

SKRIPSI

**ANALISIS KEKUATAN BENDING STRUKTUR SANDWICH
DENGAN *CORE* ALUMINIUM DAN *SKIN* PLAT ASTM A36**



PANDU ANDIKA

03051381924082

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2023

SKRIPSI

**ANALISIS KEKUATAN BENDING STRUKTUR SANDWICH
DENGAN CORE ALUMINIUM DAN SKIN PLAT ASTM A36**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



**OLEH
PANDU ANDIKA
03051381924082**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2023**

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS KEKUATAN BENDING STRUKTUR SANDWICH
DENGAN CORE ALUMINIUM - FOAM POLYURETHANE
DAN SKIN PLAT ASTM A36**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar sarjana Teknik Mesin
Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:

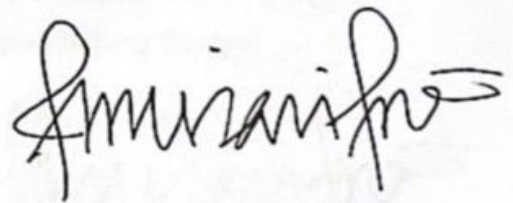
PANDU ANDIKA
03051381924082

Mengetahui,
& Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 197112251997021001

Palembang, Juli 2023
Pembimbing Skripsi



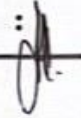
Amir Arifin, S. T., M. Eng., Ph. D.
NIP. 197909272003121004

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Agenda No.
Diterima Tanggal
Paraf

: 012/TM/Ak/2023

: 29/07/2023

: 

SKRIPSI

NAMA : PANDU ANDIKA
NIM : 03051381924082
JURUSAN : TEKNIK MESIN
JUDUL SKRIPSI : ANALISIS KEKUATAN BENDING STRUKTUR SANDWICH DENGAN CORE ALUMINIUM – FOAM POLYURETHANE DAN SKIN PLAT ASTM A36
DIBUAT TANGGAL : 28 OKTOBER 2022
SELESAI TANGGAL : 27 JUNI 2023

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin



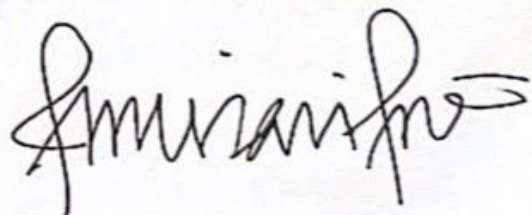
Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D.

NIP. 197112251997021001

Palembang, Juli 2023

Diperiksa dan disetujui oleh:

Pembimbing Skripsi



Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D.

NIP. 197909272003121004

HALAMAN PERSETUJUAN

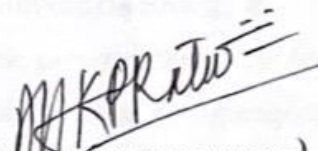
Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “Analisis Kekuatan Bending Struktur *Sandwich* Dengan *Core* Alumunium dan *Skin* Plat *ASTM A36*” telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Sriwijaya pada tanggal 27 Juni 2023.

Palembang, Juli 2023

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi

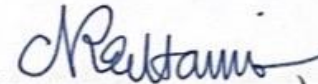
Ketua :

1. Dr. Ir. Diah Kusuma Pratiwi, M.T.
NIP. 196307191990032001

(
.....)


Sekretaris :

2. Nurhabibah Paramitha E U, S.T., M.T.
NIP. 198911172015042003

(
.....)

Anggota :

3. Gunawan, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 197705072001121001

(
.....)

Mengetahui,

& Ketua Jurusan Teknik Mesin

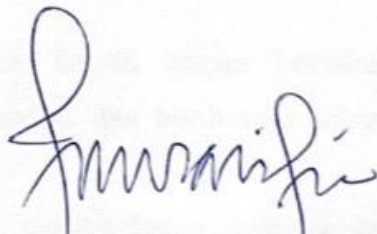


Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 197112251997021001

Palembang, Juli 2023

Diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing

(
.....)

Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 197909272003121004

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur saya panjatkan kepada Allah Subhanahuwata'ala atas rahmat-Nya yang diberikan sehingga saya dapat menyelesaikan Skripsi ini. Skripsi ini berjudul “Analisis kekuatan bending struktur *sandwich* dengan *core* alumunium dan *skin* plat *ASTM A36*”.

