

**PENGARUH VARIASI PARAMETER PENGELASAN
TERHADAP KEKUATAN SAMBUNGAN HASIL *FRICITION*
WELDING PADA BAJA ST.41**

*THE EFFECT OF VARIANT OF WELDING PARAMETERS ON THE
STRENGTH OF JOINTS OF FRICTION WELDING ON ST.41 STEEL*

Skripsi

Skripsi ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan
Diploma IV Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung



Disusun Oleh:

Picki Ilham NIRM: 1041850

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI
BANGKA BELITUNG
2021/2022
LEMBAR PENGESAHAN**

**PENGARUH VARIASI PARAMETER PENGELASAN TERHADAP
KEKUATAN SAMBUNGAN HASIL *FRICION WELDING*
PADA BAJA ST.41**

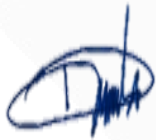
Oleh:

Picki Ilham/1041850

Laporan akhir ini telah disetujui dan disahkan sebagai salah satu syarat kelulusan
program Diploma IV
Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

Menyetujui,

Pembimbing 1



Rodika, S.S.T., M.T.

NIDN: 0218037001

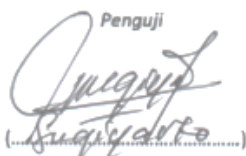
Pembimbing 2



Somawardi, S.S.T., M.T.

NIDN: 02221047502

Penguji 1



Sugiyarto, S.S.T., M.T.

NIDN: 0230107301

Penguji 2



Muhammad Subhan, S.S.T., M.T.

NIDN: 0218127501

PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa 1 : Picki Ilham

NIRM : 1041850

Dengan Judul : PENGARUH VARIASI PARAMETER PENGELASAN TERHADAP KEKUATAN SAMBUNGAN HASIL *FRICTION WELDING* PADA BAJA ST.41

Menyatakan bahwa laporan akhir ini adalah hasil kerja keras kami sendiri dan bukan merupakan plagiat. Pernyataan ini kami buat dengan sebenarnya dan bila ternyata dikemudian hari ternyata melanggar pernyataan ini, kami bersedia menerima sanksi yang berlaku.

Sungailiat 21 Januari 2022



Picki Ilham

ABSTRAK

Pengelasan gesek adalah salah satu jenis pengelasan yang menyambungkan dua buah material dengan panas yang ditimbulkan oleh material itu sendiri sehingga tidak memerlukan bahan tambah. Panas dapat terjadi karena adanya dua buah benda yang saling bergesekan sehingga material dapat melebur dan terjadilah penyambungan akibat adanya proses tempa. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kekuatan impak pada sambungan hasil pengelasan gesek. Material yang dipakai dalam penelitian ini adalah baja karbon rendah St.41 berbentuk silinder pejal yang memiliki diameter 13 mm. Dari penelitian yang telah dilakukan, didapat bahwa pengelasan gesek dengan menggunakan kecepatan putar 1000 rpm menghasilkan sambungan las terkuat dengan rata-rata nilai energi impak sebesar 50,47 *Joule* dan harga impak sebesar 1,442 *Joule/mm²*. Dibandingkan dengan menggunakan kecepatan putar 450 rpm yang mempunyai rata-rata nilai energi impak 26,61 *Joule* dan harga impak 0,760 *Joule/mm²*. Sedangkan pada kecepatan putar 720 rpm dengan waktu gesek dan jarak penekanan yang sama mempunyai rata-rata nilai energi impak sebesar 43,46 *Joule* dan harga impak 1,241 *Joule/mm²* karena daerah lebur akan lebih besar pada kecepatan putar yang tinggi dibandingkan dengan kecepatan putar yang rendah.

Kata Kunci: las gesek, variasi rpm, baja karbon rendah, impak

ABSTRACT

Friction welding is a type of welding that connects two materials with the heat generated by the material itself so that it does not require additional materials. Heat can occur due to the presence of two objects rubbing against each other so that the material can melt and there is a connection due to forging process. The purpose of this study was to determine the impact strength of friction welding joints. The material used in this research is low carbon steel St.41 in the form of a solid cylinder which has a diameter of 13 mm. From the research that has been done, it is found that friction welding using a rotational speed of 1000 rpm produces the strongest weld joint with an average impact energy value of 50,47 Joules and an impact value of 1,442 Joules/mm² compared to using a rotational speed of 450 rpm which has an average value of the impact energy is 26.61 Joules and the impact value is 0,760 joules/mm². Meanwhile at 720 rpm rotational speed with the same frictional time and pressing distance, the average impact energy value is 43,46 Joules and the impact value is 1,241 Joules/mm² because the melting area will be larger at high rotational speed compared to low rotational speed.

Keywords: friction welding, rpm variation, low carbon steel, impact

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan alhamdulillah segala puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, karena atas berkat rahmat dan hidayahnya penyusunan tugas akhir yang berjudul **“PENGARUH VARIASI PARAMETER PENGELASAN TERHADAP KEKUATAN SAMBUNGAN HASIL FRICTION WELDING PADA BAJA ST.41”** ini dapat terselesaikan guna memenuhi syarat kelulusan pada program studi D IV Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. Halangan dan rintangan telah penulis lalui guna menyelesaikan skripsi ini, namun berkat kehendaknya-Nya lah penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Pada kesempatan ini penulis juga ingin mengucapkan rasa terima kasih yang sangat kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, ayahanda Bapen Raksandi dan ibunda Hermiana yang senantiasa mendukung dan memberikan cinta kasihnya yang tulus kepada penulis.
2. Kepada Pak Rodika, S.S.T., M.T dan kepada Pak Somawari, S.S.T., M.T. yang telah membimbing penulis dengan penuh kesabaran.
3. Kepada kakak saya Bayu Again Putra, S.Kom. yang telah banyak membantu penulis merampungkan skripsi ini.
4. Kepada keluarga besar yang telah mendukung dengan keyakinan bahwa penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata, penulis harap tulisan ini dapat memberikan manfaat kepada para pembacanya dan penulis mohon maaf jika ada kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Semoga Allah SWT selalu menjaga dan memberikan keselamatan bagi kita semua.

Sungailiat, 21 Januari 2022



Picki Ilham

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR TABEL	v
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Las Gesek	4
2.2 Baja	6
2.2.1 Baja Karbon	6
2.2.2 Baja St.41	7
2.3 Mesin Bubut	7
2.4 Uji Impak	9
2.5 Uji Impak Metode Charpy	9
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	12

3.1 Diagram Penelitian.....	12
3.1.1 Studi Literatur	13
3.1.2 Merancang Instrumen Penelitian.....	13
3.1.3 Persiapan Material dan Alat.....	13
3.1.4 Proses Pengelasan Gesek	14
3.1.5 Pembuatan Spesimen	14
3.1.6 Pengujian Impak.....	15
3.1.7 Pengolahan Data.....	15
3.1.8 Kesimpulan dan Saran.....	15
BAB IV PEMBAHASAN.....	16
4.1 Rancangan Eksperimen.....	16
4.2 Persiapan Alat dan Material	16
4.3 Proses Pengelasan Gesek	17
4.3.1 Langkah-Langkah Proses Pengelasan Gesek	17
4.3.2 Hasil Pengelasan Gesek	18
4.4 Pembuatan Spesimen	19
4.5 Uji Impak Metode Charpy	19
4.5.1 Pengolahan Data.....	21
4.5.2 Data Hasil Uji Impak	22
4.6 Analisa Data	24
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	26
5.1 Kesimpulan	26
5.2 Saran.....	26
DAFTAR PUSTAKA	27

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 2.1 Proses Las Gesek.....	5
Gambar 2.2 Mesin Bubut	8
Gambar 2.3 Toolpost Mesin Bubut.....	8
Gambar 2.4 Mesin Uji Impak.....	10
Gambar 2.5 Pembebanan Pada Mesin Impak	10
Gambar 2.6 Ilustrasi Proses Uji Impak	11
Gambar 2.7 Spesimen Uji Impak ASTM E 23	11
Gambar 3.1 Diagram Alir	12
Gambar 3.2 Ukuran Spesimen Uji Impak	14
Gambar 4.1 Posisi Benda Kerja Saat Proses Pengelasan.....	17
Gambar 4.2 Benda Kerja Dalam Posisi Centre	18
Gambar 4.3 Proses Pengelasan Gesek	18
Gambar 4.4 Keseluruhan Benda Kerja.....	19
Gambar 4.5 Spesimen Uji Impak	19
Gambar 4.6 Hasil Patahan Spesimen	20
Gambar 4.7 Diagram Rata-Rata Energi Impak (Joule).....	24
Gambar 4.8 Diagram Rata-Rata Harga Impak (Joule/mm ²)	24

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 2.1 Klasifikasi Baja Karbon (Setyawan, 2018).....	6
Tabel 2.2 Komposisi Baja Karbon St.41 (Setyawan, 2018)	7
Tabel 3.1 Variasi Parameter Las Gesek	14
Tabel 4.1 Variasi Parameter Las Gesek	16
Tabel 4.2 Alat dan Material	16
Tabel 4.3 Nilai Sudut β	21
Tabel 4.4 Data Energi Impak ($A=35\text{mm}^2$).....	23
Tabel 4.5 Data Harga Impact ($A=35\text{mm}^2$).....	23

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengelasan merupakan suatu proses penting di dalam dunia industri dan bagian penting dari pertumbuhan industri karena memainkan peranan penting dalam desain dan perbaikan produksi metalurgi. Pengelasan adalah proses penyambungan secara lokal antara dua atau lebih bagian logam dengan menggunakan energi panas. (Vihardi, 2019). Salah satu metode pengelasan adalah metode las gesek atau *friction welding*.

