

DAFTAR ISI

COVER	i
PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN	iv
NASKAH SOAL	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
INTISARI	xvii
ABSTRACT	xviii
1. 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	5
2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Additive Manufacturing	6
2.2. Komposit Partikulat	9
2.3. Kegunaan Serbuk Nikel dalam Riset Terbaru	15
2.4. Pencampuran Resin dan Partikel Logam	20
3. BAB III DASAR TEORI	25
3.1. <i>Digital Light Processing 3D Printing</i>	25
3.2. Fraksi massa	28
3.3. <i>Rule of Mixture</i> (ROM)	28
3.4. Pengujian Kekuatan Tarik Material	30
3.5. Konsentrasi Tegangan dan Fenomena Retak	31

3.6.	Turbiditas dan <i>UV-Vis Spectrophotometer</i>	34
4.	BAB IV METODOLOGI PENELITIAN	37
4.1.	Langkah Penelitian	37
4.2.	Objek Penelitian	38
4.3.	Alat dan Bahan	38
4.3.1.	Alat Penelitian	39
4.3.2.	Bahan Penelitian	42
4.4.	Prosedur Penelitian	43
4.4.1.	Proses Manufaktur Benda Kerja Uji Tarik	43
4.4.2.	Pengujian Kekuatan Tarik material	47
4.4.3.	Pengujian Struktur Mikro dari hasil uji tarik	48
4.4.4.	Pengujian Turbiditas menggunakan spektrofotometer	50
5.	BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	51
5.1.	Hasil Pengujian	51
5.1.1.	Menentukan Orientasi Optimal	52
5.1.2.	Menentukan Rasio Resin- Nikel Mikro Optimal	54
5.1.3.	Observasi struktur mikro Komposit Resin-Nikel Mikro	58
5.1.4.	Hasil Uji Turbiditas Bahan Komposit	63
5.2.	Pembahasan	65
5.2.1.	Pencetakan Komposit Metode DLP	65
5.2.2.	Sifat Anisotropis Bahan Resin	65
5.2.3.	Fenomena Hasil Uji Tarik pada Variasi Kadar Nikel	67
5.2.4.	Karakteristik Perpatahan	67
5.2.5.	Sifat Turbiditas dari Uji Spektrofotometri	68
6.	BAB VI PENUTUP	71
6.1.	Kesimpulan	71
6.2.	Saran	72
	DAFTAR PUSTAKA	75
	LAMPIRAN	85

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Diagram manufaktur komposit C/Ni/PPy, penggabungan material berbasis karbon dan non-karbon	10
Gambar 2.2	Pengamatan mikroskop dari daerah perpatahan dari hasil a) casting AA6061 b) AA6061 dengan FSP, c) casting AA6061/15wt% Al3Ni dan d) AA6061/15wt% Al3Ni dengan FSP	11
Gambar 2.3	Pertambahan kekuatan seiring dengan bertambahnya partikulat tambahan Al3Ni dalam matriks AA6061	12
Gambar 2.4	Hasil uji a) tarik dan b) bending dari material Cr2AlC/Ni dengan berbagai konten partikulat Cr2AlC	13
Gambar 2.5	Sintesis komposit termoelektrik hibrida	14
Gambar 2.6	Ilustrasi implementasi serbuk Nikel nano dalam biomedis, melawan tumor	16
Gambar 2.7	Implementasi senyawa Nikel dalam katalisis pengolahan hidrokarbon	17
Gambar 2.8	Penyerapan efektif zat berbahaya Congo Red dengan larutan dengan Nikel nano	18
Gambar 2.9	Penambahan kristal Nikel nano meningkatkan efisiensi konversi energi (PCE) sel surya	19
Gambar 2.10	Pencetakan penggabungan resin pencetakan DLP dengan garam logam Nikel	20
Gambar 2.11	Kurva tegangan regangan hasil pencetakan dibandingkan dengan Ni foam dalam uji tarik	21
Gambar 2.12	a) skema pencetakan menggunakan resin UV dengan zat penambah dopamine b) distribusi dopamine memberi ikatan permukaan kuat antara serbuk perak nano c) perbedaan proses metalisasi yang dibantu oleh i) polydopamine, ii) dopamine	22
Gambar 2.13	Hasil pencetakan dengan metode DLP, setelah menjalankan debinding dan sintering	23
Gambar 2.14	a) pengamatan optik dari hasil pencetakan komposit resin dan 10%wt emas b) pengamatan SEM c) bukti kandungan emas dengan hasil analisis EDS spectra	23
Gambar 2.15	Pencetakan berhasil membuat pewarnaan struktural	24
Gambar 3.1	Penampilan isotropik dua unit DMD dengan cermin yang dibuat transparan	25
Gambar 3.2	Ilustrasi pencetakan menggunakan teknologi DLP (Digital Light Processing)	27
Gambar 3.3	Perbedaan interaksi permukaan partikel dengan matriks, a) interaksi kuat dimana terjadinya pelepasan energi menuju partikel dan b) interaksi lemah yang menyebabkan debonding	32

