

Habibi Palippui

BAHAN DAN PADUANNYA

Habibi Palippui

BAHAN DAN PADUANNYA

BAHAN DAN PADUANNYA

Penulis : **Habibi Palippui**

Penyunting : **Fuad Mahfud Assidiq**

Tata sampul : **Rezkiawati**

Tata isi : **Widya Astuti Rinduwati**

Cetakan Pertama, **Mei 2023**

ISBN **978-623-09-3328-8**

Penerbit **Professorline**

📍 Jl. Dg. Ngadde Raya, Parangtambung, Makassar,
Sulawesi Selatan, Indoneisa

✉ professorline123@gmail.com
adminbook@professorline.com

☎ +62 853-4177-7525

🌐 www.professorline.com

Hak cipta dilindungi oleh undang-undang.

Dilarang mengutip dan memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku
baik secara elektronik maupun mekanik tanpa izin tertulis

Penerbit Professorline.

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah, Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan buku referensi ini. Tak lupa juga mengucapkan salawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Nabi Besar Muhammad SAW, karena berkat beliau, kita mampu keluar dari kejahiliaan menuju jalan yang lurus.

Kami ucapkan juga rasa terima kasih kami kepada pihak-pihak yang mendukung lancarnya buku ajar ini mulai dari proses penulisan hingga proses cetak, yaitu orang tua kami, rekan-rekan kami, penerbit, dan masih banyak lagi yang tidak bisa kami sebutkan satu per satu.

Adapun, buku ajar kami yang berjudul 'Bahan dan Paduannya' ini telah selesai kami buat secara semaksimal dan sebaik mungkin agar menjadi manfaat bagi pembaca yang membutuhkan informasi dan pengetahuan mengenai dasar ilmu material.

Dalam buku ini, tertulis bagaimana pemahaman paduan material yang memiliki korelasi yang kuat antara struktur mikro dan sifat mekanik serta pengembangan struktur mikro paduan terkait dengan karakteristik diagram fasanya. Selain itu, juga memberikan informasi berharga tentang peleburan, pengecoran, kristalisasi, dan fenomena lainnya dan juga bagaimana materi yang disajikan yang relevan dengan mata kuliah mengenai dasar ilmu bahan yang menjadi alternatif pegangan bagi mahasiswa dan dosen yang menempuh studi tersebut.

Kami sadar, masih banyak luput dan kekeliruan yang tentu saja jauh dari sempurna tentang buku ini. Oleh sebab itu, kami mohon agar pembaca memberi kritik dan juga saran terhadap karya buku ajar ini agar kami dapat terus meningkatkan kualitas buku.

Demikian buku ajar ini kami buat, dengan harapan agar pembaca dapat memahami informasi dan juga mendapatkan wawasan mengenai bidang sistem informasi manajemen serta dapat bermanfaat bagi masyarakat dalam arti luas. Terima kasih.

Wajo, 25 April 2023

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xvii
BAB I DIAGRAM FASA	1
1.1 Pendahuluan	1
1.2 Kesetimbangan Fasa	2
1.3 Diagram Fase 2 Komponen yang Larut Padat Tak Terbatas	3
1.4 Diagram Fase untuk 2 Komponen Tidak Melarut Padatkan	5
1.5 Diagram Fase untuk 2 Komponen Kelarutan Padatan Terbatas	7
1.6 Komponen Diagram Fasa	8
1.6.1 Derajat Kebebasan (F)	8
1.6.2 Aturan Fasa	8
1.6.3 Aturan Fasa Gibbs	9
1.7 Diagram Fasa Tunggal (<i>Unary</i>)	10
1.8 Diagram Fasa Biner	12
1.9 Sistem Satu Komponen	15
1.10 Sistem Dua Komponen	16
1.10.1 Sistem Dua Komponen Cair-Cair Misibel Sebagian	17
1.10.2 Sistem Dua Komponen Padat-Cair	18
1.10.3 Sistem 2 Komponen yang Kedua Komponen Misibel dalam Fasa Cair dan Imisibel dalam Fasa Padat	23
1.11 Sistem Tiga Komponen (<i>Ternary</i>)	24
1.12 Interpretasi Diagram Fasa	24
1.5.1 <i>Phases Present</i>	25
1.5.2 Penentuan Komposisi Fasa	25
1.5.3 Penentuan Jumlah Fasa	26
1.13 Sifat Koligatif Larutan	28
1.13.1 Larutan Non Ideal	29
1.13.2 Kenaikan Titik Didih dan Penurunan Titik Beku	29
1.13.3 Tekanan Osmosis	29
1.14 Sifat Koligatif Larutan Elektrolit	30
1.15 Pengembangan Struktur Mikro pada Paduan Isomorf	30
1.15.1 <i>Equilibrium Cooling</i>	30
1.15.2 <i>Nonequilibrium Cooling</i>	32

