

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR SINGKATAN.....	xvi
DAFTAR ABREVIASI MINERAL.....	xvii
INTISARI.....	xviii
ABSTRACT	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
I.1. Latar Belakang	1
I.2. Rumusan Masalah	3
I.3. Batasan Masalah.....	3
I.4. Tujuan Penelitian	4
I.5. Manfaat Penelitian	4
I.6. Lokasi Penelitian.....	4
I.7. Peneliti Pendahulu.....	6
I.8. Keaslian Penelitian.....	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	9
II.1. Fisiografi Regional.....	9
II.2. Stratigrafi Regional	12

II.3. Struktur Geologi Regional	13
BAB III LANDASAN TEORI DAN HIPOTESIS.....	15
III.1. Batuan Metamorf di Zona Subduksi	15
III.2. Batuan Asal	19
III.2.1. Batuan Sedimen Pelitik.....	19
III.2.2. Batuan Sedimen Kuarsa-Feldspar (Psammitik)	19
III.2.3. Batuan Sedimen Karbonat.....	20
III.2.4. Batuan Metamorf Berasal dari Batuan Beku Basa.....	20
III.2.5. Batuan Beku Ultrabasa.....	20
III.3. Mineral Grafit dan Proses Pembentukannya.....	22
III.4. Karakteristik Grafit dan Pemanfaatannya	25
III.5. Geometalurgi Mineral Grafit.....	29
III.6. Hipotesis Penelitian.....	32
BAB IV METODE PENELITIAN	33
IV.1. Alat dan Bahan.....	33
IV.2. Tahapan Penelitian.....	34
IV.2.1. Tahap Pendahuluan	34
IV.2.2. Tahap Pengumpulan Data Lapangan	35
IV.2.3. Tahap Analisis Laboratorium.....	35
IV.2.4. Tahap Analisis dan Interpretasi Data	40
IV.2.5. Tahap Penyusunan Laporan	41
IV.3. Waktu dan Alur Penelitian	42
BAB V PENYAJIAN DAN ANALISIS DATA.....	44
V. 1. Data Geologi Lapangan dan Petrografi Batuan	44
V.1.1. Filit Grafit Gunung Gajah	44

V.1.2.	Filit Grafit Tawangrejo	51
V. 2.	Data Analisis Laboratorium	55
V.2.1.	Analisis Mineragrafi.....	55
V.2.2.	Analisis Geokimia Filit Grafit.....	57
V.2.3.	Analisis XRD	61
V.2.4.	SEM EDX dan Flotasi.....	62
BAB VI	PEMBAHASAN.....	68
VI. 1.	Karakteristik dan Jenis Grafit pada Filit Grafit Daerah Penelitian	68
VI. 2.	Pengaruh Karakteristik Batuan Terhadap Geometalurgi dan Optimasi Hasil Flotasi Grafit	70
BAB VII	KESIMPULAN DAN SARAN	74
VII. 1.	Kesimpulan	74
VII. 2.	Saran.....	75
DAFTAR PUSTAKA		76
LAMPIRAN.....		81
LAMPIRAN 1. ANALISIS PETROGRAFI		82
LAMPIRAN 2. ANALISIS MINERAGRAFI		99
LAMPIRAN 3. ANALISIS X-RAY DIFFRACTION (XRD).....		114
LAMPIRAN 4. ANALISIS SEM-EDX		122

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Peneliti terdahulu.....	6
Tabel 3. 1 Karakteristik dan Tipe Metamorfisme (Bucher and Grapes, 2011)	21
Tabel 3. 2 Karakteristik komoditi grafit, deposit, dan kegunaan grafit (Robinson dkk., 2017)	27
Tabel 3. 3 Uji parameter dalam penentuan karakterisasi mineral bijih (Lishchuk dkk., 2016)	30
Tabel 3. 4. Acuan kondisi flotasi optimum untuk sampel grafit alam (Ni dkk., 2022) dan (Gao dkk., 2024).....	31
Tabel 4. 1 Daftar alat dan fungsinya	33
Tabel 4. 2 Daftar bahan dan fungsinya.....	34
Tabel 4. 3 Instrumen analisis geokimia menggunakan ICP-MS/AES	37
Tabel 4. 4 Tahap dan waktu penelitian.....	42
Tabel 5. 1 Jenis mineral bijih lokasi penelitian	56
Tabel 5. 2 Data kandungan unsur mayor (%) dalam sampel filit grafit Perbukitan Jiwo Bayat.....	57
Tabel 5. 3 Data kandungan unsur jejak (ppm) dalam sampel filit grafit Perbukitan Jiwo Bayat.....	58
Tabel 5. 4 Data kandungan unsur jejak volatil (ppm) dalam sampel filit grafit Perbukitan Jiwo Bayat.....	58
Tabel 5. 5 Persentase unsur C dan S pada batuan	61
Tabel 5. 6 Hasil analisis XRD sampel filit grafit Perbukitan Jiwo Bayat	62
Tabel 5. 7 Rata-rata unsur hasil EDX konsentrat grafit pada sampel GGST4	62
Tabel 5. 8 Rata-rata unsur hasil EDX konsentrat grafit TGST2	63
Tabel 5. 9. Data yang digunakan untuk dapat menentukan kondisi optimum flotasi dengan metode response surface methodology	64
Tabel 5. 10 Kode koefisien dalam analisis variabel pada metode RSM	65
Tabel 5. 11 Hasil pemodelan metode RMS.....	65
Tabel 5. 12 Analisis variasi pada model linear dan 2-way interaction.....	65
Tabel 5. 13 Analisis variasi pada model linear %C versus Kerosene, MIBC	66
Tabel 5. 14 Parameter yang digunakan dalam penentuan respon optimasi.....	66

