

TUGAS AKHIR

BIDANG TEKNIK PRODUKSI PEMBENTUKAN DAN MATERIAL

**Proses Penyambungan Difusi tanpa Vakum untuk
Material Sejenis dengan Variasi Temperatur:
Studi Kasus pada AA 5052 dan C 10100**



OLEH :

ABDI ARPAN AZHAR NASUTION

0810911008

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik

Universitas Andalas

2013

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**Proses Penyambungan Difusi tanpa Vakum untuk
Material Sejenis dengan Variasi Temperatur:
Studi Kasus pada AA 5052 dan C 10100**

Oleh :

Abdi Arpan Azhar Nasution
NBP.0810911008

Telah diperiksa dan disetujui oleh

Pembimbing Tugas Akhir,

Pembimbing Utama

Dedison Gasni, Ph.D
NIP.196803131994031003

Pembimbing Pendamping

Dr.Eng Jon Affi, MT
NIP.197101071998021001



PENETAPAN TUGAS AKHIR

Tugas Akhir ini diberikan kepada :

Nama : Abdi Arpan Azhar Nasution
Nomor Buku Pokok : 0810911008
Dosen Pembimbing I : Dedison Gasni, Ph.D
Dosen Pembimbing II : Dr.Eng. Jon Affi
Jangka Waktu Penyelesaian : 9 Bulan
Judul Tugas Akhir : Proses Penyambungan Difusi Tanpa Vakum Untuk Material Sejenis dengan Variasi Temperatur:
Studi Kasus Pada AA 5052 dan C 10100

Isi Tugas Akhir :

1. Studi Literatur
2. Penyiapan AA 5052 dan C 10100, Alat bantu penekanan, serta alat bantu uji geser.
3. Penyambungan difusi tanpa vakum antara AA 5052 – AA 5052 dan C 10100– C 10100 dengan variasi temperatur.
4. Pemotongan spesimen pengujian, pengujian geser, pemeriksaan struktur makro dan mikro.
5. Pembahasan hasil pengujian

Padang, Desember 2013

Pembimbing I
Tugas Akhir

Pembimbing II
Tugas Akhir

Mahasiswa ybs,

Dedison Gasni, Ph.D
NIP. 196803131994031003

Dr- Eng. Jon Affi, MT
NIP. 197101071998021001

Abdi Arpan Azhar Nst
NBP . 0810911008

SPECIAL THANK'S TO :



KEDUA ORANG TUA

UNTUK PERTAMA KALI UCAPAN TERIMA KASIH TIADA BATAS SAYA PERSEMBAHKAN KEPADA BAPAK PAYUNGAN NASUTION GELAR TONGKU RAJA ADIL NASUTION DAN SITI ROSNA HARAHAP GELAR NAMORA OLOAN HARAHAP YG SAYA PANGGIL PAPA DAN UMA. KARENA TELAH MELAHIRKAN, MEMBESARKAN, MENGASUH SAYA SELAMA INI. PENGORBANAN PAPA DAN UMA TIDAK AKAN PERNAH BISA TERGANTI. DENGAN GELAR INI MUNGKIN BISA SEDIKIT MERINGANKAN JERIH PAYAH SELAMA INI SERTA SEMOGA BISA MEMBUAT HATI PAPA DAN UMA BAHAGIA. MAAF SELAMA INI TELAH SERING MENYUSAHKAN DAN MEMBUAT BEBAN PIKIRAN. MAAF JUGA BELUM MENJADI ANAK YANG BERBAKTI, YANG BISA MEMBAHAGIAKAN PAPA DAN UMA DAN MEMBUAT BANGGA MEMILIKI ANAK SEPERTI SAYA. SEMOGA SETELAH INI SAYA BISA LEBIH BAIK DAN DAPAT MEMBUAT PAPA DAN UMA BANGGA. MOHON DOANYA MA, PA UNTUK KESUKSESAN SAYA NANTI KRN RIDHO ALLAH SWT ADALAH T'MASUK DARI RIDHO ORG TUA. MAAFKAN ATAS SEGALA KESALAHAN ANAKMU INI. AMIN YAA RABBAL ALAMIN.

“UMA, PA ON DOPE NA TARLEHEN ANAK MU ON”.

KELUARGA

SELANJUTNYA UCAPAN TERIMA KASIH YG SEBESAR-BESARNYA SAYA SAMPAIKAN KEPADA KELUARGA : YG PERTAMA KAK AMROHANA & BG MUNIR (MAMA N PAPA MUTI) TERIMA KASIH TELAH MENGAJARI SAYA SELAMA 6 TAHUN DI KUTACANE. MAKASIH ATAS KESABARAN DAN KEGIGIHANNYA SERTA PENGORBANANNYA DALAM MENDIDIK SAYA. YG KE-2 BUAT BG KAHAR & MAMA RAFLI YG MENJADI TEMPAT BERKELUH KESAH. BG SAHBAN & MAMA MANDA YG SERING MEMBERIKAN NASEHAT. KAK MARLINAWATI NST TRIMA KASIH ATAS NASEHAT “BEK-BEK” NYA SELAMA INI, AKU AKAN SELALU MENDOAKAN MU KAK. MAKASIH TU KAK NITA (UMI ZAMZAM), KAK YG PALING LEMBUT DIANTARA YG LAINNYA, JUGA BUAT BG ACENG (ABI ZAMZAM) PAK USTADZ TEMPAT TANYA” TENTANG AGAMA. TU KAK RANI ATAS NASEHAT & SARANNYA WALAUPUN KITA SERING BEDA PENDAPAT, BERDEBAT, DAN SERING BERKELAH DARI KECIL SAMPE SKRG TP AKU SANGAT SAYANG & BANGGA PUNYA KAKAK SEPERTIMU. MAAFIN AKU KDG KETERLALUAN. BUAT ADEK2NYA M.AKHIRUDDIN NST (UCOK) JGN MALAS2, LEBIH SERING B”GAUL TAMBAH PENGALAMAN. KAU HARUS LEBIH SUKSES DRI ABG. BTW ALM. OPPUNG AMRO “OPPUNG MADUNG SARJANA AU, NA JAHATAN AU NA LEWATI TU OPPUNG, HU INGOT DOPE SEBELUM OPPUNG “KEHE” DI PID OPPUNG AU DI DOKKON OPPUNG MALUNGUN TAI INDA RA AU RO. SEMOGA OPPUNG TENANG DI ALAM SANA DAN MENDAPATKAN TEMPAT YG BAIK DI SISINYA. AKU AKAN SELALU MENDOAKAN MU. BWT OPPUNG SIALA GUNDI “SMOGA COPAT SEHAT PUNG,

HU USAHOON DO PUNG SATIOP MULAK MARSUO DHOT OPPUNG". SEMOGA AU BISA SONGON OPPUNG WALAU DALAM KEADAAN SAKIT SEPERTI APA OPPUNG MASIH TTP MEMIKIRKAN SHOLAT N SAHNYA SHOLAT. MAKASIH KARETA ANGIN NA PUNG DHOT DOPE AU MAMAKE NA. TU AMANGBORU BAKARAN AKU GAK BISA MENGUCAPKAN BANYAK KATA SMOGA CEPAT SEHAT "TARIMO KASIH BONGENGAN SEPEDA NAI WAKTU MENEK (ANGGO DUNG SUKSES AU SAULAKON RAWATON KU DO SEPEDA NI AMANGBORUI, HEHEHE). AKU BANYAK DAPAT PELAJARAN DR KEPERIBADIAN MU SELAMA INI. TU UDA MAKSUM DOHOT NANGUDA MAKASIH ATAS NASEHAT NAI.

ASRAMA

BUAT TMN-TMN YG SENASIB DIKAMAR ASRAMA OREN (4.21) JULIANSYAH, YENDRI, N DANI TRUS HAFIS DR KAMAR SEBELAH. YANG TELAH LEBIH DULU TAMAT DAN M'DAPATKAN PEKERJAAN. TERIMA KASIH KAWAN ATAS SEMUA SUASANA DULU.

TM 08

TERIMA KASIH DAN SALAM HORMAT BUAT SEMUA KAWAN-KAWAN ANGKATAN 2008, KAWAN SENASIB SEPENANGGUNGAN BAIK YG UDAH DULUAN SUKSES MAUPUN YG AKAN MENYUSUL SUKSES. BAIM (IFZAN) , GUNDAM, IKHLAS, TEGUH (BUNCIK), ANDA (HAMDA), HENDRA, RIZKI MAMBONA, PIJE (BANYAK JASO PIJE K AWAK MAH), FAJRI DOANK (NAMA MINIMALIS), FADLI, PAK DEKAN CECEP TEMPAT CURHAT LAPTOP, MAJIK HITLER, GALUH PISANG, AFRIAN BOIL TEMON HIDUNG GADANG, CAMTO "PANIANG WAK KAWAN". TEGUH GADANG, RONALD PUTRA, BOY MARTHA TILAAH PUTRA, ANDIKAPUR, IPANKDELIR (BAA NILAI PENGUKURAN JO PAK ADEK KWN), THE JACK GRUP CIA(ADO FILM BARU), CENTOL, TRIAS, IKBAL GAMBUANG, IKBAL IMUIH, DIAN PEDROSA PEMBALAP, ARIS COKES, DIEVO LESUIK LAZIO, AGUNG SYUKRI, ARIF KATAYIP, UCOK HERNANTO, MAS AKBAR, RIZKI PAITUA, EKI (APAK), EKE MIDRO, ROBERT (DMN KAWAN BERADA ALIAS KULIAH), ADRI PUTRA, VIKTOR, ARDI GIDI KOMTING PENGGANTI, YUDA BERLIAN. KOMANDAN KOMPI JEND. NURAL FAJRI "SIAP PAK". HAVIS "JAN TANGGAAN GIGI TU LAI KAWAN", ADI PARDEDE, DRG. ALDO PATRIA, RIDHO KAMPANG, FERDIAN YUNANDA, ANDRE GEROTTAZZZ, TRI RUSA,

BERIKUTNYA PELAKU DENGAN NOMOR PUNGGUNG GANJIL DIMULAI DARI YANG PALING GANJIL SAMPAI SEMAKIN GANJIL START FROM APAK SAHRIAL, AGUS, DONAL KUKUK AKUAK "RJIN" TIBO OSPEK KWN", ADIT SEND, ADITIOO KURUS KEREMPENG, CA'UN, BENNY (KO ADO STOK JAPUIK K KOS), IMRON "JAN LALOK K LALOK SE MATO TU KAWAN", GINDO AJO, DAUS MINI GAEK, JACK (MASTER UJIAN KHUSUS AWAK), BOY ILHAM "KWN PRAKTIKUM PP1), POTOIK, CAWEN CAWAN, ZAMEL CAMEL, HAFIZAH (LAST CEMES), DEDEK ITS, MIKO DARMINCU, RONI BARON, FAKHRUR ROZI KAWAN KOS DEN YG MULTITALENTA, ORIAN PERDANA, ADI CAHYADI KETUA PAITUA, SANG MAHAGURU TAPAK SUCI ROMI AZHAR, FANDI N PARTNER IFMI, EMIL YUSRA, PENDI, MII OLSHOP, ALDO RIZAL, X (NAMA

TERSINGKAT), GUSDUR “KANCANG BANA LARI OTO NAK KAWAN”, PAK DPR ANDRE PAVANDRO, PAK NIKO “LEBIH KANCANG OTO APAK KO LAI”, RIZKI PARINDURI “SINCHAN”, BERE HARUN SIREGAR (RINGGAS” BERE), INDAH PSH, STEDO GAPUAK RIMBA GUNUNG, DAYEK KRIBO, NOVI, SAHRUL RAHMAT, WEBRI WEK, MAS WIDODO TIRTANA,

MAAF BUAT NAMA N GELARNYA JIKA TIDAK DISEBUTKAN MASALAHNYA TIDAK TERDAPAT PADA LAYAR ANDA TETAPI ADA PADA KAMI, SERTA ADANYA FAKTOR TEKNIS YANG MEMPENGARUHI YAITU FAKTUR U N I (UMUR N INGATAN). TIDAK ADA MAKSUD APA DIBALIK TIDAK DI CANTUMKAN NAMA KAWAN”.

DIFUSION BONDING TEAM

THANKS N PROUD BUAT TMN” DIFFUSION BONDING FIRST EDITION :

FERLY WAHYUDI KAMU SUNGGUH LUAR BIASA, ANDI PUTRA “PELAN-PELAN ANDI”, ANGGA (SORY SERING GANGGU KRN URUSAN LABOR), FEBRIANDI “THANKS TAK”, & HERYANDA ORG PERTAMA TAMAT, SENANG BISA MEMILIKI TIM SEPERTI KALIAN.

OTHER GENERATION

UNTUK ANGKATAN SEBELUM DAN SESUDAH SAYA UDA-UDA, UNI-UNI, ADIK-ADIK YG NAMANYA GAK TERSEBUTKAN TERIMA KASIH BANYAK SELAMA INI. UNTUK SELURUH ASISTEN LABORATORIUM TERIMA KASIH ATAS ILMU DAN BANTUANNYA.

