

TUGAS AKHIR

PEMBUATAN SPESIMEN UJI *IMPACT* BERBAHAN ALUMINIUM DENGAN TEKNIK METALURGI SERBUK

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

WAWAN EKA PERDANA
1407230075



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2020**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Wawan Eka Perdana
NPM : 1407230075
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Pembuatan Spesimen Uji *Impact* Berbahan Aluminium Dengan Teknik Metalurgi Serbuk
Bidang ilmu : Konstruksi Manufaktur

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 28 Februari 2020

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I



Bekti Suroso, S.T.,M.Eng

Dosen Penguji II



H. Muharnif Mukhtar, S.T.,M.Sc

Dosen Penguji III



Khairul Umurani, S.T.,M.T

Dosen Penguji IV



M. Yani, S.T.,M.T

Program Studi Teknik Mesin
Ketua,




S.T.,M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Wawan Eka Perdana
Tempat /Tanggal Lahir: Sei Kebara/18 Juni 1995
NPM : 1407230075
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“Pembuatan Spesimen Uji *Impact* Berbahan Aluminium Dengan Teknik Metalurgi Serbuk”

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakikatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidak sesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 28 Februari 2020

Saya yang menyatakan,



Wawan Eka Perdana

ABSTRAK

Di Indonesia banyak sekali berdiri industri-industri besar dan kecil, dalam usaha pengembangan teknologi banyak upaya yang dilakukan yaitu dengan menciptakan karya baru dengan biaya murah, memiliki daya guna yang tinggi dan ekonomis. Namun pemanfaatan dan pengetahuan tentang cara cara pengolahannya masih sangat kurang, sehingga sering banyak logam bekas yang terbuang percuma. Salah satunya dengan cara memanfaatkan bahan logam bekas atau sudah tidak terpakai yang dibuat menjadi geram atau serbuk logam. Metalurgi serbuk merupakan proses pembuatan serbuk dan benda jadi dari serbuk logam atau paduan logam dengan ukuran serbuk tertentu tanpa melalui proses peleburan. Salah satu sifat mekanik material adalah keuletannya, hal ini menentukan fungsinya ketika digunakan. Tingkat ketegasan material terpengaruh oleh beberapa hal, seperti beban kejut, takikan, suhu dan lain-lain. Untuk mengetahui keuletan dari pada suatu material perlu dilakukan suatu pengujian bahan yakni dengan pengujian *impact* yang dilakukan pada beberapa sampel atau spesimen dari suatu jenis material seperti serbuk aluminium, yang selanjutnya disinter didalam tungku pemanas. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa pada Spesimen 1 memiliki energi yang diserap sebesar 6,472 *Joule*, maka akan menghasilkan energi pada luas penampang sebesar 0,057 *Joule/mm²*. Sementara pada Spesimen 2 memiliki energi yang diserap sebesar 6,939 *Joule*, maka akan menghasilkan energi pada luas penampang sebesar 0,061 *Joule/mm²*. Dan pada Spesimen 3 memiliki energi yang diserap sebesar 8,842 *Joule*, maka akan menghasilkan energi pada luas penampang sebesar 0,078 *Joule/mm²*.

Kata kunci: Pembuatan Spesimen, Uji *Impact*, dan Metalurgi Serbuk

ABSTRACT

In Indonesia there are many large and small industries, in the effort to develop technology many efforts have been made, namely by creating new works at a low cost, having high efficiency and economic effectiveness. But the utilization and knowledge of how to process it is still very lacking, so that often a lot of scrap metal is wasted. One of them is by utilizing used or unused metal material which is made into metal powder or fur. Powder metallurgy is the process of making powders and finished objects from metal powders or metal alloys with a certain powder size without going through the smelting process. One of the mechanical properties of a material is its tenacity, this determines its function when used. The level of firmness of the material is affected by several things, such as shock loads, notches, temperature and others. To determine the tenacity of a material, it is necessary to do a material test that is by impact testing which is carried out on several samples or specimens of a type of material such as aluminum powder, which is then sintered in a heating furnace. From the results of tests that have been carried out it can be concluded that in Specimen 1 it has an absorbed energy of 6.472 Joules, it will produce energy at a cross-sectional area of 0.057 Joules / mm². While Specimen 2 has an absorbed energy of 6.939 Joules, it will produce energy at a cross-sectional area of 0.061 Joules / mm². And Specimen 3 has an absorbed energy of 8.842 Joules, it will produce energy at a cross-sectional area of 0.078 Joules / mm².

Keywords: Specimen Making, Impact Test, and Powder Metallurgy

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Pembuatan Spesimen Uji *Impact* Berbahan Aluminium Dengan Teknik Metalurgi Serbuk” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak Khairul Umurani, S.T.,M.T, selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak M.Yani, S.T.,M.T, selaku Dosen Pimbimbing II dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Bekti Suroso, S.T.,M.Eng, selaku Dosen Pembanding I dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas akhir ini.
4. Bapak H.Muharnif Mukhtar, S.T.,M.Sc, selaku Dosen Pembanding II dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas akhir ini.
5. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T.,M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Affandi, S.T.,M.T, yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, sekaligus sebagai Ketua Progam Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

7. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknik Mesin kepada penulis.
8. Orang tua penulis: Ayahanda Wagimun dan Ibunda Muji Astuti, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
9. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
10. Sahabat-sahabat penulis: Bella Octaviani, S.E, yang memberi motivasi dan orang tersayang, Mitra Darma, S.T, Muhammad Syandi Arnofiandi, Feri Satria Fambudi, Mulya Ardiansyah, teman-teman kelas A1 pagi 2014 dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu per satu.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis dimasa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia konstruksi Teknik Mesin.

Medan, 28 Februari 2020

Wawan Eka Perdana

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR NOTASI	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Ruang Lingkup	2
1.4. Tujuan	2
1.5. Manfaat	2
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1. Tinjauan Pustaka	3
2.2. Landasan Teori	3
2.2.1. Metalurgi Serbuk (<i>Metal Powder</i>)	3
2.2.2. Pembuatan Serbuk	4
2.2.3. Sifat-Sifat Khusus Serbuk Logam	5
2.2.4. <i>Mixing</i> (Pencampuran Serbuk)	5
2.2.5. <i>Compaction</i> (<i>Powder consolidation</i>)	6
2.2.6. <i>Sintering</i>	7
2.2.7. Pengertian Cetakan	8
2.2.8. Bahan-Bahan Cetakan	9
2.2.9. Jenis-Jenis Cetakan	9
2.2.9.1. Cetakan Tidak Permanen (<i>Expendable Mold</i>)	9
2.2.9.2. Cetakan Permanen (<i>Permanent Mold</i>)	9
2.2.10. Aluminium	10
2.2.11. Sifat-Sifat Aluminium	10
2.2.12. Alat Uji <i>Impact</i>	11
2.2.13. Metoda Pengujian <i>Impact</i>	12
2.2.13.1. Metoda <i>Charpy</i>	12
2.2.13.2. Metoda <i>Izzod</i>	13
2.2.14. Pepatahan <i>Impact</i>	14
2.2.15. Patah Getas dan Patah Ulet	15
2.2.15.1. Patah Getas	16
2.2.15.2. Patah Ulet	16
2.2.16. Ketangguhan Bahan	16
2.2.17. Deformasi Plastis Dan Elastis	18
2.2.18. Kegunaan Dilakukanya Uji <i>Impact</i> Pada Sepesimen	19

BAB 3	METODOLOGI PENELITIAN	20
3.1.	Tempat Dan Waktu Penelitian	20
3.1.1.	Tempat Penelitian	20
3.1.2.	Waktu Penelitian	20
3.2.	Diagram Alir Penelitian	21
3.3.	Bahan Dan Alat Yang Digunakan	22
3.3.1.	Bahan Yang Digunakan	22
3.3.2.	Alat Yang Digunakan	23
3.4.	Proses Pembuatan Cetakan Spesimen Uji <i>Impact</i>	29
3.4.1.	Proses Pemotongan	29
3.4.2.	Proses Pembubutan	29
3.4.3.	Proses Pengeboran	30
3.4.3.	Proses Pengelasan	30
3.4.5.	Proses Finishing	30
3.5.	Proses Pembuatan Spesimen	31
3.5.1.	Bahan Baku Spesimen	31
3.5.2.	Proses Pengikiran Spesimen	31
3.5.3.	Proses Pengujian Spesimen	32
3.5.4.	Bentuk Spesimen Setelah Pengujian	32
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1.	Hasil Pembuatan Cetakan Spesimen Uji <i>Impact</i>	33
4.1.1.	Cetakan Serbuk	33
4.1.2.	Penekan Serbuk	33
4.1.3.	Penahan Serbuk	34
4.2.	Hasil Pengikiran Spesimen Uji <i>Impact</i>	34
4.3.	Pembahasan	35
4.3.1.	Data Hasil Pengujian	35
4.3.2.	Diagram Hasil Pengujian	38
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	40
5.1.	Kesimpulan	40
5.2.	Saran	40
	DAFTAR PUSTAKA	41
	LAMPIRAN	
	LEMBAR ASISTENSI	
	DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Jadwal Waktu Dan Kegiatan Penelitian

20

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Pertumbuhan ikatan mikrostruktur antar partikel logam selama proses <i>sinter</i>	7
Gambar 2.2. Alat Uji <i>Impact</i>	12
Gambar 2.3. Peletakan spesimen metoda <i>charpy</i>	13
Gambar 2.4. Peletakan spesimen metoda <i>izzod</i>	14
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian	21
Gambar 3.2. Baja Karbon ST37	22
Gambar 3.3. Alat Uji <i>Impact</i>	22
Gambar 3.4. Mesin <i>Press</i>	23
Gambar 3.5. Mesin Bubut	23
Gambar 3.6. Mesin Bor Tangan	24
Gambar 3.7. Mesin Las Listrik	24
Gambar 3.8. Mesin Gerinda Duduk	24
Gambar 3.9. Mesin Gerinda Tangan	25
Gambar 3.10. Jangka Sorong (Sigmat)	25
Gambar 3.11. Sarung Tangan Kulit	26
Gambar 3.12. Sarung Tangan Kain	26
Gambar 3.13. Topeng Las	27
Gambar 3.14. Kaca Mata	27
Gambar 3.15. Baut Dan Mur	27
Gambar 3.16. Kunci Pas	28
Gambar 3.17. Kikir Permukaan Rata	28
Gambar 3.18. Kikir Segitiga	28
Gambar 3.19. Proses Pemotongan	29
Gambar 3.20. Proses Pembubutan	29
Gambar 3.21. Proses Pengeboran	30
Gambar 3.22. Proses Pengelasan	30
Gambar 3.23. Proses Finishing	31
Gambar 3.24. Proses Bahan Baku Spesimen	31
Gambar 3.25. Proses Pengikiran Spesimen	32
Gambar 3.26. Proses Pengujian Spesimen	32
Gambar 3.27. Bentuk Spesimen Setelah Pengujian	32
Gambar 4.1. Cetakan Serbuk	33
Gambar 4.2. Penekan Serbuk	33
Gambar 4.3. Penahan Serbuk	34
Gambar 4.4. Hasil Pengikiran Spesimen Uji <i>Impact</i>	34
Gambar 4.5. Tampilan Skematik Spesimen Uji <i>Impact</i>	35
Gambar 4.6. Diagram Hasil Pengujian	38