1.16 Sifat Mekanik Paduan Isomorf	34
1.17 Sistem <i>Autektik Biner</i>	35
1.18 Senyawa Menengah	39
1.19 Reaksi <i>Eutektoid</i> dan <i>Paritektik</i>	42
1.20 Transformasi Fasa <i>Kongruen</i>	44
1.21 Diagram Fasa <i>Terner</i>	44
1.22 Aturan Fasa <i>Gibs</i>	47
1.23 Soal Latihan	52
1.24 Kesimpulan	52
BAB II SIFAT-SIFAT BAHAN	54
2.1 Pendahuluan	54
2.2 Sifat Mekanik	55
2.2.1 Tegangan dan Regangan	56
2.2.2 Kekuatan (<i>Strength</i>)	65
2.2.3 Kekerasan (<i>Hardness</i>)	66
2.2.4 Kekenyalan (<i>Elasticity</i>)	66
2.2.5 Kekakuan (<i>Stiffness</i>)	66
2.2.6 Plastisitas (<i>Plasticity</i>)	66
2.2.7 Ketangguhan (<i>Toughness</i>)	67
2.2.8 Kelelahan (<i>Fatigue</i>)	67
2.2.9 Merangkak (<i>Creep</i>)	67
2.2.10 Kekerasan dan Pengujian Kekerasan	67
2.2.11 Pengujian Pukul Takik (<i>Impact Test</i>)	71
2.2.12 Pengujian Kelelahan (<i>Fatigue</i>)	73
2.2.13 Pengujian <i>Creep</i> (Merangqak)	76
2.3 Elastisitas Material	77
2.3.1 Kekuatan Luluh	80
2.3.2 Kekuatan Tarik	82
2.3.3 Keuletan	83
2.3.4 Ketangguhan	85
2.3.5 Kekerasan	87
2.4 Sifat Listrik	88
2.4.1 Konduktor	88
2.4.2 Isolator	95
2.4.3 Semikonduktor	103
2.4.4 Superkonduktor	107
2.5 Sifat Magnet	115

