

PEMETAAN SEBARAN BATUBARA DAN PENENTUAN TITIK API DI KAWASAN HUTAN WISATA BUKIT SUHARTO DAN SEKITARNYA PROPINSI KALIMANTAN TIMUR

Oleh :

Eddy R. Sumaatmadja & Agus Pujobroto
Subdit. Eksplorasi Batubara dan Gambut, DSM

SARI

Daerah penyelidikan secara administrasi mencakup 4 (empat) wilayah kecamatan yaitu Kecamatan Loajanan, Loakulu dan Samboja, Kabupaten Kutai dan Kecamatan Sepaku, Kabupaten Paser, Propinsi Kalimantan Timur. Secara geografis berada pada koordinat $0^{\circ}35'00''$ - $01^{\circ}05'00''$ Lintang Selatan dan $116^{\circ}40'00''$ - $117^{\circ}10'00''$ Bujur Timur seluas ± 85.250 HA.

Kawasan Hutan Wisata Bukit Suharto seluas ± 61.850 Ha termasuk ke dalam Cekungan Kutai. Secara litologi hampir semua pengisi Cekungan ini mengandung kuarsa, batulempung, batulanau dengan sisipan batubara yang diendapkan dalam lingkungan neritik – paralik (litoral, delta sampai laut terbuka) dan dipengaruhi oleh susut serta genang laut. Secara geologi pengisi Cekungan Kutai terdiri atas Formasi Pamaluan, Pulubalang, Balikpapan dan Kampungbaru dan Aluvial; berumur Oligosen – Holosen.

Hasil penyelidikan di Kawasan Hutan Wisata Bukit Suharto dan sekitarnya, formasi pembawa batubara adalah Formasi Pulubalang, Balikpapan dan Kampungbaru. Dalam Formasi Pulubalang terdapat 4 lapisan batubara, tebal 0,10 - 5,30 m dan kemiringan 12° - 85° ; Formasi Balikpapan terdapat 18 lapisan batubara, tebal 0,15 - 11,00 m dan kemiringan 5° - 88° serta Formasi Kampungbaru terdapat 22 lapisan batubara, tebal 0,15 - 6,00 m dan kemiringan 5° - 72° .

Hasil analisa kimia batubara menunjukkan : **Formasi Pulubalang** kandungan air tartambat 9,20%; abu 2,80%; sulphur 1,59%, nilai kalori 6225 kal/gr dan nilai HGI 61; termasuk kelas high volatile bituminous C; **Formasi Balikpapan** kandungan air tartambat 10,32%; abu 2,64%; sulphur 1,06%, nilai kalori 5995 kal/gr dan nilai HGI 44; termasuk kelas sub-bituminous B dan **Formasi Kampungbaru** kandungan air tertambat 11,17%; abu 3,80%; St 1,67%, nilai kalori 5838 kal/gr dan nilai HGI 40; termasuk kelas Sub-bituminous B.

Hasil analisis petrografi. nilai reflektansi vitrinit dalam **Formasi Balikpapan** 0,36% dan **Formasi Kampungbaru** 0,33%; menunjukkan kelas lignit.

Sumberdaya batubara di Kawasan Hutan Wisata Bukit Suharto dan sekitarnya dihitung sampai kedalaman 50 m atas permukaan : Blok Jambayang 933.400 ton, Batuah 54.372.314 ton, Tanahmerah 7.551.700 ton, Sungaimerdeka 16.889.291 ton, Semoi 29.633.063 ton, Mentawir 5.982.340 ton, Samboja 6.806.010 ton dan total sumberdaya batubara terindikasi sebesar 122.168.118 ton

Singkatan batubara yang masih terbakar ditemukan sebanyak 32 lokasi dan yang sudah padam sebanyak 44 lokasi. Atas hasil pengamatan di lapangan, faktor utama terjadinya kebakaran hutan di Kawasan Hutan Wisata Bukit Suharto adalah faktor manusia. Lapisan batubara bukan pemicu utama kebakaran tetapi memperlama kebakaran hutan serta mempersulit pemadamannya.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Lebih atas satu dekade, Pulau Kalimantan mengalami masalah kebakaran hutan yang serius, pada tahun 1982 - 1983

kebakaran hutan terbesar abad ini dimana 3,2 juta Ha hutan telah terbakar.

Kebakaran hutan dengan asap yang cukup mengganggu lingkungan hingga ke negara tetangga

Malaysia dan Singapura terjadi pada tahun 1987, 1991 dan 1994; kemudian terakhir dengan dampak lingkungan yang terparah terjadi pada tahun 1997.

Penyebab atas kebakaran hutan di Kawasan Hutan Wisata Bukit Suharto diperkirakan akibat atas musim kemarau yang sangat panjang dan biasanya berulang setiap 5–6 tahun karena pengaruh El-Nino pada belahan bumi bagian selatan, serta diakibatkan oleh terkonsentrasinya lapisan-lapisan batubara yang terbakar di kawasan ini.

Untuk mengantisipasi hal tersebut, Direktorat Sumberdaya Mineral tahun anggaran 1999/2000 melakukan pemetaan sebaran lapisan batubara dan lokasi batubara yang terbakar/sudah padam, hasilnya diharapkan bisa membantu usaha pemadaman kebakaran secara lebih sistimatis dan terencana.

1.2. Lokasi Penyelidikan

Lokasi daerah penyelidikan secara administratif termasuk ke dalam wilayah Kecamatan Loajan, Loakulu dan Samboja, Kabupaten Kutai dan Kecamatan Sepaku, Kabupaten Pasir, Propinsi Kalimantan Timur. Secara geografis berada pada koordinat $0^{\circ} 35'00'' - 01^{\circ}05'00''$ LS dan $116^{\circ}40'00'' - 117^{\circ}10'00''$ BT (Gambar 1), seluas ± 85.250 ha.

