



HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
HALAMAN PERSOALAN .....	vi
INTISARI .....	vii
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR GAMBAR DAN GRAFIK .....	xi
DAFTAR TABEL .....	xiv
DAFTAR NOTASI .....	xv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1. TUJUAN PENELITIAN .....	1
1.2. LATAR BELAKANG MASALAH .....	1
1.3. PERUMUSAN MASALAH .....	2
BAB II STUDI LITERATUR .....	4
2. 1. PENGUJIAN IMPAK KECEPATAN RENDAH PADA KOMPOSIT .....	4
2.1.1. Pendahuluan .....	4
2.1.2. Pandangan Global Tentang Impak .....	4
2.2. KERUSAKAN IMPAK PADA KOMPOSIT .....	6
2.2.1. Pendahuluan .....	6
2.2.2. Analisis Tegangan .....	6
2.2.3. Perkiraan Kerusakan .....	9
2.2.4. Metode Penyelesaian .....	10
2.2.5. Hasil Sampel .....	11
2.3. KELAKUAN IMPAK .....	12
2.3.1. Kelakuan Impak pada Lamina CFRP .....	12
2.3.2. Kelakuan Impak pada Kekuatan Tekan Sisa .....	16
2.4. KETAHANAN IMPAK PADA POLIMER YANG DIPERKUAT SERAT .....	19



2.4.2. Impak Energi Tinggi	23
2.5. KERUSAKAN IMPAK PADA KOMPOSIT SMC BERPENGUAT SERAT GELAS	26
2.5.1. Pengukuran Kerusakan	28
2.5.2. Pengukuran Tegangan Sisa	28
2.5.3. Pembahasan	29
2.6. DEFORMASI DAN KERUSAKAN DARI PELAT KOMPOSIT KARENA BEBAN IMPAK	32
2.6.1. Pendahuluan	32
2.6.2. Prosedur Percobaan	34
2.6.3. Hasil dan Diskusi	35
2.6.4. Kesimpulan	39
BAB III PERANCANGAN ALAT UJI IMPAK	41
3.1. MENENTUKAN KETINGGIAN BEBAN	42
3.2. PERANCANGAN PULLEY	43
3.3. PERANCANGAN <i>IMPACT LOAD</i>	44
3.4. PERANCANGAN BESI SIKU	45
3.4.1. Perancangan Besi Siku Miring	45
3.4.2. Perancangan Besi Siku Pertama	46
3.4.3. Perancangan Besi Siku Pembantu Pertama	47
3.4.4. Perancangan Besi Siku Kedua	47
3.4.5. Perancangan Besi Siku Pembantu Kedua	48
3.5. PERANCANGAN ALAT PENGGEREMAN	49
3.6. PRINSIP KERJA ALAT PELEPAS KAIT	50
BAB IV PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN	53
4.1. SPESIMEN KOMPOSIT	53
4.2. MASSA <i>IMPACT LOAD</i>	54
4.3. PERHITUNGAN FRAKSI VOLUME SERAT	54
4.4. DATA HASIL PERCOBAAN	56
4.5. GRAFIK HASIL PERCOBAAN	57



4. Gelas	57
4.5.1. Grafik Hasil Percobaan Spesimen 10°	57
4.5.2. Grafik Hasil Percobaan Spesimen 14°	58
4.5.3. Grafik Hasil Percobaan Spesimen 18°	59
4.5.4. Grafik Perbandingan Hasil Percobaan Rata-rata	60
4.6. PEMBAHASAN	60
BAB V KESIMPULAN	62
DAFTAR PUSTAKA	63
LAMPIRAN	

Gambar 2.1	Pandangan Global Tentang Impak .....	5
Gambar 2.2	Deskripsi masalah .....	7
Gambar 2.3	Variasi gaya kontak dengan kondisi yang diberikan pada tabel 2.1.....	11
Gambar 2.4	Daerah kerusakan yang dihitung untuk kondisi yang diberikan pada tabel 2.1. ....	12
Gambar 2.5	Gambar C-Scan pada pelat sesudah impak untuk kondisi yang diberikan pada tabel 2.1. ....	12
Gambar 2.6	Jenis-jenis kerusakan utama pada lamina komposit karena pengaruh beban impak. ....	14
Gambar 2.7	Karakteristik beban-waktu selama impak beban jatuh pada lamina CFRP .....	15
Gambar 2.8	Multiple Delaminations yang disebabkan oleh impak beban jatuh pada lamina CFRP .....	15
Gambar 2.9	Kekuatan tekan dan tarik sisa setelah dikenai impak beban jatuh pada serat karbon-epoksi $[0^\circ/90^\circ/0^\circ \pm 45^\circ/0^\circ]_s$ .....	17
Gambar 2.10	Kekuatan tekan sisa dari serat karbon-epoksi dan serat karbon-PEEK $[\pm 45^\circ/0^\circ_3/\pm 45^\circ/0^\circ_2]_s$ .....	17
Gambar 2.11	Tipe kerusakan berhubungan dengan beban tekan pada kerusakan impak lamina CFRP .....	18
Gambar 2.12	Perkembangan dari penggunaan bahan CFRP digabungkan dengan sifat-sifat kritis .....	19
Gambar 2.13	Daerah delaminasi sebagai fungsi dari impak energi untuk ketebalan 2 mm, lamina quasi-isotropik dengan serat dan resin yang berbeda tetapi ukuran spesimennya sama .....	22
Gambar 2.14	Kurva beban-defleksi untuk komposit karbon-PEEK yang dikenai impak beban jatuh dibandingkan dengan kurva untuk lekukan lambat oleh penumbuk yang ekuivalen .....	24