Gambar 3.4	Ilustrasi menunjukkan perkembangan kegagalan: a) inisiasi debonding, b), c) debonding tumbuh pada ujung kutub dan membesar, d) terjadi debonding secara utuh, e) deformasi, pertumbuhan crack di sekitar partikel, dan f) pertumbuhan crack merambat, matriks juga mengalami crazing, membentuk fibril	33
Gambar 4.1	Ilustrasi Alur Penelitian	37
Gambar 4.2	Observasi serbuk nikel mikro dengan mikroskop digital	43
Gambar 4.3	Spesifikasi pencetakan dari mesin pencetak 3D atas rekomendasi aplikasi CHITUBOX	44
Gambar 4.4	Orientasi pencetakan sampel 1) x, 2) y, 3) z	45
Gambar 4.5	Proses manufaktur benda uji tarik, terbagi menjadi tiga, yaitu pre-processing, process, dan post-processing	47
Gambar 4.6	Pengaturan penggunaan UTM, a) penyekaman material pada jig, b) dan c) pengaturan perangkat lunak pada UTM	47
Gambar 4.7	Ilustrasi pengambilan gambar struktur mikro menurut orientasi struktur pencetakan, pada posisi yang berbeda	49
Gambar 4.8	Proses pengujian turbiditas menggunakan UV-Vis spektrofotometer, a) tabung tes yang digunakan, b) penempatan tabung tes di dalam mesin spektrofotometer, c) mesin spektrofotometer, d) pengaturan mesin spektrofotometer dan foto dari hasil pengambilan data	50
Gambar 5.1	Persebaran nikel tidak homogen	51
Gambar 5.2	Diagram kotak beban maksimal dan kekuatan tarik dari campuran nikel dan Resin pada fraksi massa (a,b)0% dan (c,d) 1%	52
Gambar 5.3	Diagram kotak elongasi maksimal dan regangan maksimal dari campuran Nikel dan Resin pada fraksi massa (a,b)0% dan (c,d) 1%	53
Gambar 5.4	Diagram perubahan sifat mekanis a) beban tarik maksimum, (b) kekuatan tarik maksimum, c) pertambahan panjang pada beban maksimum dan (d) regangan pada beban maksimum pada orientasi sumbu z menurut material campuran fraksi massa nikel% (0, 1, 2, 4, 6, dan 8 %)	55
Gambar 5.5	Diagram a) beban tarik (kN) terhadap pertambahan panjang (mm) dan b) kekuatan tarik (MPa) terhadap regangan spesimen (%) pada spesimen material	56
Gambar 5.6	Pengamatan mikroskopis spesimen uji tarik resin kontrol pada berbagai orientasi dengan pembesaran 800-900x	58
Gambar 5.7	Hasil pengamatan mikroskopis spesimen uji tarik dengan kadar nikel 1% pada berbagai orientasi dengan pembesaran 800-900x	59
Gambar 5.8	Pengambilan observasi mikroskopis pada pencetakan orientasi z, dengan a) pada bagian atas, b) pada bagian perpatahan, dan c) untuk bagian yang menempel pada platform	60
Gambar 5.9	Hasil observasi mikroskopis dari spesimen uji tarik dengan kadar nikel 2 dan 4% pada orientasi z dengan pembesaran 800-900x	61
Gambar 5.10	Hasil observasi mikroskopis dari spesimen uji tarik dengan kadar nikel 2 dan 4% pada orientasi z dengan pembesaran 800-900x	61

Gambar 5.11	Hasil pengujian dan hasil pengolahan data dari mesin uv-vis spektrofotometri; semua data diambil dari puncak transmisi diantara 380-700 nm, yaitu di 532 nm a) transmitansi dan b) absorbansi dari larutan mikro-nikel 6% dan foto resin yang dilakukan selama 60 menit yang dilakukan dengan basis air aquadest, serta c) absorbansi hasil pengolahan data dengan basis resin	63
Gambar 5.12	Orientasi pencetakan pada percobaan oleh Yu dkk. (2022)	66
Gambar 5.13	Hasil perbandingan kekuatan tarik maksimum pada uji tarik sesuai dengan percobaan oleh Yu dkk.(2022)	66
Gambar 5.14	Karakterisasi kedalaman pengerasan komposit resin pencetakan 3D setelah ditambahkan partikel tambahan dengan berbagai rasio partikel nano dan mikro	68
Gambar 5.15	Hasil pengujian turbiditas dari campuran resin dan partikel keramik, variasi dilakukan diantara ukuran partikel nano dan mikro	69
Gambar 6.1	Pencetakan binder jet printing yang ideal dan yang tidak ideal	73

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Karakteristik material Anycubic Plant-Based UV Resin	39
Tabel 4.2	Spesifikasi pencetakan dari mesin pencetak 3D atas rekomendasi perangkat lunak CHITUBOX	42
Tabel 4.3	Pengelompokan spesimen observasi berdasarkan tipe spesimen	45

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

AM	=	<i>Additive Manufacturing</i>
CAD	=	<i>Computer-Aided Design</i>
UTM	=	<i>Universal Testing Machine</i>
UGM	=	Universitas Gadjah Mada
ASTM	=	<i>American Society for Testing and Materials</i>
3D	=	tiga dimensi
DLP	=	<i>Digital Light Processing</i>
UV	=	<i>Ultraviolet light</i>
STL	=	<i>Standard Tessellation Language</i>

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Gambar Teknik spesimen uji tarik

85