Metode las gesek atau *friction welding* adalah salah satu metode pengelasan dimana energi mekanik diubah menjadi energi panas pada permukaan bagian yang bergesekan selama rotasi dibawah tekanan (gesekan) untuk menghasilkan panas. (Kalpakijan & Schmid, 2003). Pengelasan gesekan termasuk pengelasan solid-state yaitu pengelasan tanpa melelehkan logam dasar dan tanpa bahan tambah. Proses pengelasan gesek menggunakan panas yang terjadi akibat gesekan dua permukaan yang akan disambung. Gesekan akan menghasilkan energi panas yang mampu mengubah material padat menjadi semipadat atau plastis. Mekanisme penyambungan dapat terjadi karena adanya pencampuran logam luluh antar permukaan dan difusi. Dengan memberi tekanan yang cukup proses penyambungan akan lebih baik. *Friction welding* dapat melakukan penyambungan benda pejal dengan kontak secara keseluruhan, karena prosesnya melalui gesekan interface. Ini sulit dilakukan dengan pengelasan SMAW. (Tiwari, 2005).

Ada beberapa cara dalam pelaksanaan metode las gesek (*friction welding*), salah satunya ialah metode las gesek inersia (*inertia friction welding*). Untuk pengelasan material berpenampang bulat sangat cocok dilakukan pada pengelasan gesek inersia (*inertia friction welding*) karena penggabungan dua buah material logam dilakukan tanpa elektroda dan dengan posisi tetap. Berbeda dengan

metode las fusi pada umumnya, *friction welding* bekerja dengan mengandalkan panas dari gesekan akibat perputaran logam yang satu terhadap yang lainnya. Karena panas yang timbul akibat gesekan, material tersebut akan meleleh dan menyatu saat proses pendinginan. Saat proses pencairan logam dengan gesekan terjadi, tekanan aksial akan diberikan sehingga material logam tersebut akan menyatu.

Terdapat 3 tahap dalam proses *friction welding* yaitu tahap pemasangan dan pemutaran, tahap pembangkitan panas akibat gesekan (proses gesek) dan tahap akhir penekanan lanjut (proses tempa).

Baja St.41 merupakan baja karbon dari golongan baja karbon rendah. Bahan ini termasuk dalam golongan baja karbon rendah karena dalam komposisinya mengandung karbon sebanyak 0,08%-0,20%. St sendiri memiliki arti baja atau biasa disebut dengan *steel*, sedangkan 41 berarti kekuatan tarik (*tensile strength*) sebesar 40kg/mm^2 . Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa St.41 merupakan baja struktural dengan kekuatan tarik sebesar 40kg/mm^2 . Baja ini mempunyai karakteristik dan peranan penting dalam kehidupan sehari, sifat keuletan yang tinggi, ketangguhan dan mudah dibentuk namun tingkat kekerasannya rendah. (Setyawan, 2018)

Ada beberapa parameter dalam proses las gesek (*friction welding*) yang harus diperhatikan dalam pelaksanaan, yaitu kecepatan putar (*rotational speed*), durasi gesekan (*friction time*) dan jarak penekanan (*friction press range*). Parameter tersebut sangat sensitif sehingga harus dilakukan penelitian untuk mengetahui berapa nilai parameter yang diperlukan agar didapat hasil pengelasan yang diinginkan.

Percobaan kali ini akan menggunakan mesin bubut sebagai alat utama pengelasan dengan variasi kecepatan 450, 720 dan 1000rpm. Bahan yang akan diuji coba adalah baja St.41 berbentuk silinder pejal. Juga akan dilakukan uji impak dengan metode charpy. Maka dari itu penulis mengambil judul “Pengaruh Variasi Parameter Pengelasan Terhadap Kekuatan Sambungan Hasil *Friction Welding* Pada Baja St.41”

1.2 Rumusan Masalah

Berapa kecepatan putar yang dibutuhkan agar mendapat hasil maksimal pada pengelasan gesek.

1.3 Tujuan Penelitian

Untuk mengetahui kecepatan putar yang dibutuhkan pada proses pengelasan gesek.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapat dari penelitian ini adalah untuk mengetahui parameter yang dibutuhkan untuk mendapat hasil yang maksimal dan juga mengetahui kekuatan impak terhadap hasil pengelasan gesek.

1.5 Batasan Masalah

Untuk mempermudah dalam pembahasan masalah, maka perlu adanya pembatasan masalah. Adapun pembatasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian hanya menggunakan bahan baja St.41, dengan ukuran $\text{Ø}13 \times 100$ mm.
2. Metode pengelasan yang dilakukan menggunakan metode las gesek dengan memanfaatkan mesin bubut.
3. Variasi kecepatan putar yang digunakan adalah 450, 720 dan 1000 rpm.
4. Jarak penekanan yang dilakukan adalah 3mm.
5. Pengujian akan dilakukan adalah uji impak dengan metode *charpy*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Las Gesek

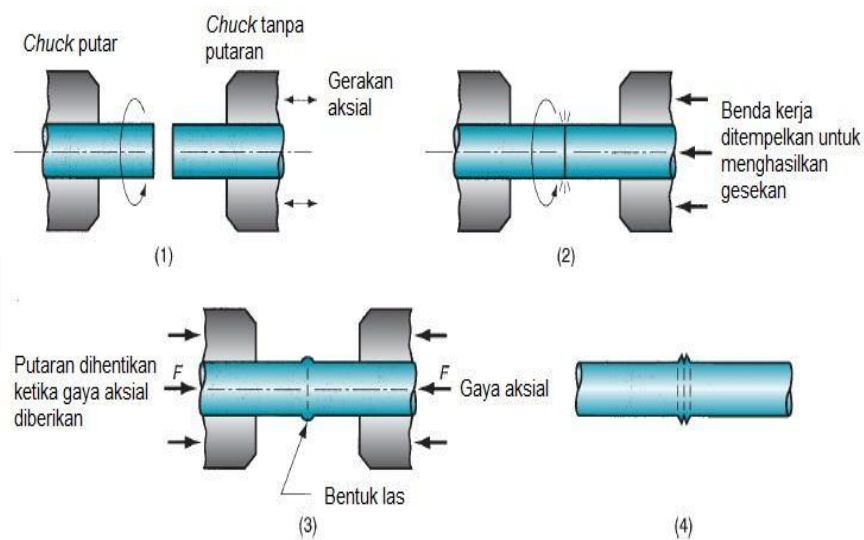
Metode las gesek atau *friction welding* adalah salah satu metode pengelasan dimana energi mekanik diubah menjadi energi panas pada permukaan bagian yang bergesekan selama rotasi dibawah tekanan (gesekan) untuk menghasilkan panas (Kalpakjian & Schmid, 2003). Metode pengelasan gesek sendiri memiliki beberapa keuntungan yaitu bisa menghemat material dan waktu untuk penyambungan dua material yang sama maupun berbeda. Parameter proses yang utama adalah waktu gesekan, waktu tempa, dan kecepatan putar. *Friction welding* termasuk salah satu jenis pengelasan solid-state yaitu pengelasan tanpa proses pelelehan logam dasar dan tanpa bahan tambah. Proses *friction welding* memanfaatkan panas akibat gesekan pada bidang permukaan dua material yang akan disambung. Panas yang terjadi akibat gesekan akan mengubah material padat hingga lebih plastis sehingga dapat ditempa. Mekanisme penyambungan dapat terjadi karena adanya tekanan yang diberikan saat benda kerja sudah mulai mengalami pencairan. Dengan memberi tekanan yang cukup maka benda kerja akan tersambung dengan bentuk lasan yang khas. *Friction welding* dapat melakukan penyambungan benda dengan material yang berbeda karena prosesnya melalui gesekan interface, dal ini sulit dilakukan pada pengelasan SMAW. (Tiwana, 2005)

Untuk pengelasan poros atau benda berpenampang bulat sangat cocok dilakukan pada pengelasan gesek atau *friction welding* ini karena penggabungan dua buah material logam dilakukan tanpa elektroda dan dengan posisi tetap.

Pengelasan gesek mempunyai banyak kelebihan dibandingkan dengan proses pengelasan lainnya, diantaranya: tidak memerlukan fluks/selaput las, bahan pengisi/elektroda ataupun gas dalam proses pengelasannya, tidak ada percikan api las ataupun asap yang dihasilkan, tidak ada pencairan sehingga tidak ada cacat

solidifikasi yang terjadi misalnya gas porositas, segregasi atau inklusi (terak), dapat menyambung dua buah logam yang berbeda (dissimilar) sehingga dapat mengurangi biaya bahan baku dalam aplikasi pengelasan logam yang berbeda dan sebagainya. (Iswar & Syam, 2012)

Ada 3 tahapan dalam proses *friction welding* yaitu tahap pemasangan dan pemutaran, tahap pembangkitan panas akibat gesekan (proses gesek) dan tahap akhir penekanan lanjut (proses tempa).



Gambar 2.1 Proses Las Gesek
<http://jurnalmahasiswa.unesa.ac.id>

Pada gambar 2.1 (1) Proses pemasangan dan pemutaran. (2) Proses pembangkitan panas akibat gesekan. (3) Proses penekanan lanjut atau proses tempa

Penelitian untuk pengelasan gesek sudah pernah dilakukan oleh beberapa orang sebelumnya diantaranya adalah jurnal yang diteliti oleh Wicaksana dkk, dalam jurnal disebut bahwa metode las gesek pada material *aluminium 6061* dilakukan dengan parameter waktu gesek selama 60 detik dan waktu tempa selama 30 detik dan parameter kecepatan putar sebesar 800 rpm dan jarak penekanan sebanyak 5-8 mm. (Wicaksana.dkk, 2016)

Di suatu jurnal penelitian yang ditulis oleh (Budi.dkk, 2012), dimana mereka melakukan pengelasan gesek pada material baja karbon rendah dengan

diameter 11 mm dengan parameter waktu yang bervariasi yaitu, 15, 20, 25, 30, 35 detik, kecepatan putar sebesar 4125 rpm dengan jarak penekanan 5-8 mm. Pada kesimpulan jurnal mereka disarankan untuk memakai parameter waktu gesek selama 35 detik karena semakin meningkat kekuatannya, namun akan menurun kembali ketika waktu geseknya semakin lama. Penelitian yang saya lakukan saat ini adalah menggunakan variasi parameter kecepatan putar yang jauh lebih rendah yaitu pada kecepatan putar 450, 720 dan 1000 rpm dengan parameter lama waktu gesek dan jarak penekanan yang tetap.

2.2 Baja

Baja adalah material yang sering dijumpai di dunia industri untuk bahan baku peralatan maupun konstruksi. Terdapat 2 klasifikasi baja yaitu baja karbon dan baja paduan. Kedua jenis baja tersebut memiliki perbedaan dalam komposisinya saja, untuk baja karbon didominasi oleh campuran bahan karbon sedangkan baja paduan didominasi oleh penggunaan bahan baja lain sebagai paduan.

2.2.1 Baja Karbon

Baja karbon adalah perpaduan antara besi (Fe) dan karbon (C) dengan komposisi kadar karbon hingga 2,14%. Komposisi karbon pada baja memiliki kegunaan penting dalam sifat mekanik baja, itulah sebabnya baja karbon dibagi ke dalam 3 jenis tingkatan dengan perbedaan kadar karbon, yaitu:

1. Baja karbon rendah
2. Baja karbon menengah
3. Baja karbon tinggi

Tabel 2.1 Klasifikasi Baja Karbon (Setyawan, 2018)

No.	Jenis Baja Karbon	Persentase Unsur Karbon
1	Baja Karbon Rendah	$\leq 0,25\% C$
2	Baja Karbon Sedang	$0,25 - 0,55\% C$
3	Baja Karbon Tinggi	$\geq 0,55\% C$

2.2.2 Baja St.41

Baja St.41 merupakan baja karbon dari golongan baja karbon rendah. Bahan ini termasuk dalam golongan baja karbon rendah karena dalam komposisinya mengandung karbon sebesar 0,08%-0,20%. St sendiri memiliki arti baja atau biasa disebut dengan *steel*, sedangkan 41 mempunyai arti kekuatan tarik (*tensile strength*) sebesar 40kg/mm². Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa St.41 merupakan baja struktural dengan kekuatan tarik sebesar 40kg/mm². Baja ini mempunyai karakteristik dan peranan penting dalam kehidupan sehari, sifat keuletan yang tinggi, ketangguhan dan mudah dibentuk namun tingkat kekerasannya rendah (Setyawan, 2018).

Tabel 2.2 Komposisi Baja Karbon St.41 (Setyawan, 2018)

No.	Nama Unsur (Simbol)	Persentase (%)
1	Mangan (Mn)	0,45
2	Karbon (C)	0,10
3	Silikon (S)	0,20
4	Fosfor (P)	0,017
5	Belerang (S)	0,009

2.3 Mesin Bubut

Mesin bubut adalah suatu mesin perkakas yang dirancang untuk memutar dan memotong benda. Bubut sendiri adalah operasi pemakanan benda kerja dimana sayatan dibuat dengan memutar benda kerja lalu dikenakan pada pahat yang digerakkan secara translasi sejajar dengan sumbu putar dari benda kerja. Gerakan putar dari benda kerja disebut potong relatif dan gerak potong dari pahat disebut gerak umpan. Mesin bubut yang digunakan dalam proses penelitian ini adalah mesin bubut merk Krisbow, dengan rpm maksimal sebesar 2500 rpm. Pemakaian mesin bubut pada penelitian kali ini adalah sebagai alternatif mesin las gesek yang cara kerjanya sama.



Gambar 2.2 Mesin Bubut

Toolpost pada mesin bubut akan digunakan sebagai penekan pada proses las gesek, benda kerja dicekam pada *toolpost* dibantu oleh dua buah V-Block. *Toolpost* nya mempunyai eretan sebesar 10mm sekali revolusi. Data jarak revolusi pada eretan berguna untuk mengukur seberapa besar jarak penekanan pada proses las gesek.



Gambar 2.3 Toolpost Mesin Bubut

2.4 Uji Impak

Pengujian impak atau *Impact Testing* merupakan salah satu pengujian mekanis yang dapat digunakan untuk mengetahui sifat-sifat suatu material, seperti kemampuannya menahan benturan dan tingkat plastis suatu bahan terhadap perubahan suhu. Alat uji impak adalah salah satu alat uji yang banyak digunakan dalam pengembangan bahan struktural untuk mengukur kemampuan beban tubruk. Pengujian impak adalah salah satu upaya untuk mensimulasikan kondisi penggunaan bahan yang biasa ditemukam pada peralatan transportasi atau konstruksi di mana pembebanan tidak selamanya terjadi secara perlahan-lahan melainkan secara tiba-tiba. Dalam uji impak, jumlah energi yang diserap oleh material untuk terjadinya perpatahan merupakan ukuran ketahanan impak atau ketangguhan bahan tersebut. Material yang ulet akan menunjukan harga impak yang besar dengan menyerap energi potensial dari pendulum beban yang berayun dari ketinggian. Energi ini akan menubruk benda uji sehingga benda uji mengalami perubahan bentuk. (Jalil, 2017). Ada 2 standar metode dalam metode charpy, yaitu metode charpy dan izod.

2.5 Uji Impak Metode Charpy

Pengujian impak metode *charpy* adalah pengujian tumbuk dengan meletakkan spesimen dengan posos horizontal/mendatar dan arah pembebanan berlawanan dengan arah takikan. (Handoyono, 2013). Uji impak akan dilakukan menggunakan alat uji impak *GOTECH* metode *Charpy* model GT-7045 dengan kapasitas 150kg/cm. Gambar mesin dapat dilihat pada gambar 2.4.

Untuk menghitung energi impak (E) dapat dihitung dengan rumus dibawah ini:

$$E= m.g.r(\cos\beta-\cos\alpha) \dots\dots\dots(2.1)$$

Diketahui: E : Energi impak(*joule*)

m : Massa pendulum(kg)

g : Percepatan gravitasi(m/s^2) = $9,8m/s^2 = 10m/s^2$

r : Panjang lengan pendulum = jarak antara titik ayun pendulum dengan titik takik

α : Sudut awal sebelum pendulum diayun

β : Sudut simpangan setelah pendulum menumbuk spesimen

Untuk menghitung harga impact atau HI pada metode *Charpy*, dapat dihitung dengan rumus dibawah ini:

$$HI = E / A \dots\dots\dots (2.2)$$

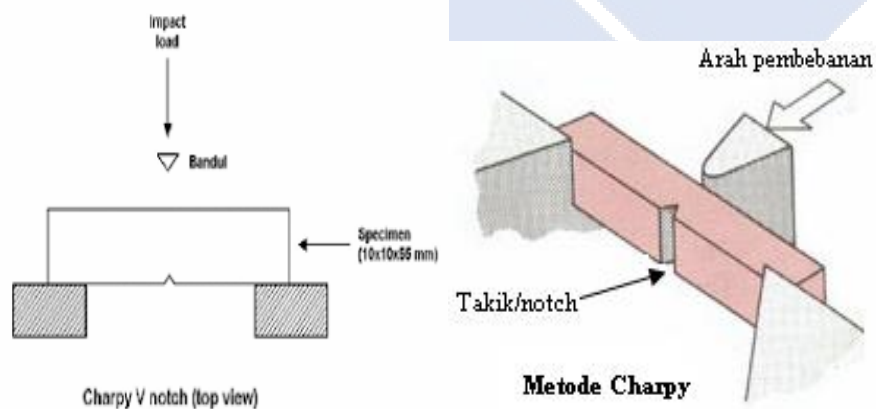
Diketahui: HI : Harga impact

E : Energi impact (*joule*)

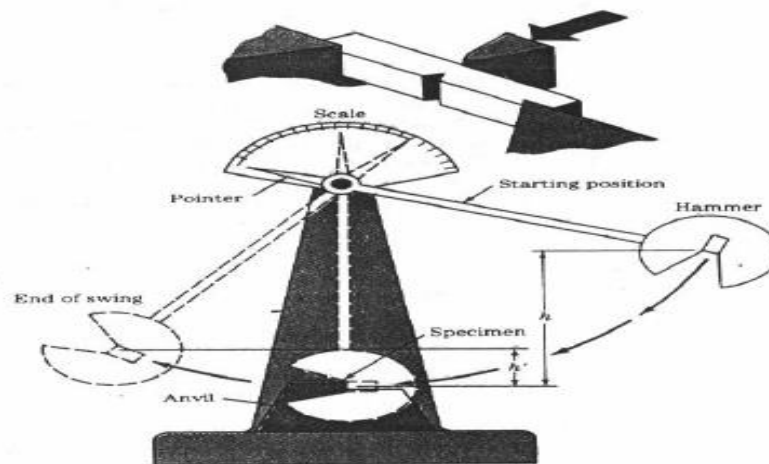
A : Luas penampang takik dalam satuan mm^2



Gambar 2.4 Mesin Uji Impak

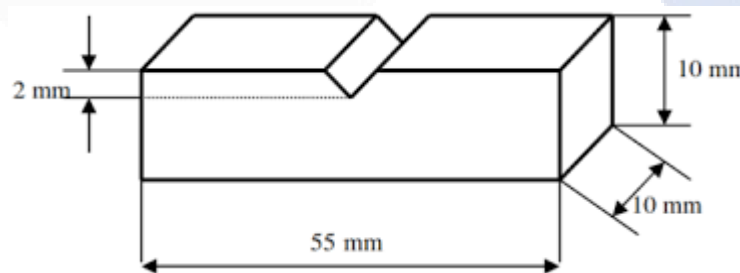


Gambar 2.5 Pembebanan Pada Mesin Impak (Handoyono, 2013)



Gambar 2.6 Ilustrasi Proses Uji Impak (Jalil, 2017)

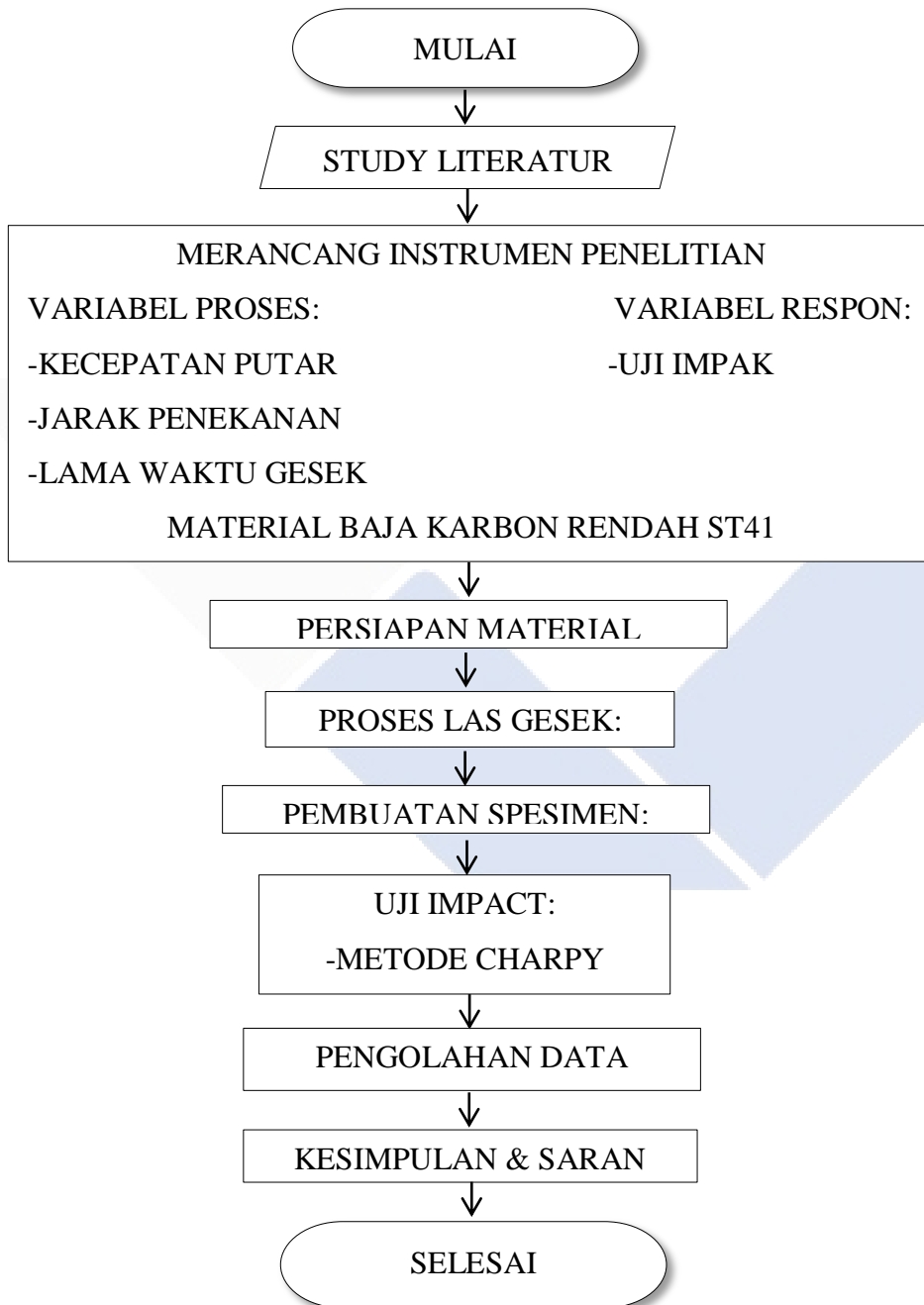
Standar ASTM E 23 adalah standar yang banyak digunakan pada uji impak. Berikut adalah ukuran spesimen yang digunakan pada standar uji impak ASTM E 23.



Gambar 2.7 Spesimen Uji Impak ASTM E 23

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir

3.1.1 Studi Literatur

Study literatur dilakukan kajian literatur jurnal, karya tulis ilmiah, buku maupun yang berada di internet dan dari banyak sumber refesensi dan kajian pustaka untuk mendapatkan gambaran bagaimana melakukan penelitian uji impak terhadap baja karbon St.41 hasil pengelasan gesek dengan beberapa parameter.

3.1.2 Merancang Instrumen Penelitian

Penelitian akan menggunakan 2 variabel sebagai acuan yaitu:

1. Variabel Proses

Variabel proses terdiri dari parameter yang akan digunakan dalam proses penelitian yaitu, kecepatan putar, lama waktu gesek, dan panjang penekanan.

2. Variabel Respon

Variabel respon akan dilakukan uji impak metode charpy untuk mengetahui kekuatan hasil proses las gesek.

3.1.3 Persiapan Material dan Alat

1. Persiapan Material:

Untuk tahap lanjutan dari penelitian ini adalah mempersiapkan bahan baja St.41 dengan ukuran $\text{Ø}13 \times 100$ mm berjumlah 9 pasang.

2. Persiapan Alat:

1. Mesin bubut
2. Pahat bubut
3. Stopwatch
4. V-Block
5. Sarung tangan
6. Kaca mata

3.1.4 Proses Pengelasan Gesek

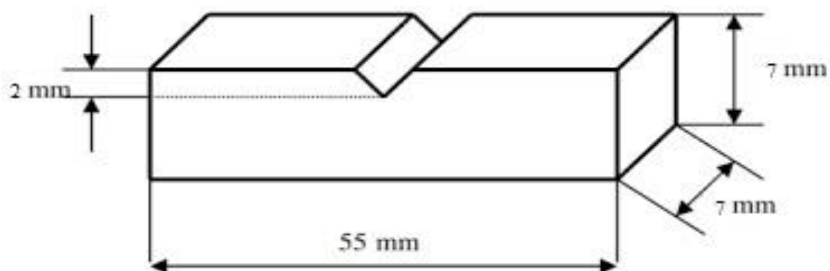
Proses las gesek yang akan dilakukan akan menggunakan 3 parameter, tetapi hanya memvariasikan 1 parameter saja yaitu kecepatan putarnya. Dengan memvariasikan kecepatan putar pada putaran 1000 rpm, 720 rpm, dan 450 rpm maka akan didapat hasil yang berbeda. Waktu gesek ditambah waktu tempa akan dilakukan selama 5 menit dengan proses penekanan sebanyak 3mm. Akan ada 3 buah benda kerja dari 1 parameter kecepatan putar, sehingga akan ada total 9 benda kerja hasil pengelasan gesek. Tabel parameter bisa dilihat pada tabel 3.1

Tabel 3.1 Variasi Parameter Las Gesek

No. Spesimen	Kecepatan Putar (Rpm)	Waktu Gesek (Menit)	Jarak Penekanan (mm)
1	450 Rpm	5 Menit	3 mm
2	450 Rpm	5 Menit	3 mm
3	450 Rpm	5 Menit	3 mm
4	720 Rpm	5 Menit	3 mm
5	720 Rpm	5 Menit	3 mm
6	720 Rpm	5 Menit	3 mm
7	1000 Rpm	5 Menit	3 mm
8	1000 Rpm	5 Menit	3 mm
9	1000 Rpm	5 Menit	3 mm

3.1.5 Pembuatan Spesimen

Hasil dari proses pengelasan gesek akan menimbulkan tonjolan akibat dari penekanan dari proses pengelasan. Maka akan dilakukan proses permesinan yaitu pembubutan untuk menghilangkan tonjolan tersebut. Lalu akan dibuat takik diposisi tengah spesimen dengan gerinda sedalam 2 mm sebagai syarat pengujian impact metode charpy.



Gambar 3.2 Ukuran Spesimen Uji Impact

Karena benda kerja yang dipakai mempunyai diameter 13 mm, maka saat dibentuk menjadi bentuk persegi panjang akan memiliki ukuran $7 \times 7 \times 55$ mm dan tidak dapat menggunakan standar ASTM E 23.

3.1.6 Pengujian Impak

Pengujian impak akan dilakukan pada spesimen hasil proses las gesek. Ada 3 spesimen yang akan diuji, spesimen tersebut hanya berbeda pada parameter kecepatan putar. Dari pengujian impak ini pengujian akan mendapatkan nilai sudut β untuk mengetahui $\cos \beta$ pada rumus persamaan 2.1.

3.1.7 Pengolahan Data

Dari data yang didapat dari proses uji impak akan dilakukan analisa-analisa untuk membandingkan perbedaan kekuatan impak pada masing-masing spesimen.

3.1.8 Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dari penelitian ini akan menjelaskan keseluruhan data yang diperoleh dari hasil pengujian las gesek dengan parameter yang bervariasi. Saran akan diberikan oleh penulis dari hasil penelitian yang telah dilakukan.

BAB IV PEMBAHASAN

4.1 Rancangan Eksperimen

Berikut adalah tabel variasi parameter yang digunakan dalam las gesek pada material St.41 berbentuk silinder pejal dengan dimensi $\text{Ø}13 \text{ mm} \times 100 \text{ mm}$.

Tabel 4.1 Variasi Parameter Las Gesek

No. Spesimen	Kecepatan Putar (Rpm)	Waktu Gesek (Menit)	Jarak Penekanan (mm)
1	450 Rpm	5 Menit	3 mm
2	450 Rpm	5 Menit	3 mm
3	450 Rpm	5 Menit	3 mm
4	720 Rpm	5 Menit	3 mm
5	720 Rpm	5 Menit	3 mm
6	720 Rpm	5 Menit	3 mm
7	1000 Rpm	5 Menit	3 mm
8	1000 Rpm	5 Menit	3 mm
9	1000 Rpm	5 Menit	3 mm

Dari data pada tabel diatas diketahui bahwa penelitian menggunakan parameter waktu dan jarak penekanan yang tetap, sedangkan parameteer kecepatan putar yang bervariasi

4.2 Persiapan Alat dan Material

Berikut adalah alat dan material yang digunakan dalam penelitian.

Tabel 4.2 Alat dan Material

No. Spesimen	Alat	Material
1	Mesin Bubut	Poros baja St.41 $\text{Ø}13 \text{ mm} \times 100 \text{ mm}$ 9 pasang
2	Mesin Uji Impak Charpy	
3	Pahat Bubut	
4	Stopwatch	
6	V-Block	

4.3 Proses Pengelasan Gesek

Proses las gesek dilakukan menggunakan mesin bubut dengan cara menggesek kedua benda kerja hingga menimbulkan panas yang cukup sehingga benda kerja dapat menyatu. Benda kerja pada *chuck* mesin bubut akan berputar sedangkan benda kerja pada *toolpost* dalam posisi tetap. Benda kerja pada *toolpost* dicekam menggunakan bantuan dua buah V-Block karena bentuknya yang berbentuk silinder yang menjaga benda kerja. Proses pembangkitan panas berlangsung beberapa waktu diindikasikan dengan perubahan warna pada benda kerja dan dipantau menggunakan *thermo gun*. Setelah benda kerja mencapai suhu yang diinginkan maka proses tempa pun dapat dilakukan yaitu, dengan menekan benda kerja pada *toolpost* sedalam 3mm dan diikuti menginjak rem pada mesin bubut agar mesin seketika berhenti. Setelah beberapa saat suhu benda kerja akan turun dan akan terlihat hasil lasan yang khas.

4.3.1 Langkah-Langkah Proses Pengelasan Gesek

1. Proses dimulai dari pemasangan benda kerja pada *chuck* dan *toolpost* pada mesin bubut



(a)



(b)

Gambar 4.1 Posisi Benda Kerja Saat Proses Pengelasan

(a) *Chuck* dan (b) *Toolpost*

2. Satukan benda kerja sampai permukaan kedua benda kerja saling bertemu. Permukaan kedua benda harus rata agar gesekan yang terjadi dapat maksimal dan *centre*



Gambar 4.2 Benda Kerja Dalam Posisi Centre

3. Lakukan proses pengelasan gesek hingga kedua benda kerja mencair dan menyatu.



Gambar 4.3 Proses Pengelasan Gesek

4.3.2 Hasil Pengelasan Gesek

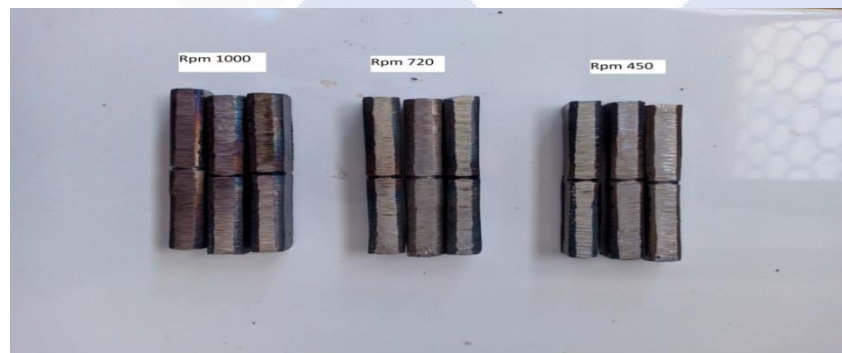
Hasil pengelasan gesek pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 4.4 dibawah ini.



Gambar 4.4 Keseluruhan Benda Kerja

4.4 Pembuatan Spesimen

Pembuatan spesimen dilakukan dengan menggerinda benda kerja hasil las gesek yang awalnya berbentuk silinder menjadi bentuk persegi panjang dengan ukuran $7 \times 7 \times 55$ mm dan luas penampang 35 mm^2 dan sudut takikan sebesar 45°



Gambar 4.5 Spesimen Uji Impak

4.5 Uji Impak Metode Charpy

Uji impact dilakukan untuk mengetahui nilai dari sudut β pada rumus persamaan 2.1. Adapun persiapan dalam uji impact ini adalah.

1. Siapkan alat uji impact *GOTECH* metode *Charpy* model GT-7045 dengan kapasitas 150kg/cm dan panjang lengan impact sebesar 0,75m.

2. Pastikan semua spesimen memiliki ukuran $55 \times 7 \times 5$ mm, uji impak charpy.
3. Letakkan spesimen yang akan diuji pada landasan dengan takikan membelakangi arah datangnya lengan bandul.
4. Angkat lengan bandul hingga terkunci.
5. Putar jarum penunjuk pada titik awal.
6. Lalu lepaskan pengunci lengan bandul hingga bertabrakan dengan material yang diuji.
7. Lakukan pengereman setelah lengan bandul mencapai ketinggian maksimum.
8. Kemudian catat hasil pengujian yang didapatkan.
9. Lakukan semua proses di atas terhadap material selanjutnya.

Spesimen yang diuji memiliki bentuk patahan yang rata-rata berbentuk sama dan tanpa pori-pori atau lubang pada hasil lasan yang menandakan bahwa pengelasan sangat baik. Gambar patahan spesimen menunjukkan bahwa hasil pengelasan pada tiap variasi kecepatan putar sangat baik, karena secara visual tidak terdapat pori-pori dan hasil pengelasan menyatu dengan baik. Proses pengelasan juga tidak merubah sifat elastis dari baja St.41. Bisa dilihat pada gambar 4.6



Gambar 4.6 Hasil Patahan Spesimen

4.5.1 Pengolahan Data

Untuk menghitung energi impact (E) dapat dihitung dengan rumus persamaan 2.1 dengan nilai berikut:

$$E = m \cdot g \cdot r (\cos\beta - \cos\alpha)$$

Diketahui: E : Energi impact (*joule*)

$$m : 15 \text{ (kg)}$$

$$g : \text{Percepatan gravitasi (m/s}^2\text{)} = 9,8 \text{ m/s}^2 = 10 \text{ m/s}^2$$

$$r : 0,75 \text{ m}$$

$$\alpha : 150^\circ$$

$$\beta : \text{Sudut } \beta \text{ dapat dilihat pada tabel 4.3}$$

Untuk menghitung harga impact atau HI pada metode *Charpy*, dapat dihitung dengan rumus persamaan 2.2 dengan nilai berikut:

$$HI = E/A$$

Diketahui: HI : Harga impact (*Joule/mm*²)

$$E : \text{Energi impact dapat dilihat pada tabel 4.4}$$

$$A : 35 \text{ mm}^2$$

Tabel 4.3 Nilai Sudut β

No. Spesimen	Kecepatan Putar (Rpm)	Sudut β
1	450 Rpm	130°
2		128°
3		129°
4	720 Rpm	119°
5		117°
6		120°
7	1000 Rpm	114°
8		115°
9		115°

Dengan menggunakan rumus persamaan 2.1 maka dapat dilakukan perhitungan energi impact:

Kecepatan putar 450 rpm:

$$1. E = 15 \times 10 \times 0,75 (-0,642 - (-0,866)) = 25,10 \text{ Joule}$$

$$2. E = 15 \times 10 \times 0,75 (-0,615 - (-0,866)) = 28,14 \text{ Joule}$$

$$3. E=15 \times 10 \times 0,75(-0,642 - (-0,866)) = 26,60 \text{ Joule}$$

Kecepatan putar 720 rpm

$$1. E=15 \times 10 \times 0,75(-0,484 - (-0,866)) = 42,88 \text{ Joule}$$

$$2. E=15 \times 10 \times 0,75(-0,453 - (-0,866)) = 46,34 \text{ Joule}$$

$$3. E=15 \times 10 \times 0,75(-0,5 - (-0,866)) = 41,16 \text{ Joule}$$

Kecepatan putar 1000 rpm

$$1. E=15 \times 10 \times 0,75(-0,406 - (-0,866)) = 51,66 \text{ Joule}$$

$$2. E=15 \times 10 \times 0,75(-0,422 - (-0,866)) = 49,88 \text{ Joule}$$

$$3. E=15 \times 10 \times 0,75(-0,422 - (-0,866)) = 49,88 \text{ Joule}$$

Dengan menggunakan rumus persamaan 2.2 maka dapat dilakukan perhitungan harga impact:

Kecepatan putar 450 rpm:

$$1. 25,10 \div 35 = 0,717 \text{ Joule/mm}^2$$

$$2. 28,14 \div 35 = 0,804 \text{ Joule/mm}^2$$

$$3. 26,60 \div 35 = 0,760 \text{ Joule/mm}^2$$

Kecepatan putar 720 rpm:

$$1. 42,88 \div 35 = 1,225 \text{ Joule/mm}^2$$

$$2. 46,34 \div 35 = 1,324 \text{ Joule/mm}^2$$

$$3. 41,16 \div 35 = 1,176 \text{ Joule/mm}^2$$

Kecepatan putar 1000 rpm:

$$1. 51,66 \div 35 = 1,476 \text{ Joule/mm}^2$$

$$2. 49,88 \div 35 = 1,425 \text{ Joule/mm}^2$$

$$3. 49,88 \div 35 = 1,425 \text{ Joule/mm}^2$$

4.5.2 Data Hasil Uji Impact

Berikut adalah tabel energi impact pada uji impact hasil proses pengelasan gesek dengan variasi kecepatan putar 450, 720 dan 1000 rpm.

Tabel 4.4 Data Energi Impak ($A=35\text{mm}^2$)

No. Spesimen	Kecepatan Putar (Rpm)	Waktu Gesek (Menit)	Jarak Penekanan (mm)	Energi Impak (Joule)	Rata-rata
1	450 Rpm	5 Menit	3 mm	25,10	26,61
2		5 Menit	3 mm	28,14	
3		5 Menit	3 mm	26,60	
4	720 Rpm	5 Menit	3 mm	42,88	43,46
5		5 Menit	3 mm	46,34	
6		5 Menit	3 mm	41,16	
7	1000 Rpm	5 Menit	3 mm	51,66	50,47
8		5 Menit	3 mm	49,88	
9		5 Menit	3 mm	49,88	

Dari data diatas diketahui bahwa energi impak dan harga impak pada pengelasan gesek setelah dilakukan perhitungan dengan nilai tertinggi ada pada kecepatan putar 1000 rpm dan nilai terendah ada pada 450 rpm. Diketahui bahwa semakin besar energi impak mengindikasikan bahwa nilai kekuatan bahan lebih besar.

Berikut adalah tabel harga impak yang diserap pada uji impact hasil pengelasan gesek dengan variasi kecepatan putar 450, 720 dan 1000 rpm.

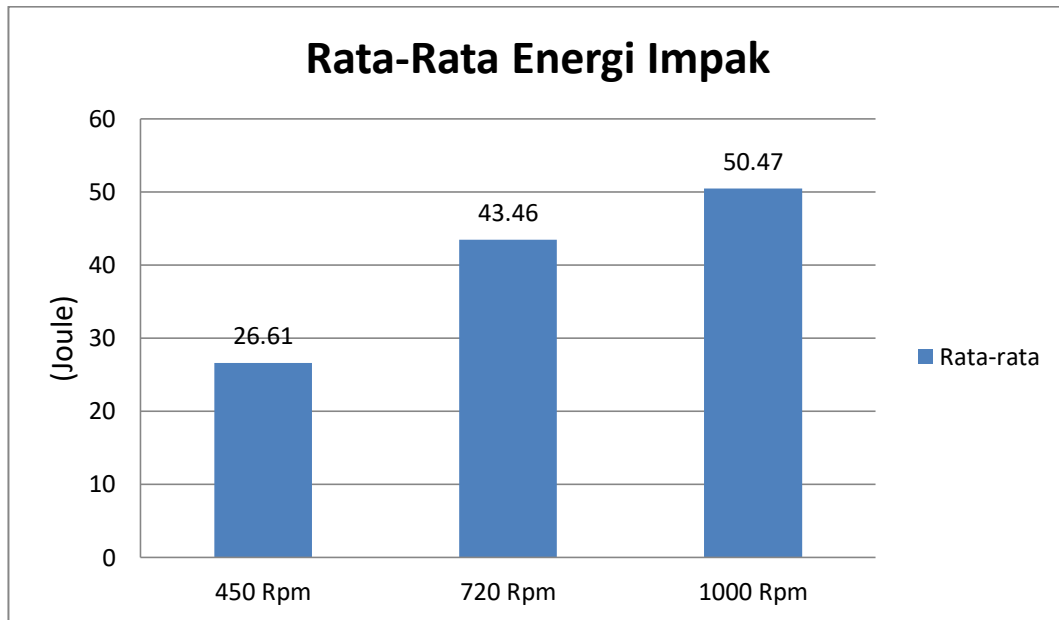
Tabel 4.5 Data Harga Impact ($A=35\text{mm}^2$)

No. Spesimen	Kecepatan Putar (Rpm)	Waktu Gesek (Menit)	Jarak Penekanan (mm)	Harga Impak (Joule/ mm^2)	Rata-rata
1	450 Rpm	5 Menit	3 mm	0,717	0,760
2		5 Menit	3 mm	0,804	
3		5 Menit	3 mm	0,760	
4	720 Rpm	5 Menit	3 mm	1,225	1,241
5		5 Menit	3 mm	1,324	
6		5 Menit	3 mm	1,176	
7	1000 Rpm	5 Menit	3 mm	1,476	1,442
8		5 Menit	3 mm	1,425	
9		5 Menit	3 mm	1,425	

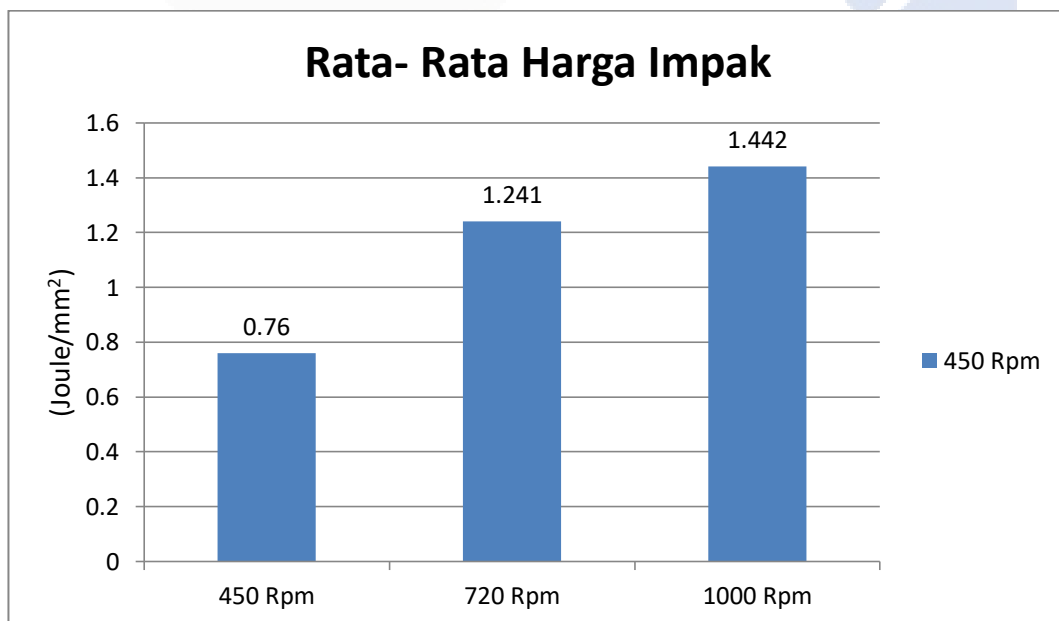
Dari data diatas diketahui bahwa harga impak pada pengelasan gesek setelah dilakukan perhitungan dengan nilai tertinggi ada pada kecepatan putar 1000 rpm dan nilai terendah ada pada 450 rpm.

4.6 Analisa Data

Berikut adalah gambar diagram energi impact dan harga impact.



Gambar 4.7 Diagram Rata-Rata Energi Impact (Joule)



Gambar 4.8 Diagram Rata-Rata Harga Impact (Joule/mm²)

Pada gambar diagram 4.7 dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan yang terjadi akibat variasi kecepatan putar 450 rpm, 720 rpm dan 1000 rpm pada hasil las gesek yang mempengaruhi kekuatan terhadap hasil pengelasan las gesek.

Jumlah penyerapan energi yang terbesar ada pada kecepatan putar 1000 rpm dengan nilai 50,47 *Joule* dan terkecil ada pada kecepatan putar 450 rpm dengan nilai 26,61 *Joule*.

Sedangkan pada gambar diagram 4.8 dapat dilihat terdapat perbedaan yang terjadi karena variasi kecepatan putar yang memang harga impact dipengaruhi pada besarnya energi impact atau energi yang diserap oleh spesimen dengan nilai terbesar yaitu 1,442 *Joule/mm²* pada kecepatan putar 1000 rpm dan terendah dengan nilai 0,760 *Joule/mm²* pada kecepatan putar 450 rpm . Penyebab dari jauhnya nilai energi impact pada setiap variasi kecepatan putar adalah karena pada kecepatan putar yang rendah, daerah lebur yang dihasilkan tidak merata dan menyebabkan proses tempa tidak maksimal.

Dari penelitian ini diketahui bahwa semakin tinggi kecepatan putar dalam pengelasan gesek akan meningkatkan kekuatan dari sambungan hasil pengelasan las gesek pada bahan baja karbon rendah St.41. Hal ini disebabkan oleh luas daerah yang melebur lebih besar pada variasi kecepatan putar 720 dan 1000 rpm, sedangkan pada kecepatan putar 450 rpm daerah yang melebur lebih kecil sehingga saat dilakukan proses tempa, permukaan yang tertempa lebih kecil sehingga membuat sambungan pada pengelasan pun tidak terlalu kuat.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari pembahasan yang telah dibahas pada bab sebelumnya mengenai pengaruh variasi parameter pengelasan terhadap kekuatan sambungan hasil *friction welding* pada baja St.41 adalah menggunakan kecepatan putar 1000 rpm dengan waktu gesek selama 5 menit dan jarak penekanan sebesar 3mm pada proses pengelasan gesek akan menghasilkan sambungan las yang lebih baik karena mempunyai rata-rata nilai energi impact sebesar 50,47 *Joule* dan harga impact sebesar 1,442 *Joule/mm²*, dibandingkan dengan menggunakan kecepatan putar 450 rpm yang mempunyai rata-rata nilai energi impact 26,61 *Joule* dan harga impact 0,760 *Joule/mm²*. Sedangkan pada kecepatan putar 720 rpm dengan waktu gesek dan jarak penekanan yang sama mempunyai rata-rata nilai energi impact sebesar 43,46 *Joule* dan harga impact 1,241 *Joule/mm²* karena daerah lebur akan lebih besar pada kecepatan putar yang tinggi dibandingkan dengan kecepatan putar yang rendah.

5.2 Saran

Sebelum melakukan uji impact dianjurkan untuk melakukan perhitungan pada ukuran benda kerja agar tidak terjadi kesalahan pada standarisasi pengujian dan lakukan pemeriksaan visual terhadap spesimen uji impact untuk menghindari menggunakan spesimen yang cacat demi mendapat nilai yang valid.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardra. (n.d.). *Ardra.biz*. Retrieved 11 14, 2021, from <https://ardra.biz/topik/rumus-energi-impak/>
- Budi.dkk. (2012). Penerapan Teknologi Las Gesek(Friction Welding) Dalam Proses Penyambungan dua buah Pipa Logam Baja Karbon Rendah. *Jurnal Energi dan Manufaktur Vol5, No.1*, 55-56.
- Handoyono, Y. (2013). Perancangan Alat Uji Impak Metode Charpy Kapasitas 100 Joule. Bekasi: Universitas Islam Bekasi.
- Iswar, M., & Syam, R. (2012). Pengaruh Variasi Parameter Pengelasan (Putaran dan Temperatur) Terhadap Kekuatan Sambungan Las Hasil Friction Welding Pada Baja Karbon Rendah. Makassar: Politeknik Negeri Ujungpandang.
- Jalil, A. d. (2017). Analisa Kekuatan Impak Pada Penyambungan Pengelasan SMAW Material ASSAB 705 Dengan Variasi Arus Pengelasan. Medan: Politeknik Negeri Lhokseumawe Medan.
- Kalpakjian, S., & Schmid, R. S. (2003). *Manufacturing Processes for Engineering Materials - Fourth Edition*. Prentice Hall.
- Setyawan. (2018). Pengaruh Proses Perlakuan Panas Terhadap Penggunaan Media Pendingin Terhadap Kekuatan Tarik Material St41. Kediri: Universitas Negeri PGRI Kediri.
- Tiwan, .. A. (2005). Penyambungan Baja AISI 1040 Batang. 1-4.
- Vihardi, H. R. (2019). Analisis Sifat Mekanik Dan Mikrostruktur Pada Pengelasan Stainless Steel Dengan Baja Karbon Rendah Menggunakan Metode Friction Welding. Universitas Sriwijaya.
- Wicaksana.dkk. (2016). Sifat Mekanik Dan Struktur Mikro Sambungan Las Aluminium 6061 Hasil Friction Welding. *Welding Journal Rotor Volume 9, No.1*, 39-40.



LAMPIRAN 1

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Curriculum Vitae




Data Pribadi

1. Nama : Picki Ilham
2. Tempat dan Tanggal Lahir : Mentok, 9 Juli 2000
3. Jenis Kelamin : Laki-Laki
4. Agama : Islam
5. Status Pernikahan : Belum menikah
6. Warga Negara : Indonesia
7. Alamat KTP : Kampung Air Terjun, RT 002/
RW 002, Kelurahan Sungai Daeng, Kecamatan Mentok, Kabupaten
Bangka Barat, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung
8. Alamat Sekarang : Kampung Air Terjun, RT 002/
RW 002, Kelurahan Sungai Daeng, Kecamatan Mentok, Kabupaten
Bangka Barat, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung
9. Nomor Telepon / HP : 085379412168
10. e-mail : picki.ilham@gmail.com
11. Kode Pos : 33313



LAMPIRAN 2


FORM-PPR-3-6: Form Monitoring Proyek Akhir

		FORM MONITORING PROYEK AKHIR TAHUN AKADEMIK/.....	
		JUDUL Pengaruh Variasi Parameter Pengelasan Terhadap Kekuatan Sambungan Hasil Friction Welding Pada Baja St-91	
Nama Mahasiswa		1. Piki Ilham /NIRM: 1091850 2. /NIRM: 3. /NIRM: 4. /NIRM: 5. /NIRM:	
Monitoring ke	Tanggal	Progress Alat	Paraf Pembimbing
1	19-01-2021	Monitoring BAB 1-5	

KESIAPAN ALAT UNTUK SIDANG: SIAP /BELUM (coret salah satu)

Mengetahui		
Pembimbing 1	Pembimbing 2	Pembimbing 3
 (..... Rodika)	 (.....)	(.....)


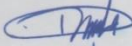
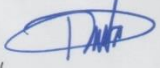
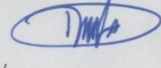
FORM-PPR-3- 4: Bimbingan Proyek Akhir

 FORM BIMBINGAN PROYEK AKHIR TAHUN AKADEMIK/.....			
JUDUL	Pengaruh Variasi Pengelasan Terhadap Kekuatan Sambungan Hasil Friction Welding Pada Baja St. 41		
Nama Mahasiswa	Picki Ilham NIRM: 1041850		
Nama Pembimbing	1. Rodina, S.S.T., M.T. 2. Sumawardi, S.S.T., M.T. 3.		
Pertemuan Ke	Tanggal	Topik Bimbingan	Paraf dan nama Pembimbing
1	26-8-2021	Pembahasan Judul (inti Penelitian)	
2	15-10-2021	Pembahasan BAB 1-3	
3	29-10-2021	Pembahasan Metode Penelitian	
4	19-12-2021	Pembahasan Analisa Data	
5	20-12-2021	Pembahasan Analisa Data	
6	3-1-2022	Pembahasan BAB 1-5 dan Jurnal	
7	4-1-2022	Pembahasan BAB 1-5 dan Jurnal	
8	12-11-2021	Pembahasan BAB 1-3	
9	4-1-2022	Pembahasan Analisa Data & Jurnal	
10	5-1-2022	Pembahasan BAB 1-5 dan Jurnal	


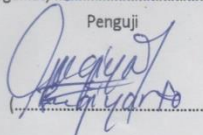
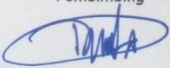
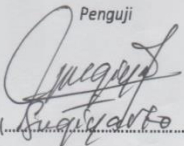
Catatan :

- Jika pertemuan bimbingan lebih dari sepuluh kali, dapat mengambil Form kembali ke komisi



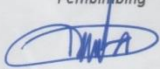

FORM-PPR-3- 8: Form Revisi Laporan Akhir

	<p>FORM REVISI LAPORAN AKHIR TAHUN AKADEMIK/.....</p>															
<p>JUDUL : <u>Pengaruh variasi parameter pengelasan terhadap kekuatan sambungan las. Friction welding</u></p>																
<p>Nama Mahasiswa :</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 5%;">1.</td> <td style="width: 55%;"><u>Picki Iham</u></td> <td style="width: 40%;">NIRM: _____</td> </tr> <tr> <td>2.</td> <td>_____</td> <td>NIRM: _____</td> </tr> <tr> <td>3.</td> <td>_____</td> <td>NIRM: _____</td> </tr> <tr> <td>4.</td> <td>_____</td> <td>NIRM: _____</td> </tr> <tr> <td>5.</td> <td>_____</td> <td>NIRM: _____</td> </tr> </table>		1.	<u>Picki Iham</u>	NIRM: _____	2.	_____	NIRM: _____	3.	_____	NIRM: _____	4.	_____	NIRM: _____	5.	_____	NIRM: _____
1.	<u>Picki Iham</u>	NIRM: _____														
2.	_____	NIRM: _____														
3.	_____	NIRM: _____														
4.	_____	NIRM: _____														
5.	_____	NIRM: _____														
Bagian yang direvisi	Halaman															
<u>Analisa patahan</u>																
<p>Sungailiat, <u>31 Januari 2022</u></p> <p>Penguji</p> <p style="text-align: center;"> (.....<u>Rodika</u>.....)</p>																
<p>Menyatakan telah menyetujui revisi laporan akhir yang telah dilakukan oleh mahasiswa</p>																
<p>Mengetahui, Pembimbing</p> <p style="text-align: center;"> (.....)</p>	<p>Sungailiat,</p> <p>Penguji</p> <p style="text-align: center;"> (.....)</p>															

FORM-PPR-3- 8: Form Revisi Laporan Akhir

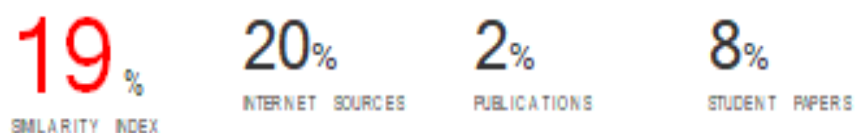
	FORM REVISI LAPORAN AKHIR TAHUN AKADEMIK <u>2021/2022</u>	
	JUDUL : <u>Pengaruh Variasi Parameter Pengalasan Terhadap Kecepatan Sambungan Hoop Friction Welding Pada Baja S9. 41</u>	
Nama Mahasiswa :	1. <u>Picki Wahan</u>	NIRM: <u>1041850</u>
	2. _____	NIRM: _____
	3. _____	NIRM: _____
	4. _____	NIRM: _____
	5. _____	NIRM: _____
Bagian yang direvisi		Halaman
- Revisi Laporan PA dari Bab II dst.		
- Analisa data hasil uji harus lebih cpt		
- Hasil perhitungan harus dimasukkan pd Laporan PA.		
Sungailiat, <u>21-01-2022</u>		Penguji  (... ..)
Menyatakan telah menyetujui revisi laporan akhir yang telah dilakukan oleh mahasiswa		Sungailiat, <u>11-02-2022</u>
Mengetahui, Pembimbing  (... ..)		Penguji  (... ..)

FORM-PPR-3- 8: Form Revisi Laporan Akhir

	FORM REVISI LAPORAN AKHIR TAHUN AKADEMIK 2021 / 2022	
	JUDUL : <u>Pengaruh Variasi Parameter Pengelasan Terhadap Kekuatan Sambungan Hasil Friction Welding Pada Baja ST 41</u>	
Nama Mahasiswa :	1. <u>Picki Ilham</u>	NIRM: <u>1041850</u>
	2. _____	NIRM: _____
	3. _____	NIRM: _____
	4. _____	NIRM: _____
	5. _____	NIRM: _____
Bagian yang direvisi		Halaman
- ukuran material awal		13
- Bukan merupakan judul		16
- Harus menunjukkan ukuran 7x7 berdasarkan referensi apa		10
_____ _____ _____ _____ _____		
Sungailiat, <u>31-1-2022</u> Penguji  (..... <u>M. Subhan</u>)		
Menyatakan telah menyetujui revisi laporan akhir yang telah dilakukan oleh mahasiswa		
Mengetahui, Pembimbing  (.....)	Sungailiat, Penguji  (..... <u>M. Subhan</u>)	

Cek1

ORIGINALITY REPORT



SIMILAR SOURCES

1	repository.untag-sby.ac.id Internet Source	4%
2	123dok.com Internet Source	3%
3	staffnew.uny.ac.id Internet Source	3%
4	eprints.umm.ac.id Internet Source	2%
5	repository.polman-babel.ac.id Internet Source	2%
6	ardra.biz Internet Source	1%
7	digilib.unila.ac.id Internet Source	1%
8	repository.usd.ac.id Internet Source	1%
9	kcdb.bipm.org Internet Source	1%

10	e-jurnal.pnl.ac.id Internet Source	1%
11	www.slideshare.net Internet Source	1%
12	repository.upstegal.ac.id Internet Source	1%

Exclude quotes Off Exclude matches < 1%
Exclude bibliography On