DAFTAR NOTASI

Simbol	Keterangan	Satuan
E	Energi yang diserap	joule
W	Berat bandul	kg
g	Gravitasi	m/s ²
L	Panjang lengan bandul	m
X _o	Sudut awal lengan bandul	°
X _t	Sudut akhir lengan bandul	°

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di Indonesia banyak sekali berdiri industri-industri besar dan kecil, dalam usaha pengembangan teknologi banyak upaya yang dilakukan yaitu dengan menciptakan karya baru dengan biaya murah, memiliki daya guna yang tinggi dan ekonomis. Namun pemanfaatan dan pengetahuan tentang cara-cara pengolahannya masih sangat kurang, sehingga sering banyak logam bekas yang terbuang percuma. Sehingga kita dituntut untuk bisa berkreatifitas melalui pemikiran atau ide. Salah satunya dengan cara memanfaatkan bahan logam bekas atau sudah tidak terpakai yang dibuat menjadi geram atau serbuk logam. Serbuk logam tersebut dapat kita olah lagi melalui proses pengepresan dengan bantuan alat pemanas menjadi benda logam padat. Metalurgi serbuk merupakan proses pembuatan serbuk dan benda jadi dari serbuk logam atau paduan logam dengan ukuran serbuk tertentu tanpa melalui proses peleburan.

Salah satu sifat mekanik material adalah keuletannya, tingkat keuletan material menentukan fungsinya ketika digunakan. Tingkat kegetasan material terpengaruh oleh beberapa hal, seperti beban kejut, tekikan, suhu dan lain-lain. Untuk mengetahui keuletan dari pada suatu material perlu dilakukan suatu pengujian. Pengujian yang dilakukan untuk mengetahui keuletan material adalah pengujian *impact*. Pengujian dilakukan pada beberapa sampel atau spesimen dari suatu jenis material.

Bushing adalah cetakan jenis silinder bercelah yang berfungsi untuk menumpu poros. *Bushing* dapat dibuat dengan poros metalurgi serbuk, untuk mendapatkan proses pemadatan yang sempurna, kompaksi dapat dilakukan pada temperatur tinggi atau *Hot Presing*. *Pres* dalam keadaan panas akan menjadikan serbuk menjadi lebih lunak/plastis, sehingga memudahkan untuk dipadatkan.

Untuk itu pengaruh suhu pemanasan harus dapat terkontrol agar didapat produk yang homogen. Kepadatan sangat berpengaruh sekali terhadap kekuatan dari produk yang dihasilkan. Bahan baku yang digunakan adalah serbuk aluminium, dan selanjutnya *disinter* didalam tungku pemanas.

1.2 Rumusan Masalah

Dalam melakukan pembuatan spesimen uji *impact* dapat dikemukakan rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana membuat spesimen uji *impact* serta cetakan menggunakan aluminium pada sistem metalurgi serbuk ?

1.3 Ruang Lingkup

Adapun batasan masalah dalam pembuatan spesimen uji *impact* ini adalah :

1. Membuat cetakan untuk spesimen uji *impact*
2. Membuat spesimen uji *impact*

1.4 Tujuan Umum

Adapun tujuan penulis dari pembuatan spesimen uji *impact* adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui ukuran cetakan spesimen uji *impact* ?
2. Untuk membuat spesimen uji *impact* ?

1.5 Manfaat

Adapun manfaat dari pembuatan spesimen uji *impact* adalah sebagai berikut:

1. Dapat bermanfaat bagi mahasiswa Teknik Mesin UMSU untuk pembuatan spesimen uji *impact*.
2. Dapat menjadi bahan masukan dan informasi bagi para pembaca khususnya mahasiswa Teknik Mesin UMSU untuk pembuatan spesimen uji *impact*.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

Rusianto, (2005) meneliti pembuatan komposit paduan Al/Al₂O₃ dengan metode metalurgi serbuk untuk pembuatan komponen *bushing*. Bahan matrik yang digunakan adalah serbuk paduan Al yang diperoleh dengan proses *machining*. Pembentukan *green body* dilakukan dengan *uniaxial pressing double action*. Variasi parameter dalam penelitian ini meliputi penambahan serbuk Al₂O₃ dengan fraksi berat 0, 3, 6, dan 9 % dengan tekanan kompaksi 500 MPa.

Ejiofor dan Reddy (1997) meneliti komposit paduan Al (*hyper-eutectoid Al*)/Al₂O₃ dengan metode tuang. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa penambahan 3% berat alumina, kekerasan meningkat dari 27 BHN menjadi 37 BHN dan UTSnya dari 75 MPa menjadi 93 MPa.

Mazen dan Ahmed (1998) meneliti komposit Al/Al₂O₃ dengan metode PM *hot pressing* dilanjutkan dengan ekstrusi. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa masih terdapat porositas dalam matrik Al, Al₂O₃ dapat terdistribusi merata. Bentuk permukaan perpatahan adalah perpatahan dimpels. Disamping itu dilaporkan bahwa awal retak terjadi pada interface antara matrik dan penguatnya.

Fitria dan Waziz (2004) meneliti serbuk paduan Al-9% Si hasil pengikiran. Pembuatan spesimen dengan variasi tekanan kompaksi 300, 400 dan 500 MPa dan variasi suhu *sinter* 450, 500 dan 550°C selama 2 jam dalam lingkungan gas argon. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan meningkatnya tekanan kompaksi dan suhu *sinter* akan meningkatkan kekerasan dan densitas dari spesimen.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Metalurgi Serbuk (*Metal Powder*)

Metalurgi serbuk merupakan proses pembentukan benda kerja komersial dari logam dimana logam dihancurkan dahulu berupa tepung, kemudian tepung tersebut ditekan di dalam cetakan (*mold*) dan dipanaskan di bawah temperatur leleh serbuk sehingga terbentuk benda kerja. Sehingga partikel-partikel logam memadu karena mekanisme transportasi massa akibat difusi atom antar permukaan partikel. Metode metalurgi serbuk memberikan kontrol yang teliti terhadap komposisi dan penggunaan campuran yang tidak dapat difabrikasi

dengan proses lain. Sebagai ukuran ditentukan oleh cetakan dan penyelesaian akhir (*finishing touch*). Langkah-langkah dasar pada *powder metallurgy* : pembuatan serbuk, *mixing, compaction, sintering, finishing*.

2.2.2 Pembuatan serbuk

Ada beberapa cara dalam pembuatan serbuk antara lain: *decomposition, electrolytic deposition, atomization of liquid metals, mechanical processing of solid materials*.

1. *Decomposition*, terjadi pada material yang berisikan elemen logam. Material akan menguraikan/memisahkan elemen-elemennya jika dipanaskan pada temperature yang cukup tinggi. Proses ini melibatkan dua reaktan, yaitu senyawa metal dan reducing agent. Kedua reaktan mungkin berwujud solid, liquid, atau gas.
2. *Atomization of Liquid Metals*, material cair dapat dijadikan *powder* (serbuk) dengan cara menuangkan material cair dilewatan pada *nozzel* yang dialiri air bertekanan, sehingga terbentuk butiran kecil-kecil.
3. *Electrolytic Deposition*, pembuatan serbuk dengan cara proses *elektrolisis* yang biasanya menghasilkan serbuk yang sangat reaktif dan *brittle*. Untuk itu material hasil *electrolytic deposition* perlu diberikan perlakuan *annealing* khusus. Bentuk butiran yang dihasilkan oleh *electolytic deposits* berbentuk dendritik.
4. *Mechanical Processing of Solid Materials*, pembuatan serbuk dengan cara menghancurkan material dengan *ball milling*. Material yang dibuat dengan *mechanical processing* harus material yang mudah retak seperti logam murni, *bismuth, antimony*, paduan logam yang relative keras dan *brittle*, keramik dan lain-lain.

2.2.3 Sifat-Sifat Khusus Serbuk Logam

1. Ukuran Partikel

Metoda untuk menentukan ukuran partikel antara lain dengan pengayakan atau pengukuran mikroskopik. Kehalusan berkaitan erat dengan ukuran butir, faktor ini berhubungan dengan luas kontak antar permukaan, butir kecil mempunyai porositas yang kecil dan luas kotak antar permukaan besar sehingga difusi antar permukaan juga semakin besar dan kompaktibilitas juga tinggi.

2. Distribusi Ukuran Dan Mampu Alir

Dengan distribusi ukuran partikel ditentukan jumlah partikel dari ukuran standar dalam serbuk tersebut. Pengaruh distribusi terhadap mampu alir dan porositas produk cukup besar mampu alir merupakan karakteristik yang menggambarkan alir serbuk dan kemampuan memenuhi ruang cetak.

3. Sifat Kimia

Terutama menyangkut kemurnian serbuk, jumlah oksida yang diperbolehkan dan kadar elemen lainnya. Pada metalurgi serbuk diharapkan tidak terjadi reaksi kimia antara matrik dan penguat.

4. Kompresibilitas

Kompresibilitas adalah perbandingan volum serbuk dengan volum benda yang ditekan. Nilai ini berbeda-beda dan dipengaruhi oleh distribusi ukuran dan bentuk butir, kekuatan tekan tergantung pada kompresibilitas.

5. Kemampuan *Sinter*

Sinter adalah proses pengikatan partikel melalui proses penekanan dengan cara dipanaskan 0.7-0.9 dari titik lelehnya.

2.2.4 *Mixing* (Pencampuran Serbuk)

Pencampuran serbuk dapat dilakukan dengan mencampurkan logam yang berbeda dan material-material lain untuk memberikan sifat fisik dan mekanik yang lebih baik. Pencampuran dapat dilakukan dengan proses kering (*dry mixing*) dan proses basah (*wet mixing*). Pelumas (*lubricant*) mungkin ditambahkan untuk meningkatkan sifat *powders flow*. Binders ditambahkan untuk meningkatkan *green strength* nya seperti *wax* atau *polimer termoplastik*.

2.2.5 Compaction (Powder consolidation)

Proses kompaksi adalah suatu proses pembentukan logam dari serbuk logam dengan mekanisme penekanan setelah serbuk logam dimasukkan ke dalam cetakan. Proses kompaksi pada umumnya dilakukan dengan penekanan satu arah dan dua arah. Pada penekan satu arah penekan atas bergerak kebawah. Sedangkan pada dua arah, penekan atas dan penekan bawah saling menekan secara bersamaan dalam arah yang berlawanan. Jenis dan macam produk yang dihasilkan oleh proses metalurgi serbuk sangat ditentukan proses kompaksi dalam membentuk serbuk dengan kekuatan yang baik.

