

## BAB III

### LANDASAN TEORI

#### 3.1 Batubara

Batubara adalah salah satu bahan bakar fosil. Pengertian umum batubara adalah batuan sedimen yang dapat terbakar, terbentuk dari endapan organik, bahan utamanya adalah sisa-sisa tumbuhan dan terbentuk melalui proses pembatubaraan. Unsur-unsur utamanya terdiri dari karbon, hidrogen dan oksigen. Batubara juga adalah batuan organik yang memiliki sifat fisika dan kimia yang kompleks yang dapat ditemui dalam berbagai bentuk. Berdasarkan tingkat proses pembentukannya yang dikontrol oleh tekanan, panas dan waktu, batubara umumnya dibagi dalam lima kelas:

- **Antrasit** adalah kelas batubara tertinggi, dengan warna hitam berkilauan (*luster*) metalik, mengandung antara 86% - 98% unsur karbon (C) dengan kadar air kurang dari 8%.
- **Bituminus** mengandung 68 - 86% unsur karbon (C) dan berkadar air 8-10% dari beratnya. Kelas batubara yang paling banyak ditambang di Australia.
- **Sub-bituminus** mengandung sedikit karbon dan banyak air, dan oleh karenanya menjadi sumber panas yang kurang efisien dibandingkan dengan bituminus.
- **Lignit** atau batubara coklat adalah batubara yang sangat lunak yang mengandung air 35-75% dari beratnya.
- **Gambut**, berpori dan memiliki kadar air di atas 75% serta nilai kalori yang paling rendah.

Proses perubahan sisa-sisa tanaman menjadi gambut hingga batubara disebut dengan istilah pembatubaraan (*coalification*). Secara ringkas ada 2 tahap proses yang terjadi, yakni:

- **Tahap Diagenetik**, dimulai pada saat material tanaman terdeposisi hingga lignit terbentuk. Agen utama yang berperan dalam proses perubahan ini yaitu kadar air, tingkat oksidasi dan bakteri aerob/anaerob

yang dapat menyebabkan proses pembusukan (dekomposisi) dan kompaksi material organik serta membentuk gambut.

- **Tahap Malihan**, meliputi proses perubahan dari lignit menjadi bituminus dan akhirnya antrasit.

Di Indonesia, endapan batubara yang bernilai ekonomis terdapat di cekungan Tersier, yang terletak di bagian barat Pulau Sumatera dan Kalimantan, pada umumnya endapan batubara ekonomis tersebut dapat dikelompokkan sebagai batubara berumur Eosen atau sekitar Tersier Bawah, kira-kira 45 juta tahun yang lalu dan Miosen atau sekitar Tersier Atas, kira-kira 20 juta tahun yang lalu menurut skala waktu geologi. Batubara ini terbentuk dari endapan gambut pada iklim purba sekitar khatulistiwa yang mirip dengan kondisi kini. Beberapa di antaranya tergolong kubah gambut yang terbentuk di atas muka air tanah rata-rata pada iklim basah sepanjang tahun. Dengan kata lain, kubah gambut ini terbentuk pada kondisi di mana mineral-mineral anorganik yang terbawa air dapat masuk ke dalam sistem dan membentuk lapisan batubara yang berkadar abu dan sulfur rendah dan menebal secara lokal. Hal ini sangat umum dijumpai pada batubara Miosen. Sebaliknya, endapan batubara Eosen umumnya lebih tipis, berkadar abu dan sulfur tinggi. Kedua umur endapan batubara ini terbentuk pada lingkungan lakustrin, dataran pantai atau delta, mirip dengan daerah pembentukan gambut yang terjadi saat ini di daerah timur Sumatera dan sebagian besar Kalimantan.

Badan Geologi Nasional memperkirakan Indonesia masih memiliki sekitar 160 miliar ton cadangan batubara yang belum dieksplorasi. Cadangan tersebut sebagian besar berada di Kalimantan Timur dan Sumatera Selatan. Namun upaya eksplorasi batubara kerap terkendala status lahan tambang. Daerah-daerah tempat cadangan batubara sebagian besar berada di kawasan hutan konservasi. Rata-rata produksi pertambangan batubara di Indonesia mencapai 300 juta ton per tahun. Dari jumlah itu, sekitar 10% digunakan untuk kebutuhan energi dalam negeri, dan sisanya diekspor ke luar negeri.

