

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Energi dewasa ini telah menjadi suatu komponen penting di dalam kehidupan manusia, dengan energi manusia dapat memenuhi kebutuhan hidup (Septiawan, 2017). Sebagian besar sumber daya energi yang sering digunakan berasal dari sektor pertambangan dimana sektor tersebut merupakan salah satu industri dengan pertumbuhan tercepat di dunia. Industri pertambangan memiliki peranan penting dalam perekonomian dunia terutama dengan memberikan kontribusi yang besar terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) pada suatu negara. Salah satu bahan tambang yang menjadi komoditi unggulan dalam industri pertambangan yaitu batu bara.

Batu bara merupakan salah satu sumber energi yang dibutuhkan dunia saat ini. Menurut *World Coal Institute* (2005), batu bara digunakan sebagai pembangkit listrik untuk menghasilkan listrik hampir 40% di seluruh dunia. Peranan batu bara sangat penting dalam kehidupan manusia, tidak hanya sebagai sumber energi pembangkit listrik tetapi juga sebagai bahan baku untuk produksi baja dan semen. Oleh karena itu, negara-negara di dunia berusaha untuk memenuhi kebutuhan batu bara agar industri di negerinya terus berjalan.

Industri batu bara adalah suatu industri dimana batu bara ditambang secara komersial lebih di 50 negara dan digunakan di lebih dari 70 negara (Anindita dan Syaputra, 2017). Batu bara sebagai sumber bahan bakar diramalkan akan terus berlanjut, karena manfaat batu bara yang tidak terbatas sebagai pembangkit energi listrik saja, namun dalam kegiatan industri lainnya. Menurut World Bank (2009) dalam Septiawan (2017) memproyeksikan produksi batu bara hingga tahun 2030 mencapai 7 Milyar ton dengan China sebagai produsen terbesar yang memasok setengah kebutuhan batu bara dunia. Negara-negara sebagai produsen batu bara terbesar yaitu China, Amerika Serikat, Australia, India, dan Indonesia. Sementara itu, beberapa negara dengan konsumsi batu bara terbesar di dunia pada tahun 2021 adalah China sebesar 86.17 eksajoule, India sebesar 20.09 eksajoule, Amerika Serikat sebesar 10.57 eksajoule, Afrika Selatan sebesar 3.53 eksajoule, dan Rusia sebesar 3.41 eksajoule (BP, 2022).

Harga batu bara dunia menjadi acuan bagi setiap negara yang menjadi produsen sehingga dapat menentukan harga jual batu bara sesuai dengan kadar kalorinya. Selain itu, harga batu bara dunia diharapkan dapat mencerminkan harga pasar internasional yang berlaku saat ini. Harga batu bara mencapai titik puncak pada akhir tahun 2010 hingga awal tahun 2011, dikarenakan permintaan batu bara di dunia meningkat sehingga harga batu bara juga meningkat pada tahun tersebut. Semakin tinggi harga batu bara maka produsen batu bara juga meningkatkan produksinya untuk diperdagangkan di pasar internasional. Oleh karena itu, banyaknya pasokan dari berbagai negara membuat ketersediaan batu bara dunia meningkat tajam hingga membuat harga menurun sedikit demi sedikit

pada kuartal kedua tahun 2011 hingga sekarang (Reserve Bank of Australia, 2013).



Sumber: [www.investing.com](http://www.investing.com)

**Gambar 1.1. Harga Batu Bara Dunia Bulan Januari 2020 – November 2021**

Pada gambar 1.1 merupakan gambaran harga batu bara dunia dalam 2 tahun terakhir. Menurut data dari [investing.com](http://investing.com) menunjukkan bahwa pergerakan harga batu bara dunia mengalami fluktuasi selama periode bulan Januari 2020 sampai dengan November 2021. Rata-rata harga batu bara dunia sepanjang tahun 2020 sebesar US\$ 60 per metrik ton. Selama 2 tahun terakhir, tercatat harga batu bara terendah terjadi pada bulan September 2020 sebesar US\$ 48.5 per metrik ton karena dampak pandemi Covid-19 yang menyebabkan permintaan batu bara rendah, sedangkan harga batu bara tertinggi terjadi pada bulan Oktober 2021 mencapai US\$ 269.5 per metrik ton yang disebabkan oleh pemulihan perekonomian di China sehingga meningkatkan permintaan batu bara yang melampaui kapasitas pasokan batu bara domestik. Oleh karena itu, permintaan (*demand*) lebih besar dibandingkan penawaran (*supply*).