Bahan-bahan dengan kekerasan rendah, seperti aluminium, kuningan, dan perunggu memerlukan tekanan pemadatan yang rendah. Bahan-bahan dengan kekerasan tinggi seperti besi, baja, dan nikel paduan memerlukan tekanan pemadatan yang tinggi. Semakin tinggi tekanan pemadatan akan menaikkan berat jenis hingga kondisi optimum. Diatas tekanan optimum tersebut, peningkatan tekanan tidak akan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kenaikan massa jenis.

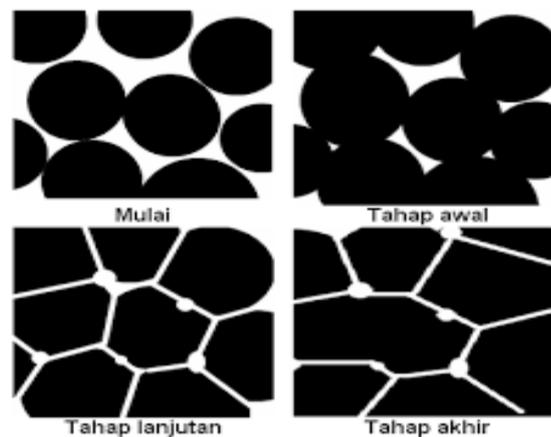
Penekanan terhadap serbuk dilakukan agar serbuk dapat menempel satu dengan lainnya sebelum ditingkatkan ikatannya dengan proses *sintering*. Dalam proses pembuatan suatu paduan dengan metode metalurgi serbuk, terikatnya serbuk sebagai akibat adanya *interlocking* antar permukaan, interaksi adhesi, dan difusi antar permukaan. Untuk yang terakhir ini dapat terjadi pada saat dilakukan proses *sintering*. Bentuk benda yang dikeluarkan dari *pressing* disebut bahan kompak mentah, telah menyerupai produk akhir, akan tetapi kekuatannya masih rendah. Kekuatan akhir bahan diperoleh setelah proses *sintering*.

Tekanan pemadatan yang diperlukan tergantung pada jenis bahan serbuk yang berkisar antara 70 Mpa (10 ksi) hingga 800 Mpa (120 ksi) (Kalpakjian,1989).

2.2.6 Sintering

Proses *sinter* merupakan metode pembuatan produk dari bahan serbuk yang sebelumnya dilakukan proses kompaksi (cetak) kemudian dengan memanaskan material dibawah titik leburnya sehingga partikel partikelnya berikatan satu sama lain. Pada proses *sinter*, benda padat terjadi karena terbentuk ikatan-ikatan antar partikel. Panas menyebabkan bersatunya partikel dan efektivitas reaksi tegangan permukaan meningkat dengan perkataan lain, proses *sinter* menyebabkan bersatunya partikel sedemikian rupa sehingga kepadatan bertambah. Selama proses ini terbentuklah batas-batas butir, yang

merupakan tahap permulaan rekristalisasi. Di samping itu, gas yang ada menguap dan temperatur *sinter* umumnya berada di bawah titik cair unsur serbuk utama selama proses *sinter* terjadi perubahan dimensi, baik berupa pengembangan maupun penyusutan tergantung pada bentuk dan distribusi ukuran partikel serbuk, komposisi serbuk, prosedur *sinter* dan tekanan pemampatan (German, 1994), dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Pertumbuhan ikatan mikrostruktur antar partikel logam selama proses *sinter* (German, 1994)

Setelah dilakukan proses *sintering* terhadap sample yang sebelumnya telah dilakukan proses kompaksi maka ikatan antar serbuk akan semakin kuat. Meningkatnya ikatan setelah proses *sintering* ini disebabkan timbulnya *liquid bridge (necking)* sehingga porositas berkurang dan bahan menjadi lebih kompak. Dalam hal ini ukuran serbuk juga berpengaruh terhadap kompaktibilitas bahan, semakin kecil ukuran serbuk maka porositas kecil dan luas kontak permukaan antar butir semakin luas. Proses sinter dalam metalurgi serbuk memegang peranan yang cukup penting dalam menentukan sifat akhir dari produk yang akan dihasilkan. Proses *sinter* sendiri diartikan sebagai perlakuan panas untuk mengikat partikel-partikel menjadi koheren, menghasilkan struktur padat melalui transport massa yang biasa terjadi dalam skala atom. Ikatan yang terbentuk akan meningkatkan kekuatan dan menurunkan energy dari sistem. Proses *sinter* dapat dilakukan dengan memberikan tekanan maupun tanpa tekanan (*pressureless*). Proses *sinter* tanpa tekanan dibagi lagi menjadi *solid state sintering* dan *liquid phase sintering*. Keberadaan dari cairan (*liquid*) pada siklus proses sinter dapat mempercepat transport massa, pemadatan, dan pengkasaran butir. Kebanyakan dari proses *sinter* yang dilakukan ialah tanpa pemberian tekanan (*pressureless sintering*). *Pressure-assisted sintering* merupakan teknik baru, pemberian tekanan selama proses *sinter* sangat berguna untuk memproses material yang tidak reaktif dari pada menggunakan siklus *prosesin terkonvensional*, contohnya material komposit dan intermetalik

temperatur tinggi. Apabila tekanan yang diberikan rendah, menghasilkan pemadatan yang dikontrol oleh *diffusional creep*. Kemungkinan lain, pemadatan pada tekanan tinggi dipercepat apabila tegangan efektif melebihi kekuatan luluh material. Tekanan yang diberikan biasanya hidrostatik (*hot isostatic pressing*) atau uniaksial (*forging dan hot pressing*).

2.2.7 Pengertian Cetakan

Cetakan adalah suatu benda untuk membentuk benda kerja sesuai yang diinginkan dengan cara penuangan bahan dasar yang telah dicairkan kemudian didinginkan. Setiap pembentuk suatu benda harus berdasarkan gambar benda yang diinginkan. Sebelum kita melakukan proses penuangan berlangsung harus dibuat cetakan. Dengan demikian cetakan dapat didefinisikan suatu alat yang bentuknya menyerupai benda yang dibuat. Cetakan ini sendiri terdiri dari cetakan luar dan dalam. Sebelum cetakan ini dibuat kita harus melakukan beberapa tahapan yang harus dilaksanakan, seperti mempersiapkan desain cetakan, bahan yang digunakan dan cara pembuatan cetakan tersebut.

2.2.8 Bahan - Bahan Cetakan

Ada beberapa jenis bahan yang digunakan untuk bahan cetakan, hal ini tergantung atas benda produksi yang akan dicetak, jenis dari bahan-bahan cetakan yang dimaksud adalah pasir, keramik, plaster, dan logam.

2.2.9 Jenis- Jenis Cetakan

2.2.9.1 Cetakan Tidak Permanen (*Expendable Mold*)

Cetakan tidak permanen (*Expendable mold*) hanya dapat digunakan satu kali saja. Contoh : Cetakan pasir (*sand casting*), cetakan kulit (*shell mold casting*), dan cetakan presisi (*precisian casting*).

2.2.9.2 Cetakan Permanen (*Permanent Mold*)

Cetakan permanen (*permanent mold*) dapat digunakan berulang-ulang (biasanya dibuat dari logam). *Permanent mold casting* adalah pembuatan logam dengan cetakan yang dipadukan dengan tekanan hidrostatik. Cara ini tidak praktis untuk pengecoran yang berukuran besar dan ketika menggunakan logam dengan titik didih tinggi. Logam bukan baja seperti

aluminium, seng, timah, magnesium, perunggu bila dibuat dengan cara ini hasilnya baik. Cetakan ini terdiri atas dua atau lebih bagian yang digabung dengan sekrup, klem, plat atau alat lain yang dapat dilepas setelah produk mengeras.

Pada umumnya, *permanent molds* dibuat dari *close-grain* dan dijepit satu sama lain. Cetakan ini biasanya dilapisi dengan bahan perekat tahan panas (*heatresistingwet mixture*) dan jelaga yang akan menjaga cetakan agar tidak lengket dan mengurangi efek dingin pada logam. Setelah cetakan disiapkan, kemudian ditutup dan seluruh bagian inti atau bagian yang bebas dikunci ditempat. Kedua biji besi dan biji baja dapat digunakan dalam cetakan jenis ini. Untuk mengantisipasi suhu logam dilakukan dengan menuangkan air kedalam cetakan melalui pintu yang terbuka. Setelah hasil cetakan cukup dingin, bagian yang bebas ditarik dan cetakan dibuka dan hasil cetakan diangkat. Cetakan tersebut kemudian dibersihkan dan susun kembali bagian-bagian cetakan, cetakan pun siap dituangi lagi (digunakan lagi). Alat ini sebagian besar digunakan untuk mencetak piston dan bagian-bagian mesin kendaraan, mesin diesel dan mesin kapal. Penerapan lainnya banyak ditemukan di industri yang membuat beberapa materi seperti gear pada mesin cuci, bagian-bagian pada *vacum cleaner*, tutup kipas angin, bagian untuk alat-alat portable, perlengkapan lampu luar ruangan, dan lainlain.

Permanent mold casting mempunyai hasil akhir permukaan yang bagus dan detail yang tajam. Diperoleh keseragaman hasil dengan berat 1 ons sampai 50 pound. Toleransinya berkisar dari 0,0025 inchi sampai 0,010 inchi. *Permanent mold casting* termasuk otomatis, sehingga dapat diperoleh produk yang cukup banyak. Adapun contoh *permanent mold* meliputi *gravity permanent mold casting*, *pressure die casting*, dan *centrifugal die casting*.

2.2.10 Aluminium

Aluminium (Al) merupakan unsur yang paling melimpah di bumi dan logam yang paling banyak digunakan setelah baja. Logam ini ditemukan pada tahun 1825 oleh Hans Christian Oersted dan dikembangkan secara industri pada tahun 1886 oleh Paul Heroult di Perancis dan C.M. Hall di Amerika. Secara

terpisah mereka berdua telah berhasil memperoleh logam aluminium dari alumina dengan cara elektrolisa.

Untuk bahan-bahan pokok dalam menghasilkan aluminium antara lain bauksit dan kreolit. Bauksit mengandung 55–65% tanah tawas, 2–28% besi, 12–30% air dan 1–8% asam silikat. Aluminium murni diperoleh melalui cara Bayer dimana bauksit dijernihkan menjadi tanah tawas murni, lalu tanah tawas direduksi hingga menjadi aluminium mentah, melalui elektrolisa lebur dengan kreolit sebagai bahan pelarut natrium aluminium *fluorida* (Na_3AlF_6) baru peleburan alih wujud menjadi aluminium murni. Umumnya aluminium mencapai kemurnian 99,85% dan jika dielektrolisa kembali maka didapatkan aluminium dengan kemurnian 99,99% atau hampir mendekati 100%. (Tata Surdia dan Shinroku Saito, 1999).