Skripsi ini dibuat bertujuan sebagai salah satu syarat mendapatkan gelar Sarjana pada jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Pada proses penyusunan skripsi, penulis banyak mendapatkan bantuan, saran, dukungan serta do'a dari orang tua. Oleh sebab itu saya mengucapkan terima kasih kepada orang tua atas dukungan moril, bantuan, nasihat, dan materi yang telah diberikan pada penulis.

Penulis juga mengucapkan terima kasih banyak kepada pihak yang telah membantu penyusunan skripsi ini baik secara langsung ataupun tak langsung kepada:

1. Kepada Sugiono dan Meriani selaku orang tua saya yang menjadi motivasi penulis agar dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
2. Kepada Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
3. Kepada Amir Arifin, S.T., M.Eng Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan banyak waktu, ilmu yang bermanfaat dan motivasi untuk terus berkembang dalam menyelesaikan penulisan Skripsi ini.
4. Kepada Gunawan, S.T, M.T, Ph.D. selaku dosen yang telah membantu menyelesaikan penulisan skripsi ini.
5. Kepada seluruh dosen di jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya atas ilmu, nasihat dan bimbingan selama proses perkuliahan.
6. Kepada sahabat-sahabat di Teknik Mesin Angkatan 2019, sahabat-sahabat terdekat dan sahabat sekaligus rekan skripsi penulis yang membantu dan

memberi support kepada penulis agar dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.

Hanya terima kasih yang dapat penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah membantu, semoga Allah Subhanahuwata'ala membalas semua kebaikan yang sudah diberikan kepada saya dengan rahmat dan karunia-Nya. Akhir kata penulis mengharapkan agar skripsi ini dapat bermanfaat untuk kemajuan ilmu pengetahuan di masa yang datang.

Palembang, Juli 2023



Pandu Andika
NIM. 03051381924082

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Pandu Andika

NIM : 03051381924082

Judul : Analisis Kekuatan Bending Struktur *Sandwich* dengan *Core*
Alumunium dan *Skin* Plat *ASTM A36*

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*corresponding author*).

Demikian pernyataan saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari pihak manapun.

Palembang, Juli 2023



Pandu Andika

NIM. 03051381924082

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Pandu Andika

NIM : 03051381924082

Judul : Analisis Kekuatan Bending Struktur *Sandwich* dengan Core Alumunium dan *Skin* Plat *ASTM A36*

Menyatakan bahwa skripsi saya merupakan hasil karya saya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan aturan yang berlaku.

Demikian pernyataan saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari pihak manapun.



Palembang, Juli 2023



Pandu Andika

NIM. 03051381924082

RINGKASAN

ANALISIS KEKUATAN BENDING STRUKTUR *SANDWICH* DENGAN *CORE* ALUMINIUM DAN *SKIN* PLAT *ASTM A36*

Karya tulis ilmiah berupa skripsi, Juli 2023

Pandu Andika, dibimbing oleh Amir Arifin, S.T, M.Eng, Ph.D.

LXVI+ 66 Halaman, 15 Tabel, 40 Gambar, 14 Lampiran

RINGKASAN

Pemanfaatan struktur aluminium *sandwich* dengan berlapis *skin* besi telah berkembang pesat dalam dunia industri di Indonesia yang berkaitan dengan manufaktur dan penelitian bahan. Dalam beberapa tahun terakhir potensi material struktur *sandwich* menarik minat banyak peneliti karena keunggulan strukturnya yang menawarkan kekuatan tinggi dengan bobot yang ringan. Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah untuk membuat struktur *sandwich* dengan *core* aluminium dan *skin* plat *ASTM A36*, serta menganalisis pengaruh *adhesive* pada *core* aluminium terhadap kekuatan tekan dan pengaruh ketebalan *skin* terhadap kekuatan bending. Struktur *sandwich* terdiri dari kulit (*skin*) dan inti (*core*) yang memberikan kekakuan dan kekuatan tinggi, cocok untuk menahan beban lentur, tekan, serta meredam getaran dan suara. Penelitian ini dimulai dengan melakukan tahap pembuatan *core* yang merupakan inti dari struktur *sandwich*. *Core* dibuat menggunakan bahan aluminium hollow yang diisi dengan kombinasi aluminium *m showcase* dan aluminium pipa ukuran 9 mm dengan 3 variasi berbeda, variasi pertama tanpa *adhesive*, variasi kedua *adhesive*, variasi ketiga *adhesive* dan tali. Selanjutnya dilakukan pengujian tekan dan didapatkan hasil variasi *adhesive* dan tali yang akan digunakan karena tegangan tekan variasi tersebut memiliki nilai sebesar 99,84 MPa dimana nilai tegangan tekan tersebut lebih tinggi dari pada nilai variasi tanpa *adhesive* yang hanya 45,76 MPa dan variasi *adhesive* 86,25 MPa. Setelah itu, *core* kembali

