

**PENENTUAN KAWASAN PERTAMBANGAN BERBASIS SEKTOR KOMODITAS  
UNGGULAN SUMBERDAYA NIKEL KABUPATEN KONAWE DAN KONAWE UTARA  
PROVINSI SULAWESI TENGGARA**

Oleh:

**\*Iwan Nursahan, \*\*Vijaya Isnaniawardhani dan \*\*Nana Sulaksana**

\*Pusat Sumber Daya Geologi

Jalan Soekarno-Hatta No.444, Bandung

\*\*Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran

Jalan Raya Bandung-Sumedang Km.21, Jatinangor

**SARI**

Kabupaten Konawe dan Kabupaten Konawe Utara merupakan bagian dari Kawasan Strategis Nasional (KSN) Soroako dan sekitarnya, yang dicanangkan sebagai wilayah dengan komoditi unggulan pertambangan nikel. Penentuan kawasan pertambangan berbasis komoditi unggulan sumberdaya nikel ini menggunakan pendekatan Satuan Genetika Wilayah (SGW) dan memanfaatkan Teknologi Sistem Informasi Geografis (SIG).

Valuasi matrik holistik SGW menghasilkan 204 nilai SGW di Kabupaten Konawe dan 248 nilai SGW di Kabupaten Konawe Utara. Valuasi matrik holistik tersebut, menunjukkan adanya keterkaitan aspek potensi dan kendala wilayah terhadap total nilai valuasi SGW.

Berdasarkan valuasi SGW dan analisis SWOT kawasan pertambangan prioritas I, maka dapat direkomendasikan bahwa SGW Pedataran Patahan Batuan Ultramafik daerah Langikima dan Wiwirano serta SGW Pedataran Batuan Ultramafik daerah Asera, Andowia, Wiwirano dan Molawe sebagai Kawasan Andalan Pertambangan Nikel, dengan total sumberdaya sekitar 1,14 Milyar Ton, dan nilai valuasi skenario dikembangkan/ditambang berkisar 248 hingga 298.

**Kata kunci:** kawasan pertambangan, nikel, valuasi.

**ABSTRACT**

*Konawe and Konawe Utara Regencies are part of the Sorowako National Strategic Area and surroundings, which was declared as the nickel mining commodity area. This study aims to determine the terrain development priority based of nickel resources approaches by the Terrain Genetic Unit (TGU) using Geographic Information Systems (GIS) technology.*

*The valuation of holistic matrix TGU, obtained 204 values in Konawe Regency and 248 values of TGU at Konawe Utara Regency. The holistic matrix valuation shows the relationship between the potential and constrains value of Terrain characteristic toward the total TGU values.*

*Based on the TGU valuation and SWOT analysis for first priority mining areas, it can be recommended that the TGU of Plain Fault ultramafic rocks around Langikima and Wiwirano areas as well as TGU of Plain ultramafic rocks around Asera, Andowia, Wiwirano and Molawe areas as the first priority zone of Nickel mining, with resource about 1.14 billion tons, and TGU value for developed/ mined scenario is ranged between 248 to 298.*

**Keyword:** mining area, nickel, valuation.

**PENDAHULUAN**

**Latar Belakang**

Dalam Masterplan Percepatan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia (MP3EI 2011 - 2025), Pulau Sulawesi diarahkan salah satunya untuk pengembangan pertambangan nikel. Berdasarkan dalam PP No. 26 tahun 2008

tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional, Kabupaten Konawe Utara dan Kabupaten Konawe ini merupakan bagian dari Kawasan Strategis Nasional (KSN) Soroako dan Kawasan Andalan Pertambangan Nikel Asesolo /Kendari, Sulawesi Tenggara.

Permasalahan utama dalam alokasi pemanfaatan tataguna lahan kawasan

pertambangan, yakni: terdapatnya tumpang tindih antara kegiatan pertambangan dengan sektor lainnya, seperti: pertanian, pemukiman dan kawasan hutan konservasi dan lindung. Salah satu alternatif untuk mencari solusi masalah tersebut adalah dengan melakukan penelitian penentuan kawasan pertambangan dengan pendekatan Konsep Satuan Genetika Wilayah (Hirawan, 2005).

## Geologi Regional

Geologi daerah penelitian didominasi oleh Satuan Batuan Ofiolit/Ultramafik (Ku) berumur Kapur, terdiri dari : peridotit dan hazburgit. Struktur geologi yang berkembang berupa sesar mendatar mengiri berarah barat laut–tenggara (Sesar Lasolo). Sesar mendatar mengiri Anggowala berarah barat laut tenggara dan Sesar naik Wawo mengakibatkan beranjaknya batuan ultramafik. Lipatan ditemukan berupa lipatan tertutup, lipatan rebah, lipatan pisau dan lipatan terbalik, pada batuan Tersier, termasuk dalam Peta Geologi Lembar Lasusua-Kendari, Sulawesi, skala 1 : 250.000, terlihat dalam gambar 1 (Rusmana, 1993). Menurut Moetamar (2007) batuan ultramafik yang terdiri dari peridotit dan hazburgit tersebut merupakan formasi pembawa logam nikel.

Potensi bijih nikel Kabupaten Konawe adalah sebesar 529,9 juta ton, dengan nilai sumber daya sebesar 460,57 juta ton, dan cadangan 69,3 juta ton, kadar Ni berkisar 0,6–2%, terdapat di Kecamatan Rounta, Kecamatan Puriala, Kecamatan Pondidaha. Sedangkan di Kabupaten Konawe Utara total potensi nikel adalah sebesar 501,8 juta ton, dengan nilai sumber daya sebesar 348,5 juta ton, dan cadangan 153,3 juta ton, kadar Ni dari 0,98–2,95%, tersebar di Kecamatan Lasolo, Kecamatan Langikima, Kecamatan Molawe dan Kecamatan Wiwirano (Anonim, 2011b).

## Genesa Endapan Nikel

Endapan nikel laterit dapat dibagi menjadi dua jenis: *nickel ferrous ferugineous* dan *nickel silicate* (nikel laterit silika). Nikel laterit pertama memiliki kandungan besi 40% Fe dan Ni  $\pm$ 1%. Dan nikel laterit silika mempunyai kandungan besi < 35 % Fe, dan Ni mencapai 15%, terdapat pada *nickel garnierite*, terbentuk di bagian zona saprolit

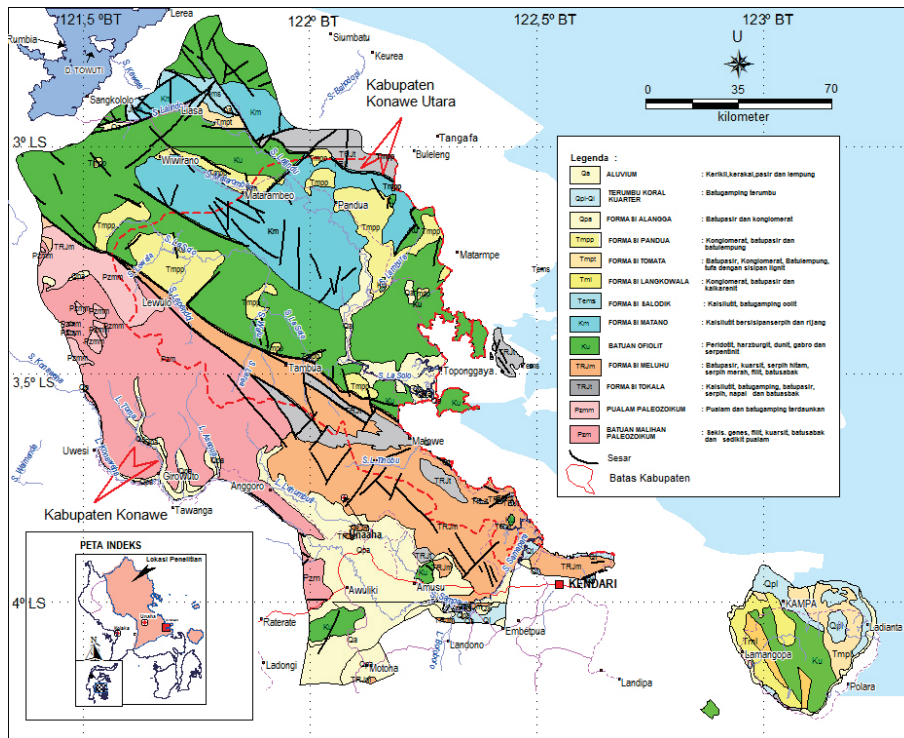
(Chetetat, 1947, dalam Sutisna, 2006). Endapan nikel laterit silika merupakan endapan yang terbentuk oleh proses residual silika bijih nikel yang berasosiasi dengan batuan ultramafik dunit, peridotit, serpentinit-harzburgit pada lingkungan tropis-subtropis berumur Mesozoikum-Kuarter. Keterdapatannya nikel di Indonesia umumnya sebagai endapan nikel laterit silika hasil pelapukan residual batuan dasar Komplek Ofiolit/Ultramafik, yang terakumulasi pada batuan peridotit serpentinit dan hazburgit (Smirnov, 1976).

