

Model Matematika dalam Memenuhi Kebutuhan Bahan Bakar dengan Pertimbangan *Multi-Supplier* di Perusahaan Pertambangan Batu Bara

Winarno*, Devi Listyowati, Jauhari Arifin, Apid Hapid Maksun
Program Studi Teknik Industri, Universitas Singaperbangsa Karawang;
email: winarno@staff.unsika.ac.id, 1910631140078@student.unsika.ac.id,
jauhari.arifin@ft.unsika.ac.id, hapid.maksum@ft.unsika.ac.id

* Corresponding author

Abstrak

PT. Berau Coal merupakan perusahaan batu bara terbesar di Berau, Kalimantan Timur di mana bahan bakar merupakan kebutuhan pokok yang harus terpenuhi dalam operasional penambangan batu bara. Upaya pemenuhan bahan bakar melibatkan 3 supplier yaitu AKR, PPN, TEM dibantu jasa kapal pengiriman yaitu PT. Pelayaran Tumbu Surya dan PT. Wira Ariandi Utama untuk mengantarkan bahan bakar ke lokasi operasional. PT. Berau Coal mengalami permasalahan dalam menentukan kuantitas pengiriman bahan bakar setiap supplier dan kapal yang digunakan agar biaya pembelian minimum. Model matematika dengan mempertimbangkan multi supplier dikembangkan untuk mengatasi permasalahan tersebut. Model matematika tersebut bertujuan untuk menentukan muatan pengiriman bahan bakar dari setiap supplier agar diperoleh total biaya pembelian bahan bakar yang minimal. Penyelesaian model matematika tersebut menggunakan LINGO 11.0. Hasil dari pengolahan data ditemukan solusi optimal di mana ketiga supplier yaitu AKR, PPN dan TEM perlu memasok bahan bakar masing-masing sebanyak 4.700.000 liter dengan total biaya yang diperlukan sebesar Rp. 2.178.000.000,-.

Kata Kunci: Integer Linear Programming, Multi Supplier, Minimasi Biaya

Abstract

[Mathematical Model in Fulfilling Fuel Needs with Multi-Supplier Considerations in Coal Mining Companies] PT. Berau Coal is the largest coal company in Berau, East Kalimantan where fuel is a basic need that must be met in coal mining operations. Efforts to fulfill fuel involve 3 suppliers, namely AKR, PPN, TEM assisted by shipping service ships, namely PT. Pelayaran Tumbu Surya and PT. Wira Ariandi Utama to deliver fuel to operational locations. PT. Berau Coal experienced problems in determining the fuel delivery quantity of each supplier and the vessels used to minimize purchasing costs. Mathematical models taking into account multi-suppliers were developed to overcome these problems. The mathematical model aims to determine the fuel delivery charge from each supplier in order to obtain a minimum total cost of purchasing fuel. Completion of the mathematical model using LINGO 11.0. The results of data processing found optimal solutions where the three suppliers, namely AKR, PPN and TEM, needed to supply 4,700,000 liters of fuel each with a total cost of IDR 2,178,000,000.-.

Keywords: Integer Linear Programming, Multi Suppliers, Cost Minimization

Kelompok BoK yang bersesuaian dengan artikel: *Operations Engineering & Management*

Saran format untuk mensitasi artikel ini:

Winarno, Listyowati, D., Arifin, J., dan Maksun, A.H. (2023). Model Matematika dalam Memenuhi Kebutuhan Bahan Bakar dengan Pertimbangan *Multi-Supplier* di Perusahaan

Pertambangan Batu Bara. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Industri (SENASTI) 2023*, 465-474.

