



Model Ekonometrik Konsumsi Tembaga (Cu) ASEAN Untuk Mendukung Kebijakan Nilai Tambah Industri Tembaga Nasional

Wd. Rizky Awaliah^{1*}, Hariono La Pili²

¹Jurusan Teknik Pertambangan, Universitas Halu Oleo Kendari

Kampus Hijau Bumi Tridharma Andounohu Kendari 93132-Telp: 0401 3190105

²Program Studi Ekonomi Pembangunan, Universitas Sembilanbelas November Kolaka

Jalan Pemuda No. 339 Kab.Kolaka 93517-Telp: 0405 2321132

*Corresponding author: wdkiki.awaliah@uho.ac.id, hariono@usn.ac.id

Article History

Received : 2 Februari 2021

Revised : 14 Maret 2021

Accepted : 1 April 2021

Abstrak

Industri mineral merupakan salah satu pilar ekonomi dan memberikan kontribusi perekonomian daerah sehingga negara-negara di ASEAN menyepakati dalam *ASEAN Minerals Cooperation Action Plan (AMCAP)* rencana kerja sama dalam bidang mineral dan energi untuk mendukung pertumbuhan ekonomi di kawasan ASEAN. Negara ASEAN yang dimasukkan dalam kajian tesis ini adalah negara yang telah melakukan kegiatan ekspor impor *refined copper* dengan Indonesia yaitu Malaysia, Vietnam dan Thailand. Peningkatan konsumsi mineral menjadi salah satu faktor penyebab terjadinya pertumbuhan ekonomi dinegara- negara berkembang melalui kegiatan ekspor, seperti yang dilakukan oleh Indonesia. Konsumsi *refined copper* di kawasan ASEAN diramalkan dengan ekonometrika dengan variabel Produk Domestik Bruto (PDB) suatu negara, populasi penduduk suatu negara, harga tembaga dan harga aluminium sebagai salah satu substitusi dari tembaga. Hasil peramalan menggambarkan adanya peluang pasar bagi Indonesia untuk tetap masuk pada pasar tersebut ditandai dengan konsumsi di Malaysia, Thailand dan Vietnam diprediksi terus meningkat sampai tahun 2021. Hal ini merupakan indikasi bahwa produk Indonesia sesuai dengan kebutuhan industri di kawasan ASEAN berada pada pasar yang kebutuhannya tinggi. Keadaan ini dapat menjadi stimulus positif bagi Indonesia untuk terus menerapkan aturan nilai tambah berupa mendirikan smelter di Indonesia.

Kata kunci: *model ekonometrika, konsumsi tembaga, konsumsi refined copper*

Abstract

The mineral industry is one of the pillars of the economy and contributes to the regional economy so that countries in ASEAN agree on the ASEAN Minerals Cooperation Action Plan (AMCAP) cooperation plan in the field of minerals and energy to support economic growth in the ASEAN region. ASEAN countries included in this case study are countries that have conducted import export activities refined copper with Indonesia: Malaysia, Vietnam and Thailand. Increased mineral consumption is one of the contributing factors to economic growth in developing countries through export activities, as done by Indonesia. The consumption of refined copper in the ASEAN region is predicted by econometrics with the variable Gross Domestic Product (GDP) of a country, the population of a country, the price of copper and the price of aluminum as one of the substitutions of copper. The forecast results illustrate the market opportunity for Indonesia to stay in the market marked by consumption in Malaysia, Thailand and Vietnam is predicted to continue to increase until 2021. This is an indication that Indonesian products in accordance with the needs of industry in the ASEAN region are in a market that needs high. This situation can be a positive stimulus for Indonesia to continue to implement value-added rules in the form of establishing smelters in Indonesia.

Keyword: *econometric model, consumption of copper, consumption of refined copper*

1. Pendahuluan

Dalam jurnal *World Mineral Resources and the Limits to Economic Growth* dikatakan bahwa peningkatan konsumsi mineral adalah satu faktor penyebab terjadinya peningkatan pertumbuhan ekonomi di negara-negara berkembang. Di ASEAN, dalam kurun sepuluh tahun terakhir pertumbuhan ekonomi yang berhasil dicapai rata-rata sebesar 5.2%. Artinya setidaknya dalam sepuluh tahun terakhir juga terjadi permintaan mineral, salah satunya tembaga (Cu).

Saat ini Indonesia masuk dalam sepuluh besar negara produsen tembaga terbesar di dunia. Sedangkan jika dilihat dari produksi smelter, Indonesia hanya berada dalam dua puluh besar produsen logam di dunia (ICSG 2015). Jika dilihat pada sisi eksporter ore dan konsentrat, Indonesia berada di posisi ke empat, dibawah Chili, Peru dan Australia. Hal ini menjadi salah satu dasar pemerintah mengeluarkan kebijakan tentang perlunya melakukan pengolahan tembaga dalam negeri. Diharapkan kebijakan tersebut mampu memacu pengusaha tambang dan investor untuk membangun fasilitas pengolahan dan pemurnian baru di Indonesia.