dibuat untuk dilakukan pengujian tekan kembali dengan 2 variasi berbeda, variasi pertama *core adhesive* dan tali yang tidak diisi *foam polyurethane* dan variasi kedua *core adhesive* dan tali yang diisi dengan *foam polyurethane*. Hasilnya tegangan tekan *core* yang diisi *foam polyurethane* memiliki nilai sebesar 98,41 MPa, nilai ini lebih tinggi dibandingkan *core* yang tidak diisi *foam polyurethane* sebesar 92,51 MPa. Dipilihlah *core* variasi *adhesive* dan tali yang diisi *foam polyurethane* untuk pembuatan struktur *sandwich* dengan tebal *skin* 3, 5, dan 7 mm yang akan dilakukan pengujian bending dengan mengacu pada standar *ASTM C393*. Hasil pengujian bending menunjukkan bahwa ketebalan *skin* dapat meningkatkan kekuatan pada struktur *sandwich*. Hal ini dibuktikan dengan tegangan bending yang dapat diterima struktur *sandwich* dengan tebal *skin* 3 mm dengan rata-rata nilai sebesar 15,51 MPa, struktur *sandwich* tebal *skin* 5 mm dengan rata-rata nilai sebesar 17,86 MPa, sedangkan struktur *sandwich* tebal *skin* 7 mm dengan rata-rata nilai sebesar 19,30 MPa.

Kata Kunci : struktur *sandwich*, *core*, tebal *skin*, *ASTM A36*, *ASTM C393*

Kepustakaan : 24

SUMMARY

BENDING STRENGTH ANALYSIS OF SANDWICH STRUCTURE WITH ALUMINUM CORE AND ASTM A36 SKIN PLATE

Scientific paper in the form of a thesis, July 2023

Pandu Andika, supervised by Amir Arifin, S.T, M.Eng, Ph.D.

LXVI+ 66 Pages, 15 Tables, 40 Figures, 14 Appendix

SUMMARY

The use of aluminum sandwich structure with iron skin coated has grown rapidly in the industrial world in Indonesia related to manufacturing and material research. In recent years, the potential of sandwich structure materials has attracted the interest of many researchers because of the advantages of the structure that offers high strength with light weight. The goal to be achieved from this research is to make a sandwich structure with aluminum core and ASTM A36 skin plate, as well as analyze the effect of adhesive on aluminum cores on compressive strength and the effect of skin thickness on bending strength. The sandwich structure consists of skin and core that provide high rigidity and strength, suitable for withstanding bending loads, compressions, and dampens vibration and sound. This research begins by conducting the core manufacturing stage which is the core of the sandwich structure. Core is made using hollow aluminum material filled with a combination of aluminum m showcase and aluminum pipe size 9 mm with 3 different variations, the first variation without adhesive, the second variation adhesive, the third variation adhesive and strap. Furthermore, a compressive test was carried out and obtained the results of variations in adhesive and rope to be used because the compressive stress of these variations had a value of 99.84 MPa where the compressive stress value is higher than the value of the variation without adhesive which is only 45.76 MPa and the adhesive variation is 86.25 MPa. After that, the core is again made for

pressure testing again with 2 different variations, the first variation is core adhesive and rope that is not filled with polyurethane foam and the second variation is core adhesive and rope that is filled with polyurethane foam. As a result, the compressive stress of cores filled with polyurethane foam has a value of 98.41 MPa, this value is higher than cores that are not filled with polyurethane foam of 92.51 MPa. Adhesive variation cores and straps filled with polyurethane foam were selected for the manufacture of sandwich structures with skin thickness of 3, 5, and 7 mm which will be bending testing with reference to standards ASTM C393. The results of bending testing show that the thickness of the skin can increase the strength of the sandwich structure. This is evidenced by the acceptable bending voltage of the sandwich structure with a skin thickness of 3 mm with an average value of 15.51 MPa, the sandwich structure of skin thickness of 5 mm with an average value of 17.86 MPa, while the sandwich structure is skin thickness of 7 mm with an average value of 19.30 MPa.

