

Pengendalian Mutu Batubara Dengan Teknik Distribusi Normal

Wisnaningsih¹, M B Pradana¹, K M A Fatah¹

¹Program Studi Teknik Mesin, Universitas Sang Bumi Ruwa Jurai
Jl. Imam Bonjol No. 468, Bandar Lampung 35118
Email : wisnaningsih1968@gmail.com

Abstrak

Batubara merupakan bahan bakar fosil utama yang dimanfaatkan di dunia untuk pembangkit listrik, industri baja, semen dan kimia. Batubara jenis thermal coal paling banyak digunakan pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU). Batubara yang dipasok ke PLTU memiliki spesifikasi tertentu yang sesuai dengan spesifikasi boiler, pemilihan batubara yang tidak tepat akan menimbulkan masalah pada boiler, seperti: slagging, fouling, korosi, tabung bocor. Pemasok batubara bagi PLTU harus melakukan pengendalian mutu untuk meminimalkan risiko penalti berupa penyesuaian harga dan risiko penolakan. Dari hasil pengolahan data dengan teknik distribusi normal, mutu batubara existing termasuk spesifikasi medium calorific value ditinjau dari parameter Gross Calorific Value (GCV), Total Moisture (TM), dan Volatile Matter (VM). Ditinjau dari parameter GCV, batubara existing termasuk batubara bituminus yang sesuai dengan kebutuhan PLTU. Dengan asumsi harga dasar \$308/ton, penyesuaian harga akibat nilai GCV diperoleh 68.92% seharga \$224.106/ton, 30.84% seharga \$263.081/ton, dan 0.01% seharga \$282.569/ton.

Kata kunci: Analisis Proksima, Analisis Ultima, Boiler, PLTU, Histogram

PENDAHULUAN

Batubara merupakan bahan bakar fosil utama yang paling banyak dimanfaatkan di dunia untuk pembangkit listrik, industri baja, semen dan kimia (Guan, 2017). Di dalam pemanfaatannya, batubara dapat dibagi menjadi thermal coal dan coking coal. Tercatat pada tahun 2017, secara global, produksi thermal coal mencapai 5677.9 juta dan coking coal mencapai 1039,9 juta ton, dan 40% dari produksi thermal coal dikonsumsi oleh power plant (Di Gianfrancesco, 2017) seperti Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU). Batubara tetap masih menjadi sumber energi utama bagi pembangkit listrik karena lebih murah dibandingkan dengan bahan bakar minyak atau gas (Salmi dkk., 2020), meskipun pemanfaatan batubara sebagai sumber dari polusi udara (Guan, 2017).

Batubara yang digunakan pada PLTU memiliki spesifikasi tertentu yang sesuai dengan spesifikasi boiler. Pada boiler, batubara dibakar untuk memanaskan air hingga menjadi uap, pemilihan batubara yang tidak tepat akan menimbulkan masalah pada boiler, seperti: slagging, fouling, korosi, tabung bocor (Salmi dkk., 2020). Pemakaian batubara jenis lignit dengan kandungan ash yang tinggi, menimbulkan korosi pada steam tube (Dai dkk., 2020) dan menurunkan efisiensi boiler (Bureska-Joleska, 2017). Pemakaian batubara dengan kadar air relatif tinggi menyebabkan penurunan efisiensi panas (Salmi dkk., 2020)

PLTU mendapatkan batubara dari pemasok

dengan kondisi dan term yang dituangkan dalam kontrak. Kondisi dan term dari kontrak batubara sangat berbeda-beda, tetapi pada umumnya kontrak antara lain menspesifikasikan tonase batubara yang akan dijual, periode kontrak, kecepatan pengiriman, cara pengangkutan, harga batubara, dan mutu batubara yang dikirimkan.

