

**STUDY VALUASI SMELTER PENGOLAHAN NIKEL MELALUI  
PENDEKATAN ANALISA BIAYA MANFAAT (STUDI KASUS:  
PERUSAHAAN TAMBANG NIKEL DI SULAWESI SELATAN)**

**VALUATION OF NICKEL SMELTER PROCESSING WITH COST  
BENEFIT ANALYSIS APPROACH (CASE STUDY: NICKEL MINING  
COMPANY IN SOUTH SULAWESI)**

**Mochammad Chaerul<sup>1</sup> dan Revrian Fajhri Andana<sup>2</sup>**

Program Magister Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan,  
Institut Teknologi Bandung, Jl Ganesha no. 10 40132

Email: [m.chaerul@ftsl.itb.ac.id](mailto:m.chaerul@ftsl.itb.ac.id) dan [revrian.fajhri@gmail.com](mailto:revrian.fajhri@gmail.com)

**Abstrak:** Dalam industri pertambangan mineral, smelter merupakan bagian dari proses produksi, mineral yang ditambang dari alam biasanya masih tercampur dengan material lainnya sehingga membutuhkan pengolahan lebih lanjut. Studi kasus yang diangkat dalam penelitian ini adalah salah satu perusahaan pertambangan nikel di Sulawesi Selatan yang mempunyai fasilitas pengolahan smelter terpadu untuk memproduksi nikel matte memberikan banyak dampak bagi para *stakeholder* terutama untuk lingkungan. Dampak tersebut adalah emisi berupa debu/abu dan gas NO<sub>x</sub>, CO dan SO<sub>x</sub> sehingga memerlukan alat pengendalian emisi. Perusahaan telah melengkapi setiap prosesnya dengan berbagai alat pengendalian emisi terutama dengan jenis pengendalian partikulat dan gas. Analisis biaya manfaat digunakan untuk menghitung relevansi biaya dan manfaat yang dihasilkan oleh aktivitas smelter pengolahan nikel terhadap para *stakeholder* yaitu Perusahaan, pemerintah, masyarakat serta lingkungan sekitar. Hasil valuasi ekonomi lingkungan terhadap daerah dampak smelter yaitu Kecamatan Nuha dan Danau Matano bernilai Rp 690,981,051,000.00 yang menjadi komponen manfaat eksternal dalam perhitungan rasio biaya manfaat. Didapatkan nilai manfaat total sebesar Rp 1,113,186,993,242.54 dan nilai biaya total Rp 1,040,441,890,033.89 dengan nilai rasio manfaat biaya sebesar 1.07 yang berarti smelter nikel Perusahaan tersebut mempunyai manfaat dan layak untuk diusahakan.

**Kata kunci:** analisis biaya manfaat, smelter nikel, ekonomi lingkungan, valuasi ekonomi lingkungan.

**Abstract:** In the mineral mining industry, the smelter is part of the production process, a mineral mined from nature usually is mixed with other materials that require further processing. Case Study for the research is a nickel mining company in South Sulawesi which has an integrated smelter processing facility to produce nickel matte, leave much impact for stakeholders, especially to the environment. These impacts are emissions of dust/ash and gas NO<sub>x</sub>, CO and SO<sub>x</sub> that require emission control equipment. PT. Vale Indonesia has equipped each process with various emission control equipment, especially with the kind of control particulates and gas. Cost benefit analysis used to calculate the relevance of the costs and benefits generated by the activity of smelter processing of nickel to the stakeholders, namely the company itself, the government, society and the surrounding environment. The results of the economic valuation of the environmental impact of the smelter area the District Nuha and Lake Matano worth Rp 690,981,051,000.00 that are components of external benefits in the calculation of benefit cost ratio. Total benefit value obtained Rp 1,113,186,993,242.54 and value of the total cost of Rp 1,040,441,890,033.89 the cost benefit ratio of the value of 1.07, which means the nickel smelter of the company has benefits and worth to be efforted.

**Keywords:** cost benefit analysis, nickel smelter, enviromental economic, enviromental economic valuation.

## **PENDAHULUAN**

Peningkatan nilai tambah mineral dan batubara merupakan kewajiban bagi setiap perusahaan tambang sesuai amanat yang tertuang di dalam Undang-Undang Nomor 4 Tahun 2009 Tentang Pertambangan Mineral dan Batubara, yang dijabarkan dalam Peraturan Pemerintah Nomor 23 Tahun 2010 tentang Pelaksanaan Kegiatan Usaha Pertambangan Mineral dan Batubara. Arti dari nilai tambah adalah hasil dari transformasi tekno-ekonomi dari kondisi awal sumber daya mineral dan komoditas terhadap kondisi dengan nilai yang lebih besar dari ekonomi, pemanfaatan dan kegunaan dari sebelumnya, maka kondisi baru ini akan memberikan kontribusi dampak positif pada ekonomi, sosial dan budaya pada tingkat global, regional, nasional dan lokal (Hill dalam Ukar, 2013). Dalam rangka untuk mengamankan terlaksananya amanat UU tersebut, khususnya terkait dengan kewajiban pengolahan dan pemurnian mineral di dalam negeri, maka telah diterbitkan Peraturan Menteri ESDM No. 8 Tahun 2015. Permen ini dikeluarkan disebabkan sampai saat ini belum tercermin suatu rencana yang komprehensif dari pemegang IUP mineral untuk melaksanakan UU dimaksud khususnya dalam pembangunan fasilitas pengolahan dan pemurnian, dan/atau bentuk kerja sama pengolahan dan pemurnian mineral di dalam negeri.