Di tahun 2015, satu-satunya smelter di Indonesia yang mengolah konsentrat tembaga menjadi *refined copper* adalah PT Smelting. Sumber konsentrat yang diolah smelter ini berasal dari PT Freeport Indonesia sekitar 70% dan PT Amman Mineral Nusa Tenggara sekitar 30% dari kapasitas sebesar 300.000 ton per tahun. PT Smelting mengolah konsentrat tembaga sebagai produk utama, emas dan perak. Emas dan perak hanya diproses sampai setengah jadi yaitu berupa lumpur anoda (anode slime) dan langsung diekspor keluar negeri. Produk utama yang dihasilkan smelter telah diserap baik oleh pabrik domestik maupun dari Asia Tenggara. Pasar domestik menyerap sekitar 70% produksi *refined copper* PT Smelting. Selebihnya produk diekspor hampir semua negara di Asia Tenggara. Negara-negara yang paling banyak menyerap produksi PT Smelting adalah Malaysia, Taiwan, Cina dan Thailand.

Selain menyerap produksi *refined copper* dari Indonesia yang dalam hal ini diproduksi oleh PT. Smelting, negara-negara di Asia Tenggara juga melakukan import dari negara produsen *refined copper* lainnya. Akibatnya, Indonesia harus mampu bersaing dengan mengetahui permintaan di negara-negara konsumen. Gambaran kebutuhan *refined copper* tersebut akan menjadi stimulus positif bagi industri dalam melakukan investasi dan produksi pengolahan dalam negeri. Harapannya, Indonesia dengan potensi sumber daya dan cadangan yang melimpah mampu memperoleh manfaat yang besar dari rantai industri tembaga, sehingga mampu menjadi yang terdepan dalam industri-industri berbasis tembaga dan turunannya di kawasan ASEAN. Oleh karena itu, penelitian ini akan berfokus pada penggambaran model ekonometrika konsumsi *refined copper* untuk mendukung kebijakan nilai tambah industri tembaga nasional.

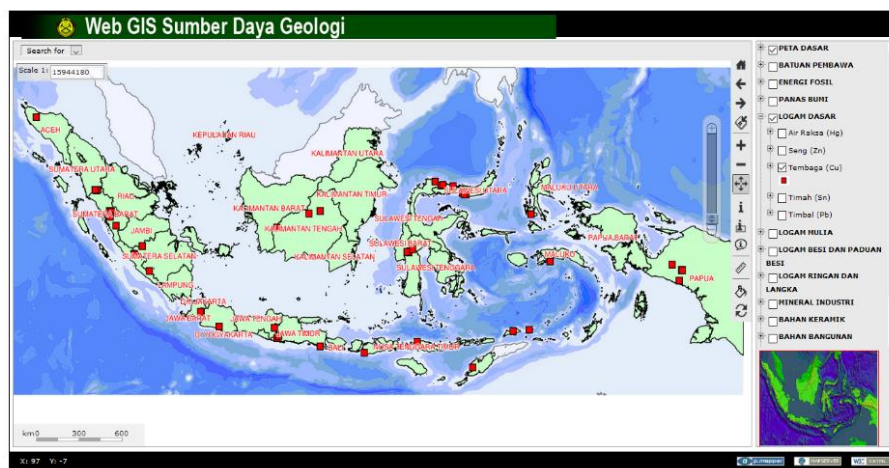
2. Tinjauan Pustaka

2.1 Tembaga

Tembaga adalah suatu unsur kimia dalam tabel periodik yang memiliki lambang (Cu) dan nomor atom 29. Lambangnya berasal dari Bahasa Latin cuprum. Tembaga merupakan konduktor panas dan listrik yang baik. Selain itu, unsur ini memiliki korosi yang lambat sekali. Tembaga murni sifatnya halus dan lunak, dengan permukaan berwarna jingga kemerahan. Umumnya tembaga ditemukan dikerak bumi dalam bentuk mineral tembaga sulfida chalcocite (Cu_2FeS_2) dan bornite (Cu_5FeS_4) atau dalam bentuk mineral-mineral tembaga besi sulfida yaitu chalcopyrite (CuFeS_2).

Potensi tembaga di Indonesia tersebar hampir diseluruh wilayah, seperti di Pulau Sumatera (Tangse, Muarasipongi, Pagar Gunung, Sulit Air, Sumpahan, Lubuk Selasih, S.Tubun), di pulau Jawa (Gunung Gede, Kasihan, Gunung Domasan, dan Noyu-Ngrandon), di pulau Kalimantan (Barol dan Ruwai), di pulau Sulawesi (Bulagidun, Selatan Buol, Tapadaa, Sungai Mak, Tulabalo, Matamboto, Kayubulan, Tambulitato, S. Manupu, Sasak, Sangkaropi), di pulau Papua (Tembagapura, Komopa dan Dawagu), di Mataram (Batuhihau dan Taemaman) dan sekitar Ternate (Kaputusan). Potensi sumber daya terbesar di Provinsi Nusa Tenggara dan Provinsi Papua. Secara lengkap sebaran sumber daya tembaga Indonesia dapat dilihat pada Gambar 1.

Penambangan bijih tembaga saat ini dilakukan oleh dua perusahaan besar berskala internasional yaitu PT Freeport Indonesia di Tembagapura Kabupaten Mimika Provinsi Papua dan PT Amman Mineral Nusa Tenggara, sebelumnya bernama PT Newmont Nusa Tenggara di Batu Hijau Kabupaten Sumbawa Barat Provinsi Nusa Tenggara. PT FI mengusahakan penambangan bijih tembaga di Grasberg, Papua yang termasuk salah satu tambang emas terbesar di dunia dan terbesar ketiga untuk tambang tembaga. Hingga akhir tahun 2014, tercatat mempunyai cadangan 2,269 milyar ton dengan kadar: 1,02% Cu, 0,83 gram/ton emas dan 4,32 gram/ton perak (PT Freeport Indonesia, 2015).