Selain itu, endapan nikel juga terkonsentrasi pada morfologi dengan karakteristik ideal. Morfologi ideal ini berpengaruh terhadap efektifitas proses pelapukan, dan tingkat erosi yang diakibatkan oleh dinamika iklim tropis. Morfologi ini umumnya berbentuk dataran (plato) dengan kemiringan lereng rendah atau daerah bergelombang dengan kemiringan lereng dibawah 30°C (Swamidharma, 2011). Pembagian pengayaan nikel laterit berdasarkan kemiringan lereng dapat dijelaskan pada gambar 2 (Chetetat, 1947; Blanchard, 1944 dalam Gilbert dan Park, 1986).

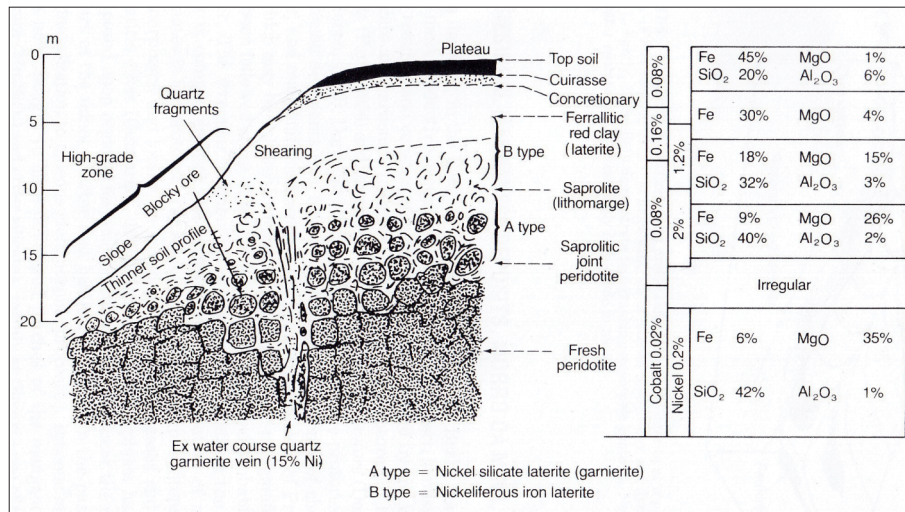
Tipe endapan nikel laterit di Sulawesi, ditemukan terakumulasi pada lapisan saprolit dan limonit. Endapan nikel akan terakumulasi di bagian bawah saprolit dan kadarnya akan meningkat  $\pm$  30%, dengan kisaran kadar Ni 1,5 – 3% (Swamidharma, 2011).

## Potensi Nikel

Potensi sumber daya dan cadangan bijih nikel laterit Indonesia sekitar 4,2 milyar ton (2011), atau sepertiga dari sumber daya nikel laterit dunia yang mencapai 12,5 milyar ton. Secara nasional tahun 2010 produksi bijih nikel mencapai 5,6 juta ton, nikel *matte* 79 ribu ton dan *ferronickel* 18 ribu ton. Pada tahun 2011 produksi bijih nikel meningkat hingga 7,5 juta ton. Pada tahun 2012 diperkirakan produksi bijih nikel nasional mencapai 34 juta ton. Sedangkan produksi nikel *matte* diperkirakan mencapai 70 ribu ton dan *ferronickel* mencapai 19 ribu ton. Masih tingginya nilai ekspor bahan mentah menjadi salah satu penyebab tidak terserapnya produksi bijih nikel nasional oleh industri dalam negeri (Ignasius L dan Nurseffi, D.W., 2012).



Gambar 1. Peta Geologi Kabupaten Konawe dan Kabupaten Konawe Utara (Moetamar,2007 modifikasi dari Rusmana, 1993)



Gambar 2. Penampang tegak pengayaan cebakan nikel lateritik (Chetetat, 1947 dalam Gilbert dan Park, 1986)

Pulau Sulawesi merupakan daerah penghasil nikel paling tinggi di Indonesia, yang menyumbangkan sekitar 7% PDRB Sulawesi. Saat ini, hanya terdapat dua produsen utama dan pusat pengolahan nikel di Sulawesi Bagian Tenggara, yakni PT Aneka Tambang (Tbk) di Pomalaa Provinsi Sulawesi Tenggara sebagai Pusat Pengolahan *ferronickel* dengan produksi 30.000 ton, dan PT Internasional Nickel Indonesia (PT INCO), di Soroako, Sulawesi Tengah dengan produksi *nickel matte*

±70.000 ton (Swamidharma, 2011).

### Pengembangan Kawasan Pertambangan Nikel

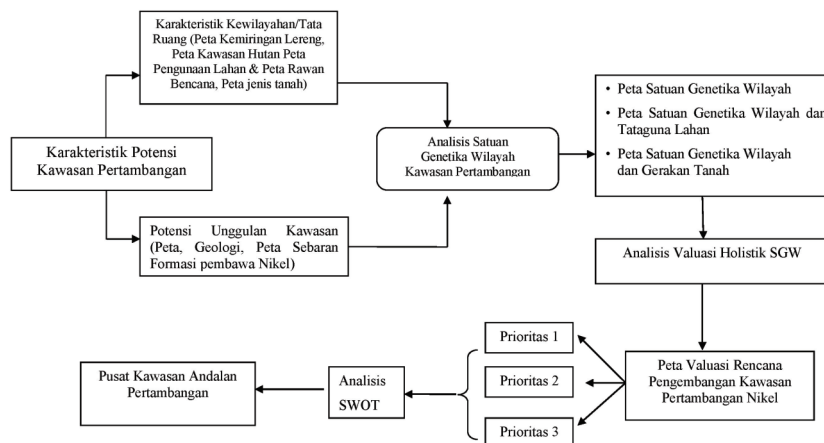
Di wilayah Pulau Sulawesi juga terdapat empat lokasi penting yang memiliki cadangan nikel melimpah untuk pengembangan kawasan pertambangan nikel, yakni: Soroako, Kabupaten Luwu Timur, Sulawesi Selatan; Kabupaten Morowali, Sulawesi Tengah; Pomalaa, Kabupaten Kolaka, dan Kabupaten Konawe,

Sulawesi Tenggara (Anonim, 2011a). Selain itu juga terdapat pusat kawasan pertambangan dan pengolahan mineral logam di Pulau Sulawesi, yakni: Penambangan dan pengolahan serta pemurnian nikel di Konawe Utara, Morowali, Soroako, dan Pomalaa; tambang dan pabrik *Nickel Pig Iron* di Bahodopi dan Konawe; serta Pembangunan pabrik *Ferro Nickel* di Kolaka, Kolaka Utara dan Konawe Utara (Anonim, 2011a).