Salah satu hal penting yang harus dicermati pemasok adalah terkait dengan mutu batubara. Pengiriman batubara dengan mutu yang tidak sesuai dengan spesifikasi yang tertulis dalam kontrak, dapat terkena penalti atau bahkan penolakan. Penalti dapat berupa penyesuaian harga.

Untuk meyakinkan bahwa mutu batubara memenuhi persyaratan yang tertuang dalam kontrak, pemasok harus melakukan kegiatan pengendalian mutu dengan mengoperasikan laboratorium untuk menganalisis beberapa parameter yang terkait dengan mutu batubara, diantaranya adalah analisis proksimat untuk mendapatkan data Moisture, Ash, Volatile Matter, Fix Carbon dan analisis ultimat untuk mendapatkan data sulphur, serta analisis untuk mendapatkan data calorific value (Zhu, 2010).

Pemasok batubara umumnya mendapatkan batubara dari beberapa lokasi penambangan, sehingga memungkinkan batubara yang didapat tidak homogen. Batubara yang diperoleh dari satu lokasi yang sama, dapat saja tidak homogen, apalagi didapat dari lokasi penambangan yang berbeda. Penting bagi pemasok untuk mengetahui kondisi batubara yang didapat (existing) dengan mengolah data hasil analisis proksimat, analisis ultimat dan analisis calorific value. Dengan mengetahui kondisi batubara existing,

perbaikan mutu dapat dilakukan, misalnya dengan cara blending (Xi-jin, Ming dan Jia-wei, 2009).

Di dalam menghadapi risiko penurunan harga penjualan batubara, penelitian ini ditujukan untuk mengolah data sehingga diketahui kondisi batubara existing yang dikaitkan dengan spesifikasi dan tipe batubara menurut standar American Society for Testing and Materials . Selain itu, penelitian ini ditujukan untuk memprediksi harga penjualan batubara, khususnya terkait dengan parameter Gross Calorific Value (GCV), karena parameter GCV adalah parameter utama untuk jenis thermal coal.

METODOLOGI

Penelitian dilakukan pada perusahaan pemasok batubara yang berlokasi di Lampung, menggunakan rancangan non-eksperimen, karena data tidak diperoleh dari pengamatan langsung, melainkan dilakukan dengan cara pengambilan data yang sudah tersedia. Data diperoleh dari hasil analisis proksimat dan hasil analisis calorific value pada rentang waktu analisis Januari sampai Februari 2022 terhadap 80 sampel, terdiri dari data parameter total moisture, parameter ash, parameter volatile metter, dan parameter Gross Calorific Value (GCV).

Tahap pertama adalah mengolah data yang tersedia dan menyajikannya dalam bentuk Histogram dengan menggunakan program Minitab. Tahap kedua adalah uji normalitas data dengan metode kolmogorov smirnov (KS) (Godina dkk., 2018) [15]. Tahap ketiga adalah memprediksi nilai hasil penjualan dengan menggunakan teknik distribusi normal. Distribusi normal digambarkan sebagai kurva yang berbentuk lonceng yang simetris, dengan batas kiri -3σ atau -6σ dan batas kanan $+3\sigma$ atau $+6\sigma$ (Dai dkk., 2018), seperti yang terlihat pada Gambar 1.

Banyak penelitian yang menggunakan teknik distribusi normal di dalam memprediksi. (Zhang dan Yang, 2019)[9] menggunakan distribusi normal untuk memprediksi probabilitas nilai kekuatan dan ketangguhan keramik, untuk memprediksi keretakan keramik yang dikaitkan dengan ukuran butir (Zhang dkk., 2018), memprediksi keretakan beton yang dikaitkan dengan ukuran maksimal agregat (Guan dkk., 2019), menganalisa untuk memprediksi kehandalan beton terhadap beban puncak (Gui dkk, 2020).