Gambar 1. Peta Sebaran Sumber Daya Tembaga di Indonesia

PT AMNT mengusahakan penambangan tembaga dan emas di Batu Hijau, Sumbawa Barat. Konstruksi dan pembangunan infrastruktur selesai pada tahun 1999, dan mulai beroperasi tahun 2000. Hingga akhir tahun 2014, tercatat mempunyai cadangan 709,008 juta ton dengan kadar: 0,432% Cu, 0,341 gram/ton emas dan 1,103 gram/ton perak (PT Amman Mineral Nusa Tenggara, 2015). Secara umum, pengolahan tembaga oleh PT FI dan PT AMNT sehingga menjadi konsentrat dimulai dengan penambangan yang terdiri dari kegiatan pengeboran dan peledakan, pengisian dan pengangkutan muatan, serta penghancuran dan pengolahan yang meliputi kegiatan penggerusan, pengapungan, dan pengeringan yang menghasilkan konsentrat tembaga.

Bijih tembaga yang telah menjadi konsentrat masih perlu diolah untuk bisa digunakan sebagai produk akhir atau sebagai bahan baku beberapa industri. Di Indonesia, pengolahan konsentrat hingga menjadi *refined copper* dalam bentuk katoda tembaga dilakukan oleh PT Smelting Gresik. Bahan baku dari produk tersebut adalah konsentrat tembaga sulfida yang dihasilkan oleh PT FI dan PT AMNT yang memiliki spesifikasi sifat kimia dan fisika tertentu.

Proses ini dapat dibagi menjadi tiga metode, yaitu pirometalurgi, hidrometalurgi, dan elektrometalurgi. Metode pirometalurgi memerlukan suhu yang tinggi namun relatif singkat waktu prosesnya. Metode hidrometalurgi menggunakan pelarut kimia untuk menangkap atau melarutkan logamnya. Sedangkan metode elektrometalurgi menggunakan teknik elektrolisis untuk memperoleh logamnya. Secara ringkas diagram alir ketiga metode ini ditunjukkan pada gambar 3.3. Sekitar 80% proses pengolahan konsentrat tembaga di dunia menggunakan metode pirometalurgi lalu dilanjutkan dengan electrorefining [1].

Secara garis besar, proses pemurnian tembaga dimulai dari konsentrat tembaga bersama-sama dengan batubara, fluk (kapur) dan udara dimasukkan ke dalam dapur peleburan sistem kontinu menggunakan teknologi Mitsubishi. Hasil peleburan adalah lempeng logam tembaga yang belum murni berkadar $Cu=99,4\%$. Pengotornya seperti besi, silika, silikat keluar sebagai terak dan juga keluar gas SO_2 . Lempeng logam tembaga hasil peleburan yang belum murni kemudian dimurnikan dengan cara elektrowinning, di mana lempeng logam hasil peleburan berlaku sebagai anoda sedangkan katodanya menggunakan pelat baja tahan karat, keduanya direndam dalam cairan elektrolit dan dialiri aliran listrik arus lemah. Panen pertama setelah 1 minggu, panen ke 2 setelah 13 hari. Hasilnya adalah logam tembaga murni yang menempel di katoda yang dapat dikelupas menjadi lempengan logam tembaga kadar tinggi. *Refined copper* ini disebut tembaga katoda dengan kadar Cu 99,9%.

2.2 Ekonometrika

Ekonometrika merupakan cabang ilmu ekonomi yang berkaitan dengan penaksiran empiris dari hubungan-hubungan ekonomi [2]. Istilah ini pertama kali diperkenalkan oleh Ragnar Frisch (1933) dengan definisi bahwa ekonometrika adalah suatu metode kuantitatif untuk menganalisis ilmu ekonomi yang didukung faktor teori ekonomi, matematika dan statistika [3]. Penerapan statistika

matematik atas data ekonomi memberi dukungan empiris untuk model yang disusun dengan ilmu ekonomi matematis dan untuk memperoleh hasil dalam angka [4].

Tahapan empiris dalam ekonometrika terdiri dari delapan langkah, Langkah pertama adalah identifikasi variabel-variabel permasalahan dari permasalahan sosial/ekonomi yang sedang diteliti. Kedua, membuat suatu hipotesis hubungan antar variabel permasalahan tersebut. Ketiga, membuat model matematika dari hubungan antar variabel permasalahan. Keempat, membuat model ekonometrika dari model matematika yang terbentuk. Kelima, pengumpulan dan pengolahan data, sehingga bisa digunakan untuk melakukan analisis ekonometrika. Keenam, estimasi dan validitas model ekonometrika agar model yang digunakan valid dan bisa digunakan untuk meramalkan dengan baik. Dan kemudian yang terakhir adalah menggunakan model untuk melakukan peramalan dan pengambil kebijakan.

Regresi

Regresi adalah model ketergantungan satu variabel (variabel tak bebas) pada satu atau lebih variabel lain (variabel yang menjelaskan), dengan maksud untuk menaksir dan/atau meramalkan nilai rata-rata hitung (mean) atau rata-rata (populasi) variabel tak bebas, dalam pengambilan sampel berulang-ulang dari variabel yang menjelaskan (*explanatory variable*). Menurut Gujarati (2003) tujuan dari regresi adalah (1) untuk mengestimasi nilai rata-rata variabel tak bebas dan nilai rata-rata variabel bebas tertentu, (2) untuk menguji hipotesis mengenai sifat alamiah ketergantungan sesuai dengan teori ekonomi, dan (3) untuk memprediksi atau meramalkan nilai rata-rata variabel tak bebas dan nilai rata-rata variabel bebas tertentu [5].