Oleh karena itu dalam rangka pengembangan kawasan pertambangan nikel di Sulawesi Tenggara, perlu dilakukan penentuan kawasan andalan pertambangan berbasis sektor unggulan sumber daya nikel pada Kabupaten Konawe dan Kabupaten Konawe Utara. Analisis kawasan andalan dilakukan dengan pendekatan konsep SGW (Hirawan, 2005).

Metoda analisis yang dilakukan meliputi: analisis SGW; analisis valuasi holistik SGW (*skoring* dan pembobotan) dan penentuan skala prioritas pengembangan kawasan pertambangan. Analisis ini dititikberatkan pada formasi batuan pembawa logam nikel berdasarkan peta geologi daerah penelitian (Moetamar, 2007).

Satuan Genetika Wilayah (SGW) atau *Terrain Genetic Unit* adalah suatu sistem yang dibentuk oleh sifat-sifat bawaan kewilayahan atau unit-unit pembentuk karakteristik wilayah yang menentukan potensi dan kendala wilayah yang bersangkutan. Satuan genetika wilayah merupakan konsep untuk mempersatukan berbagai sifat atau faktor genetik pembentuk wilayah untuk memetakan karakterisasi, potensi dan kendala wilayah secara terukur dan komprehensif. Karakteristik wilayah



Gambar 3. Alur pikir untuk penentuan kawasan pertambangan

Tujuan penelitian ini untuk menentukan skala prioritas wilayah untuk pengembangan kawasan pertambangan dan menentukan wilayah yang layak dikembangkan sebagai kawasan andalan pertambangan nikel, dengan pendekatan konsep SGW untuk menentukan karakteristik pada tiap-tiap satuan genetika wilayah yang dititikberatkan pada formasi pembawa logam (nikel).

**METODA**

Metoda analisis dalam tulisan ini dituangkan dalam alur pikir deduksi, seperti terlihat dalam gambar 3, sesuai langkah-langkah penelitian dedukto=>hipotetiko=> verifikatif (Hirawan, 2009).

adalah sejumlah sifat-sifat kewilayahan yang menentukan potensi dan kendala yang bersangkutan (Hirawan, 2005).

Genetika wilayah terbentuk berdasarkan tiga unsur genetika, yang dikenali sebagai penentu asal-usul kejadian wilayah yang dipetakan, yakni: klasifikasi litologi-tektonik-morfologi (Hirawan, 2005). Ketiga unsur ini merupakan unit-unit wilayah terkecil yang mempunyai kesamaan genetika dan karakteristik, potensi dan kendala yang sama (homogen). Unit-unit wilayah ini merupakan satuan peta dari Peta Genetika Wilayah (Tabel 1).

Dalam analisis data spasial digunakan teknologi Sistem Informasi Geografis untuk meningkatkan ketelitian pemetaan SGW, serta permodelan dalam

proses pendelineasian skala prioritas kawasan pertambangan. Pada metoda analisis spasial dilakukan analisis fisik dengan metoda tumpang susun (*overlay*), dengan teknik *splitting* (pemisahan), dan *buffering* (penyanggaan) terhadap berbagai obyek peta yang ada dengan menggunakan metode Operasi Boolean (I Wayan, 2004).

tersebut digunakan dalam per-timbangan untuk pembobotan dalam analisis valuasi holistik SGW.

Analisis valuasi holistik SGW ini merupakan kelanjutan tahap analisis SGW, dengan melakukan penilaian, pembobotan dengan menggunakan Matrik Holistik SGW atau matriks keserbacakupan aspek

Tabel 1. Jenis-jenis SGW

Jenis Batuan		Intensitas Tektonik			Kategori bentang alam		
		Lemah (1)	Sedang (2)	Kuat (3)	Pedataran (1)	Perbukitan (2)	Pegunungan (3)
Batuan Beku (1)	Asam (1)	111	112	113	1111	1112	1113
					1121	1122	1123
					1131	1132	1133
	Menengah (2)	121	122	123	1211	1212	1213
					1221	1222	1223
					1231	1232	1233
					1311	1312	1313
					1321	1322	1323
					1331	1332	1333
Batuan Sedimen (2)	Klastika Halus (1)	211	212	213	2111	2112	2113
					2121	2122	2123
					2131	2132	2133
	Klastika Kasar (2)	221	222	223	2211	2212	2213
					2221	2222	2223
					2231	2232	2233
					2311	2312	2313
					2321	2322	2323
					2331	2332	2333
Batuan Metamorf (3)	Masif (1)	311	312	313	3111	3112	3113
					3121	3122	3123
					3131	3132	3133
	Foliasi (2)	321	322	323	3211	3212	3213
					3221	3222	3223
					3231	3232	3233

(Hirawan, 2005)



Jarang ditemukan

❖ Penamaan Satuan Genetika Wilayah (Hirawan, 2005)

Nomor Digit	Nama Satuan Genetika Wilayah
1113	SGW Pegunungan lava
2212	SGW Perbukitan breksi gunungapi
2311	SGW Pedataran tuf
2312	SGW Perbukitan tuf
3411	SGW Pedataran batulempung
3431	SGW Pedataran patahan batulempung

Dalam analisis ini dilakukan *overlay* peta formasi batuan pembawa mineral logam, peta geologi khususnya dan peta kemiringan lereng (morfologi) yang telah diproses dengan teknik *splitting* untuk pembuatan peta Satuan Genetika Wilayah. Selanjutnya dilakukan *overlay* terhadap peta jalan dan peta sungai dengan teknik *buffering*, untuk membatasi bahwa kegiatan penambangan mineral tidak terletak di Kawasan Sempadan Sungai dan jalan (Anonim, 2011c).

Selanjutnya dilakukan tumpang susun peta SGW dengan peta tataguna lahan, peta rawan bencana gempa bumi, peta rawan bencana gerakan tanah dengan proses teknik *splitting* untuk diperoleh Peta Satuan Genetika Wilayah dan Tataguna Lahan serta Peta Satuan Genetika Wilayah dan Zona Rawan Bencana. Peta-peta

karakteristik wilayah (Hirawan, 2005). Dalam valuasi ini dilakukan analisis hanya terhadap 4 faktor atau 20 sub faktor dari tiap-tiap unit SGW dengan kontribusi pembobotan (dimodifikasi dari Hirawan, 2005), sebagai berikut (Tabel 2):

- 1) keekonomian bahan tambang (40%),
- 2) keekonomian kewilayahan tataruang (40%),
- 3) stabilitas fisik wilayah (10%)
- 4) ancaman resiko / bencana alam (10%),

Proporsi kontribusi pembobotan dengan perbandingan 4: 4: 2, perbandingan faktor pengembangan sumber daya mineral (40%): kewilayahan (40%): lingkungan (20%) diarahkan untuk analisis pengembangan kawasan pertambangan berbasis keekonomian sumber daya mineral. (20% dimodifikasi dari Hirawan, 2005).