Pada tahap ketiga ini, pertama-tama mutu batubara diklasifikasikan berdasarkan spesifikasi dari standar ASTM, seperti yang terlihat pada Tabel 2. Data parameter mutu batubara yang telah disajikan dalam bentuk histogram dideskripsikan, di mana parameter existing dibandingkan dengan standar ASTM. Selanjutnya, ditentukan nilai probabilitas masing-masing parameter menurut spesifikasi standar ASTM dengan menggunakan teknik distribusi normal.

Khusus untuk parameter Gross Calorific Value (GCV), hasil pengolahan data akan dibandingkan dengan tipe batubara menurut standar ASTM, seperti terlihat pada Tabel 1.

Penyesuaian harga dihitung berdasarkan mutu batubara yang diterima PLTU. Berdasarkan contoh kontrak antara PT. PLN Batubara dan pemasok, perhitungan penyesuaian harga terkait dengan nilai kalori adalah sebagai berikut:

$$PK = HA \left[1 + \frac{(K - GCV)}{GCV} \right] \tag{1}$$

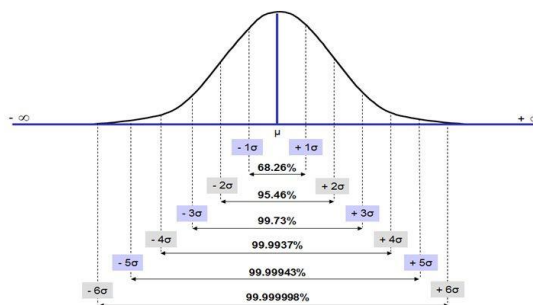
- PK = Harga batubara hasil penyesuaian nilai kalori (Rp/ton)
- HA = Harga dasar batubara
- K = Nilai kalor hasil pemeriksaan
- GCV = Nilai spesifikasi kalor batubara

Tabel 1. Spesifikasi batubara menurut ASTM

Type	Calorific value (MJ/kg)
Lignite	5.5 – 14.3
Subbituminous	8.3 - 25
Subbituminous	18.8 – 29.3
Anthracite	30

Tabel 2. Spesifikasi batubara menurut ASTM

Parameter	Low Calorific value	Medium Calorific value	High Calorific value
Gross Calorific Value (ar)	4.200 cal/g	5.000 cal/g	5.800 cal/g
Total moisture (ar)	36%	26%	14%
Volatile Matter (adb)	Approx. 40%	40%	41%
Total Sulfur (adb)	0.8%	0.9%	0.6%

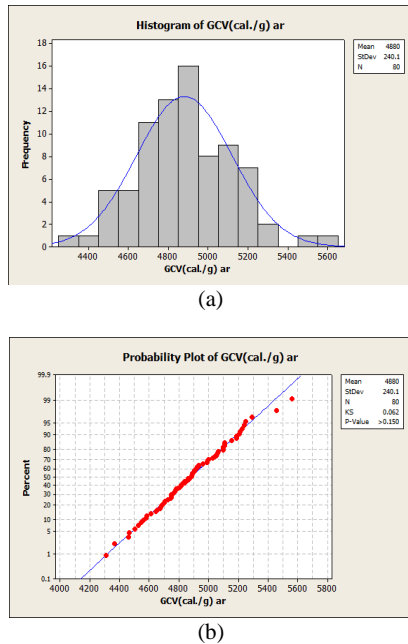


Gambar 1. Kurva Distribusi Normal dan Luas Area (Dai dkk., 2018)

HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Gross calorific value (GCV)

Seperti yang terlihat pada Gambar 2, sebaran data parameter GCV terdistribusi normal dengan p-Value >0.150.



Gambar 2. Parameter GCV (a) sebaran data (b) uji KS

Dengan teknik distribusi normal, di mana akan ditentukan porsi parameter GCV batubara existing menurut standar ASTM, hasilnya seperti pada Tabel 3.