2.2.11 Sifat–Sifat Aluminium

Sifat-sifat penting yang dimiliki aluminium sehingga banyak digunakan sebagai material teknik:

- Berat jenisnya ringan (hanya 2,7 gr/cm³, sedangkan besi ± 8,1 gr/cm³)
- Tahan korosi
- Penghantar listrik dan panas yang baik
- Mudah di fabrikasi/di bentuk
- Kekuatannya rendah tetapi pepaduan (*alloying*) kekuatannya bisa ditingkatkan

Sifat tahan korosi dari aluminium diperoleh karena terbentuknya lapisan aluminium oksida (Al_2O_3) pada permukaan aluminium. Lapisan ini membuat Al tahan korosi tetapi sekaligus sukar dilas, karena perbedaan melting point (titik lebur). Aluminium umumnya melebur pada temperature ± 600°C dan aluminium oksida melebur pada temperature 2000 oC. Kekuatan dan kekerasan aluminium tidak begitu tinggi dengan pepaduan dan *heat treatment* dapat ditingkatkan kekuatan dan kekerasannya. Aluminium komersil selalu mengandung ketidak murnian ± 0,8% biasanya berupa besi, *silicon*, tembaga dan magnesium. Sifat lain yang menguntungkan

dari aluminium adalah sangat mudah difabrikasi, dapat dituang (dicor) dengan cara penuangan apapun.

2.2.12 Alat Uji *Impact*

Alat uji *impact* adalah alat uji *impact* untuk mengetahui harga *impact* suatu beban yang diakibatkan oleh gaya kejut pada bahan uji tersebut. Tipe dan bentuk konstruksi mesin uji bentur beraneka ragam, yaitu mulai dari jenis konvensional sampai dengan sistem digital yang lebih maju. Dalam pembebanan statis dapat juga terjadi laju deformasi yang tinggi kalau bahan diberi takikan. Semakin tajam takikan, maka akan semakin besar deformasi yang terkonsentrasikan pada takikan, yang memungkinkan peningkatan laju regangan beberapa kali lipat. Patah getas menjadi permasalahan penting pada baja dan besi. Pengujian *impact* dipergunakan untuk menentukan kualitas bahan. Benda uji takikan berbentuk V yang mempunyai keadaan takikan 2 mm banyak dipakai. Alat uji *impact charpy* dapat ditunjukkan pada gambar 2.2.



Gambar 2.2. Alat Uji *Impact*

Usaha yang dilakukan pendulum waktu memukul benda uji atau usaha yang diserap benda uji sampai patah dapat diketahui melalui rumus sebagai berikut:

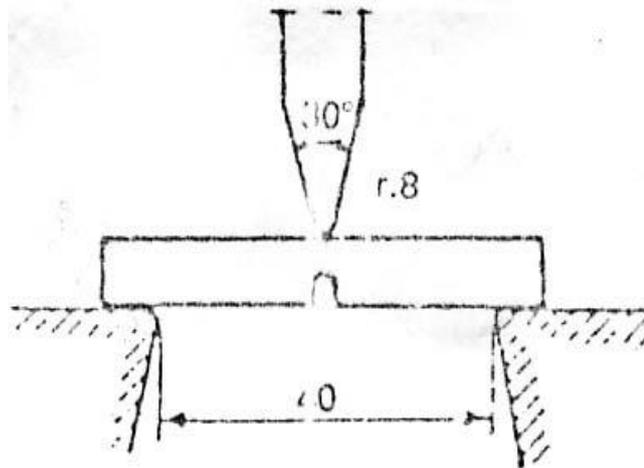
$$E = W \cdot g \cdot L (\cos X_o - \cos X_t)$$

2.2.13 Metoda Pengujian *Impact*

Secara umum benda uji *impact* dikelompokkan ke dalam dua golongan sampel standar yaitu : batang uji *Charpy* banyak digunakan di Amerika Serikat dan batang uji *Izzod* yang lazim digunakan di Inggris dan Eropa.

2.2.13.1 Metoda *Charpy*

Benda uji *Charpy* memiliki luas penampang lintang bujur sangkar (10×10 mm) dengan panjang 55 mm^2 dan memiliki takik (*notch*) berbentuk V dengan sudut 45° , dengan jari-jari dasar $0,25 \text{ mm}$ dan kedalaman 2 mm . Pada pengujian kegetasan bahan dengan cara *impact charpy*, pendulum diarahkan pada bagian belakang takik dari batang uji seperti ditunjukkan pada gambar 2.3.



Gambar 2.3. Peletakan spesimen metoda *charpy*

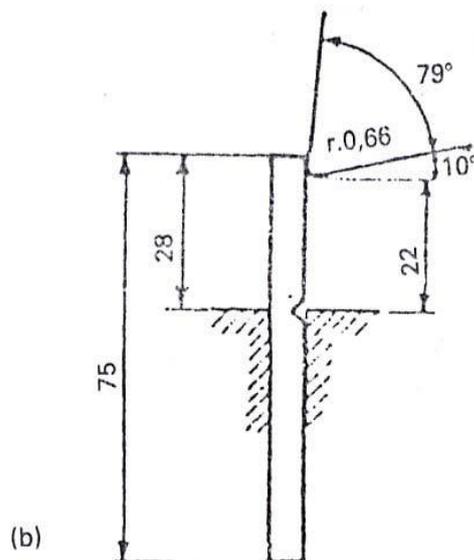
Adapun kelebihan dan kekurangan dari metode *charpy* adalah :

- a. Kelebihan :
 - 1) Hasil pengujian lebih akurat
 - 2) Pengerjaannya lebih mudah dipahami dan dilakukan
 - 3) Menghasilkan tegangan *uniform* di sepanjang penampang
 - 4) Harga alat lebih murah
 - 5) Waktu pengujian lebih singkat
- b. Kekurangan :
 - 1) Hanya dapat dipasang pada posisi *horizontal*.
 - 2) Spesimen dapat bergeser dari tumpuannya karena tidak dicekam.
 - 3) Pengujian hanya dapat dilakukan pada specimen yang kecil.

- 4) Hasil pengujian kurang dapat atau tepat dimanfaatkan dalam perancangan karena *level* tegangan yang diberikan tidak rata.

2.2.13.2 Metoda *Izzod*

Benda uji *izzod* lazim digunakan di Inggris, namun sekarang mulai jarang digunakan. Benda uji *izzod* mempunyai penampang lintang bujur sangkar atau lingkaran dan bertakik v didekat ujung yang dijepit. Pada pengujian impact cara *izzod*, pukulan pendulum diarahkan pada jarak 22 mm dari penjepit dan takikannya menghadap pada pendulum seperti pada gambar 2.4.



Gambar 2.4. Peletakan spesimen metoda *izzod*

Adapun kelebihan dan kekurangan dari metode *izzod* adalah :

a. Kelebihan

- 1) Tumbukan tepat pada takikan karena benda kerja dicekam dan spesimen tidak mudah bergeser karena dicekam pada salah satu ujungnya.
- 2) Dapat menggunakan spesimen dengan ukuran yang lebih besar.

b. Kerugian :

- 1) Biaya pengujian yang lebih mahal.
- 2) Pembebanan yang dilakukan hanya pada satu ujungnya, sehingga hasil yang diperoleh kurang baik.
- 3) Proses pengerjaan pengujiannya lebih sukar.
- 4) Hasil perpatahan yang kurang baik.

5) Waktu yang digunakan cukup banyak karena prosedur pengujiannya yang banyak, mulai dari menjepit benda kerja sampai tahap pengujian.

6) Memerlukan mesin uji yang berkapasitas 10.000 ton.

Pengerjaan benda uji pada *impact charpy* dan *izod* dikerjakan habis pada semua permukaan. Takikan dibuat dengan mesin fris atau alat *notch* khusus takik.

2.2.14 Perpatahan *Impact*

Secara umum sebagai mana analisis perpatahan pada benda hasil uji tarik maka perpatahan *impact* digolongkan menjadi tiga jenis, yaitu:

1. Perpatahan berserat (*fibrous fracture*), yang melibatkan mekanisme pergeseran bidang-bidang kristal di dalam bahan (logam) yang ulet (*ductile*). Ditandai dengan permukaan patahan berserat yang berbentuk dimpel yang menyerap cahaya dan berpenampilan buram.
2. Perpatahan *granular*/kristalin, yang dihasilkan oleh mekanisme pembelahan (*cleavage*) pada butir-butir dari bahan (logam) yang rapuh (*brittle*). Ditandai dengan permukaan patahan yang datar yang mampu memberikan daya pantul cahaya yang tinggi (mengkilat).
3. Perpatahan campuran (berserat dan *granular*). Merupakan kombinasi dua jenis perpatahan di atas.

Informasi lain yang dapat dihasilkan dari pengujian *impact* adalah temperatur transisi bahan. Temperatur transisi adalah temperatur yang menunjukkan transisi perubahan jenis perpatahan suatu bahan bila diuji pada temperatur yang berbeda-beda. Pada pengujian dengan temperatur yang berbeda-beda maka akan terlihat bahwa pada temperatur tinggi material akan bersifat ulet (*ductile*) sedangkan pada temperatur rendah material akan bersifat rapuh atau getas (*brittle*). Fenomena ini berkaitan dengan vibrasi atom-atom bahan pada temperatur yang berbeda dimana pada temperatur kamar vibrasi itu berada dalam kondisi kesetimbangan dan selanjutnya akan menjadi tinggi bila temperatur dinaikkan (ingatlah bahwa energi panas merupakan suatu *driving force* terhadap pergerakan partikel atom bahan). Vibrasi atom inilah yang berperan sebagai suatu penghalang (*obstacle*) terhadap pergerakan dislokasi pada saat terjadi deformasi kejut/impak dari luar. Dengan semakin tinggi vibrasi itu maka pergerakan dislokasi menjadi relatif sulit sehingga dibutuhkan energi yang lebih besar untuk

mematahkan benda uji. Sebaliknya pada temperatur di bawah nol derajat *Celcius*, vibrasi atom relatif sedikit sehingga pada saat bahan dideformasi pergerakan dislokasi menjadi lebih sangat mudah dan benda uji menjadi lebih mudah dipatahkan dengan energi yang relatif lebih rendah.