**Tabel 2.**  
Kontribusi Bobot dan Nilai faktor dan sub faktor Valuasi SGW

NO.	FAKTOR	Bobot Faktor	SUB FAKTOR	BOBOT	
				SUB FAKTOR	
				Kajian	Global
1	Keekonomian bahan galian /tambang	40	Cadangan/sumber daya	30	12.00
			Kualitas	20	8.00
			Pangsa Pasar/Status IUP	30	12.00
			Tempat Simpan Tanahpucuk	10	4.00
			Tingkat Kesulitan Pengerjaan	10	4.00
			Sub Total	100	40.00
2	Ke ekonomian Wilayah Ruang	40	Kemiringan lereng	20	8.00
			Tutupan Lahan/Status Hutan	30	12.00
			Infrastruktur jalan/Aksesibilitas	15	6.00
			Infrastruktur pelabuhan	10	4.00
			Kesediaan Air/sungai	10	4.00
			Ketersediaan Bahan Bangunan	10	4.00
			Areal Buangan Limbah	5	2.00
			Sub Total	100	40.00
3	Stabilitas Kewilayahan Tata Ruang	10	Lereng Alamiah	40	4.00
			Permukaan Tanah/Jenis Tanah	30	3.00
			Goncangan/Percepatan Gempa	30	3.00
			Sub Total	100	10.00
4	Ancaman Resiko/Bencana Alam	10	Gerakan Tanah	30	3.00
			Gempa Bumi	20	2.00
			Erupsi Gunung Api	15	1.50
			Nendatan Tektonik/zona seismo tektonik/ longsoran	20	2.00
			Banjir	15	1.50
			Sub Total	100	10.00
		100	Jumlah Global		100.00

(modifikasi dari Hirnawan, 2005)

**Tabel 3.**  
Kriteria Penilaian Sub Faktor Karakteristik wilayah

Nilai		Keterangan
3	A	Sangat Baik
2	B	Baik
1	C	Cukup
0	N	Bila tidak ditambang
- 1	c	Kurang
- 2	b	Sangat Kurang
- 3	a	Sangat kurang sekali

(Hirnawan, 2005)

Setiap sub faktor berturut-turut mempunyai nilai (skoring) seperti pada tabel 3. Hasil proporsi kontribusi pembobotan ini digunakan untuk analisis valuasi dengan menggunakan Matrik holistik (tabel 4) (dimodifikasi dari Hirnawan, 2005).

Nilai potensi wilayah dikelompokkan untuk penentuan skala prioritas pengembangan kawasan pertambangan didasarkan pada nilai SGW skenario dikembangkan/ditambang, yakni:

- a. potensi tinggi : 200 – 300 (prioritas 1/sangat layak dikembangkan).
- b. potensi menengah: 100 s/d 200 (prioritas

- 2/layak–cukup layak dikembangkan).
- c. potensi rendah : 0 s/d 100 (prioritas 3/tidak layak dikembangkan).

Penentuan kawasan andalan pertambangan ditentukan dari analisis terkait faktor *Strenght, Weakness, Opportunity dan Threat (SWOT)* dan verifikasi karakteristik kewilayahan terhadap nilai valuasi holistik dari SGW yang memiliki potensi tinggi nilai untuk dikembangkan (>200) terhadap faktor keekonomian bahan tambang, keekonomian wilayah tataruang, potensi energi, aspek kebencanaan alam serta kebijakan dan kependudukan.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil analisis spasial dari peta potensi dan sebaran formasi batuan pembawa nikel, peta geologi dan peta kemiringan lereng di Kabupaten Konawe dan Kabupaten Konawe Utara, maka diperoleh "Peta Satuan Genetika Wilayah", pada formasi batuan pembawa nikel untuk kedua kabupaten. Peta Satuan Genetika ini dapat dibagi atas 4 unit SGW, yakni:

1. SGW Pedataran Batuan Ultramafik (1311)
2. SGW Pedataran Patahan Batuan Ultramafik (1331)
3. SGW Perbukitan Batuan Ultramafik (1312)
4. SGW Perbukitan Patahan Batuan Ultramafik (1332)

Selanjutnya diperoleh Peta Satuan Genetika Wilayah dan Tataguna Lahan serta Peta Satuan Genetika Wilayah dan Bencana Gerakan Tanah untuk kedua kabupaten. Peta Satuan Genetika Wilayah dan Tataguna Lahan pada Kabupaten Konawe, disajikan pada gambar 4.

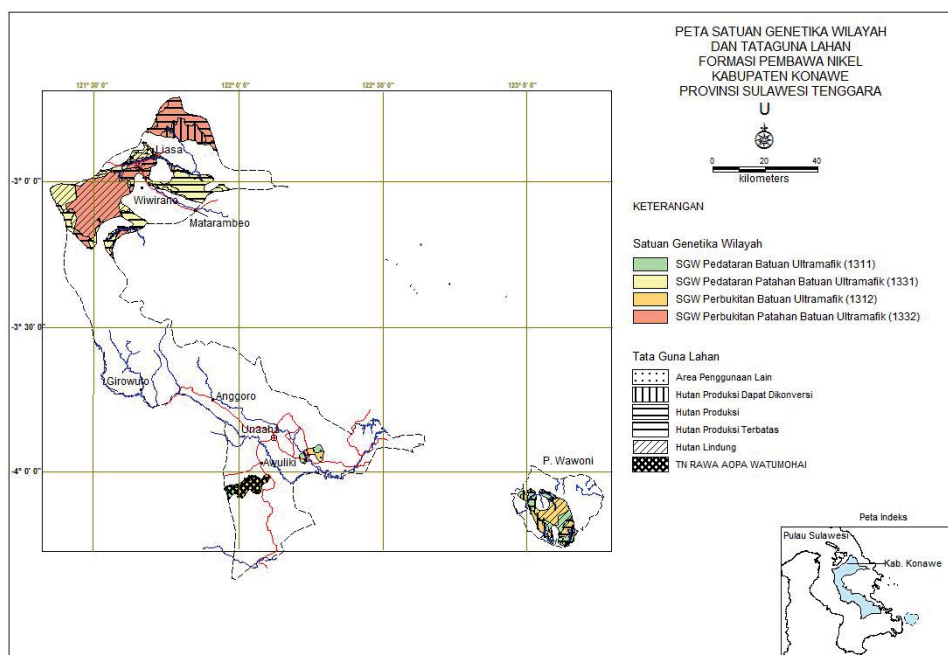
Sesuai hasil analisis valuasi matrik holistik SGW (tabel 4), diperoleh nilai valuasi SGW skenario ditambang /dikembangkan dan skenario *existing* /tidak ditambang untuk tiap-tiap SGW dari kedua kabupaten. Pada Kabupaten Konawe diperoleh sebanyak 204 nilai valuasi SGW dan untuk Kabupaten Konawe Utara diperoleh 248 nilai

valuasi SGW.

Di Kabupaten Konawe terdapat nilai valuasi skenario ditambang berpotensi terendah +76, yang dijumpai pada SGW Perbukitan Batuan Ultramafik daerah Puriala (tabel 4). Nilai valuasi skenario ditambang berpotensi tertinggi +265 terdapat pada SGW Perbukitan Batuan Ultramafik daerah Pondidaha.

Di Kabupaten Konawe Utara nilai valuasi skenario ditambang berpotensi terendah + 56 yang dijumpai pada SGW Perbukitan Patahan Batuan. Pada Ultramafik daerah Asera nilai valuasi skenario ditambang berpotensi tertinggi +298, pada SGW Pedataran Batuan Ultramafik Molawe (tabel 7).

Selanjutnya dari Peta Valuasi Satuan Genetika Wilayah Kawasan Pertambangan Nikel, maka diperoleh 3 (tiga) skala prioritas pengembangan kawasan pertambangan nikel, yakni (Gambar 5): a. prioritas III, berpotensi rendah dikembangkan /ditambang (nilai valuasi SGW < 100); b. prioritas II, berpotensi menengah dikembangkan/ditambang (nilai valuasi SGW 100 s/d 200), c. prioritas I, berpotensi tinggi dikembangkan/ditambang (nilai valuasi SGW > 200). Adapun nilai valuasi SGW prioritas I (berpotensi tinggi) pada Kabupaten Konawe dan Kabupaten Konawe Utara, yang disajikan pada tabel 5 tabel 6.