Pergerakan harga batu bara dunia yang tidak menentu dan cenderung dinamis karena mengalami perubahan yang signifikan disebabkan oleh beberapa faktor, seperti terjadinya fluktuasi pada nilai ekspor mengakibatkan pola pergerakannya sulit untuk ditentukan. Sebelum melakukan proses transaksi jual beli batu bara, setiap negara harus menyusun anggaran pengeluaran yang disesuaikan dengan pemasukan negara saat ini. Oleh karena itu, peramalan harga batu bara dunia perlu dilakukan sebagai aspek utama dalam proses penyusunan anggaran tersebut. Menurut Kusumah et al. (2015), peramalan harga batu bara penting dilakukan baik oleh negara produksi tambang maupun negara pengguna barang tambang serta investor guna mengetahui *trend* harga sebagai alat bantu untuk melakukan perencanaan tambang dalam jangka waktu panjang.

Peramalan dapat dilakukan dengan cara memperkirakan suatu kondisi yang akan berlangsung di masa depan berdasarkan data historis menggunakan teknik analisis *time series*. Teknik ini menggunakan data runtun waktu (*time series*) yang akan digunakan untuk pembuatan model dan dijadikan sebagai dasar peramalan. Menurut Ishak dan Pratiwi (2020), data *time series* atau runtun waktu merupakan sebuah rangkaian pengamatan yang didasarkan pada urutan waktu yang terjadi dalam periode waktu tertentu. Periode waktu yang dapat digunakan adalah hari, minggu, bulan, kuartal, tahun, atau dalam rentang yang sama. Secara umum, pola data *time series* adalah horizontal, musiman, siklis, dan *trend*.

Data harga batu bara merupakan data runtun waktu (*time series*) karena tersusun berdasarkan urutan waktu yang terjadi dalam periode waktu tertentu

sehingga dapat dimodelkan dengan menggunakan metode analisis *time series*. Beberapa penelitian tentang peramalan harga batu bara pernah dilakukan oleh Bonita et al. (2018) dengan menggunakan metode *Support Vector Regression* (SVR). Pada penelitian tersebut, permasalahan batu bara diselesaikan menggunakan dua kernel dengan mendapatkan rata-rata nilai MAPE sebesar 9.64% untuk kernel Gaussian RBF dan 8.38% untuk kernel ANOVA. Hasil peramalan dari kedua kernel tidak memiliki perbedaan yang cukup besar, tetapi kernel ANOVA memberikan performa yang lebih baik pada kasus harga batu bara. Penelitian lainnya pernah dilakukan oleh Almas et al. (2018) tentang peramalan harga batu bara dengan menggunakan metode *Backpropagation*. Berdasarkan hasil pengujian, didapatkan rata-rata nilai MSE terendah sebesar 0.00205284 dengan kombinasi 10 *input neuron*, 10 *hidden neuron*, 1 *output neuron*, *learning rate* sebesar 0.1, dan jumlah iterasi sebesar 500.

Terdapat beberapa metode dengan menggunakan data runtun waktu, yaitu jaringan syaraf tiruan, ARIMA, regresi linier, dan sebagainya. Metode jaringan syaraf tiruan dapat memberikan hasil yang lebih valid dan akurat dibandingkan dengan metode regresi linier (Szoplik, 2015). Selain itu, metode jaringan syaraf tiruan juga memiliki beberapa macam metode yaitu *Backpropagation*, *Extreme Learning Machine* (ELM), *Learning Vector Quantization* (LVQ), dan *Support Vector Machine* (SVM). Salah satu metode jaringan syaraf tiruan yang memiliki *learning speed* yang cepat dan tingkat kesalahan yang rendah adalah *Extreme Learning Machine* (ELM).

*Extreme Learning Machine* (ELM) merupakan pengembangan dari metode jaringan syaraf tiruan. Selain itu, ELM biasa dikenal dengan sebutan *Single Hidden Layer Feed Forward Neural Networks* (SLFNs) karena termasuk ke dalam jaringan syaraf tiruan *feedforward* dengan satu lapisan tersembunyi (*hidden layer*). Penelitian tentang ELM pernah dilakukan oleh Alfiyatin et al. (2019) dengan membandingkan antara metode ELM dengan Backpropagation untuk meramalkan inflasi di Indonesia. Hasil yang didapatkan adalah nilai kesalahan metode ELM sebesar 0.0202008 lebih kecil dibandingkan dengan metode Backpropagation sebesar 1.16035821. Hal ini membuktikan bahwa metode ELM lebih baik digunakan untuk peramalan. Penelitian lainnya tentang metode ELM dilakukan oleh Nurdiansyah et al. (2019) yaitu tentang peramalan Bitcoin. Pada penelitian ini, ELM memiliki kekurangan dalam hal pemilihan bobot masukan dan bias yang dilakukan secara acak menyebabkan hasil yang diperoleh menjadi kurang optimal. Oleh karena itu, kekurangan tersebut dapat diatasi dengan bantuan dari metode optimasi *Artificial Bee Colony* (ABC) yang digunakan untuk menghasilkan bobot masukan dan bias paling optimal pada metode ELM. Pemilihan metode ABC dikarenakan memiliki struktur yang sederhana dan fleksibel. *Artificial Bee Colony* mempunyai kelebihan dari metode metaheuristik lain seperti *Particle Swarm Optimization* yaitu penggunaan parameter kontrol yang lebih sedikit (Karaboga dan Akay, 2009).