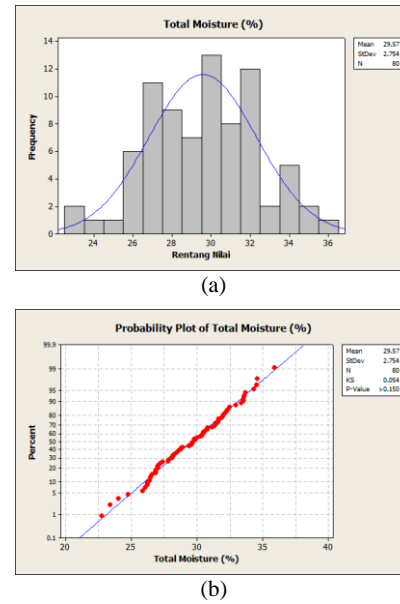
Tabel 3. Porsi nilai GCV batubara existing

Klasifikasi	Low Calorific value (4.200 cal/g)	Medium Calorific value (5.000 cal/g)	High Calorific value (5.800 cal/g)
Porsi	68.92%	30.84%	0.01%

Dari Tabel 3 terlihat bahwa parameter GCV batubara existing, 68,92% termasuk spesifikasi Low Calorific value, 30,84% termasuk spesifikasi Medium Calorific value, dan 0,01% termasuk spesifikasi High Calorific value. Dari nilai porsi ini menunjukkan bahwa tipe batubara dominan tipe bituminus dimana nilai kalorinya antara 4490 cal/g – 6998 cal/g, dan batubara existing memang sesuai untuk pembangkit listrik (PLTU) (Fernandez-Anez et al., 2020).

3.2 Total Moisture (TM)

Seperti yang terlihat pada Gambar 3, parameter Total Moisture terdistribusi normal dengan p-Value >0.150. Dengan teknik distribusi normal, di mana akan ditentukan porsi parameter TM batubara existing menurut standar ASTM, hasilnya seperti pada Tabel 4.



Gambar 3. Parameter Total Moisture (a) sebaran data (b) uji KS

Tabel 4. Porsi nilai total moisture batubara existing

Klasifikasi	Low Calorific value (36%)	Medium Calorific value (26%)	High Calorific value (14%)
Porsi	10.7%	89.3%	1%

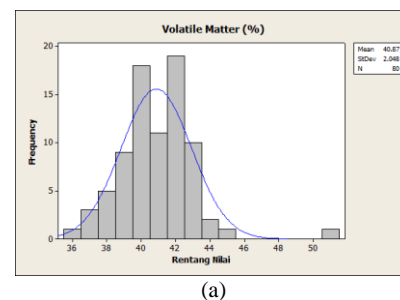
Dari Tabel 3 terlihat bahwa parameter TM batubara existing, 10,7% termasuk spesifikasi Low Calorific value, 89,3% termasuk spesifikasi Medium Calorific value, dan 1% termasuk spesifikasi High Calorific value.

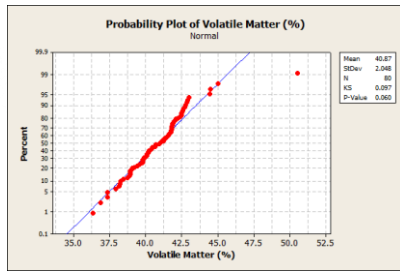
3.3 Volatile Matter (VM)

Tabel 5. Porsi nilai volatile matter batubara existing

Klasifikasi	Low Calorific value (approx 40%)	Medium Calorific value (40%)	High Calorific value (41%)
Porsi	3.36%	49.03%	47.61%

Seperti yang terlihat pada Gambar 4, parameter Volatile Matter terdistribusi normal dengan p-Value = 0.06. Dengan teknik distribusi normal, di mana akan ditentukan porsi parameter VM batubara existing menurut standar ASTM, hasilnya seperti pada Tabel 5.