1.3. Tataguna Lahan

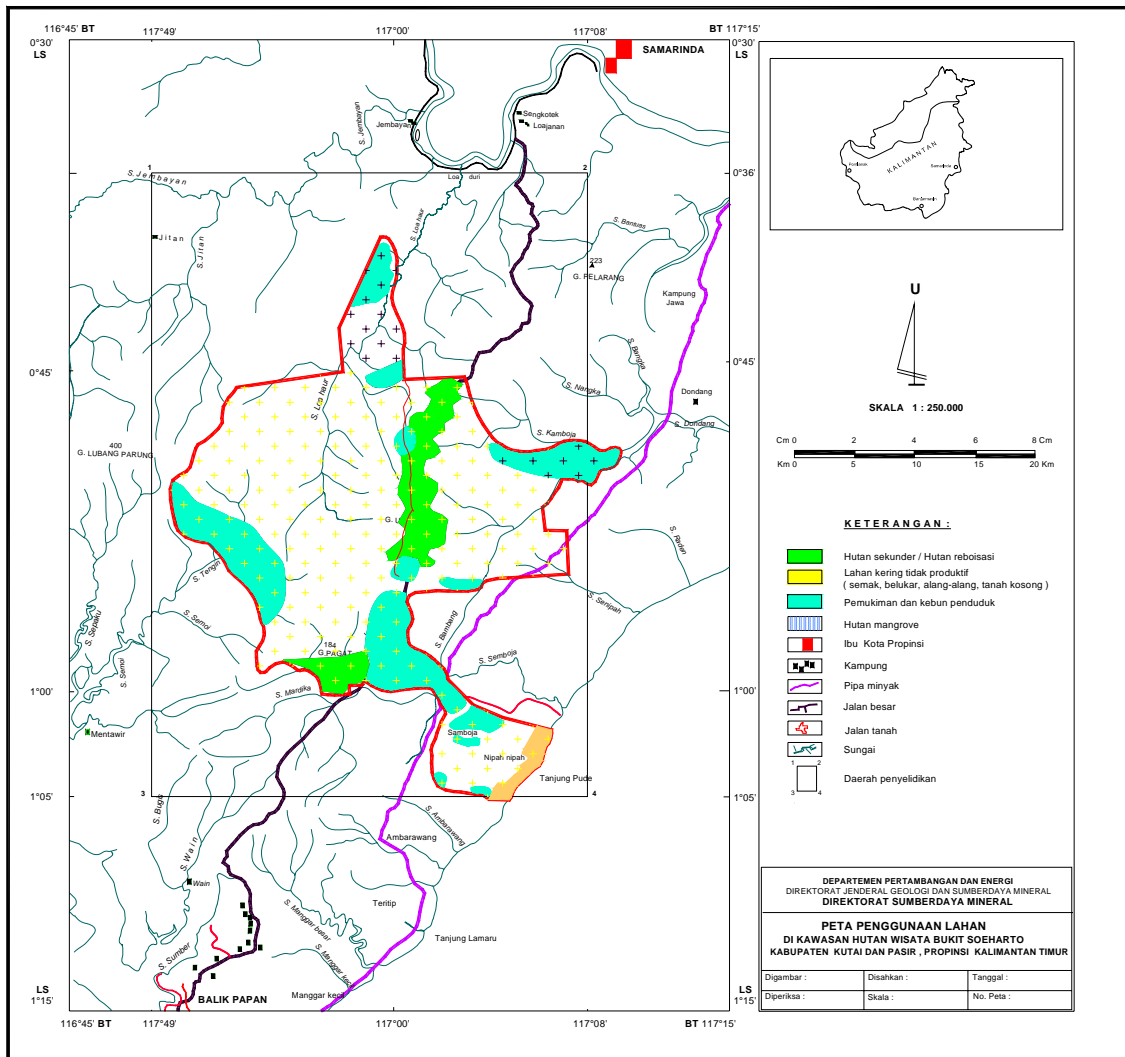
Berdasarkan tataguna lahan, Kawasan Hutan Wisata Bukit Suharto sebagian besar berupa alang-alang (75%), kemudian berupa, semak belukar, hutan sekunder, hutan reboisasi, per-ladangan, perkebunan dan pemukiman penduduk.

Berdasarkan Peta Tematik Vegetasi dan Penggunaan Lahan Propinsi Kalimantan Timur, Kawasan Hutan Wisata Bukit Suharto dapat dibagi menjadi 4 (empat) jenis penggunaan lahan, yaitu :

- Hutan sekunder/Hutan reboisasi
- Lahan kering tidak produktif
- Lahan pemukiman dan perkebunan
- Hutan mangrove



Gambar 1. Peta lokasi dan kesampaian daerah penyelidikan



Gambar 2. Peta penggunaan lahan di Kawasan Hutan Wisata Bukit Suharto, Propinsi Kalimantan Timur

1.4. Penyelidik Terdahulu

Kajian yang mendalam mengenai potensi batubara di Kawasan Hutan Wisata Bukit Suharto belum pernah dilakukan sama sekali, hal ini disebabkan statusnya sebagai Hutan Wisata, sehingga kegiatan eksplorasi baik untuk penelitian potensi bahan galian, maupun keekonomian batubara di kawasan ini belum pernah dilakukan sama sekali.

Hasil eksplorasi batubara (DJSM dan British Geological Surveys tahun 1980); potensi sumberdaya batubara di sebagian kecil kawasan ini (daerah Batuah, Plarang, Semoi dan Samboja) berdasarkan USGS sebanyak 65 juta ton yang merupakan batubara Formasi Balikpapan dan kualitasnya 4900 kal/gram (adb); kelasnya termasuk kedalam sub-bituminous C.

Atas hasil penyelidikan awal yang di-lakukan oleh SDM (Sumaatmadja, E.R./1995) di sekitar Kampung Karyabaru, terdapat beberapa lapisan batubara yang terdapat dalam Formasi Kampungbaru (tebal > 0,75 - > 1,50 m dan kemiringan 10° - 17°) dan Balikpapan (tebal > 1,00 - 4,25 m dan kemiringan 10° - 81°).

2. GEOLOGI REGIONAL

2.1. Stratigrafi

Secara litologi hampir semua batuan sedimen pengisi Cekungan Kutai mengandung kuarsa, batulempung, batulanau dengan sisipan batubara yang diendapkan dalam lingkungan neritik - paralik (litoral, delta sampai laut terbuka) dan dipengaruhi oleh susut serta genang laut. Batuan pengisi Cekungan Kutai terdiri atas Formasi Pamaluan, Pulubalang, Balikpapan dan Kampungbaru dan Aluvial; berumur Oligosen - Holosen.

Formasi Pamaluan, merupakan batuan tertua di daerah penyelidikan; terdiri atas batupasir kuarsa dengan sisipan batulempung, serpih, batugamping dan batulanau, berlapis baik, tebal formasi sekitar 2000 m, berumur Oligosen Akhir - Miosen Awal.

Formasi Pulubalang, membentuk suatu antiklin dan sinklin, litologinya terdiri atas perselingan antara greywacke dan batupasir kuarsa dengan sisipan batugamping, batulempung, batu-bara dan tufa dasitik; tebal 2750 m, berumur Miosen Tengah, diendapkan pada lingkungan laut dangkal.

Formasi Balikpapan, tersingkap hampir diseluruh daerah penyelidikan, membentuk suatu antiklin dan sinklin, litologinya terdiri atas perselingan batupasir dan batulempung dengan sisipan batulanau, serpih, batugamping dan batu-bara, tebal 1200 - 2000 m, berumur Miosen Tengah - Miosen Akhir yang diendapkan dalam lingkungan delta.

Formasi Kampungbaru, litologinya terdiri atas batupasir kuarsa dengan sisipan batulempung, serpih, batulanau dan batubara, tebal formasi lebih atas 500 m, berumur Miosen Akhir - Plio Plistosen yang diendapkan dalam lingkungan delta - laut dangkal.

Aluvial, berupa hasil pelapukan batuan yang lebih tua dan endapan sungai; terdiri atas kerakal, kerikil, pasir, lempung dan lumpur.

2.2. Struktur Geologi

Struktur geologi yang terdapat di daerah ini berupa lipatan antiklinorium dan sesar. Lipatan umumnya berarah timurlaut - baratdaya dengan sayap lebih curam di bagian tenggara. Formasi Pamaluan, Pulubalang dan Balikpapan terlipat kuat. Di daerah ini terdapat 3 jenis sesar yaitu sesar naik, normal dan geser.

3. HASIL PENYELIDIKAN

3.1. Geologi Daerah Penyelidikan.

3.1.1. Stratigrafi

Daerah penyelidikan merupakan sebagian dari Peta Geologi Lembar Samarinda dan Balikpapan, terdiri atas Formasi Pamaluan, Pulubalang, Balikpapan, Kampungbaru dan Aluvial (Tabel 1). Formasi pembawa batubara

adalah Pulubalang, Balikpapan dan Kampungbaru.

Formasi Pamaluan terdiri atas batupasir kuarsa, dengan sisipan batulempung, serpih, batugamping dan batulanau, berlapis baik. *Batu-pasir kuarsa* merupakan batuan utama dalam formasi ini, abu-abu kecoklatan, halus-sedang, terpilah baik, membulat-membulat tanggung, keras, karbonan dan gampingan; setempat dijumpai struktur sedimen silang silur dan perlapisan sejajar, tebal 1 – 2 m. *Batulempung*, abu-abu sampai abu kehijauan, padu, tebal 45 cm. *Serpih*, abu-abu kecoklatan sampai abu-abu tua, padu, tebal 10 – 20 cm. *Batugamping*, abu-abu sampai abu-abu ke-coklatan, sedang-kasar, setempat berlapis, me-ngandung foraminifera besar. *Batulanau*, abu-abu tua sampai abu-abu kehitaman, padu. Umur Formasi Pamaluan adalah Oligosen – Miosen Awal dan diendapkan dalam lingkungan laut dangkal.