**Gambar 4.** Peta Satuan Genetika Wilayah dan Tataguna Lahan Kabupaten Konawe

**PEMBAHASAN**

Dari hasil valuasi matrik holistik SGW tersebut, maka diperoleh keterkaitan nilai potensi dan kendala wilayah dari unit-unit karakteristik wilayah terhadap total nilai valuasi dari tiap-tiap SGW. Hubungan keterkaitan nilai karakteristik wilayah terhadap nilai valuasi SGW tersebut dapat disajikan pada tabel 4 dan tabel 7, yakni:

Nilai valuasi matriks holistik SGW Pedataran Batuan Ultramafik di daerah Puriala kabupaten Konawe (tabel 4), menunjukkan nilai total skenario ditambah sebesar +76, dan nilai kondisi tidak ditambah sebesar +90. Hal ini menunjukkan nilai keekonomian wilayah berpotensi rendah untuk dikembangkan /ditambah dan nilai skenario ditambah lebih kecil dari kondisi tidak ditambah.

Total nilai valuasi SGW tersebut, terutama dipengaruhi oleh nilai faktor keekonomian bahan tambang +112, yang menunjukkan nilai potensi wilayah. Dan nilai faktor keekonomian wilayah tata ruang -26, yang menunjukkan nilai kendala wilayah, yakni berada pada Taman Nasional. Dengan demikian, SGW Pedataran Batuan Ultramafik daerah Puriala ini tidak layak dikembangkan sebagai kawasan pertambangan nikel.

Pada nilai valuasi holistik pada SGW Pedataran Batuan Ultramafik Kecamatan Molawe Kab Konawe Utara (tabel 7) diperoleh total nilai valuasi SGW dikembangkan/ditambah sebesar +298, dan nilai kondisi tidak ditambah/existing sebesar +282. Hal ini menunjukkan nilai keekonomian wilayah berpotensi tertinggi. Sehingga SGW ini layak dikembangkan sebagai kawasan pertambangan nikel.

**Tabel 4.**  
Matriks Holistik SGW Pedataran Batuan Ultramafik Kecamatan Puriala – Konawe

NO.	FAKTOR	BOBOT FAKTOR	SUB FAKTOR	BOBOT		NILAI				BOBOT & NILAI					
				SUB FAKTOR		Ditambah		Tidak ditambah		Ditambah			Tidak Ditambah		
				Kajian	Global	On Site	Off Site	On Site	Off Site	On Site	Off Site	Total	On Site	Off Site	Total
1	Keekonomian Bahan Tambang	40	Cadangan/sumber daya	30	12.00	C	C	C	C	12	12	24	12	12	24
			Kualitas	20	8.00	B	B	B	B	16	16	32	16	16	32
			Pangsa Pasar/Status IUP	30	12.00	C	C	C	C	12	12	24	12	12	24
			Tmpt Simp'n Tanahpucuk	10	4.00	B	B	B	B	8	8	16	8	8	16
			Tgkt Kesulitan Pengerjaan	10	4.00	B	B	B	B	8	8	16	8	8	16
			<b>100</b>	<b>40.00</b>					<b>56.0</b>	<b>56.0</b>	<b>112.0</b>	<b>56.0</b>	<b>56.0</b>	<b>112.0</b>	
2	Keekonomian Wilayah Tata Ruang	40	Kemiringan lereng	20	8.00	B	b	B	b	16	-16	0	16	-16	0
			Tutupan Lahan/Status Hutan	30	12.00	b	b	b	b	-24	-24	-48	-24	-24	-48
			Aksesibilitas/Infrastruktur jalan	15	6.00	C	B	B	B	6	12	18	12	12	24
			Infrastruktur pelabuhan	10	4.00	C	C	C	C	4	4	8	4	4	8
			Kesediaan Air	10	4.00	C	C	B	B	4	4	8	8	8	16
			Ktersdian Bhn Bangunan	10	4.00	c	c	c	c	-4	-4	-8	-4	-4	-8
			Areal Buangan Limbah	5	2.00	e	e	c	N	-2	-2	-4	-2	-2	-4
			<b>100</b>	<b>40.00</b>					<b>-32.0</b>	<b>6.0</b>	<b>-26.0</b>	<b>-22.0</b>	<b>10.0</b>	<b>-12.0</b>	
3	Stabilitas Kewilayahan Tata Ruang	10	Lereng Alamiah	40	4.00	B	b	B	b	8	-8	0	8	-8	0
			Permukaan Tanah/jenis tanah	30	3.00	B	N	B	N	6	0	6	6	0	6
			Goncangan/Percepatan Gempa	30	3.00	c	c	c	c	-3	-3	-6	-3	-3	-6
				<b>100</b>	<b>10.00</b>						<b>-5.0</b>	<b>5.0</b>	<b>6.0</b>	<b>-5.0</b>	<b>8.0</b>
4	Acaman risiko Bencana Alam	10	Gerakan tanah	30	3.00	c	c	c	c	-3	-3	-6	-3	-3	-6
			Gempa bumi	20	2.00	c	c	c	c	-2	-2	-4	-2	-2	-4
			Erupsi Gunung Api	15	1.50	N	N	N	N	0	0	0	0	0	0
			Nendatan tektonik/ seismotektonik/Longsoran Banjir	15	1.50	c	c	c	c	-3	-3	-6	-3	-3	-6
				20	2.00	N	N	N	N	0	0	0	0	0	0
			<b>100</b>	<b>10</b>					<b>-8</b>	<b>-8</b>	<b>-16</b>	<b>-8</b>	<b>-8</b>	<b>-16</b>	
Jumlah Global		100		100					<b>11.00</b>	<b>59.00</b>	<b>76.00</b>	<b>21.00</b>	<b>66.00</b>	<b>90.00</b>	

**Tabel 5.**  
Rekapitulasi Daerah SGW Berpotensi Tinggi (Priortas I) untuk Pengembangan Kawasan Pertambangan Kab, Konawe

No	Satuan Genetika Wilayah	Kecamatan	sumber daya (juta ton)	Tataguna lahan	Nilai skenario ditambah
1	Pedataran Batuan Ultramafik	Pondidaha	2,35	APL	232 - 265
2	Pedataran Patahan Batuan Ultramafik	Routa	214,72	APL, HP, dan HL	206 - 235
3	Perbukitan Batuan Ultramafik	Pondidaha	2,45	APL, HP	211 - 265
4	Perbukitan Patahan Batuan Ultramafik	Routa	32,31	APL, HP	208 - 240



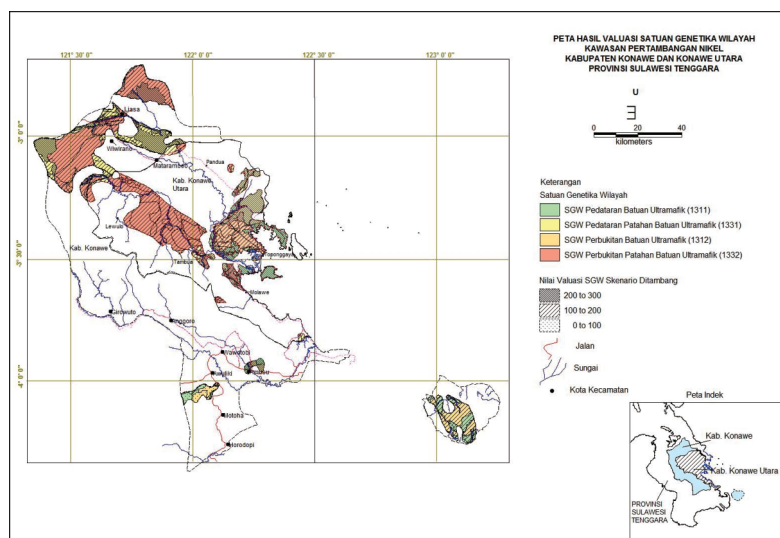
**Tabel 6.**  
Rekapitulasi Daerah SGW Yang Berpotensi Tinggi (Prioritas I) Untuk Pengembangan Kawasan Pertambangan Kab, Konawe Utara