Nikel sebagai salah satu dari logam utama yang tertera dalam Permen No. 7 tahun 2012 saat ini diproduksi oleh berbagai perusahaan di Indonesia dalam bentuk nikel matte, ferro-nikel dan logam nikel (Ukar, 2013). Terdapat 3 perusahaan di Indonesia yang telah membangun smelter dalam usaha mengolah nikel mentah menjadi barang setengah jadi yang diperoleh dari pertambangan yang dijalankan oleh tiap perusahaan. Sebagian besar kegiatan pertambangan dan pengolahan mineral secara bersamaan mempengaruhi masyarakat karena sebagian besar masyarakat mengandalkan pertambangan dan smelter untuk mata pencaharian mereka, baik secara langsung atau tidak langsung (Neelawala dkk, 2013)

Dampak yang dihasilkan baik yang berimbas pada masyarakat ataupun lingkungan perlu divalusi nilainya lebih lanjut agar tidak menjadi eksternalitas yang merugikan pihak yang terkena dampak. Eksternalitas yang timbul akibat proses eksploitasinya seringkali tidak dimasukkan sebagai komponen biaya. Kondisi pengurasan sumberdaya alam yang berlebihan ini pada akhirnya dapat mengganggu keberlanjutan dan kelestarian lingkungan. Pembangunan yang berwawasan lingkungan merupakan orientasi

pembangunan dimasa sekarang dan yang akan datang serta merupakan visi dan misi pembangunan yang tertuang pada UU No. 32 tahun 2009 mengenai Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Melihat hal tersebut diperlukan kajian berbagai aspek lingkungan khususnya dampak yang timbul serta penanganannya yang dikuantifikasi dalam nilai moneter.

Dengan melihat dampak ekonomi, sosial serta lingkungan, yang ditimbulkan dari keberadaan smelter pengolahan nikel, dibutuhkan sebuah alat analisis dalam pembuatan keputusan maupun kebijakan yang mendukung filosofi keberlanjutan pembangunan. Salah satu alat yang dapat digunakan adalah analisis biaya manfaat (*cost benefit analysis*) dengan penentuan *net present value* (NPV) dan *benefit cost ratio* (BCR) (Hakkert, 2005). Hasil dari analisis biaya manfaat ini, dapat digunakan sebagai salah satu pertimbangan dalam pembuatan kebijakan maupun pengambilan keputusan yang mendukung semua aspek dalam pembangunan berkelanjutan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui proses pertambangan serta pengolahan nikel terpadu melalui smelter yang dimiliki oleh suatu perusahaan di Sulawesi Selatan yang mempunyai dampak terhadap lingkungan dan masyarakat sekitar, mengidentifikasi eksternalitas dari kegiatan smelter pengolahan nikel terhadap pengelolaan lingkungan yang dilakukan oleh Perusahaan tersebut serta mengkaji manfaat dari keberadaan smelter terhadap lingkungan dan masyarakat dalam nilai ekonomi.

## **METODOLOGI PENELITIAN**

Metode dalam penelitian ini menggunakan Analisis Biaya Manfaat (*Cost Benefit Analysis*) untuk melihat dampak dari keberadaan smelter nikel dari suatu perusahaan di Sulawesi Selatan sebagai studi kasus. Dampak smelter dikaji dengan melihat proses secara keseluruhan dari pemurnian nikel dengan menggunakan metode *pyrometallurgy*. Setiap proses mempunyai kegiatan serta melibatkan bahan yang berbeda sehingga mempunyai dampak yang lebih spesifik.

Pengumpulan data dilakukan dengan melihat secara langsung proses pemurnian nikel pada lokasi Perusahaan. Dilakukan wawancara terhadap perwakilan dari kecamatan maupun tokoh masyarakat sekitar untuk melihat tanggapan terhadap smelter nikel dengan kehidupan masyarakat sekitar. Studi literatur terhadap proses pemurnian logam terutama nikel dilakukan untuk mengetahui prosesnya secara general. Data Sekunder berupa

kebutuhan material, hasil produk dan produk sampingan dari setiap proses, pembiayaan dan kewajiban pajak serta penjabaran dari setiap proses didapatkan langsung dari Perusahaan tersebut.