Formasi Pulubalang membentuk suatu antiklin dan sinklin, litologinya terdiri atas perselingan antara greywacke dan batupasir kuarsa dengan sisipan batugamping, batulempung, batu-bara dan tufa dasitik; berumur Miosen Tengah, diendapkan pada lingkungan laut dangkal. *Batu-pasir greywacke*, abu-abu kehijauan, halus-kasar, terpilah baik, membulat-membulat tanggung, keras, tebal 15–100cm. *Batupasir kuarsa*, putih kekuningan sampai abu-abu kecoklatan, setempat tufaan dan gampingan, mudah hancur-keras, tebal 15 – 60cm. *Batugamping*, abu-abu sampai abu-abu kecoklatan, sedang-kasar, setempat berlapis, mengandung foraminifera besar, terdapat sebagai sisipan dalam batupasir. *Batulempung*, abu-abu kehitaman, padu..*Tufa dasit*, putih, padu-keras, merupakan sisipan dalam batupasir kuarsa.

Batu-bara, hitam, kusam – mengkilap, konkoidal, ber-lapis, setempat resin dan pirit, mudah hancur-keras, tebal atas beberapa cm 5,30 meter; berumur Miosen Tengah, diendapkan pada lingkungan laut dangkal.

Formasi Balikpapan, tersingkap hampir diseluruh daerah penyelidikan, membentuk suatu antiklin dan sinklin, litologinya terdiri perselingan batupasir dan batulempung dengan sisipan batu-lanau, serpih, batugamping dan batubara. *Batupasir kuarsa*, abu-abu muda kecoklatan putih kecoklatan, halus-sedang, terpilah baik, membulat-membulat tanggung, mudah hancur-keras, sisipan tipis batu-bara. *Batupasir gampingan*, abu-abu muda kecoklatan, halus-sedang, membulat-menyudut tanggung, keras, struktur sedimen “graded bedding” dan silang silur, mengandung foramina-fera kecil, sisipan tipis karbonan. *Batulanau*, abu-abu kecoklatan, gampingan, berlapis tipis, padu. *Batulempung*, abu-abu sampai abu-abu kehitaman, setempat mengandung sisa tumbuhan, oksida besi mengisis rekahan-rekahan, setempat mengandung lensa batupasir gampingan. *Batugamping*, pasiran, abu-abu sampai abu-abu kecoklatan, sedang-kasar, setempat berlapis, mengandung foraminifera besar, terdapat sebagai sisipan dalam batupasir. *Batubara*, hitam, kusam – mengkilap, konkoidal, berlapis, setempat resin dan pirit, mudah hancur-keras, tebal atas beberapa cm sampai 11,00 m; berumur Miosen Akhir bagian Bawah – Miosen Tengah bagian Atas, diendapkan pada lingkungan paras delta – dataran delta.

Tabel 1. Stratigrafi Kawasan Hutan Wisata Bukit Suharto dan sekitarnya, Kab. Kutai dan Pasir, Propinsi Kalimantan Timur

UMUR		LITO LOGI	KETERANGAN	TEBAL (M)	LINGKUNGAN PENGENDAPAN
K U A R T E R	HOLOSEN	Qa	<i>Aluvial (Qa)</i> , berupa hasil pelapukan batuan yang lebih tua dan endapan sungai; terdiri atas kerakal, kerikil, pasir, lempung dan lumpur.	-	Sungai
	PLISTOSEN				
T E M P O S I E N R	PLIOSEN	Tpkb	<i>Formasi Kampungbaru (Tpkb)</i> , terdiri atas batupasir kuarsa dengan sisipan batulempung, serpih, batulanau dan batubara dengan tebal atas 0,10 - 6,00 m.	500	Delta – Laut Dangkal
	Akhir				
	Tengah	Tmpb	<i>Formasi Balikpapan (Tmbp)</i> , terdiri atas perselingan antara batupasir dan batulempung dengan sisipan batulanau, batugamping dan batubara dengan tebal 0,15 - 11,00 m.	1200 -	Dataran Delta
	Awal	Tmopb	<i>Formasi Pulubalang (Tmpb)</i> , terdiri atas perselingan antara greywake dan batupasir kuarsa, dengan sisipan batugamping, batulempung dan batubara dengan tebal atas 0,10 – 4,00 m.	2750	Laut Dangkal
	OLIGOSEN	Tomp	<i>Formasi Pamaluan (Tomp)</i> , terdiri atas batupasir kuarsa dengan sisipan batulempung, serpih, batugamping dan batulanau.	2000	Laut Dangkal

Formasi Kampungbaru, tersingkap di bagian timur dan tengah daerah penyelidikan, litologinya terdiri atas batupasir kuarsa dengan sisipan batulempung, serpih, batulanau dan batubara. *Batupasir kuarsa*, putih, setempat ke-merahan, tidak berlapis, halus-sedang, mudah hancur, setempat mengandung oksida besi, tufaan atau lanauan, sisipan batupasir konglomeratan. *Batu-lempung*, abu-abu sampai abu-abu kecoklatan, mengandung sisa tumbuhan, padu. *Batulanau*, abu-abu tua, menyerpih,

laminasi, padu. *Batubara*, kecoklatan - hitam, kusam, pecahan menyudut, setempat resin dan pirit, mudah hancur-keras, tebal atas beberapa cm sampai 6,00 m, berumur Miosen Akhir – Plio Plistosen yang diendapkan dalam lingkungan delta – laut dangkal.

Aluvial, berupa hasil pelapukan batuan yang lebih tua dan endapan sungai; terdiri atas kerakal, kerikil, pasir, lempung dan lumpur.

3.1.2. Struktur Geologi

Struktur geologi yang ditemukan di daerah ini berupa lipatan antiklinorium dan sesar. Lipatan berupa antiklin dan sinklin, umumnya berarah timurlaut – baratdaya dengan sayap lebih curam di bagian tenggara. Formasi Pamaluan, Pulubalang dan Balikpapan terlipat kuat dengan kemiringan 40° – 88° , sedangkan batuan yang lebih muda umumnya terlipat lemah.

Struktur antiklin yaitu Antiklin Sanga-sanga, Plarang, Sakakanan, Tingin dan Tenggarong; sedangkan struktur sinklin yaitu Sinklin Sanga-sanga, Tanahmerah, Loaduri, Lobangparung dan Jembayang.

Di daerah ini terdapat 3 jenis sesar yaitu sesar naik, normal dan geser. Sesar naik (Loaduri) diduga terjadi pada Miosen Akhir yang kemudian terpotong oleh sesar mendatar (Sungaiberas dan Tanahmerah) yang terjadi kemudian; serta sesar normal (Loahaur dan Sakakan) terjadi pada Kala Pliosen.

3.2. Potensi Endapan Batubara

3.2.1. Lapisan Batubara

Hasil penyelidikan di Kawasan Hutan Wisata Bukit Suharto, lapisan batubara ditemukan dalam Formasi Pulubalang, Balikpapan dan Kampungbaru. Batubara berkembang dengan baik terdapat dalam Formasi Balikpapan dan Kampungbaru.

Singkapan batubara ditemukan pada 368 lokasi, tebal berkisar 0,10-11,00 m dan kemiringan 5° – 88° serta jumlah lapisan cukup banyak.

Untuk mempermudah pembahasannya daerah penyelidikan dibagi dalam 7

(tujuh) blok yaitu Blok Jembayang, Batuah, Tanahmerah, Semoi, Sungaimerdeka, Samboja dan Mentawir (Tabel 2 dan Gambar 3).