2.5.1 <i>Ferromagnetik</i>	115
2.5.2 <i>Ferrimagnetik</i>	116
2.5.3 <i>Diamagnetik dan Paramagnetik</i>	119
2.7 Sifat Elektrokimia Bahan.....	121
2.7.1 Persamaan Dasar.....	125
2.7.2 Sel Elektrokimia.....	128
2.7.3 Resistensi Sel.....	131
2.8 Sifat Thermal.....	135
2.9 Sifat Elektrik	136
2.10 Sifat Optik	137
2.11 Sifat Eco dan Ketahanan Lingkungan	138
2.12 Diagram Sifat Material	138
2.13 Diagram Modulus Densitas.....	139
2.14 Diagram Modulus Kekuatan	140
2.15 Soal Latihan	141
2.16 Kesimpulan.....	142
BAB III DASAR TEORI PENGUATAN LOGAM	144
3.1 Pendahuluan.....	144
3.2 Sifat-Sifat Umum Material Logam.....	145
3.2.1 Besi Cor (<i>Cast Iron</i>).....	145
3.2.2 Baja Cor (<i>Cast Steel</i>).....	145
3.2.3 <i>Wrought Steel</i>	145
3.2.4 Aluminium	146
3.2.5 Titanium	146
3.2.6 Magnesium	146
3.2.7 Paduan Tembaga	146
3.3 Mekanisme Penguatan pada Material Logam	147
3.4 Perlakuan Panas (<i>Heat Treatment</i>)	149
3.4.1 Normalizing.....	149
3.4.2 <i>Annealing</i>	150
3.4.3 <i>Tempering</i>	150
3.4.4 <i>Quenching</i>	150
3.5 Perlakuan Permukaan (<i>Surface Treatment</i>).....	150
3.5.1 Metode Karburasi (<i>Carburizing</i>)	150
3.5.2 Metode Nitridasi.....	151
3.5.3 Metode Karbonitridasi	153
3.5.4 Metode Sianida (<i>Karbonitridasi Cair</i>)	153

3.5.5 Metode Pengerasan Induksi (<i>Induction Hardening</i>)	153
3.5.6 Metode Pengerasan Nyala (<i>Flame Hardening</i>)	153
3.5.7 Mekanisme Penguatan Baja	154
3.5.8 Pengerasan Regangan (<i>Strain Hardening</i>)	154
3.5.9 Larutan-Padat (<i>Solid- Solution</i>)	154
3.6 Pengujian Material Logam	154
3.6.1 Uji Kekerasan Metode Brinnel (HB/BHN)	155
3.6.2 Uji Kekerasan Metode Rockwell (HR/HRN)	155
3.6.3 Uji Kekerasan Metode Vickers (HV/VHN)	156
3.7 Mikrografi Pengujian	156
3.7.1 Pemotongan (<i>Sectioning</i>)	157
3.7.2 Pembungkaihan (<i>Mounting</i>)	157
3.7.3 Pengamplasan (<i>Grinding</i>)	157
3.7.4 Pemolesan (<i>Polishing</i>)	158
3.7.5 Pengetsaan (<i>Etching</i>)	158
3.8 Prinsip Proses <i>Thermomekanik</i>	158
3.8.1 Pengendalian Struktur <i>Austenit</i>	159
3.8.2 Fenomena Rekristalisasi <i>Austenit</i>	160
3.8.3 Transformasi <i>Austenit-Ferit</i>	162
3.9 Penguatan dengan Transformasi Martensit	164
3.10 Penguatan Larutan Padat	166
3.11 Penguatan Fasa Kedua	166
3.12 Penguatan dengan <i>Disperse</i>	168
3.13 Penguatan Endapan	168
3.14 Penguatan dengan <i>Texture</i>	169
3.15 Soal Latihan	169
3.16 Kesimpulan	170
BAB IV POLIMER DAN KERAMIK	172
4.1 Pendahuluan	172
4.2 Polimer	173
4.2.1 Polimer Alam	173
4.2.2 Polimer Sintetis	177
4.3 Mekanisme Reaksi Polimerisasi	186
4.4 Tata Nama Polimer (Nomenklatur)	187
4.5 Teknik Pembuatan Polimer	189
4.5.1 <i>Bulk Polymerization</i> (Polimerisasi Massa)	189
4.5.2 <i>Solution Polymerization</i> (Polimerisasi Larutan)	190