2.2.15 Patah Getas dan Patah Ulet

Secara umum perpatahan dapat digolongkan menjadi dua golongan umum yaitu :

2.2.15.1 Patah Getas

Merupakan fenomena patah pada material yang diawali terjadinya retakan secara cepat dibandingkan patah ulet tanpa deformasi plastis terlebih dahulu dan dalam waktu yang singkat. Dalam kehidupan nyata, peristiwa patah getas dinilai lebih berbahaya dari pada patah ulet, karena terjadi tanpa disadari begitu saja. Biasanya patah getas terjadi pada material berstruktur martensit, atau material yang memiliki komposisi karbon yang sangat tinggi sehingga sangat kuat namun rapuh.

2.2.15.2 Patah Ulet

Patah ulet merupakan patah yang diakibatkan oleh beban statis yang diberikan pada material, jika beban dihilangkan maka penjalaran retakan berhenti. Patah ulet ini ditandai dengan penyerapan energi disertai adanya deformasi plastis yang cukup besar di sekitar patahan, sehingga permukaan patahan nampak kasar, berserabut (*fibrous*), dan berwarna kelabu. Selain itu komposisi material juga mempengaruhi jenis patahan yang dihasilkan, jadi bukan karena pengaruh beban saja. Biasanya patah ulet terjadi pada material berstruktur bainit yang merupakan baja dengan kandungan karbon rendah.

2.2.16 Ketangguhan Bahan

Ketangguhan suatu bahan adalah kemampuan suatu bahan material untuk menyerap energi pada daerah plastis atau ketahanan bahan terhadap beban tumbukan atau kejutan. Penyebab ketangguhan bahan adalah pencampuran antara satu bahan dengan bahan lainnya. Misalnya baja di campur karbon akan lebih

tangguh dibandingkan dengan baja murni. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi ketangguhan bahan adalah :

1. Bentuk takikan

Bentuk takikan amat berpengaruh pada ketangguhan suatu material, karena adanya perbedaan distribusi dan konsentrasi tegangan pada masing-masing takikan tersebut yang mengakibatkan energi impact yang dimilikinya berbeda-beda pula. Ada beberapa jenis takikan berdasarkan kategori masing-masing. Berikut ini adalah urutan energi impact yang dimiliki oleh suatu bahan berdasarkan bentuk takikannya. Takikan dibagi menjadi beberapa macam antara lain adalah sebagai berikut :

a. Takikan segitiga

Memiliki energi impact yang paling kecil, sehingga paling mudah patah. Hal ini disebabkan karena distribusi tegangan hanya terkonsentrasi pada satu titik saja, yaitu pada ujung takikan.

b. Takikan segi empat

Memiliki energi yang lebih besar pada takikan segitiga karena tegangan terdistribusi pada dua titik pada sudutnya.

c. Takikan Setengah lingkaran

Memiliki energi impact yang terbesar karena distribusitegangan tersebar pada setiap sisinya, sehingga tidak mudah patah.

2. Beban

Semakin besar beban yang diberikan , maka energi impact semakin kecil yang dibutuhkan untuk mematahkan spesimen, dan demikianpun sebaliknya. Hal ini diakibatkan karena suatu material akan lebih mudah patah apabila dibebani oleh gaya yang sangat besar.

3. Temperatur

Semakin tinggi temperatur dari spesimen, maka ketangguhannya semakin tinggi dalam menerima beban secara tiba-tiba, demikianpun sebaliknya dengan temperatur yang lebih rendah. Namun temperatur

memiliki batas tertentu dimana ketangguhan akan berkurang dengan sendirinya.

4. Transisi ulet rapuh

Hal ini dapat ditentukan dengan berbagai cara, misalnya kondisi struktur yang susah ditentukan oleh sistem tegangan yang bekerja pada benda uji yang bervariasi, tergantung pada cara pengusiaannya

5. Efek komposisi ukuran butir

Ukuran butir berpengaruh pada kerapuhan, sesuai dengan ukuran besarnya. Semakin halus ukuran butir maka bahan tersebut akan semakin rapuh sedangkan bila ukurannya besar maka bahan akan ulet.

6. Perlakuan panas dan perpatahan

Perlakuan panas umumnya dilakukan untuk mengetahui atau mengamati besar-besar butir benda uji dan untuk menghaluskan butir.

7. Pengerasan kerja dan pengerjaan radiasi

Pengerasan kerja terjadi yang ditimbulkan oleh adanya deformasi plastis yang kecil pada temperatur ruang yang melampaui batas atau tidak luluh dan melepaskan sejumlah dislokasi serta adanya pengukuran keuletan pada temperatur rendah.

2.2.17 Deformasi Plastis Dan Elastis

Suatu material dapat bertahan dari energi tekan dikarenakan energi tekan tidak melebihi energi material itu. Deformasi elastis adalah perubahan bentuk material yang di beri gaya tarik atau tekan sehingga dapat berubah bentuk dan bila energi tarik atau tekan dihilangkan benda tersebut akan kembali ke bentuk semula, contohnya saja pada waktu kita melakukan uji tarik, pada saat material yang kita uji ditarik maka akan ada perubahan panjang pada material itu tetapi material itu akan kembali pada bentuk semula apa bila gaya tarik dihilangkan. Sedangkan pada deformasi plastis material yang sudah di beri gaya tarik hingga mengalami perubahan panjang atau bentuk tidak akan kembali pada bentuk semula setelah gaya tarik dihilangkan. Seperti diperlihatkan dalam grafik

tegangan-regangan terdapat yang namanya batas luluh (*yield strength*), untuk deformasi elastis itu berada dibawah batas luluh sedangkan untuk deformasi plastis berada/melewati batas luluh suatu material, dimana untuk setiap material memiliki karakteristik yang berbeda-beda.

Mengenai tentang struktur mikro, pada saat di deformasi elastis tidak ada perubahan perubahan mikro begitu juga ketika deformasi elastis itu hilang. Secara sederhana deformasi elastis itu dapat kita gambarkan dengan dua buah atom Fe yang diikat dengan sebuah pegas. Ketika kita deformasi elastis maka pegas akan berusaha melawan Fe yang kita tarik. Sedangkan pada deformasi plastis material yang sudah di beri gaya tarik hingga mengalami perubahan panjang atau bentuk tidak akan kembali pada bentuk semula setelah gaya tarik dihilangkan. Seperti diperlihatkan dalam grafik tegangan-regangan terdapat yang namanya batas luluh (*yield strength*), untuk deformasi elastis itu berada dibawah batas luluh sedangkan untuk deformasi plastis berada/melewati batas luluh suatu material, Setelah keluar dari daerah ini, disebut sebagai daerah *plastic* yang tidak akan kembali kebentuk semula. Alasannya karena sudah terjadi perubahan, sedangkan di daerah elastis tidak terjadi perubahan secara drastis, hal ini disebabkan ketika masih didaerah elastis, logam dapat menahan beban yang diberikan yang disebabkan oleh bertemunya dengan batas butir dengan dislokasi, sehingga menghambat pergerakan dari dislokasi, sedangkan ketika sudah memasuki daerah plastik, dislokasi sudah memotong batas butir.

2.2.18 Kegunaan Dilakukanya Uji *Impact* Pada Sepesimen

Beberapa peralatan pada otomotif dan transmisi serta bagian-bagian pada kereta api, akan mengalami suatu beban kejutan dalam operasinya. Maka dari itu ketahanan suatu material terhadap beban mendadak, serta faktor-faktor yang mempengaruhi sifat material tersebut perlu diketahui dan diperhatikan. Pengujian ini berguna untuk melihat efek-efek yang ditimbulkan oleh adanya takikan, bentuk takikan, temperatur, dan faktor-faktor lainnya. *Impact test* bisa diartikan sebagai suatu tes yang mengukur kemampuan suatu bahan dalam menerima beban tumbuk yang diukur dengan besarnya energi yang diperlukan untuk mematahkan spesimen dengan ayunan, bandul yang mempunyai ketinggian tertentu berayun

dan memukul spesimen. Berkurangnya energi potensial dari bandul sebelum dan sesudah memukul benda uji merupakan energi yang diserap oleh spesimen.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

Berikut adalah tempat dan waktu penelitian yang dilakukan pada pembuatan spesimen uji *impact*.

3.1.1 Tempat

Tempat pelaksanaan pembuatan spesimen uji *impact* dilaksanakan di Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Jalan Kapten Muchtar Basri, No. 3 Medan.

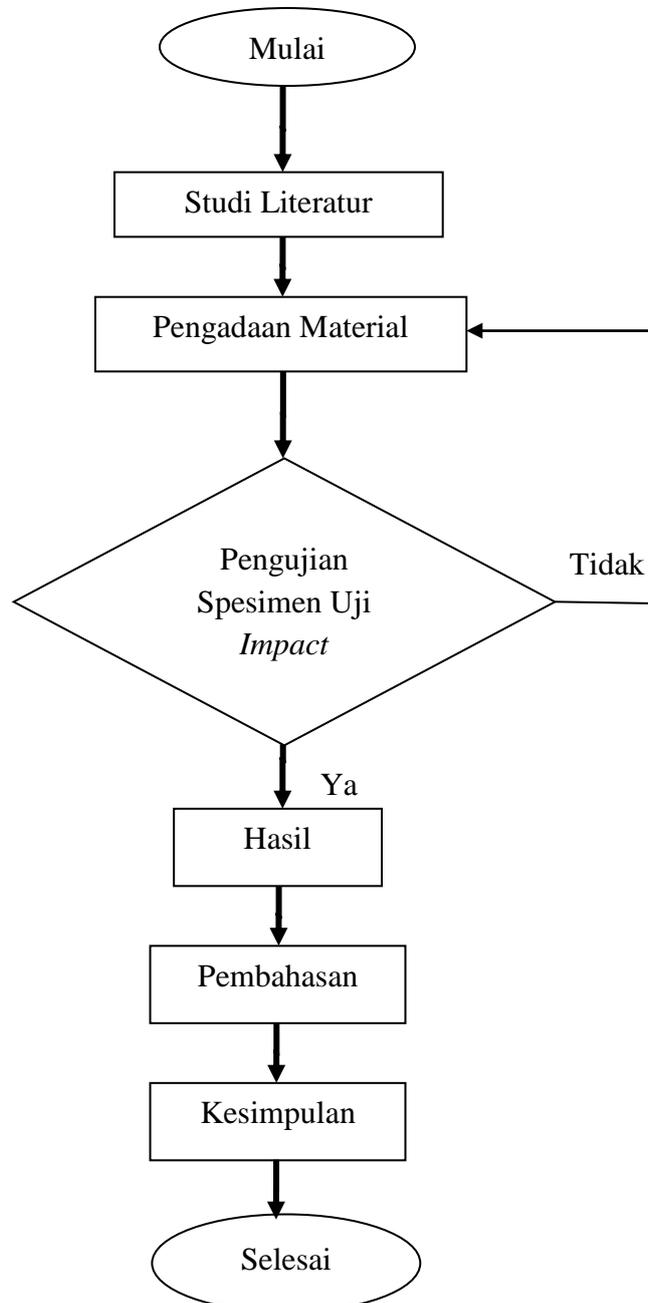
3.1.2 Waktu

Adapun waktu pelaksanaan pembuatan spesimen uji *impact* dapat dilihat pada tabel 3.1 dan langkah - langkah pelaksanaan pembuatan spesimen uji *impact* dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Jadwal Waktu dan Kegiatan Penelitian

No	Kegiatan	Bulan (Tahun 2019/2020)														
		5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3				
1	Pengajuan Judul															
2	Studi Literatur															
3	Pembuatan Alat															
4	Pembuatan Cetakan															
5	Penyelesaian Skripsi															
6	Seminar															
7	Sidang															

3.2 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian

3.3 Bahan Dan Alat Yang Digunakan

3.3.1 Bahan Yang Digunakan

Adapun bahan yang digunakan untuk membuat cetakan spesimen uji *impact* yaitu :

a. Baja Karbon ST37

Baja karbon ST37 yang digunakan untuk pembuatan cetakan spesimen dengan ukuran diameter 53 mm dan panjang 280 mm. Berikut gambar baja karbon ST37 dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2. Baja Karbon ST37

3.3.2 Alat Yang Digunakan

Adapun peralatan yang digunakan untuk membuat cetakan spesimen uji *impact* adalah :

a. Alat Uji *Impact*

Alat uji *impact* berfungsi untuk menguji spesimen. Adapun alat uji *impact* dapat dilihat pada gambar 3.3.