UKM KORPS SUKARELA PALANG MERAH INDONESIA UNIT UNAND (KSR-PMI UNIT UNAND)

SAYA MERASA BAHAGIA DAN BANGGA BISA MENJADI BAGIAN DARI KELUARGA ORGANISASI INI, TERIMAKASIH ATAS KESEMPATAN YANG DIBERIKAN SEHINGGA BISA MENGEMBANGKAN DIRI DAN BELAJAR. SUATU KEHORMATAN TERSENDIRI BISA MENGENAL RELAWAN-RELAN KEMANUSIAAN YANG LUAR BIASA. SALAM HORMAT BUAT PAK DR. MARDENIS SH,MH, UCAPAN SALUT BUAT BG DENI DKK, BG JAMAL MSC, BUAT SENIOR DAN JUNIOR, BUAT PENGURUS 2011-2012, SERTA GENERASI YG AKAN DATANG. SIAMO TUTTY FRATELLE

UKM PENGENALAN HUKUM DAN POLITIK (PHP)

RASA SYUKUR & TERIMA KASIH SAYA BISA BERGABUNG DENGAN PARA AKTIVIS YANG LUAR BIASA, YANG MAU BERJUANG DAN PEDULI TERHADAP PERMASALAHAN SOSIAL MASYARAKAT SERTA NEGARA. TERIMA KASIH ATAS ILMU, PENGALAMAN, PENCERAHAN SERTA DISKUSI YANG LUAR BIASA SELAMA INI. SENANG BISA MENEGNAL ANDA. BERFIKIR BERGERAK ATAU MATI DI TEMPAT. SALUT BUAT BG CHARLES N BG FERI, BANG YOGI YOLANDA, BUNG MUHINZAR SIAGIAN, SAHABAT SAYA BUNG ALFIAN

SYUKRI LUBIS BESERTA ABG2,KAKAK,SERTA ADIK” YG AKAN MENJADI BAGIAN DARI PERUBAHAN KEMAJUAN BANGSA. HIDUP MAHASISWA.

HIMPUNAN MAHASISWA SUMATERA UTARA PADANG (HIMSU)

TERIMA KASIH BANYAK KITA DIPERKENALKAN DALAM IKATAN KEKELUARGAAN ORGANISASI HIMSU, HIMSU TEMPAT BERKUMPUL DGN TEMAN-TEMAN SEKAMPUNG YG MERASA RINDU AKAN KAMPUNG HALAMAN. TEMPAT MEMBINA KEAKRABAN ATAS DASAR PERASAAN SESAMA PERANTAU DIRANAH MINANG. SALUT BWT BG IBNU, BG AJI, BG PAI SORMIN, KALOLO, PAKU, PUTRA KETEK, SADDAM, PUTRA RITONGA, TUK ADIK”HERA SIREGAR, ADIT, RANDA DAN MASIH BNYAK YG GK BISA DISEBUTKAN NAMANYA SATU PERSATU. SEMOGA PERSAUDARAAN INI TERJAGA SELAMANYA. HIDUP HIMSU

BEST FRIENDS

BUAT SAHABTKU AHMAD BADAWI SEMANGAT BROW DALAM MENGGAPAI MASA DPN, BUAT HARIS YVCI TARIMO KASIH LAPTOP NAI DEK “BOPE SRING TOURING ULANG LUPA KULIAH”.

KOST

MAKASIH BWT KELUARGA BESAR PAK MARZUKI YG TELAH MENGANGGAP SAYA SEBAGAI BAGIAN DR KELUARGA INI. BWT BU KOST MAKASIH ATAS KASIH SAYANG SELAMA INI SEHINGGA SAYA MERASA MEMILIKI SOSOK IBU DI KOTA PADANG INI. BUAT UNI SANTI, UNI EKA MAKASIH JUGA ATAS PERHATIANNYA. BWT BAPAK MOGA CEPAT SEMBUH BIAR KITA BERGANDA LAGI.

FOR THEM

UNTUK ORG YG TDK DAPAT SAYA SEBUT NAMANYA DISINI, TERIMA KASIH BANYAK TELAH MENGUKIR KENANGAN INDAH BERSAMA, WALAUPUN AKHIRNYA TIDAK BERLANJUT TAPI SAYA UCAPKAN BANYAK TERIMA KASIH KRN UDAH PERNAH MENJADI BAGIAN HIDUPKU. MAKASIH ATAS DUKUNGAN, MOTIVASI, PENGERTIAN SERTA KESABARANNYA SELAMA INI. MAAF YA ATAS KESALAHAN YANG TELAH DIPERBUAT & MAAFKAN JUGA JIKA TIDAK BISA MENJADI SEPERTI YANG KALIAN HARAPKAN. SEMOGA KITA SAMA-SAMA SUKSES NANTINYA. AMIN ..

MORE THANKS

SEBENARNYA MASIH BNYAK UCAPAN TERIMA KASIH YG SAYA UCAPKAN KEPADA ORG-ORG YG BERPERAN DALAM HIDUP SAYA BAIK YG DIKENAL MAUPUN TIDAK TAPI KARENA KETERBATASAN SEHINGGA TIDAK BISA

MENGANTUMKAN SATU-PERSATU. TIDAK ADA MAKSUD UTK MELUPAKAN MAUPUN TIDAK MENGINGAT. AKHIR KATA SAYA UCAPKAN THANKS ALL OF YOU.

“Proses penyambungan difusi tanpa vakum untuk material sejenis dengan variasi temperatur:

Studi kasus AA 5052 dan C 10100“

Abstrak

Penyambungan difusi dengan tungku perlakuan panas untuk material sejenis digunakan sebagai alternatif pengganti proses penyambungan difusi vakum. Peralatan penyambungan difusi tanpa vakum lebih murah dibandingkan dengan metoda difusi vakum. Untuk logam murni temperatur proses penyambungan telah ada di beberapa jurnal. Namun, untuk material spesifik termasuk yang mengandung paduan, penentuan temperatur optimal belum ditentukan secara eksperimen. Penyambungan difusi tanpa vaku dilakukan pada material sejenis yaitu antara AA 5052 dan AA 5052 dan C 10100 dan C 10100 dengan memvariasikan temperatur.

Proses difusi dilakukan dalam tungku, dan tekanan diberikan dengan klem. Tekanan yang diberikan pada AA 5052 dan C 10100 adalah masing-masing 66 MPa dan 138 MPa Pemanasan dilakukan dengan variasi temperatur dan waktu penahanan selama 6 jam. Saat pemanasan, gas argon dialirkan kedalam tungku dengan laju aliran 0.25 liter per sekon selama 15 detik setiap 15 menit. Sampel yang telah menyatu dipotong menggunakan wire cutting dengan dimensi 24x10x4 mm untuk dijadikan sebagai spesimen uji geser, dan sampel pengamatan makro dan mikrostruktur.

Pada sambungan AA 5052, semakin tinggi temperatur maka nilai kekuatan geser semakin rendah dan sebaliknya pada sambungan C 10100 semakin tinggi temperatur maka kekuatan geser akan meningkat. Dari hasil pengamatan, terlihat bahwa permukaan patahan AA 5052 lebih halus dan tidak ada serat namun pada permukaan C 10100 lebih kasar dan memiliki serat. Secara mikrostruktur sambungan pada C 10100 pada temperatur 856°C tidak terbatas bidang batas yang nyata, ini menunjukkan telah terjadi proses difusi atau penyambungan dua material.

Kata Kunci: Difusi ,vakum ,temperatur, kekuatan geser, struktur mikro.

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr.Wb

Puji dan Syukur penulis ucapkan ke hadirat Allah SWT dan Shalawat beriring salam kepada Rasulullah SAW. Pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul: “Proses Penyambungan Difusi Tanpa Vakum dengan Variasi Temperatur: Studi Kasus pada AA 5052 dan C 10100” sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan tahap sarjana pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Andalas.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua, kakak, abang, adik dan seluruh keluarga besar tercinta atas perhatian, motivasi, doa serta kasih sayangnya yang tiada terbalas.
2. Bapak Dr. Is Prima Nanda sebagai Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Andalas.
3. Bapak Dedison Gasni, Ph.D sebagai pembimbing utama Tugas Akhir ini.
4. Bapak Dr. Eng Jon Affi sebagai pembimbing kedua Tugas Akhir penulis.
5. Bapak Iskandar MT, Dr.-Ing Jhon Malta dan Dr. Henryanda sebagai penguji sidang sarjana.
6. Teman - teman teknik mesin angkatan 2008 dan semua mahasiswa mesin Fakultas Teknik Universitas Andalas yang telah memberikan dukungan serta kritikan dalam pembuatan proposal tugas akhir ini.
7. Teman-teman satu tim yang telah bekerja sama dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
8. Seluruh Asisten Laboratorium Metalurgi Universitas Andalas.
9. Dan semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah banyak membantu penulis dalam pembuatan tugas akhir ini.

Penulis berdoa semoga segala bantuan dan dukungan yang telah diberikan mendapat balasan pahala oleh Allah SWT, serta kesuksesan selalu diberikan-Nya kepada kita.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini tidak luput dari kekurangan. Untuk itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang sangat membangun. Semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua, terutama bagi penulis dan lingkungan Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Andalas, Amin.

Padang, Desember 2013

Abdi Arpan Azhar Nasution

DAFTAR ISI

	Hal
LEMBAR PENGESAHAN	
ABSTRAK	<i>i</i>
KATA PENGANTAR	<i>ii</i>
DAFTAR ISI	<i>iv</i>
DAFTAR TABEL	<i>vi</i>
DAFTAR GAMBAR	<i>vii</i>
 Bab I Pendahuluan	
1.1 Latar belakang	1
1.2 Tujuan.....	2
1.3 Manfaat.....	2
1.4 Batasan masalah	3
1.5 Sistematika penulisan	3
 Bab II Tinjauan Pustaka	
2.1 Pengertian <i>Diffusion Bonding</i>	5
2.2 Penyambungan Difusi Tanpa Vakum	6
2.3 Pengertian Difusi.....	6
2.4 Mekanisme Penyambungan Difusi.....	7
2.5 Parameter Proses	8
2.6 Material yang Pernah Disambung dengan Penyambungan Difusi.....	9
2.7 Karakteristik AA 5052 dan C 10100.....	10
2.8 Kelebihan dan Kekurangan <i>Diffusion Bonding</i>	11
2.9 Aplikasi Diffusion Bonding Secara Umum	12

Bab III Metodologi

3.1 Diagram alir penelitian.....	13
3.2 Dasar Pemilihan Temperatur.....	15
3.3 Prosedur Penelitian.....	16

Bab IV Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil dan Pembahasan.....	23
4.2 Pengujian geser	23
4.3 Bentuk Patahan.....	25
4.4 Pengamatan Struktur Mikro Sambungan	27

Bab V Penutup

5.1 Kesimpulan.....	31
5.2 Saran.....	31

Daftar Pustaka

Lampiran

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sifat fisik dan mekanik dari tembaga.....	10
Tabel 2.2 Sifat fisik dan mekanik dari aluminium	11
Tabel 3.1 Data pemanasan AA 5052	19
Tabel 3.2 Data pemanasan C 10100	19
Tabel 4.1 Nilai kekuatan geser AA 5052 dan C10100 tanpa perlakuan	25

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Mekanisme <i>diffusion bonding</i>	8
Gambar 2.2 Material tembaga	10
Gambar 2.3 Material Aluminium	11
Gambar 2.4 Produk <i>heat sink</i>	12
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	14
Gambar 3.2 Klem (Penjepit).....	16
Gambar 3.3 Proses Pengeringan Menggunakan <i>Hair dryer</i>	17
Gambar 3.4 Pemberian Tekanan Pada Material	17
Gambar 3.5 Klem berisi material dimasukkan ke dalam tungku	18
Gambar 3.6 Proses pemanasan dalam tungku	18
Gambar 3.7 Ilustrasi model pemotongan <i>wire cutting</i>	20
Gambar 3.8 Mesin Uji Geser.....	21
Gambar 3.9 Mikroskop Optik.....	22
Gambar 3.10 Mikroskop Optik Inverted	22
Gambar 4.1 Grafik kekuatan geser terhadap temperatur pada AA 5052	23
Gambar 4.2 Grafik kekuatan geser terhadap temperatur pada C 10100.....	24
Gambar 4.3 Bentuk patahan sambungan AA 5052 – AA 5052 dengan perbesaran 2x	26
Gambar 4.4 Bentuk patahan sambungan C 10100 – C 10100 dengan perbesaran 2x	27
Gambar 4.5 Hasil pengamatan secara mikro sambungan AA 5052 – AA 5052 dengan perbesaran 50x.....	28
Gambar 4.6 Pengamatan struktur mikro pada sambungan C 10100 –C 10100 dengan perbesaran 50x.....	29
Gambar 4.7 Struktur mikro sambungan beda material.....	30

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 : Gambar teknik klem untuk spesimen
- Lampiran 2 : Perhitungan manual nilai pembebanan
- Lampiran 3 : Gambar teknik alat bantu uji geser
- Lampiran 4 : Data pengujian geser
- Lampiran 5 : Jurnal Referensi

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Diffusion bonding atau penyambungan difusi termasuk dalam proses *solid-state welding*, yaitu proses penyambungan dua material dengan melakukan pemanasan di dalam tungku vakum dengan temperatur antara 50 - 80 % dari titik lebur material. Kelebihan dari metode ini adalah kualitas sambungan yang dihasilkan lebih presisi dibanding dengan proses lain seperti pengelasan konvensional. Ditinjau dari struktur mikro material yang diproses dengan penyambungan difusi, cacat yang terjadi lebih sedikit karena tidak melibatkan pencairan logam. Sehingga konsentrasi tegangan akibat perbedaan waktu pembekuan tidak terjadi. Kualitas permukaan sisi sambungan lebih halus dibandingkan pengelasan konvensional. Berdasarkan hal di atas maka banyak industri yang telah menggunakan metode *diffusion bonding*, seperti industri manufaktur dan perakitan (*assembly*).