Di Indonesia, batubara merupakan bahan bakar utama selain solar yang telah umum digunakan pada banyak industri, dari segi ekonomis batubara jauh lebih hemat dibandingkan solar, dengan perbandingan Solar Rp 0,74/kilokalori sedangkan batubara hanya Rp 0,09/kilokalori, (berdasarkan harga solar industri Rp. 6.200/liter). Dari segi kuantitas batubara termasuk cadangan energi fosil

terpenting bagi Indonesia. Jumlahnya sangat berlimpah, mencapai puluhan miliar ton. Jumlah ini sebenarnya cukup untuk memasok kebutuhan energi listrik hingga ratusan tahun ke depan. Sayangnya, Indonesia tidak mungkin membakar habis batubara dan mengubahnya menjadi energi listrik melalui PLTU.

### **3.1.1 Prospek Masa Depan Pertambangan Batubara Indonesia**

Pada era 2000-an batubara menghasilkan keuntungan besar untuk perusahaan. Kenaikan harga ini dipicu oleh pertumbuhan ekonomi di negara-negara berkembang seperti China dan India. Situasi yang menguntungkan ini berubah pada saat terjadi krisis keuangan global pada tahun 2008 ketika harga batubara menurun begitu cepat. Indonesia sangat terpengaruh faktor-faktor eksternal ini karena ekspor batubara dan minyak sawit berkontribusi sekitar 50% dari total ekspor Indonesia, sehingga membatasi pertumbuhan PDB tahun 2009 sampai 4,6%. Pada tahun 2009 sampai awal tahun 2011, harga batubara global mengalami peningkatan tajam. Tetapi penurunan aktivitas ekonomi global telah menurunkan permintaan batubara, sehingga menyebabkan penurunan tajam kembali harga batubara dari awal tahun 2011 sampai pertengahan 2016.

Selain lambatnya pertumbuhan ekonomi global, penurunan permintaan komoditas, ada pula faktor lain yang berperan. Pada era 2000-an yang menguntungkan, banyak perusahaan pertambangan baru yang didirikan di Indonesia sementara perusahaan-perusahaan tambang yang sudah ada meningkatkan investasi untuk memperbesar produksi mereka. Hal ini menyebabkan kelebihan suplai yang sangat besar dan diperburuk oleh para penambang batubara di tahun 2010-2013 untuk memproduksi dan menjual batubara sebanyak mungkin dalam rangka menghasilkan pendapatan dan keuntungan.

Pada tahun 2016 harga batubara melonjak naik kembali, sehingga memberikan angin segar ke industri pertambangan. Kenaikan harga ini dipengaruhi oleh pulihnya harga minyak mentah, meningkatnya permintaan batubara domestik di Indonesia dikarenakan kembalinya pembangkit listrik tenaga batubara, dan adanya juga kebijakan penambangan batubara China. Negara tersebut merupakan produsen dan konsumen batubara terbesar di dunia dan memutuskan untuk memangkas produksi batubara domestiknya. Alasan utamanya yaitu China ingin mendorong harga batubara ke level yang lebih tinggi pada tahun 2016 adalah tingginya rasio kredit bermasalah (*non-performing loans*,

atau NPLs) di sektor perbankan China. Rasio NPLnya meningkat menjadi 2,3% pada tahun 2015. Alasan utama yang menjelaskan kenaikan rasio NPL ini adalah perusahaan pertambangan batubara China yang mengalami kesulitan untuk membayar hutangnya kepada bank. Namun, mengingat aktivitas ekonomi global masih agak suram, arah harga batubara dalam jangka pendek hingga menengah sangat bergantung pada kebijakan batubara China.

Walaupun kesadaran global telah dibangun untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil, perkembangan sumber energi terbarukan tidak menunjukkan indikasi bahwa ketergantungan pada bahan bakar fosil akan menurun secara signifikan dalam waktu dekat, sehingga batubara akan terus menjadi sumber energi vital. Meskipun begitu teknologi batubara bersih dalam pertambangan batubara akan sangat diperlukan di masa mendatang dan Indonesia diharapkan akan terlibat secara aktif di dalam proses tersebut sebagai salah satu pelaku utama di sektor pertambangan batubara. Teknologi batubara bersih ini difokuskan untuk mengurangi emisi yang dihasilkan oleh pembangkit listrik bertenaga batubara namun teknologi ini belum berkembang cukup baik. Dilakukannya pengembangan inovasi-inovasi dalam pertambangan batubara, seperti pengembangan *coalbed methane* (CBM) yang potensinya banyak dimiliki oleh Indonesia, telah mulai mendapatkan perhatian belakangan ini.