1. Pendahuluan

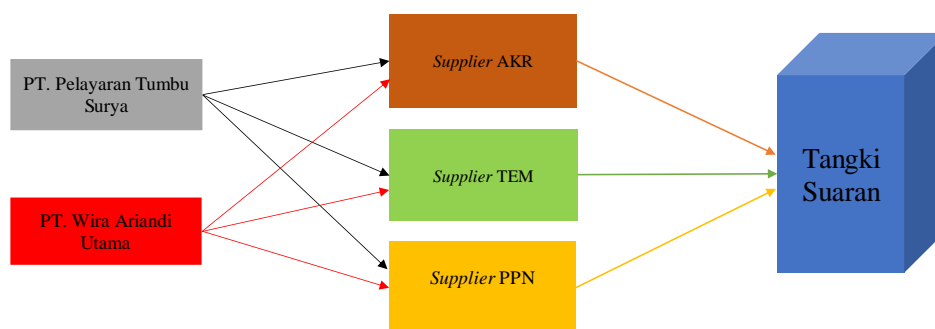
Pertambangan batu bara merupakan upaya pemanfaatan Sumber Daya Alam (SDA) untuk keperluan peningkatan ekonomi. Selain itu, dengan adanya kegiatan pertambangan batu bara memberikan manfaat lain berupa sumber devisa, membuka lapangan pekerjaan dan meningkatkan taraf hidup masyarakat sekitar (Apriyanto & Harini, 2013). Upaya pemanfaatan tersebut membutuhkan bahan bakar untuk operasional mesin pada alat sehingga memerlukan perencanaan yang baik dalam proses pemenuhannya. Langkah dalam pemenuhan bahan bakar dilakukan dengan memilih *supplier* yang tepat untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar. Pemilihan *supplier* yang tepat akan berpengaruh pada harga jual, kualitas dan ketersediaan suatu produk (Johana et al., 2019). Selain itu, pembelian akan berpengaruh pada kualitas pengiriman, pelayanan dan produk yang diproduksi (Indarwati, 2020). Adanya pemilihan *supplier* yang tepat akan menghasilkan pemenuhan bahan baku yang efektif dan efisien (Revi et al., 2018). Perusahaan yang dijadikan objek penelitian yaitu PT. Berau Coal di mana dalam pemenuhan bahan bakar dilakukan oleh 3 *supplier* yaitu AKR, PPN, TEM dibantu jasa kapal pengiriman PT. Wira Ariandi Utama dan PT. Pelayaran Tumbu Surya. Perusahaan memiliki kendala dalam menentukan kuantitas pengiriman bahan bakar dan jasa kapal pengiriman yang digunakan agar menghasilkan biaya pembelian yang minimal.

Kapasitas merupakan tingkat kemampuan *supplier* untuk memenuhi kebutuhan perusahaan. Kuantitas merupakan hal yang perlu diperhatikan karena kuantitas yang kurang tepat dapat berdampak pada keadaan *overstock* ataupun *stockout*. *Overstock* merupakan keadaan kelebihan persediaan yang dapat menimbulkan biaya simpan, kerusakan barang, dan perputaran dana yang terhambat (Nurfajrianti & Widharto, 2016). *Stockout* dapat berakibat pada terhambatnya proses produksi, permintaan tidak dapat terpenuhi, dan biaya lain yang timbul karena kekurangan persediaan (Haryadi, 2013). Dalam penelitian yang dilakukan kuantitas merupakan salah satu faktor yang perlu dipertimbangkan dalam pemenuhan bahan bakar perusahaan. Hal tersebut dikarenakan dalam upaya pemenuhan bahan bakar perlu mempertimbangkan kapasitas tangki penyimpanan perusahaan di mana perusahaan hanya dapat menampung sebanyak 5.700.000 liter, kapasitas pengangkutan dari kapal yang digunakan dan kapasitas *supplier* dalam memenuhi kebutuhan bahan bakar kepada perusahaan. Pemilihan kapal pengiriman juga merupakan permasalahan yang perlu diatasi dalam perusahaan karena setiap kapal yang digunakan memiliki *lead time* dan kapasitas yang berbeda sehingga perlu disesuaikan dengan kebutuhan perusahaan dan kemampuan *supplier* dalam memenuhi permintaan perusahaan.

Penelitian yang dilakukan menggunakan beberapa referensi penelitian terdahulu di antaranya penelitian (Tsabita, 2018) yang bertujuan mengurangi biaya transportasi dengan memperhatikan ketersediaan bus, kapasitas, jumlah karyawan dan tipe bus yang digunakan. Selanjutnya penelitian Masruroh and Prasetyorini (2015) bertujuan untuk memperoleh model penjadwalan waktu kedatangan dan kuantitas pengiriman bahan baku pada strategi *multi-supplier* berdasarkan parameter *supplier* dan penelitian Masruroh and Nugroho (2015) yang bertujuan untuk meminimalkan biaya persediaan dengan parameter *purchasing cost*, *handling cost*, *tied up capital cost* dan parameter *supplier* berupa kapasitas, harga, *lot size* dan *lead time* pengiriman. Referensi yang dijadikan acuan dalam penelitian lebih ditekankan pada Tsabita

(2018). Fungsi tujuan yang ditentukan oleh penelitian sebelumnya berfokus pada mengurangi biaya transportasi yang dikeluarkan oleh perusahaan dengan menggunakan batasan yang telah ditentukan sedangkan untuk penelitian yang dilakukan fungsi tujuan yang ingin dicapai yaitu memperoleh biaya yang minimal dalam usaha pemenuhan bahan bakar untuk operasional alat. Keterbaruan dalam penelitian yang dilakukan yaitu penelitian lebih menekankan kapasitas tangki penyimpanan dan tingkat penggunaan harian sedangkan penelitian terdahulu berfokus penjadwalan dan pemilihan rute agar biaya minimum.