Komponen alat-alat elektronik pada umumnya memiliki tingkat presisi yang sangat tinggi serta dimensi yang relatif lebih kecil. Untuk melakukan penyambungan dengan metode pengelasan konvensional sangat sulit dilakukan, walaupun dapat dilakukan tetapi kualitas sambungan kurang bagus. Maka sebagai alternatif, untuk proses penyambungan digunakan metode *diffusion bonding*. Kualitas sambungan yang dihasilkan dengan metode *diffusion bonding* sangat presisi karena proses penyambungan yang terjadi dalam skala mikro. Dengan memberikan pemanasan pada material, maka atom-atom melakukan pergerakan dan penggabungan sehingga material tersebut tersambung. Selain itu, untuk dimensi material yang kecil dapat diproses dengan metode ini, dimana dengan las fusi tidak bisa dilakukan

Proses penyambungan difusi tanpa vakum merupakan bagian dari metode penyambungan difusi. Metode ini dipilih sebagai alternatif karena pada proses penyambungan difusi memerlukan ruang hampa udara untuk proses penyambungan. Peralatan tungku pemanasan dengan kondisi vakum sangat mahal

sehingga metode penyambungan difusi tanpa vakum menjadi solusi yang menarik. Pada penyambungan difusi tanpa vakum dapat dilakukan ditungku perlakuan panas biasa atau tungku induksi dengan mengisolasi dari udara yang dapat menyebabkan oksidasi. Cara mengisolasinya yaitu dengan mengalirkan gas argon ke dalam tungku selama proses pemanasan terjadi. Penyambungan difusi tanpa vakum ini telah diteliti sebelumnya oleh C.S Lee dkk tetapi untuk material *metal matrix composite*.^[5]

Ada beberapa parameter yang mempengaruhi proses penyambungan difusi, diantaranya temperatur, tekanan, kualitas permukaan, jenis material dan lain-lain. Pada penelitian ini akan diamati pengaruh temperatur terhadap kualitas sambungan. Untuk logam murni temperatur proses penyambungan telah ada di beberapa jurnal. Namun, untuk material spesifik termasuk yang mengandung paduan, penentuan temperatur optimal belum ditentukan secara eksperimen.

Material yang dipakai untuk penelitian ini adalah aluminium dan tembaga karena material ini banyak dipergunakan dalam kehidupan sehari-hari dan industri. Spesifikasi dari material aluminium dan tembaga AA 5052 dan C 10100.

1.2 Tujuan

1. Untuk mengetahui pengaruh temperatur terhadap ketersambungan antara AA 5052 – AA 5052 dan C 10100 – C 10100 dengan metode penyambungan difusi tanpa vakum .
2. Untuk mengetahui pengaruh temperatur terhadap kekuatan geser dari sambungan AA 5052 – AA 5052 dan C 10100 – C 10100 dengan metode penyambungan difusi tanpa vakum.
3. Mengamati transformasi mikrostruktur pada sambungan AA 5052 – AA 5052 dan C 10100 – C 10100 menggunakan Mikroskop Optik.

1.3 Manfaat

Diharapkan melalui penelitian penyambungan secara difusi:

1. Dapat mengetahui proses dan mekanisme dari penyambungan difusi tanpa vakum.

2. Dapat mengetahui nilai kekuatan geser sambungan material yang digunakan.

1.4 Batasan Masalah

1. Hanya membahas tentang metode penyambungan difusi tanpa vakum pada material AA 5052 – AA 5052 dan C 10100 – C 10100.
2. Hanya membahas tentang pengaruh temperatur pada proses penyambungan difusi tanpa vakum terhadap sifat mekanik logam AA 5052 - AA 5052 dan C 10100 – C 10100.
3. Tidak membahas tentang pemilihan kriteria material yang cocok untuk disambung.
4. Tungku yang dipakai adalah tungku induksi jadi tidak memperhitungkan terjadinya kebocoran-kebocoran selama proses pemanasan.

Asumsi – asumsi :

1. Kekasaran permukaan material dianggap sama.
2. Lama proses dianggap sama.
3. Tekanan *bonding* dianggap seragam.

1.5 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan laporan proposal penelitian adalah :

1. BAB I

Menjelaskan tentang latar belakang permasalahan, tujuan, manfaat, dan batasan permasalahan serta sistematika penulisan laporan.

2. BAB II

Menjelaskan tentang pengertian penyambungan secara difusi, penyambungan difusi tanpa vakum, pengertian difusi, mekanisme penyambungan secara difusi, parameter proses, material yang pernah disambung, karakteristik material yang disambung, kelebihan dan kekurangan metode difusi tanpa vakum, dan aplikasi penyambungan difusi secara umum.

3. BAB III

Menguraikan tentang metodologi penelitian yang akan dilakukan dan prosedur penelitian.

4. BAB IV

Hasil dan analisis terhadap data-data yang diperoleh.

5. BAB V

Kesimpulan dari hasil penelitian ini serta saran.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian *Diffusion Bonding*

Diffusion bonding atau penyambungan secara difusi adalah merupakan proses penyambungan antara dua material dengan cara pemanasan 50 – 80 % dari titik leburnya dan penekanan, tanpa pencairan pada materialnya. Penyambungan yang terjadi karena adanya difusi atom antar material. Penekanan dilakukan untuk memberikan kontak dalam jarak inter atomik, sehingga difusi atom antara material dapat terjadi lebih mudah. *Diffusion bonding* merupakan bagian dari *solid-state welding*. Penyambungan secara difusi sebagian besar prosesnya dilakukan dalam keadaan vakum atau pada *inert atmosfer* (biasanya hydrogen, argon atau helium) untuk mengurangi oksidasi yang merugikan.

Karakteristik sambungan dengan proses penyambungan difusi adalah sebagai berikut:

- a) Sambungan terjadi pada temperatur dibawah titik cair.
- b) Penyatuan antar permukaan kontak dihasilkan dengan memberikan beban yang kecil, sehingga tidak terjadi deformasi plastis yang berlebihan.
- c) Lapisan antar permukaan dapat diberikan untuk membantu meningkatkan aktivitas pembentukan sambungan dalam proses *bonding*.

Adapun keunggulan proses penyambungan difusi jika dibandingkan dengan proses pengelasan adalah :

- a) Mampu untuk memproduksi sambungan yang berkualitas tinggi.
- b) Paduan material penyambungan dengan perbedaan karakteristik termoplastik kadang-kadang tidak mungkin dengan beberapa proses konvensional, seperti logam, paduan dan keramik dapat disambung dengan proses penyambungan difusi.
- c) Proses lebih ramah terhadap lingkungan dan aman.
- d) Laju korosi rendah.

2.2 Penyambungan Difusi tanpa Vakum

Metode penyambungan difusi tanpa vakum adalah salah satu metode modifikasi dari penyambungan secara difusi. Metode ini masih menggunakan prinsip dasar dari penyambungan difusi. Perbedaannya hanya terletak pada proses pengerjaannya. Perbedaan spesifik antara penyambungan difusi dan penyambungan difusi tanpa vakum adalah proses pemanasan. Dimana pada penyambungan secara difusi pemanasan dilakukan di ruang hampa udara, tetapi pada proses penyambungan difusi tanpa vakum pemanasan dilakukan pada tungku biasa dengan menggunakan gas pelindung sebagai pencegah terjadinya oksidasi terhadap material. Alasan pemilihan penyambungan difusi tanpa vakum dibandingkan dengan penyambungan difusi adalah faktor biaya. Biaya yang dikeluarkan akan lebih hemat karena tidak memerlukan peralatan canggih yang harganya mahal. Faktor keterbatasan alat yang ada juga membuat metode penyambungan difusi tanpa vakum menjadi alternatif untuk proses penyambungan.

2.3 Pengertian Difusi

Difusi adalah peristiwa mengalirnya atau berpindahnya suatu zat dalam pelarut berkonsentrasi tinggi ke bagian yang berkonsentrasi rendah. Perbedaan konsentrasi yang ada pada dua larutan disebut gradien konsentrasi. Difusi akan terus terjadi sehingga seluruh partikel tersebar luas secara merata atau mencapai keadaan kestimbangan, dimana perpindahan molekul tetap terjadi walaupun tidak ada perbedaan konsentrasi^[1]. Contoh yang sederhana adalah pemberian gula pada cairan air tawar. Difusi yang sering terjadi adalah difusi molekuler. Difusi ini terjadi jika terbentuk perpindahan dari sebuah lapisan (*layer*) molekul yang diam, baik berupa material padat atau fluida. Sedangkan *bonding* dalam bahasa Indonesia artinya ikatan, terikat ataupun mengikat. Dalam arti luas *bonding* yaitu menyatunya antar atom material disebabkan adanya reaksi kimia sehingga menyebabkan mereka terikat satu dengan yang lainnya secara berkelanjutan.

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kecepatan difusi, yaitu :

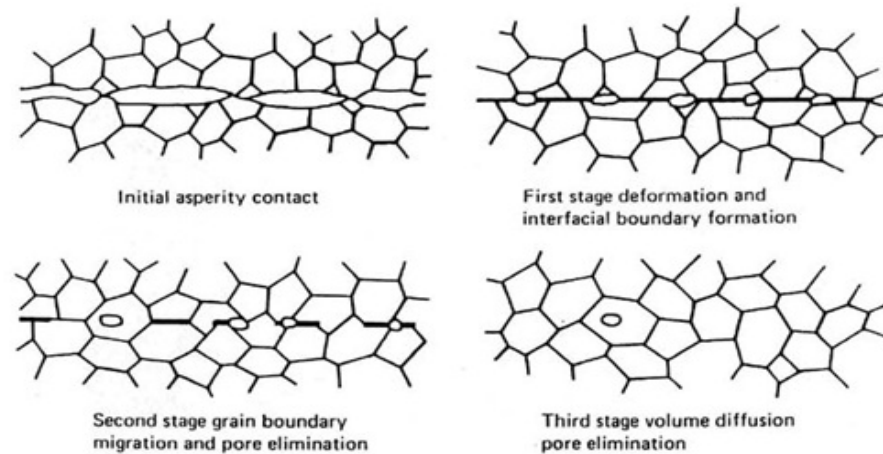
- a. Ukuran partikel. Semakin kecil ukuran partikel semakin cepat partikel itu bergerak, sehingga kecepatan difusi semakin tinggi.

- b. Luas area. Semakin besar luas area semakin cepat kecepatan difusinya.
- c. Jarak. Semakin tinggi suhu, partikel mendapatkan energi lebih banyak untuk bergetar.

2.4. Mekanisme Penyambungan Secara Difusi

Dalam penyambungan difusi proses penyambungan pada dasarnya merupakan penggabungan dua permukaan material padat secara atomik. Penyatuan permukaan terjadi karena adanya proses difusi atom antar permukaan material. Mekanisme penyambungan dapat dibagi menjadi 3 tahap. Setiap tahapan tidak berlangsung secara terpisah tetapi mulai dan berakhir secara berkesinambungan, sehingga mekanisme metalurginya saling melengkapi. Setiap tahap mempunyai kontribusi yang sama pentingnya selama proses penyambungan. Adapun mekanisme penyatuan permukaan secara lengkap dapat dilihat pada gambar 2.1.

Pada tahap pertama (gambar 2.1a), faktor kekasaran permukaan dan tekanan mempunyai peranan yang penting. Permukaan benda kerja yang sebenarnya tidak pernah benar-benar halus dan rata. Sehingga pada daerah kontak antar permukaan logam akan membentuk rongga-rongga yang akan berkurang karena *asperity* mengalami deformasi. Secara ideal, pada tahap pertama, akibat *asperity* terdeformasi akan menyebabkan hilangnya puncak kekasaran dan penyebaran void yang merata pada daerah kontak. Pada tahap kedua *diffusion bonding* (2.1 b), terjadi pengurangan rongga-rongga pada permukaan kontak. Pengurangan rongga-rongga ini dikarenakan adanya proses perpindahan massa menuju rongga yang mengakibatkan ukuran rongga berubah mengecil. Dalam penyambungan difusi proses perpindahan berlangsung secara bersamaan berupa aliran plastis, difusi dari *interface* menuju rongga melalui *lattice*, *interface* dan *grain boundary*.