Untuk memperoleh suplai dalam negeri, Kementerian Energi dan Sumberdaya Mineral Indonesia meminta para produsen batubara untuk mencadangkan jumlah produksi tertentu untuk konsumsi dalam negeri (*domestic market obligation*). Selain itu, pemerintah dapat merubah pajak ekspor untuk mengurangi ekspor batubara. Selama beberapa tahun terakhir Pemerintah menyatakan keinginan untuk meningkatkan konsumsi domestik batubara sehingga batubara mensuplai sekitar 30% dari pencampuran energi nasional pada tahun 2025.

### **3.2 Analisis Data Deret Waktu**

Pada dasarnya setiap nilai dari hasil pengamatan selalu dapat dikaitkan dengan waktu pengamatannya. Hanya pada saat analisisnya, kaitan variabel waktu dengan pengamatan tidak dipermasalahkan. Karena data deret waktu merupakan kumpulan data berdasarkan waktu, dan salah satu aspek pada data deret waktu adalah terlibatnya sebuah besaran yang dinamakan *autocorrelation*,

yang konsepnya sama dengan korelasi untuk data *bivariate* ataupun dalam analisis regresi biasa. Jika autokorelasi tidak signifikan maka analisis regresi yang harus dilakukan adalah analisis regresi sederhana biasa, yaitu analisis regresi data atas waktu. Sedangkan jika signifikan harus dilakukan analisis regresi data deret waktu, yaitu analisis regresi antar nilai pengamatan. Segi lain dalam data deret waktu adalah kestasioneran data yang diklasifikasikan atas stasioner kuat (stasioner orde pertama) dan stasioner lemah (stasioner orde dua), dan kestasioner ini merupakan kondisi yang diperlukan dalam analisis data deret waktu, karena akan memperkecil kekeliruan baku.

Data deret waktu dalam bidang keuangan, khususnya data return memiliki kecenderungan untuk memiliki karakter tertentu, hal ini dikenal dengan istilah *stylized fact*. Menurut Sewell (2011), *stylized fact* merupakan sebuah istilah yang biasa digunakan di bidang ekonomi yang mengacu kepada bukti empiris bahwa terdapat konsistensi yang sama pada bidang tertentu sehingga diterima sebagai kebenaran. Beberapa *stylized fact* yang terdapat pada data deret waktu diantaranya adalah, akar unit (*unit root*), heteroskedastisitas, penggugusan volatilitas (*volatility clustering*), dan distribusi probabilitas bersifat *fat tails* relatif terhadap distribusi normal.

Dalam time series terdapat empat macam tipe pola data, yaitu:

1. Horizontal, ketika data observasi berubah-ubah di sekitar tingkatan atau rata-rata yang konstan. Sebagai contoh penjualan tiap bulan suatu produk tidak meningkat atau menurun secara konsisten pada suatu waktu.
2. Musiman, ketika observasi dipengaruhi oleh musiman, yang ditandai dengan adanya pola perubahan yang berulang secara otomatis dari 10 tahun ke tahun. Sebagai contoh adalah pola data pembelian buku baru pada tahun ajaran baru.
3. *Trend*, ketika observasi naik atau menurun pada perluasan periode suatu waktu. Sebagai contoh adalah data populasi.
4. *Cyclical* ditandai dengan adanya fluktuasi bergelombang data yang terjadi di sekitar garis trend. Sebagai contoh adalah data-data pada kegiatan ekonomi dan bisnis.