4.5.3 Suspension Polymerization (Polimerisasi Suspensi)	190
4.5.4 Emulsion Polymerization (Polimerisasi Emulsi)	191
4.6 Struktur Molekul Polimer	192
4.6.1 Polimer Linier	192
4.6.2 Polimer Bercabang	192
4.6.3 Polimer Cross-Link	192
4.6.4 Polimer Jaringan (Tiga Dimensi)	193
4.7 Polimer Termoplastik, Termoset, dan Elastomer	193
4.7.1 Polimer Termoplastik	193
4.7.2 Polimer Termoset	194
4.7.3 Polimer Elastomer	194
4.7.4 Polimer Kristalin	195
4.8 Proses Pembuatan Polimer	195
4.8.1 Polimerisasi Adisi	195
4.8.2 Polimerisasi Kondensasi	196
4.8.3 <i>Injection Moulding</i>	197
4.8.4 <i>Blow Moulding</i>	198
4.8.5 <i>Sheet Forming</i>	199
4.8.6 Thermoforming	200
4.8.7 <i>Rotational Moulding</i>	200
4.9 Keramik	201
4.9.1 Ikatan Atom	202
4.9.2 Sifat Fisis Keramik	207
4.9.3 Sifat Optik	209
4.9.4 Sifat Kimia Keramik	209
4.9.5 Sifat Mekanikal	210
4.9.6 Struktur Kristal	212
4.9.7 Karakterisasi Kristal	218
4.9.8 Struktur Silikat	224
4.9.9 Klasifikasi Silikat	226
4.10 Soal Latihan	232
4.11 Kesimpulan	232
BAB V KOMPOSIT	234
5.1 Pendahuluan	234
5.2 Klasifikasi Material Komposit	235
5.2.1 Komposit Partikel	236
5.2.2 Komposit Serat	236

5.3 Jenis Penguat (Reinforcement) Pada Material Komposit.....	237
5.3.1 Partikel.....	237
5.3.2 Serat (<i>Fiber</i>)	238
5.3.3 Komposit Berlapis (<i>Structural Composite</i>)	239
5.3.4 Faktor Ikatan Filler-Matriks	241
5.4 Bagian Utama Komposit	242
5.4.1 Filler	242
5.4.2 Matrik	243
5.5 Tipe Komposit.....	247
5.6 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Sifat Mekanik Komposit	248
5.6.1 Jenis Serat.....	248
5.6.2 Letak Serat	248
5.6.3 Panjang Serat.....	249
5.6.4 Bentuk Serat.....	249
5.6.5 Faktor Matrik.....	249
5.6.6 Katalis Mekpo	249
5.7 Bahan Pembentuk Komposit	249
5.7.1 Aerosil.....	250
5.7.2 Pigment	250
5.7.3 Resin	250
5.7.4 Katalis	250
5.7.5 Talk	250
5.7.6 Mat	250
5.7.7 Aseton	251
5.7.8 PVA	251
5.7.9 Mirror	251
5.7.10 Cobalt	251
5.7.11 Dempul <i>Fiberglass</i>	251
5.8 Komposit dengan Partikel yang Diperkuat	252
5.8.1 Proses <i>Pultrusion</i>	252
5.8.2 <i>Filament Winding</i>	253
5.8.3 Proses <i>Prepreg</i>	254
5.9 Sifat Mekanik Komposit Polimer	254
5.9.1 Kekuatan Tarik	255
5.9.2 Impak.....	255
5.10 Klasifikasi Polimer Nonkomposit.....	255
5.11 Proses Pembentukan Mekanik.....	257

5.11.1 Pengerjaan Dingin (Cold Working)	257
5.11.2 Pengerjaan Panas (<i>Hot Working</i>).....	257
5.11.3 Penempaan (<i>Forging</i>)	257
5.11.4 Ekstrusi	257
5.11.5 Proses Perlakuan Panas (<i>Heat Treatment</i>)	257
5.11.6 Proses Perlakuan Permukaan (<i>Surface Treatment</i>)	258
5.11.7 Proses Pelapisan.....	260
5.11.8 <i>Plasma Sprayed Coating</i>	260
5.11.9 Pelapisan Kimia.....	260
5.12 Kelebihan dan Kekurangan Material Komposit	261
5.12.1 Kelebihan Material Komposit.....	261
5.12.2 Kekurangan Material Komposit	261
5.13 Soal Latihan	261
5.14 Kesimpulan	262
DAFTAR PUSTAKA	263