Dalam analisis regresi, kita ingin mengetahui perubahan variabel terikat (endogen) yang disebabkan oleh berubahnya variabel bebas (eksogen). Suatu model regresi dapat di representasikan sebagai berikut:

$$\text{Regresi sederhana} \quad : y = \beta_0 + \beta_1x + u \quad (1)$$

$$\text{Regresi berganda} \quad : y = \beta_0 + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \dots + \beta_nx_n + u \quad (2)$$

Dimana y adalah variabel terikat dan x adalah variabel bebas. Variabel u disebut sebagai error term atau residual yang berfungsi untuk menampung seluruh faktor yang mempengaruhi y selain x (tidak terbatas pada variabel lain namun mungkin juga kesalahan bentuk fungsional, kesalahan pengukuran, dan sebagainya). Parameter β_1 disebut slope, dalam analisis ekonometri parameter ini adalah fokus utama. Sedangkan parameter β_0 disebut intersep. Parameter β_1 menunjukkan kuantitas hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat dengan mengasumsikan seluruh faktor lain adalah konstan.

Parameter β_0 dan β_1 dapat diestimasi dengan menggunakan teknik *Ordinary Least Squares (OLS)*. Metode OLS digunakan untuk mencari suatu garis lurus yang melawati sekumpulan titik pasangan observasi (variabel terikat Y dan variabel bebas X). Kriteria yang digunakan dalam penentuan garis lurus tersebut adalah meminimalkan selisih antara nilai prediksi yang diberikan oleh garis lurus tersebut dan nilai aktualnya. Selain itu, metode OLS bertujuan meminimumkan jumlah kuadrat dari deviasi antara titik-titik observasi dengan garis regresi. Dalam model regresi linear memiliki beberapa asumsi dasar yang harus dipenuhi untuk menghasilkan estimasi yang dikenal dengan teorema Gauss-Markov, yaitu memiliki sifat tidak bias, linier dan mempunyai variansi yang minimum (*Best Linear Unbiased Estimator, BLUE*).

Asumsi yang dimaksudkan dalam hal ini adalah best dalam artian memiliki varians terkecil dibanding parameter yang diperoleh melalui metode linear lain. *Unbiased* yaitu bila estimasi dilakukan terhadap sampel yang berulang maka rata-rata estimasi akan mendekati nilai populasi.

Peramalan

Peramalan adalah kegiatan memperkirakan apa yang akan terjadi pada masa yang akan datang. Hal ini dapat dilakukan dengan melibatkan pengambilan data masa lalu dan menempatkannya ke masa yang akan datang dengan suatu bentuk model matematis. Selain itu, dapat juga dikatakan sebagai prediksi intuisi yang bersifat subjektif. Secara umum, peramalan terdiri dari tiga langkah dasar yang bertujuan untuk menyajikan proses yang sistematis untuk memulai, mendesain dan menerapkan sistem

peramalan, yaitu: (1) menganalisis data masa lalu, (2) menentukan metode yang dipergunakan, (3) memproyeksi data masa lalu dengan menggunakan metode yang dipergunakan dan mempertimbangkan adanya beberapa faktor perubahan.

Pada penelitian ini akan digunakan metode-metode peramalan untuk mengetahui model dari variabel bebas yang akan digunakan sebagai input untuk model regresi berganda. Metode yang akan digunakan adalah *Exponential Smoothing*. *Exponential Smoothing* merupakan dasar dalam pendekatan pragmatik peramalan. Menurut Gardner (1985) alasan mengapa menggunakan *exponential smoothing* adalah karena akurasi yang dapat menghasilkan upaya minimal dalam identifikasi model [6]. Metode ini menitikberatkan pada pemberian prioritas yang lebih tinggi pada nilai pengamatan yang lebih baru dan penurunan prioritas pada nilai pengamatan yang lebih lama secara eksponensial [7]. *Exponential smoothing* terdiri dari:

1. *Simple Smoothing* merupakan pembobotan dari *moving average*. Parameter *smoothing* diperoleh dengan perkiraan yang sama dengan peramalan pada *moving average* tanpa pembobotan. Makridakis (1982) dalam Gardner (1985) menemukan bahwa *simple smoothing* memiliki signifikansi yang lebih akurat dari pada *moving average* tanpa pembobotan dalam sampel *time series*. Menurut Montgomery dan Johnson (1976), banyak penelitian menggunakan asumsi nilai parameter *smoothing* (α) antara 0-1, walaupun dalam prakteknya dibatasi antara 0,10-0,30. Beberapa model kompleks memiliki nilai α terbaik pada 0,30 selama proses *model-fitting*.
2. *Double Smoothing* merupakan salah satu metode peramalan yang menggunakan satu parameter untuk memuluskan trend yang terdapat pada data. Parameter yang digunakan pada metode *double exponential smoothing Brown* yaitu α yang memiliki nilai antara 0 dan 1. Nilai α dapat diperoleh dengan cara trial and error atau dengan bantuan aplikasi komputer. Nilai parameter yang dipilih yakni nilai parameter yang meminimalkan nilai *MAPE* (*Mean Absolute Percentage Error*).
3. *Holt Winter Linear Trend*. Formulasi model *exponential smoothing* yang biasa digunakan adalah linear trend. Holt (1960) dan Winter (1960), menggunakan parameter terpisah pada level *smoothing* dan tren dari *time series*. Model Holt-Winter dibangun dengan pertimbangan heuristik. Parameter yang umumnya digunakan dalam model berdasarkan rekomendasi Holt-Winter berbeda dengan yang digunakan dalam *simple smoothing*. Nilai parameter yang digunakan adalah kurang dari 0,3. Gardner (1984) menunjukkan penggunaan nilai parameter ini memudahkan dalam mendeteksi bias eror. Hal ini dikarenakan model memiliki kecenderungan melampaui perubahan tiba-tiba dalam *time series*, seperti peningkatan dalam level.

