

**BATUBARA
DAN
PEMANFAATANNYA**

**PENGANTAR TEKNOLOGI BATUBARA
MENUJU LINGKUNGAN BERSIH**

Prof. Ir. Sukandarrumidi, M.Sc. Ph.D.

Gadjah Mada University Press

DAFTAR ISI

PRAKATA	vii
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL	xvii

BAB I

PENDAHULUAN	1
A. Sejarah Singkat Pemanfaatan Batubara	1
B. Pasang Surut Peranan Batubara	3
C. Sejarah Pertambangan Batubara Di Indonesia	5
D. Rantai Rangkaian Pemanfaatan Batubara	7

BAB II

CARA TERBENTUKNYA BATUBARA	15
A. Faktor yang Berpengaruh	17
B. Berbagai Bentuk Lapisan Batubara	23
C. Terbentuknya Lapisan Batubara Tebal	30
D. Reaksi Pembentukan Batubara	31

BAB III

KLASIFIKASI BATUBARA	34
A. Klasifikasi Batubara	40

B. Kualitas Batubara	46
C. Analisis Batubara	53

BAB IV

SIFAT BATUBARA DAN DAMPAK PADA PEMANFA- ATANNYA	61
A. Batubara di Alam	62
B. Batubara Mulai Ditambang	63
C. Pengangkutan Batubara	66
D. Batubara di Tempat Timbunan Konsumen	68
E. Pengaruh Sifat Batubara pada Proses Pembakaran dan Peralatan Produksi.	70
F. <i>Caloric Value</i> (Nilai Kalor) Batubara	77

BAB V

PLTU-BATUBARA	83
A. Perkembangan PLTU di Indonesia	83
B. Sistem Pembakaran pada PLTU Batubara	85
C. Konsep Proses Terjadinya Energi Listrik	86
D. PLTU Suralaya	90

BAB VI

PLTGU- BATUBARA	95
A. Prinsip Pembangkitan <i>Combined Cycle</i>	95
B. Gasifikasi Batubara	97
C. Pembersihan Gas	102
D. Minimisasi Produksi NOx	105
E. Aplikasi pada Pembangkit Tenaga Listrik <i>Combined Cycle</i>	105

BAB VII

TEKNOLOGI DESULFURISASI PADA PLTU-BATUBARA...	110
A. Tipe Basah	110
B. Tipe Kering	114
C. Tipe Semi Kering	115

BAB VIII

DESULFURISASI BATUBARA SECARA MIKROBIAL	120
A. Desulfurisasi Batubara dengan Mikrobial	122
B. Desain Desulfurisasi	124

BAB IX

KARBONISASI BATUBARA PADA SUHU RENDAH	127
A. Prinsip Kerja	127
B. Karbonisasi dengan Sistem Retort	131
C. Penggunaan Semikokas Untuk Rumah Tangga dan Industri Kecil	132

BAB X

TEKNOLOGI <i>PRESSURIZED FLUIDIZED BED COM- BUSTION</i>	134
A. Sistem <i>Pressurized Fluidized Bed Combustion</i>	134
B. Kelebihan dan Kelemahan Sistem PFBC	137

BAB XI

PLTU SISTEM UNGGUN TERFLUIDISASI	141
A. Pembakaran Batubara Sistem Konvensional	142
B. Masalah Pembakaran Batubara <i>Rank</i> Rendah dengan Sistem Konvensional	143

C. Pembakaran Batubara SUT	144
D. Keunggulan SUT	147

BAB XII

REKAYASA PENCAIRAN BATUBARA	151
A. <i>Coal Oil Mixture</i>	151
B. <i>Coal Water Fuel</i>	155

BAB XIII

BRIKET BATUBARA	163
A. Teknik Pembuatan Briket	167
B. Pembuatan Briket Tanpa Asap dan Tak Berbau dari Batubara Halus dengan Sekam Padi dan Molase	175

BAB XIV

BATUBARA SEBAGAI BAHAN BAKAR DALAM INDUS- TRI KECIL	178
A. Jenis Industri Kecil Padat Energi	179
B. Jenis- Jenis Tungku pada Industri Kecil	181
C. Sifat Batubara yang Perlu Diperhatikan Sebagai Bahan Bakar Industri Kecil	185
D. Berbagai Jenis Kantong Api	187

