

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xii
INTISARI.....	xiii
<i>ABSTRACT</i>	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 <i>Arcan fixture</i>	6
2.2 Pengaruh <i>Notch</i>	6
2.3 Kerusakan komposit	8
2.4 Penelitian Terkait <i>Arcan fixture</i>	10
BAB III LANDASAN TEORI.....	24
3.1 <i>Arcan fixture</i>	24
3.2 Komposit	25
3.2.1 GFRP	25
3.3 Tegangan dan Regangan Geser (<i>Shear stress and Shear strain</i>)	26
3.4 Pengujian Geser (<i>Shear Test</i>)	28

3.5	Finite Element Method (FEM)	30
BAB IV METODE PENELITIAN		33
4.1	Lokasi Penelitian	33
4.2	Alat Penelitian	33
4.3	Bahan Penelitian	39
4.4	Diagram Alir Penelitian	43
4.5	Tahapan Penelitian	44
4.5.1	Pembuatan Desain <i>Arcan fixture</i>	44
4.5.2	Manufaktur <i>Arcan fixture</i>	44
4.5.3	Pembuatan spesimen pengujian	44
4.5.4	Pengujian Spesimen	45
4.5.5	Evaluasi spesimen pengujian	45
4.5.6	Analisis Data	46
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN		47
5.1	Proses Optimasi dan Hasil Pembuatan Model 3D <i>Arcan fixture</i>	47
5.1.1	Desain <i>Arcan fixture</i> model 1	50
5.1.2	Desain <i>Arcan fixture</i> model 2	53
5.1.3	Desain <i>Arcan fixture</i> model 3 (<i>final</i>)	56
5.2	Proses Manufaktur dan Hasil <i>Arcan fixture</i>	68
5.3	Proses Manufaktur dan pembuatan spesimen komposit GFRP	74
5.4	Hasil simulasi spesimen pengujian	77
5.5	Kalibrasi <i>Arcan fixture</i>	79
5.6	Hasil Pengujian Geser Komposit GFRP menggunakan <i>Arcan fixture</i>	84
5.6.1	Hasil pengujian spesimen GFRP standar ASTM D7078	88

5.6.2 Hasil pengujian spesimen GFRP standar ASTM D5379.....	90
BAB VI PENUTUP	92
6.1 Kesimpulan.....	92
6.2 Saran.....	93
DAFTAR PUSTAKA	94

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 (a) Spesimen notch V (b) Spesimen notch U.	7
Gambar 2.2 Kerusakan delaminasi pada komposit.	9
Gambar 2.3 Spesimen pengujian (Stamoulis dkk., 2016).	10
Gambar 2.4 Ilustrasi pengujian (Stamoulis dkk., 2016).	11
Gambar 2.5 (a) Skema pengujian (b) Setup pengujian terhadap spesimen menggunakan <i>Arcan fixture</i> (Gan dkk., 2018).	11
Gambar 2.6 <i>Setup Arcan fixture</i> untuk melakukan pengujian (Hao dkk., 2019). ..	12
Gambar 2.7 Spesimen pengujian (Hao dkk., 2019).	13
Gambar 2.8 (a) <i>Arcan fixture</i> milik Yen dkk 1988, dan <i>Arcan fixture</i> modifikasi milik Ud Din dkk 2020 (b) <i>Setup</i> pengujian <i>Arcan fixture</i> (Ud Din dkk, 2020).	14
Gambar 2.9 (a) Spesimen pengujian (b) Ilustrasi pengujian(c) Dimensi spesimen pengujian (Ud Din dkk., 2020).	14
Gambar 2.10 Sistem <i>Arcan fixture</i> yang digunakan pada penelitian (Shibanuma dkk, 2020).	15
Gambar 2.11 (a) Ilustrasi pengujian (b) Hasil pengujian experimental dan numerik (Shibanuma dkk, 2022).	17
Gambar 3.1 (a) <i>Arcan fixture</i> Yen dkk, 1966 (b) <i>Arcan fixture</i> Kazuki Shibanuma, 2022.	24
Gambar 3.2. <i>Unidirectional</i> komposit dibawah pengaruh kompresi <i>axial</i> (a) Hubungan antara beban kompresi aksial dan arah miringnya serat fiber (b) Komponen sarah tegangan terhadap serat dan tegangan geser longitudinal (Ueda dkk., 2021).	28
Gambar 3.3 Spesimen dan dimensi spesimen ASTM D 7078.	29
Gambar 3.4 Spesimen dan dimensi spesimen ASTM D 5379.	29