3. Metode

3.1 Refined Copper Indonesia

PT. Smelting Gresik adalah satu-satunya smelter di Indonesia yang mengolah konsentrat tembaga menjadi *refined copper*, dalam hal ini tembaga katoda. Pendirian PT. Smelting Gresik sendiri berawal dari kewajiban PT.FI terkait dengan perpanjangan kontrak karyanya yang kedua. PT. Smelting merupakan konsorsium dengan komposisi kepemilikan saham saat ini adalah Mitsubishi Material Corporation (MMC) 60,5%, PT. FI 25%, Mitsubishi Corporation 9,5% dan Nippon Mining and Metal 5%. Pabrik tersebut mampu mengolah 656.000 ton/tahun konsentrat tembaga untuk menghasilkan 200.000 ton/tahun katoda tembaga. Bahan baku lain yang dibutuhkan adalah 98.000 ton/tahun pasir silika, 43.000 ton/tahun batu kapur dan 23.000 ton/tahun batubara serta oksigen kaya (*enriched oxygen*) berkadar sekitar 50%. Produk mineral utama dan samping dari pengolahan konsentrat tembaga yang dihasilkan PT. Smelting adalah:

1. *Refined copper* atau tembaga katoda berkadar Cu=99,9%; kapasitas 200.000 ton/tahun;
2. Lumpur anoda, kapasitas 480 ton/tahun mengandung emas(Au) = 1%; perak (Ag) = 3,8%; bismut (Bi) = 2,7%; platina (Pt) =0,0015%; telurite (Te) = 0,21%; selenium (Se) = 6,52%; palladium (Pd) = 0,0075%; timbal (Pb) = 55%; dan komponen logam lainnya (*metal compound* = MC) = 7%; Apabila dihitung perolehan emasnya sekitar 4.800 kg/tahun belum termasuk perak, platina dan beberapa logam jarang yang mempunyai nilai ekonomis tinggi. Lumpur anoda ini dijual ke luar negeri (Jepang);
3. Terak tembaga, kapasitas 382.000 ton/tahun yang mengandung besi (Fe) antara 30-40%. Terak ini belum layak dimurnikan sebagai bahan logam besi, tetapi produk ini sudah dimanfaatkan oleh pabrik semen;

4. Asam sulfat (H_2SO_4), kapasitas 592.000 ton/tahun yang mengandung sulfur (S) sekitar 95%. Produk ini dimanfaatkan oleh PT. Petrokimia untuk bahan kimia atau pupuk;
5. Gypsum kapasitas 31.000 ton/tahun, dimanfaatkan oleh pabrik semen.

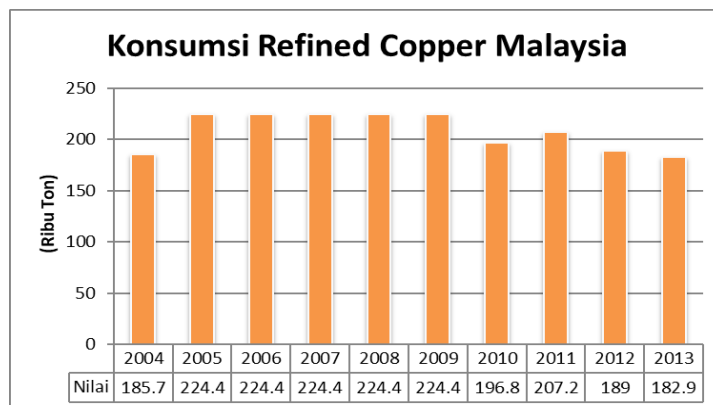
Produk utama yang dihasilkan pabrik itu telah diserap baik oleh pabrik domestik maupun Asia Tenggara. Untuk pasar domestik sementara ini baru menyerap sekitar 40-45% dari produk PT Smelting Gresik. Selebihnya produk PT Smelting Gresik diekspor ke hampir semua negara di Asia Tenggara. Negara-negara yang banyak menyerap tembaga hasil dari produksi PT Smelting Gresik adalah Malaysia, Taiwan, China, dan Thailand. Kebutuhan *refined copper* Indonesia sampai dengan tahun 2020 dapat dilihat dalam Gambar 2.