3.2.2. Kualitas Batubara

3.2.2.1. Analisa Kimia Batubara

Batubara yang dianalisa kimia sebanyak 40 conto, hasil analisa atas masing-masing formasi adalah sebagai berikut (Tabel 3) :

Rata-rata kandungan air tertambat (M), abu (Ash) dan sulphur (St) di ketiga formasi umumnya relatif sama; terdapat perbedaan hanya nilai kalori (CV) yaitu *Formasi Pulubalang* sekitar 6225 kal/gram (High vol. sub-bituminous C), *Balikpapan* 5995 kal/gram (High vol. Sub - bituminous C) dan *Kampungbaru* 5838 kal/gram (sub-bituminous C) serta nilai HGI yaitu Formasi Pulubalang relatif lunak yaitu sekitar 62, Balikpapan 44 dan Kampungbaru relatif keras yaitu 40.

3.2.2.2. Analisa Petrografi

Batubara yang dianalisa dari Formasi Kampungbaru 4 conto dan Formasi Balikpapan 6 conto dengan menggunakan mikroskop sinar pantul. Atas hasil analisa tersebut nilai reflektansi vitrinite dalam Formasi Kampungbaru menunjukkan kisaran rata-rata 0,33% dan dalam Formasi Balikpapan 0,36% menunjukkan kelas lignit (Tabel 4).

Tabel 2. Lapisan batubara atas tiap-tiap blok di Kawasan Bukit Suharto dan sekitarnya

BLOK	JML. SINGKAPAN	FORMASI	JML. LAPISAN	TEBAL (m)	KEMIRINGAN
Jembayang	2	Balikpapan	2 Lapisan	>1,00-5,00	22° - 28°
Batuah	1	Pulubalang	1 Lapisan	0,40	68°
	95	Balikpapan	21 Lapisan	0,20->11,00	9° - 88°
	30	Kampungbaru Sayap timur	10 Lapisan	0,50->9,00	11° - 75°
		Kampungbaru Sayap barat	4 Lapisan	>0,50-1,20	12° - 17°
Tanahmerah	13	Pulubalang	4 Lapisan	>0,50-5,30	14° - 85°
	15	Balikpapan	5 Lapisan	>0,50-5,50	14° - 47°
	9	Kampungbaru	5 Lapisan	0,10-1,00	20° - 57°
Sungaimerdeka	18	Balikpapan	3 Lapisan	0,30-2,30	39° - 87°
	54	Kampungbaru	17 Lapisan	0,20-6,00	14° - 87°
Semoi	3	Pulubalang	2 Lapisan	0,50->1,50	25° - 70°
	52	Balikpapan	15 Lapisan	>0,50-5,00	5° - 70°
Mentawir	4	Balikpapan	2 Lapisan	1,00->1,00	23° - 30°
	33	Kampungbaru	12 Lapisan	0,15->3,00	14° - 70°
Samboja	31	Balikpapan	9 Lapisan	0,30->6,00	5° - 71°
	4	Kampungbaru	4 Lapisan	0,60- >1,20	5° - 40°

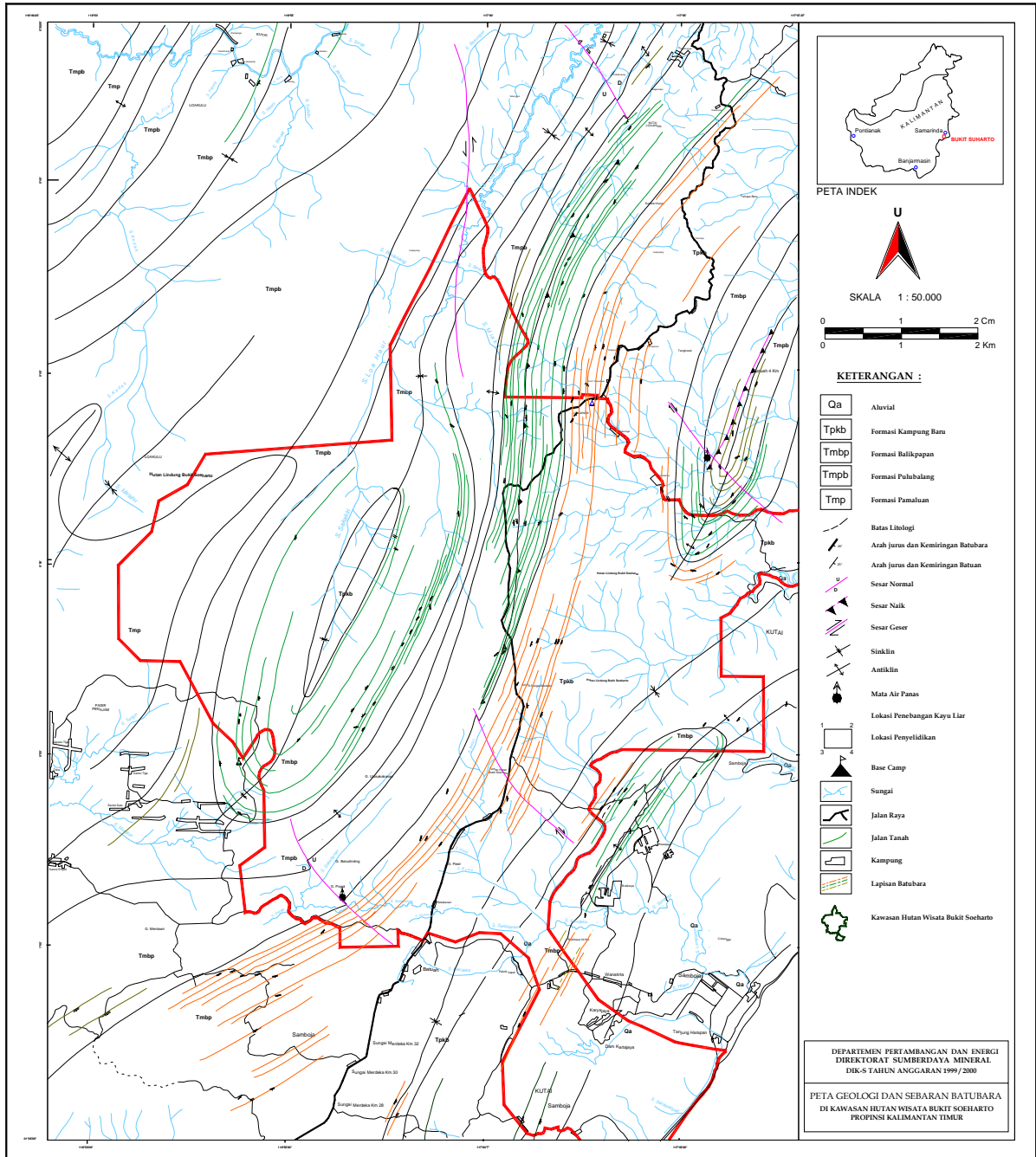
3.2.3. Sumberdaya Batubara

Perhitungan sumberdaya batubara ini berdasarkan singkapan batubara yang ditemukan (terindikasi) dengan kriteria sebagai berikut :

- Sebaran ke arah jurus perlapisan batubara didasarkan atas singkapan batubara yang dapat dikorelasikan, dibatasi sampai 500 meter dari singkapan.
- Sebaran ke arah kemiringan dihitung sampai kedalaman 50m tegak lurus (vertikal) atas permukaan singkapan / pemboran atau dengan kata lain lebar kearah kemiringan $25m/\alpha$ dan $50m/\alpha$, α adalah sudut kemiringan lapisan batubara.

- Berat jenis batubara dianggap 1,30 gram / cm³ rata-rata atas conto batubara yang dianalisa.
- Tebal batubara yang dihitung lebih atas 1,00 m

Dari hasil perhitungan sumberdaya batubara (terindikasi) di Kawasan Hutan Wisata Bukit Suharto diringkas dalam (Tabel 5).



Gambar 3. Peta Geologi dan Sebaran batubara di Kawasan Hutan Wisata Bukit Soeharto dan sekitarnya, Propinsi Kalimantan Timur.