Gambar 4.1 Universal Testing Machine (UTM).....	34
Gambar 4.2 3D printer Creality CR-10S.	34
Gambar 4.3 Mesin CNC Hartford S-Plus 10.	35
Gambar 4.4 Dino-lite 20-200.	35
Gambar 4.5 <i>Vacuum pump</i>	36
Gambar 4.6 <i>Plastic Bagging</i>	36
Gambar 4.7 <i>Peel ply</i>	37
Gambar 4.8 <i>Flow media</i>	37
Gambar 4.9 Alat Potong (gunting, cutter, scrapper dll).....	38
Gambar 4.10 Plat Aluminium 6061.	39
Gambar 4.11 <i>Woven Glass Fiber</i>	40
Gambar 4.12 Epoxy Resin Bisphenol A.	41
Gambar 4.13 Epoxy Hardener EPH 555.	42
Gambar 4.14 Diagram Alir Penelitian.	43
Gambar 5.1 (a) <i>Arcan fixture</i> model 1 (b) <i>Slot</i> ke UTM model 1.....	50
Gambar 5.2. Dimensi spesimen ASTM D 4255.	51
Gambar 5.3. (a) Proses pembuatan prototipe <i>Arcan fixture</i> model 1 (b) Proses pembuatan prototipe <i>Slot</i> ke UTM untuk <i>Arcan fixture</i> model 1 (c) Pembuatan prototipe spesimen.....	52
Gambar 5.4 <i>Arcan fixture</i> model 1 pada UTM Carson CRN-50.	53
Gambar 5.5 Desain model 3D <i>Arcan fixture</i> model 2.....	54
Gambar 5.6 (a) Ilustrasi <i>Arcan fixture</i> Gan dkk dan detail arah. pembebanan (b) Hasil pengujian penelitian Gan dkk menggunakan <i>Arcan fixture</i>	55
Gambar 5.7 Desain model 3D <i>Arcan fixture</i> model 3.....	57
Gambar 5.8 Desain model 3D <i>slot</i> penghubung <i>Arcan fixture</i> model 3 dengan mesin UTM.	58

Gambar 5.9 Desain model 3D <i>Arcan fixture</i> model 3 dengan dipegang <i>slot</i> penghubung ke UTM.....	58
Gambar 5.10 Desain model 3D Pengencang spesimen ASTM D 7078.....	59
Gambar 5.11 Desain model 3D Pengencang spesimen ASTM D 5379.....	60
Gambar 5.12 Assembly model 3D <i>Arcan fixture</i> model 3 (a) Spesimen ASTM D 7078 (b) Spesimen ASTM D 5379.....	61
Gambar 5.13. Detail arah pembebanan <i>Arcan fixture</i> model 3.....	61
Gambar 5.14 Simulasi FEM pada <i>Arcan fixture</i> model 3 dengan pembebanan 10000 N (a) Von mises <i>stress Arcan fixture</i> (b) <i>Equivalent strain Arcan fixture</i> (c) Von mises <i>stress Slot</i> penghubung ke UTM (d) <i>Equivalent strain Slot</i> penghubung ke UTM (e) Von mises <i>stress assembly Arcan fixture</i> (f) <i>Equivalent strain assembly Arcan fixture</i>	64
Gambar 5.15 Simulasi FEM pada <i>Arcan fixture</i> model 3 dengan pembebanan 3000 N (a) Von mises <i>stress Arcan fixture</i> (b) <i>Equivalent strain Arcan fixture</i> (c) Von mises <i>stress Slot</i> penghubung ke UTM (d) <i>Equivalent strain Slot</i> penghubung ke UTM (e) Von mises <i>stress assembly Arcan fixture</i> (f) <i>Equivalent strain assembly Arcan fixture</i>	65
Gambar 5.16 (a) proses pencetakan prototipe (b) <i>Arcan fixture</i> model 3, (c) <i>Slot</i> ke UTM, (d) Pengencang spesimen ASTM D 7078 dan ASTM D 5379..	67
Gambar 5.17 Pemasangan prototipe <i>Arcan fixture</i> pada mesin UTM (a) Spesimen ASTM D 7078 (b) Spesimen ASTM D 5379.....	68
Gambar 5.18 Proses Manufaktur (a) <i>Arcan fixture</i> (b) Pengencang spesimen ASTM D 7078 dan ASTM D 5379 (c) <i>Slot</i> ke UTM (d) Proses pengurangan material <i>part slot</i> ke UTM ada mesin CNC Hartford S-Plus 10.	69
Gambar 5.19 Hasil jadi (a) <i>Arcan fixture</i> (b) <i>Slot</i> ke UTM (c) Pengencang spesimen ASTM D 7078 (d) Pengencang spesimen ASTM D 5379.	70
Gambar 5.20 Hasil modifikasi penambahan plat SPCC pada pengencan spesimen ASTM D5379 (a) Tampak belakang (b) Tampak depan (c) Tampak	