Pengolahan data diawali dengan menganalisa proses smelter nikel secara keseluruhan untuk mengidentifikasi kebutuhan bahan, kegiatan yang dilakukan dan produk dan produk sampingan yang dihasilkan dari pabrik smelter Perusahaan tersebut. Dengan melihat data yang relevan, estimasi nilai valuasi ekonomi dilakukan terhadap Kecamatan Nuha dan Danau Towuti menggunakan pendekatan nilai pasar untuk mengkuantifikasi manfaat langsung dan pendekatan biaya perjalanan untuk mengkuantifikasi manfaat tidak langsung dalam perhitungan Nilai Total Ekonomi yang dihitung dengan menggunakan persamaan (1) untuk mendapatkan nilai moneterinya.

$$\text{Nilai Total Ekonomi} = \text{Nilai Manfaat Langsung} + \text{Nilai Manfaat Tidak Langsung} \quad (1)$$

Identifikasi variabel biaya mengacu dengan melihat biaya yang dikeluarkan Perusahaan untuk melakukan pencegahan dan pengelolaan terhadap dampak yang dihasilkan oleh smelter beserta nilai valuasi ekonomi yang telah dilakukan. Data komponen nilai biaya akan dibandingkan terhadap data komponen nilai manfaat guna mendapatkan nilai rasio biaya manfaat.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Analisis Proses Smelter Perusahaan**

Pemurnian nikel yang dilakukan oleh suatu Perusahaan di Sulawesi Selatan mempunyai tahapan yang berbeda karena disesuaikan dengan jenis bijih yang ditambang, ketersediaan sumber energi listrik yang memadai serta hasil akhir produk berupa nikel matte. Proses *pyrometallurgy* meliputi pengeringan, reduksi dan kalsinasi, peleburan hingga pemurnian dan granulasi. Setiap proses memiliki rincian proses tersendiri dengan kebutuhan bahan serta hasil produk yang berbeda sehingga menghasilkan emisi yang berbeda.

Proses pemurnian nikel yang dilakukan oleh Perusahaan dimulai dengan proses pengeringan pada tanur pengering untuk mengurangi kadar air dalam bijih mentah. Setelah itu, dilanjutkan pada tanur pereduksi untuk membentuk kalsin sebagai umpan

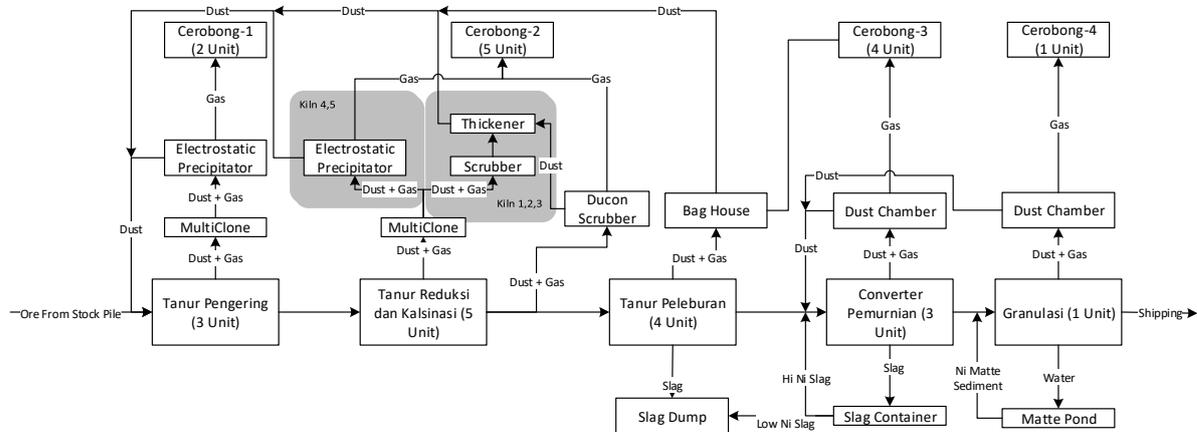
pada tanur peleburan. Pada tanur pereduksi dilakukan penambahan batubara pada awal serta sulfur cair pada akhir proses sebagai katalis dalam proses peleburan. Kalsin dilebur dalam tanur dengan cara mengalirkan listrik bertegangan tinggi melalui elektroda karbon sehingga terjadi proses metalisasi yang menghasilkan nikel hingga kemurnian 20% dan terak. Nikel matte hasil peleburan dimurnikan kembali pada *converter* dengan cara meniupkan oksigen sehingga terjadi proses oksidasi pada besi yang terkandung pada nikel matte. Penambahan silica dan scrap *converter* dibutuhkan sebagai katalis dalam proses ini untuk mendinginkan reaksi oksidasi besi yang menghasilkan energi panas yang besar. Proses pada *converter* menghasilkan nikel dengan kemurnian hingga 75% dan terak hasil oksidasi yang dilanjutkan dengan proses granulasi yaitu proses dimana nikel matte di semprotkan pada air bertekanan sehingga membentuk butiran lalu dikeringkan dalam tanur pengering dan siap untuk dikemas.