Tabel 3. Hasil analisa kimia batubara di Kawasan Hutan Wisata Bukit Suharto Propinsi Kalimantan Timur

KODE CONTO	TBL (m)	AS RECEIVED		AS DETERMINED BASIS							HGI
		FM %	TM %	M %	VM %	FC %	ASH %	St %	S Gr/cm ³	CV cal/gr	
Formasi Kampungbaru											
AA - 48	>1,00	26,70	33,80	11,10	49,30	36,90	2,70	2,88	1,40	5690	37
NT - 16	>3,00	9,10	17,30	9,80	45,90	42,60	1,70	2,27	1,34	6285	45
IS - 97	2,20	23,10	30,40	11,20	48,90	38,20	1,70	2,35	1,37	5885	34
TT - 03	1,20	27,30	34,40	11,80	48,00	37,00	3,20	3,22	1,43	5345	31
NT - 01	>1,00	11,20	19,20	8,50	42,60	47,40	1,50	1,94	1,33	6570	50
AF - 23	>2,00	14,30	22,10	9,90	44,70	44,80	0,60	0,77	1,35	6275	34
AF - 25	>2,00	20,60	28,60	10,80	46,40	41,80	1,00	0,25	1,38	5755	36
AA-103	?	26,40	33,40	10,90	49,20	38,40	1,50	0,37	1,37	5665	26
AA - 19	6,00	29,50	35,50	9,20	41,30	28,70	20,80	0,45	1,53	4395	42
IS-110	1,60	12,60	19,40	8,30	44,60	46,40	0,70	1,39	1,33	6555	49
AA - 104	?	17,00	25,50	11,20	41,70	43,50	3,60	0,36	1,39	5765	47
NT - 17	>3,00	29,20	35,20	9,40	41,80	42,40	6,40	3,74	1,40	5870	46
Formasi Balikpapan											
AA - 51	>4,30	16,40	25,50	11,40	43,30	44,40	0,90	0,55	1,37	6970	44
IS - 21	>5,80	15,10	24,10	11,10	44,60	42,60	1,70	0,22	1,37	5945	43
AF - 01	>1,80	1,70	10,20	9,20	43,20	44,00	3,60	0,75	1,37	6105	48
IS - 37	5,04	18,40	26,20	10,40	45,50	42,40	1,70	0,20	1,36	6085	41
AA - 93	>5,00	14,90	23,80	11,30	44,60	43,00	1,10	0,45	1,38	5610	41
AA - 94	>6,00	17,30	27,00	12,60	43,40	39,50	4,50	0,35	1,40	5480	36
AA - 03	3,30	15,00	23,50	10,60	40,80	36,60	12,00	0,33	1,44	5160	39
AA - 06	3,20	17,80	25,50	9,90	42,00	46,50	1,60	1,06	1,37	6105	45
IS - 34	11,00	24,30	32,00	11,00	45,20	43,10	0,70	0,42	1,33	6205	46
AA - 70	>3,00	21,60	29,00	11,10	46,70	41,40	0,80	0,65	1,37	6020	50
AA - 91	>2,00	25,20	33,40	11,80	45,10	39,30	3,80	0,47	1,40	5645	39
NT - 04	>2,00	13,30	20,60	8,60	43,70	47,00	0,70	0,24	1,33	6435	43
NT - 09	1,00	18,00	27,60	11,80	43,60	43,40	1,20	0,81	1,37	5805	51
NT - 22	>3,00	23,80	31,00	9,90	50,40	37,90	1,80	2,49	1,28	5945	49
AF - 16	>3,00	9,30	17,40	9,20	47,90	41,80	1,10	2,27	1,33	6425	38
AF - 14	>1,50	7,40	15,30	8,80	43,80	46,50	0,90	1,29	1,33	6530	42
AF - 13	>3,00	24,50	30,90	9,80	45,40	40,60	4,20	2,41	1,41	5755	40
NT - 21	>3,00	25,40	32,40	11,00	47,70	38,00	3,30	0,19	1,39	5645	39
IS - 25	1,35	10,30	17,70	8,50	43,50	47,10	0,90	0,99	1,34	6365	49
IS - 33	2,10	13,70	22,80	11,30	41,80	44,10	2,80	1,26	1,38	6000	60
NT - 35	>2,00	19,20	26,30	9,90	44,20	41,90	4,00	3,74	1,41	5745	38
AF - 32	>3,00	23,70	30,60	10,40	45,60	41,30	2,70	0,29	1,39	5730	34
AF - 35	>2,00	22,50	29,50	10,50	43,50	38,80	7,20	0,31	1,41	5490	39
IS - 75	1,60	3,70	12,20	9,20	43,00	44,80	3,00	1,45	1,33	6435	45
IS - 16	1,90	18,10	25,90	10,00	47,10	41,50	1,40	2,45	1,37	5995	48
IS - 38	1,40	4,70	12,90	9,10	44,20	45,60	1,10	2,05	1,35	6245	50
Formasi Pulubalang											
AA - 68	5,30	13,40	20,90	9,00	43,10	43,30	4,60	1,20	1,34	6090	65
TT - 08	1,00	9,40	17,10	9,40	44,90	44,70	1,00	1,98	1,39	6360	58

Catatan :

FM = Kandungan air bebas
 VM = Kandungan air terikat
 St = Total sulfur
 HGI = Kekerasan batubara

TM = Kandungan air total
 FC = Kandungan karbon
 SG = Berat jenis

M = Kandungan air
 Ash = Abu
 CV = Nilai kalori

Tabel 4. Hasil analisa petrografi batubara di Kawasan Hutan Wisata Bukit Suharto, Propinsi Kalimantan Timur

KODE CONTO	TBL (m)	Nilai Reflektansi		Vitrinit %	Liptinit %	Inertinit %	Min. matter (Mm) %	Pirit (Py) %
		Rv rata ² %	Rv min-max %					
<i>Formasi Kampungbaru</i>								
AA – 19	6,00	0,31	0,30-0,35	84,90	3,00	2,00	10,00	0,50
AA – 48	2,20	0,32	0,30-0,38	91,25	3,00	1,50	1,75	2,50
AA – 104	>0,50	0,34	0,33	91,00	0,40	3,00	2,75	3,25
IS – 97	2,20	0,36	0,33-0,40	92,75	2,00	1,75	1,50	2,00
<i>Formasi Balikpapan</i>								
IS – 21	>5,80	0,35	0,32-0,40	94,50	3,00	1,50	1,00	-
AF – 14	>1,50	0,42	0,38-0,49	94,75	1,50	1,75	0,75	2,50
NT – 35	3,00	0,34	0,31-0,40	91,50	2,00	1,50	2,50	2,50
AF – 19	>3,00	0,31	0,32-0,38	89,75	2,50	2,00	3,75	2,00
NT – 21	>3,00	0,32	0,32-0,37	93,25	2,00	1,75	3,00	-
IS – 34	11,00	0,38	0,34-0,42	95,00	2,75	2,00	0,25	-

Catatan : Rv = Nilai reflektansi

3.3. Kemungkinan Pengembangan Batubara

Hasil penyelidikan di seluruh blok, terdapat daerah-daerah yang mungkin dapat dikembangkan lebih lanjut dan daerah yang disarankan tetap dipertahankan sebagai Kawasan Hutan Wisata / Lindung, yaitu :

- Blok Batuah, Sungaimerdeka, Samboja dan Mentawir; harus dipertahankan sebagai Kawasan Hutan Wisata / Lindung.
- Blok Jembayang dan Tanahmerah, sudah dikuasi oleh perusahaan pertambangan dan berada di luar Kawasan Hutan Wisata Bukit Suharto, disarankan untuk dikembangkan lebih lanjut.
- Blok Semoi merupakan daerah yang cukup prospek untuk dikembangkan

lebih lanjut mengingat sumberdaya batubara paling tidak sekitar 29,5 juta ton dan kemungkinan lebih besar lagi apabila dieksplorasi lebih detail. Disarankan untuk dibebaskan sebagai Kawasan Hutan Wisata, mengingat : *daerah ini sudah gundul dan vegetasinya berupa semak belukar.*

3.4. Kegiatan Penambangan

Di kawasan ini terdapat beberapa lokasi yang telah dilakukan kegiatan eksplorasi maupun penambangan, diantaranya :

- Di daerah Kampung Semoi III telah dilakukan pengupasan tanah penutup, penambangan dan pembuatan jalan untuk pengangkutan yang dilakukan secara liar (oleh pihak swasta), tetapi pada saat penyelidikan telah dihentikan oleh Pemda Kabupaten Pasir.