Keywords : sandwich structure, core, skin thickness, ASTM A36, ASTM C393

Literature : 24

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	v
SKRIPSI	vii
HALAMAN PERSETUJUAN	ix
KATA PENGANTAR.....	xi
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	xiii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	xv
RINGKASAN	xvii
SUMMARY	xix
DAFTAR ISI	xxi
DAFTAR GAMBAR	xxiii
DAFTAR TABEL	xxv
DAFTAR LAMPIRAN	xxvii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup Penelitian.....	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Struktur <i>Sandwich</i>	5
2.1.1 <i>Core</i>	5
2.1.2 <i>Skin</i>	6
2.1.3 <i>Adhesive</i>	7
2.1.4 Jenis Struktur <i>Sandwich</i>	8
2.1.5 Keuntungan Dan Kerugian Struktur <i>Sandwich</i>	10
2.2 Alumunium	10
2.2.1 Unsur-Unsur Paduan Alumunium	11
2.2.2 Klasifikasi Aluminium Dan Paduannya	12
2.2.3 Aluminium <i>Hollow</i>	14

2.2.4	Alumunium 6063-T5	14
2.3	Baja <i>ASTM A36</i>	16
2.4	<i>Polyurethane Foam</i>	17
2.5	Uji Tekan.....	18
2.6	Uji <i>Bending</i>	19
BAB 3	METODELOGI PENELITIAN	21
3.1	Diagram Alir Penelitian.....	21
3.2	Studi Literatur.....	22
3.3	Alat dan Bahan	22
3.4	Persiapan Bahan Pembuatan Struktur <i>Sandwich</i>	23
3.5	Prosedur Penelitian.....	23
3.5.1	Persiapan Bahan Pembuatan <i>Core</i>	24
3.5.2	Proses Pengisian <i>Filler</i>	27
3.5.3	Proses Pembuatan Struktur <i>Sandwich</i>	29
3.6	Metode Pengujian.....	30
3.6.1	Pengujian Tekan	31
3.6.2	Pengujian <i>Bending</i>	31
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1	Hasil Pengujian Tekan.....	33
4.2	Hasil Pengujian <i>Bending</i>	41
4.3	Pengaruh Penggunaan Tipe <i>Adhesive Core</i> Alumunium Terhadap Kekuatan Tekan.....	52
4.4	Pengaruh Ketebalan <i>Skin</i> Struktur <i>Sandwich Core</i> Alumunium Terhadap Kekuatan <i>Bending</i>	53
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	55
5.1	Kesimpulan.....	55
5.2	Saran.....	56
	DAFTAR PUSTAKA.....	57
	LAMPIRAN	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	<i>Struktur sandwich</i> (Dahai, dkk., 2017).....	5
Gambar 2. 2	Jenis-jenis <i>core</i> (Chen, 2004)	6
Gambar 2. 3	<i>Struktur sandwich honeycomb</i> (Andrean, 2019)	7
Gambar 2. 4	Alumunium <i>sandwich</i> (Arifin, 2021)	8
Gambar 2. 5	Kayu balsa struktur <i>sandwich</i> (Wijoyo, dkk., 2018).....	9
Gambar 2. 6	<i>Fiberglass reinforced polymer (FRP) honeycomb</i> (Arifin, 2021)9	
Gambar 2. 7	Alumunium <i>hollow</i>	14
Gambar 2. 8	<i>Polyurethane foam</i>	17
Gambar 2. 9	Perubahan benda yang disebabkan oleh uji tekan (Gunawan, dkk., 2021)	18
Gambar 2. 10	Uji <i>bending</i> (Hariyanto, 2017)	19
Gambar 3. 1	Diagram alir penelitian	21
Gambar 3. 2	Bahan yang telah dikumpulkan	23
Gambar 3. 3	Contoh alumunium <i>hollow</i>	24
Gambar 3. 4	Contoh alumunium <i>m showcase</i> dan alumunium pipa 9 mm....	24
Gambar 3. 5	Contoh alumunium sudah dibentuk.....	25
Gambar 3. 6	Contoh alumunium dililitkan benang <i>nylon</i>	25
Gambar 3. 7	Contoh alumunium yang dimasukkan ke dalam <i>hollow</i>	26
Gambar 3. 8	Contoh <i>core</i> yang diaplikasikan lem super ke tiap sisi <i>hollow</i> .	26
Gambar 3. 9	Contoh hasil <i>core</i> alumunium	26
Gambar 3. 10	Contoh <i>core</i> aluminium.....	27
Gambar 3. 11	Contoh <i>foam PU A</i> dan <i>B</i> , dan komposisi 6 ml.....	27
Gambar 3. 12	Contoh proses penuangan <i>foam PU A dan B</i> ke dalam <i>core</i>	28
Gambar 3. 13	Contoh hasil <i>core</i> alumuium yang sudah selesai.....	28
Gambar 3. 14	Contoh susunan <i>core</i> yang telah diberikan lem super	29
Gambar 3. 15	Contoh proses penempelan antar <i>skin</i> dan <i>core</i> pada struktur <i>sandwich</i>	29
Gambar 3. 16	Contoh proses struktur <i>sandwich</i> dijepit menggunakan ragum.	30
Gambar 3. 17	Contoh hasil struktur <i>sandwich</i> yang telah dibuat.....	30