Gambar 2. Kebutuhan *Refined Copper* (Diolah)

3.2 Kebutuhan *Refined Copper* Malaysia

Pada komoditas tembaga, Malaysia tidak mempunyai produksi *refined copper*. Sedang terdapat beberapa perusahaan yang mengolah *refined copper* menjadi produk siap pakai. Salah satunya adalah PAN-Internasional. Perusahaan spesialis pembuatan kawat dan kabel untuk industri telekomunikasi, komputer, internet dan multimedia di pasar global. Untuk memenuhi kebutuhan akan *refined copper* tersebut, pemerintah Malaysia mengimpor dari negara lain, salah satunya adalah Indonesia [8]. Selain itu terdapat beberapa industri lain yang menjadikan *refined copper* sebagai bahan baku, yaitu industri *wire rod*, *copper and alloy tubes*, *rod, bar and section RBS*, *flat rolled product*, dan *copper foil*. Berdasarkan publikasi dari *World Bureau of Metal Statistics*, diketahui bahwa selama sepuluh tahun terakhir sampai tahun 2013, konsumsi *refined copper* Malaysia mengalami fluktuatif meskipun tidak terlalu signifikan. Secara lengkap dapat dilihat pada Gambar 3

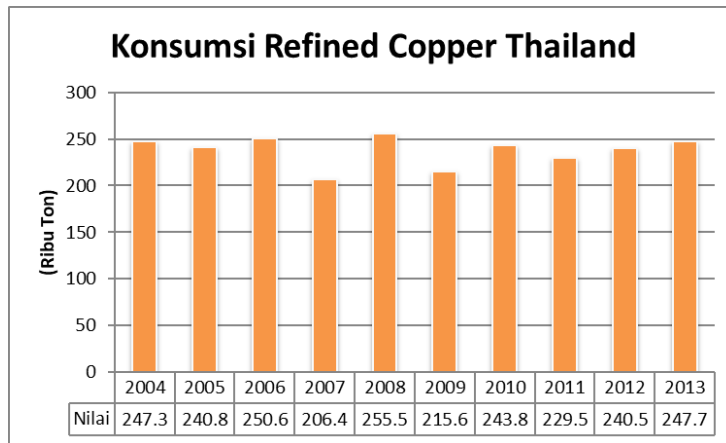


Gambar 3. Konsumsi *Refined Copper* Malaysia

3.3 Kebutuhan *Refined Copper* Thailand

Thailand adalah salah satu produsen semen, feldspar, gypsum dan logam timah yang terkemuka di dunia. Mineral-mineral tersebut diproduksi untuk konsumsi domestik dan ekspor. Thailand juga memiliki tambang emas, bijih besi, timbal, mangan, perak, tungsten, dan seng. Selain itu, Thailand juga mempunyai memproduksi berbagai mineral industri, seperti semen, lempung, garam, pasir, batu dan *refined copper* [9]. Konsumsi *refined copper* Thailand cukup tinggi diantara negara-negara lain di ASEAN. Sehingga meskipun mampu memproduksi sendiri *refined copper*, Thailand tetap melakukan

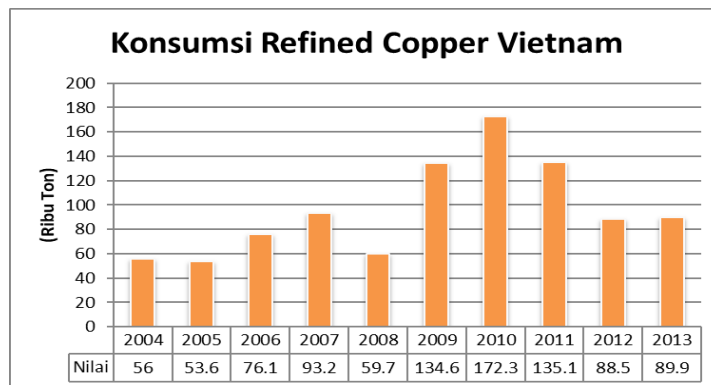
import dari berbagai negara, salah satunya adalah Indonesia. Kebutuhan *refined copper* Thailand secara lengkap dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Konsumsi *Refined Copper* Thailand

3.4 Kebutuhan *Refined Copper* Vietnam

Untuk komoditas tembaga, Vietnam memiliki beberapa perusahaan yang mengelolanya baik pada proses penambangan maupun pemurnian. Perusahaan Tang Loong Lao Cai Copper Smelting adalah satu perusahaan yang melakukan pemurnian tembaga menjadi tembaga katoda sejak tahun 2008. Selain tembaga katoda, perusahaan ini juga menghasilkan emas, perak, dan asam sulfat. Di Vietnam terdapat tiga industri yang menggunakan *refined copper* sebagai bahan baku, yaitu industri *copper wire rod*, *copper alloy tubes*, dan *rod, bar dan section RBS* [10]. Seperti dengan beberapa negara ASEAN lainnya, Vietnam juga masih melakukan impor untuk memenuhi kebutuhan *refined copper*, juga salah satunya dari Indonesia. Konsumsi *refined copper* Vietnam berdasarkan *World Bureau of Metal Statistics* secara lengkap dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 5. Konsumsi *Refined Copper* Vietnam

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Model dan Ekonometrika peramalan *refined copper* Malaysia

Variabel-variabel serta data historis yang digunakan dalam pemodelan dan peramalan konsumsi *refined copper* Malaysia ditunjukkan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Data Historis *Refined Copper* Malaysia

VARIABEL	GDPMY	CUPRC	ALPRC	PPLMY	CONSMY
Tahun	GDP Malaysia (USD)	Price Cu (USD/MT)	Price Al (USD/MT)	Population (Jiwa)	Konsumsi (Ton)
2004	124,749,736,842.11	2,865.88	1,715.54	25,332,026	185,700
2005	143,534,102,611.50	3,678.88	1,898.31	25,796,124	224,400
2006	162,690,965,596.21	6,722.13	2,569.90	26,263,048	224,400
2007	193,547,824,063.30	7,118.23	2,638.18	26,730,607	224,400