Berdasarkan penelitian terdahulu maka metode yang digunakan dalam penelitian yaitu model matematika. Model yang digunakan berupa *integer linear programming* di mana batasan variabel harus memiliki nilai *integer* (Lesmana et al., 2018). Prinsip yang digunakan dalam *linear programming* merupakan teknik optimisasi untuk mengalokasikan variabel agar fungsi tujuan optimasi tercapai (Sari & Heryanto, 2020). Hasil dari penyelesaian program *integer* nilai tujuan tidak akan melebihi nilai tujuan dari program linear, apabila melebihi maka akan menghasilkan penyelesaian tidak layak (Marulizar et al., 2017). Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian yaitu meminimalkan biaya pembelian bahan bakar dengan memperhatikan batasan dari permasalahan yang dibahas yaitu kebutuhan bulanan, jumlah kapal pengiriman, kapasitas pengiriman setiap *supplier*, batas minimal penyimpanan tangki perusahaan dan kapasitas tangki kapal pengiriman. Selain itu, adanya penelitian ini bertujuan mengurangi biaya tunggu yang dihasilkan akibat pembelian bahan bakar yang melebihi kapasitas tangki penyimpanan perusahaan. Gambaran umum permasalahan mengenai keterkaitan perusahaan kapal jasa pengiriman, *supplier*, dan kapasitas penyimpanan bahan bakar perusahaan digambarkan secara sederhana seperti Gambar 1.



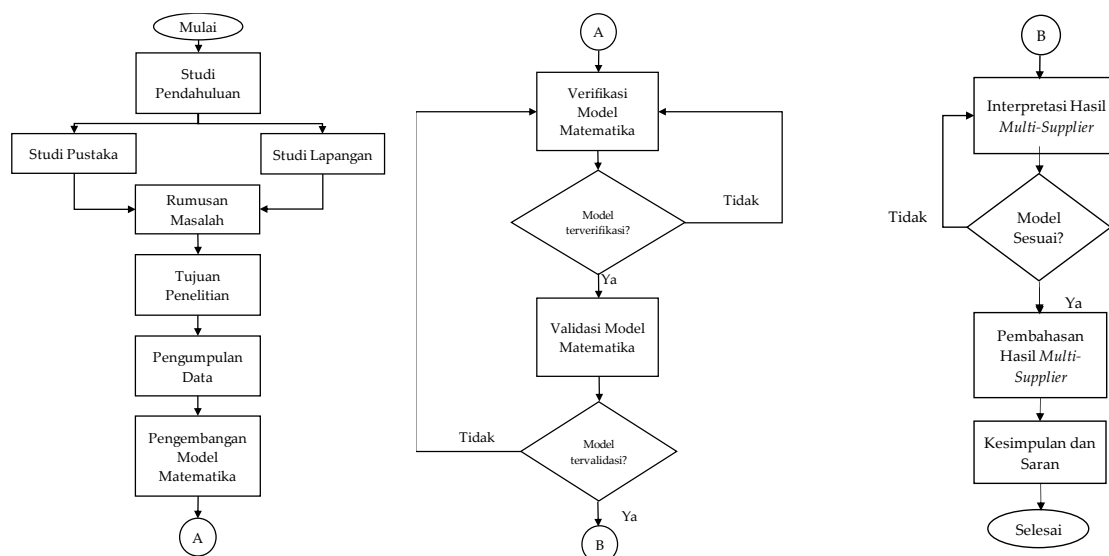
Gambar 1. Gambaran Permasalahan dalam Penelitian

2. Metode

Tujuan dalam penelitian yaitu menentukan kuantitas pembelian bahan bakar pada setiap *supplier* dan pemilihan kapal yang digunakan untuk pengiriman bahan bakar agar dihasilkan biaya pembelian yang minimum. Dengan demikian, objek yang digunakan dalam penelitian adalah perusahaan yang mengaplikasikan strategi *multi-supplier* untuk memenuhi kebutuhan perusahaan yaitu Berau Coal. Alat yang digunakan dalam melakukan penelitian yaitu *Microsoft Office Excel 2010* dan *LINGO 11.0*.