Gambar 4. 1	<i>Core</i> struktur <i>sandwich</i> sebelum diuji	33
Gambar 4. 2	Proses uji tekan <i>core</i> dan <i>core</i> setelah diuji tekan.....	34
Gambar 4. 3	<i>Core filler PU foam</i> (kiri) dan <i>core</i> tanpa <i>filler PU foam</i> (kanan)	35
Gambar 4. 4	<i>Core filler</i> setelah diuji dan <i>core non-filler</i> setelah diuji.....	36
Gambar 4. 5	Tegangan-regangan hasil pengujian tekan (a) <i>Core filler</i> dan (b) <i>Core non-filler</i>	37
Gambar 4. 6	Struktur <i>sandwich</i> beserta beratnya	42
Gambar 4. 7	Struktur <i>sandwich</i> setelah uji <i>bending</i> (a) <i>skin</i> 3 mm (b) <i>skin</i> 5 mm dan (c) <i>skin</i> 7 mm	44
Gambar 4. 8	Tegangan-regangan hasil uji <i>bending</i> struktur <i>sandwich</i> tebal 2 mm (a), 5 mm (b) dan 7 mm (c).....	47
Gambar 4. 9	Struktur <i>sandwich</i> dengan <i>clamp</i> yang telah dibuat	49
Gambar 4. 10	Proses dan hasil struktur <i>sandwich</i> dengan <i>clamp</i> yang telah diuji	49
Gambar 4. 11	Tegangan-regangan hasil uji <i>bending</i> struktur <i>sandwich</i> dengan <i>clamp</i> (a) Spesimen 7A dan (b) Spesimen 7B	51
Gambar 4. 12	Perbandingan nilai kekuatan tekan maksimum <i>core</i> struktur <i>sandwich</i>	52
Gambar 4. 13	Perbandingan nilai tegangan <i>bending</i> struktur <i>sandwich</i> terhadap tebal <i>skin</i>	53

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Komposisi alumunium 6063-T5.....	15
Tabel 2. 2	Kekuatan alumunium 6063-T5.....	15
Tabel 2. 3	Komposisi baja A36	16
Tabel 2. 4	Kekuatan baja A36	17
Tabel 3. 1	Alat dan bahan.....	22
Tabel 4. 1	Hasil pengujian tekan	34
Tabel 4. 2	Hasil pengujian tekan <i>core filler</i> dan <i>core non-filler</i>	37
Tabel 4. 3	Pengujian densitas <i>core filler</i> dan <i>core non-filler</i>	38
Tabel 4. 4	Tegangan plateau.....	39
Tabel 4. 5	Studi literatur.....	40
Tabel 4. 6	Hasil perhitungan densitas	43
Tabel 4. 7	Tegangan <i>bending</i> struktur <i>sandwich</i>	45
Tabel 4. 8	Tegangan geser struktur <i>sandwich</i>	46
Tabel 4. 9	Hasil tegangan <i>bending</i> struktur <i>sandwich</i> dengan <i>clamp</i>	50
Tabel 4. 10	Hasil tegangan geser struktur <i>sandwich</i> dengan <i>clamp</i>	50