Alat yang dipasang untuk mereduksi emisi pada setiap proses smelter disesuaikan dengan jenis emisi yang dihasilkan pada proses serta kebutuhan atas penangkapan debu yang dapat digunakan lagi pada proses lainnya. Jenis alat yang digunakan adalah *Multicyclone*, *Electrostatic Precipitator (ESP)*, *Wet Scrubber* dan *Baghouse* merupakan jenis alat pengendalian lingkungan untuk membersihkan udara dengan menangkap gas maupun abu/debu yang terkandung dalam gas buangan. Debu yang tertangkap dari setiap alat dikumpulkan pada tempat penampungan dan dikembalikan pada proses yang sesuai sehingga mengurangi dampak yang dihasilkan dan penerapan penggunaan kembali produk samping yang dihasilkan.

Pada tanur pengering, digunakan *multicyclone* yang dipasang secara seri dengan ESP guna mereduksi emisi yang dihasilkan oleh proses pengeringan. Pada tanur pereduksi *multicyclone* digunakan pada seluruh tanur namun *Wet Scrubber* digunakan pada tanur 1,2 dan 3 sedangkan ESP digunakan pada tanur 4 dan 5 yang merupakan *pilot project* dalam perencanaan implementasi ESP pada seluruh tanur pereduksi untuk menggantikan *Wet Scrubber* yang digunakan sebelumnya pada seluruh tanur pereduksi. Untuk tanur peleburan digunakan *Baghouse* sebagai alat pengendalian emisi karena suhu gas buang yang tinggi. Proses pemurnian menggunakan ESP/*dust collector* yang berujung pada cerobong yang sama dengan tanur peleburan. Tanur pengering yang mengeringkan granul nikel matte menggunakan ESP sebagai alat pengendalian emisi yang dihasilkan.

**Gambar 1** menggambarkan proses pemurnian bijih nikel yang dilakukan oleh

Perusahaan beserta proses penggunaan kembali produk samping yang dihasilkan pada setiap prosesnya.