Tahapan penelitian ditunjukkan Gambar 2. Dimulai dari studi pendahuluan mengenai strategi *multi-supplier*. Hasil studi pendahuluan yang telah dilakukan, kemudian diidentifikasi masalah terkait strategi *multi-supplier* dan merumuskan tujuan dari penelitian yang dilakukan. Setelah mendapatkan tujuan penelitian, dilanjutkan dengan membangun model matematis untuk mencapai tujuan penelitian yang telah ditetapkan. Model yang sudah dibentuk diverifikasi dan divalidasi. Setelah itu, model diinterpretasikan untuk mendapatkan

hasil dari tujuan yang ditetapkan. Apabila model telah optimal maka dilakukan pembahasan yang akan menyertakan kesimpulan dan saran.



Gambar 2. Flowchart Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Model Matematika

Penyelesaian masalah dalam penelitian memerlukan pengembangan model matematika untuk memenuhi fungsi tujuan dan batasan dari permasalahan yang dibahas di mana dalam penelitian ini beracuan pada penelitian terdahulu penelitian (Tsabita, 2018). Model matematika dibangun dalam notasi sebagai berikut;

a. Indeks

- S : Himpunan lokasi *supplier*, $S = \{1,2,3,\dots,s\}$
- s : Anggota dari himpunan lokasi S {AKR, PPN, TEM}
- K : Himpunan kapal, $K = \{1,2,3,\dots,k\}$
- k : Himpunan anggota dari K {kapal pengiriman yang digunakan}
- T : Tangki penyimpanan di Suaran
- C_s : Kapasitas *supplier*
- C_t : Kapasitas tangki di Suaran
- C_k : Kapasitas kapal pengiriman
- C_b : Permintaan total bulanan

b. Parameter

- $D_t - T_k$: Waktu tunggu batas minimal *inventory* tangki dengan pemesanan ulang ke *supplier*.
- I_m : *Inventory* minimal di Suaran
- M_k : Biaya pengiriman per liter bahan baku untuk setiap kendaraan k
- B_k : Biaya *surveyor* untuk setiap kendaraan k

c. Variabel Keputusan

- X_s : 1 jika fasilitas s dapat menjadi *supplier* pada lokasi Suaran dan 0 jika sebaliknya
- X_k : 1 jika fasilitas k dapat menjadi kendaraan pengangkut pada lokasi Suaran dan 0 jika sebaliknya

- Y_{sk} : 1 jika *supplier* s dapat memenuhi permintaan dibantu oleh kendaraan k dan 0 jika sebaliknya
- Y_{tk} : 1 jika lokasi Suaran dapat terpenuhi permintaannya dibantu oleh kendaraan k dan 0 jika sebaliknya
- Y_{tsk} : 1 jika lokasi Suaran dapat terpenuhi permintaannya oleh *supplier* s dibantu kendaraan k dan 0 jika sebaliknya

Model matematis dalam variabel keputusan ditunjukkan seperti di bawah:

$$\begin{aligned} X_s \{0,1\} & \quad \forall s \in S \\ X_k \{0,1\} & \quad \forall k \in K \\ Y_{tk} \{0,1\} & \quad \forall t \in T, \forall k \in K \\ Y_{tsk} \{0,1\} & \quad \forall s \in S, \forall t \in T, \forall k \in K \\ Y_{sk} \{0,1\} & \quad \forall s \in S, \forall k \in K \end{aligned}$$

d. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian yang dilakukan diuraikan sebagai berikut;

1. Kebutuhan Bulanan

$$\sum_t \sum_s \sum_k Y_{tsk} C_k \geq C_b \quad \forall t \in T \quad (1)$$
2. Jumlah Kapal Pengiriman

$$\sum_t \sum_{s \in S} \sum_{k \in K} Y_{tsk} \geq 1 \quad (2)$$

$$\sum_{k \in K} X_k \geq 1 \quad (3)$$

$$\sum_{s \in S} Y_{sk} \geq 1 \quad \forall k \in K \quad (4)$$

$$\sum_{s \in S} X_s \geq 1 \quad (5)$$
3. Kapasitas Supplier dengan Kapal

$$\sum_{k \in K} C_k Y_{sk} \leq C_s X_s \quad \forall s \in S \quad (6)$$
4. Pengiriman Jika Stok dan Tangki di Bawah Standar