BAB XV

GAMBUS	192
A. Gambus Sebagai Bahan Bakar	194
B. Pengarangan (Pirolisa) Gambus	197
C. Gambus Sebagai Media Semai	199

BAB XVI

ALAT PENANGKAP ABU TERBANG BATUBARA	204
A. Prinsip Kerja Electrostatic Presipitator	207
B. Jenis Electrostatic Presipitator	209
C. Desain dan Sifat Elektrostatik Presipitator	210
D. Desain Presipitator	211
E. Tinjauan Desain	215
F. Prinsip Dasar Operasi	217

BAB XVII

ABU BATUBARA DAN PEMANFATANNYA	220
A. Abu Terbang Sebagai Bahan Bangunan	222
B. Abu Terbang Sebagai Bahan Dasar Sintesis Zeolit	231
C. Abu Terbang Sebagai Bahan Baku Semen	233
D. Abu Terbang Sebagai Bahan Stabilisasi Tanah Lembek ...	233

DAFTAR PUSTAKA	235
-----------------------------	------------

LAMPIRAN

I. Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomer 75 Tahun 1996 tentang Ketentuan Pokok Perjanjian Karya Pengusahaan Pertambangan Batubara	239
II. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomer: Kep. 39/MENLH/8/1996 tentang Jenis Usaha atau Kegiatan yang Wajib Dilengkapi dengan Analisis Mengenai Dampak Lingkungan	244
III. Skema Urutan Proses Penambangan Batubara	247

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Proses Terbentuknya Batubara	14
Gambar 2.1	Perlapisan Batubara Berbentuk <i>Horse Back</i>	25
Gambar 2.2	Perlapisan Batubara Berbentuk <i>Pinch</i>	26
Gambar 2.3	Perlapisan Batubara Berbentuk <i>Clay Vein</i>	27
Gambar 2.4	Perlapisan Batubara Berbentuk <i>Burried Hill</i>	28
Gambar 2.5	Perlapisan Batubara Berbentuk <i>Fault</i>	29
Gambar 2.6	Perlapisan Batubara Berbentuk <i>Fold</i>	30
Gambar 4.1	Skema Pemasangan Alat Pemantau Temperatur Onggokan Batubara	69
Gambar 5.1	PLTU dengan Proses Pemanasan Ulang	89
Gambar 5.2	PLTU dengan Pembakaran Lapis Mengambang Bertekanan	90
Gambar 5.3	Urutan Pemakaian Batubara di UBP Suralaya ...	92
Gambar 6.1	Variasi Komposisi Gas dan <i>Heating Value</i> terhadap Tekanan	98
Gambar 6.2	Tipe Reaktor Gasifikasi dan Profil Temperatur ..	101
Gambar 6.3	Pembersihan Gas dengan Proses Cair	103
Gambar 6.4	Pembersihan Gas dengan Proses Kering	104
Gambar 6.5	Pembangkit Listrik Tenaga Gas Uap (<i>Combined Cycle</i>) dengan Gasifikasi Batubara	106
Gambar 6.6	Contoh Reaktor Gasifikasi	107
Gambar 6.7	Contoh Reaktor Gasifikasi Tipe Lurgi	108
Gambar 6.8	Contoh Reaktor Gasifikasi Tipe Winkler	109
Gambar 7.1	Diagram Desulfurisasi Tipe Basah	112
Gambar 7.2	Jenis Sistem <i>Scrubber- Oxidizer</i>	113
Gambar 7.3	Skema Aliran Teknologi Desulfurisasi Tipe Kering	114
Gambar 7.4	Diagram Alir Proses Desulfurisasi Semi Kering .	116