Gambar 2.1 : Mekanisme *diffusion bonding* (a).Kondisi material tanpa perlakuan (b). Setelah diberi penekanan (c). Terjadinya perpindahan massa dan (d). Pergerakan atom mencapai kesetimbangan ^[2]

Pada tahap ketiga (2.1 c), bagian difusi yang dominan adalah difusi volume. Selama tahap ini rongga-rongga menyusut sehingga menjadi sangat kecil dan akhirnya hilang. Batas butir bergerak menuju sebuah bentuk kesetimbangan, sehingga menyatu dan tidak dapat dibedakan dari *grain boundary* lainnya, secara struktur mikro. Bidang kontak permukaan awal berubah karena adanya penetrasi lokal difusi atom. Tahap tiga (2.1 d) berlanjut secara sempurna dengan hilangnya rongga-rongga hingga menyatunya permukaan kedua material yang disambung.

2.5 Parameter Proses

Dalam proses penyambungan secara difusi terdapat beberapa parameter yang akan mempengaruhi kualitas sambungan, diantaranya :

➤ Kondisi lingkungan proses

Kondisi lingkungan proses harus terjadi pada daerah vakum dan terhindar dari oksigen, karena proses oksidasi mempengaruhi kualitas sambungan. Penyambungan difusi dapat juga dilakukan pada lingkungan yang dilindungi dengan suatu gas pelindung seperti gas argon. Namun penyambungan secara difusi lebih baik dilakukan pada lingkungan vakum yang bertekanan $10^{-1} - 10^{-3}$ Pa.

- Jenis material
Komposisi struktur mikro yang terdapat pada material sangat mempengaruhi terjadinya laju difusi.
- Kondisi permukaan kontak material
Permukaan kontak material yang akan disambung harus rata dan bersih, jika tidak rata dan bersih maka akan mempengaruhi kualitas sambungan apalagi jika terdapat material-material pengotor.
- Temperatur *bonding*
Agar dapat berdifusi sebuah atom membutuhkan energi aktivasi untuk berpindah, energi tersebut diperoleh dengan menaikkan temperatur proses. Temperatur yang diberikan berada di bawah temperatur *melting point*. Temperatur *bonding* merupakan faktor yang paling menentukan dan mempengaruhi laju dan koefisien difusi.
- Tekanan *bonding*
Selain parameter temperatur, energi aktivasi juga dapat diperoleh dengan pemberian tekanan pada material. Tekanan yang diberikan tidak boleh melebihi pembebanan plastis atau tegangan *yield* material sambungan. Apabila melebihi tegangan *yieldnya* maka dikhawatirkan terjadi proses deformasi bukan proses difusi.

2.6. Material yang Pernah Disambung dengan Penyambungan Difusi

Ada beberapa material yang dapat disambung dengan proses penyambungan secara difusi yaitu antara logam dengan logam, logam dengan keramik, dan keramik dengan keramik. Contoh material yang sering disambung seperti :

- Titanium – aluminium
- Nikel – aluminium
- Baja eutektoid – aluminium
- Baja eutektoid – besi
- Platinum – baja
- Titanium aluminium – baja
- Besi – platinum

- Mg – Al
- Magnesium – aluminium – seng (Zn)
- Magnesium – Cu
- Cu – Ag
- Fe – Cu, Fe – Ni, dll

2.7. Karakteristik AA 5052 dan C 10100

1. C 10100

Tembaga 10100 merupakan tembaga murni komersil yang mempunyai kandungan unsur Cu hampir 99% dengan temperatur lebur 1083 °C, dengan modulus geser yang cukup besar, mempunyai daya hantar listrik dan konduktifitas termal tinggi^[8]. Adapun sifat fisik dan mekanik dari tembaga terlihat pada tabel 2.1 di bawah ini .

Tabel 2.1 Sifat fisik dan mekanik dari tembaga^[12]

Properti	Nilai	Satuan
Konduktivitas termal	0.891	cal/cm ² xcmxxsxC
Densitas	8.96	g/cm ³
Titik leleh	1083	°C
Kekuatan tarik	221-455	Mpa
Kekuatan <i>yield</i>	69-365	Mpa

Ciri-ciri fisik tembaga yaitu memiliki warna jingga kemerahan seperti warna emas kuning. Permukaannya halus, mudah ditempa serta dapat memantulkan cahaya. Contoh tembaga dapat dilihat dibawah pada gambar 2.2 di bawah ini.



Gambar 2.2. Material tembaga^[8]

2. AA 5052, logam ini termasuk pada logam non ferro dan tahan terhadap korosi dan termasuk dalam golongan aluminium paduan. Aluminium

paduan 5052 mengandung 2.5% *magnesium* dan 0.25% *chromium* dengan temperatur leleh sekitar 660 °C, mempunyai *workability* yang baik karena bisa dilakukan proses pemesinan dan pembentukan, kekuatan *fatigue* tinggi, *weldability* yang baik. Untuk lebih jelasnya, sifat fisik dan mekanik dapat dilihat pada tabel 2.2 di bawah ini.

Tabel 2.2 Sifat fisik dan mekanik dari tembaga^[12]

Properti	Nilai	Satuan
Konduktivitas termal	0,33	cal/cm ² xcmxsxC
Densitas	2,68	g/cm ³
Titik leleh	660	°C
Kekuatan tarik	192-290	Mpa
Kekuatan <i>yield</i>	90-255	Mpa

Ciri-ciri material Aluminium secara fisik adalah ringan dimana beratnya sepertiga dari baja, warna perak hingga abu-abu, serta mudah dibentuk. Aluminium juga sangat mudah ditemukan dipasaran. Secara umum bentuk aluminium terlihat pada gambar 2.3 di bawah ini.



Gambar 2.3. Material Aluminium^[9]

2.8. Kelebihan dan Kekurangan Penyambungan Difusi.

a) Kelebihan

Sambungan yang dihasilkan memiliki sifat-sifat dan struktur mikro yang sama dengan logam induknya. Komponen yang disambung mengalami distorsi minimum dan tidak memerlukan proses pemesinan atau pembentukan lagi. Dapat menyambung dua material yang berbeda yang tidak dapat disambung dengan proses fusi.

Beberapa sambungan pada suatu struktur dapat dilakukan secara serentak. Dapat menyambung pada tempat atau bagian yang sulit. Dapat menyambung komponen besar tanpa proses *preheat*.

b) Kekurangan

Pada umumnya memerlukan durasi siklus yang lebih panjang, biaya peralatan mahal sehingga mempengaruhi nilai ekonomisnya, memerlukan lingkungan khusus yang terlindung dari proses oksidasi, karena proses difusi sangat sensitif terhadap oksidasi, teknik pemeriksaan yang tidak merusak belum tersedia, khususnya yang menjamin sifat-sifat rancangan pada sambungan, interlayer dan prosedur yang sesuai belum dikembangkan untuk semua struktur paduan, permukaan yang disambung atau diperbaiki memerlukan persiapan yang lebih rumit, dan kebutuhan penerapan panas dan gaya tekan yang tinggi secara serentak dalam lingkungan vakum merupakan masalah peralatan utama pada metode ini.

2.9 Aplikasi Penyambungan Difusi Secara Umum

Aplikasi penyambungan difusi pada dunia industri yaitu *heat exchanger*, *liquid rocket combustion chamber*, *injector*, *missile sensor windows*, *cable scun Al-Cu*, *Bi-Metallic Connector*, *heat sink dll*. Proses produksi komponen elektronik *heat sink* adalah penyambungan difusi dengan logam sejenis dimana antara *heat sink* dan *base metal* disambung dengan cara dipanaskan. Proses penyambungan ini terjadi karena difusi antar atom saat dipanaskan yang cenderung saling berikatan. Contoh produk *heat sink* dapat dilihat pada gambar 2.4 di bawah ini.



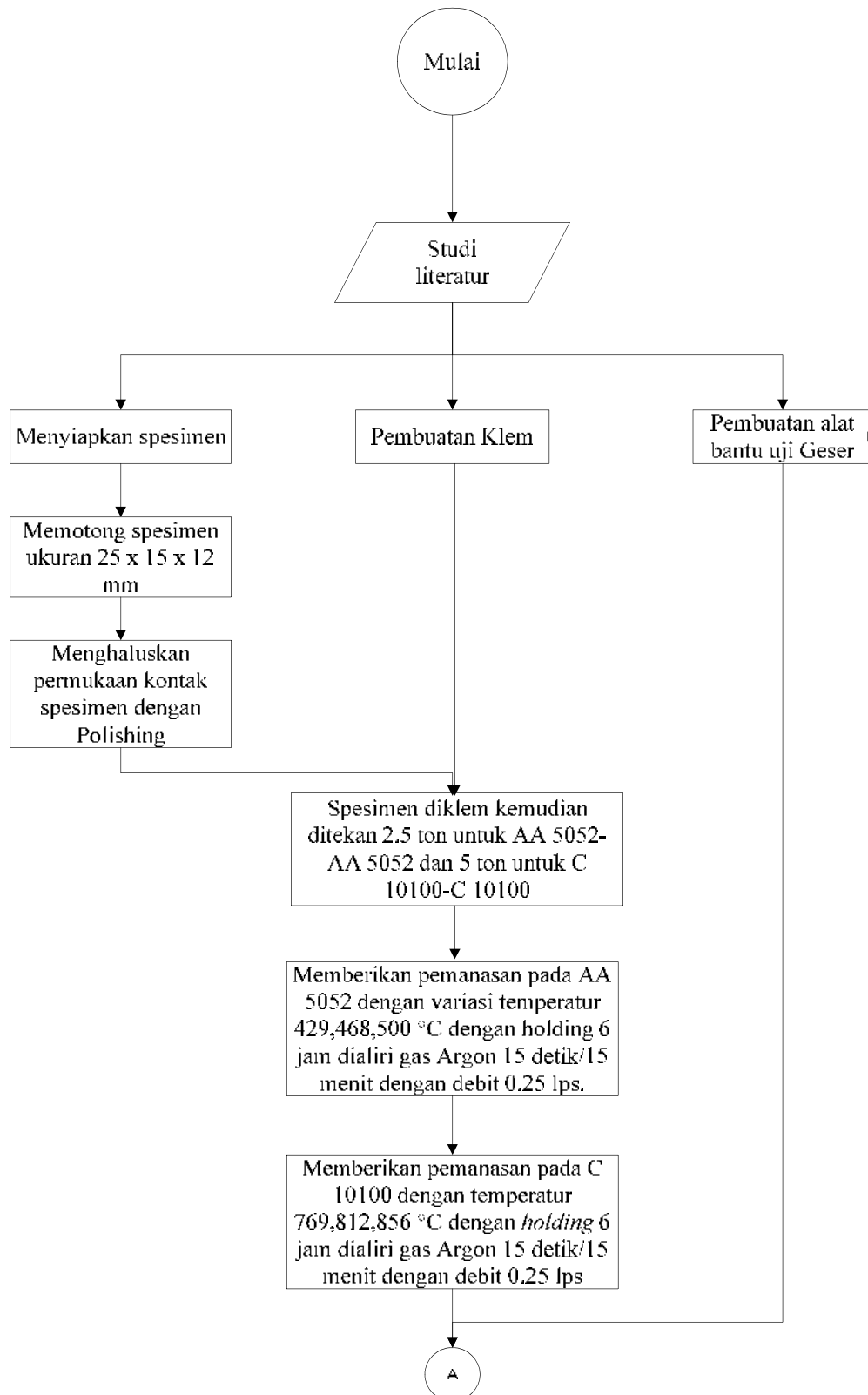
Gambar 2 .4: Produk *heatsink*^[10]