$$\sum_{k \in K} C_t (D_t - T_k) Y_{tk} \geq I_m \quad (7)$$
5. Kapal yang Digunakan Pengiriman

$$\sum_{k \in K} Y_{tsk} \leq X_s \quad \forall s \in S, \forall t \in T \quad (8)$$

$$Y_{tk} \leq Y_{tsk} \quad \forall s \in S, \forall t \in T, \forall k \in K \quad (9)$$

$$Y_{tsk} \leq Y_{sk} \quad \forall s \in S, \forall t \in T, \forall k \in K \quad (10)$$

$$\sum_{t \in T} Y_{tk} \geq X_k \quad \forall k \in K \quad (11)$$

Fungsi tujuan yang dibentuk merupakan pengembangan dari Tsabita (2018). Fungsi tujuan dihasilkan dari perkalian unit bus dengan harga sewa ditambah dengan unit bus dikali dengan jumlah bahan bakar yang digunakan. Model matematis dalam penelitian tersebut yaitu sebagai berikut:

$$Z = \sum_i \sum_j Y_{i,j} \cdot S_i + \sum_i \sum_n \sum_j \sum_k X_{i,n,j,k} \cdot b_{i,n,j,k} \quad (12)$$

Fungsi tujuan dalam penelitian untuk meminimalkan biaya pembelian bahan bakar yang memiliki satuan rupiah ditunjukkan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Min } \sum_t \sum_{s \in S} \sum_{k \in K} Y_{tsk} M_k C_k + \sum_k B_k Y_{sk} \quad (13)$$

3.2 Data Pendukung Penelitian

Penelitian yang dilakukan membutuhkan data pendukung sebagai acuan dalam memperoleh hasil optimasi pembelian bahan bakar berupa data kapal jasa pengiriman, data kapasitas *supplier*, data kapasitas tangki perusahaan serta data pembelian pada periode sebelumnya. Tabel 1 dan 2 menyajikan informasi mengenai kapal yang digunakan untuk mengantarkan bahan bakar oleh setiap perusahaan jasa kapal pengiriman yang dijadikan

acuan dalam menentukan kapal pengiriman yang tepat untuk meminimalkan biaya pembelian. Tabel 3 menyajikan informasi mengenai kuantitas bahan bakar yang mampu dipenuhi oleh setiap *supplier*. Tabel 4 menyajikan informasi mengenai kapasitas tangki perusahaan untuk menampung bahan bakar yang mampu dibeli kepada *supplier*. Tabel 5 sampai dengan 9 menyajikan informasi mengenai pembelian bahan bakar pada periode sebelumnya yang dijadikan acuan dalam analisa data sebelum dan setelah optimasi.

Tabel 1. Jasa Kapal Pengiriman PT. Wira Ariandi Utama

| Perusahaan | Kapal | Kapasitas (Liter) | Jalur | Lead Time (Hari) | Biaya Surveyor | Ongkos / Liter |
|------------------------|-------------|-------------------|-------|------------------|----------------|----------------|
| PT. Wira Ariandi Utama | OB | 4.700.000 | BLPN | 7 | Rp.21.000.000 | Rp.150 |
| | Persada | | | | | |
| | Wirandi XV | 3.500.000 | STGN | 8 | Rp.20.500.000 | Rp.195 |
| | Wirandi XI | 3.650.000 | BLPN | 9 | Rp.21.000.000 | Rp.195 |
| | Wirandi XIV | 4.700.000 | STGN | 7 | Rp.20.500.000 | Rp.195 |
| | Wirandi XII | 4.150.000 | BLPN | 6 | Rp.21.000.000 | Rp.195 |

Tabel 2. Jasa Kapal Pengiriman PT. Pelayaran Tumbu Surya

| Perusahaan | Kapal | Kapasitas (Liter) | Jalur | Lead Time (Hari) | Biaya Surveyor | Ongkos / Liter |
|---------------------------|--------------|-------------------|-------|------------------|----------------|----------------|
| PT. Pelayaran Tumbu Surya | Lucky Way | 2.000.000 | JBR | 6 | Rp.20.000.000 | Rp.95 |
| | Makmur Abadi | 2.500.000 | BLPN | 5 | Rp.21.000.000 | Rp.270 |
| | Clara 99 | 3.550.000 | BLPN | 8 | Rp.21.000.000 | Rp.219 |
| | SPOB | 1.000.000 | JBR | 5 | Rp.20.000.000 | Rp.95 |
| | LSU | | | | | |
| | DBL | 1.000.000 | JBR | 5 | Rp.20.000.000 | Rp.95 |