Tabel 5. Sumberdaya batubara di Kawasan Hutan Wisata Bukit Suharto dan sekitarnya, Kutai dan Pasir, Propinsi Kalimantan Timur.

Blok	Kampungbaru	Balikpapan	Pulubalang	Sumberdaya Batubara (ton)
<i>Jembayang</i>	-	933.400	-	933.400
<i>Batuah</i>	28.291.253	26.081.061	-	54.372.314
<i>Tanahmerah</i>	84.500	4.905.615	2.646.085	7.551.700
<i>Sungaimerdeka</i>	15.850.841	1.048.450	-	16.889.291
<i>Semoi</i>	-	29.529.713	103.350	29.633.063
<i>Mentawir</i>	5.982.340	-	-	5.982.340
<i>Samboja</i>	1.154.400	5.651.610	-	6.806.010
JUMLAH	51.363.334	68.149.849	2.749.435	122.168.118

- Di daerah Tanimaju, telah dilakukan eksplorasi, pembuatan stockpile dan jalan tambang oleh PT. Anugrah Bara Kaltim.
- Di daerah Argasari, telah dilakukan pengupasan tanah penutup, pembuatan stockpile dan pembuatan jalan oleh pihak swasta, akan tetapi kegiatannya saat ini dihentikan.

3.5. Kebakaran Hutan

Kawasan Hutan Wisata Bukit Suharto tahun 1997 mengalami kebakaran dengan dampak langsung cukup parah. Hutan yang terbakar seluas 2.782 ha yang bekasnya masih terlihat hingga sekarang. Disamping itu kebakaran hutan di kawasan ini juga mengakibatkan terbakarnya singkapan- singkapan batubara yang memang banyak terdapat. Sebagian atas singkapan batubara yang terbakar tersebut saat penyelidikan masih ada yang belum padam.

3.5.1. Penyebab Kebakaran

Kebakaran hutan merupakan gejala alam yang umum terjadi. Bahkan ada beberapa ilmuwan yang menyebutkan bahwa beberapa tanaman hutan kemungkinan menghasilkan bahan buangnya baik berupa daun, kulit dan buah mengandung lilin, damar/resin yang mudah terbakar, pada waktu kemarau panjang dimana temperatur permukaan naik dan kebanyakan vegetasi mengalami kekeringan, kebakaran hutanpun gampang terjadi.

Pada jaman terbentuknya batubara kebakaran hutan juga sudah terjadi secara alamiah. Secara mikroskopis dalam lapisan batubara seringkali ditemukan lapisan inertinit yang terjadi akibat kebakaran hutan. Akan tetapi penyebab alamiah kebakaran hutan tersebut pada jaman modern ini ditambah dengan hadirnya manusia yang semakin hari menjadi factor utama terjadinya kebakaran hutan.

Faktor-faktor penyebab kebakaran hutan :

➤ ***Faktor Manusia***

Di dalam Kawasan Hutan Wisata Bukit Suharto terdapat beberapa perkampungan pemukiman (+ 2.600 KK), dimana mata pencaharian utama penduduk adalah berkebun (lada) dan perladangan tadah hujan. Secara tradisional dalam pembukaan lahan baru umumnya melakukan penebasan dan pembakaran hutan, yang maksudnya disamping biayanya bisa ditekan juga untuk kesuburan tanah.

Pembukaan lahan dengan cara pembakaran hutan sangat sulit dilokalisir dan sangat mudah untuk menjalar kesegala arah. Dengan adanya pemukiman didalam kawasan ini, mempermudah terjadinya kebakaran hutan akibat ulah manusia secara tidak sengaja, misalnya membuang puntung roko, pecahan gelas, dll yang bisa mengakibatkan terjadinya kebakaran hutan.

Dari data kebakaran hutan di Kawasan Hutan Wisata Bukit Suharto tahun 1997 seluas 2.782 ha, ternyata sekitar 87,8% (2.443 ha) merupakan kebakaran akibat pembukaan lahan untuk pertanian / perkebunan dengan melakukan pembakaran lahan oleh petani. Atas data tersebut ***diperkirakan faktor manusia merupakan faktor utama penyebab kebakaran hutan di Kawasan Hutan Wisata Bukit Suharto.***

➤ ***Faktor Cuaca***

Pada saat kemarau panjang akan meningkatkan suhu permukaan di kawasan ini dan vegetasi yang sebagian besar berupa alang-alang, semak belukar dan hutan sekunder dapat mengakibatkan mudah terbakar.

➤ ***Faktor Batubara***

Di Kawasan Bukit Suharto terdapat formasi batuan yang mengandung lapisan-lapisan batubara yang tersingkap sebagian akibat torehan-torehan sungai atau alur aliran air. Apabila terjadi kebakaran hutan, singkapan batubara ini bisa terbakar. Bila sudah terbakar maka api akan membakar selama masih ada suplai oksigen yang masuk ke lapisan batubara tersebut. Akibatnya walaupun vegetasi sudah habis terbakar, mungkin batubara masih terbakar dan bahkan bisa membakar vegetasi yang baru tumbuh atau bisa membakar vegetasi yang tadinya tidak terbakar.

Batubara juga bisa mengalami *self combustion* / terbakar sendiri secara alamiah. Ini tergantung kepada luas permukaan atau ukuran pecahan batubara, temperatur dan konsentrasi oksigen. Batubara dengan rekahan yang intensif atau mengandung pirit yang banyak akan mudah membentuk partikel-partikel batubara, sehingga menaikkan kemungkinan batubara untuk terbakar.

Pada musim kemarau panjang, bila temperatur permukaan mencapai titik bakar batubara ($120^{\circ} - 170^{\circ} \text{ C}$), maka batubara bisa terbakar dengan sendirinya. Antara temperatur $30^{\circ} - 100^{\circ} \text{ C}$ kecepatan oksidasi akan berlipat ganda pada setiap kenaikan temperatur 10° . Aliran angin yang banyak membawa oksigen akan meninggikan kecepatan oksidasi oleh batubara sehingga mempermudah untuk terbakar.

Hasil pengamatan di lapangan, terlihat bahwa batubara di Kawasan Hutan Wisata Bukit Suharto mempunyai rekah sedikit, pirit sedikit dan tersebar tidak merata, temperatur rendah serta pelapukannya tidak menghasilkan pecahan yang banyak. Dari ciri fisik tersebut

kemungkinan terjadinya *self combustion* pada temperatur normal nampaknya tidak begitu besar. ***Dengan demikian lapisan batubara dianggap bukan pemicu utama kebakaran tetapi memperlama kebakaran hutan dan mempersulit pemadamannya.***

3.5.2. Singkapan Batubara Terbakar

Hasil pengamatan dilapangan atas 368 lokasi singkapan, ditemukan 32 lokasi batubara terbakar dan 44 lokasi batubara yang sudah padam; dengan ketebalannya bervariasi atas 0,50 - >9,00 m dan kemiringan lapisan 5° – 80° (lihat Gambar 4).