BAB III

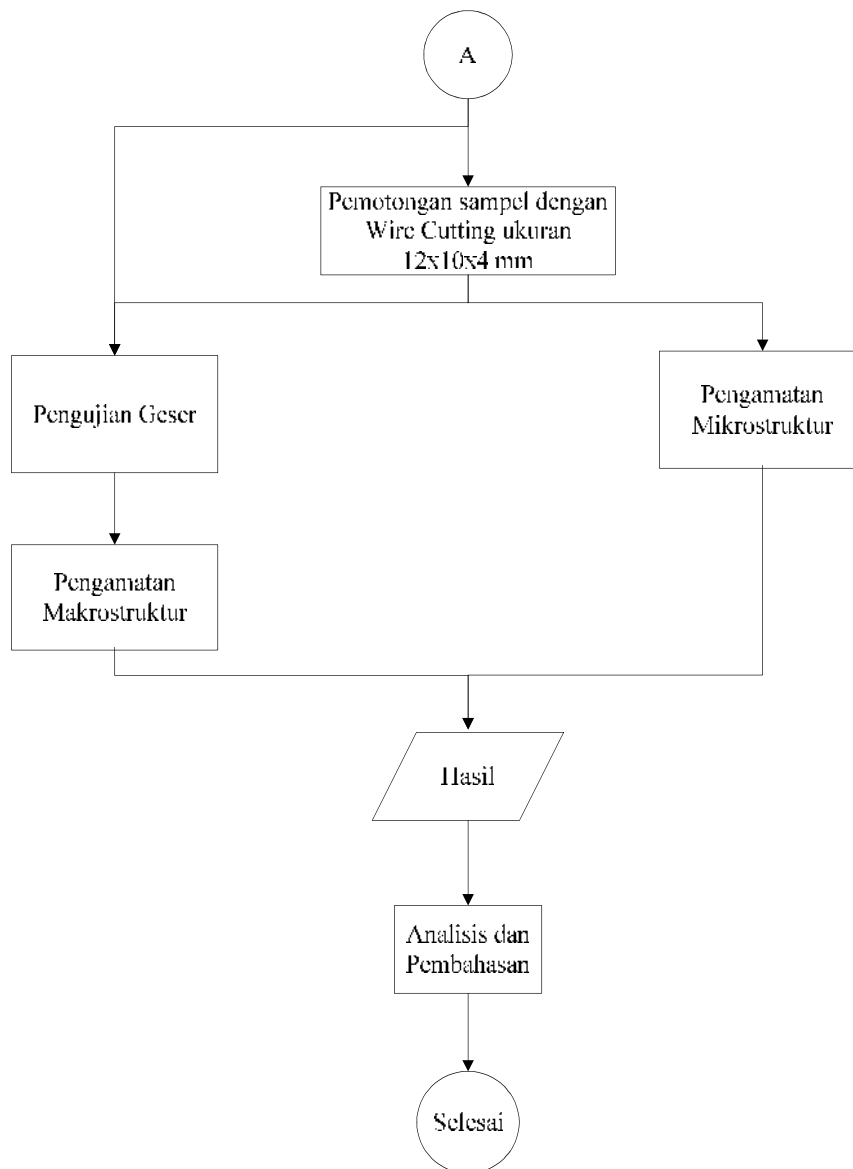
METODOLOGI

3.1 Diagram Alir Penelitian

Tahapan yang dilakukan dalam metodologi penelitian penyambungan difusi tanpa vakum terdiri dari beberapa tahap. Tahap pertama melakukan studi literatur, dengan cara mencari dan mempelajari beberapa referensi yang berhubungan dengan proses difusi. Tahap kedua, mempersiapkan spesimen, klem dan alat bantu uji geser. Tahap ketiga, memotong spesimen sesuai dengan ukurannya masing-masing. Tahap keempat, spesimen dipoles dengan mesin *polishing* sampai permukaan spesimen *mirror polish*. Tahap kelima, spesimen yang telah dijepit dengan *klem* diberikan penekanan dengan mesin *press hidrolik*, dan kemudian dimasukkan ke dalam tungku. Tahap keenam, spesimen AA 5052 dan C 10100 dipanaskan sesuai dengan variasi temperatur masing-masing, saat pemanasan gas argon dialirkan ke dalam tungku. Tahap ketujuh, setelah pemanasan dalam tungku selesai dan didinginkan secara *annealing*, spesimen tersebut dipotong menggunakan *wire cutting*. Tahap kedelapan, dilakukan pengujian geser dan pengamatan secara mikro terhadap sambungan spesimen. Tahap kesembilan, dilakukan pengamatan secara makro pada patahan hasil pengujian geser. Tahap terakhir, dilakukan analisis terhadap hasil yang diperoleh. Untuk lebih jelas urutan seluruh tahapan yang dilakukan dapat dilihat pada diagram alir (*flowchart*) pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian (lanjutan)

3.2 Dasar Pemilihan Temperatur

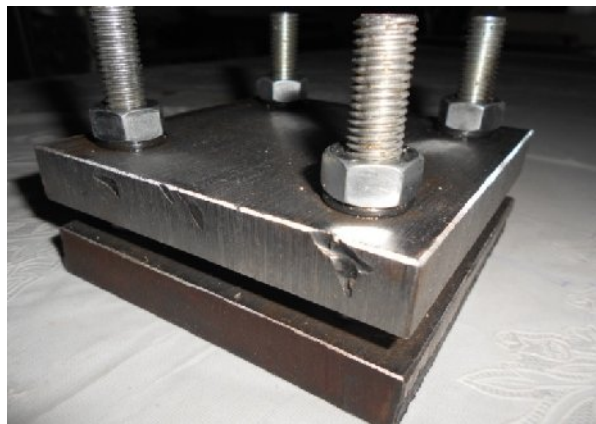
Temperatur sangat mempengaruhi sifat mekanik, kimia dan kualitas material. Begitu juga dengan metode penyambungan secara difusi, parameter temperatur juga sangat mempengaruhi hasil penyambungan. Dengan memvariasikan temperatur pemanasan maka akan didapat hasil yang berbeda. Penentuan temperatur yang digunakan adalah mengacu pada prinsip dasar *diffusion bonding*, yaitu sekitar 50 – 80 % dari temperatur lebur material. Maka pemanasan yang diberikan harus berada pada rentang tersebut. Temperatur yang

dipakai adalah untuk AA 5052 429 °C, 468 °C, dan 500°C. C 10100 769 °C, 812 °C, dan 856 °C. Nilai tersebut masih berada pada rentang 50 – 80 % dari temperatur lebur kedua material. Rentang antara temperatur untuk kedua material adalah 5% untuk aluminium dan 4 % untuk tembaga.

3.3 Prosedur Penelitian

3.3.1 Prosedur Pemanasan

1. Siapkan sepasang spesimen AA 5052 – AA 5052 serta C 10100 – C 10100 dengan dimensi: panjang (15 mm), lebar (25 mm), dan tinggi (12 mm).
2. Siapkan alat pengecam (klem) dari baja ST-55 yang berfungsi untuk menjepit dan menahan material dengan dimensi: tebal (22 mm), panjang (120 mm) dan lebar (120 mm). Klem tersebut diberikan baut pada keempat sisinya untuk membuat kedua plat menjadi tegak lurus Untuk dimensi yang lebih jelas dari klem dapat dilihat pada lampiran 1. Bentuk klem yang digunakan dapat dilihat pada gambar 3.2 di bawah ini.



Gambar 3.2 Klem (Penjepit)

3. Amplas permukaan kontak spesimen, kemudian di poles dengan mesin *polishing* menggunakan alumina 0,1 μ m. Mesin poles yang digunakan adalah mesin poles Nanofin, kecepatan maksimal 600 rpm, 1 mA DC, 180 V.
4. Rendam spesimen dengan alkohol sekitar 15 menit untuk membersihkan sisa alumina yang menempel dengan menggunakan larutan alkohol dengan konsentrasi 96 % .

5. Kemudian keringkan spesimen menggunakan *hair dryer*. Jenis alat yang dipakai *Hair Dryer* Twins AC 220 V, 50 Hz. seperti terlihat pada gambar 3.3.



Gambar 3.3 Proses Pengeringan Menggunakan *Hair dryer*

6. Jepit spesimen dengan klem, kemudian tekan dengan mesin uji tekan dengan tekanan 2,5 ton untuk aluminium dan 5 ton untuk tembaga. Proses penekanan dapat dilihat pada gambar 3.4 di bawah ini.

Spesifikasi alat sebagai berikut

- Merk : Hidrolik Takeda
- Kapasitas Maksimal : 50 Ton



Gambar 3.4 Pemberian Tekanan Pada Material

7. Kunci baut klem dengan erat setelah tekanan mencapai titik maksimum.
8. Masukkan klem yang berisi spesimen ke dalam tungku seperti terlihat pada gambar 3.5.



Gambar 3.5 Klem berisi material dimasukkan ke dalam tungku

9. Panaskan spesimen dengan temperatur 429 °C kemudian dilakukan *holding* selama 360 menit, dimana selama pemanasan dialirkan gas argon sebagai pelindung dengan laju aliran 0.25 lps selama 15 detik setiap 15 menit. Tungku yang dipakai adalah tungku Nabartherm memiliki rentang pemanasan 30 – 1150 °C, *Controller* 423,230 V, 50 Hz, 7 A, 3,6 KW. Seperti yang terlihat pada gambar 3.6 di bawah ini.



Gambar 3.6 Proses pemanasan dalam tungku

10. Setelah selesai *holding* lakukan pendinginan dalam tungku (*annealing*).
11. Ulangi prosedur 3 s/d 10 untuk kelima spesimen berikutnya untuk menggunakan variasi temperatur AA 5052 460 °C dan 500° C dan C 10100 769° C ,812 °C, dan 856° C.

Data spesifikasi perlakuan pemanasan untuk masing-masing spesimen dapat dilihat pada Tabel 3.1 dan 3.2. Untuk perhitungan secara manual dapat dilihat pada lampiran 2.

Tabel 3.1 : Data masing-masing spesimen untuk AA 5052

Spesimen	Panjang mm	Lebar mm	Luas mm ²	Temp °C	Beban kg	Tekanan MPa	Holding jam	Debit Argon liter	Waktu Aliran detik
1	14,9	24,2	360,58	429		69,333			
2	14,6	24,8	362,08	468	2500	69,046	6	0,25	15
3	14,3	24,9	356,07	500		70,02			

Tabel 3.2 : Data masing-masing spesimen untuk C 10100

Spesimen	Panjang mm	Lebar mm	Luas mm ²	Temp °C	Beban Kg	Tekanan MPa	Holding Jam	Debit Argon liter	Waktu Aliran Detik
1	14,7	24,5	360,15	769		138,831			
2	14,8	24,4	361,12	812	5000	138,458	6	0,25	15
3	14,6	24,8	362,08	856		138,091			

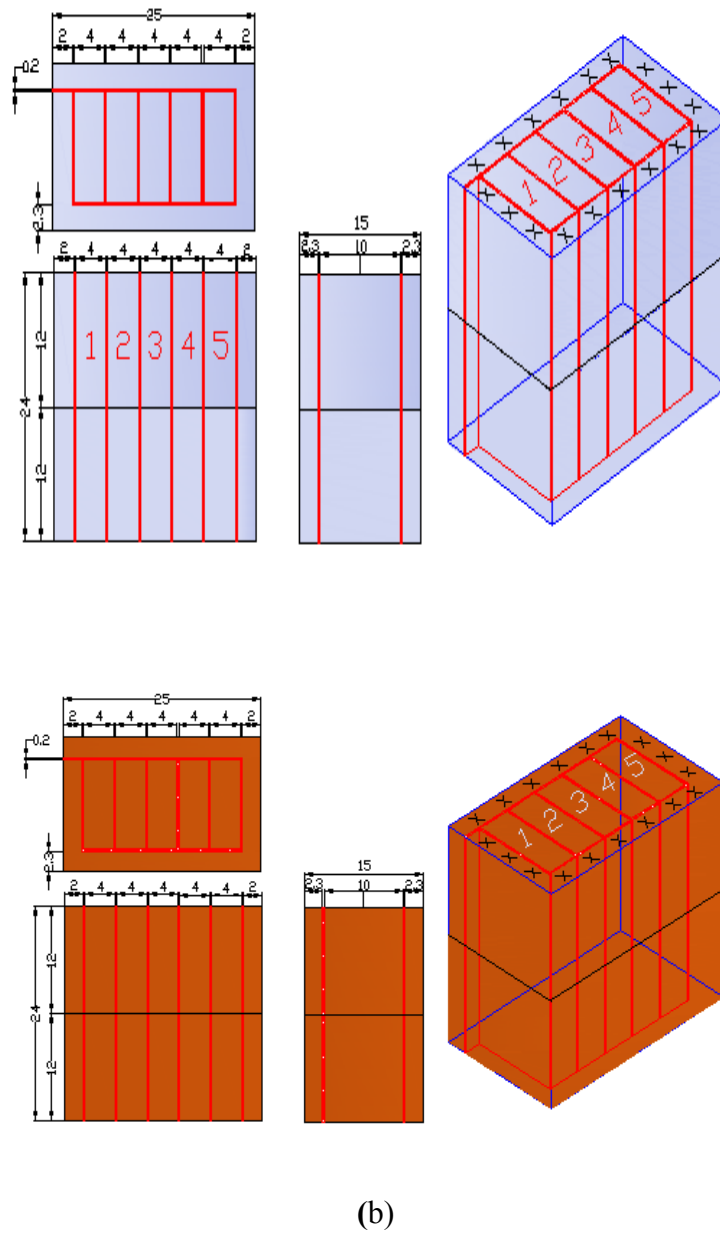
3.3.2 Proses Pengujian dan Pengamatan

1. Persiapan pengujian spesimen

Spesimen sambungan antara AA 5052 dan C 10100 yang akan di uji dipotong menggunakan *wire cutting* menjadi 5 bagian dengan ukuran 12 x 10 x 4 mm. Untuk skema lebih jelas dapat dilihat pada gambar 3.7 berikut.