2008	230,813,597,937.53	6,955.88	2,572.79	27,197,419	224,400
2009	202,257,586,267.56	5,149.74	1,664.83	27,661,017	224,400
2010	255,016,609,232.87	7,534.78	2,173.12	28,119,500	196,800
2011	297,951,960,784.31	8,828.19	2,401.39	28,572,970	207,200
2012	314,442,825,692.83	7,962.35	2,023.28	29,021,940	189,000
2013	323,276,841,537.34	7,332.10	1,846.67	29,465,372	182,900
2014	338,068,990,803.26	6,863.40	1,867.42	29,901,997	193,975
2015	296,283,190,372.55	5,510.46	1,664.68	30,331,007	193,270

Variabel bebas terikat yang akan dibangun ini adalah konsumsi *refined copper*, sedangkan variabel-variabel bebasnya adalah *Gross Domestic Product* negara Malaysia, harga *refined copper*, harga substitusi dari *refined copper* yakni aluminium dan jumlah populasi Malaysia. Setelah di lakukan perbaikan pada data, didapatkan model baru dengan mentransformasi variabel yang mengalami multikolinearitas serta menambah variabel baru yakni konsumsi *refined copper* pada satu tahun sebelumnya yang dinotasikan dengan simbol CONS-1. Hasil estimasi regresi model konsumsi *refined copper* Malaysia adalah :

$$CONSMY = -4.2235891761 * CUPRC - 2.53320136378e-07 * DGDP + 0.937008693334 * DPPL + 26.8880490866 * ALPRC - 0.152781027349 * CONS_1 - 211224.701611.$$

4.2 Model dan Ekonometrika peramalan *refined copper* Vietnam

Variabel-variabel serta data historis yang digunakan dalam pemodelan dan peramalan konsumsi *refined copper* Vietnam ditunjukkan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Data Historis *Refined Copper* Vietnam

VARIABEL	GDPVTN	CUPRC	ALPRC	PPLVTN	CONSVTN
Tahun	USD	Price Cu (USD/MT)	Price Al (USD/MT)	Population	(Ton)
2004	49,424,107,709.89	2,865.88	1,715.54	81,436,400	56,000
2005	57,633,255,618.27	3,678.88	1,898.31	82,392,100	53,600
2006	66,371,664,817.04	6,722.13	2,569.90	83,311,200	76,100
2007	77,414,425,532.25	7,118.23	2,638.18	84,218,500	93,200
2008	99,130,304,099.13	6,955.88	2,572.79	85,118,700	59,700
2009	106,014,601,171.04	5,149.74	1,664.83	86,025,000	134,600
2010	115,931,749,697.24	7,534.78	2,173.12	86,932,500	172,300
2011	135,539,487,317.01	8,828.19	2,401.39	87,860,300	135,100
2012	155,820,001,920.49	7,962.35	2,023.28	88,809,200	88,500
2013	171,222,025,117.38	7,332.10	1,846.67	89,759,500	89,900
2014	186,204,652,922.26	6,863.40	1,867.42	90,728,900	124,080
2015	193,241,108,709.54	5,510.46	1,664.68	91,713,300	150,000

Variabel bebas terikat yang akan dibangun ini adalah konsumsi *refined copper*, sedangkan variabel-variabel bebasnya adalah *Gross Domestic Product* Vietnam, harga *refined copper*, harga substitusi dari *refined copper* yakni aluminium, dan jumlah populasi Vietnam. Setelah di lakukan perbaikan pada data, didapatkan model baru dengan melakukan transformasi variabel yang mengalami multikolinearitas serta menambah variabel baru yakni konsumsi *refined copper* pada satu tahun dan dua tahun sebelumnya yang dinotasikan dengan simbol CONS-1 dan CONS-2. Hasil estimasi regresi model konsumsi *refined copper* Vietnam adalah:

$$CONSVTN = 17.767413954 * CUPRC - 50.0117913461 * GDPK - 149.106832209 * ALPRC + 0.795787231895 * CONS_1 - 0.877551771802 * CONS_2 + 383930.729649$$

4.2 Model dan Ekonometrika peramalan *refined copper* Thailand

Variabel-variabel serta data historis yang digunakan dalam pemodelan dan peramalan konsumsi *refined copper* Thailand ditunjukkan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Data Historis *Refined Copper* Thailand