No	Satuan Genetika Wilayah	Kecamatan	Sumber daya (jutaton)	Tataguna lahan	Nilai skenario ditambah
1	Pedataran Batuan Ultramafik	Andowia	77,42	APL, HP	200 – 266
		Asera	20,38	APL,HPK,HP, HPT	204 – 282
		Molawe	157,19	APL, HP, HL	200 -298
		Oheo	11,18	API, HPK, HP	204- 234
		Wiwirano	34,22	HPK, HP	210 – 264
2	Pedataran Patahan Batuan Ultramafik	Wiwirano	28,82	HPK, HPT	215 – 252
		Andowia	4,22	APL	252 – 284
		Asera	38,73	APL	212 – 242
		Langikima	1.147,56	HPK, HP, HPT	204 – 264
3	Perbukitan Batuan Ultramafik	Langikima	35,14	HL, HP	212- 244
		Asera	31,43	HPK	216
		Molawe	48,89	APL, HP	204 - 272
4	Perbukitan Patahan Batuan Ultramafik	Molawe	40,29	APL	286
		Asera	58,57	APL	264
		Andowia	12,16	APL, HP, HPT, HL	202 - 256

Nilai valuasi ini didukung oleh nilai faktor keekonomian potensi bahan tambang +184, dan nilai faktor keekonomian wilayah tataruang sebesar + 136. Hal ini didukung oleh sub faktor tataguna lahan/status hutan yang termasuk pada kawasan Area Penggunaan Lainnya (APL).

Sesuai Peta valuasi Satuan Genetika Wilayah Kawasan Pertambangan Nikel Kabupaten Konawe dan Konawe Utara (gambar 5) dan nilai valuasi SGW, maka diperoleh 12 wilayah pada 4 SGW, yang berpotensi tinggi (nilai valuasi SGW > 200, prioritas I) untuk dikembangkan sebagai kawasan pertambangan nikel, yakni :

Kabupaten Konawe: SGW pedataran patahan batuan ultramafik Rوتا, Rوتا-Liasa, Rوتا-Wiwirano; SGW perbukitan patahan batuan ultramafik Rوتا-Liasa dan Rوتا-Sampala; SGW pedataran batuan ultramafik dan SGW perbukitan batuan ultramafik daerah Pondidaha. Dan Kabupaten Konawe Utara: SGW pedataran batuan ultramafik daerah Asera, Oheo, Andowia dan Molawe; SGW pedataran patahan Batuan Ultramafik daerah Andowia, Wiwirano, Langikima; SGW Perbukitan batuan ultramafik Molawe; dan SGW Perbukitan patahan batuan ultramafik Molawe.



**Gambar 5.** Peta Valuasi SGW Kawasan Pertambangan Nikel Kabupaten Konawe dan Konawe Utara

**Tabel 7.**  
Rekapitulasi Matriks Holistik SGW Pedataran Batuan Ultramafik  
Kecamatan Molawe – Konawe Utara

NO.	FAKTOR	DITAMBANG			TIDAK DITAMBANG		
		On Site	Off Site	Total	On Site	Off Site	Total
1	Keekonomian Bahan Tambang	92.0	92.0	184.0	92.0	92.0	184.0
2	Keekonomian Wilayah Tataruang	88.0	48.0	136.0	78.0	42.0	120.0
3	Stabilitas Kewilayahan tataruang	6.0	-14.0	-8.0	6.0	-14.0	-8.0
4	Acaman risiko Bencana Alam	-7	-7	-14	-7	-7	-14
Total		179.00	119.00	298.00	169.00	113.00	282.00

Sesuai verifikasi kondisi fisik dan infrastruktur kawasan pertambangan daerah Puriala, Konawe terletak pada kawasan Taman Nasional dan jalan memadai, dengan nilai valuasi skenario dikembangkan +76 termasuk nilai keekonomian wilayah berpotensi rendah dikembangkan (gambar 6). Dan sesuai verifikasi di daerah kawasan pertambangan Langikima (PT Startage), diperoleh gambaran merupakan daerah penambangan yang telah status IUP produksi (gambar 7), termasuk SGW pedataran patahan batuan ultramafik, jalan memadai, infrastruktur pelabuhan tersedia, dengan nilai valuasi 248, berpotensi tinggi dikembangkan sebagai kawasan pertambangan.

Selanjutnya untuk menentukan kawasan andalan pertambangan nikel dapat dilakukan dengan analisis matriks SWOT yang dititikberatkan pada wilayah SGW pedataran, dengan morfologi pedataran landai dan pedataran plato merupakan daerah yang prospek untuk endapan nikel

(Chetetat, 1947 dan Swamidharma, 2011). Sesuai evaluasi faktor keekonomian potensi bahan galian, keekonomian wilayah tataruang dan kebencanaan alam, diperoleh delapan daerah pada kedua kabupaten ini, yang berpotensi tinggi untuk dipertimbangkan sebagai kawasan andalan pertambangan nikel (tabel 8).

Sesuai analisis matriks SWOT (Tabel 9), dan nilai valuasi SGW pada kawasan pertambangan ini, maka direkomendasikan Kawasan Andowia-Asera-Molawe dan Langikima Kabupaten Konawe Utara memiliki peluang tertinggi untuk dikembangkan sebagai pusat Kawasan Andalan Pertambangan Nikel (gambar 8), dengan total sumber daya 1,14 Milyar Ton, status IUP Operasi-produksi, yang didukung infrastruktur jalan memadai dan pelabuhan tersedia-memungkinkan dibangun. Untuk pengembangan kawasan ini dilakukan langkah strategi seperti pada strategis perbandingan *Strength-Opportunity* (S-O) pada matrik analisis SWOT (tabel 9).