Spesifikasi alat sebagai berikut :

- Merk : FANUC
- Model : WO
- Tipe : *Wire Cut Machine/Japan*
- Frekuensi : 50/60 Hz
- Power Supply : 200 – 560 V



**Gambar 3.7 Ilustrasi model pemotongan wire cutting;
(a). AA 5052 dan (b). C10100**

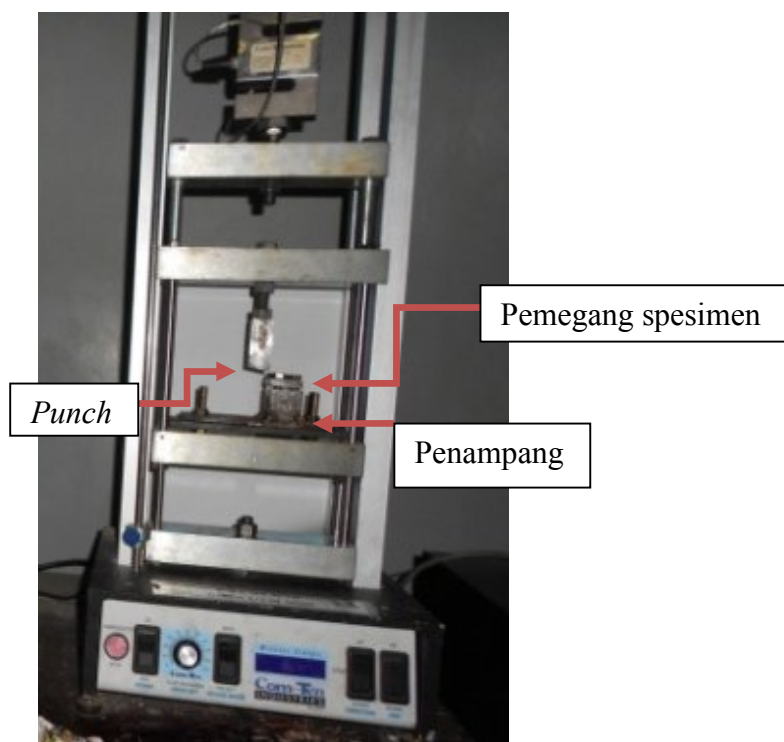
2. Persiapan spesimen untuk uji geser.

Siapkan 3 buah spesimen untuk setiap variasi temperatur. Pengujian kekuatan geser dilakukan menggunakan mesin UTM mini (*Ultimate Testing Machine*) serta alat bantu seperti terlihat pada gambar 3.8. Spesimen diletakkan pada alat bantu lalu dieratkan kemudian mesin

dioperasikan. Bentuk dan ukuran alat bantu uji geser dapat dilihat pada lampiran 3.

Spesifikasi alat sebagai berikut :

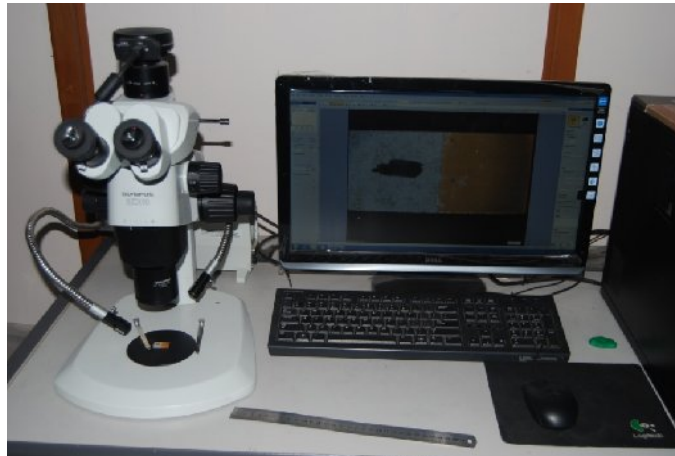
- Merk : COM-TEN *testing machine 95T series*
- Kapasitas Maksimum : 5000 pounds
- Range kecepatan : 0.06 – 3 inchi/min
- Load cell : *S-Block load cell*
- Kontrol Pengujian : Otomatis dengan *com-touch total control*



Gambar 3.8 Mesin Uji Geser

3. Pengamatan Makrostruktur

Pengamatan ini menggunakan mikroskop optik untuk melihat model patahan yang terjadi pada sambungan spesimen. Bentuk mikroskop optik yang dipakai dapat dilihat pada gambar 3.9.



Gambar 3.9 Mikroskop optik

4. Pengamatan Mikrostruktur

Siapkan satu spesimen untuk tiap variasi temperatur baik AA 5052 – AA 5052 dan C 10100 – C 10100. Sebelum dilakukan pengamatan spesimen lebih dulu dibingkai dengan resin lalu dilakukan pengamatan mikrostruktur untuk melihat kualitas sambungan antar material dengan mikroskop optik *inverted*. Jenis *mikroskop optik inverted* yang dipakai dapat dilihat pada gambar 3.10.

Spesifikasi alat sebagai berikut :

- Merk : Olympus Yamata
- Model : L6-PS2-5
- Daya : 150 W
- Power Supply : 220 - 240



Gambar 3.10 Mikroskop Optik Inverted

5. Catat data-data yang diperoleh.

BAB IV

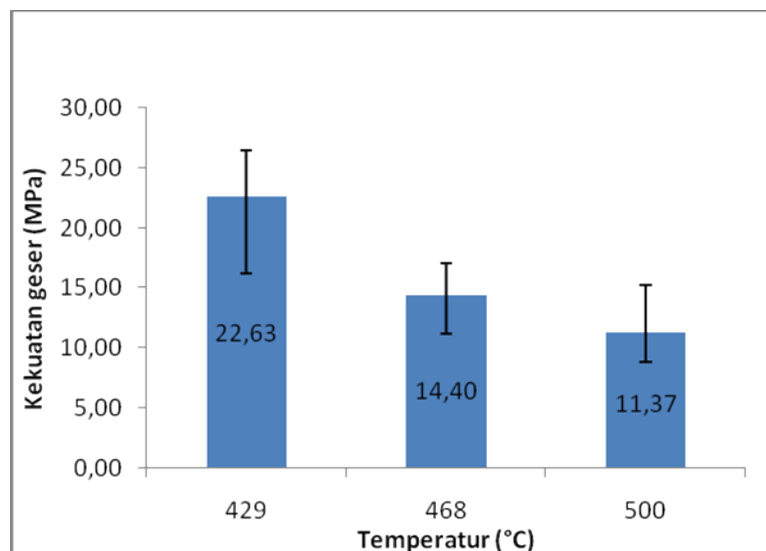
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil dan Pembahasan

Penelitian proses penyambungan difusi tanpa vakum telah dilakukan untuk material yang sejenis yaitu antara AA 5052 – AA 5052 dan C 10100 – C 10100 dengan dialiri gas argon sebanyak 0.25 lps selama 15 detik/15 menit sebagaimana telah dijelaskan pada bab sebelumnya. Untuk melihat hasil pengujian dari kualitas sambungan telah dilakukan dengan melakukan pengujian geser dan melihat bentuk patahan dan struktur mikro hasil sambungan.

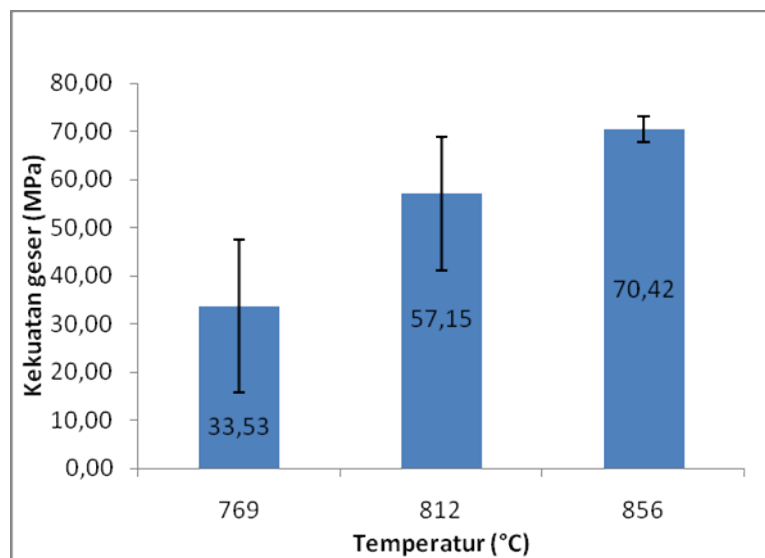
4.2 Pengujian Geser

Pengujian geser telah dilakukan dengan mesin UTM mini untuk kedua sambungan AA 5052 - AA 5052 dan C 10100 – C 10100 dengan tiga variasi temperatur pemanasan yang berbeda-beda, data hasil pengujian selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 4. Gambar 4.1 dan 4.2 memperlihatkan grafik hasil uji geser antara sambungan AA 5052 – AA 5052 dan C 10100 – C 10100 dengan tiga variasi temperatur pemanasan yang berbeda-beda.



Gambar 4.1 Grafik kekuatan geser terhadap temperatur pada AA 5052, uji geser dilakukan pada temperatur ruangan.

Dari grafik pengujian geser untuk sambungan AA 5052-AA 5052 (Gambar 4.1) dapat dilihat bahwa hubungan antara kekuatan geser dari sambungan dan temperatur adalah berbanding terbalik. Semakin tinggi temperatur pemanasan maka semakin rendah nilai tegangan geser yang diperoleh. Hal ini dapat dilihat bahwa pada temperatur 429 °C besarnya tegangan geser sama dengan 22,49 MPa, dan pada temperatur 500 °C besarnya tegangan geser sama dengan 10,37 MPa. Untuk sambungan antara AA 5052 - AA 5052, semakin tinggi temperatur pemanasan maka pergerakan atom-atom cenderung menurun. Mengacu pada teori penyambungan secara difusi bahwa pemanasan terhadap material yaitu sekitar 0.5 – 0.8 % dari titik lebur material yang akan disambung. Maka, pada sambungan antara AA 5052 - AA 5052 temperatur yang lebih baik diantara ketiganya adalah untuk 429 °C.



Gambar 4.2 Grafik kekuatan geser terhadap temperatur pada C 10100, uji geser dilakukan pada temperatur ruangan.

Dari hasil uji geser untuk sambungan antara C 10100 - C 10100 (gambar 4.2), memperlihatkan bahwa hubungan antara kekuatan geser dan temperatur pemanasan berbanding lurus. Dimana semakin tinggi temperatur pemanasan maka nilai kekuatan geser semakin meningkat. Hal itu dapat dilihat pada temperatur tertinggi 856 °C besarnya kekuatan geser adalah 70,42 MPa dan pada temperatur terendah 769 °C besarnya kekuatan geser adalah 33,63 MPa. Penyebab rendahnya kekuatan geser pada temperatur yang lebih kecil adalah dimana pada temperatur

tersebut atom-atom belum maksimal melakukan pergerakan, sehingga proses penyatuan dan *diffusi* antar atom kedua material tersebut belum terjadi dengan maksimal. Dengan demikian temperatur yang lebih baik dari ketiganya untuk proses penyambungan antara C 10100 - C 10100 terjadi pada 79 % dari titik lelehnya yaitu sebesar 856 °C.

Kekuatan geser sambungan dari kedua material masih jauh jika di bandingkan dengan kekuatan geser material tanpa perlakuan. Pada AA 5052 kekuatan geser sambungan hanya 23 % dari kekuatan geser material. Untuk C 10100 kekuatan sambungan hanya 64 % dari kekuatan geser material. Hal ini mengindikasikan bahwa proses penyambungan material belum terjadi secara optimal khususnya pada AA 5052. Seharusnya perbedaan antara kekuatan geser sambungan dengan kekuatan geser material sebenarnya tidak terlalu jauh. Untuk lebih jelas nilai kekuatan geser material tanpa perlakuan dapat dilihat pada tabel 4.1 berikut ini.