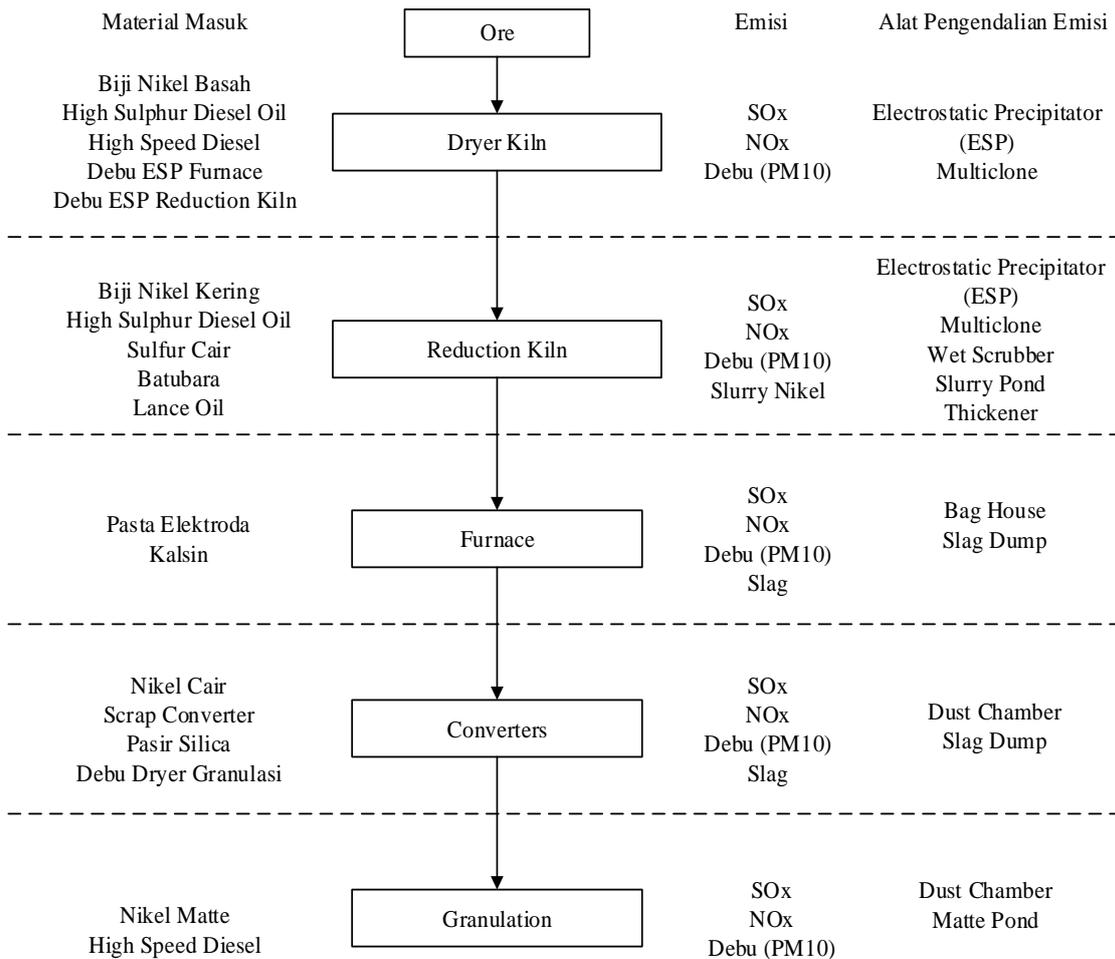


**Gambar 1.** Proses Smelter Nikel dengan Penggunaan Kembali Produk Sampingan

### Kajian Dampak Kegiatan Smelter Nikel

Proses *pyrometallurgy* yang dilakukan Perusahaan banyak melibatkan reaksi pembakaran, mulai dari pengeringan, kalsinasi dan reduksi, peleburan dan granulasi (pada proses pengeringan nikel granul). Pada proses pengeringan, kalsinasi dan reduksi serta granulasi, digunakan bahan bakar diesel dan batubara sebagai bahan bakar dan pada proses peleburan menggunakan listrik bertegangan tinggi sebagai sumbernya.

Dalam usaha untuk mengurangi dampak terhadap lingkungan, pada seluruh fasilitas proses pemurnian nikel yang dimiliki Perusahaan telah dilengkapi dengan fasilitas maupun alat untuk mereduksi, menangkap, memisahkan antara debu dan gas maupun lumpur ataupun air yang terkontaminasi guna mengurangi emisi yang dikeluarkan langsung ke lingkungan. Usaha untuk mereduksi dampak pada lingkungan juga dilakukan dengan menggunakan kembali debu ataupun abu yang dihasilkan dari proses tersebut pada proses lainnya. Penggunaan material serta emisi yang dihasilkan beserta alat pengendalian pada setiap proses tertera pada **Gambar 2** berikut.



**Gambar 2.** Jenis Emisi dan Alat Pengendaliannya pada Setiap Proses Smelter

Reaksi pembakaran pada umumnya akan menghasilkan produk sampingan berupa debu/abu dan gas NO<sub>x</sub>, CO dan SO<sub>x</sub>. Dengan digunakannya *High Sulphur Fuel Oil* (HSFO) pada tanur pengering dan tanur pereduksi, potensi timbulnya gas SO<sub>2</sub> sangat besar. Penambahan sulfur cair pada tanur pereduksi dilakukan pada akhir proses sehingga tidak ikut dalam proses pembentukan kalsin secara langsung. Potensi SO<sub>2</sub> lainnya ada pada peleburan dimana kalsin mengandung sulfur dalam jumlah yang cukup banyak sebagai katalis serta pada proses pemurnian dimana oksidasi yang terjadi tidak hanya pada besi (Fe) saja, namun pada sisa sulfur yang ada pada nikel matte hasil peleburan. Selain itu, kandungan bijih nikel yang terdiri dari berbagai macam mineral mengakibatkan debu dan abu dari mengandung berbagai macam logam berat hasil dari proses pemurnian nikel.

Pada proses peleburan dan proses pemurnian pada *converter* menghasilkan terak yang merupakan produk sampingan berupa kumpulan material pengotor pada bijih nikel yang telah dimurnikan. Terak ini berbentuk cairan panas saat keluar dari tanur dan menjadi padat setelah dingin dengan banyak kandungan material logam yang sudah tidak dapat dimurnikan ataupun tidak ekonomis untuk diproses lebih lanjut. Untuk terak (slag), Perusahaan mempunyai penampungan slag pada area terpisah yang telah memiliki izin dan hingga saat ini terak tersebut digunakan pada campuran perkerasan jalan yang ada di sekitar area tambang maupun di sekitar pabrik smelter.

### Identifikasi Komponen Biaya dan Manfaat

Dalam melaksanakan kegiatan operasional pemurnian nikel, Perusahaan mengeluarkan pengeluaran untuk operasional dan non-operasional sebagai biaya dalam memproduksi nikel matte. Perusahaan terikat kewajiban-kewajiban baik yang telah tertuang dalam perjanjian kontrak karya yang telah disepakati maupun kewajiban pajak dan non-pajak dalam peraturan pemerintah. Kewajiban tersebut merupakan salah satu pendapatan bagi pemerintah yang akan digunakan dalam pembangunan dan pengembangan daerah yang termasuk kedalam komponen manfaat internal karena memberikan manfaat secara langsung terhadap pemerintah dan secara tidak langsung terhadap masyarakat dengan nilai Rp 368.229.550.770 sesuai rincian pada **Tabel 1**.

