

Distribution Model of Raw Material Sulfuric Acid at PT. XYZ using Goal Programming Method

[Model Pendistribusian Bahan Baku Asam Sulfat di PT. XYZ dengan Metode Goal Programming]

Nabila Diwanti Faradiba¹⁾, Indah Apriliana Sari Wulandari^{*:2)}

¹⁾Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: indahapriliana@umsida.ac.id

Abstract. *The distribution of sulfuric acid raw materials is still conducted conventionally and faces challenges regarding the quantity of supply for each product. Therefore, this research was conducted to help create a mathematical model for the distribution of sulfuric acid using the Goal Programming method with the assistance of LINGO 18.0 software. Goal Programming serves to minimize deviations from limits and targets based on priorities in order to maximize profit and achieve the optimal quantity of sulfuric acid in the distribution of sulfuric acid raw materials, as well as to supply several fertilizers containing sulfuric acid. The research results indicate that the annual sales revenue target of 982,937,304 USD was achieved without any deviations. Most of the optimal production targets for products X1 to X8 were also met, with deviation variables showing no shortfall in production quantities for these products. However, for product X2, there remains a production shortfall of 60,096.15 tons to reach the target of 405,823 tons.*

Keywords - *Distribution; Goal Programming; Sulfuric Acid*

Abstrak. *Pendistribusian bahan baku asam sulfat masih dilakukan secara konvensional dan terkendala mengenai kuantitas supply tiap produk. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk membantu membuat model matematis pendistribusian asam sulfat menggunakan metode Goal Programming dengan bantuan software LINGO 18.0. Goal Programming berperan untuk meminimumkan deviasi terhadap batas dan sasaran berdasarkan prioritas guna memperoleh keuntungan yang optimal juga mencapai kuantitas asam sulfat yang optimal dalam pendistribusian bahan baku asam sulfat dan untuk memberikan supply ke beberapa pupuk yang mengandung bahan asam sulfat. Hasil penelitian menunjukkan target pendapatan penjualan selama setahun sebesar 982.937.304 USD berhasil dicapai tanpa penyimpanan. Sebagian besar target produksi optimal untuk produk X1 hingga X8 juga terpenuhi, dengan nilai variabel deviasional yang menunjukkan tidak adanya kekurangan dalam jumlah produksi untuk produk-produk tersebut. Namun, untuk produk X2, masih terdapat kekurangan produksi sebesar 60.096,15 TON untuk mencapai target 405.823 TON.*

Kata Kunci - *Distribusi; Goal Programming; Asam Sulfat*

I. PENDAHULUAN

Asam sulfat memiliki peran yang besar di perusahaan ini, hal itu disebabkan karena asam sulfat tidak hanya digunakan untuk memenuhi penjualan lokal maupun ekspor, namun juga digunakan sebagai bahan baku pembuatan produk yang memiliki nilai jual yang lebih tinggi. Asam sulfat memiliki bahan baku utama yaitu belerang, air dan oksigen yang diproduksi dengan menggunakan dua proses, yaitu proses kontak dan proses bilik timbal [1]. Setiap perusahaan pasti memerlukan stok yang akan disimpan dan dapat digunakan kembali dalam proses produksi atau dijual lagi [2]. Pengendalian proses produksi merupakan proses yang telah direncanakan untuk memenuhi barang yang di produksi sesuai dengan jumlah, rancangan dan biaya [3]. Oleh sebab itu dalam tiap perusahaan sangatlah memerlukan pengendalian operasi. Berdasarkan data tahun 2022 jumlah permintaan asam sulfat di perusahaan sebesar 1.730.084 ton selama setahun, dengan rata-rata permintaan per-bulan sebesar 144.174 ton. Sedangkan untuk jumlah produksi rata-rata tiap bulannya sebanyak 73.811 ton, sehingga diperlukan tambahan *supply* asam sulfat untuk menjaga operasional pabrik supaya tetap berjalan yang dipenuhi dari impor dalam negeri maupun luar negeri dengan rata-rata pembelian tiap bulan sebesar 73.271 ton per-bulan.