Gambar 7.5	Diagram Alir Tipe Kering dan Tipe Semi Kering .	119
Gambar 8.1	Bagan Proses Desulfurisasi Batubara Secara Mikrobial	125
Gambar 9.1	Tungku Rexco Berkapasitas 0,5 ton	128
Gambar 10.1	Skema Proses Pembakaran Batubara Secara <i>Pressurized Fluidized Bed</i>	135
Gambar 11.1	Perbedaan (Skema) Sistem Unggun Terfluidisasi (SUT) dan Sistem Konvensional	146
Gambar 11.2	Skema PLTU Sistem Unggun Terfluidisasi (SUT) (<i>Circulating Fluidized Bed</i>)	147
Gambar 12.1	Skema Tahapan Pembuatan COM	152
Gambar 12.2	Skema Tahapan Pembuatan COM dengan <i>Wet Grinding Process</i>	154
Gambar 12.3	Skema Tahapan Pembuatan COM dengan <i>Ultrasonic Process</i>	154
Gambar 13.1	Pembakaran Briket Tipe Silinder Sistem <i>Bottom Up</i>	171
Gambar 13.2	Pembakaran Briket Tipe Silinder Sistem <i>Top Bottom</i>	171
Gambar 13.3	Pembakaran Briket Tipe Telur Sistem <i>Top Bottom</i>	172
Gambar 13.4	Tungku untuk Briket Tipe Silinder	174
Gambar 14.1	Tungku Terbuka	181
Gambar 14.2	Tungku Tegak	183
Gambar 14.3	Tungku Tertutup	184
Gambar 14.4	Tungku untuk Pande Besi	185
Gambar 14.5	Kantong Api Pot	188
Gambar 14.6	Kantong Api tanpa Kisi	189
Gambar 14.7	Kantong Api dengan Kisi	190
Gambar 15.1	Diagram Alir Proses Pengarangan Basah (<i>Swedish Wet Carbonization</i>)	199
Gambar 16.1	Prinsip Kerja Teknologi Electrostatic Presipitator.	208
Gambar 16.2	Presipitator Jenis Rangka Kaku	213

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Besaran Kalori yang Dihasilkan untuk Masing-masing Jenis	8
Tabel 3.1.	Klasifikasi Batubara Regnault-Grauner, 1874 (ammended by Grauner-Bousquet, 1911)	36
Tabel 3.2.	Klasifikasi Batubara Schodorff (1875)	37
Tabel 3.3.	Klasifikasi Batubara Frase (1877)	38
Tabel 3.4.	Klasifikasi Batubara Menurut ASTM (Geiger and Gibson, 1981)	45
Tabel 3.5.	Metode dan Alat yang Dipergunakan Dalam Analisis Batubara	54
Tabel 3.6.	Cara Testing Batubara Berkaitan dengan Pemanasan	56
Tabel 3.7.	Hasil Analisis Proksimat Batubara	56
Tabel 3.8.	<i>Report of Analysis</i>	57
Tabel 3.9.	Parameter Kualitas Batubara	59
Tabel 6.1.	Spesifikasi Teknis <i>Power Plant</i> dengan Pasifikasi Batubara ..	100
Tabel 9.1.	Hasil Analisis Semikokas Hasil Percobaan Karbonisasi,% adb	131
Tabel 9.2.	Hasil Analisis Semikokas Hasil Percobaan Karbonisasi dengan Sistem Retort	131
Tabel 11.1.	Perbandingan Spesifikasi <i>Boiler</i> SUT	146
Tabel 12.1.	Analisis Batubara	158
Tabel 12.2.	Analisis Ayak Umpan Batubara	159
Tabel 13.1.	Analisis Subbituminus sebagai Bahan Baku Briket	167
Tabel 13.2.	Kuat Tekan Briket dengan Perekat Lempung	168
Tabel 13.3.	Komposisi Batubara Bukit Asam	169

Tabel 13.4.	Analisis Proksimat Batubara (<i>Cucian Tailing</i>)	175
Tabel 13.5.	Hasil Analisis Sekam Padi	176
Tabel 13.6.	Kondisi Percobaan	176
Tabel 15.1.	Komposisi Unsur Utama Gambut	193
Tabel 15.2.	Komposisi Mineral Gambut	194
Tabel 15.3.	Kategori Gambut untuk Bahan Bakar	196
Tabel 16.1.	Perbandingan Karakteristik Kinerja, Alat Pengendali Partikel	206
Tabel 17.1.	Komposisi Kimia Abu Terbang dari Berbagai Jenis Batubara (dalam % berat)	222
Tabel 17.2.	Energi yang Diperoleh pada Saat Hidrasi	224
Tabel 17.3.	Hasil Analisis Kimia Abu Terbang	226
Tabel 17.4.	Hasil Analisis Mineralogi Abu Terbang	227
Tabel 17.5.	Analisis Butir/Ayak Abu Terbang	227
Tabel 17.6.	Analisis Kadar Air dan Penyerapan Abu Terbang	228
Tabel 17.7.	Analisis Berat Jenis Abu Terbang	228
Tabel 17.8.	Hasil Kuat Tekan Kubus Uji pada Campuran Semen-Abu Terbang pada Hopper-1; 2; 3; 4	230