Tabel 5. 15 . Hasil model optimasi dengan menggunakan metode RSM..... 67

Tabel 6. 1 kombinasi variasi untuk data RSM 71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1	Persebaran batuan metamorf di Indonesia bagian tengah (Wakita, 2000). Kotak merah adalah lokasi penelitian.....	1
Gambar 1. 2	Peta lokasi penelitian yang terletak di Perbukitan Jiwo, Kecamatan Bayat, Kabupaten Klaten, Provinsi Jawa Tengah berdasarkan peta RBI Cawas lembar 1408-314.....	5
Gambar 2. 1	Peta geologi regional penelitian yang dicuplik dari peta geologi regional lembar Wonosari skala 1:50.000 oleh Barianto dkk. (2017) (modifikasi). Daerah penelitian ditandai dengan garis kuning dan lokasi pengambilan sampel ditandai bentuk bulat ungu	11
Gambar 2. 2	Kolom stratigrafi peneliti terdahulu (Barianto dkk., 2017). Garis merah menunjukkan satuan batuan yang menjadi fokus penelitian.	13
Gambar 2. 3	Interpretasi sesar yang mengontrol keberadaan batuan metamorf di desa Gunung Gajah dan Tawangrejo (modifikasi) (Rizqi dkk., 2023)	13
Gambar 3. 1	Zona Subduksi (Best, 2003)	16
Gambar 3. 2	Lokasi pembentukan fasies-fasies metamorfisme pada zona subduksi Ernst (1976) dalam (Winter, 2014).	16
Gambar 3. 3	Zonasi fasies metamorfisme berdasarkan kondisi tekanan, suhu, dan kedalaman (Winter, 2014).	18
Gambar 3. 4	Kenampakan SEM grafit mikrokristalin dari sampel grafit alam(Wang dkk., 2014).	26
Gambar 3. 5	Kenampakan SEM grafit serpih dari sampel grafit alam (Wang dkk., 2014)	26
Gambar 3. 6	Hubungan antara berbagai disiplin ilmu dalam geometalurgi (Zhou and Gu, 2016).	29
Gambar 4. 1	Skema alat tangki flotasi (Ghosh, 2024).	39
Gambar 4. 2	Kolom flotasi yang digunakan untuk eksperimen	40
Gambar 4. 3	Digram alir penelitian	43
Gambar 5. 1	Singkapan filit grafit desa Gunung Gajah, terdapat intrusi batuan beku andesit di singkapan Bagian Selatan	45

Gambar 5. 2	Peta pengambilan sampel desa Gunung Gajah.....	45
Gambar 5. 3	Singkapan filit grafit GGST1(Gambar a). Memiliki arah foliasi N 135° E/ 65°. Sayatan petrografi medan pandang ke-1 (Gambar b (PPL), Gambar c (XPL)) dan sayatan petrografi medan pandang ke-2 (Gambar d (PPL), Gambar e (XPL)).....	46
Gambar 5. 4	Singkapan filit grafit GGST 2 (Gambar a). Sayatan petrografi medan pandang ke-1 (Gambar b (PPL), Gambar c (XPL)) dan sayatan petrografi medan pandang ke-2 (Gambar d (PPL), Gambar e (XPL))	47
Gambar 5. 5	Singkapan filit grafit GGST 3 (Gambar a). Sayatan petrografi medan pandang ke-1 (Gambar b (PPL), Gambar c (XPL)) dan sayatan petrografi medan pandang ke-2 (Gambar d (PPL), Gambar e (XPL))	48
Gambar 5. 6	Singkapan filit grafit GGST 4 (Gambar a). Sayatan petrografi medan pandang ke-1 (Gambar b (PPL), Gambar c (XPL)) dan sayatan petrografi medan pandan ke-2 (Gambar d (PPL), Gambar e (XPL))	49
Gambar 5. 7	Singkapan intrusi andesit INT-01(Gambar a). Sayatan petrografi medan pandang ke-1 (Gambar b (PPL), Gambar c (XPL)) dan sayatan petrografi medan pandan ke-2 (Gambar d (PPL), Gambar e (XPL))	50
Gambar 5. 8	Singkapan filit grafit desa Tawangrejo.....	51
Gambar 5. 9	Peta lintasan desa Tawangrejo.....	51
Gambar 5. 10	Singkapan filit grafit TGST 1 (Gambar a). Sayatan petrografi medan pandang ke-1 (Gambar b (PPL), Gambar c (XPL)) dan sayatan petrografi medan pandan ke-2 (Gambar d (PPL), Gambar e (XPL))	52
Gambar 5. 11	Singkapan filit grafit TGST 2 (Gambar a). Sayatan petrografi medan pandang ke-1 (Gambar b (PPL), Gambar c (XPL)) dan sayatan petrografi medan pandan ke-2 (Gambar d (PPL), Gambar e (XPL))	53