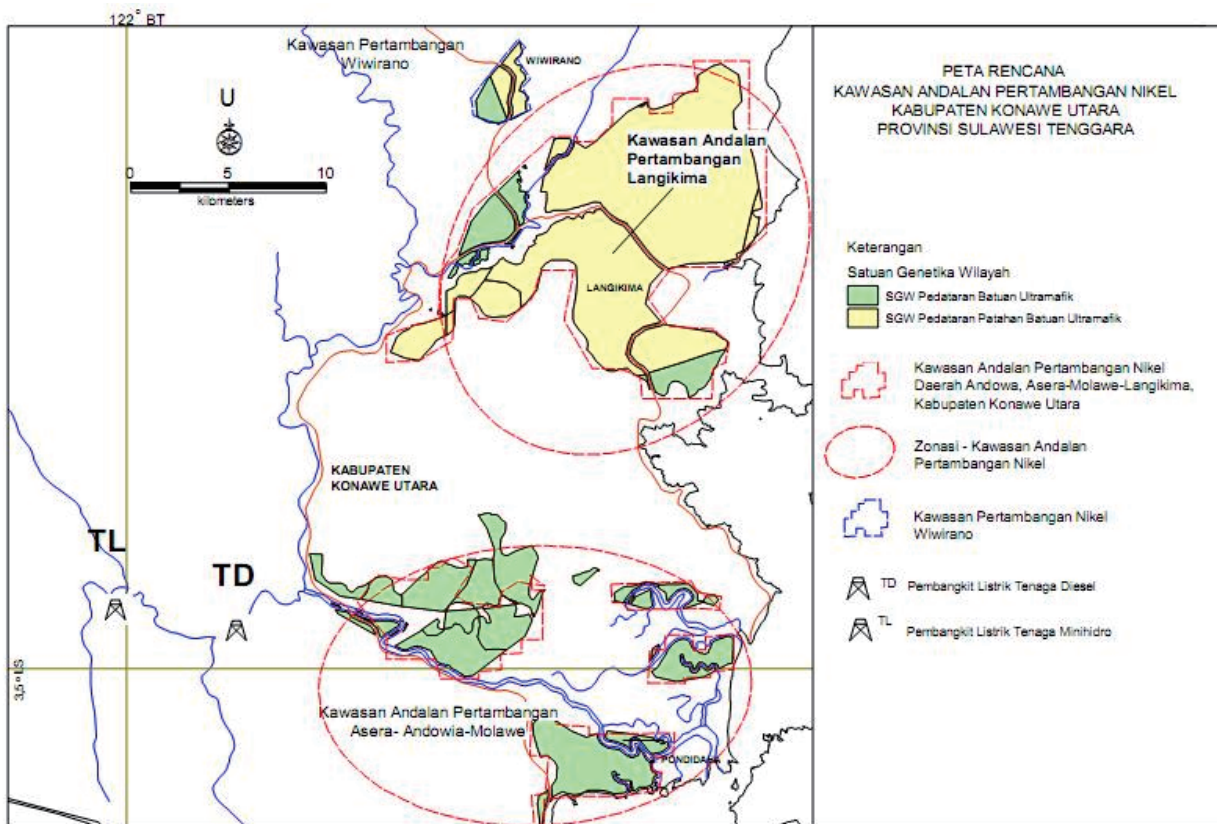
**Gambar 6.** Kondisi jalan kawasan pertambangan Nikel Puriala, dan morfologi dekat Taman Nasional



**Gambar 7.** Kondisi Stock file Pertambangan PT Stargate daerah Langikima, Konawe Utara

**Tabel 8.**  
Rekapitulasi karakteristik Wilayah dan Nilai Valuasi Rencana  
Kawasan Andalan Pertambangan Kabupaten Konawe dan Kabupaten Konawe Utara

No	Satuan Genetika Wilayah	Kecamatan	sumber daya ( juta ton)	Status IUP	Tataguna lahan	Nilai skenario ditambang
<b>Konawe</b>						
1	Pedataran Batuan Ultramafik	Pondidaha	2,35	Operasi-produksi	APL	214 - 249
2	Pedataran Patahan Batuan Ultramafik	Routa	249,25	Eksplorasi-Operasi-produksi	APL,HP	207 - 229
<b>Konawe Utara</b>						
1	Pedataran Batuan Ultramafik	Andowia	74,60	Operasi Produksi	APL, HP	200 – 266
		Asera	11,66	Eksplorasi-Operasi-produksi	APL,HPK, HP	226 – 282
		Molawe	55,98	Operasi Produksi	APL, HP	236 -298
		Wiwirano	31.83	Eksplorasi	HPK	264
2	Pedataran Patahan Batuan Ultramafik	Wiwirano	12.13	Operasi Produksi	HPK	252
		Langikima	1.077	Operasi Produksi -Eksplorasi	HP	248– 264



**Gambar 8.** Peta Rencana Pengembangan Kawasan Andalan Pertambangan Kabupaten Konawe Utara, Sulawesi Tenggara

Tabel 9.  
Matriks Analisis SWOT Penentuan Kawasan Andalan

<p>Lingkungan Internal</p> <p>Kelebihan (Strengths)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kekuatan Kawasan Pertambangan Kawasan Langkima, Rوتا dan Andowia-Asera-Molawe berpotensi tinggi-melimpah</li> <li>2. Kawasan Andowia-Asera-Molawe dan Langkima (AMOLA) memiliki Potensi Energi tertinggi</li> <li>3. Status Hutan APL – HP</li> <li>4. Sebagian besar Kawasan AMOLA status IUP Operasi Produksi memungkinkan dibangun</li> <li>5. Infrastruktur pelabuhan daerah Langkima dan Molawe tersedia – memungkinkan dibangun</li> <li>6. Kawasan Molawe dan Langkima rencana Lokasi Smelter.</li> <li>7. nilai valuasi tertinggi Wilayah Konawe Utara :</li> <li>8. Andowia-Asera-Molawe dan Langkima 248 – 298</li> <li>8. Memiliki Kepadatan penduduk relatif rendah dan didominasi berumur angkatan kerja produktif (16 -50 th)</li> </ol>	<p>Kekuatan Kawasan Pertambangan</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kawasan Langkima, Rوتا dan Andowia-Asera-Molawe berpotensi tinggi-melimpah</li> <li>2. Kawasan Andowia-Asera-Molawe dan Langkima (AMOLA) memiliki Potensi Energi tertinggi</li> <li>3. Status Hutan APL – HP</li> <li>4. Sebagian besar Kawasan AMOLA status IUP Operasi Produksi memungkinkan dibangun</li> <li>5. Infrastruktur pelabuhan daerah Langkima dan Molawe tersedia – memungkinkan dibangun</li> <li>6. Kawasan Molawe dan Langkima rencana Lokasi Smelter.</li> <li>7. nilai valuasi tertinggi Wilayah Konawe Utara :</li> <li>8. Andowia-Asera-Molawe dan Langkima 248 – 298</li> <li>8. Memiliki Kepadatan penduduk relatif rendah dan didominasi berumur angkatan kerja produktif (16 -50 th)</li> </ol>	<p>Kelemahan (Weaknesses)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pondidaha dan Wiwirano memiliki potensi sedikit-sedang (2,3 sampai 43 juta ton).</li> <li>2. Kadar Bijih Ni bervariasi, sehingga mempengaruhi kualitas raw material yang dapat berpengaruh pada fluktuasi harga pasar dan teknologi pengolahan</li> <li>3. Infrastruktur jalan pada umumnya masih memerlukan peningkatan kondisi</li> <li>4. Memerlukan <i>Operasional cost</i> relatif tinggi untuk pembangunan infrastruktur energi</li> <li>5. Beberapa kawasan tidak memiliki pelabuhan (Rوتا dan Pondidaha), Wiwirano(tidak tersedia –memungkinkan dibangun)</li> <li>6. Zona percepatan Gempa bumi Tinggi - menengah</li> <li>7. Nilai valuasi Kawasan Konawe 207 – 249</li> <li>8. Belum ada pembangunan <i>smelter</i> baru</li> <li>9. <i>Unskill labour</i>, budaya induk di sektor pertanian, perlu transformasi struktural</li> </ol>
<p>Lingkungan Eksternal</p> <p>Peluang (Opportunities)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wilayah pertambangan telah tertuang dalam rencana Tata ruang wilayah</li> <li>- Kesempatan penentuan kebijakan kawasan andalan pertambangan, kawasan strategis, kawasan ekonomi khusus (KEK)</li> <li>- Sumber devisa bagi PAD dalam membangun daerah</li> <li>- Terbuka peluang mengembangkan potensi sumberdaya Air sebagai energi alternatif</li> <li>- Membuka keterisiran daerah, berdampak pada peningkatan aktifitas ekonomi masyarakat</li> <li>- Meningkatkan PAD bidang pertambangan dan peluang multiplier efek ekonomi (investasi, tenaga kerja, dan diversifikasi)</li> <li>- Pengusahaan Pertambangan membuka peluang lapangan kerja</li> <li>- Peluang pengembangan dunia pendidikan pertambangan</li> </ul>	<p>Strategi S – O</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kawasan Andowia-Asera-Molawe dan Langkima berpeluang tinggi Kawasan Andalan Pertambangan</li> <li>- Melakukan Kajian keekonomian pengusahaan kawasan industri pertambangan</li> <li>- Mendorong percepatan pembangunan sumber-sumber energi</li> <li>- Mendorong percepatan pembangunan infrastruktur Pelabuhan dan jalan</li> <li>- Mendorong percepatan pembangunan di daerah terisolir</li> <li>- Mendorong percepatan kerjasama dalam pembangunan Smelter baru untuk meningkatkan nilai tambah kegiatan pertambangan</li> <li>- Melakukan Pengolahan dalam negeri guna mendorong Peningkatan Nilai Tambah Mineral &amp; Multiplier efek ekonomi lainnya</li> <li>- Mendorong pemanfaatan tenaga kerja penduduk setempat dalam pengusahaan tambang</li> </ul>	<p>Strategi W – O</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mendorong pengusahaan pertambangan Kawasan Rوتا yang merupakan bagian dari wilayah KSN Soroako</li> <li>- Mendorong kerjasama untuk pemasaran produksi pertambangan Kawasan Pondidaha</li> <li>- Meningkatkan pembangunan pelabuhan pada kawasan pertambangan Wiwirano</li> <li>- Melakukan kajian keekonomian potensi SDM terhadap Pola Ruang</li> <li>- Melakukan Penyusunan Pola Ruang dalam pengembangan kawasan andalan pertambangan, kawasan strategis, kawasan ekonomi khusus</li> <li>- Melakukan Pengolahan dalam negeri guna mendorong Peningkatan Nilai Tambah Mineral &amp; Multiplier efek ekonomi lainnya</li> <li>- Mendorong percepatan pembangunan infrastruktur Pelabuhan dan jalan</li> <li>- Meningkatkan Kemampuan Keahlian penduduk setempat dalam Bidang pertambangan</li> </ul>
<p>Ancaman (Threats)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sebagian besar Potensi Sumber daya mineral berada pada kawasan Lindung</li> <li>- Tumbuhnya ilegal mining</li> <li>- Monopoli dan Oligopoli terhadap harga komoditi nikel</li> <li>- Kurang mendukung terhadap pengembangan industri pengolahan mineral</li> <li>- Akan menghambat pertumbuhan ekonomi daerah</li> <li>- Pemeliharaan pelabuhan dan jalan menjadi tinggi, sehingga tingkat kerawanan kecelakaan meningkat dan perlu investasi infrastruktur dengan biaya yang tinggi.</li> <li>- Dampak Permen ESDM 07 Tahun 2012 tentang Peningkatan Nilai tambah menjadi beban bagi kegiatan pengusahaan pertambangan</li> <li>- Menurunnya investasi pertambangan yang berpengaruh pada PAD</li> <li>- Migrasi non permanent menimbulkan permasalahan sosial</li> </ul>	<p>Strategi S – T</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Melakukan Kajian Wilayah Pencadangan Negara (WPN) untuk Pertambangan Nikel</li> <li>- Melakukan penelitian dan bimbingan konservasi pertambangan</li> <li>- Melakukan Harmonisasi dan bimbingan teknik Pengusahaan Pertambangan Minerba untuk pengembangan peningkatan nilai tambah</li> <li>- Menerapkan fungsi CSR untuk mengurangi migrasi non permanen</li> <li>- Mendorong Pengembangan pendidikan tinggi bidang pertambangan di regional SULTRA untuk mengantisipasi pemanfaatan sumberdaya mineral menjadi pengusahaan pertambangan pada waktu mendatang</li> </ul>	<p>Strategi W – T</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Melakukan Penyuluhan Kaidah Konservasi dalam pertambangan</li> <li>- Melakukan Kajian Reayasa Tambang</li> <li>- Mendorong pengembangan teknologi pengolahan mineral</li> <li>- Menerapkan teknologi rekayasa tambang pada beberapa kawasan rawan gempa tinggi dan zona gerakan tanah menengah</li> <li>- Mendorong kerjasama dalam pengusahaan tambang untuk pembangunan smelter baru</li> <li>- Meningkatkan Kemampuan Keahlian penduduk setempat dalam Bidang pertambangan</li> </ul>