Distribusi lokasi batubara terbakar umumnya terdapat di sekitar pemukiman, per-ladangan, jalan raya atau tempat-tempat yang banyak aktivitas manusianya. Hubungan ini memperkuat dugaan bahwa kebakaran hutan di Kawasan Hutan Wisata Bukit Suharto ini *kemungkinan penyebab utamanya adalah faktor manusia.*

3.5.3. Pola Kebakaran Batubara

Lapisan batubara terbakar umumnya diawali pada titik-titik yang tersingkap di permukaan, kemudian kebakaran akan menyebar atas titik awal tersebut. Kecepatan penyebaran api dalam lapisan batubara diperkirakan tergantung pada kualitas batubara, konsentrasi oksigen dan ketebalan lapisan. Hubungan matematis atas ketiga parameter ini belum dirumuskan.

Kualitas batubara menentukan mudah tidaknya batubara terbakar. Batubara dengan rank rendah mempunyai kandungan hidrogen yang tinggi sehingga lebih reaktif; juga mengandung "*volatile matter*" yang tinggi dan ini bisa mem-

permudah batubara terbakar. Sebaliknya untuk batubara dengan rank tinggi umumnya mempunyai "*fixed carbon*" yang tinggi sehingga relatif lebih sulit terbakar, tetapi setelah terbakar akan awet terbakarnya.

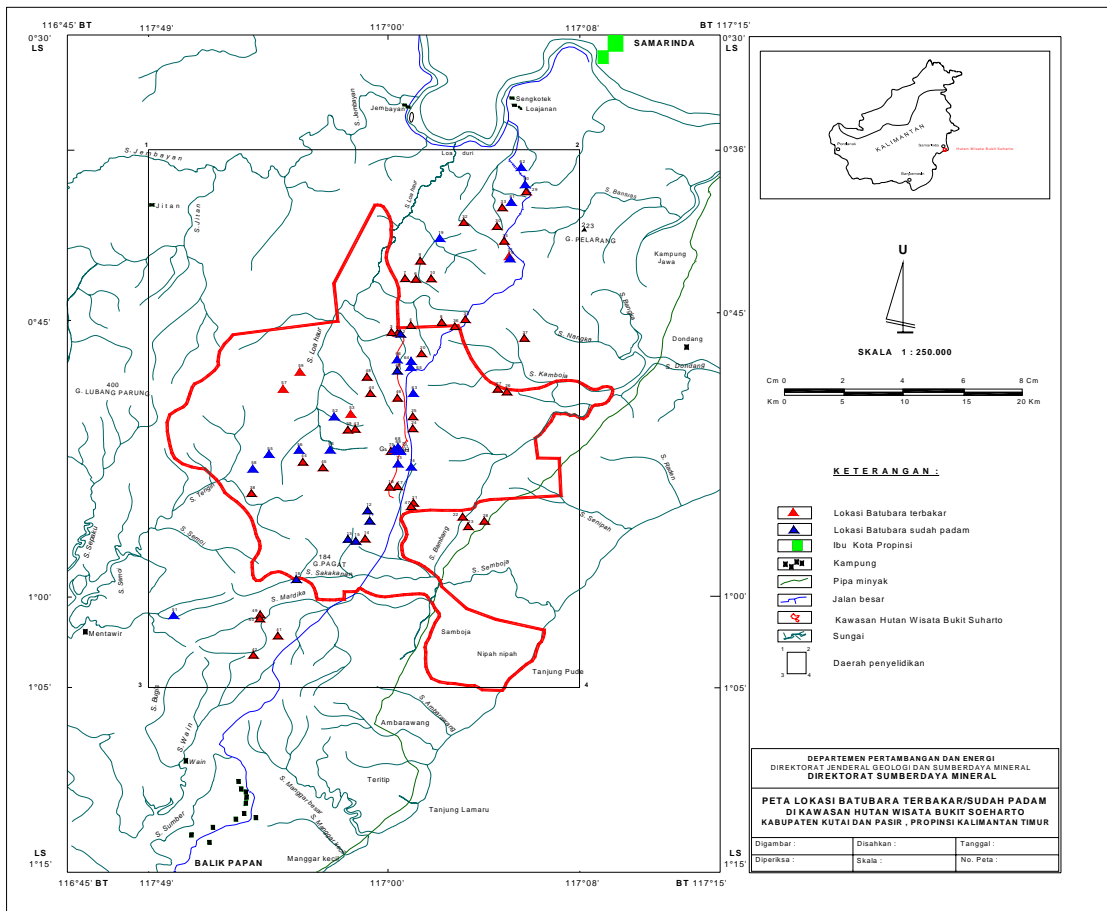
Batubara bisa terbakar kalau ada oksigen yang bereaksi langsung dengan partikel batubara, dengan demikian ada batas kedalaman tertentu sehingga kebakaran batubara bisa berhenti karena tidak ada/kurang oksigen. Kemungkinan besar batubara dengan kemiringan landai akan terbakar kearah down dip lebih luas atas pada batubara dengan kemiringan yang terjal. Oksigen akan lebih mudah bereaksi dengan batubara bila banyak terdapat rekahan dalam lapisan batubara tersebut. Di lapangan pola lapisan batubara paling tidak terdapat 2 (dua) macam yaitu :

➤ **Pola memanjang sepanjang jurus singkapan di permukaan**

Kebakaran batubara jenis ini umumnya terjadi pada lapisan batubara dan ketebalan batubara relatif tipis dengan kemiringan terjal. Penyebaran ke samping lebih panjang sehingga lebih berbahaya bila dihubungkan dengan kebakaran hutan. Akan tetapi karena materinya yang terbakar lebih sedikit maka waktu pemadaman lebih singkat.

➤ **Pola setengah lingkaran**

Pola ini umumnya terjadi pada lapisan batubara dengan kemiringan landai dan tebal, dimana penyebaran kebakarannya karena materi yang terbakar dititik yang sama lebih banyak, sehingga waktu terbakar persatuan luas lebih lama. Kebakaran lapisan batubara ini lebih terisolir dan waktu penjaralan ke sampingnya lebih lambat, sehingga luas



Gambar 4. Peta lokasi titik api di Kawasan Hutan Wisata Bukit Suharto, Propinsi Kalimantan Timur.

yang terbakar relatif lebih sempit dibandingkan dengan pola memanjang.

3.5.4. Pemadaman Batubara

Dalam mengatasi masalah kebakaran hutan telah diusahakan oleh beberapa instansi terkait seperti Kantor Wilayah Pertambangan dan Energi, Propinsi Kalimantan Timur dan beberapa instansi terkait yang terdapat di jalan poros antara Samarinda Balikpapan; selain itu Proyek Pengelolaan Kebakaran Hutan Terpadu (IFFM), yang merupakan proyek kerjasama di bawah tanggung jawab

Menteri Kehutanan dan dibantu Perwakilan Jerman untuk kerja sama teknis (GTZ) telah berusaha mengatasi kebakaran hutan, dengan sasaran :

- Pencegahan
- Deteksi
- Pemadaman
- Pembakaran terkontrol

Hasil pengamatan di lapangan, cara pemadaman batubara yang dilakukan tidak efektif. Lokasi batubara terbakar yang sudah dipadamkan masih ada yang menyala, karena yang dipadamkan hanya

permukaannya saja sedangkan yang di bawah permukaan tanah belum bisa padam.