(b)

Gambar 4. Parameter *volatile matter* (a) sebaran data (b) uji KS

Untuk memprediksi harga jual dari kondisi batubara *existing* dengan asumsi harga dasar batubara \$308/ton dan spesifikasi nilai kalori dalam kontrak adalah 6.322 cal/g, hasilnya terlihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Prediksi harga jual

Klasifikasi	Porsi (%)	Penyesuaian Harga (\$/ton)
<i>Low Calorific value</i>	68.92%	224.106
<i>Medium Calorific value</i>	30.84%	263.081
<i>High Calorific value</i>	0.01%	282.569

KESIMPULAN

Dari hasil pengolahan data dengan teknik distribusi normal, mutu batubara *existing* termasuk spesifikasi medium calorific value ditinjau dari parameter *Gross Calorific Value* (GCV), *Total Moisture* (TM), dan *Volatile Matter* (VM). Ditinjau dari parameter GCV, batubara *existing* termasuk batubara bituminus yang sesuai dengan kebutuhan PLTU. Dengan asumsi harga dasar \$308/ton, penyesuaian harga akibat nilai GCV diperoleh 68.92% seharga \$224.106/ton, 30.84% seharga \$263.081/ton, dan 0.01% seharga \$282.569/ton.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bureska-Joleska, L. (2017) 'Influence of coal quality to the boiler efficiency and opportunity for its improvement', *Termotehnika*, 43(1–4), pp. 59–65.
- [2] Dai, B. *et al.* (2020) 'Characteristics of iron and sulphur in high-ash lignite (Pakistani lignite) and their influence on long-term T23 tube corrosion under super-critical coal-fired boiler conditions', *Fuel*, 264(October 2019), p. 116855.
- [3] Dai, W., Yoshigoe, K. and Parsley, W. (2018) 'Improving Data Quality Through Deep Learning and Statistical Models'.
- [4] Fernandez-Anez, N. *et al.* (2020) *Explosion Risk of Solid Biofuels*. Springer.
- [5] Di Gianfrancesco, A. (2017) Worldwide overview and trend for clean and efficient use of coal, *Materials for Ultra-Supercritical and Advanced Ultra-Supercritical Power Plants*. Elsevier.
- [6] Godina, R. *et al.* (2018) 'Improvement of the Statistical Process Control Certainty in an Automotive Manufacturing Unit', *Procedia Manufacturing*, 17, pp. 729–736.
- [7] Guan, G. (2017) 'Clean coal technologies in Japan: A review', *Chinese Journal of Chemical Engineering*, 25(6), pp. 689–697. doi: 10.1016/j.cjche.2016.12.008.
- [8] Guan, J. *et al.* (2019) 'Statistical analysis of concrete fracture using normal distribution pertinent to maximum aggregate size', *Theoretical and Applied Fracture Mechanics*, 101(March), pp. 236–253.
- [9] Gui, W., Hu, X. and Liang, L. (2020) 'Normal distribution analysis of fracture parameters of alkali-activated slag seawater column coral aggregate concrete', *Theoretical and Applied Fracture Mechanics*, 110(February), p. 102794.
- [10] Salmi, S. and Nuraini, A. A. (2020) 'Effect of Coal with High Moisture Content on Boiler Operation Parameters at Thermal Coal Fired Power Plant', 17(6), pp. 6236–6247.
- [11] Xi-jin, G., Ming, C. and Jia-wei, W. (2009) 'Coal blending optimization of coal preparation production process based on improved GA', *Procedia Earth and Planetary Science*, 1(1), pp. 654–660.
- [12] Zhang, C. *et al.* (2018) 'Prediction of ceramic fracture with normal distribution pertinent to grain size', *Acta Materialia*, 145, pp. 41–48. doi: 10.1016/j.actamat.2017.11.041.
- [13] Zhang, C. and Yang, S. (2019) 'Probabilistic prediction of strength and fracture toughness scatters for ceramics using normal distribution', *Materials*, 12(5).
- [14] Zhu, Q. (2010) Coal sampling and analysis standards, IEA Clean Coal Centre. IEA Clean Coal Centre.