Tabel 4.1 Kekuatan geser AA 5052 dan C 10100 tanpa perlakuan

Spesimen ke-	Kekuatan Geser Material (MPa)	
	AA 5052	C 10100
1	105,4	118
2	98,51	92,15
3	92,8	121
rata-rata	98,90	110,38

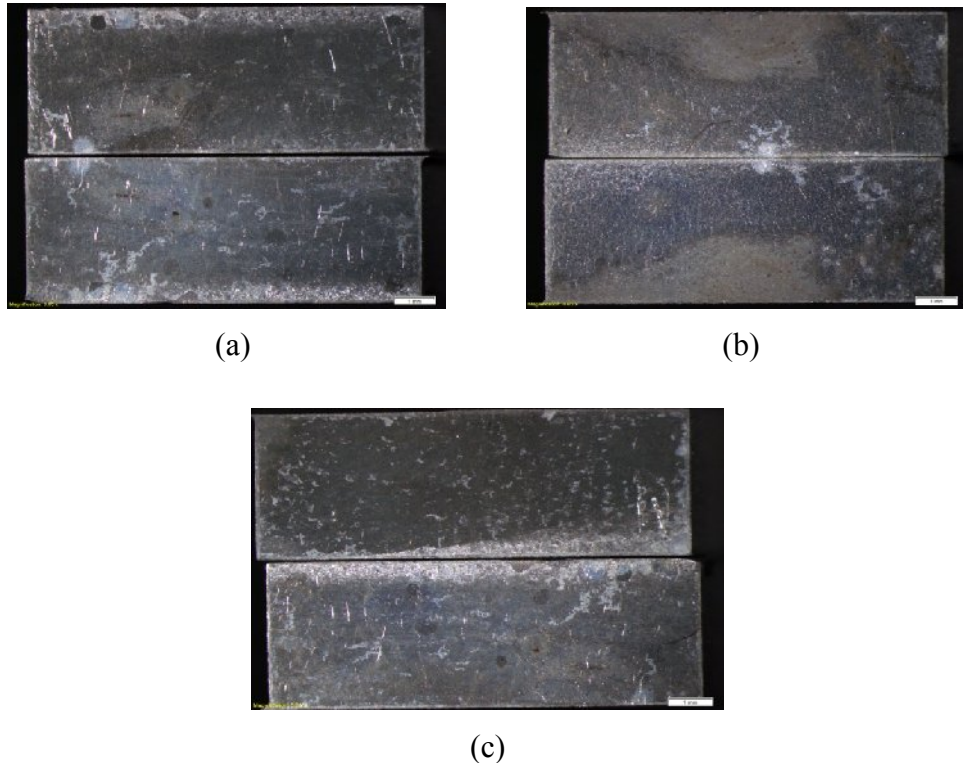
4.3 Bentuk Patahan

Dari hasil pengamatan bentuk patahan untuk sambungan secara makroskopik adalah :

1. AA 5052

Pengamatan secara makro terhadap patahan (Gambar 4.3) berfungsi untuk mengetahui kualitas patahan. Pengamatan dilakukan pada seluruh variasi temperatur dengan perbesaran 2 kali. Dari hasil pengamatan patahan pada sambungan AA 5052 kondisi permukaan terlihat licin dan mulus serta

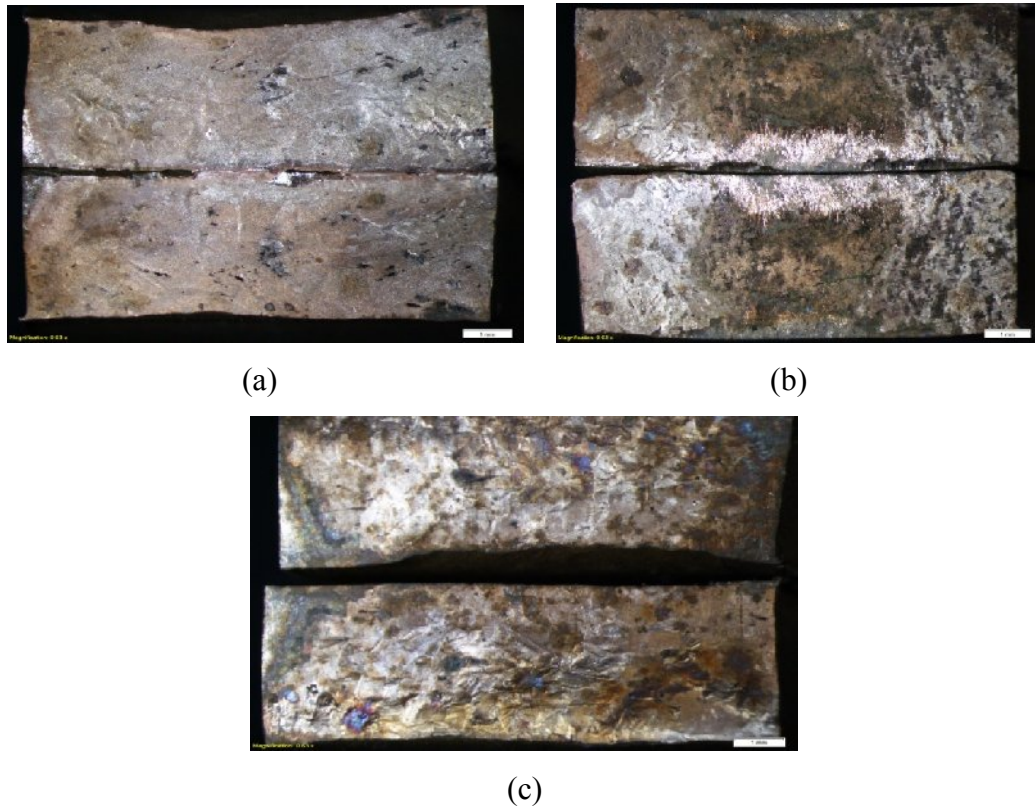
tidak ada terlihat serat. Melihat kondisi ini dapat disimpulkan bahwa bentuk patahan yang terjadi adalah berbentuk patah getas dan kekuatan geser dari sambungan rendah untuk ketiga variasi temperatur pemanasan.



Gambar 4.3 Bentuk patahan sambungan AA 5052 – AA 5052 dengan pembesarn 2x : (a). Temperatur 429 °C (b). Temperatur 468 °C (c). Temperatur 500 °C

2. C 10100

Bentuk patahan yang terjadi pada sambungan C 10100 (Gambar 4.4) adalah patah ulet karena terlihat serat dipermukaannya. Serat tersebut berbentuk bukit dan lembah serta kotak-kotak. Permukaannya tidak rata terdapat gerigi pada seluruh permukaan. Hal ini yang menyebabkan kekuatan sambungan lebih tinggi nilai kekuatan gesernya. Diantara ketiga bentuk patahan, gambar 4.4a (temperatur 769 °C) memperlihatkan serat lebih sedikit terlihat dibandingkan dengan dua temperatur lainnya.



**Gambar 4.4 Bentuk patahan sambungan C 10100 - C 10100 dengan perbesaran 2x :
(a).Temperatur 769 °C (b). Temperatur 812 °C (c). Temperatur 856 °C**

Dari bentuk patahan, dapat dilihat pada sambungan pada AA 5052 atom yang berdifusi sedikit. Hal itu disebabkan oleh adanya lapisan oksida yang menghambat pergerakan atom-atom tersebut untuk berdifusi satu sama lain. Berbeda dengan C 10100 frekuensi difusi antar atom jauh lebih banyak terjadi.

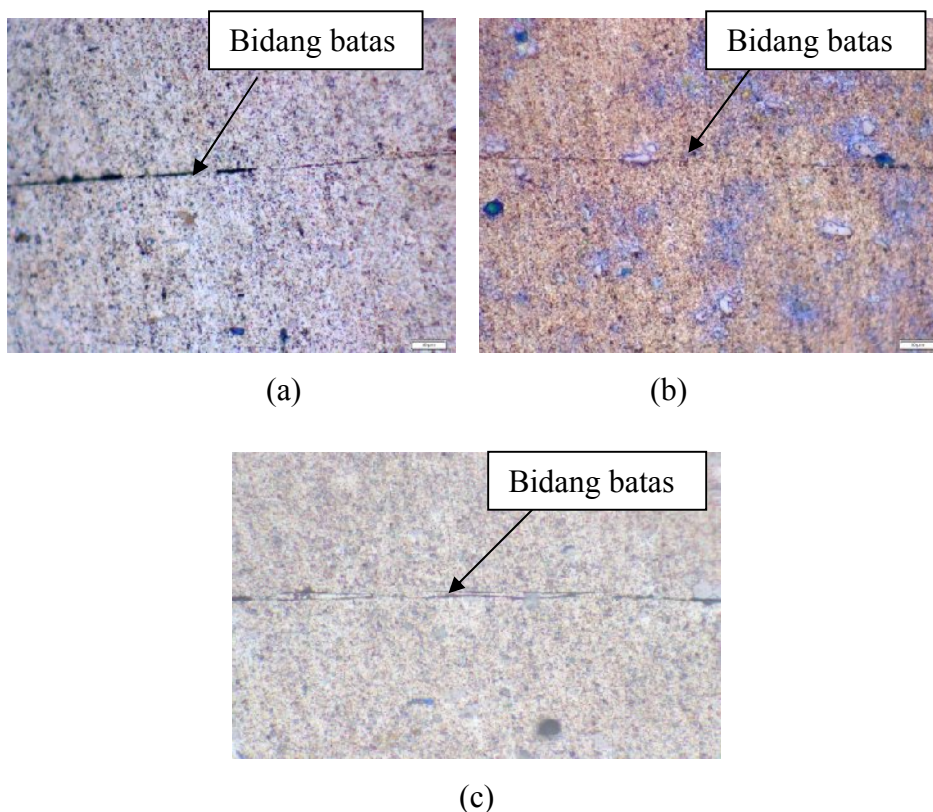
4.4 Pengamatan Struktur Mikro Sambungan

Adapun gambar kualitas sambungan pada penelitian dibagi menjadi dua bagian.

1. Sambungan AA 5052 – AA 5052

Hasil pengamatan mikroskop optik terhadap kualitas sambungan antara AA 5052 - AA 5052 untuk tiga variasi temperatur pemanasan dapat dilihat pada gambar 4.4. Bentuk sambungan relatif sama untuk semua variasi temperatur, dimana lapisan (*layer*) yang terlihat sangat kecil dan yang tampak hanya seperti garis lurus. Saat diamati satu per satu layer yang ada pada ketiga variasi temperatur terdapat sedikit perbedaan terutama pada

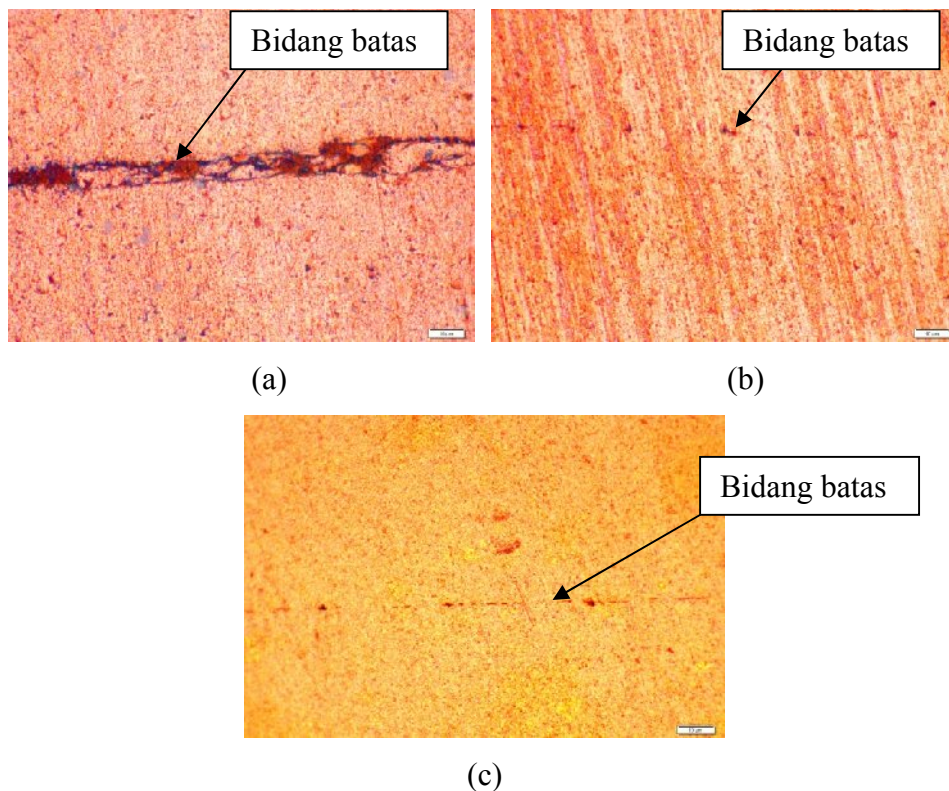
temperatur 500 °C (Gambar 4.4c). Pada gambar tersebut terlihat bahwa *layer* lebih lebar dibanding dua temperatur yang lain serta sedikit lebih renggang. Fenomena tersebut sesuai dengan hasil kekuatan geser sebab hasil kekuatan geser pada temperatur tersebut lebih rendah dibandingkan dengan yang lainnya. Namun secara umum gambar hasil pengamatan mikroskop optik terlihat menyatu serta *layer* yang dihasilkan tidak begitu jelas terlihat secara signifikan. Batas *layer* antar kedua material tidak terlihat dengan jelas tapi hanya terlihat dengan jelas batas sambungan.



Gambar 4.5 : Hasil pengamatan secara mikro sambungan antara AA 5052 – AA 5052 dengan pembesaran 50x : (a).Temperatur 429 °C, (b). Temperatur 468 °C, dan (c). Temperatur 500 °C

2. Pada sambungan C 10100 - C 10100, kualitas sambungan yang terlihat pada mikroskop optik dapat dilihat pada gambar 4.5. Dari hasil proses penyambungan terlihat bahwa ada perbedaan dengan sambungan AA 5052 - AA 5052. Dimana pada dua temperatur yaitu 811 °C dan 856 °C sambungan antara C 10100 - C 10100 benar - benar menyatu. Hal tersebut terlihat pada gambar 4.4b dan 4.4c dengan jelas, dimana yang terlihat pada

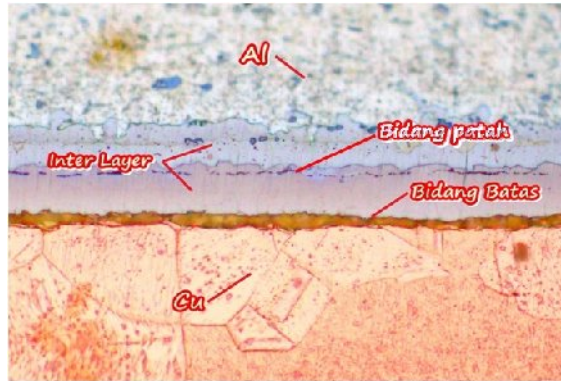
sambungan hanya titik-titik serta sedikit garis lurus. Pada sambungan AA 5052-AA 5052 masih terdapat garis lurus walaupun dengan ukuran kecil. Tetapi untuk temperatur 765 °C (Gambar 4.5a) untuk sambungan C 10100 - C 10100 ada sedikit perbedaan yaitu *layer* yang ditampilkan terlihat lebih jelas. Dari gambar tersebut dapat disimpulkan bahwa proses penyambungan belum benar-benar sempurna. Dilihat data kekuatan geser pada temperatur 765 °C nilainya paling rendah yaitu sebesar 33,68 MPa, perbedaan kekuatan geser dengan temperatur yang lain sangat signifikan.