**Tabel 1.** Rincian Kewajiban Pembayaran Perusahaan

Pemasukan	Total Biaya
Pajak Pengambilan dan Pemanfaatan Air Bawah Tanah	Rp 666.314.301
Pajak Air Permukaan	Rp 97.568.654.469
Royalti	Rp 129.411.282.000
Additional Royalty	Rp 12.416.118.000
Iuran Tetap	Rp 4.329.468.000
PKB, BBN, SPW3D	Rp 9.990.123.000
Pajak Mineral Bukan Logam dan Batuan	Rp 38.703.951.000
PNBP dan Pajak Daerah Lainnya	Rp 75.143.640.000
Total	Rp 368.229.550.770

Manfaat internal lainnya juga termasuk biaya sosial yang dikeluarkan oleh Perusahaan melalui *Corporate Social Responsibility* (CSR) yang disalurkan kepada masyarakat guna pengembangan daerah setempat pada berbagai sektor. Reputasi positif dan publisitas yang dihasilkan dari CSR meningkatkan persepsi publik dari cerminan tanggung jawab sosial perusahaan dan meningkatkan legitimasi publik (Sino-German, 2012). Persepsi positif terhadap perusahaan dapat memberikan banyak manfaat non teknis terhadap perusahaan besar yang menjadi sorotan publik. Total nilai dana CSR yang dikeluarkan Perusahaan sebesar Rp 53.976.391.471 melalui berbagai program pembangunan di berbagai sektor, seperti ekonomi, infrastruktur, kesehatan, pendidikan dan sosial budaya dengan rincian pada **Tabel 2** berikut.

Manfaat eksternal didapatkan melalui valuasi lingkungan menggunakan pendekatan harga pasar dan biaya perjalanan. Keberadaan PT. Vale Indonesia terutama pada Kecamatan Nuha sebagai lokasi smelter berada, memberikan dampak positif melalui pemberdayaan potensi lokal dari berbagai aspek. Potensi kecamatan Nuha terletak pada sektor perkebunan dengan komoditas berupa kelapa sawit, kopi, lada dan kakao dan perikanan air tawar terlepas dari kegiatan operasional PT. Vale Indonesia. Hal ini didukung dengan luas perkebunan 1.194 Ha (sekitar 1/3 luas keseluruhan penggunaan lahan) serta keberadaan Danau Matano dengan luas 16.408 Ha yang mempunyai potensi sumberdaya komoditas alam yang melimpah. Melalui pendekatan harga pasar, didapatkan nilai ekonomi sebesar Rp 473.813.951.000 untuk kabupaten Nuha dan Danau Matano dengan rincian pada **Tabel 3** berikut.

**Tabel 2.** Rincian Dana CSR dari Perusahaan

No	Kegiatan		Dana
1	Hubungan Komunitas	Bidang keagamaan	Rp 248.447.516
		Bidang sosial budaya	Rp 1.088.230.567
		Bidang olahraga dan kepemudaan	Rp 256.046.230
2	Pemberdayaan Masyarakat	Bidang Pendidikan	Rp 4.737.647.630
		Bidang Kesehatan	Rp 12.095.577.376
		Bidang Ekonomi	Rp 15.363.136.232
3	Pengembangan Infrastruktur	Sarana Umum	Rp 7.830.033.847
4	Peresmian Lingkungan	Kampanye pelestarian lingkungan	Rp 24.882.000
5	Progam Lainnya		Rp 12.332.390.070
Total			Rp 53.976.391.471

**Tabel 3.** Valuasi Ekonomi Kecamatan Nuha

Komoditas	Produksi (Ton/Tahun)	Unit Biaya/Kg	Total Biaya
Kelapa Sawit	330.3	Rp 1.380.000.00	Rp 455.814.000.000
Kopi	0.9	Rp 17.500.00	Rp 15.750.000
Lada	61.54	Rp 109.500.00	Rp 6.738.630.000
Kakao	436.94	Rp 22.150.00	Rp 9.678.221.000
Perikanan	34.83	Rp 45.000.00	Rp 1.567.350.000
Total			Rp 473.813.951.000

Untuk manfaat eksternal lainnya di valuasi dengan menggunakan pendekatan biaya perjalanan. Pemilihan penggunaan valuasi ini dikarenakan keberadaan Perusahaan membuka akses transportasi seperti akses jalan yang semakin bagus serta keberadaan bandara. Hal ini memudahkan para wisatawan untuk mencapai lokasi danau matano yang mempunyai potensi pariwisata yang begitu besar terhadap keindahan alam disekitarnya maupun yang ada didalamnya. Dari pengamatan langsung, ada tiga klasifikasi wisatawan yang mengunjungi Danau Matano yaitu, wisatawan lokal yang datang dari daerah di sekitar Sulawesi Selatan, wisatawan domestik yang berasal dari wisatawan Indonesia diluar Sulawesi Selatan dan wisatawan asing yang datang dari luar Indonesia. Melalui pendekatan biaya perjalanan, diperoleh nilai ekonomi Rp 217.167.100.000 untuk nilai potensi pariwisata Danau Matano dengan rincian pada **Tabel 4** berikut.