belakang bagian kanan dan kiri (d) Tampak depan bagian kanan dan kiri.	71
Gambar 5.21 (a) <i>Arcan fixture</i> yang telah dipasang pada mesin UTM Carson CRN – 50 dengan spesimen komposit GFRP ASTM D 7078 (b) Indenstasi titik <i>center Arcan fixture</i> menggunakan <i>laser pointer</i>	73
Gambar 5.22 Proses pembuatan komposit GFRP menggunakan metode VARI. .	75
Gambar 5.23 Proses pemotongan spesimen komposit GFRP menjadi spesimen uji.	76
Gambar 5.24 (a) Boundary condition dari spesimen ASTM D 7078 (b) Hasil simulasi spesimen standar ASTM D 7078	77
Gambar 5.25 (a) Boundary condition dari spesimen ASTM D 5379 (b) Hasil simulasi spesimen standar ASTM D 5379	78
Gambar 5.26 Proses pemotongan spesimen Aluminium menjadi spesimen uji ...	79
Gambar 5.27 Kalibrasi spesimen ASTM D 7078 dengan Aluminium (a) Grafik <i>load</i> – <i>displacement</i> kalibrasi (b) <i>Load</i> rata rata kalibrasi (c) Proses <i>fracture</i> spesimen kalibrasi	80
Gambar 5.28 Kalibrasi spesimen ASTM D 5379 dengan Aluminium (a) Grafik <i>load</i> – <i>displacement</i> kalibrasi (b) <i>Load</i> rata rata kalibrasi (c) Proses <i>fracture</i> spesimen kalibrasi	81
Gambar 5.29 Pengujian geser aluminium (a) Grafik <i>load</i> – <i>displacement</i> (b) spesimen uji (Granum dkk., 2021)	82
Gambar 5.30 Grafik <i>load</i> – <i>displacement</i> hasil pengujian geser komposit aluminium dan polyamide 66 (Leconte dkk., 2020).....	83
Gambar 5.30 Pengujian geser GFRP dengan identasi <i>marker</i> dan hasil deformasi simulasi spesimen standar ASTM D 7078 (b) spesimen standar ASTM D 5379	85
Gambar 5.31 Pengujian geser GFRP dengan identasi <i>marker</i> dan hasil deformasi simulasi spesimen standar ASTM D 5379	85

- Gambar 5.32 (a) Regangan pada arah +45 dan regangan pada arah -45 pada spesimen (b) Arah regangan +45 dan -45 pada sumbu x,y 86
- Gambar 5.34 (a) Kurva tegangan geser regangan geser dari hasil pengujian spesimen komposit GFRP standar ASTM D7078 (b) detail *fracture* spesimen dari pengujian komposit GFRP standar ASTM D 7078..... 88
- Gambar 5.35 (a) Kurva tegangan geser regangan geser dari hasil pengujian spesimen komposit GFRP standar ASTM D 5379 (b) detail *fracture* spesimen dari pengujian komposit GFRP standar ASTM D 5379..... 91

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>Research Gap</i> terhadap penelitian dan pengembangan mengenai <i>Arcan fixture</i>	17
Tabel 2.2 <i>Arcan fixture</i> yang digunakan pada tiap penelitian.....	19
Tabel 4.1 Properti <i>Stainless Steel</i> 304 (UNS S30400).....	39
Tabel 4.2 Properti Aluminium 6061.	39
Tabel 4.3 Properti <i>Glass Fiber</i> (Muflikhun dan Fiedler., 2022).....	40
Tabel 4.4 Properti Epoxy Resin Bisphenol A (PT. Justus Kimia Raya).....	41
Tabel 4.5 Properti Epoxy Hardener EPH 555 (PT. Justus Kimia Raya).....	42
Tabel 4.6 Parameter spesimen pengujian komposit ASTM D7078 dan ASTM D 5379.	45
Tabel 5.1 Kekurangan Arcan fixture penelitian sebelumnya.....	47
Tabel 5.2 Parameter pengujian simulasi komposit GFRP	76

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

GFRP : *Glass Fiber Reinforced Polymer*

CFRP : *Carbon Fiber Reinforced Polymer*

ASTM : *American Society Testing and Material*

UNS : *Unified Numbering System*

UTM : *Universal Testing Machine*

CNC : *Computer numerical control*

CAD : *Computer Aided Desain*

CAM : *Computer Aided Manufacturing*

DIC : *Digital Image Correlation*