Gambar 5. 12	Singkapan filit grafit TGST 3 (Gambar a). Sayatan petrografi medan pandang ke-1 (Gambar b (PPL), Gambar c (XPL)) dan sayatan petrografi medan pandan ke-2 (Gambar d (PPL), Gambar e (XPL))	54
Gambar 5. 13	mineragrafi sayatan poles batuan filit grafit desa Gunung Gajah. (a=PPL b=XPL sampel GGST 1. c=PPL d=XPL sampel GGST 2. e=PPL f=XPL sampel GGST 3.g =PPL h=XPL sampel GGST4)	55
Gambar 5. 14	mineragrafi sayatan poles batuan filit grafit desa Tawangrejo. (a=PPL b=XPL sampel TGST 1. c=PPLd=XPL sampel TGST 2. e=PPL f=XPL sampel TGST 3	56
Gambar 5. 15	Plot data unsur mayor sampel batuan filit grafit dalam diagram ACF Eskola (1915) dalam (Bucher and Grapes, 2011) semua sampel termasuk dalam <i>pelitic rocks</i>	59
Gambar 5. 16	Plot data unsur mayor sampel batuan filit grafit dalam diagram diskriminan setelah Roser dan Korsch (1988). Protolith atau batuan asal filit grafit di lokasi penelitian adalah quartzose sedimentary	59
Gambar 5. 17	Plot data unsur mayor dan unsur jejak filit grafit dalam diagram diskriminan geotektonik Bhatia dan Crook (1986). (a) TiO_2 (wt.%) vs Fe_2O_3+MgO (wt.%), (b) La (ppm) vs Th (ppm), (c) Th-La-Sc (ppm). Hasil plot menunjukkan tatanan tektonik filit grafit lokasi penelitian yaitu oceanic island arc	60
Gambar 5. 18	kenampakan SEM grafit GGST4 pada 4 perbesaran berbeda	63
Gambar 5. 19	Morfologi grafit serpih dari sampel TGST2 pada kenampakan SEM	63
Gambar 5. 20	Grafik hasil metode optimasi RSM pada penelitian terhadap variasi kerosen dan MIBC	67
Gambar 5. 21	Grafik respon nilai kerosen dan MIBC terhadap %C.....	67
Gambar 6. 1	Estimasi tekanan dan temperatur metamorfisme daerah penelitian	69
Gambar 6. 2	Bentuk kontur plot %C vs MIBC,kerosen.....	72
Gambar 6. 3	Bentuk 3 dimensi dari %C vs MIBC, kerosen.....	73

Gambar 6. 4 Grafik hasil metode optimasi RSM pada penelitian terhadap variasi kerosen dan MIBC yang dihasilkan dari software Minitab 19. 73

DAFTAR SINGKATAN

ICP AES/MS	<i>Inductively Coupled Plasma -Atomic Emission Spectroscopy/ Mass Spectrometry</i>
IUGS	<i>International Union of Geological Sciences</i>
LOI	<i>Loss On Ignition</i>
MP	<i>Medan pandang</i>
MIBC	<i>Methyl Isobutyl Carbinol</i>
PPL	<i>Plane Polarized Light</i>
ppm	<i>Part per Million</i>
RSM	<i>Respon Surface Methodology</i>
SCMR	<i>Subcommission on the Systematics of Metamorphic Rocks</i>
SEM-EDX	<i>Scanning Electron Microscope - Energy Despersive X-ray</i>
Wt%	<i>weight percent</i>
XPL	<i>Cross Polarized Light</i>
XRD	<i>X-Ray Diffraction</i>

DAFTAR ABREVIASI MINERAL

(Whitney dan Evans, 2010)

Ab	Albit
Cal	Kalsit
Ccp	Kalkopirit
Chl	Klorit
Cly	Mineral lempung
Cpx	Klinopiroksen
Gr	Grafit
Ksf	Alkali Feldspar
Ms	Muskovit
Opq	Mineral Opak
Opx	Ortopiroksen
Ox	Mineral Oksida
Ph	Fengit
Phl	Plogofit
Pl	Plagioklas
Px	Piroksen
Py	Pirit
Qz	Kuarsa