**Tabel 4.** Valuasi Ekonomi Danau Matano

Jenis Wisatawan	Unit Biaya/Orang/Hari	Total Wisatawan	Biaya Total
Wisatawan Lokal	Rp 5.940.000	26691	Rp 158.544.540.000
Wisatawan Domestik	Rp 7.940.000	7145	Rp 56.731.300.000
Wisatawan Asing	Rp 23.940.000	79	Rp 1.891.260.000
Total			Rp 217.167.100.000

Kegiatan produksi yang menghasilkan emisi maupun beban terhadap lingkungannya tentunya pihak penyelenggara mempunyai kewajiban untuk mengurangi dampaknya sesuai dengan baku mutu yang telah diatur. Usaha mengurangi dampak tersebut tentunya memerlukan biaya, waktu dan sumber daya manusia dalam pelaksanaannya sehingga timbulah biaya lingkungan. Dengan emisi yang dikeluarkan oleh proses pemurnian nikel pada smelter, Perusahaan mempunyai kewajiban untuk

mengurangi dampaknya terhadap lingkungan maupun masyarakat sekitar dengan penggunaan teknologi yang sesuai. Dengan karakteristik emisi yang didominasi oleh emisi hasil pembakaran, Perusahaan memasang berbagai macam alat untuk mengendalikan emisi tersebut dengan jenis pengendalian gas dan partikulat. Implementasi penggunaan alat pengendalian emisi tersebut mempunyai biaya modal serta biaya operasional yang cukup besar dalam penggunaannya. Peralatan pengendalian emisi yang terpasang pada seluruh mesin proses smelter Perusahaan berjumlah 25 alat dengan jenis *Multicyclone*, *Electrostatic Precipitator* (ESP), *Wet Scrubber* dan *Thickener* dan *Baghouse*. Dari hasil perhitungan, total biaya kapital Rp 851.128.501.946 serta untuk biaya operasional yang dikeluarkan tiap tahunnya sebesar Rp 25.130.854.715 dengan rincian pada **Tabel 5** berikut.

**Table 5.** Biaya kapital dan operasional alat pengendalian emisi

Proses	Jenis Alat	Total Biaya Kapital	Biaya Operasional/Tahun
Tanur Pengereng	<i>Multicyclone</i>	Rp 27.225.461.175	Rp 776.735.049
	<i>Electrostatic Precipitator</i>	Rp 128.903.441.835	Rp 4.406.946.193
Tanur Pereduksi	<i>Multicyclone</i>	Rp 45.375.768.625	Rp 776.735.049
	<i>Electrostatic Precipitator</i>	Rp 73.552.551.600	Rp 3.147.651.627
	<i>Wet Scrubber</i>	Rp 25.026.984.168	Rp 784.058.194
	<i>Thickener</i>	Rp 24.360.982.298	Rp 2.498.557.137
Tanur Peleburan	<i>Bag House</i>	Rp 494.137.102.320	Rp 10.928.717.449
Pemurnian	<i>Dust Collector</i>	Rp 20.664.954.000	Rp 794.546.953
Granulasi	<i>Electrostatic Precipitator</i>	Rp 11.881.255.925	Rp 1.016.907.061
Total		Rp 851.128.501.946	Rp 25.130.854.715

Biaya lainnya yang termasuk dalam komponen perhitungan adalah biaya pengelolaan lingkungan lainnya meliputi usaha pemantauan lingkungan, pemeliharaan fasilitas eksisting dan lainnya untuk mendukung perbaikan kondisi lingkungan dengan nilai Rp 164.182.533.372.

## Analisis Biaya Manfaat

Dalam menilai kelayakan suatu proyek, digunakan kriteria rasio manfaat terhadap biaya. Kelayakan dari proyek tersebut dapat berpengaruh terhadap kebijakan yang akan diputuskan, terutama kebijakan yang akan dikeluarkan oleh pemerintah dalam usaha untuk mengatur sektor-sektor vital seperti pertambangan. Rasio manfaat biaya lebih besar dari pada 1 yang mengartikan bahwa proyek mempunyai manfaat lebih sehingga layak untuk diusahakan (Suparmoko, 2006). Dari hasil pengolahan data, didapatkan nilai total untuk setiap komponen dengan rincian pada **Tabel 6** berikut. Dengan membandingkan nilai manfaat total dengan nilai biaya total didapatkan nilai rasio manfaat dan biaya sebesar 1.07 yang berarti smelter Nikel layak untuk diusahakan.