Sejauh ini untuk mengatur pendistribusian *stock* asam sulfat masih dilakukan dengan cara yang konvensional. Sehingga sering terjadi ketidaksesuaian jumlah *supply* hingga mencapai 15% di tiap produk pupuk yang menggunakan asam sulfat sebagai bahan baku. Salah satu faktor yang menyebabkan proses pendistribusian masih dilakukan secara konvensional adalah belum adanya formula atau model pendistribusian yang baku. Oleh karena itu pada penelitian ini akan dibuat model atau formula matematis pendistribusian bahan baku asam sulfat pada berbagai jenis pupuk yang

menggunakan asam sulfat sebagai bahan baku untuk menghasilkan kuantitas asam sulfat yang optimal dengan menggunakan metode *Goal Programming*.

Goal Programming merupakan suatu metode yang tepat untuk optimasi dengan model atau formula dalam bentuk matematis dengan mempertimbangkan variabel batasan-batasan yang ada. Metode *Goal Programming* dijadikan sebagai analisis dan pembuat penyelesaian masalah yang memiliki beragam tujuan dalam pengambilan keputusan dengan memperoleh alternatif pemecah masalah yang optimal dan mencapai sasaran yang diinginkan perusahaan [4]. Metode ini adalah bentuk transformasi khusus dari program linier yang bertujuan mengurangi jarak atau deviasi dari tujuan, target atau sasaran yang telah ditetapkan dengan usaha yang dapat diambil [5]. *Goal Programming* merupakan program linier yang terdapat satu atau lebih dari satu sasaran yang memenuhi syarat linieritas, perbedaannya dengan *Linear Programming* atau program linier yaitu terdapat pada fungsi tujuan yang berupa deviasi bawah atau minimasi simpangan dan fungsi pembatas yang ditambah dengan pembatas dari sasaran yang dituju [6][7]. *Goal Programming* memiliki variabel deviasi yang mengindikasikan potensi penyimpangan negatif dan positif. Penyimpangan positif mengacu pada deviasi hasil penyelesaian melebihi target yang ditetapkan, sementara penyimpangan negatif merujuk pada deviasi dibawah target [8].

Penelitian sebelumnya yang menggunakan metode *Goal Programming* telah dilakukan oleh Johanda dengan tujuan untuk memaksimalkan jumlah produksi, meminimumkan biaya produksi dan memaksimalkan jam kerja pada mesin [7]. Kemudian penelitian lain dilakukan oleh Azizah yang mengkaji perhitungan produksi optimal pada CV Roby Abadi dan mengidentifikasi kombinasi produk dan laba optimal untuk seragam angkatan selain itu juga melakukan implementasi model optimasi menggunakan *software QM-For Windows* [9]. Tujuan dari studi ini untuk meminimumkan deviasi terhadap batas dan sasaran berdasarkan prioritas guna memperoleh *profit* yang maksimal juga mencapai kuantitas asam sulfat yang optimal dalam pendistribusian bahan baku asam sulfat dan untuk memberikan *supply* ke beberapa pupuk yang mengandung bahan asam sulfat.