### 3.3 Sinusoidal

Gelombang sinus atau sinusoidal adalah fungsi matematika yang berbentuk osilasi halus berulang. Fungsi ini sering muncul dalam ilmu matematika, fisika, pengolahan sinyal, dan teknik listrik, dan berbagai bidang lain. Bentuk paling sederhana dari fungsi ini terhadap waktu adalah:

$$y(t) = A \cdot \sin(\Omega t + \Phi) \dots \dots \dots (3.1)$$

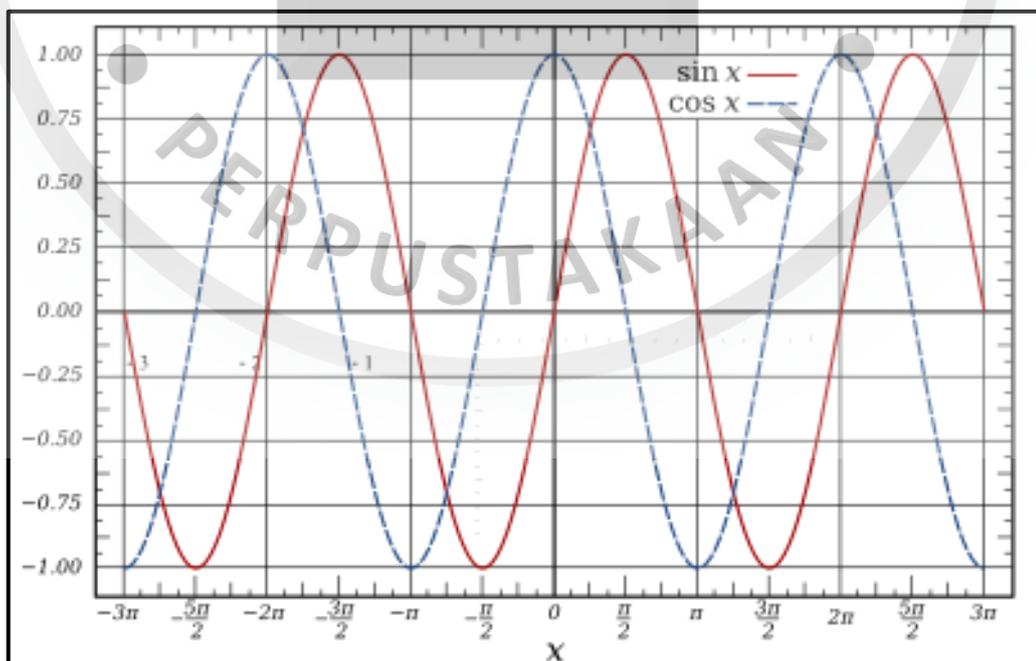
dimana,

A = amplitudo, adalah puncak simpangan fungsi dari posisi tengahnya,

$\Omega$  = frekuensi sudut, menunjukkan berapa banyak gerak bolak-balik yang terjadi dalam satu satuan waktu, dalam radian per detik,

$\Phi$  = fase, menunjukkan di mana posisi awal gerakan ketika  $t=0$ ,

Jika fase tidak bernilai nol, seluruh gelombang akan tampak bergeser menurut sumbu X (sumbu waktu) sebesar  $\phi/\omega$  detik. Nilai negatif pada fase menunjukkan jeda, sedang nilai positif menunjukkan gelombang "berangkat lebih awal". Gelombang sinus sangat penting dalam bidang fisika karena gelombang ini mempertahankan bentuknya ketika ditambahkan kepada gelombang sinus berfrekuensi sama yang lain walaupun fasenya berbeda. Gelombang ini merupakan satu-satunya fungsi periodik yang memiliki sifat ini. Sifat ini menjadikan gelombang ini bagian penting dalam Analisis Fourier



Sumber : Wikipedia

**Gambar 3.1**  
**Gelombang Sinus dan Kosinus**

Secara umum, fungsi ini dapat memiliki :

- Dimensi ruang,  $x$  (posisi), dengan frekuensi  $k$  (juga disebut nomor gelombang)
- Titik tengah amplitudo tidak bernilai nol,  $D$  (disebut bias DC)

dengan rumus:

$$y(x,t) = A \cdot \sin(kx + \Omega t - \Phi) + D \dots\dots\dots(3.2)$$

Nomor gelombang bergantung pada frekuensi sudut dengan rumus:

$$K = \omega/c = 2\pi f/c = 2\pi/\lambda \dots\dots\dots(3.3)$$

Dimana  $\lambda$  adalah panjang gelombang,  $f$  adalah frekuensi, dan  $c$  adalah kecepatan fase. Persamaan ini menggambarkan gelombang sinus dalam satu dimensi, yaitu persamaan di atas menggambarkan amplitudo gelombang pada posisi  $x$  ketika waktu  $t$  dalam satu garis saja. Contohnya gelombang pada seutas tali yang digoyang-goyangkan. Untuk gelombang yang lebih rumit, seperti gelombang air yang terbentuk dari batu yang dilempar kedalam kolam, maka diperlukan rumus yang lebih rumit pula.