Seiring berkembangnya optimasi, algoritma ABC memiliki bentuk modifikasi baru yang biasa disebut *Modified Artificial Bee Colony*. Modifikasi algoritma ABC dapat memberikan performa konvergensi yang lebih baik jika

dibandingkan dengan algoritma ABC biasa (Shahrudin dan Mahmuddin, 2014). Selain itu, *Modified Artificial Bee Colony* juga merupakan metode optimasi sebagai bentuk perbaikan dari tingkat konvergensi pada algoritma PSO. Penelitian terkait tentang *Artificial Neural Network* dengan optimasi *Modified Artificial Bee Colony* telah dilakukan oleh Ilmawan et al. (2020) untuk meramalkan harga Bitcoin terhadap rupiah. Berdasarkan hasil pengujian, menunjukkan bahwa hasil peramalan memberikan akurasi yang baik dengan nilai MAPE di bawah 10% yaitu sebesar 2.66%. Hal ini ditunjukkan dengan hasil prediksi yang dekat dengan data aktualnya.

Berdasarkan uraian di atas, hingga saat ini belum ada penelitian yang menganalisis secara spesifik harga batu bara dunia menggunakan metode ELM dengan penambahan optimasi MABC yang digunakan dalam hal inisialisasi bobot masukan dan bias paling optimal pada metode ELM. Oleh karena itu, peneliti akan memodelkan metode *Extreme Learning Machine* dengan optimasi *Modified Artificial Bee Colony* untuk meramalkan harga batu bara dunia.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, dapat dirumuskan beberapa permasalahan dalam penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana penerapan model *Extreme Learning Machine* (ELM) dengan optimasi *Modified Artificial Bee Colony* untuk meramalkan harga batu bara dunia?

2. Bagaimana tingkat akurasi pada model *Extreme Learning Machine* (ELM) dengan optimasi *Modified Artificial Bee Colony* untuk meramalkan harga batu bara dunia?
3. Bagaimana hasil peramalan menggunakan metode *Extreme Learning Machine* (ELM) dengan optimasi *Modified Artificial Bee Colony* untuk meramalkan harga batu bara dunia?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang disebutkan sebelumnya, tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini yaitu:

1. Penerapan model *Extreme Learning Machine* dengan optimasi *Modified Artificial Bee* untuk meramalkan harga batu bara dunia.
2. Mendapatkan tingkat akurasi pada model *Extreme Learning Machine* (ELM) dengan optimasi *Modified Artificial Bee Colony* untuk meramalkan harga batu bara dunia.
3. Mendapatkan hasil peramalan menggunakan metode *Extreme Learning Machine* (ELM) dengan optimasi *Modified Artificial Bee Colony* untuk meramalkan harga batu bara dunia.



#### 1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini yaitu:

##### 1. Manfaat Teoritis

Membantu perkembangan ilmu pengetahuan mengenai metode peramalan, *Extreme Learning Machine* (ELM) dengan optimasi *Modified Artificial Bee Colony* sehingga dapat digunakan sebagai bahan bacaan dan referensi bagi pembaca dalam melakukan peramalan.

##### 2. Manfaat Praktis

- a. Bagi peneliti, dapat mengembangkan metode peramalan sesuai dengan materi yang telah dipelajari serta mampu menerapkan metode *Extreme Learning Machine* (ELM) dengan optimasi *Modified Artificial Bee Colony* dalam meramalkan harga batu bara dunia.
- b. Bagi pihak terkait diantaranya pemerintah, investor, perusahaan, dan masyarakat yaitu dapat membantu meramalkan harga batu bara dunia pada periode satu tahun ke depan sehingga memudahkan pemerintah dan pihak terkait lainnya dalam mengambil kebijakan serta langkah yang tepat terkait harga batu bara di sektor pertambangan.

#### 1.5 Batasan Masalah

Penelitian ini difokuskan pada data harian harga penutupan bara dunia (*Newcastle Coal Future*) pada periode 4 Januari 2016 sampai dengan 31 Desember

2021. Peramalan yang akan dilakukan yaitu 21 periode ke depan. Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Extreme Learning Machine* (ELM) dengan optimasi *Modified Artificial Bee Colony*. Fungsi aktivasi yang digunakan yaitu sigmoid biner. *Input neuron* ditentukan berdasarkan hari aktif terjadinya harga batu bara dalam seminggu sebanyak 5. Tingkat akurasi hasil peramalan didapat dengan menghitung nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Pembagian data terdiri dari 80% data latih (*training*) dan 20% data uji (*testing*) dengan proses pengolahan data menggunakan *software* R Studio.