**KESIMPULAN**

Terdapat keterkaitan nilai potensi dan kendala wilayah dari unit-unit karakteristik wilayah terhadap total nilai valuasi SGW skenario ditambah /dikembangkan. Wilayah yang berpotensi tinggi untuk dikembangkan sebagai kawasan pertambangan Nikel adalah : Daerah Routa, Pondidaha Kabupaten Konawe dan Daerah Asera, Andowia, Oheo, Wiwirano, Molawe dan Langikima Kabupaten Konawe Utara.

Daerah Langikima dan Wiwirano SGW Pedataran Patahan Batuan Ultramafik

serta daerah Andowia-Asera, Wiwirano dan Molawe SGW Pedataran Batuan Ultramafik pada Kabupaten Konawe Utara dapat direkomendasikan sebagai Kawasan Andalan Pertambangan Nikel.

**UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis mengucapkan terima kasih pada Nugroho W Wibowo, Emi Sukiyah dan Edi Tri Haryono, Syafrudin dan juga kepada semua pihak yang telah memberikan masukan dalam penulisan makalah ini.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Anonim.2011a. Peraturan Presiden No. 32 Tahun 2011 Tentang Masterplan Percepatan Dan Perluasan Pembangunan Nasional. Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian. Jakarta.
- Anonim. 2011b. Pemuthakiran Neraca Sumberdaya Mineral Tahun 2011. Badan Geologi. Pusat Sumber Daya Geologi. Bandung.
- Anonim. 2011c. Peraturan Pemerintah No. 38 Tahun 2011, Tentang Sungai.
- Gilbert, John and Park, Charles. F. 1986. The Geology of Ore Deposits, United States of America. Newyork. page 785 – 788.
- Hirawan, Febri. 2005. Peta Genetika Wilayah. Disertai Valuasi Karakteristik, Potensi, Dan Kendalanya Untuk Penataan Ruang dan Pengembangan wilayah Terbaik. Universitas Padjajaran. Bandung.
- Hirawan, Febri. 2009. Riset Bergulirlah Proses Ilmiah Program Pascasarjana. Universitas Padjajaran. Bandung.
- Ignasius L dan Nurseffi, D.W. 2012. Ekspor nikel Indonesia turun 90%. dalam steelindonesia.com diunduh Oktober 2012.
- Moetamar. 2007. Inventarisasi Endapan Nikel Di Kabupaten Konawe, Provinsi Sulawesi Tenggara. Proceeding-Kolokium. Badan Geologi. Pusat Sumber Daya Geologi Bandung.
- Nuarsa I Wayan. 2004. Mengolah Data Spasial dengan Map info Profesional. Andi. Yogyakarta.
- Rusmana, E, Sukido, Sukarna. D., Haryanto 1993. Peta Geologi Lembar Lasusua – Kendari, Sulawesi. Skala 1: 250.000 . Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi (P3G). Bandung.
- Smirnov, V.I.. 1976. Geology Of Mineral Deposits. Chapter 11. Deposits of Weathering. Moscow. Russian. Page 364.
- Sutisna, Deddy & Sunuhadi, D.N. 2006. Perencanaan Eksplorasi Cebakan Nikel Laterit Di Daerah Wayamli, Teluk Buli, Halmahera Timur – Sebagai Model Perencanaan Eksplorasi Cebakan Nikel Laterit di Indonesia. Pusat Sumber Daya Geologi. Bandung.
- Swamidharma, Yoseph. 2011. Nickel Laterite Contents and Grades in Sulawesi. PT. Tint Mineral Indonesia. PROCEEDINGS OF THE SULAWESI MINERAL RESOURCES 2011 SEMINAR MGEI - IAGI., Manado, North Sulawesi, Indonesia.

Diterima tanggal 12 Juni 2013  
Revisi tanggal 28 Agustus 2013