Upaya membantu penanggulangan masalah kebakaran batubara / hutan di Kawasan Hutan Wisata Bukit Suharto, disarankan sebagai berikut :

- Untuk daerah-daerah dengan lapisan batubara terjal perlu diwaspadai.
- Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut sampai kedalaman berapa batubara terbakar pada singkapan batubara terbakar /sudah padam, sehingga dapat di-perkirakan cara yang paling efektif dalam upaya pemadaman lapisan batubara.
- Pelarangan pembakaran lahan untuk pertanian terutama di daerah-daerah singkapan batubara.
- Perlunya sosialisasi masalah kebakaran hutan terhadap masyarakat di sekitar Kawasan Hutan Wisata Bukit Suharto.
- Perlu menambah dan menjaga serta pemeliharaan rambu-rambu kebakaran hutan.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

Atas pembahasan bab-bab sebelumnya dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Berdasarkan tataguna lahan Kawasan Hutan Wisata Bukit Suharto sebagian besar berupa alang-alang, semak belukar, hutan sekunder, hutan reboisasi, perladangan, perkebunan dan pemukiman penduduk. Di beberapa lokasi masih berlangsung penebangan liar dan di sebelah timur telah dikuasai

oleh PT. ITCI yang akan digunakan untuk HTI (Hutan Tanaman Industri).

- 2) Kawasan Hutan Wisata Bukit Suharto secara geologi regional termasuk Cekungan Kutai yang batuan pengisinya terdiri atas Formasi Pamaluan, Pulubalang, Balikpapan, Kampung-baru dan Aluvial; umurnya Oligosen – Holosen yang diendapkan dalam lingkungan neritik-paralik (litoral, delta sampai laut terbuka).
- 3) Formasi pembawa batubara adalah Formasi Pulubalang, Balikpapan dan Kampungbaru, singkapan batubara yang ditemukan :
 - Dalam Formasi Pulubalang terdapat 4 lapisan batubara dengan ketebalan atas beberapa centimeter sampai 5,30 m dan kemiringan 12° - 85° .
 - Dalam Formasi Balikpapan terdapat 18 lapisan batubara dengan ketebalan atas beberapa centimeter sampai 11,00 m dan kemiringan 5° – 88° .
 - Dalam Formasi Kampungbaru terdapat 22 lapisan batubara dengan ketebalan atas beberapa centimeter sampai 6,00 m dan kemiringan 5° – 72° .
- 4) Hasil analisa kimia menunjukkan :
 - **Formasi Pulubalang** kandungan air tartambat 9,20%; abu 2,80%; sulphur 1,59%, nilai kalori 6225 kal/gr dan nilai HGI 61; termasuk kelas high volatile bituminous C.
 - **Formasi Balikpapan** kandungan air tartambat 10,32%; abu 2,64%; sulphur 1,06%, nilai kalori 5995 kal/gr dan nilai HGI 44; termasuk kelas sub-bituminous B.

- **Formasi Kampungbaru** kandungan air tertambat 11,17%; abu 3,80%; St 1,67%, nilai kalori 5838 kal/gr dan nilai HGI 40; termasuk kelas Sub-bituminous B.
- 5) Hasil analisis petrografi. nilai reflektansi vitrinit dalam **Formasi Balikpapan** 0,36% dan **Formasi Kampungbaru** 0,33%; menunjukkan kelas lignit.
- 6) Sumberdaya batubara di Kawasan Hutan Wisata Bukit Suharto dan sekitarnya adalah sebagai berikut :
- Blok Jambayang 933.400 ton
 - Batuah 54.372.314 ton
 - Tanahmerah 7.551.700 ton
 - SungaiMerdeka 16.889.291 ton
 - Semoi 29.633.063 ton
 - Mentawir 5.982.340 ton
 - Samboja 6.806.010 ton

JUMLAH 122.168.118 ton

- 7) Kegiatan penambangan terdapat di daerah Semoi dan Argasari yang saat ini sudah berhenti, sedangkan di daerah Tanimaju sedang dilakukan eksplorasi oleh PT. ABK (Anugrah Bara Kaltim).
- 8) Singkapan batubara yang masih terbakar ditemukan 32 lokasi dan yang sudah padam 34 lokasi. Atas hasil pengamatan di lapangan dan analisa batubara, faktor utama terjadinya kebakaran hutan di Kawasan Hutan Wisata Bukit Suharto adalah ***faktor manusia dan lapisan batubara bukan pemicu utama kebakaran tetapi memperlama kebakaran hutan dan mempersulit pemadamannya.***

- 9) Pola kebakaran batubara dapat dibagi menjadi 2 (dua) yaitu :
- Pola memanjang sepanjang jurus singkapan di permukaan.
 - Pola setengah lingkaran

4.2. Saran

- 1) Dipertahankannya Blok Batuah, Sungai-merdeka, Samboja dan Mentawir; sebagai Kawasan Hutan Wisata / Lindung.
- 2) Blok Jembayang dan Tanahmerah, yang kemungkinan sudah dikuasi oleh perusahaan pertambangan dan berada di luar Kawasan Hutan Wisata Bukit Suharto, disarankan untuk dikembangkan lebih lanjut.
- 3) Blok Semoi disarankan untuk dibebaskan sebagai Kawasan Hutan Wisata, mengingat daerah ini cukup prospek untuk dikembangkan lebih lanjut (sumberdayanya sekitar 29,5 juta ton dan kemungkinan lebih besar lagi apabila dieksplorasi lebih detail) dan daerah ini sudah gundul serta vegetasinya berupa alang-alang dan semak belukar.
- 4) Dalam upaya membantu penanggulangan masalah kebakaran batubara / hutan di Kawasan Hutan Wisata Bukit Suharto, disarankan sebagai berikut :
 - Untuk daerah-daerah dengan lapisan batubara terjal perlu diwaspadai.
 - Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut sampai kedalaman berapa batubara terbakar pada singkapan batubara terbakar /sudah padam, sehingga dapat di-perkirakan cara yang paling efektif dalam upaya pemadaman lapisan batubara.

- Pelarangan pembakaran lahan untuk pertanian terutama di daerah-daerah ter-dapat singkapan batubara.
- Perlunya sosialisasi masalah kebakaran hutan terhadap masyarakat di sekitar Kawasan Hutan Wisata Bukit Suharto.
- Perlu menambah dan menjaga serta pemeliharaan rambu-rambu kebakaran hutan.
- Diterapkannya sanksi hukum yang memadai bagi pelanggar.

DAFTAR PUSTAKA

-, Data Monografi Kecamatan Loa Janan, tahun 1998.
- Addison dan Herudiyanto, 1982; *The Coal Geology of South Prangata Area, Kutai Basin, East Kalimantan*, DMR, Bandung.
- Addison, Haryoko dan Dh. Land, 1982; *The East Kalimantan Coal Project Report On The Coal Geology of Badak Syncline, Coal Inventory and Exploration Project*, DMR, Bandung.
- Aspianur dan Mujarni Baraq, 1998; *Beberapa sebab kebakaran hutan dan lahan di Hutan Wisata bukit Suharto tahun 1997 – 1998*, IFFM, Kalimantan Timur.
- Fred R. Bird, 1995; *Pemadaman api di lapisan batubara dan training kebakaran hutan di Kalimantan Timur*, Proyek Pengelolaan Hutan Terpadu, 1995, Kalimantan Timur.
- Hermut, ABB, Erber, 1999 ; *Evaluasi data kebakaran hutan dan lahan di Kawasan Hutan Wisata Bukit Suharto tahun 1994 - 1997*, IFFM (Integrated Forest Fire Management Priject), Document, Kalimantan Timur.
- Hidayat dan Umar, 1994; *Peta Geologi Lembar Balikpapan, skala 1 : 250.000*, Kalimantan, PPPG, Bandung.
- Jones, CM, 1982; *The Coal Geology of South Sakakanan, Kutai Basin, East Kalimantan*, DMR, Bandung.
- Sumaatmadja, E. R, 1995; *Peninjauan awal endapan batubara di daerah Karyabaru dan sekitarnya, Kabupaten Kutai, Propinsi Kalimantan Timur*, dalam rangka bimbingan teknik, DSM, Bandung.
- Supriatna, Sukardi dan Rustandi, 1994; *Peta Geologi Lembar Samarinda skala 1 : 250.000, Kalimantan*, PPPG, Bandung.