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Alat pengujian tekan	61
Lampiran 2. Alat pengujian <i>bending</i>	61
Lampiran 3 Sampel <i>core</i> sebelum di <i>assembly</i>	61
Lampiran 4 Sampel <i>core</i>	62
Lampiran 5. Sampel <i>core</i> yang diisi <i>foam polyurethane</i>	62
Lampiran 6. Struktur <i>sandwich</i> variasi tebal <i>skin</i> 3 mm saat ditimbang.....	62
Lampiran 7. Struktur <i>sandwich</i> variasi tebal <i>skin</i> 5 mm saat ditimbang.....	63
Lampiran 8. Struktur <i>sandwich</i> variasi tebal <i>skin</i> 7 mm saat ditimbang	63
Lampiran 9. Tegangan-regangan hasil pengujian tekan <i>core filler</i>	63
Lampiran 10. Tegangan-regangan hasil pengujian tekan <i>core non-filler</i>	64
Lampiran 11. Tegangan-regangan hasil pengujian bending struktur <i>sandwich</i> 3A, 3B, dan 3C	64
Lampiran 12. Tegangan-regangan hasil pengujian bending struktur <i>sandwich</i> 5A, 5B, dan 5C	64
Lampiran 13. Tegangan-regangan hasil pengujian bending struktur <i>sandwich</i> 7A, 7B, dan 7C	65
Lampiran 14. Tegangan-regangan hasil pengujian bending struktur <i>sandwich</i> menggunakan <i>clamp</i> 7A dan 7B.....	66

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Meningkatnya perkembangan dunia perindustrian, terutama yang berhubungan dengan manufaktur dan penelitian bahan di Indonesia, maka dalam proses produksinya banyak menggunakan alat-alat atau mesin untuk menguji kualitas suatu material, salah satunya kekuatan material dan bahan tersebut. Pemanfaatan struktur aluminium *sandwich* berlapis skin besi dalam industri telah berkembang pesat.

Material *sandwich* merupakan material yang terdiri dari lapisan kulit (*face sheet*) dan lapisan inti (*core*). Lapisan inti dapat berbentuk *foam*, *honeycomb*, *web*, atau *truss*. Konstruksi *sandwich* telah digunakan secara luas dalam beberapa industri yang membutuhkan konstruksi ringan dan kaku, dari lambung kapal sampai struktur pesawat terbang, dari bagian luar truk sampai dengan panel gedung, dari platform ruangan sampai geladak jembatan. Pemakaian secara luas komposit jenis ini tidak terlepas dari sifat unggul yang dimilikinya seperti, ketuhan struktur, konduktivitas panas rendah, kemampuan menumpu beban aerodinamik, kemampuan menahan beban lentur, impak maupun meredam getaran dan suara (Gunawan, dkk., 2021).

Mengingat potensinya yang cukup besar, beberapa tahun terakhir penelitian terkait perkembangan material ini telah menarik minat banyak peneliti. Diantara banyak keunggulan yang ditawarkan struktur *sandwich*, struktur dengan kekuatan yang tinggi dan berat yang lebih ringan adalah salah satu keunggulan dari struktur *sandwich*.

Salah satu alasan belum banyaknya inovasi pengembangan material *sandwich* di Indonesia adalah terbatasnya bahan baku lapisan inti. Ditambah belum ada regulasi yang mengatur penggunaan material ini. Padahal, pengembangan material *sandwich* yang ekonomis dapat mengurangi

ketergantungan pada material baja. Oleh sebab itu, inovasi material pengganti lapisan inti sangat diperlukan dengan menggunakan bahan yang mudah didapatkan di dalam negeri. Selain itu bahan tersebut harus memenuhi persyaratan yang sesuai dengan badan klasifikasi yang berlaku. Atas dasar tersebut penulis memutuskan untuk mengambil tugas akhir/skripsi: “Analisis kekuatan bending struktur *sandwich* dengan *core* alumunium dan *skin* plat *ASTM A36*”.

1.2 Rumusan Masalah

Dari kajian literatur, sudah banyak penelitian struktur *sandwich* yang menggunakan alumunium *honeycomb*, kayu balsa, *fiberglass reinforced polymer (FRP)*, *foam* dan lain-lainnya. Namun penggunaan *core* berbasis alumunium profil *m showcase* dan pipa ukuran 9 mm dengan *core filler PU foam* masih jarang ditemukan oleh karena itu, pada penelitian ini akan dianalisis penggunaan *core* tersebut terhadap kekuatan bending.