Gambar 3.3. Alat Uji *Impact*

b. Mesin *Press*

Mesin *press* berfungsi sebagai alat penekan serbuk aluminium pada cetakan. Adapun mesin *press* dapat dilihat pada gambar 3.4.



Gambar 3.4. Mesin *Press*

c. Mesin Bubut

Mesin bubut berfungsi untuk mengurangi diameter, meratakan permukaan serta melubangi baja karbon. Adapun mesin bubut yang digunakan dapat dilihat pada gambar 3.5.



Gambar 3.5. Mesin Bubut

d. Mesin Bor Tangan

Mesin bor tangan berfungsi untuk melubangi bagian kupingan dan penahan pada baja karbon. Adapun mesin bor yang digunakan dapat dilihat pada gambar 3.6.



Gambar 3.6. Mesin Bor Tangan

e. Mesin Las Listrik

Mesin las listrik digunakan untuk menyatukan bagian kupingan pada baja karbon. Berikut mesin las yang digunakan dapat dilihat pada gambar 3.7.



Gambar 3.7. Mesin Las Listrik

f. Mesin Gerinda Duduk

Mesin gerinda duduk digunakan untuk memotong baja karbon. Berikut mesin gerinda duduk dapat dilihat pada gambar 3.8.



Gambar 3.8. Mesin Gerinda Duduk

g. Mesin Gerinda Tangan

Mesin gerinda tangan digunakan untuk merapikan sisa-sisa hasil las an. Berikut mesin gerinda tangan dapat dilihat pada gambar 3.9.



Gambar 3.9. Mesin Gerinda Tangan

h. Jangka Sorong (Sigmat)

Jangka sorong digunakan untuk mengukur, baik mengukur diameter luar maupun diameter dalam serta mengukur panjang pada baja karbon. Adapun jangka sorong yang digunakan dapat dilihat pada gambar 3.10.



Gambar 3.10. Jangka Sorong (Sigmat)

i. Sarung Tangan Kulit

Sarung tangan kulit digunakan untuk melindungi tangan pada saat melakukan pengelasan. Berikut sarung tangan kulit yang digunakan dapat dilihat pada gambar 3.11.



Gambar 3.11. Sarung Tangan Kulit

j. Sarung Tangan Kain

Sarung tangan kain digunakan untuk melindungi tangan pada saat menggerinda baja karbon. Adapun sarung tangan kain yang digunakan dapat dilihat pada gambar 3.12.



Gambar 3.12. Sarung Tangan Kain

k. Topeng Las

Topeng las digunakan untuk melindungi wajah pada saat melakukan proses pengelasan. Adapun topeng las yang digunakan dapat dilihat pada gambar 3.13.



Gambar 3.13. Topeng Las

1. Kacamata

Kacamata digunakan untuk melindungi mata pada saat proses penggerindaan. Kacamata yang dipakai dapat dilihat pada gambar 3.14.



Gambar 3.14. Kacamata

m. Baut Dan Mur

Baut dan mur digunakan untuk menyatukan baja karbon penampung serbuk dengan baja karbon penahan. Adapun ukuran baut yang digunakan adalah M12 x 40 dan mur M12 x 1,5. Masing-masing diperlukan sebanyak 2 buah. Adapun gambar baut dan mur dapat dilihat pada gambar 3.15.



Gambar 3.15. Baut Dan Mur

n. Kunci Pas

Kunci pas yang digunakan untuk mengencangkan baut pada baja karbon.

Adapun kunci pas yang digunakan dapat dilihat pada gambar 3.16.



Gambar 3.16. Kunci Pas

o. Kikir Permukaan Rata

Kikir permukaan rata digunakan untuk mengikir permukaan pada spesimen.

Adapun kikir yang digunakan dapat dilihat pada gambar 3.17.



Gambar 3.17. Kikir Permukaan Rata

p. Kikir Segitiga

Kikir segitiga digunakan untuk mengikir permukaan agar menghasilkan

bentuk segitiga atau bentuk v pada spesimen. Adapun kikir yang digunakan

dapat dilihat pada gambar 3.18.



Gambar 3.18. Kikir Segitiga

3.4 Proses Pembuatan Cetakan Spesimen Uji *Impact*

Adapun proses - proses yang harus dilakukan dalam pembuatan cetakan spesimen uji *impact* ini antara lain :

3.4.1 Proses Pemotongan

Adapun proses pemotongan baja karbon menggunakan mesin gerinda duduk, dapat dilihat pada gambar 3.19.



Gambar 3.19. Proses Pemotongan

3.4.2 Proses Pembubutan

Proses pembubutan yang dilakukan meliputi pembubutan permukaan baja karbon, pengurangan diameter serta melakukan pengeboran pada baja karbon. Adapun proses pembubutan dapat dilihat pada gambar 3.20.



Gambar 3.20. Proses Pembubutan

3.4.3 Proses Pengeboran

Proses pengeboran dilakukan pada baja karbon bagian penahan dan kupingan, adapun proses pengeboran dapat dilihat pada gambar 3.21.



Gambar 3.21. Proses Pengeboran

3.4.4 Proses Pengelasan

Proses pengelasan bertujuan untuk menyatukan baja karbon pada bagian penahan dan bagian kupingan. Proses pengelasan dapat dilihat pada gambar 3.22.



Gambar 3.22. Proses Pengelasan

3.4.5 Proses Finishing

Adapun proses finishing yang dilakukan yaitu merapikan bekas percikan pada pengelasan serta merapikan bagian lain dengan menggunakan mesin gerinda tangan. Proses finishing dapat dilihat pada gambar 3.23.



Gambar 3.23. Proses Finishing

3.5 Proses Pembuatan Spesimen

Adapun proses pembuatan spesimen uji *impact* yang dilakukan adalah :

3.5.1 Bahan Baku Spesimen

Berikut ialah bahan baku spesimen yang berasal dari serbuk aluminium yang telah dilakukan penekanan dengan ukuran panjang 60 mm dan diameter 16 mm, dapat dilihat pada gambar 3.24.



Gambar 3.24. Bahan Baku Spesimen

3.5.2 Proses Pengikiran Spesimen

Setelah bahan baku telah didapat maka selanjutnya dilakukan proses pengikiran pada spesimen dengan ukuran panjang 56 mm, lebar 6 mm, tebal 6 mm, dan kedalaman takik 2 mm, seperti pada gambar 3.25.



Gambar 3.25. Proses Pengikiran Spesimen

3.5.3 Proses Pengujian Spesimen

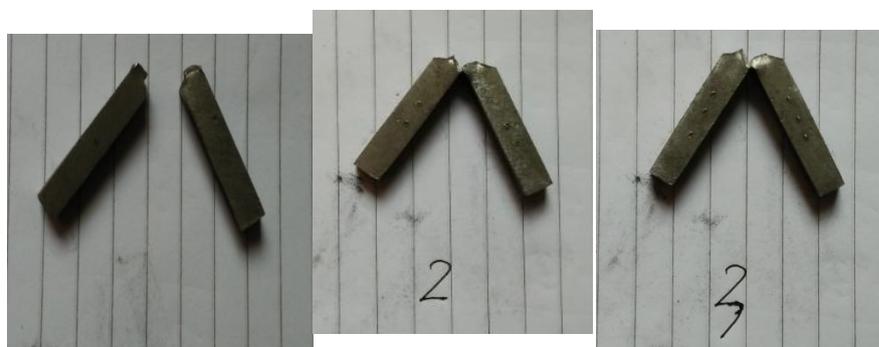
Berikut ini proses pengujian spesimen dilakukan pada alat uji *impact* dengan metode *charpy* seperti gambar 3.26.



Gambar 3.26. Proses Pengujian Spesimen

3.5.4 Bentuk Spesimen Setelah Pengujian

Berikut ini adalah bentuk-bentuk spesimen setelah dilakukan pengujian pada alat uji *impact* dengan 3 percobaan seperti pada gambar 3.27.



(A)

(B)

(C)

Gambar 3.27. Bentuk Spesimen Setelah Pengujian

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pembuatan Cetakan Spesimen Uji *Impact*

Adapun hasil untuk pembuatan cetakan spesimen uji *impact* adalah sebagai berikut :

4.1.1. Cetakan Serbuk

Cetakan serbuk yang digunakan sebagai wadah penampung serbuk dengan ukuran diameter 51 mm, panjang 120 mm, dan diameter lubang 16 mm. Berikut gambar cetakan serbuk dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1. Cetakan Serbuk

4.1.2. Penekan Serbuk

Penekan serbuk dengan ukuran diameter besar 51 mm, panjang 25 mm, diameter kecil 15,5 mm dan panjang 100 mm. Panjang keseluruhan penekan serbuk 125 mm. Berikut ini gambar penekan serbuk dapat dilihat pada gambar 4.2.



Gambar 4.2. Penekan Serbuk

4.1.3. Penahan Serbuk

Penahan serbuk dengan ukuran diameter 51 mm, tebal 10 mm, lebar 29 mm, dan panjang 105 mm. Berikut gambar penahan serbuk dapat dilihat pada gambar 4.3.



Gambar 4.3. Penahan Serbuk

4.2. Hasil Pengikiran Spesimen Uji *Impact*

Berikut adalah hasil dari pengikiran spesimen uji *impact* dengan ukuran panjang 56 mm, lebar 6 mm pada gambar A. Untuk gambar B dengan ukuran panjang 56 mm, lebar 6 mm, sudut 45° , dapat dilihat pada gambar 4.4.