Tabel 3. Kapasitas Pengiriman *Supplier* Bahan Bakar

| <i>Supplier</i> Bahan Bakar | Kapasitas (Liter) |
|-----------------------------|-------------------|
| AKR | 10.000.000 |
| TEM | 5.000.000 |
| PPN | 7.000.000 |

Tabel 4. Kapasitas Tangki Perusahaan

| Kriteria | Jumlah (Liter) |
|----------------------------|----------------|
| Kapasitas Simpan | 5.700.000 |
| Minimal <i>Inventory</i> | 275.000 |
| Rata-rata Kebutuhan Harian | 446.383 |

Tabel 5. Anggaran Belanja Bahan Bakar Bulan Juni

| Pemasok | Kapal Pengirim | Volume (Liter) | Total Ongkos |
|--------------------------|----------------|-------------------|-------------------------|
| AKR | Ob Persada | 4.700.000 | Rp.726.000.000 |
| AKR | Wirandi XV | 3.500.000 | Rp.703.000.000 |
| TEM | Wirandi XIV | 4.700.000 | Rp.937.000.000 |
| PPN | Lucky Way | 2.000.000 | Rp.210.000.000 |
| Total Pengeluaran | | 14.900.000 | Rp.2.576.000.000 |

Tabel 6. Anggaran Belanja Bahan Bakar Bulan Juli

| Pemasok | Kapal Pengirim | Volume (Liter) | Total Ongkos |
|--------------------------|----------------|-------------------|----------------------------|
| PPN | Wirandi XIV | 4.700.000 | Rp.937.000.000 |
| AKR | Wirandi XV | 3.500.000 | Rp.703.000.000 |
| PPN | Lucky Way | 2.000.000 | Rp.210.000.000 |
| TEM | Makmur Abadi | 2.500.000 | Rp.696.000.000 |
| TEM | Lucky Way | 2.000.000 | Rp.210.000.000 |
| Total Pengeluaran | | 14.700.000 | Rp.Rp.2.756.000.000 |

Tabel 7. Anggaran Belanja Bahan Bakar Bulan Agustus

| Pemasok | Kapal Pengirim | Volume (Liter) | Total Ongkos |
|--------------------------|----------------|-------------------|-------------------------|
| TEM | Wirandi XIV | 4.700.000 | Rp.937.000.000 |
| AKR | Ob Persada | 4.700.000 | Rp.726.000.000 |
| AKR | Makmur Abadi | 2.500.000 | Rp.696.000.000 |
| PPN | DBL | 1.000.000 | Rp.115.000.000 |
| Total Pengeluaran | | 12.900.000 | Rp.2.474.000.000 |

Tabel 8. Anggaran Belanja Bahan Bakar Bulan September

| Pemasok | Kapal Pengirim | Volume (Liter) | Total Ongkos |
|--------------------------|----------------|-------------------|-------------------------|
| AKR | Wirandi XII | 4.150.000 | Rp.830.250.000 |
| AKR | Wirandi XI | 3.650.000 | Rp.732.750.000 |
| PPN | Clara 99 | 3.550.000 | Rp.798.450.000 |
| PPN | Makmur Abadi | 2.500.000 | Rp.696.000.000 |
| Total Pengeluaran | | 13.850.000 | Rp.3.057.450.000 |

Tabel 9. Anggaran Belanja Bahan Bakar Bulan Oktober

| Pemasok | Kapal Pengirim | Volume (Liter) | Total Ongkos |
|--------------------------|----------------|-------------------|-------------------------|
| TEM | Wirandi XIV | 4.700.000 | Rp.937.000.000 |
| AKR | Wirandi XII | 4.150.000 | Rp.830.250.000 |
| AKR | Ob Persada | 4.700.000 | Rp.726.000.000 |
| PPN | Lucky Way | 2.000.000 | Rp.210.000.000 |
| Total Pengeluaran | | 15.550.000 | Rp.2.703.250.000 |

3.3 Hasil Optimasi

Data yang dijadikan acuan dalam model optimasi merupakan rata-rata kebutuhan bahan bakar pada periode sebelumnya yaitu pada rentan bulan Juni sampai dengan Oktober 2022. Tabel 10 menyajikan rata-rata kebutuhan bahan bakar periode sebelumnya yang dijadikan acuan dalam penelitian beserta dengan hasil olah data yang telah dilakukan dengan bantuan *software LINGO.11.0*. Hasil pengolahan data tersebut disajikan dalam Tabel 11.