1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian dilakukan tidak terlepas dari batasan-batasan agar lebih terperinci dan tidak melebar dari inti permasalahan yang akan diselesaikan sesuai dengan judul penelitian ini yaitu “Analisis kekuatan bending struktur *sandwich* dengan *core* alumunium dan *skin* plat *ASTM A36*”. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Struktur *sandwich* menggunakan bahan *core* alumunium dengan *skin* baja *ASTM A36* berbentuk plat.

2. Material yang digunakan sebagai *core* ialah alumunium *hollow* berbentuk persegi dengan ukuran 40x40 mm, alumunium profil *m showcase* ukuran 23 mm x 11 mm dan alumunium pipa ukuran 9 mm.
3. Pengujian yang digunakan adalah pengujian tekan dan pengujian bending.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Merancang dan merekayasa struktur *sandwich* dengan *core* aluminium dan *skin* plat *ASTM A36*.
2. Menganalisis pengaruh penggunaan tipe *adhesive* pada *core* aluminium terhadap kekuatan tekan.
3. Menganalisis pengaruh ketebalan *skin* struktur *sandwich core* aluminium.
4. Menganalisis pengaruh penggunaan *foam polyurethane* pada *core* struktur *sandwich* terhadap kekuatan tekan.
5. Menganalisis pengaruh penggunaan *clamp* pada struktur *sandwich* terhadap kekuatan bending.

1.5 Manfaat Penelitian

Terdapat manfaat yang dihasilkan dari penelitian ini :

1. Memberikan kontribusi positif dan memperkaya inovasi bagi ilmu pengetahuan dan teknologi terhadap pemanfaatan aluminium profil dengan berbagai jenis *core*.
2. Menambah pengetahuan tentang pembuatan struktur *sandwich* dengan bahan aluminium profil *m showcase* dan pipa aluminium 9 mm.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, K., Zubaydi, A., dan Budipriyanto, A. (2018). Application of Sandwich Plate System with Core from Waste Clam Shell in Ship Deck. *Jurnal Wave*, 12(2), 53–60.
- Ali, M. S., Praktikno, H., dan Dhanistha, W. L. (2019). Analisis Pengaruh Variasi Sudut Blasting Dengan Coating Campuran Epoxy dan Aluminium Serbuk terhadap Kekuatan Adhesi, Prediksi Laju Korosi, dan Morfologi pada Plat Baja ASTM A36. *Jurnal Teknik ITS*, 8(1), G64–G70. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v8i1.39068>.
- Andrean, R. (2019). Pengaruh Variasi Ketebalan Pada Konfigurasi Penampang Terhadap Gaya Remuk Rata-Rata (MFC) Pada Material Struktur Panel Sandwich. In Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- Andrews, E., Sanders, W., dan Gibson, L. J. (1999). Compressive and tensile behaviour of aluminum foams. *Materials Science and Engineering: A*, 270(2), 113-124. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S09215093\(99\)00170-7](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S09215093(99)00170-7).
- Arifin, M. H. R. (2021). Pembuatan dan Pengujian Honeycomb Sandwich Jenis Two Directional Sinusoidal Wave Core Berbahan Serat Kaca Dengan Cell Height 10mm. Institut Teknologi Nasional.
- Aripin, S. (2016). Kajian Mekanis Campuran Limbah Alumunium Dan Alloy Untuk Pembuatan Pully. Universitas Medan Area.
- Baihaqi, R. A., Pratikno, H., dan Hadiwidodo, Y. S. (2020). Analisis Sour Corrosion pada Baja ASTM A36 Akibat Pengaruh Asam Sulfat dengan Variasi Temperatur dan Waktu Perendaman di Lingkungan Laut. *Jurnal Teknik ITS*, 8(2), G237–G242. <https://doi.org/10.12962/j23373539>.
- Byakova, A., Gnyloskurenko, S., Vlasov, A., Semenov, N., Yevych, Y., Zatsarna, O., dan Danilyuk, V. (2019). Effect of Cell Wall Ductility and Toughness on Compressive Response and Strain Rate Sensitivity of Aluminium Foam. *Advances in Materials Science and Engineering*, 2019. <https://doi.org/10.1155/2019/3474656>.
- Byakova, O. V., Vlasov, A. O., Semenov, M. V., Zatsarna, O. V., dan Gnyloskurenko, S. V. (2017). Mechanical behaviour of the porous and foam aluminium in conditions of compression: Determination of key mechanical characteristics. *Metallofizika i Noveishie Tekhnologii*, 39(10),