(A)

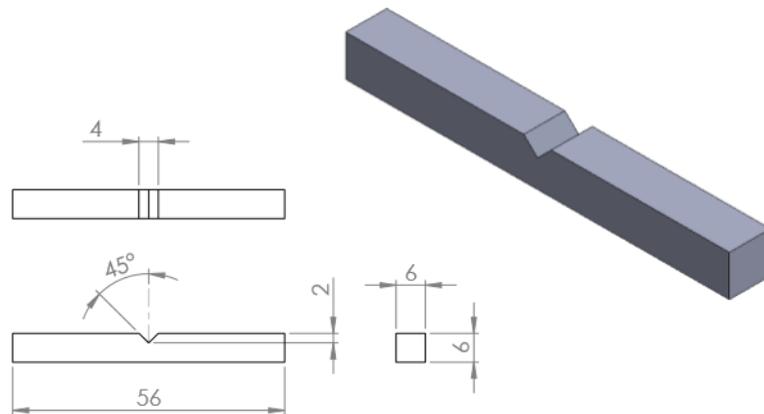


(B)

Gambar 4.4. Hasil Pengikiran Spesimen Uji *Impact*

4.3. Pembahasan

Pada pembahasan ini ditampilkan pengolahan data hasil penelitian yang akan dibahas sesuai dengan data yang diperoleh. Data yang akan ditampilkan meliputi data hasil pengujian spesimen menggunakan alat uji *impact charpy*, Pengujian *impact* adalah pengujian dengan menggunakan pembebanan yang cepat (*rapidloading*). Pengujian *impact* merupakan suatu pengujian yang mengukur ketahanan bahan terhadap beban kejut dengan Standard (ASTM E23). Pada pengujian *impact*, subjek uji akan menerima beban dalam jumlah besar dengan waktu yang singkat. Adapun skematik tampilan dari spesimen uji *impact* dapat dilihat pada gambar 4.5.



Gambar 4.5. Tampilan Skematik Spesimen Uji *Impact*

4.3.1. Data Hasil Pengujian

Dalam penelitian ini spesimen yang digunakan memiliki energi yang diserap oleh benda dapat dirumuskan sebagai berikut :

Spesimen1 :

$$\text{Dik : } W = 6 \text{ kg}$$

$$g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$L = 50 \text{ cm} = 0,5 \text{ m}$$

$$X_o = 130^\circ$$

$$X_t = 115^\circ$$

Dit : Energi yang diserap (E) ?

Penyelesaian

$$\begin{aligned} E &= W \cdot g \cdot L (\cos X_o - \cos X_t) \\ &= 6 \cdot 9,8 \cdot 0,5 (\cos 130^\circ - \cos 115^\circ) \\ &= 29,4 (-0,642787609 - (-0,422618261)) \\ &= 29,4 (0,220169348) \\ &= 6,472978831 \text{ Joule} \end{aligned}$$

Spesimen2 :

Dik : $W = 6 \text{ kg}$

$$g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$L = 50 \text{ cm} = 0,5 \text{ m}$$

$$X_o = 130^\circ$$

$$X_t = 114^\circ$$

Dit : Energi yang diserap (E) ?

Penyelesaian

$$\begin{aligned} E &= W \cdot g \cdot L (\cos X_o - \cos X_t) \\ &= 6 \cdot 9,8 \cdot 0,5 (\cos 130^\circ - \cos 114^\circ) \\ &= 29,4 (-0,642787609 - (-0,406736643)) \\ &= 29,4 (0,236050966) \\ &= 6,9398984 \text{ Joule} \end{aligned}$$

Spesimen3 :

Dik : $W = 6 \text{ kg}$

$$g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$L = 50 \text{ cm} = 0,5 \text{ m}$$

$$X_o = 130^\circ$$

$$X_t = 110^\circ$$

Dit : Energi yang diserap (E) ?

Penyelesaian

$$\begin{aligned} E &= W \cdot g \cdot L (\cos X_o - \cos X_t) \\ &= 6 \cdot 9,8 \cdot 0,5 (\cos 130^\circ - \cos 110^\circ) \\ &= 29,4 (-0,642787609 - (-0,342020143)) \\ &= 29,4 (0,300767466) \\ &= 8,8425635 \text{ Joule} \end{aligned}$$

Spesimen 1 :

Dit : Energi pada luas penampang (E/A)?

Penyelesaian

$$\begin{aligned} A &= P \times t & t &= 6 - 2 \\ &= 28 \times 4 & &= 4 \text{ mm} \\ &= 112 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{E}{A} &= \frac{6,472978831}{112} \\ &= \frac{6,472978831}{112} \\ &= 0,05779445 \text{ Joule/mm}^2 \end{aligned}$$

Spesimen 2 :

Dit : Energi pada luas penampang (E/A)?

Penyelesaian

$$\begin{aligned} A &= P \times t & t &= 6 - 2 \\ &= 28 \times 4 & &= 4 \text{ mm} \\ &= 112 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{E}{A} &= \frac{6,9398984}{112} \\ &= \frac{6,9398984}{112} \\ &= 0,06196337 \text{ Joule/mm}^2 \end{aligned}$$

Spesimen 3 :

Dit : Energi pada luas penampang (E/A)?

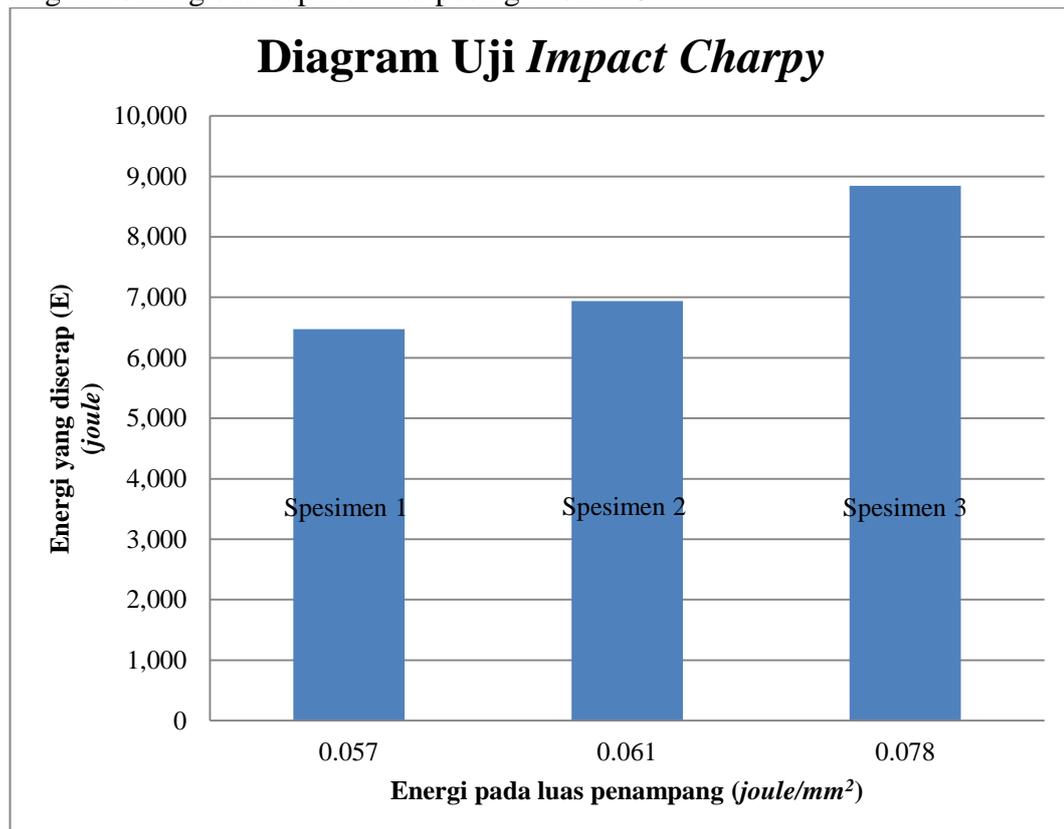
Penyelesaian

$$\begin{aligned} A &= P \times t & t &= 6 - 2 \\ &= 28 \times 4 & &= 4 \text{ mm} \\ &= 112 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{E}{A} &= \frac{8,8425635}{A} \\ &= \frac{8,8425635}{112} \\ &= 0,07895145 \text{ Joule/mm}^2 \end{aligned}$$

4.3.2. Diagram Hasil Pengujian

Pada pembahasan diatas hasil pengujian dapat dituangkan dalam bentuk diagram batang dan dapat dilihat pada gambar 4.6



Gambar 4.6. Diagram Hasil Pengujian

Berdasarkan diagram uji *impact charpy* maka diperoleh hasil dari tiap-tiap spesimen yaitu :

1. Spesimen 1 memiliki energi yang diserap sebesar 6,472 *Joule*, maka akan menghasilkan energi pada luas penampang sebesar 0,057 *Joule/mm²*.
2. Spesimen 2 memiliki energi yang diserap sebesar 6,939 *Joule*, maka akan menghasilkan energi pada luas penampang sebesar 0,061 *Joule/mm²*.
3. Spesimen 3 memiliki energi yang diserap sebesar 8,842 *Joule*, maka akan menghasilkan energi pada luas penampang sebesar 0,078 *Joule/mm²*.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan pembuatan spesimen uji *impact* menggunakan aluminium ini maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Semakin rendah energi *impact* yang dihasilkan maka jenis perpatahan yang terjadi akan semakin getas.
2. Semakin tinggi energi *impact* yang dihasilkan maka jenis perpatahan yang terjadi akan semakin ulet.
3. Pengujian *impact* ini dilakukan untuk menguji ketangguhan suatu spesimen terhadap pemberian beban secara tiba-tiba melalui tumbukan.
4. Spesimen 1 :
 - a. Luas penampang : 112 mm^2
 - b. Energi yang diserap : $6,472978831 \text{ Joule}$
 - c. Energi pada luas penampang : $0,05779445 \text{ Joule/mm}^2$
5. Spesimen 2 :
 - a. Luas penampang : 112 mm^2
 - b. Energi yang diserap : $6,9398984 \text{ Joule}$
 - c. Energi pada luas penampang : $0,06196337 \text{ Joule/mm}^2$
6. Spesimen 3 :
 - a. Luas penampang : 112 mm^2
 - b. Energi yang diserap : $8,8425635 \text{ Joule}$
 - c. Energi pada luas penampang : $0,07895145 \text{ Joule/mm}^2$

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian pembuatan spesimen uji *impact* menggunakan aluminium maka penulis menyarankan untuk pengembangan cetakan spesimen uji *impact* lebih disempurnakan lagi agar kedepannya lebih baik, dan pada penekan serbuk ditambahkan campuran perekat agar hasil lebih maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- ASM Metals Handbook, (1984), *Powder Metallurgy*, Vol 7,9 th ed. American Society for Metals, Metal Park Ohio 44073.
- Atlas Steels. (2013). *Aluminium Alloy Data Sheet*. Retrieved from (Accessed: 11 Maret 2015).
- Beumer. B.J.M. (1985). Ilmu Bahan Logam. Diterjemahkan oleh Anwir. Jakarta :Bhratara Karya Aksara.
- Briyamoko Budi, (2001). Aplikasi Alat Uji *Impact* dibidang Material Struktur, /Rekayasa Bidang Ilmu.
- Beumer, (1985). Klasifikasi Bahan Dan Paduannya Jilid I. Jakarta: Bharata Karya Aksara.
- Dieter, G., terjemahan oleh Sriati Djaprie, (1987). Metalurgi Mekanik, Jilid 1, edisi ketiga, Erlangga, Jakarta.
- Friza, N. (2010). Laporan Uji Impak Matrik. Laporan Uji Impak Matrik. (Accessed: 6 Maret 2015).
- German, (1994), Pertumbuhan ikatan mikrostruktur antar partikel logam selama proses *sinter*. Erlangga, Jakarta.
- Kalpakjian, S., (1989). "*Manufacturing Engineering and Technology*", Addison Pradnya Paramita, Jakarta.
- Surdia dan Shinroku Saito, 1999). *Structural Welding Code - Aluminium*. Florida : American Welding Society.
- Zuchry M. (2012). Pengaruh Temperatur dan Bentuk Takikan Terhadap Kekuatan Impak. Jurnal Teknik.