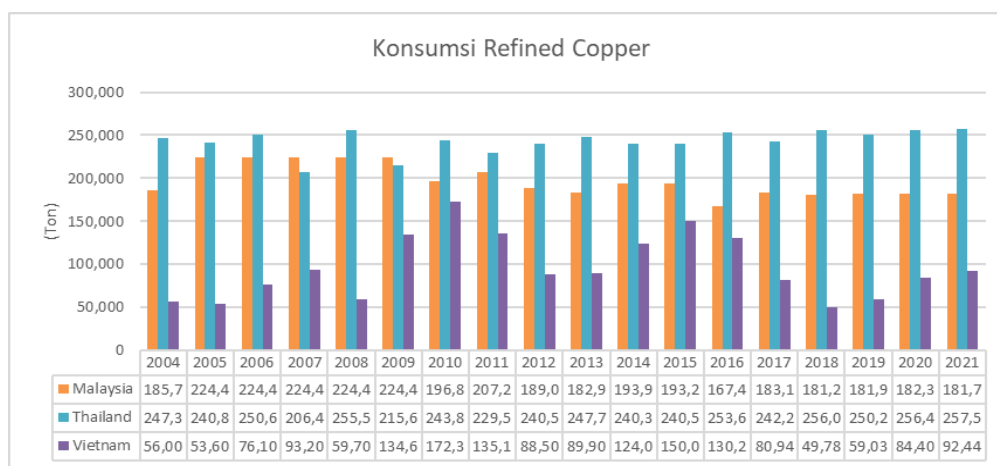
VARIABEL	GDPMY	CUPRC	ALPRC	PPLTH	CONSTH
Tahun	USD	Price Cu (USD/MT)	Price Al (USD/MT)	Population	(Ton)
2004	172,895,476,152.59	2,865.88	1,715.54	65,002,231	247300
2005	189,318,499,954.00	3,678.88	1,898.31	65,425,470	240800
2006	221,758,486,880.31	6,722.13	2,569.90	65,824,164	250600
2007	262,942,650,543.77	7,118.23	2,638.18	66,195,615	206400
2008	291,383,081,231.82	6,955.88	2,572.79	66,545,760	255500
2009	281,710,095,724.76	5,149.74	1,664.83	66,881,867	215600
2010	341,105,009,515.33	7,534.78	2,173.12	67,208,808	243800
2011	370,818,747,396.83	8,828.19	2,401.39	67,530,130	229500
2012	397,559,992,407.45	7,962.35	2,023.28	67,843,979	240500
2013	420,528,737,876.72	7,332.10	1,846.67	68,143,065	247700
2014	406,521,561,093.36	6,863.40	1,867.42	68,416,772	240300
2015	399,234,547,137.47	5,510.46	1,664.68	68,657,600	240500

Variabel bebas terikat yang akan dibangun ini adalah konsumsi *refined copper*, sedangkan variabel-variabel bebasnya adalah *Gross Domestic Product* negara Malaysian, harga *refined copper*, harga substitusi dari *refined copper* yakni aluminium dan jumlah populasi Thailand. Sebelum melakukan peramalan, terlebih dahulu dibentuk pemodelan konsumsi *refined copper* Thailand berdasarkan data historis dari tahun 2004 sampai dengan 2014. Persamaan regresi tersebut terlebih dahulu di uji agar asumsi Gauss Markov “BLUE” (*Best Linear Unbiased Estimator*) dapat dipenuhi sesuai dengan teori. Maka model ekonometrika untuk konsumsi *refined copper* Thailand adalah:

$$CONSTHA = -3.23094247576 * CUPRC + 1.8615249027e-07 * GDPHTA - 0.958834667537 * CONS_1 - 0.0892119347133 * CONS_2 + 0.185425309219 * CONS_3 + 396784.166173$$

4.4 Hasil Peramalan

Setelah model ekonometrika terbentuk dan nilai variabel bebas telah diketahui, selanjutnya adalah melakukan peramalan. Nilai dari variabel bebas yang digunakan dimasukkan dalam persamaan regresi masing-masing model konsumsi *refined copper* tiap negara. Model dibangun berdasarkan data aktual tahun 2004-2015 dan digunakan untuk meramalkan konsumsi dari tahun 2016-2021. Konsumsi *refined copper* Malaysia, Thailand dan Vietnam dari tahun 2004-2021 dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Hasil Peramalan Konsumsi *Refined Copper* Malaysia, Thailand dan Vietnam

5. Kesimpulan

- a. Kebutuhan *refined copper* di kawasan ASEAN cenderung naik dari tahun 2003-2021. Hal ini dapat menjadi tujuan pasar yang baik bagi Indonesia untuk memasarkan hasil produksi *refined copper* yang tidak terserap pada industri dalam negeri.
- b. Sampai tahun 2015, Indonesia menjadi produsen *refined copper* yang berdaya saing tinggi. Hal ini dapat dilihat bahwa produk Indonesia sesuai dengan kebutuhan industri di kawasan ASEAN berada pada pasar yang kebutuhannya tinggi. Keadaan ini dapat menjadi stimulus positif bagi Indonesia untuk terus menerapkan aturan nilai tambah berupa mendirikan smelter di Indonesia.

6. Referensi

- [1] Rodliyah, Iswatun., Saleh Nurhadi, “Teknologi Pengolahan Lumpur Anoda. Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral dan Batubara”, *Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara* Vol 10. No.3, 2012.
- [2] Intriligator, Michael dkk, “Econometric Models, Techniques and Application. Second Edition”, New Jersey USA. Printice-Hall, Inc, 1996.
- [3] Frisch, Ragnar, “*Econometrica, The Econometric Society*”, Vol. 63, No. 4 (Jul., 1995), pp. 755-765, 1933.
- [4] Tintner, Gerhard, “*Methodology of Mathematical Economics and Econometrics*”, The University of Chicago Press, Chicago, page 74, 1968.
- [5] Gujarati, Damodar, “*Ekonometri Dasar. Terjemahan: Sumarno Zain*”, Jakarta: Erlangga, 2003.
- [6] Gardner, E. S, “Exponential smoothing, the state of the art,” *Journal of forecasting*, 4, 3-14, 1985.
- [7] Makridakis, S. et al, “*The Accuracy of Extrapolation (Time Series) Methods : Results of a Forecasting Competition*,” 1988.
- [8] United States Geological Survey, “*Mineral Yearbook Malaysia 2013*”, 2015.
- [9] United States Geological Survey, “*Mineral Yearbook Thailand 2013*”, 2015.
- [10] United States Geological Survey, “*Mineral Yearbook Vietnam 2013*”, 2015.