Tabel 10. Kebutuhan Bulanan Bahan Bakar

| Bulan | Kebutuhan Per Bulan (Liter) |
|------------------|-----------------------------|
| Juni | 13.604.580 |
| Juli | 14.868.330 |
| Agustus | 12.788.820 |
| September | 13.104.060 |
| Oktober | 14.242.950 |
| Rata-rata | 13.721.748 |

Tabel 11. Kebutuhan Bulanan Bahan Bakar

| Supplier | Kapal Pengirim | Kapasitas (Liter) | Biaya Surveyor | Ongkos Kapal |
|---------------------|----------------|-------------------|----------------|-------------------------|
| AKR | Ob Persada | 4.700.000 | Rp.21.000.000 | Rp.705.000.000 |
| TEM | Ob Persada | 4.700.000 | Rp.21.000.000 | Rp.705.000.000 |
| PPN | Ob Persada | 4.700.000 | Rp.21.000.000 | Rp.705.000.000 |
| Total Ongkos | | | | Rp.2.178.000.000 |

Berdasarkan pada Tabel 11. menunjukkan bahwa dalam pemenuhan bahan bakar hasil optimasi dapat menghasilkan nilai optimal jika dipenuhi oleh 3 *supplier* dan kapal pengiriman Ob Persada. Upaya tersebut merupakan langkah dalam meminimalkan biaya pembelian bahan bakar. Hasil yang didapat diketahui memberikan biaya total lebih kecil dibandingkan pembelian bahan bakar periode sebelumnya. Diketahui pada pembelian sebelumnya perusahaan melakukan pembelian hanya dengan memperhatikan jumlah ketersediaan bahan bakar pada tangki penyimpanan. Adanya solusi model matematika dalam penelitian yang dilakukan memberikan solusi yang dapat diimplementasikan oleh perusahaan karena dalam pemodelan yang dilakukan telah memperhitungkan ketentuan yang diberikan oleh perusahaan yaitu batas penyimpanan minimal dan waktu pengiriman. Perbandingan antara hasil optimasi dengan pembelian bahan bakar periode sebelumnya dapat diuraikan pada Tabel 12. Selain itu, untuk mengetahui hasil optimasi dapat diaplikasikan dalam pemenuhan bahan bakar maka juga dilakukan analisis sensitivitas dengan mempertimbangkan jumlah kebutuhan bahan bakar dan perbedaan harga yang diuraikan Tabel 13 dan Tabel 14.

Tabel 12. Perbandingan Optimasi dengan Periode Sebelumnya

| Bulan | Kebutuhan (Liter) | Perbandingan | Keterangan |
|-----------|-------------------|------------------|---|
| Juni | 13.604.580 | +1.295.420 Liter | Penambahan biaya untuk membayar waktu tunggu pada kapal |
| Juli | 14.868.330 | -168.330 Liter | Pemenuhan dari <i>supplier</i> lain |
| Agustus | 12.788.820 | +111.180 Liter | Tidak memenuhi batas minimal penyimpanan |
| September | 13.104.060 | +745.940 Liter | Penambahan biaya untuk membayar waktu tunggu pada kapal |
| Oktober | 14.242.950 | +1.307.050 Liter | Penambahan biaya untuk membayar waktu tunggu pada kapal |

Tabel 13. Analisis Sensitivitas Berdasarkan Jumlah Kebutuhan Bahan Bakar

| Persentase Demand | +5% | -5% | +10% | -10% |
|-------------------|------------|------------|------------|------------|
| Penggunaan Harian | 468.702 | 424.064 | 491.021 | 401.745 |
| Kebutuhan Bulanan | 14.061.065 | 12.721.916 | 14.730.639 | 12.052.341 |
| Status LINGO 11.0 | Infeasible | Feasible | Infeasible | Feasible |

Tabel 14. Analisis Sensitivitas Berdasarkan Perbandingan Harga

| Persentase Harga | +5% | -5% | +10% | -10% |
|-------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Harga (RP) | 157,50 | 142,50 | 165,00 | 135,00 |
| Total Biaya (RP) | 2.283.750.000 | 2.072.250.000 | 2.389.500.000 | 1.966.500.000 |
| Status LINGO 11.0 | Feasible | Feasible | Feasible | Feasible |