	komposit serat gelas .....	24
Gambar 2.16a	Perbandingan antara gaya puncak yang diserap pada interval yang luas dari komposit serat gelas (data dari gambar 2.15) dan lamina karbon .....	25
Gambar 2.16b	Perbandingan antara total energi yang diserap pada interval yang luas dari komposit serat gelas (data dari gambar 2.15) dan lamina karbon .....	26
Gambar 2.17	Pengaruh ukuran dan bentuk ujung impaktor pada perambatan kerusakan untuk komposit SMC-50 .....	29
Gambar 2.18	Variasi pada kecepatan pantul impaktor untuk lomposit pelat SMC-50 .....	31
Gambar 2.19	Pengaruh dari ukuran impaktor pada kekerasan sisa untuk komposit SMC-50 .....	32
Gambar 2.20	Geometri Spesimen .....	34
Gambar 2.21	Gage layout untuk $[0/-45/90/45]_{2s}$ spesimen grafit/epoksi (dimensi dalam cm (in)) .....	34
Gambar 2.22	<i>Impactor dan Experimental Setup</i> untuk Pengujian Impak .....	35
Gambar 2.23	<i>Load history</i> untuk pelat grafit/epoksi yang dikenai impak 202 gram dari ketinggian 1,83 meter .....	36
Gambar 2.24	Energi yang diberikan untuk pelat grafit/epoksi yang dikenai impak 202 gram dari ketinggian 1,83 meter, (a) $[0/-45/90/45]_s$ , (b) $[0/-45/90/45]_{2s}$ .....	37
Gambar 2.25	Regangan transien pada berbagai lokasi pada ketebalan pelat untuk $[0/-45/90/45]_{2s}$ pelat grafit/epoksi karena impak 202 gram dari ketinggian 1,83 meter. (Penomoran gage berdasarkan layout gambar 2.21) .....	37
Gambar 2.26	X-Radiographs pada pelat grafit/epoksi yang dijepit pada diameter 12,7 cm yang dikenai impak 202 gram dari ketinggian 1,83 meter, (a) $[0/-45/90/45]_s$ , (b) $[0/-45/90/45]_{2s}$ .....	38



	meter .....	39
Gambar 3.1	Pulley besar .....	43
Gambar 3.2	Pulley kecil .....	44
Gambar 3.3	<i>Impact load</i> .....	45
Gambar 3.4	Palang siku bagian atas .....	48
Gambar 3.5	Alat pengereman .....	49
Gambar 3.6	Detail pelepas kait secara lengkap .....	51
Gambar 3.7	Detail alat pelepas kait .....	52
Gambar 3.8	Alat uji impact .....	52
Gambar 4.1	Spesimen komposit .....	53
Gambar 4.2	Grafik pengujian impact komposit spesimen 10° .....	57
Gambar 4.3	Grafik pengujian impact komposit spesimen 14° .....	58
Gambar 4.4	Grafik pengujian impact komposit spesimen 18° .....	59
Gambar 4.5	Grafik pengujian impact komposit untuk spesimen 10°, 14° dan 18° .....	60



Tabel 2.1. Parameter yang digunakan pada contoh perhitungan .....	8
Tabel 2.2. Pengujian impak dan kecepatan deformasi .....	13
Tabel 2.3 Impaktor : Silinder Baja .....	28
Tabel 4.1 Data penimbangan massa penyusun komposit .....	55
Tabel 4.2 Sifat-sifat bahan penyusun komposit .....	55
Tabel 4.3 Perhitungan fraksi volume serat .....	56
Tabel 4.4 Data hasil pengujian .....	56
Tabel 4.5 Data hasil pengujian rata-rata .....	56

$a$	percepatan
$E_{ijkl}$	tensor elastisitas
$E_s$	modulus Young permukaan kontak
$E_z$	modulus elastisitas yang tegak lurus arah serat
$F$	gaya kontak
$F_m$	gaya kontak maksimum
$g_i$	defleksi pada titik batas
$K$	konstanta teori kontak Hertzian
$m$	massa
$n_j$	vektor normal
$P$	beban
$P_i$	'preload' pada titik batas
$R_s$	jari-jari permukaan kontak
$S_{IS}$	tegangan geser Iosipescu
$S_{LC}$	tegangan tekan longitudinal
$S_{LT}$	tegangan tarik longitudinal
$S_{TC}$	tegangan tekan transversal
$S_{TT}$	tegangan tarik transversal
$t$	waktu
$u_{0i}$	defleksi awal
$v_{0i}$	kecepatan awal
$v_i$	kecepatan impaktor
$v_r$	kecepatan pantul
$\nu_s$	Poisson's rasio permukaan kontak
$W_i$	impak energi
$\alpha$	kedalaman lekukan
$\alpha_{cr}$	indentasi kritis
$\alpha_m$	indentasi yang berhubungan dengan $F_m$



**Pengaruh Variasi Beban dan Sudut Kemiringan Kerucut Terhadap Ketahanan Impak Komposit  
Berbentuk  
Gelas**

Agustinus Caturanto, Ir. H.R. Soekrisno, MSME, Ph.D.

Universitas Gadjah Mada, 2001 | Diunduh dari <http://etd.repository.ugm.ac.id/>

$\alpha_0$

indentasi

$\epsilon_{kl}$

tensor regangan

$\rho$

massa jenis bahan

$\sigma$

tegangan

$\sigma_{xx}$

tegangan paralel pada arah serat

$\sigma_{xy}$

tegangan geser

$\sigma_{yy}$

tegangan normal pada arah serat