact 603.900 J/m² presentase perpatahan yang terjadi 40%, *lateral expansion* 0,6mm dan material tanpa perlakuan panas *unnormalized* untuk spesimen 3A yang diuji impact pada suhu 25°C, energi yang terserap 124,87

J untuk harga impak 1.248.700 J/m² presentase perpatahan yang terjadi 76% dan *lateral expansion* 2mm, pada spesimen 4A yang diuji impak pada suhu -20°C, energi yang terserap 64,146 J untuk harga impak 641.460 J/m² presentase perpatahan yang terjadi 50% dan *lateral expansion* 1mm

[9] R. E. Purwanto, Subagiyo, A. Murdani, and Listiono, *Perlakuan Bahan*, 1st ed., no. January 2016. Malang: Politeknik Negeri Malang, 2016.

REFERENSI

- [1] M. F. Muvariz and N. Pamungkas, "Uji Ketangguhan Material Baja A36 Berdasarkan Metode Pengujian Impak ASTM E23," *Batam Polytech.*, p. 9, 2020.
- [2] Zuhaimi, "KEKUATAN IMPAK BAJA ST 60," *Politek. Negeri Lhokseumawe*, vol. 14, no. 2, pp. 33–40, 2016.
- [3] N. herlina sari, "Perlakuan panas pada baja karbon :efek media pendinginan terhadap sifat mekanik dan struktur mikro," *J. Teh. mesin*, vol. 06, p. 5, 2017.
- [4] J. Wiley, *Fundamentals of Materials Science and Engineering An Interactive*, Fifth. New york, 2001.
- [5] P. Nurdin, Hendri, *Buku Metalurgi Logam*, 1st ed. PADANG: UNP PRESS, 2019.
- [6] 2015 ASME BPVC SECTION II, "Section ii 2015," vol. PART A. American society for testing materials, New York, p. 852, 2015.
- [7] M. T. M. and A. P. ASTM International, "ASTM-E23-12C.pdf." ASTM INTERNATIONAL, united states, p. 25, 2013.
- [8] I KT.SUARSANA, "Diktat Ilmu Material Teknik". Fakultas Teknik Mesin Universitas Udayana, 2017.