Gambar 4.6: Pengamatan struktur mikro pada sambungan C 10100 - C 10100 dengan pembesaran 50x : (a) Temperatur 769 °C (b). Temperatur 812 °C dan (c). Temperatur 856 °C

Secara umum pada seluruh gambar sambungan tidak terdapat *interlayer* antar material. Yang terlihat hanya bidang batas sambungan. Fenomena ini berbeda dengan penelitian yang menggunakan material yang berbeda. Pada material berbeda jenis terdapat tiga *interlayer*. Pada material yang sejenis baik itu AA 5052 dan C 10100 warna bagian atas maupun bawah pada sambungan sama. Tidak adanya *interlayer* pada material sejenis adalah karena kedua material memiliki komposisi yang sama maka proses untuk bertransformasi lebih mudah

serta energi yang dibutuhkan lebih rendah. Sebagai bahan perbandingan bentuk struktur mikro sambungan beda material antara AA 5052 – C 10100 dapat dilihat pada gambar 4.7 .



Gambar 4.7 Struktur mikro sambungan beda material^[11]

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh beberapa kesimpulan yaitu :

1. Pengaruh temperatur pada sambungan antara AA 5052 – AA 5052 berbanding terbalik terhadap kekuatan geser, sedangkan untuk sambungan antara C 10100 – C 10100 nilai temperatur dan kekuatan geser berbanding lurus.
2. Temperatur yang memiliki nilai kekuatan geser tertinggi pada AA 5052 – AA 5052 adalah 66 % dari temperature lebur (429 °C), dan pada C 10100 – C 10100 79 % dari temperature lebur (856 °C).
3. Jenis patah yang terjadi pada sambungan AA 5052 adalah patah getas sedangkan pada C 10100 terjadi patah ulet.
4. Tidak terdapat *interlayer* pada sambungan yang ada hanya bidang batas.
5. Dari pengamatan menggunakan mikroskop optik *inverted* kualitas kedua sambungan (AA 5052 dan C 10100) berbanding lurus dengan nilai kekuatan geser. Semakin tinggi kekuatan geser material maka kualitas sambungan secara mikro juga lebih baik hal tersebut terlihat dari kecilnya bidang batas yang ada.

5.2 Saran

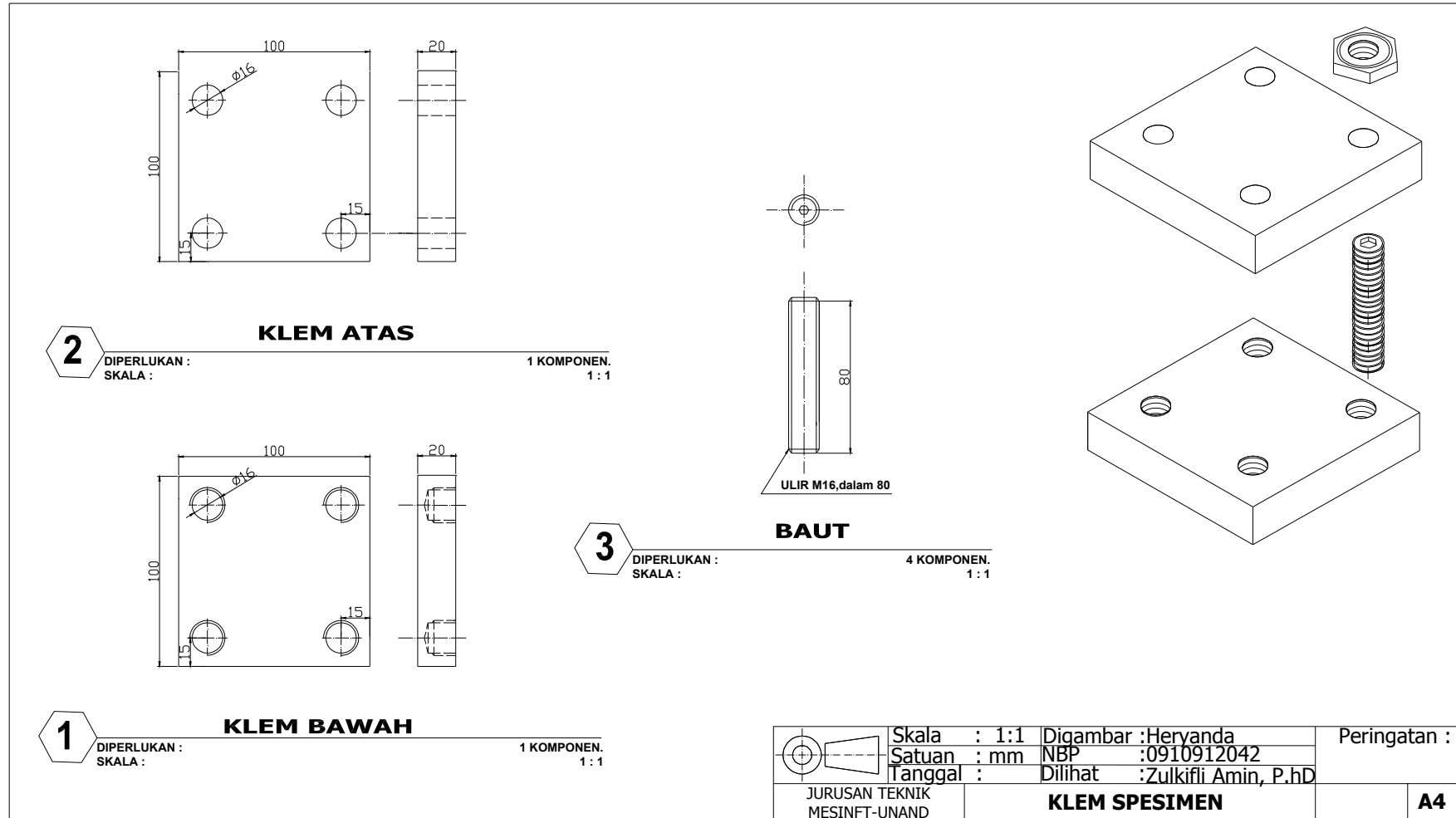
Disarankan untuk penelitian tentang penyambungan difusi (*diffusion bonding*) selanjutnya memahami tentang sifat mekanik dan kimia aluminium maupun aluminium paduan. Dan melakukan penelitian proses penyambungan difusi terhadap aluminium dimana aluminium yang satu memiliki paduan yang berbeda dengan yang lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1].F. James, Shackelford & Alexander, W. *Material science and engineering handbook*. Boca Raton : CRC press LLC (2001).
- [2].Groza, Joanna R, Shackelford. James F, Lavernia. Enrique J & Powers Michael T. *Material processing handbook*. CRC Press : Taylor & Francis Group (2001).
- [3].Chen. Shangda, Ke. Fujiu, Zhou. Min & Bai. Yilong. *Atomistic investigation of the effects of temperature and surface roughness on diffusion bonding between Cu and Al* (2007).
- [4].Callister Jr, D William. *Material science and engineering*. Department of metallurgy engineering : The university of Utah.
- [5] Lee. C.S., Li. H., Chandel.R.S. Stimulation model for the vacuum-free diffusion bonding of aluminium metal-matrix composit.(1999)
- [6] <http://www-old.me.gatceh.edu/jonathan.colton/me421/joiningchapter.htm>. 10 Desember 2012.
- [7] www.matweb.com. 1 Oktober 2013
- [8] <http://Wikipedia.en.org/NatCopper>. 4 Oktober 2013.
- [9] <http://wikipedia.id.org/aluminium>. 10 Desember 2012.
- [10] http://Wikipedia.id.org/Pin_fin_heat_sink_with_a_z-clip.png. 8 Desember 2012
- [11] Wahyudi Ferli. Tugas Akhir “Pengaruh temperatur pemanasan terhadap kekuatan geser sambungan AA 5052 –C 10100 dengan proses *free vacuum diffusion bonding*” Universitas Andalas.Padang.2013.
- [12] Rinaldo Angga. Tugas Akhir. “Penyambungan AA5052-C10100 dengan Proses *Diffusion Bonding* Menggunakan Gas Pelindung Argon: Pengaruh Waktu Penahanan (*Holding*) terhadap Kekuatan Geser Sambungan.Universitas Andalas. Padang. 2013.
- [13] Gunawarman. 2013. *Konsep dan Teori Metalurgi Fisik*. Yogyakarta : ANDI Yogyakarta.

Lampiran 1

Gambar teknik klem untuk pesimen



LAMPIRAN 2



Perhitungan Manual Nilai Pembebanan

LAMPIRAN 3



Gambar Teknik Alat Bantu Uji Geser

LAMPIRAN 4



Data Pengujian Geser

LAMPIRAN 5



Jurnal Referensi

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



ABDI ARPAN AZHAR NASUTION

Mandasip, Kec.
Simangambat, Kab. Padang Lawas Utara,
Sumut
HP : 085275194753
E-mail : abdiarpanazhar_nst@yahoo.com

DATA PRIBADI

Nama : Abdi Arpan Azhar Nasution
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Tempat / Tanggal Lahir : Mandasip / 8 Mei 1990
Kewarganegaraan : Indonesia
Agama : Islam
Golongan darah : A
Status Perkawinan : Belum kawin
Alamat : Mandasip, Kec. Simangambat, Kab. Padang Lawas Utara
Sumatera Utara - 22742

LATAR BELAKANG PENDIDIKAN

- 2008 – 2013 : Mahasiswa Strata Satu (S1) Program studi Teknik Mesin - Fakultas Teknik – Universitas Andalas Padang.
- 2005 – 2008 : SMA Negeri Perisai Kutacane Aceh Tenggara
- 2002 – 2005 : SMP Negeri 1 Badar Kutacane Aceh Tenggara
- 1996 – 2002 : SD Negeri Mandasip 142902

KARYA ILMIAH

- **Penelitian Tugas Akhir** Proses Penyambungan Difusi Tanpa Vakum untuk Material Sejenis dengan Variasi Temperatur: Studi Kasus pada AA 5052 – C10100

PENGALAMAN PELATIHAN/ TRAINING/ KEPANITIAAN

- Koordinator Liassion Officer MTQ Mahasiswa Nasional ke-23 Tahun 2013 di Universitas Andalas Padang.
- Koordinator Tim Relawan Unand untuk Penanggulangan Bencana Gempa dan Tsunami di Kep. Mentawai 2010.
- Ketua panitia Gerakan Unand 1000 Kantong Darah kerja sama Yayasan Kesetiakawanan Dan Kepedulian Sosial Jakarta dan IKA Unand Tahun 2011.
- Seminar dan Lokakarya Nasional kerja sama antara Humanitarian Forum Indonesia, BNPB dan Kemendikbud di Jakarta tahun 2013 sebagai peserta.
- Pelatihan Nasional SAR dan Penanggulangan Bencana KSR-PMI Perguruan Tinggi se-Indonesia di Universitas Islam Riau Pekanbaru tahun 2011 sebagai peserta.
- Gladian Relawan IV KSR-PMI Perguruan Tinggi Se-Indonesia di IAIN Imam Bonjol Padang 2011 sebagai peserta.
- Training Of Trainer kerja sama antara ACT, MRI, dan Universitas Andalas Padang 2009.

- ESQ Leadership Training oleh ESQ Leadership Center di Universitas Andalas Sebagai Peserta 2008

PENGALAMAN ORGANISASI

- Ketua Unit Kegiatan Mahasiswa Korps Sukarela Palang Merah Indonesia Universitas Andalas (UKM KSR-PMI Unit Unad) Periode 2011-2012.
- Dewan Penasehat Pengurus Unit Kegiatan Mahasiswa Korps Sukarela Palang Merah Indonesia Universitas Andalas (UKM KSR-PMI Unit Unand) Periode 2012-2013.
- Anggota UKM Pengenalan Hukum Dan Politik Universitas Andalas 2009-sekarang.
- Anggota Himpunan Mahasiswa Mesin (HMM) 2009-Sekarang.
- Pengurus Himpunan Mahasiswa Sumatera Utara Padang (HIMSU) periode 2010-2011.
- Anggota Solidaritas Mahasiswa dan Pemuda Kecamatan Simangambat (SMP_ks).