- 1363–1375. <https://doi.org/10.15407/mfint.39.10.1363>.
- Chen, A. (2004). Strength Evaluation of Honeycomb FRP Sandwich Panels with Sinusoidal Core Geometry. In Department of Civil and Environmental Engineering: Vol. PhD. West Virginia University.
- Cheng, Y., Li, Y., Chen, X., Zhou, X., dan Wang, N. (2018). Compressive Properties and Energy Absorption of Aluminum Foams with a Wide Range of Relative Densities. *Journal of Materials Engineering and Performance*, 27(8), 4016–4024. <https://doi.org/10.1007/s11665-018-3514-4>.
- Dahai, Z., Fei.Qingguo, dan Zhang, P. (2017). Drop-weight impact behavior of honeycomb sandwich panels under a spherical impactor. *Composite Structures*, 168(1), 633–645. <https://doi.org/10.1016/compstruct>.
- Diharjo, K. (2011). Kekuatan Bending Komposit Sandwich Serat Gelas Dengan Core Divinycell-Pvc H-60 (Pengaruh Orientasi Serat, Jumlah Laminat Dan Tebal Core Terhadap Kekuatan Bending). *Mekanika*, 9(2), 313–319.
- Gunawan, S., Lubis, H. H., dan Wanty, R. D. (2021). Kajian Eksperimen Kemampuan Penyerapan Energi Pada Struktur Sarang Lebah Yang Diuji Secara Statis. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur Dan Energi*, 4(1), 64–72. <https://doi.org/https://doi.org/10.30596/rmme.v4i1.6697> ISSN.
- Hariyanto, A. (2017). Peningkatan Ketahanan Bending Komposit Hibrid Sandwich Serat Kenaf Dan Serat Gelas Bermatrik Polyester Dengan Core Kayu Sengon Lau. *Media Mesin: Majalah Teknik Mesin*, 8(1), 1–9. <https://doi.org/10.23917/mesin.v8i1.3094>.
- Hidayat, A., Yudo, H., dan Manik, P. (2016). Analisa Teknis Komposit Sandwich Berpenguat Serat Daun Nanas Dengan Core Serbuk Gergaji Kayu Sengon Laut Ditinjau Dari Kekuatan Tekuk Dan Impak. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 4(1), 265–273.
- Julius Lucky. (2017). Analisa Proses Friction Stir Welding Pada Plat Aluminium Jenis A1100. Universitas Muhammadiyah Malang.
- McCullough, K. Y. G., Fleck, N. A., dan Ashby, M. F. (1999). Uniaxial stress-strain behaviour of aluminum alloy foams. *Acta Materialia*, 47(8), 2323–2330. [https://doi.org/10.1016/S1359-6454\(99\)00128-7](https://doi.org/10.1016/S1359-6454(99)00128-7).
- Rabiei, A., dan Vendra, L. J. (2009). A comparison of composite metal foam's properties and other comparable metal foams. *Materials Letters*, 63(5), 533–536. <https://doi.org/10.1016/j.matlet.2008.11.002>.
- Rahmatika, A., Ibrahim, S., Hersaputri, M., & Aprilia, E. (2019). Studi Pengaruh Variasi Kuat Arus terhadap Sifat Mekanik Hasil Pengelasan GTAW Alumunium 1050 dengan Filler ER 4043. *Jurnal Polimesin*, 17(1), 47–54.

- Rajak, D. K., Kumaraswamidhas, L. A., & Das, S. (2016). Investigation and characterisation of aluminium alloy foams with TiH₂. *Materials Science and Technology*, 32(13),1331345.<https://doi.org/10.1080/0670836.2015>.
- Saputro, O. H., dan Widodo, A. B. (2022). Studi Kekuatan Impact Laminasi Sistem Sisip (Sandwich) Fiberglass Dan Polyurethane Foam. *Jurnal Jaring SainTek*, 4(2), 83–90.
- Wang, X., dan Zhou, G. (2013). The static compressive behavior of aluminum foam. *Reviews on Advanced Materials Science*, 33(4), 316–321.
- Wijoyo, S. S., Santosa, A., dan P, C. J. (2018). Perancangan Furnitur dengan Material Kayu Balsa. *Jurnal Intra*, 6(2), 105–115.