### 3.5 Uji Normalitas

Dalam prediksi harga batubara diperlukannya pengujian normalitas agar data yang digunakan valid dan hasil yang didapatkan sesuai dengan keinginan. Ada beberapa pengujian normalitas yaitu :

#### 3.5.1 *Kolmogorov Smirnov*

Konsep dasar dari uji normalitas Kolmogorov Smirnov adalah dengan membandingkan distribusi data (yang akan diuji normalitasnya) dengan distribusi normal baku. Distribusi normal baku adalah data yang telah ditransformasikan ke dalam bentuk Z-Score dan diasumsikan normal. Jadi sebenarnya uji Kolmogorov Smirnov adalah uji beda antara data yang diuji normalitasnya dengan data normal baku. Seperti pada uji beda biasa, jika signifikansi di bawah 0,05 berarti terdapat perbedaan yang signifikan, dan jika signifikansi di atas 0,05 maka tidak terjadi perbedaan yang signifikan. Penerapan pada uji Kolmogorov Smirnov adalah bahwa jika signifikansi di bawah 0,05 berarti data yang akan diuji mempunyai perbedaan yang signifikan dengan data normal baku, berarti data tersebut tidak normal.

Lebih lanjut, jika signifikansi di atas 0,05 maka berarti tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara data yang akan diuji dengan data normal baku.

Jika kesimpulan memberikan hasil yang tidak normal, maka tidak bisa menentukan transformasi seperti apa yang harus digunakan untuk normalisasi. Jika tidak normal, gunakan plot grafik untuk melihat melenceng ke kanan atau ke kiri, atau menggunakan Skewness dan Kurtosis sehingga dapat ditentukan transformasi seperti apa yang paling tepat dipergunakan.

### 3.5.2 Jarque-Bera

Uji Jarque Bera adalah salah satu uji normalitas *jenis goodness of fit test* yang mana mengukur apakah skewness dan kurtosis sampel sesuai dengan distribusi normal. Uji ini didasarkan pada kenyataan bahwa nilai skewness dan kurtosis dari distribusi normal sama dengan nol. Oleh karena itu, nilai absolut dari parameter ini bisa menjadi ukuran penyimpangan distribusi dari normal. Uji ini dinamai berdasarkan penemunya yaitu Carlos Jarque dan Anil K. Bera. Statistik pengujian selalu tidak negatif. Jika jauh dari nol, itu menandakan data tidak memiliki distribusi normal.

$$JB = \frac{n}{6} \times \left( S^2 + \frac{(K-3)^2}{4} \right) \dots\dots\dots (3.4)$$

Dimana :

JB : Jarque Bera

n : Jumlah sample.

### 3.6 Penelitian Terdahulu

Dalam peramalan (*forecasting*) harga ada beberapa penelitian terdahulu contohnya adalah :

1. Bahtera (2013), Bahtera meneliti dengan judul “Peramalan Harga Batubara Tahun 2013-2015 Dengan Metode ARIMA dan VAR” dari hasil penelitiannya didapatkan nilai peramalan harga batubara perkuartal untuk tahun 2013-2015.
2. Akbar (2018), Akbar meneliti dengan judul “Studi Tentang Peramalan Harga Batubara (Thermal) Indonesia Tahun 2017-2019 Menggunakan Metode ARIMA dan VAR”, dari hasil penelitiannya pada metode ARIMA peramalan cenderung konstan setiap tahunnya sedangkan metode VAR menghasilkan peramalan yang fluktuatif tetapi relative tetap stabil.
3. Adinda (2017), Adinda meneliti dengan judul “Pemodelan Harga Batubara Acuan di Indonesia Dengan Metode *Generalized Autoregressive*

*Conditional Heteroscedasticity (GARCH)*”, dari hasil penelitiannya didapatkan bahwa kuadrat residual dari model ARIMA tidak homogen sehingga digunakan pemodelan GARCH untuk memenuhi asumsi residual *white noise*, berdistribusi normal, dan memiliki nilai MSE terkecil. Didapatkan hasil peramalan batubara selama 10 bulan ke depan.