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dan dari hasil dan pembahasan yang didapatkan, maka kesimpulan yang dapat diambil adalah model matematika yang dikembangkan sudah menghasilkan nilai optimal dalam pemenuhan bahan bakar perusahaan dengan batasan yang telah ditentukan sebelumnya sehingga dapat dikatakan model tersebut telah menjawab tujuan penelitian yang diinginkan. Selain itu, dengan adanya analisis sensitivitas maka menghasilkan keputusan bahwa jika jumlah kebutuhan bahan bakar perusahaan mengalami penurunan sebesar 10% dan 5% maka hasil optimasi masih dapat diaplikasikan oleh perusahaan dan jika harga bahan bakar mengalami perubahan maka akan menghasilkan biaya total yang berbeda. Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian sudah tercapai. Namun, alangkah lebih baik jika dalam pengembangan lebih lanjut dari model juga menghitung biaya tunggu yang dimasukkan dalam model matematis agar hasil optimasi yang dihasilkan semakin merepresentasikan sistem nyata.

Daftar Pustaka

- Apriyanto, D., & Harini, R. (2013). Dampak kegiatan pertambangan batubara terhadap kondisi sosialekonomi masyarakat di Kelurahan Loa Ipuh Darat, Tenggara, Kutai Kartanegara. *Jurnal Bumi Indonesia*, 1(3), 289-298.
- Haryadi, S. (2013). Perbandingan Perhitungan Perencanaan dan Pengendalian Persediaan Bahan Baku. *bulletin ekonomi*, 11(1), 1-12.
- Indarwati, T. (2020). Teknik Pengambilan Keputusan pada Pemilihan Supplier: A Literature Review. *Jurnal Penelitian dan Aplikasi Sistem & Teknik Industri (PASTI)*, 14(3), 268-281.
- Johana, L., Purwadi, S., & Elfutriani, S. (2019). Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Supplier Kaca Dengan Menggunakan Metode Multi Attributive Border Approximation Area Comparison (MABAC) Pada UD. Delta Glass. *Jurnal Cyber Tech*, 2(10), 1-13.
- Lesmana, E., Badrulfalah, B., & Bahtiar, B. (2018). Aplikasi Model Mixed Integer Linear Programming Untuk Pengolahan Dan Pendistribusian Ikan Pada Industri Perikanan (Studi Kasus: Pt. Multi Mina Rejeki). *Teorema: Teori dan Riset Matematika*, 3(2), 195-206.
- Marulizar, T., Sinulingga, U., & Nababan, E. (2017, 2-3 Oktober). Optimisasi Program Linear Integer Murni Dengan Metode Branch And Bound. Seminar Ilmiah Nasional Dies Natalis Universitas Sumatera Utara Ke-65, Medan, Indonesia.
- Masruroh, N. A., & Nugroho, W. D. (2015, 29 Oktober 2015). *Pengembangan Model Matematika untuk Penentuan Jadwal Pengiriman, Kuantitas Pengiriman, dan Jumlah Pemesanan pada Strategi Multi-Supplier* Seminar Nasional Teknik Industri Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

- Masruroh, N. A., & Prasetyorini, A. V. (2015). Model Penjadwalan Pengiriman Pasokan pada Strategi Multi-Supplier dengan Variasi Harga dan Lead Time untuk Permintaan Stokastik. *Jurnal Teknik Industri*, 17(1). <https://doi.org/10.9744/jti.17.1.35-46>
- Nurfajrianti, M., & Widharto, Y. (2016, 10 Desember 2016). Evaluasi Pengendalian Persediaan di PT XYZ. Seminar Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi (ReTII) Ke-11, Yogyakarta.
- Revi, A., Parlina, I., & Wardani, S. (2018). Analisis Perhitungan Metode MOORA dalam Pemilihan Supplier Bahan Bangunan di Toko Megah Gracindo Jaya. *InfoTekJar: Jurnal Nasional Informatika dan Teknologi Jaringan*, 3(1), 95-99.
- Sari, G. M., & Heryanto, R. M. (2020). Penentuan Rute Distribusi Menggunakan Model Integer Linear Programming dengan Metode Branch and Bound. *Go-Integratif : Jurnal Teknik Sistem Dan Industri*, 1(01), 69-79. <https://doi.org/https://doi.org/10.35261/gijtsi.v1i01.4265>
- Tsabita, D. R. (2018). *Optimasi Jumlah dan Penugasan Armada Bus Karyawan Tambang dengan Metode Integer Linear Programming* Universitas Indonesia]. Depok.