**Tabel 6.** Ringkasan komponen manfaat dan biaya

Kategori	Klasifikasi	Biaya Total
Manfaat Langsung	Pajak dan Kewajiban	Rp 368.229.550.770
	Biaya Sosial	Rp 53.976.391.471
Manfaat Tidak Langsung	Pendekatan Biaya Pasar	Rp 473.813.951.000
	Pendekatan Biaya Perjalanan	Rp 217.167.100.000
Total		Rp 1.113.186.993.242
Biaya Langsung	Biaya Kapital	Rp 851.128.501.946
Biaya Operasional	Biaya Operasional Peralatan	Rp 25.130.854.715
Biaya Lingkungan	Biaya Pengelolaan Lingkungan	Rp 164.182.533.372
Total		Rp 1.040.441.890.033

## KESIMPULAN

Emisi yang dihasilkan oleh kegiatan smelter pemurnian nikel dari Perusahaan yang berlokasi di Sulawesi Selatan didominasi oleh emisi dari reaksi pembakaran berupa debu/abu dan gas NO<sub>x</sub>, CO dan SO<sub>x</sub>. Terdapat beberapa potensi emisi SO<sub>2</sub> pada smelter nikel Perusahaan yaitu pada proses pengeringan, proses kalsinasi dan reduksi, proses peleburan dan proses pemurnian. Diperlukan penanganan emisi yang dihasilkan dengan pemasangan alat pengendalian emisi terutama yang berjenis pengendalian emisi udara dan partikulat seperti *Multicyclone*, *Electrostatic Precipitator* dan *Bag House* yang telah terpasang pada pabrik smelter PT. Vale Indonesia.

Dari hasil perhitungan. didapatkan nilai manfaat total sebesar Rp 1.113.186.993.242.54 dan nilai biaya total Rp 1.040.441.890.033.89 dengan nilai rasio manfaat biaya sebesar 1.07 yang berarti smelter nikel dari Perusahaan tersebut mempunyai manfaat dan layak untuk diusahakan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Kurniawan, Syarif.(2009).Kajian Ekonomi Lingkungan Pengelolaan Air Asam Tambang Melalui Pendekatan Cost Benefit Analysis (Studi Kasus: Wilayah Pertambangan Batubara PT. TAL, Sumatera Selatan. Tesis. Program Pascasarjana Teknik Lingkungan. Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Ukar Wijaya Soelistijo.(2013).Prospect of Potential Nickel Added Value Development in Indonesia. *Earth Science*. Vol. 2, No. 6, 2013, pp. 129-138. doi: 10.11648/j.earth.20130206.13
- Neelawala, Prasad, Wilson, Clevo, & Athukorala, Wasantha.(2013). The impact of mining and smelting activities on property values: a study of Mount Isa city, Queensland, Australia. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 57(1), pp. 60-78.
- Analisis Biaya Manfaat Pelarangan Ekspor Bahan Mentah Minerba dan Dampaknya Terhadap Sektor Industri: Studi Kasus Nikel dan Tembaga.(2012). Biro Perencanaan Kementerian Perindustrian. Indonesia
- Hansen, Mikkel Stenbæk & Gilberg, Ulf Moth. 2003. *Cost Benefit Analysis and Life Cycle Assessment in Environmental Decision-making – Potentials and Limitations*. Technical University of Denmark. Denmark
- Houdet J., Muloopa H., Ochieng C., Kutegeka S. dan Nakangu B. (2014). *Cost Benefit Analysis of the Mining Sector in Karamoja, Uganda*. Kampala, Uganda: IUCN Uganda Country Office. ix +82p
- Suparmoko, 2006, *Panduan dan Analisis Valuasi Ekonomi Sumber Daya Alam dan Lingkungan (Konsep, Metode Perhitungan dan Aplikasi)*, Fakultas Ekonomi UGM, BPFE-Yogyakarta.
- Walker, M. (2002, October). Evaluating the economic impacts of resource-based industries: A case study of Billiton hillside aluminium, Richards Bay. In *Urban Forum* (Vol. 13, No. 4, pp. 134-168). Springer Netherlands.
- Treasury, N. S. W. (2012). *Guideline for the use of Cost Benefit Analysis in mining and coal seam gas proposals*.
- Dixon, J. A., & Hufschmidt, M. M. (Eds.). (1986). *Economic valuation techniques for the environment: a case study workbook*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Ovuyovwiroye P. A. (2012). Valuing the cost of environmental degradation in the face of changing climate: Emphasis on flood and erosion in Benin City, Nigeria. *African Journal of Environmental Science and Technology*, 6(1), 17-27.
- Sino-German Corporate Social Responsibility (CSR) Project.(2012).Costs and Benefits of Corporate Social Responsibility (CSR) A company level analysis of three sectors: Mining industry, chemical industry and light industry.