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

NAMA : Wawan Eka Perdana
NPM : 1507230075
Judul T.Akhir : Pembuatan Spisimen Uji Impack Menggunakan Aluminium
Dengan Menggunakan Sistem Metalurgi Serbuk.

Dosen Pembimbing - I : Khairul Umurani.S.T.M.T
Dosen Pembimbing - II : M.Yani.S.T.M.T
Dosen Pembanding - I : Bekti Suroso.S.T.M.Eng
Dosen Pembanding - II : H.Muharnif.S.T.M.Sc

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

Lihat buku skripsi
.....
.....

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

.....
.....
.....

Medan 04 Rajab 1441H
28 Februari 2020 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin

Affandi
Affandi.S.T.M.T



Dosen Pembanding- II

H.Muharnif
H.Muharnif.S.T.M.Eng

DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

NAMA : Wawan Eka Perdana
NPM : 1507230075
Judul T.Akhir : Pembuatan Spisimen Uji Impack Menggunakan Aluminium
Dengan Menggunakan Sistem Metalurgi Serbuk.

Dosen Pembimbing - I : Khairul Umurani.S.T.M.T
Dosen Pembimbing - II : M.Yani.S.T.M.T
Dosen Pemanding - I : Bekti Suroso.S.T.M.Eng
Dosen Pemanding - II : H.Muharnif.S.T.M.Sc

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

Wawan Eka Perdana
.....
.....

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

.....
.....
.....

Medan 04 Rajab 1441H
28 Februari 2020 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin



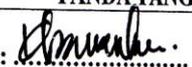
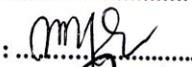
Dosen Pemanding- I

Bekti Suroso
Bekti Suroso.S.T.M.Eng

**DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK – UMSU
TAHUN AKADEMIK 2019 – 2020**

Peserta seminar

Nama : Wawan Eka Perdana
 NPM : 1507230075
 Judul Tugas Akhir : Pembuatan Spisimen Uji Impack Menggunakan Aluminium Dengan Menggunakan Sistem Metalurgi Serbuk.

DAFTAR HADIR		TANDA TANGAN	
Pembimbing – I	: Khairul Umurani.S.T.M.T	:	
Pembimbing – II	: M.Yani.S.T.M.T	:	
Pemanding – I	: Bekti Suroso.S.T.M.Eng	:	
Pemanding – II	: H.Muharnif.S.T.M.Sc	:	
No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1407230018	Fahdymar Aboullah Kasim Mes	
2	1407230029	NAZARUDDIN	
3	150723004	M-SAUDI PRADANA	
4	1507230217	KHUMUD MUKZUBI SIREGAR	
5	1407230014	MHO. SYANCH AMOF	
6	1407230005	FERI PATRIA JAMBUDI	
7	1407230159	MUHAMMAD PRAYOGI	
8	1407230162	Rahmad Abdullah	
9	1407230028	Wahyu Dwi PRASETYO	
10	1407230102	Niko PRADITA	

Medan, 04 Rajab 1441 H
 28 Februari 2020 M

Ketua Prodi. T.Mesin



Affandi.S.T.M.T



UMSU

Unggul Cerdas Terpercaya

Setiap surat ini agar disebarkan
tanggalnya

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Kapten Muchtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - EXT. 12
Website: <http://fatek.umsu.ac.id> E-mail: fatek@umsu.ac.id

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUKUKAN
DOSEN PEMBIMBING**

Nomor 495/11/3AU/UMSU-07/F/2019

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Mesin Pada Tanggal 10 April 2019 dengan ini Menetapkan :

Nama : WAWAN EKA PERDANA
Npm : 1407230075
Program Studi : TEKNIK MESIN
Semester : X (Sepuluh)
Judul Tugas Akhir : PEMBUATAN SPESIMEN UJI TARIK MENGGUNAKAN ALUMINIUM
DENGAN MENGGUNAKAN SISTEM METALURGI SERBUK

Pembimbing 1 : KHAIRUL UMURANI ST.MT
Pembimbing 11 : M.YANI ST .MT

Demikian diizinkan untuk menulis Tugas Akhir dengan Ketentuan :

1. Bila judul Tugas Akhir kurang sesuai dapat diganti oleh Dosen Pembimbing setelah mendapat persetujuan dari Program Studi Teknik Mesin
2. Menulis Tugas Akhir dinyatakan batal setelah 1 (satu) Tahun dan tanggal yang telah ditetapkan.

Demikian surat penunjukan dosen Pembimbing dan menetapkan Judul Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Ditetapkan di Medan pada Tanggal.

Medan, 03 sakban 1440 H

08 April 2019 M

Dekan

Munawar Alfansury Siregar, ST.,MT

NIDN: 0101017202

File

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Pembuatan Spesimen Uji Impact Menggunakan Aluminium Dengan Menggunakan Sistem Metalurgi Serbuk

Nama : Wawan Eka Perdana
NPM : 1407230075

Dosen Pembimbing 1 : Khairul Umurani, S.T., M.T
Dosen Pembimbing 2 : M. Yani, S.T., MT

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
1.	Kamis, 12/09/19	Pemberian spesifikasi type	ke
2.	Rabu, 23/10/19	Perbincangan pendahuluan	ke
3.	Sabtu, 16/11/19	Perbincangan mengenai masalah	ke
4.	Selasa, 10/12/19	Perbincangan Metode	ke
5.	Senin, 16/12/19	Lanjutan ke pembimbing 2	ke
6.	Rabu, 18/12/19	Perbincangan flow chart	my
		Tambahan penjelasan Hz impact test. bab II	my
7.	Kamis, 9/2020	Proses pembuatan spesimen	my
	11	Bab III & IV, bab V, bab VI & VII, bab VIII & IX, bab X & XI, bab XII & XIII, bab XIV & XV, bab XVI & XVII, bab XVIII & XIX, bab XX & XXI, bab XXII & XXIII, bab XXIV & XXV, bab XXVI & XXVII, bab XXVIII & XXIX, bab XXX & XXXI, bab XXXII & XXXIII, bab XXXIV & XXXV, bab XXXVI & XXXVII, bab XXXVIII & XXXIX, bab XL & XLI, bab XLII & XLIII, bab XLIV & XLV, bab XLVI & XLVII, bab XLVIII & XLIX, bab L & LI, bab LII & LIII, bab LIV & LV, bab LVI & LVII, bab LVIII & LIX, bab LX & LXI, bab LXII & LXIII, bab LXIV & LXV, bab LXVI & LXVII, bab LXVIII & LXIX, bab LXX & LXXI, bab LXXII & LXXIII, bab LXXIV & LXXV, bab LXXVI & LXXVII, bab LXXVIII & LXXIX, bab LXXX & LXXXI, bab LXXXII & LXXXIII, bab LXXXIV & LXXXV, bab LXXXVI & LXXXVII, bab LXXXVIII & LXXXIX, bab XL & XLI, bab XLII & XLIII, bab XLIV & XLV, bab XLVI & XLVII, bab XLVIII & XLIX, bab L & LI, bab LII & LIII, bab LIV & LV, bab LVI & LVII, bab LVIII & LIX, bab LX & LXI, bab LXII & LXIII, bab LXIV & LXV, bab LXVI & LXVII, bab LXVIII & LXIX, bab LXX & LXXI, bab LXXII & LXXIII, bab LXXIV & LXXV, bab LXXVI & LXXVII, bab LXXVIII & LXXIX, bab LXXX & LXXXI, bab LXXXII & LXXXIII, bab LXXXIV & LXXXV, bab LXXXVI & LXXXVII, bab LXXXVIII & LXXXIX, bab XL & XLI, bab XLII & XLIII, bab XLIV & XLV, bab XLVI & XLVII, bab XLVIII & XLIX, bab L & LI, bab LII & LIII, bab LIV & LV, bab LVI & LVII, bab LVIII & LIX, bab LX & LXI, bab LXII & LXIII, bab LXIV & LXV, bab LXVI & LXVII, bab LXVIII & LXIX, bab LXX & LXXI, bab LXXII & LXXIII, bab LXXIV & LXXV, bab LXXVI & LXXVII, bab LXXVIII & LXXIX, bab LXXX & LXXXI, bab LXXXII & LXXXIII, bab LXXXIV & LXXXV, bab LXXXVI & LXXXVII, bab LXXXVIII & LXXXIX	my
8.	Kamis, 06/02/2020	Aee Simiver	ke

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA PRIBADI

Nama : Wawan Eka Perdana
NPM : 1407230075
Tempat/Tanggal Lahir : Sei Kebara/18-Juni-1995
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam
Status Perkawinan : Belum Kawin
Alamat : PKS Sei Baruhur
 Kecamatan : Torgamba
 Kabupaten : Labuhan Batu Selatan
 Provinsi : Sumatera Utara
Nomor Hp : 0853-6285-5515
E-mail : wawanekaperdana1819@gmail.com
Nama Orang Tua
 Ayah : Wagimun
 Ibu : Muji Astuti

PENDIDIKAN FORMAL

2001-2002 : TK Sri Melati Torgamba
2002-2008 : SD Negeri 116881 Torgamba
2008-2011 : Yayasan Perguruan Torgamba
2011-2014 : SMK Negeri 4 Padang Sidempuan
2014-2020 : S1 Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara