

**ANALISA KEKASARAN PERMUKAAN TERHADAP
KEKUATAN SAMBUNGAN ANTARA BAJA DAN
ALUMINIUM MENGGUNAKAN *ADHESIVE***

TUGAS AKHIR

**Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Mencapai Derajat Sarjana S1 Pada
Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa**



Disusun oleh

FEBRY ADVIANA 3331170065

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAN TEKNIK
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
CILEGON-BANTEN
2024**

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Febry Adviana

Npm : 3331170065

Judul : Analisa Kekasaran Permukaan Terhadap Kekuatan Sambungan
Antara Baja Dan Alumunium Menggunakan *Adhesive*

Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Universitas Sulthan Ageng Tirtayasa,

MENYATAKAN

Bahwa skripsi ini merupakan hasil karya sendiri dan tidak duplika dari karya orang lain, kecuali untuk yang telah disebutkan sumbernya

Cilegon, Februari 2024



Febry Adviana

NPM. 3331170065

TUGAS AKHIR

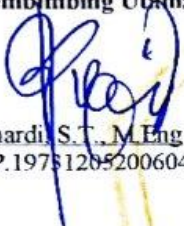
Analisa Kekasaran Permukaan Terhadap kekuatan Sambungan Antara Baja dan Alumunium Menggunakan Adhesive


Dipersiapkan dan disusun Oleh :

Febry Adviana
33311700645

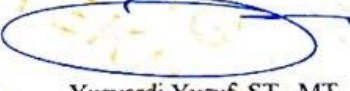
telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
pada tanggal, 23 Januari 2024

Pembimbing Utama

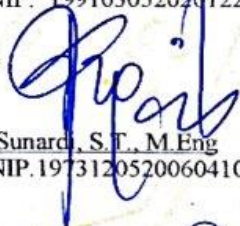

Sunardi, S.T., M.Eng
NIP.197812052006041002



Shofiatul Ula, S.Pd., M.Eng.
NIP.198403132019032000

Anggota Dewan Penguji


Yusvardi Yusuf, ST., MT.
NIP.197910302003121001


Miftahul Jannah, S.T., M.T
NIP. 199103052020122000


Sunardi, S.T., M.Eng
NIP.197312052006041002


Shofiatul Ula, S.Pd., M.Eng.
NIP.198403132019032000

**Tugas Akhir ini sudah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik**

Tanggal, 28 Februari 2024
Ketua Jurusan Teknik Mesin UNIRIRTA


Dhimas Satria, S.T., M.Eng
NIP. 198305102012121000



KATA PENGANTAR

Assalammu'alaikum Wr. Wb.

Segala puji dan syukur atas Rahmat Allah SWT, dan tak lupa haturkan sholawat beserta salam ke junjungan Nabi Muhammad SAW. Penulisan dan Penyusunan Tugas Akhir yang berjudul “Analisa Kekasaran Permukaan Terhadap Kekuatan Sambungan Antara Baja dan Alumunium Menggunakan *Adhesive*”.

Tugas akhir ini berisikan hasil yang telah dilakukan, di dalam penyusunan laporan ini merupakan bentuk dari aplikasi beberapa matakuliah yang telah dipelajari pada bangku kuliah. Tugas akhir ini disusun dengan tujuan untuk memenuhi syarat kelulusan meraih gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin FT. Untirta.

Dalam proses penelitian ini banyak bantuan, dorongan dan motivasi yang penulis dapatkan dalam penyusunan Tugas Akhir ini hingga dapat menyelesaikan laporan ini. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan banyak terimakasih dan penghargaan sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dhimas Satria, S.T., M.Eng, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin FT.UNTIRTA.
2. Bapak Dr. Mekro Permana Pinem, S.T.,MT, selaku Sekertaris Jurusan Teknik Mesin FT.UNTIRTA.
3. Ibu Shifana Mardhatillah, S.E., MM. selaku Admin Jurusan Teknik Mesin FT.UNTIRTA
4. Bapak Iman Saefullah, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah banyak membantu dan mengarahkan penulis selama menjalani kuliah.
5. Bapak Sunardi, S.T., M.Eng selaku Dosen Pembimbing 1 tugas akhir yang banyak menyalurkan ilmu pengetahuan dan mengimplementaikan kebaikan pada penulis sehingga dapat melakukan penelitian dan penulisan Tugas Akhir.

6. Ibu Shofiatul Ula, M.Eng selaku Dosen Pembimbing 2 yang selalu memberikan arahan, bimbingan dan inovasi berfikir kepada penulis dalam melakukan penelitian dan penulisan Tugas Akhir.
 7. Ibu Miftahul Jannah, M.T sebagai Koordinator Tugas Akhir yang telah Mengabsahkan penulis untuk melakukan Tugas Akhir.
 8. Dosen Jurusan Teknik Mesin (JTM) Universitas Sultan Ageng Tirtayasa (UNTIRTA) yang telah berkenan untuk terus memberikan ilmu dan pengalamannya kepada penulis
 9. Reza Nur Iksan selaku Asisten Laboratorium terpadu untirta yang telah membantu melakukan pengujian tarik.
 10. Orang tua dan teman teman saya atas dukungan moril dan materi selama penulis melaksanakan penelitian. Sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir
 11. Fauzan Aziz Rahman, Cri kalki Visoka, Farizkhan Sahib, Saepullah, Tahril Setia budi, dan teman teman Mahasiswa Teknik Mesin 2017 yang selalu memberikan bantuan, dukungan dan menemani penulis dalam suka maupun duka selama proses belajar Program Studi Teknik Mesin UNTIRTA.
 12. Rayhan Moraliwa dan teman teman Angkatan 2018 yang juga membantu dan memberikan saran kepada penulis guna melancarkan penelitian yang dilakukan penulis.
 13. Ibnu, Zulfadli Nasution, Putra Dwijayadi dan teman teman Angkatan 2019 yang memberikan banyak Pelajaran kepada penulis dalam menjalankan Program Studi Teknik Mesin UNTIRTA
 14. Herdianti Sukmariah yang secara tulus mendampingi dan memberikan dukungan kepada penulis dalam melakukan penelitian.
- Penulis menyadari adanya kekurangan pada Tugas Akhir ini, penulis mengharapkan masukan berupa kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan penelitian.

Cilegon, 16 Januari 2023

Penulis

ABSTRAK

**ANALISA KEKASARAN PERMUKAAN TERHADAP
KEKUATAN SAMBUNGAN ANTARA BAJA DAN
ALUMINIUM MENGGUNAKAN *ADHESIVE***

Disusun oleh :
Febry Adviana
Nim. 3331170065

Adhesive bonding adalah teknik yang banyak digunakan dalam berbagai industri untuk menggabungkan bahan-bahan secara bersama-sama. Ini melibatkan penggunaan bahan perekat, yang merupakan zat yang mampu mempertahankan dua atau lebih permukaan bersama-sama melalui penempelan permukaan. Proses ini memberikan beberapa keuntungan dibandingkan dengan metode pengencangan mekanis tradisional, seperti pengelasan atau paku, termasuk penampilan yang lebih baik, pengurangan berat, distribusi tegangan, dan kemampuan untuk menggabungkan bahan-bahan yang berbeda. Kelebihan *adhesive bonding* ini adalah perakitannya lebih sederhana, ringan dan biaya produksi lebih murah. Penelitian ini adalah salah satu pengembangan pengembangan dari metode sambungan perekat lem. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah aluminium seri 1100 dan baja karbon rendah dimana keduanya adalah logam yang sering kita jumpai di kehidupan sehari-hari. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa pengaruh perlakuan kekasaran pada permukaan dari setiap spesimen uji yang berbeda menggunakan amplas dengan tingkat kekasaran yang berbeda yaitu grit 80, grit 150 dan grit 400. Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini adalah uji tarik untuk mengetahui kekuatan maksimal kekuatan rekat pada masing-masing benda uji dengan standar uji ASTM D1002. Hasil penelitian menunjukkan bahwa benda uji A dengan perlakuan kekasaran permukaan menggunakan grit 80 memiliki kekuatan tarik 0,2267, benda uji B dengan perlakuan kekasaran permukaan menggunakan grit 150 memiliki kekuatan tarik 0,168 dan benda uji dengan perlakuan kekasaran grit 400 memiliki kekuatan tarik 0,0315.

Kata kunci : *adhesive bonding*, uji tarik, kekasaran permukaan, baja, aluminium

ABSTRACT
ANALYSIS OF SURFACE ROUGHNESS ON THE STRENGTH
OF JOINTS BETWEEN STEEL AND ALUMINUM USING
ADHESIVE

Arranged by :
Febry Adviana
Nim. 3331170065

Adhesive bonding is a technique widely used in various industries to join materials together. It involves the use of an adhesive material, which is a substance capable of holding two or more surfaces together through surface sticking. This process provides several advantages over traditional mechanical fastening methods, such as welding or nailing, including improved appearance, weight reduction, stress distribution, and the ability to join dissimilar materials. The advantages of adhesive bonding are simpler assembly, light weight and lower production costs. This research is one of the developments of the glue adhesive connection method. The materials used in this research are 1100 series aluminum and low carbon steel where both are metals that we often encounter in everyday life. This study aims to analyze the effect of roughness treatment on the surface of each different test specimen using sandpaper with different roughness levels, namely 80 grit, 150 grit and 400 grit. The test conducted in this study was a tensile test to determine the maximum strength of the adhesive strength of each test specimen with ASTM D1002 test standards. The results showed that test specimen A with surface roughness treatment using 80 grit had a tensile strength of 0.2267, test specimen B with surface roughness treatment using 150 grit had a tensile strength of 0.168 and test specimen with 400 grit roughness treatment had a tensile strength of 0.0315.

Keywords : *adhesive bonding, tensile test, surface roughness, steel, aluminium.*

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	2
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 <i>State Of The Art</i>	2
2.2 <i>Adhesive Bonding</i>	6
2.3 Jenis Jenis <i>Adhesive Bonding</i>	7
2.3.1 <i>Adhesive</i> Berdasarkan Bentuknya.....	7
2.3.2 <i>Adhesive</i> Berdasarkan Reaksi Kimianya.....	7
2.4 Karakteristik jenis <i>adhesive bonding</i>	7
2.5 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kekuatan Sambungan <i>Adhesive</i>	8
2.6 Lem <i>Epoxy</i>	10
2.6.1 Kelebihan Dan Kekurangan Lem <i>Epoxy</i>	11
2.7 Baja.....	12
2.7.1 Baja Karbon Rendah SS400.....	12
2.8 Sifat Mekanik Baja.....	13
2.9 Kertas Ampelas (<i>sandpaper</i>).....	14

2.10 Alumunium (Serie 1100).....	15
2.10.1 Karakteristik Alumunium	16
2.10.2 Titik Luluh Alumunium (<i>yield point</i>).	17
2.10.3 Klasifikasi Alumunium	18
2.11 Uji Kekasaran (<i>Surface Roughness Testing</i>)	19
2.12 Uji Tarik	20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Metode Penelitian	28
3.2 Identifikasi masalah.....	24
3.3 Alat Dan Bahan	24
3.4 Prosedur Penelitian	26
3.4.1 Metode Eksperimen	26
3.5 Metode Literatur	30
BAB IV HASIL PENGUJIAN	
4.1 Hasil Pengujian	29
4.1.1 Pengukuran Kekasaran Permukaan (<i>surface roughness</i>).....	29
4.1.2 Uji Tarik (<i>tensile test</i>)	32
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	41
5.2 Saran	41

DAFTAR GAMBAR

2.1 Karakteristik Jenis-jenis <i>Adhesive Bonding</i>	16
2.2 Lem <i>Epoxy Dextone</i>	18
2.3 Alumunium	21
2.4 <i>Surface Roughness Tester</i>	23
2.5 Uji Tarik	24
3.1 Metodologi Penelitian	26
3.2 Gerinda Potong	28
3.3 Ampelas.....	28
3.4 Dimensi Spesimen Alumunium	29
3.5 Dimensi Spesimen Baja	29
3.6 Lem <i>Epoxy Dextone</i>	30
3.7 Dimensi ASTM D1002.	31
3.8 Proses <i>surface roughness</i>	32
3.9 Lem <i>epoxy</i>	33
3.10 Perekatan.....	33
3.11 Diagram Alir Uji Tarik.	34
4.1 Hasil Uji Tarik Spesimen A.	37
4.2 Hasil Uji Tarik Spesimen B.	37
4.3 Hasil Uji Tarik Spesimen C.	38
4.4 Grafik Nilai Kekuatan Tarik.	40
4.5 Grafik Elongasi.	41
4.6 Grafik Modulus Elastisitas.....	41
4.7 Grafik Korelasi.....	42

DAFTAR TABEL

4.1 Nilai Hasil Pengukuran Kekasaran.	36
4.2 Data Hasil Uji tarik.	38
4.3 Keterangan Simbol.....	39
4.4 Perhitungan Lanjutan Uji Tarik.	40

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi ilmu bahan bangunan bergerak dengan pesat, pelaksanaan pembangunan selalu berinovasi memperoleh sistem pelaksanaan dengan semurah mungkin dan secepat mungkin. Material kayu yang dulunya sering dipakai untuk rangka atap dan rangka plafon, sekarang sudah bergeser dengan pemakaian baja ringan. Selain biaya bahannya yang relatif lebih murah dibanding kayu, juga waktu pelaksanaannya juga lebih singkat sehingga pada akhirnya berpengaruh kepada ongkos pelaksanaannya (Sumaidi, 2015)

Ikatan perekat atau *adhesive bonding* digunakan untuk mengikat dua permukaan menjadi satu dan menghasilkan ikatan yang halus, metode ini melibatkan lem epoksi. Secara historis, lem menghasilkan ikatan yang relatif lemah, namun bahan-bahan yang berbasis seperti lem tidak mengubah bentuk dari bahan yang disambungkan (Walter, 2009).

Adhesive bonding ini sangat berguna untuk masyarakat untuk penyambungan suatu material karena proses penyambungannya sederhana dan harga dari proses ini lebih murah dibandingkan dengan menggunakan metode lain metode ini dapat mempermudah masyarakat dalam menyelesaikan beberapa kendala terkait masalah penyambungan material. Hanya saja masyarakat perlu diberikan arahan tentang proses dan kegunaan metode ini dan menggunakan lem dengan sesuai kebutuhan yang akan dilakukan.

Hasil ini diharapkan dapat mengetahui pengaruh kekasaran permukaan terhadap kekuatan penyambungan menggunakan perekat/lem "*dextone steel-filled heavy duty epoxy adhesives*" dan perlakuan kekasaran terhadap spesimen yang akan diuji yaitu dengan melakukan metode amplas terhadap permukaan baja dan aluminium tersebut menggunakan variasi amplas yang berbeda yaitu amplas grit 80, grit 150 dan grit 400

Adhesive bonding menawarkan banyak keuntungan, termasuk distribusi beban yang merata, kemampuan pengikatan material yang berbeda, pengurangan deformasi, dan penampilan yang baik. Pemilihan metode sambungan tergantung pada kebutuhan dan persyaratan spesifik aplikasi, dan *adhesive bonding* dapat menjadi pilihan yang baik dalam banyak kasus.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, dirumuskan permasalahan dalam penelitian ini adalah bagaimana pengaruh perlakuan kekasaran pada permukaan material terhadap kekuatan sambungan *adhesive* baja dengan alumunium?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perlakuan kekasaran pada permukaan material terhadap kekuatan sambungan *adhesive* baja dengan alumunium.

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian ini menjadi terarah, maka ruang lingkup pada penelitian terbatas pada :

1. Spesimen yang digunakan adalah paduan baja dan alumunium.
2. Jenis ampelas yang digunakan adalah ampelas grit 80, grit 150 dan grit 400
3. Pengujian yang dilakukan adalah uji tarik (*tensile test*) dan uji kekasaran permukaan (*surface roughness*).

1.5 Manfaat Penelitian

Pada penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat kepada pembaca untuk pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi :

1. Untuk Mahasiswa
 - a. Sebagai syarat pemenuhan tugas akhir untuk meraih gelar sarajana
 - b. Mahasiswa dapat memahami metode *adhesive bonding*.
2. Untuk Masyarakat

Masyarakat diharapkan dapat menambah pengetahuan soal metode *adhesive bonding* karena metode ini sangat berguna bagi masyarakat karena memiliki proses yang sederhana dan biaya yang murah.

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam penulisan laporan penelitian ini memiliki sistematika penulisan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Berisi Tentang Latar Belakang, Rumusan Masalah, Tujuan Penelitian, Batasan Masalah, Manfaat Penelitian, Dan Sistematika Penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Berisi Tentang *Adhesive Bonding*, Klasifikasi *Adhesive Bonding*, Lem Epoxy. Kelebihan Dan Kekurangan Lem Epoxy, Uji Kekasaran, Uji Tarik, Baja Dan Alumunium.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Berisi Tentang Diagram Alir Penelitian, Alat Dan Bahan, Prosedur Penelitian.

BAB IV HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

Berisi Tentang Hasil Pengujian Yang Dilakukan Dan Analisa Dari Pengujian

BAB V KESIMPULAN

Berisi Tentang Kesimpulan Dari Hasil Pengujian Dan Saran Agar Untuk Peneliti Selanjutnya Lebih Baik

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *State Of The Art*

Dalam penelitian yang bertujuan untuk menganalisa pengaruh perlakuan kekasaran pada permukaan terhadap kekuatan perekat, terdapat beberapa penelitian yang penulis jadikan acuan untuk proses penelitian.

Fuadi (2020) menyatakan bahwa Perekatan merupakan proses penyambungan dua benda dengan menggunakan lem/lem. Keuntungan pengeleman adalah perakitan lebih mudah, bobot lebih rendah, dan produksi lebih murah. Kerugiannya adalah sambungannya lebih lemah dibandingkan metode sambungan lain seperti pengelasan dan paku keling. Salah satu cara untuk meningkatkan sifat mekanik dan fisik ikatan perekat aluminium-logam adalah dengan memberikan perlakuan kekasaran pada permukaan yang akan direkatkan. Oleh karena itu dilakukan beberapa variasi kekasaran permukaan pada sambungan perekat untuk mengetahui nilai kekasaran permukaan yang dapat memperbaiki sifat mekanik dan fisik sambungan perekat sehingga meningkatkan kekuatan atau ketahanan sambungan perekat. Penelitian ini menggunakan dua jenis perekat yaitu perekat epoxy (*Dextone*) dan perekat *cyanoacrylate* (*Loctite*). Bentuk dan ukuran benda uji memenuhi standar ASTM D1002-01 dengan menggunakan pelat aluminium seri 1100. Sebelum bahan perekat direkatkan dengan kedua jenis perekat tersebut, terlebih dahulu dilakukan variasi kekasaran permukaan bahan perekat dengan amplas 60 grit, 120 grit dengan amplas 180 grit, 500 grit dan tanpa perlakuan kekasaran permukaan. Untuk setiap varian perlakuan terdapat lima pasang benda uji, yaitu 50 pasang benda uji. Untuk mengetahui sifat mekanik seperti kuat geser sambungan perekat diuji menggunakan alat uji mekanik dari *Servopulser* dengan metode *single lap joint*. Untuk mengetahui sifat fisik seperti struktur makro dan mikro sambungan perekat, struktur makro diamati menggunakan mikroskop digital portabel dan struktur mikro diamati menggunakan mikroskop optik dan *mikroskop elektron scanning* (SEM). Hasil penelitian

menunjukkan bahwa terdapat perbedaan pengaruh perlakuan kekasaran permukaan senyawa aluminium pada kedua jenis perekat yang digunakan. Untuk perekat epoxy, semakin tinggi nilai kekasaran permukaan maka nilai kuat gesernya akan semakin rendah. Semakin tinggi nilai kekasaran permukaan perekat sianokrilat maka semakin tinggi pula nilai kekuatan gesernya. Dapat disimpulkan bahwa pengikatan logam aluminium dengan sambungan perekat menggunakan perekat sianokrilat dengan perlakuan kekasaran 60 grit memberikan nilai kuat geser rata-rata optimal sebesar 6,11 MPa.

Silva (2017) melakukan penelitian lanjutan terhadap sambungan *single lap joint* pada komposit, minat yang terus berlanjut dan perkembangan lebih lanjut dalam beberapa tahun terakhir menunjukkan bahwa akan berguna untuk memperbarui makalah Banea dan da Silva yang berjudul “Sendi berikat perekat pada material komposit: gambaran umum”. Makalah ini menyajikan tinjauan terkini sambungan berikat perekat pada material komposit, yang mencakup artikel yang diterbitkan dari tahun 2009 hingga 2016. Parameter utama yang mempengaruhi kinerja sambungan berikat seperti perlakuan permukaan, konfigurasi sambungan, parameter geometrik dan material, mode kegagalan, dll. didiskusikan. Faktor lingkungan seperti kelembapan pra-ikatan, kelembapan dan suhu juga dibahas secara rinci dan bagaimana pengaruhnya terhadap daya tahan sambungan perekat. Banyak kekurangan yang diatasi selama beberapa tahun terakhir dengan mengembangkan material baru, metode dan model baru. Namun, masih ada potensi untuk mengevaluasi dan mengidentifikasi kombinasi parameter terbaik yang akan memberikan kinerja terbaik pada sambungan terikat komposit.

Penelitian variasi fraksi volume *adhesive* dan ketebalan *adhesive* sambungan SLJ aluminium pernah diteliti oleh hastuti (2017), Jenis *adhesive* yang digunakan adalah *Silyl Modified Polymer* (SMP) dan *Epoxy* (EP). Variasi fraksi volume campuran yang dipakai sebagai berikut: 100% epoxy, 75% SMP+25% EP, 50% SMP+50% EP, 25% SMP+75% EP, dan 100% SMP. Masing-masing fraksi volume di variasikan ketebalan *adhesive*

nya sebesar 0,2 mm, 0,4 mm dan 0,6 mm. Perlakuan permukaan untuk meningkatkan data rekat *adhesive* dilakukan dengan pengampelasan (*Sand pappering*) menggunakan grit kertas ampelas nomor 150. Berdasarkan variasi tersebut, hasil tertinggi kekuatan geser sambungan adalah pada fraksi volume *adhesive* 25%SMP+75% EP dengan variasi ketebalan *adhesive* 0,2 13 mm, 0,4 mm dan 0,6 mm. Hasil terendah adalah pada variasi fraksi volume *adhesive* 100% SMP.

Penelitian yang dilakukan Cui (2020), mengenai pengaruh tingkat kekasaran kertas ampelas terhadap kekuatan tarik *adhesive* pada sambungan SLJ material aluminium. Variasi kekasaran yang digunakan adalah dengan menggunakan grit kertas ampelas nomor 80, 240, 360, 600, dan 800 serta variasi sudut alur pengampelasan yaitu 0°, 90° dan kombinasi (0° dan 90°). Kekuatan sambungan tertinggi adalah pada variasi ampelas dengan nomor 360 dengan arah alur pengampelasan kombinasi. Kekuatan terendah ditunjukkan pada variasi ampelas dengan nomor 80 dengan alur pengampelasan 0

2.2 *Adhesive Bonding*

Adhesive bonding adalah proses menyatukan dua permukaan. Biasanya dengan menciptakan ikatan yang halus. Proses ini melibatkan penggunaan lem, epoksi, atau salah satu dari berbagai bahan plastic yang mengikat baik melalui penguapan pelarut atau melalui panas, waktu dan tekanan. *Adhesive bonding* ini mirip dengan menyolder dan mematri logam. *Adhesive* sekarang menjadi metode penyambungan yang disukai banyak industry, terutama pada bahan yang tidak terkena panas atau pelapukan berkepanjangan (Fuadi, 2020).

Pada sambungan yang dirancang dengan baik dan prosedur yang tepat, penggunaan metode *adhesive bonding* ini dapat menghasilkan penurunan berat yang signifikan sehingga proses penyambungan tidak terlalu berpengaruh pada benda yang disambungkan.

2.3 Jenis Jenis *Adhesive Bonding*

Ada banyak jenis *adhesive bonding* untuk berbagai kegunaan yang berbeda, dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

2.3.1 *Adhesive Berdasarkan Bentuknya*

- a. *Adhesive pasta (paste)*
- b. *Adhesive tape (lilitan)*
- c. *Adhesive cairan (liquid)*
- d. *Adhesive film (film)*
- e. *Adhesive pellet (pellets)*

2.3.2 *Adhesive Berdasarkan Reaksi Kimianya*

- a. *Epoxy based system*
- b. *Acrylic*
- c. *Anaerobic system*
- d. *Cyanoacrylate*
- e. *Urethanes*
- f. *Silicones*

2.4 Karakteristik jenis *adhesive bonding*

Adhesive bonding adalah suatu komponen disambungkan dengan menggunakan bahan perekat. Contohnya seperti tripleks yang disambungkan dengan menggunakan perekat / lem kayu. Bahan-bahan untuk *adhesive bonding* di antaranya cairan, lem, larutan, emulsi, serbuk, plester, dan film/selaput. Biasanya *adhesive bonding* memiliki ketebalan sekitar 0.1 mm. beberapa hal yang diperlukan untuk *adhesive bonding* di antaranya kekuatan, kekerasan, ketahanan terhadap fluida dan bahan kimia, ketahanan terhadap degradasi lingkungan, panas, dan uap, dapat membasahi permukaan saat diikat.

Karakteristik *adhesive bonding* mencakup sejumlah sifat dan kelebihan yang membuat metode ini menjadi pilihan yang baik dalam berbagai aplikasi. Berikut adalah beberapa karakteristik utama *adhesive bonding* :

1. Kekuatan Perekatan

Adhesive bonding dapat memberikan kekuatan perekatan yang tinggi untuk menyambungkan dua permukaan material.

2. Distribusi beban yang baik

Adhesive cenderung menyebarkan beban secara merata di seluruh area perekatan, mengurangi konsentrasi *stress* pada titik tertentu.

3. *Fleksibilitas desain*

Fleksibilitas desain meningkat karena *adhesive* dapat menutupi permukaan yang kompleks atau berkontur, tidak memerlukan koneksi mekanis yang rumit

4. Ketahanan terhadap beban dinamis

Adhesive bonding dapat memberikan ketahanan yang baik terhadap beban dinamis dan perubahan suhu, yang menjadikannya cocok untuk aplikasi di lingkungan yang bergerak atau berubah.

5. Beban ringan

Metode *adhesive bonding* memiliki berat yang rendah, yang dapat membantu mengurangi beban total struktur.

6. Pengaplikasian yang mudah.

Metode *adhesive bonding* relatif mudah untuk diaplikasikan.

2.5 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kekuatan Sambungan *Adhesive*

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kekuatan *adhesive bonding* pada sambungan, berikut adalah beberapa faktor yang perlu diperhatikan antara lain :

1. Kekasaran Permukaan.

Kekasaran permukaan yang tepat pada kedua bahan yang akan disambungkan dapat meningkatkan *adhesi* antara *adhesive* dan permukaan tersebut. Permukaan yang kasar memberikan lebih banyak area kontak antara *adhesive* dan bahan, sehingga meningkatkan kekuatan sambungan.

2. Bersihnya Permukaan.

Permukaan yang bersih dan bebas dari kontaminan seperti minyak, debu, oksida, atau karat sangat penting untuk mencapai *adhesi* yang

kuat. Kontaminan dapat menghambat kontak langsung antara *adhesive* dan permukaan, mengurangi kekuatan sambungan.

3. Persiapan Permukaan.

Persiapan permukaan sebelum *adhesive bonding* dapat melibatkan langkah-langkah seperti pengamplasan, pengikisan, atau perlakuan kimiawi untuk meningkatkan *adhesi*. Metode ini dapat meningkatkan kekasaran permukaan, membersihkan kontaminan, atau meningkatkan daya lekat antara *adhesive* dan permukaan.

4. Tipe Dan Sifat *Adhesive*.

Tipe dan sifat yang digunakan juga mempengaruhi kekuatan *adhesive bonding*. Berbagai jenis *adhesive*, seperti *epoksi*, akrilik, atau poliuretan, memiliki karakteristik yang berbeda dalam hal kekuatan, elastisitas, ketahanan terhadap lingkungan, dan kemampuan melekat pada berbagai jenis permukaan.

5. Waktu Pengeringan Dan Pengerasan.

Waktu pengeringan dan pengerasan yang diperlukan untuk *adhesive* mengering dan mengeras secara optimal juga dapat mempengaruhi kekuatan sambungan. *Adhesive* perlu diberi waktu yang cukup untuk mencapai pengerasan penuh sebelum spesimen atau bahan yang disambung dikenakan beban atau tekanan.

6. Suhu dan kelembaban.

Suhu dan kelembaban lingkungan dapat mempengaruhi proses pengeringan dan pengerasan *adhesive*. Beberapa *adhesive* memiliki rentang suhu dan kelembaban yang disarankan untuk mencapai kinerja yang optimal. Perlu memperhatikan kondisi lingkungan saat melakukan *adhesive bonding*.

7. Desain Sambungan.

Desain sambungan termasuk bentuk dan area permukaan yang akan disambungkan, juga dapat mempengaruhi kekuatan *adhesive bonding*. Desain yang memaksimalkan area kontak antara *adhesive* dan

permukaan serta mendistribusikan beban dengan baik dapat meningkatkan kekuatan sambungan.

Perekat *adhesive* memiliki nilai kekuatan dari berbagai macam perlakuan dan desain dari metode *adhesive*. Berikut adalah kekuatan penting dari perekat yang umum digunakan :

Tabel 2.1 Kekuatan Perekat *Adhesive*

Adhesive Chemistry Or Type	Room Temperatur Lap Shear Strength Mpa (Psi)		Peel Strength Per Unit Width Kn/M(Lbf/In)	
Pressure-Sensitive	0.01-0.07	(2-10)	0.18-0.88	(1-5)
Strach-Based	0.007-0.7	(10-100)	0.18-0.88	(1-5)
Cellosics	0.35-3.5	(50-500)	0.18-1.8	(1-10)
Rubber-Based	0.35-3.5	(50-500)	1.8-7	(10-40)
Formulated Hot Melt	0.35-4.8	(50-700)	0.88-3.5	(5-20)
Sythetically Designed Hot Melt	0.7-6.9	(100-1000)	0.88-3.5	(5-20)
Pva Emulsion (White Glue)	1.4-6.9	(200-1000)	0.88-1.8	(5-10)
Cynoacrylate	6.9-13.8	(1000-2000)	0.18-3.5	(1-20)
Protein-Based	6.9-13.8	(1000-2000)	0.18-1.8	(1-10)
Anaerobic Acrylic	6.9-13.8	(1000-2000)	0.18-1.8	(1-10)
Urethane	6.9-17.2	(1000-2500)	1.8-8.8	(10-50)
Rubber-Modifi Acrylic	13.8-24.1	(2000-3500)	1.8-8.8	(10-50)
Modified Phenolic	13.8-27.6	(2000-4000)	3.6-7	(20-40)
Unmodified Epoxy	10.3-27.6	(1500-4000)	0.35-1.8	(2-10)
Bis-Maleimide	13.8-27.6	(2000-4000)	0.18-3.5	(1-20)
Polymide	13.8-27.6	(2000-4000)	0.18-0.88	(1-5)
Rubber-Modified Epoxy	20.7-42.4	(3000-6000)	4.4-14	(25-80)

2.6 Lem Epoxy

Epoxy pertama kali dirumuskan pada tahun 1930-an di amerika serikat dan swiss. Kemudian dilakukan pengembangan lebih lanjut. Selanjutnya *epoxy* diproduksi sebagai perekat atau lem (lem *epoxy*) pada tahun 1946 dan sebagai pelapis cat pada tahun 1947, kemudian pelapis cat ini semakin dikembangkan kualitasnya dan makin ramah terhadap lingkungan.



Gambar 2.2 Lem *Dextone Epoxy*

Epoxy adalah suatu bahan kimia yang merupakan salah satu jenis resin yang diperoleh dari proses polimerisasi dari epoksida. *Epoxy* resin bereaksi dengan beberapa bahan kimia lain seperti amiba polifungsi, asam serta fenol dari alkohol, *epoxy hardener* akan berubah dari cair menjadi padat dan menjadi sangat kuat, tahan suhu tinggi dan memiliki ketahanan kimia yang tinggi. *Epoxy* resin mungkin lebih banyak dikenal karena sifat adhesi yang dimilikinya tetapi sangat baik untuk melindungi logam, kayu, baja, beton, kaca dan lainnya. *Epoxy* resin juga digunakan untuk menghasilkan cetakan, model, hasil cor dan perlengkapan lainnya. *Epoxy* resin akan terurai dibawah sinar UV. Jika menggunakan *epoxy* resin pada luar ruangan disarankan untuk menutup lapisan cat *epoxy* dengan cat *polyurethane* atau *pernis*.

2.6.1 Kelebihan Dan Kekurangan Lem *Epoxy*

1. Kelebihan lem *epoxy*
 - a. Dapat disambungkan dengan material yang berbeda dalam bentuk apapun.
 - b. Penampilan luar suatu ikatan tidak mempengaruhi
 - c. Dapat dilakukan ditemperatur hingga 200°C.
 - d. Tidak ada distorsi yang signifikan
 - e. Sangat tipis daerah pada sambungan dan penambahan berat material yang disambungkan sangat kecil.
2. Kekurangan lem *epoxy*.
 - a. Proses ikatan membutuhkan waktu lama.
 - b. Membutuhkan persiapan permukaan
 - c. Ada batasan temperature
 - d. Pada sambungan sulit untuk melakukan tes *non destructive*.

e. Tingkat kerekatan yang rendah.

2.7 Baja

Baja adalah logam paduan dengan besi sebagai unsur dasar dan karbon sebagai unsur paduan utamanya. Kandungan karbon dalam baja berkisar antara 0,2% hingga 2.1% berat sesuai *grade* nya. Fungsi karbon dalam baja adalah sebagai unsur penguat. Unsur paduan lain yang biasa ditambahkan selain karbon adalah mangan (*manganese*), krom (*chromium*), vanadium dan nikel. Dengan memvariasikan kandungan karbon dan unsur paduan lainnya, berbagai jenis kualitas baja bisa didapatkan. Penambahan kandungan karbon pada baja dapat meningkatkan kekerasan dan kekuatan tariknya, namun disisi lain membuatnya menjadi getas serta menurunkan keuletannya. Pengaruh utama dari kandungan karbon adalah pada kekuatan, kekerasan dan sifat mudah dibentuk. Kandungan karbon yang besar pada baja mengakibatkan meningkatnya kekerasan tetapi baja tersebut akan rapuh dan tidak mudah di bentuk (Aziz, 2016).

2.7.1 Baja Karbon Rendah SS400

Baja karbon rendah adalah jenis baja yang memiliki kandungan karbon relatif rendah. Biasanya, baja karbon rendah memiliki kandungan karbon kurang dari 0,25%. Baja ini terutama terdiri dari besi dan karbon, dengan sedikit atau tanpa tambahan elemen paduan lainnya. Baja karbon rendah digunakan dalam berbagai aplikasi industri, termasuk konstruksi, manufaktur umum, otomotif, dan peralatan rumah tangga. Contoh penggunaan umum baja karbon rendah meliputi struktur bangunan, peralatan pertanian, pipa saluran, rangka kendaraan (Ronald, 2010).

Pada penelitian ini kita menggunakan plat baja standar ASTM D1002 Baja karbon rendah sesuai dengan spesifikasi ini memiliki batas tarik Baja ini juga memiliki elastisitas yang baik dan keuletan yang tinggi. Baja karbon rendah memiliki beberapa karakteristik yang membuatnya populer dalam berbagai aplikasi industri. Salah satu ciri utamanya adalah keuletannya yang baik. Baja karbon rendah mampu

menahan deformasi dan lenturan tanpa retak atau pecah, sehingga cocok untuk komponen struktural yang membutuhkan ketahanan terhadap beban statis atau dinamis.

2.8 Sifat Mekanik Baja.

Baja dikenal memiliki daya tahan cukup kuat, selain itu tidak mudah rapuh bahkan dapat bertahan dalam waktu bertahun-tahun. Ada beberapa sifat mekanis baja antara lain :

1. *Strength* (kekuatan).

Dalam dunia *engineering* terdapat dua jenis *strength* yang dimaksud yaitu *yield strength* dan *tensile strength*. Dimana kedua jenis kekuatan tersebut memiliki pengertian berbeda. Dan keduanya dimiliki oleh baja. *Yield strength* merupakan kekuatan luluh, yaitu tegangan minimum saat material kehilangan sifat elastisitasnya. Sedangkan *tensile strength* merupakan kekuatan tarik, yaitu tegangan maksimum dapat ditahan oleh jenis logam ini saat meregang atau ditarik sebelum material ini patah. Secara umum baja memiliki kuat leleh sebesar 240-400 Mpa.

2. *Toughness* (kekerasan)

Baja memiliki Tingkat kekerasan yang tinggi sehingga baja kemungkinan baja mengalami keretakan kecil. Jika baja mengalami keretakan maka proses merambatnya akan berlangsung dengan cepat, tanpa terjadi deformasi plastis. Resiko patah tergantung ketebalan material baja.

3. *Ductility* (elastisitas).

Meskipun material baja terlihat kaku tapi baja memiliki sifat elastis. Dimana jenis logam ini memanjang saat berada dibawah beban tarik sampai batas tertentu hingga material baja patah. Nilai elastisitas yang dimiliki baja untuk non prategang yaitu sekitar 200.000 Mpa.

4. *Weldability* (kemampuan las).

Sifat baja selanjutnya adalah material yang memiliki kemampuan untuk dilas.

5. *Durability* (ketahanan).

Baja memiliki ketahanan yang tinggi terhadap korosi dan kondisi lainnya.

2.9 Kertas Ampelas (*sandpaper*)

Ampelas merupakan salah satu jenis *abrasive* dengan bahan dasar kain atau kertas, partikel *abrasive*, dan perekat. Ampelas dibuat dalam bentuk lembaran, gulungan, pita ban, piringan, dan lain sebagainya. Fungsi dari kertas ampelas untuk mengikis atau menghaluskan permukaan suatu material dengan cara digosokkan pada permukaannya. Variasi dari kertas ampelas ini dapat ditentukan dari kombinasi *abrasive* dalam berbagai jenis, ukuran butiran, lapisan dan kerapatan lapisan (Cahyadi, 2007).

Tabel 2.2 Standar *Sandpaper*

Ukuran Standar CAMI	Ukuran Standar Fepa	Grit	Deskripsi	Ukutan Rata-Rata Partikel Dalam Mikron
		4 ^{1/2}	Sangat Kasar	1842 (0.07174)
	P12			1815
	P16			1324
60		4		1320(0.05148)
	P20			1000(0.03838)
20		3 ^{1/2}		905(0.3530)
	P24			764(0.02886)
24		3		715(0.02789)
30		2 ^{1/2}	Kasar	638(0.02488)
	P30			642(0.02426)
36		2		535(0.02087)
	P36			538(0.02044)
40		1 ^{1/2}		428(0.01669)
	P40			425(0.01601)
50		1		351(0.01369)
	P50			336(0.01271)
60		^{1/2}	Medium	268(0.01045)
	P60			269(0.01014)
	P80			201(0.00768)
80		0		192(0.00749)
	P100			162(0.00608)
100		2/0		Halus
	P120		125(0.00495)	
120		3/0	116(0.00452)	
	P150		100(0.00363)	
150		4/0	93(0.00363)	
180		5/0	78(0.00304)	
	P180		82	
220		6/0	Sangat Halus	
	P220			68(0.00254)

Cui (2020) mengungkapkan bahwa dalam penggunaannya kertas ampelas dibedakan menjadi dua jenis yaitu ampelas basah dan ampelas kering. Ampelas basah ketika digunakan untuk perlakuan permukaan perlu ditambahkan spirtus ataupun air, sedangkan pada ampelas kering dapat digunakan untuk perlakuan permukaan tanpa cairan.

Standar dari kertas ampelas dibedakan menjadi dua yaitu ukuran standar CAMI (*Coated Abrasives Manufacturer's Institute*) dan ukuran standar FEPA (*Federation of European Producers of Abrasives*). Berdasarkan kedua standar tersebut tidak dapat diperbandingkan secara tepat. Hal tersebut dikarenakan CAMI lebih mendefinisikan mengenai ukuran rata-rata partikel, sedangkan FEPA lebih mendefinisikan ukuran antar partikel minimal dan partikel maksimal yang digunakan.

2.10 Alumunium (Serie 1100)

Aluminium merupakan logam yang banyak digunakan pada setiap bidang industri, seperti industri otomotif, perkapalan, dan dirgantara. Ada beberapa bagian dari proses perakitan yang mengharuskan aluminium untuk disambung dengan menggunakan perekat atau *adhesive bonding*.

Adhesive bonding ialah proses penyambungan dua benda dengan menggunakan perekat/lem. Kelebihan *adhesive bonding* adalah perakitannya lebih sederhana, ringan, dan biaya produksi lebih murah. Sedangkan, kekurangannya ialah sambungannya lebih lemah dari metode penyambungan yang lain, seperti pengelasan dan paku keling. Salah satu upaya untuk meningkatkan sifat mekanis dan fisis dari sambungan perekat logam aluminium yaitu dilakukan perlakuan kekasaran pada permukaan yang akan disambung. Oleh karena itu, beberapa variasi kekasaran permukaan diaplikasikan pada sambungan perekat untuk mengetahui apakah perlakuan kekasaran permukaan dapat meningkatkan sifat mekanis dan fisis dari sambungan perekat, sehingga dapat meningkatkan kekuatan atau daya tahan dari sambungan perekat tersebut. Penelitian ini menggunakan perekat epoksi (*Dextone*). Bentuk dan ukuran spesimen uji mengikuti standar ASTM D1002 dengan menggunakan pelat aluminium

seri 1100. Sebelum logam aluminium (*adherend*) direkatkan dengan kedua jenis perekat tersebut, permukaan adherend diberi variasi kekasaran permukaan dengan menggunakan kertas ampelas grit 80, grit 150, grit 400. Masing-masing variasi perlakuan terdapat 2 pasang spesimen, sehingga total spesimen sebanyak 6 pasang. Untuk mengetahui sifat mekanis berupa kekuatan geser dari sambungan perekat dilakukan pengujian menggunakan alat uji tarik. Untuk mengetahui sifat fisis berupa struktur makro dan mikro dari sambungan perekat dilakukan pengamatan struktur makro menggunakan mikroskop *digital portable* dan struktur mikro menggunakan mikroskop optik dan *scanning electron microscope* (SEM).



Gambar 2.3 Alumunium Serie 1100

2.10.1 Karakteristik Alumunium

Alumunium memiliki banyak keunggulan dibandingkan berbagai logam lainnya karena daya tahan dan kelenturannya, alumunium digunakan dalam berbagai produk untuk membuat mesin, menghantarkan panas atau membuat wadah dan barang barang rumah. Beberapa sifat penting alumunium yang membedakan alumunium dan logam lain adalah :

1. Ringan

Alumunium memiliki massa jenis yang rendah, yang menjadikannya salah satu logam yang paling ringan. Kekuatan dan keseimbangan massa dan kekuatan membuatnya sangat

berguna untuk pengaplikasian yang membutuhkan bahan yang ringan.

2. Konduktor panas dan listrik yang baik.

Alumunium memiliki konduktivitas termal dan listrik yang tinggi, membuatnya cocok untuk aplikasi dalam industri listrik dan elektronik.

3. Tahan korosi.

Alumunium membentuk lapisan oksida alami pada permukaannya yang memberikan perlindungan terhadap korosi.

4. Fleksibilitas.

Alumunium dapat dengan mudah ditempa dan dibentuk, fleksibilitas ini memudahkan dalam proses manufaktur dan memungkinkan berbagai bentuk dan desain.

5. Reflektivitas tinggi

Alumunium memiliki sifat reflektif yang baik terhadap cahaya dan panas.

6. Kekerasan yang rendah.

Alumunium bukan logam yang sangat keras yang membuat logam alumunium rentan terhadap goresan dan deformasi. Oleh karena itu, alumunium seringkali dipadukan dengan logam lainnya untuk meningkatkan kekerasan dan kekuatannya.

7. Tahan terhadap suhu tinggi.

Alumunium memiliki ketahanan suhu tinggi 660 °C.

8. *Non magnetic*.

Alumunium adalah bahan *non magnetic*, sehingga sering digunakan dalam aplikasi yang membutuhkan bahan *non ferromagnetic*.

2.10.2 Titik Luluh Alumunium (*yield point*).

Titik luluh (*yield point*) adalah titik pada kurva tegangan-regangan suatu material ketika material tersebut mengalami deformasi plastis permanen. Titik ini menandai batas antara *fase*

elastis dan *fase plastis*. Pada umumnya titik luluh alumunium untuk paduan tertentu adalah sebagai berikut :

1. Alumunium seri 1000.

Untuk alumunium seri 1000 tidak memiliki titik luluh yang jelas deformasi dimulai setelah pemuatan

2. Alumunium seri 3000.

Untuk alumunium seri 3000 titik luluhnya sekitar 40 MPa hingga 80 MPa.

3. Alumunium seri 5000

Titik luluh alumunium seri 5000 sekitar 120 MPa hingga 240 MPa

4. Alumunium seri 6000

Titik luluh alumunium seri 6000 sekitar 240 MPa hingga 310 MPa

5. Alumunium seri 7000

Titik luluh alumunium seri 7000 sekitar 460 MPa hingga 570 MPa.

2.10.3 Klasifikasi Alumunium

Adapun klasifikasi alumunium adalah sebagai berikut:

a. Alumunium murni

Alumunium 99% tanpa tambahan logam paduan apapun dan dicetak dalam keadaan biasa, hanya memiliki kekuatan tensil sebesar 90 MPa, terlalu lunak untuk penggunaan yang luas sehingga seringkali alumunium dipadukan dengan logam lain

b. Alumunium paduan

Elemen paduan yang umum digunakan pada alumunium adalah silicon, magnesiaum, tembaga, seng, mangan, dan juga lithium. Secara umum penambahan logam paduan hingga konsentrasi tertentu akan meningkatkan kekuatan *tensil* dan kekerasan, serta menurunkan titik lebur. Namun, kekuatan bahan paduan alumunium tidak hanya bergantung pada konsentrasi logam paduannya saja,

tetapi juga bagaimana proses perlakuannya hingga alumunium siap digunakan, apakah dengan perlakuan panas, penempaan, penyimpanan dan sebagainya. Ada beberapa macam paduan alumunium seperti :

1. Paduan alumunium-*silicon*
2. Paduan alumunium-*magnesium*
3. Paduan alumunium-tembaga
4. Paduan alumunium-*manga*
5. Paduan alumunium-seng
6. Paduan alumunium-*lithium*
7. Paduan alumunium-*skandium*
8. Paduan alumunium-besi

2.11 Uji Kekasaran (*Surface Roughness Testing*)

Uji kekasaran (*surface roughness testing*) adalah proses pengukuran dan evaluasi tingkat kekasaran atau ketidakhalusan permukaan suatu benda. Tujuan dari uji kekasaran ini adalah untuk mengevaluasi dan memahami kualitas permukaan, termasuk struktur, tekstur, dan ketidakhalusannya. Pengukuran kekasaran dilakukan dengan menggunakan peralatan khusus yang disebut profilometer, yang memberikan nilai numerik yang merepresentasikan keadaan permukaan dari segi kekasarannya.

Tujuan dari uji kekasaran adalah untuk menentukan bagaimana kualitas permukaan tersebut memengaruhi kinerja suatu komponen, benda kerja, atau produk akhir. Dengan melakukan uji kekasaran, seseorang dapat memperoleh informasi penting tentang profil permukaan, termasuk detail tentang tekstur, ketidakhalusan, atau variasi dalam struktur permukaan. Proses uji kekasaran melibatkan penggunaan peralatan khusus yang disebut profilometer atau alat pengukur lainnya, yang dapat mengukur parameter tertentu dari permukaan yang diuji. Beberapa parameter yang umumnya diukur dalam uji kekasaran.



Gambar 2.4 *Surface Roughness Tester*

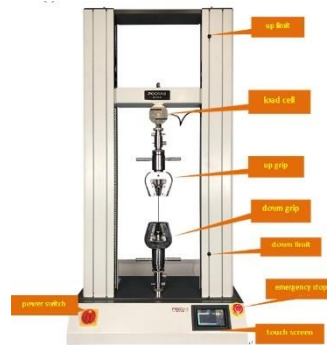
1. R_a (*Roughness Average*) adalah rata-rata aritmatika dari profil keseluruhan dari permukaan yang diukur. Ini mengukur rata-rata jarak antara puncak dan lembah pada profil permukaan.
2. R_z (*Average Roughness*) adalah rata-rata ketinggian dari lima titik tertinggi dan terendah pada panjang profil tertentu. Ini memberikan gambaran tentang variasi kasar pada permukaan.
3. R_q (*Root Mean Square Roughness*) adalah akar rata-rata kuadrat dari seluruh nilai ketidakhalusan permukaan. Ini memberikan indikasi tentang fluktuasi kekasaran di sepanjang profil permukaan.

Uji kekasaran sangat penting dalam berbagai industri manufaktur, termasuk teknik mesin, industri otomotif, manufaktur presisi, dan bidang-bidang lain di mana ketidakhalusan permukaan memainkan peran penting dalam performa dan keandalan produk. Dengan melakukan uji kekasaran secara teratur, perusahaan dapat memastikan bahwa produk mereka memenuhi standar kualitas yang ditetapkan dan sesuai dengan kebutuhan aplikasi tertentu. Uji kekasaran juga penting dalam proses perbaikan kualitas dan pengendalian kualitas untuk memastikan bahwa produk yang dihasilkan sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan.

2.12 Uji Tarik

Uji tarik merupakan salah satu pengujian untuk mengetahui kekuatan suatu bahan material dengan cara memberikan beban gaya sesumbu. Hasil yang dapat pada pengujian tarik ini sangat penting untuk rekayasa teknik dan desain produk karena menghasilkan kekuatan material.

Alat uji tarik adalah salah satu alat uji mekanik untuk mengetahui kekuatan bahan terhadap gaya tarik. Dalam pengujiannya, bahan uji ditarik sampai batas maksimum atau sampai putus. Sehingga dapat mengetahui ketahanan tarik suatu benda. Adapun standarisasinya Amerika dengan ASTM D1002. Alat uji tarik ini memiliki cengkraman (*grip*) yang kuat dan kekakuan yang tinggi (Nastiti et al., 2017).



Gambar 2.5 Alat Uji Tarik

Hasil dari yang diperoleh dari pengujian tarik berupa kurva tegangan regangan dalam perhitungannya tegangan dan regangan dibagi menjadi dua yaitu *engineering stress* dan *true stress*, serta tegangan yang nyata dan tegangan yang rekayasa. Perbedaan kedua jenis tegangan regangan ini adalah pada perhitungannya. Perhitungan tegangan dan regangan teknik menggunakan luas penampang asli sehingga kurva tegangan-regangan yang dihasilkan berkurang setelah batas UTS terlampaui. Berbeda dengan kasus perhitungan tegangan-regangan yang sebenarnya, dalam perhitungan ini luas penampang yang digunakan adalah luas penampang pada saat terjadi regangan, yang artinya luas penampang selalu berubah tanpa memperhatikan regangan setiap saat. Untuk memperoleh nilai tegangan dari material, digunakan formula sebagai berikut

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

Keterangan :

σ : Tegangan (N/m^2)

F : Gaya (N)

A : Luas Penampang (m^2)

Dan untuk memperoleh nilai regangan dapat menggunakan formula sebagai berikut :

$$\varepsilon \frac{\Delta L}{L}$$

Keterangan

ε : Regangan

ΔL : Nilai Perpanjangan (m)

L : Panjang Awal (m)

Nilai-nilai yang diperoleh dari pengujian kemudian disajikan dalam bentuk grafik XY sehingga membentuk kurva tegangan-regangan

Tabel 2.1 keterangan istilah

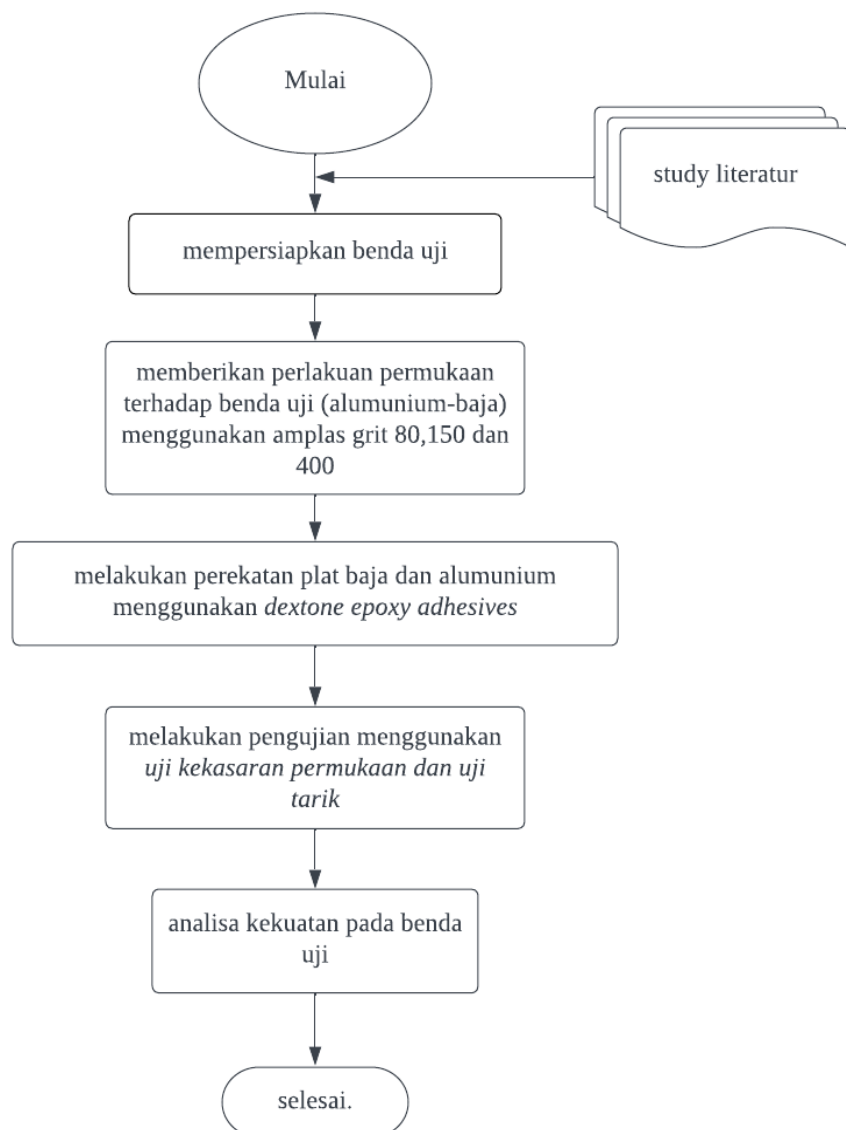
No	Istilah	Keterangan
1	<i>Epoxy</i>	Bahan Polimer Untuk Perkat
2	<i>Grit</i>	Butiran Kasar (Partycle Size)
3	<i>Resin</i>	Bahan Dasar Pembuatan Perekat
4	<i>Grip</i>	Pegangan/Cekam
5	<i>Grade</i>	Nilai
6	<i>Adhesive</i>	Perekat

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Adapun beberapa langkah untuk mendapatkan hasil analisa pengaruh kekasaran permukaan pada kekuatan sambungan :



Gambar 3.1 Diagram Alir Pengujian

3.2 Identifikasi masalah

Identifikasi masalah dalam penelitian ini adalah memberikan perlakuan kekasaran pada permukaan setiap spesimen untuk mengetahui pengaruh kekasaran pada permukaan pada kekuatan rekat.

3.3 Alat Dan Bahan

Alat yang digunakan untuk melakukan pengujian ini adalah sebagai berikut :

1. Gerinda

Gerinda ini digunakan untuk memotong spesimen plat baja-alumunium.



Gambar 3.2 Gerinda potong

2. Ampelas

Ampelas digunakan untuk memberikan variasi kekasaran pada permukaan spesimen dengan macam macam grit (80, 150, 400).



Gambar 3.3 Ampelas grit (80, 150, 400)

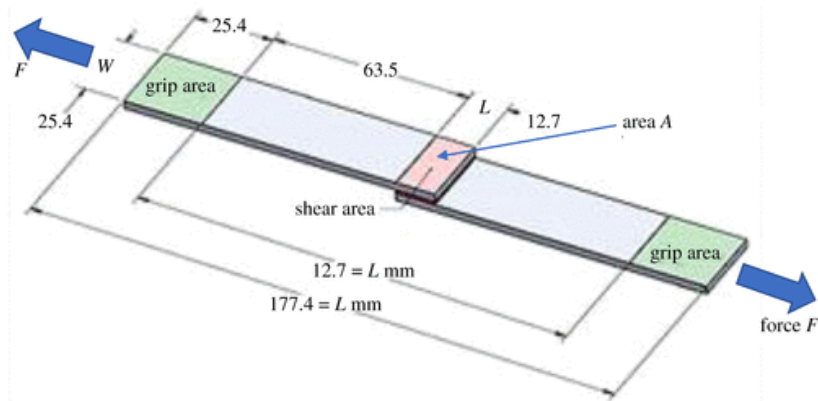
3. Plat Alumunium serie 1100

Alumunium alloy 1100 dibentuk dengan ukuran sesuai standar ASTM D1002 yaitu :

Panjang (gauge length) = 177.4 mm

Lebar (width) = 25 mm

Tebal = 6 mm



Gambar 3.4 Dimensi Spesimen Alumunium

Sumber (ASTM International, 2018).

4. Plat baja karbon rendah SS400

Baja karbon rendah merupakan baja dengan kandungan utama besi dan karbon dengan komposisi karbon <0,3%. Plat baja karbon dipotong dan dibentuk sesuai standar ASTM D1002 yaitu

Panjang (gauge length) = 177,4 mm

Lebar (width) = 25 mm

Tebal = 6 mm



Gambar 3.5 Dimensi Plat Baja

Sumber (ASTM International, 2018).

5. *Dextone Epoxy Adhesive*

Lem *dextone epoxy adhesive* ini digunakan untuk merekatkan kedua benda uji yaitu aluminium dan baja



Gambar 3.6 Lem *Epoxy Dextone*

3.4 **Prosedur Penelitian**

Pada prosedur penelitian pengujian ini yang pertama dilakukan adalah memberikan perlakuan kekasaran permukaan pada masing masing benda uji dengan tingkat kekasaran yang berbeda dengan amplas.

3.4.1 **Metode Eksperimen**

Holman (2012) mengatakan bahwa metode eksperimen merupakan metode yang dilakukan untuk memperoleh data secara sistematis dan terukur. Metode eksperimen juga dilakukan dengan tujuan mendapatkan kendali terhadap produk. Metode eksperimen dilakukan dengan mengukur variable yang berhubungan dengan produk atau system dan melakukan Analisa data kemudian digunakan dalam mengambil kesimpulan tentang relevansi antara variable perlakuan dan pengukuran khususnya terhadap material yang menjadi penelitian ini.

Dalam penelitian ini metode eksperimen yang dilakukan merupakan perlakuan permukaan material yang kemudian dilanjutkan dengan melakukan perekatan menggunakan lem epoxy untuk merekatkan material yang akan di uji yang dimana variabelnya adalah perbedaan kekasaran permukaan pada tiap spesimen yang akan diuji, variasi yang

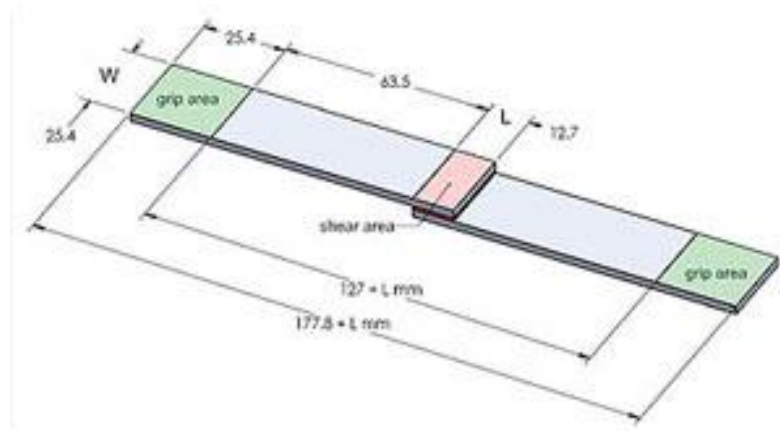
digunakan adalah grit 80, grit 150 dan grit 400. Adapun variable kontrol tersebut diberi nama sebagai berikut :

- **Spesimen A** dengan perlakuan kekasaran grit 80
- **Spesimen B** dengan perlakuan kekasaran grit 150
- **Spesimen C** dengan perlakuan grit 400

Tujuan variasi ini adalah untuk mengetahui pengaruh dari perbedaan perlakuan kekasaran terhadap kekuatan lem pada spesimen yang direkatkan menggunakan lem dengan metode *adhesive bonding*.

1. Pembuatan Spesimen

Pembuatan spesimen merupakan awal untuk melanjutkan eksperimen selanjutnya, Dimana spesimen dibentuk sesuai dengan standar yang digunakan yaitu standar ASTM D1002. Dimana dimensi benda pada ASTM D1002 sebagai berikut:



Gambar 3.7 Dimensi ASTM D1002

Memotong plat spesimen menggunakan gerinda potong sesuai standar ASTM D1002.

2. Memberikan Perlakuan Kekasaran Permukaan

Memberikan perlakuan kasar pada tiap pasang spesimen dengan tingkat kekasaran yang berbeda beda dengan amplas,

tingkat amplas yang digunakan untuk memberikan perlakuan kekasaran yaitu (grit 80, grit 150 dan grit 400)



Gambar 3.8 Proses Pengukuran *Surface Roughness*

Hasil yang didapat pada perlakuan kekasaran akan ditampilkan dalam bentuk tabel setelah melakukan pengujian dengan menggunakan alat uji *surface roughness*.

3. Memilih Perekat *Adhesive*

Adhesive yang dibutuhkan, pada eksperimen ini yang akan diuji kekuatannya alumunium-baja maka dari itu memakai lem *dextone epoxy adhesive*.



Gambar 3.9 Lem Epoxy

Setelah ditentukan jenis lem yang akan digunakan maka selanjutnya akan dilakukan perekatan pada permukaan yang telah diberikan perlakuan kekasaran menggunakan lem *epoxy dextone* :



Gambar 3.10 Perekatan

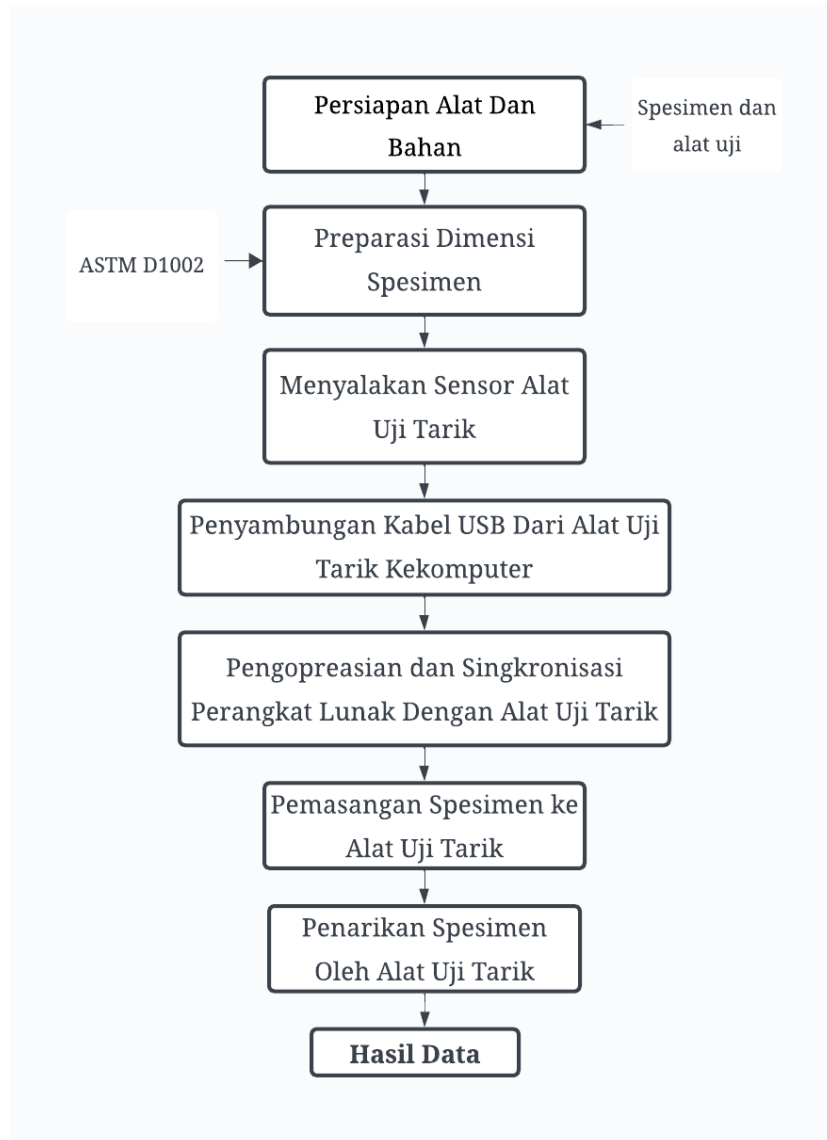
Setelah dilakukan perekatan pada benda uji selanjutnya akan ditunggu selama 3x24 jam untuk memastikan lem benar benar merekat.

4. Pengujian Material

Pengujian material merupakan proses selanjutnya yang perlu dilakukan dalam metode eksperimen. Kilas balik ke definisi dari metode eksperimen khususnya dalam bidang keteknikan, merupakan metode yang digunakan untuk memperoleh data yang terukur dan sistematis

Sehingga dalam eksperimen yang digunakan dalam penelitian ini dirasa perlu adanya metode penentuan dengan melakukan pengujian

terhadap material dengan jenis pengujian uji tarik untuk menentukan kekuatan tarik dari masing masing spesimen yang telah diberikan perlakuan kekasaran yang berbeda pada permukaannya sehingga dapat diketahui pengaruh dari kekasaran permukaan terhadap kekuatan *adhesive*.



Gambar 3.11 Diagram Alir Uji Tarik

3.5 Metode Literatur

Metode literatur yang dilakukan adalah dengan mencari referensi dari buku maupun jurnal yang berkaitan dengan pengaruh perlakuan kekasaran pada permukaan terhadap kekuatan sambungan atau *adhesive bonding* pada baja dan aluminium.

BAB IV

HASIL PENGUJIAN

4.1 Hasil Pengujian

Hasil pengujian pada penelitian ini memiliki fokus terhadap pengaruh perlakuan kekasaran pada setiap spesimen yang diberikan perlakuan kekasaran yang berbeda pada setiap spesimen nya menggunakan amplas untuk memberikan kekasaran pada permukaan setiap benda uji, amplas yang digunakan yaitu grit 80, grit 150 dan grit 400. Permukaan yang diberikan kekasaran menggunakan grit 80 adalah permukaan paling kasar, grit 150 dengan kekasaran yang sedang, dan yang kekasaran paling halus adalah grit 400.

Kembali ke pembahasan bab sebelumnya, terdapat 2 pengujian yang dilakukan untuk memberikan validasi dari spesimen. Jenis jenis pengujian tersebut antara lain pengujian kekasaran permukaan (*surface roughnes*) untuk dan uji tarik (*tensile test*).

4.1.1 Pengukuran Kekasaran Permukaan (*surface roughness*)

Pengukuran kekasaran permukaan adalah proses untuk menilai atau mengukur tingkat ketidakrataan atau kerapatan suatu permukaan. Kekasaran permukaan dapat mempengaruhi kinerja berbagai jenis peralatan dan komponen, seperti bantalan, gigi, dan alat pemotong. Dalam melakukan uji kekasaran permukaan peneliti menggunakan 3 benda uji yang diberikan perlakuan yang berbeda yaitu spesimen A menggunakan grit 80, spesimen B menggunakan grit 150 dan spesimen C menggunakan grit 400. Dalam pengambilan data untuk menentukan R_a , R_q dan R_q untuk uji kekasaran permukaan dengan menggunakan alat *surface roughness*. Dimana hasil yang didapat adalah sebagai berikut :

Tabel 4.1 Nilai Hasil Pengukuran Kekasaran Permukaan

HASIL PENGUKURAN UJI KEKASARAN PERMUKAAN				
SURFACE ROUGHNESS				
SPECIMEN	PERCOBAAN KE	Ra (μm)	Rq (μm)	Rz (μm)
<i>Specimen A</i>	1	2,58	3,22	15,47
	2	2,39	2,88	12,44
	3	2,43	3	14,47
Rata-Rata		2,47	3,03	14,13
<i>Specimen B</i>	1	1,49	1,86	9,86
	2	1,72	2,15	9,96
	3	1,72	2,12	9,79
Rata-Rata		1,64	2,04	9,87
<i>Specimen C</i>	1	1,03	1,29	6,6
	2	1,08	1,17	6,06
	3	1,06	1,35	6,89
Rata-Rata		1,05	1,27	6,52

Nilai kekasaran dinyatakan dalam *Roughness Average* atau Ra yang diartikan sebagai rata-rata aritmatika serta adanya penyimpangan pada profil kekasaran. Rz merupakan jarak rata-rata profil alas ke profil terukur pada 5 puncak tertinggi dikurangi jarak rata-rata profil alas ke profil terukur pada lima lembah terendah sedangkan Rq (μm) adalah akar bagi jarak kuadrat rata-rata antara profil terukur dengan profil tengah.

4.1.2 Uji Tarik (*tensile test*)

Diperoleh beberapa data hasil pengujian dari specimen A yang merupakan benda uji yang diberikan perlakuan kekasaran permukaan dengan amplas grit 80, specimen B yaitu benda uji yang diberikan perlakuan kekasaran permukaan dengan amplas grit 150 dan specimen C benda uji dengan perlakuan kekasaran permukaan menggunakan amplas grit 400.

Tabel 4.2 Data Hasil Uji Tarik

HASIL UJI TARIK			
Specimen	Percobaan	Kekuatan Tarik (σ)	ΔL (mm)
<i>Specimen A</i>	1	0,201	0,0667
	2	0,231	0,0976
	3	0,251	0,1085
Rata-rata		0,2267	0,09093
STDEV		0,02517	0,02168
<i>Specimen B</i>	1	0,168	0,0137
	2	0,174	0,0779
	3	0,161	0,1136
Rata-rata		0.168	0,0684
STDEV		0,0065	0.05062
<i>Specimen C</i>	1	0,031	0,0165
	2	0,035	0,0189
	3	0,027	0,0173
Rata-rata		0,031	0,0175
STDEV		0,004	0,00122

Data hasil pengujian tarik sehingga memperoleh nilai regangan tegangan dan modulus elastisitas. Dengan merujuk pada rumus berikut :

1. Regangan (ε)

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$$

2. Modulus elastisitas

$$E = \frac{\sigma u}{\Delta \varepsilon}$$

Tabel 4.3 Keterangan Simbol

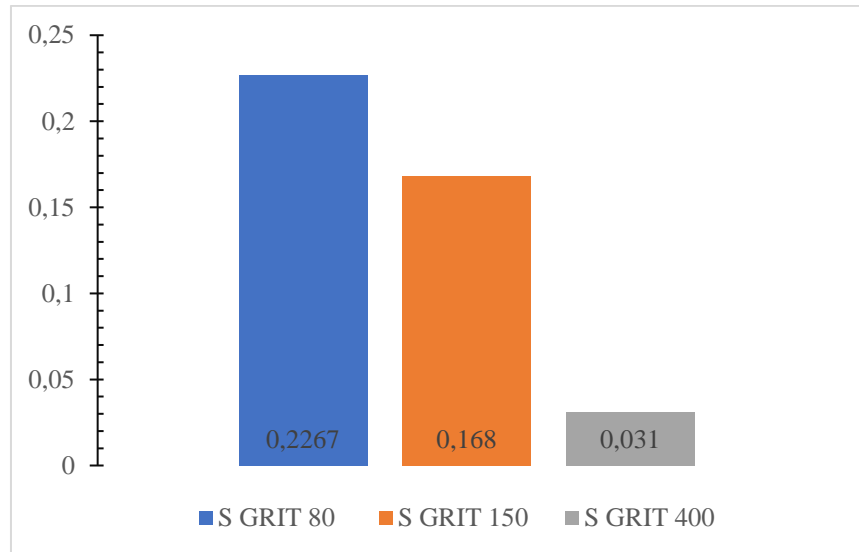
No	Simbol	Keterangan	Satuan
1	σu	Tegangan maksimal	Mpa
2	ε	Regangan	%
3	Δl	Pertambahan Panjang	mm
4	E	Modulus elastisitas	N/m ²
5	l_0	Panjang awal	mm

Selanjutnya dilakukan perhitungan nilai regangan dan modulus elastisitas pada setiap benda uji nilai hasil rata rata perhitungan regangan dan modulus elastisitas untuk rata rata regangan spesimen A adalah 0,00058 modulus elastisitas spesimen A memiliki nilai rata rata 203, 358, untuk spesimen B nilai rata rata regangan yang dimiliki adalah 0,00037 untuk nilai rata rata nilai modulus elastisitasnya 177,774 dan untuk nilai rata rata regangan spesimen C adalah 0,00014 dan nilai rata rata modulus elastisitasnya adalah 83,34. Untuk nilai lebih lengkap dibuat tabel dibawah ini :

Tabel 4.4 Perhitungan Regangan dan Modulus Elastisitas

Perhitungan Regangan Dan Modulus Elastisitas			
Spesimen	Percobaan	Regangan	Modulus Elastisitas
A	1	0,00052	234,298
	2	0,00067	213,467
	3	0,00056	162,308
Rata-Rata		0,00058	203,358
STDEV		7,77E-05	30,2466
B	1	0,00031	187,631
	2	0,00042	159,749
	3	0,00037	185,942
Rata-Rata		0,00037	177,774
STDEV		5,51E-05	15,6329
C	1	0,00014	84,66
	2	0,00017	86,54
	3	0,00012	78,82
Rata-Rata		0,00014	83,34
STDEV		2,56E-05	4,026

Kemudian dilakukan analisa lebih lanjut dengan menggunakan grafik sebagai penyajian data, dengan grafik sebagai berikut :

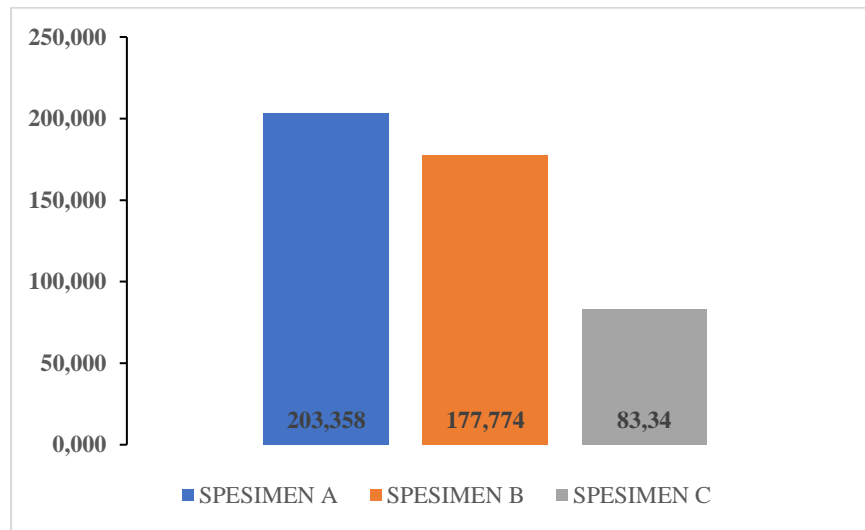


Gambar 4.4 Grafik Nilai Kekuatan Tarik

Pengujian yang dilakukan Uji Tarik menggunakan standar ASTM D1002-01 dengan hasil masing masing benda uji yaitu spesimen A dengan grit ampelas 80 mendapatkan nilai 0,2267 Mpa, spesimen B dengan grit ampelas 150 mendapatkan nilai 0,168 Mpa, dan spesimen C dengan grit ampelas 400 mendapatkan nilai 0,031 Mpa. Hasil penelitian menunjukkan *adhesive bonding* baja dengan alumunium dengan kekasaran grit ampelas 80 dengan nilai rata rata kekasaran μm yaitu 2,47 memiliki kekuatan maksimal dengan rata rata kekuatan tarik 0,2267 Mpa. Sambungan baja-alumunium dengan grit ampelas 400 dengan nilai rata rata kekasaran 1,05 μm memiliki kekuatan tarik terendah 0,031 Mpa.

Kemudian dapat disimpulkan dengan data yang didapat yaitu semakin tinggi nilai kekasaran semakin tinggi nilai kekuatan tarik (Hilmi firmansyah, 2018). Kekasaran permukaan dapat mempengaruhi kekuatan tarik sebuah bahan karena interaksi antara bahan tersebut dengan lingkungannya, kekasaran permukaan memiliki dampak yang signifikan pada beberapa aspek yang mempengaruhi kekuatan tarik, kekasaran permukaan mempengaruhi dua bahan untuk berinteraksi secara melekat

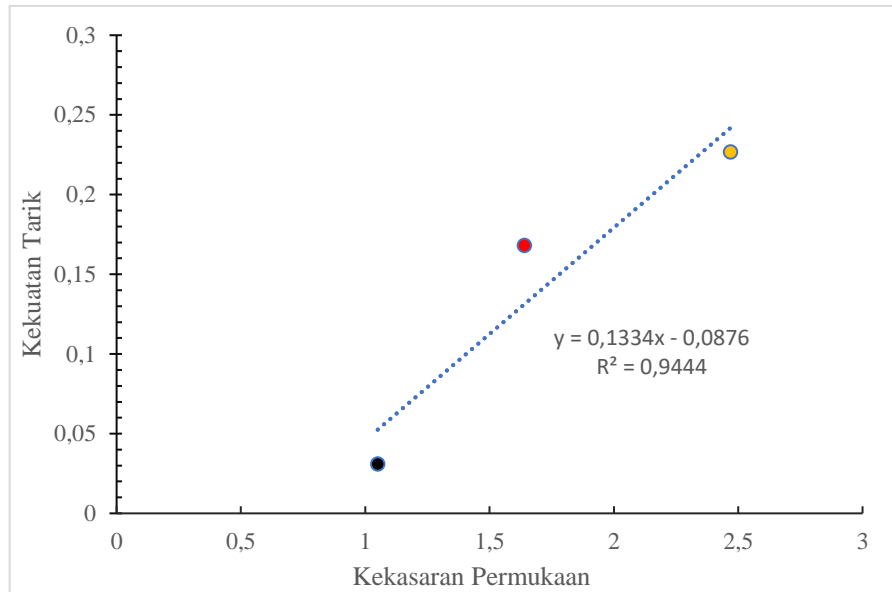
(*adhesi*), *adhesi* yang baik dapat meningkatkan kekuatan tarik antara dua bahan yang bersentuhan.



Gambar 4.6 Modulus Elastisitas

Modulus elastisitas atau bisa juga disebut modulus young adalah suatu parameter yang mengukur sejauh mana suatu bahan dapat meregang atau mengalami deformasi terhadap gaya yang diberikan. Modulus elastisitas di simbolkan dengan huruf E dan didefinisikan sebagai rasio tegangan regangan. Untuk rumus yang digunakan untuk mencari nilai modulus elastisitas adalah $E = \frac{\sigma u}{\Delta \epsilon}$ Dimana untuk mencari nilai modulus young yaitu membagi nilai tegangan maksimal dengan regangan, dapat disimpulkan semakin besar tegangan yang dihasilkan maka semakin besar nilai modulus elastisitas yang didapat.

Dalam hasil pengujian kali ini setiap benda uji dengan Tingkat kekasaran yang berbeda memiliki nilai modulus elastisitas yang berbeda yaitu spesimen A memiliki nilai modulus elastisitas paling tinggi yaitu 203,358 dan spesimen B memiliki modulus elastisitas 177,774 dan modulus elastisitas pada spesimen C memiliki nilai modulus elastisitas paling rendah yaitu 83,34.



Gambar 4.7 Grafik Korelasi

Nilai korelasi ini dibuat untuk mengetahui nilai korelasi antara nilai kekasaran permukaan dan kekuatan tarik. Untuk sumbu X adalah nilai kekasaran permukaan dan sumbu Y adalah nilai kekuatan tarik. Keterangan diatas ditandai dengan titik yang berwarna untuk titik warna hitam adalah titik korelasi spesimen C, untuk titik warna kuning adalah titik korelasi spesimen B dan yang paling tinggi adalah titik korelasi spesimen A.

Nilai korelasi merupakan istilah untuk menentukan hubungan antara variable tujuan dari koefisien korelasi adalah untuk mendapatkan kekuatan hubungan dua variable atau lebih yang dinyatakan dengan koefisien korelasi (Sarwono, 2006).

Dapat disimpulkan antara perlakuan kekasaran (*surface roughness*) dan kekuatan tarik memiliki nilai korelasi yang sangat kuat dengan nilai korelasi 0,9444. Perhitungan korelasi terlampir pada lampiran 1.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan serangkaian proses pengujian dengan memberi perlakuan yang berbeda pada setiap benda yang akan diuji menggunakan amplas, mengukur permukaan yang didapat pada setiap benda uji dengan menggunakan metode pengukuran permukaan memakai alat *surface roughness* lalu menguji kekuatan masing masing dari benda kerja untuk membuktikan pengaruh kekasaran pada kekuatan rekat dengan menggunakan uji tarik atau *tensile tes*. Maka Analisa dapat disimpulkan bahwa perlakuan kekasaran pada permukaan dapat berpengaruh pada kekuatan rekat hal ini dapat terlihat pada masing masing kekuatan tarik yang dimiliki oleh benda uji memperlihatkan perbedaan kekuatan pada benda uji A dengan grit paling kasar yaitu menggunakan amplas grit 80 memiliki kekuatan **0,2267** Mpa, untuk spesimen B memiliki kekuatan tarik **0,168** Mpa yang paling halus yang diberikan amplas grit 400 yaitu benda uji C memiliki kekuatan tarik lebih kecil yaitu **0,0315** Mpa

5.2 Saran

1. Diperlukanya penelitian lanjutan mengenai pengaruh kekasaran pada permukaan benda uji untuk mengetahui pengaruh kekasaran terhadap kekuatan tarik pada perekat.
2. Dalam aspek pengujian, diperlukan beberapa modifikasi terhadap spesimen terkhusus pada area yang akan diberikan perlakuan kekasaran dan ukuran benda uji harus sesuai dengan dimensi yang sudah ditentukan pada standar pengujian.

DAFTAR PUSTAKA

- Muhaimin, Zikril. *Pengaruh Kandungan Hybrid Partikel Caco3 Dan Karet Dalam Perekat Epoxy Terhadap Kekuatan Geser Sambungan Perekat Pada Baja*. Diss. Universitas Mataram, 2023.
- ACHMAD SYAIFUL AZIZ. (2016). *APLIKASI KLASIFIKASI JENIS BAJA BERDASARKAN KOMPOSISI KIMIA DENGAN MENGGUNAKAN METODE FK-NNC (FUZZY K-NEAREST NEIGHBORIN EVERY CLASS)*. Universitas Muhammadiyah Gresik.
- ASTM International. (2018). *ASTM D 1002 Lap Shear Strength of Adhesively Bonded Metal Specimens*. 1–2.
- Brockmann Walter. (2009). *Adhesive Bonding*.
- cui. (2020). *pengaruh tingkat kekasaran kertas ampelas terhadap kekuatan tarik adhesive pada sambungan SLJ material aluminium*. Politeknik Semarang.
- Fuadi, R. N. U. R. (2020). *STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH KEKASARAN PERMUKAAN TERHADAP KEKUATAN GESER, STRUKTUR MAKRO DAN MIKRO PADA SAMBUNGAN LOGAM ALUMINIUM DENGAN ADHESIVE BONDING RAIS NUR FUADI, Ir. M. Waziz Wildan, M.Sc., Ph.D.*
- Nastiti, F., Banjir, B., Zakaria, R., & Manalu, M. (2017). *Mengenal Uji Tarik dan Sifat-sifat Mekanik Logam*. 1–6.
- Ronald, M. H. (2010). *STUDI PENGARUH DEFORMASI SEARAH PROSES CANAI HANGAT TERHADAP MORFOLOGI BUTIR FERIT DAN KETAHANAN KOROSI PADA BAJA KARBON SS400*. Universitas Indonesia.
- Silva. (2017). An updated review of adhesively bonded joints in composite materials. *Https://Www.Sciencedirect.Com/, 72, 30–42*.
- Sumaidi. (2015). *Perilaku Sambungan Geser Dengan Lem Pada Elemen Tarik Baja Ringan*.

- ACHMAD SYAIFUL AZIZ. (2016). *APLIKASI KLASIFIKASI JENIS BAJA BERDASARKAN KOMPOSISI KIMIA DENGAN MENGGUNAKAN METODE FK-NNC (FUZZY K-NEAREST NEIGHBORIN EVERY CLASS)*. Universitas Muhamadiyah Gresik.
- ASTM International. (2018). *ASTM D 1002 Lap Shear Strength of Adhesively Bonded Metal Specimens*. 1–2.
- Brockmann Walter. (2009). *Adhesive Bonding*.
- cui. (2020). *pengaruh tingkat kekasaran kertas ampelas terhadap kekuatan tarik adhesive pada sambungan SLJ material aluminium*. Politeknik Semarang.
- Fuadi, R. N. U. R. (2020). *STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH KEKASARAN PERMUKAAN TERHADAP KEKUATAN GESER, STRUKTUR MAKRO DAN MIKRO PADA SAMBUNGAN LOGAM ALUMINIUM DENGAN ADHESIVE BONDING* RAIS NUR FUADI, Ir. M. Waziz Wildan, M.Sc., Ph.D.
- Nastiti, F., Banjir, B., Zakaria, R., & Manalu, M. (2017). *Mengenal Uji Tarik dan Sifat-sifat Mekanik Logam*. 1–6.
- Ronald, M. H. (2010). *STUDI PENGARUH DEFORMASI SEARAH PROSES CANAI HANGAT TERHADAP MORFOLOGI BUTIR FERIT DAN KETAHANAN KOROSI PADA BAJA KARBON SS400*. Universitas Indonesia.
- Silva. (2017). An updated review of adhesively bonded joints in composite materials. *Https://Www.Sciencedirect.Com/, 72, 30–42*.
- Sumaidi. (2015). *Perilaku Sambungan Geser Dengan Lem Pada Elemen Tarik Baja Ringan*.
- ACHMAD SYAIFUL AZIZ. (2016). *APLIKASI KLASIFIKASI JENIS BAJA BERDASARKAN KOMPOSISI KIMIA DENGAN MENGGUNAKAN METODE FK-NNC (FUZZY K-NEAREST NEIGHBORIN EVERY CLASS)*. Universitas Muhamadiyah Gresik.

ASTM International. (2018). *ASTM D 1002 Lap Shear Strength of Adhesively Bonded Metal Specimens*. 1–2.

Brockmann Walter. (2009). *Adhesive Bonding*.

cui. (2020). *pengaruh tingkat kekasaran kertas ampelas terhadap kekuatan tarik adhesive pada sambungan SLJ material aluminium*. Politeknik Semarang.

Fuadi, R. N. U. R. (2020). *STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH KEKASARAN PERMUKAAN TERHADAP KEKUATAN GESER, STRUKTUR MAKRO DAN MIKRO PADA SAMBUNGAN LOGAM ALUMINIUM DENGAN ADHESIVE BONDING RAIS NUR FUADI, Ir. M. Waziz Wildan, M.Sc., Ph.D.*

Hastuti. (2017). *Variasi fraksi volume adhesive dan ketebalan adhesive sambungan SLJ aluminium*.

Heryanda. (2013). *Pengaruh Kekasaran Permukaan Terhadap Kekuatan Geser Sambungan Antara AA 5052 dan C10100 Menggunakan Free Vacuum Diffusion Bonding* [Universitas Andalas].
<http://scholar.unand.ac.id/id/eprint/16116>

Nastiti, F., Banjir, B., Zakaria, R., & Manalu, M. (2017). *Mengenal Uji Tarik dan Sifat-sifat Mekanik Logam*. 1–6.

Ronald, M. H. (2010). *STUDI PENGARUH DEFORMASI SEARAH PROSES CANAI HANGAT TERHADAP MORFOLOGI BUTIR FERIT DAN KETAHANAN KOROSI PADA BAJA KARBON SS400*. Universitas Indonesia.

Silva. (2017). An updated review of adhesively bonded joints in composite materials. <https://www.sciencedirect.com/>, 72, 30–42.

Sumaidi. (2015). *Perilaku Sambungan Geser Dengan Lem Pada Elemen Tarik Baja Ringan*

Hidayat, Wahyu. "Klasifikasi dan Sifat Material Teknik Serta Pengujian Material." (2019).

- Muflikhun, Muhammad Akhsin. *Pengujian Surface Roughness (Kekasaran Permukaan) pada Material dengan Perlakuan Permukaan yang Berbeda*. UGM PRESS, 2023.
- Tim Asisten Pengujian Merusak. 2022. *Buku panduan praktikum*. Cilegon : Fakultas Teknik Untiraa.
- Ebnesajjad, Sina, and Cyrus Ebnesajjad. *Surface treatment of materials for adhesive bonding*. William Andrew, 2013.
- Comyn, John. "Surface treatment and analysis for adhesive bonding." *International Journal of Adhesion and Adhesives* 10.3 (1990): 161-165.
- Nascimento, M. P., et al. "Effects of surface treatments on the fatigue strength of AISI 4340 aeronautical steel." *International Journal of Fatigue* 23.7 (2001): 607-618.
- Adams, Robert D., ed. *Adhesive bonding: science, technology and applications*. Woodhead Publishing, 2021.
- IKBAL AR, MUHAMMAD SAFARUDDIN. *ANALISIS TEGANGAN GESER BATUAN AKIBAT PENGARUH KEKASARAN PERMUKAAN BERDASARKAN PENGUJIAN LABORATORIUM DAN PEMODELAN NUMERIK*. Diss. Universitas Hasanuddin, 2021.
- PRATAMA, AFRIANGGA. "Pengaruh kekasaran permukaan terhadap kekuatan tarik baja AISI 4140." *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin* 1.2 (2016).
- Heryanda, J., D. Gasni Affi, and Zulkifli Amin. "Pengaruh Kekasaran Permukaan terhadap kekuatan Geser Sambungan antara AA5052 dan Cu Murni Komersil menggunakan Free Vacuum Diffusion Bonding." *Proceeding of Annual Indonesia Seminar In Mechanical Engineering*. 2013.
- Nugraha, I. Wayan Windra, I. Made Astika, and I. Dewa Gede Ary Subagia. "Pengujian tarik dan kekerasan permukaan komposit anyaman serat jute menggunakan variasi viskositas matrik resin epoksi." *Jurnal Teknik Mesin Indonesia* 16.2 (2021): 38-44.

- RENGGAJATI, SETIAWAN. "Skripsi Pengaruh Surfaces Roughness Terhadap Kekuatan Tarik Geser Adhesive Bonding Material Aluminium-Komposit Coco Fiber." (2021).
- Adamson, A., & Gast, A. (1997). Arthur W. Adamson, Alice P. Gast - Physical chemistry of surfaces-Wiley (1997).pdf
- Ejaz, Hassan, et al. "Effect of various surface treatments on lap shear strength of aluminum adhesive joints." *2022 19th International Bhurban Conference on Applied Sciences and Technology (IBCAST)*. IEEE, 2022.
- de Jesús Villalobos-Luna, José, et al. "Shear modulus loss as damage indicator of structural integrity in bonded joints." *Ingenierías* 25.92 (2022): 15-27.
- Croll, S. G. "Surface roughness profile and its effect on coating adhesion and corrosion protection: A review." *Progress in Organic Coatings* 148 (2020): 105847.
- Wang, Junchao, et al. "Influence of surface roughness on contact angle hysteresis and spreading work." *Colloid and Polymer Science* 298 (2020): 1107-1112.
- Al Hourri, Ausamah, et al. "Tensile testing of soils: History, equipment and methodologies." *Civil Engineering Journal* 6.3 (2020): 591-601.
- Kostic, Sonja, et al. "Uncertainty in the determination of elastic modulus by tensile testing." *Engineering Science and Technology, an International Journal* 25 (2022): 100998.
- Roflin, Eddy, and Ferani Eva Zulvia. *Kupas tuntas analisis korelasi*. Penerbit NEM, 2021.
- Nasreen, Adeela, Khubab Shaker, and Yasir Nawab. "Effect of surface treatments on metal-composite adhesive bonding for high-performance structures: an overview." *Composite Interfaces* 28.12 (2021): 1221-1256.
- Layec, Justine, et al. "Development of new surface treatments for the adhesive bonding of aluminum surfaces." *International Journal of Adhesion and Adhesives* 117 (2022): 103006.

Guo, Lei, et al. "Effects of surface treatment and adhesive thickness on the shear strength of precision bonded joints." *Polymer Testing* 94 (2021): 107063.

Rudawska, Anna. "Mechanical properties of selected epoxy adhesive and adhesive joints of steel sheets." *Applied Mechanics* 2.1 (2021): 108-126.

Van Dam, J. P. B., et al. "Effect of surface roughness and chemistry on the adhesion and durability of a steel-epoxy adhesive interface." *International Journal of Adhesion and Adhesives* 96 (2020): 102450.

Houjou, K., et al. "Effect of test temperature on the shear and fatigue strengths of epoxy adhesive joints." *The Journal of Adhesion* 98.16 (2022): 2599-2617.

Lampiran 1 :

PERHITUNGAN

1. Perhitungan koefisien korelasi.

Nilai korelasi antara kekasaran permukaan dan kekuatan tarik dapat dihitung dengan cara dibawah ini:

Diketahui nilai dari kekasaran permukaan dan kekuatan tarik disajikan dalam bentuk tabel kolom dibawah :

Benda Uji	X	Y	X ²	Y ²	Xy
A	2,97	0,227	8,821	0,0514	0,6733
B	1,64	0,168	2,690	0,0282	0,2755
C	0,73	0,031	0,533	0,0010	0,0226
Total	5,34	0,426	12,04	0,0806	0,9714

Dapat dihitung dengan rumus :

$$\begin{aligned} R_{xy} &= \frac{r_{xy} = n \Sigma y - \Sigma x \Sigma y}{\sqrt{n \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2} \sqrt{n \Sigma y^2 - (\Sigma y)^2}} \\ &= \frac{2,914 - 2,73}{\sqrt{36,13 - (28,52)^2} \sqrt{0,242 - (0,181)^2}} \\ &= \frac{0,641}{(2,759)(0,246)} \\ &= \frac{0,641}{0,679} \end{aligned}$$

$$R_{xy} = 0,9444$$

Nilai korelasi antara kekasaran permukaan dan kekuatan tarik memiliki nilai korelasi yang sangat baik yaitu 0,9444.

Lampiran 2

DOKUMENTASI