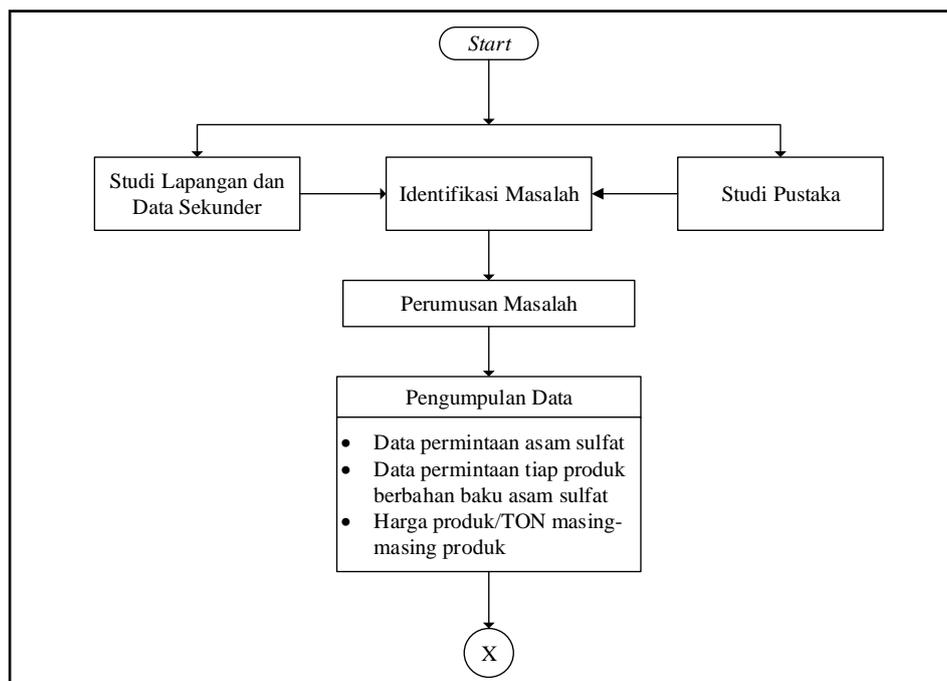
II. METODE

A. Waktu dan Tempat Penelitian

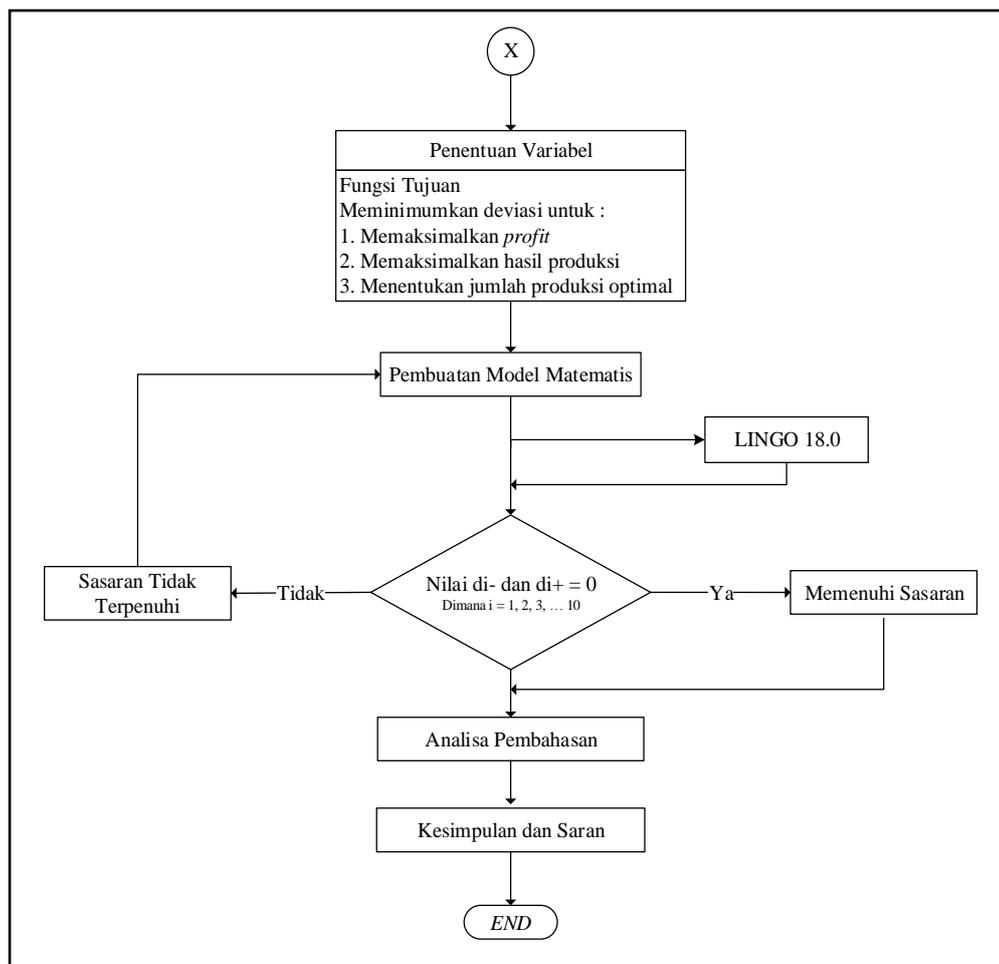
Penelitian ini dilakukan di perusahaan yang terletak di Jawa Timur. Penelitian ini dilakukan selama 6 bulan, yaitu sejak Oktober 2023 hingga Maret 2024. Proses pengumpulan data dilakukan dengan observasi langsung di perusahaan dan melakukan wawancara guna mengetahui secara nyata kondisi bahan baku asam sulfat di perusahaan. Data yang akan digunakan pada penelitian ini didapatkan dari data historis juga studi literatur dari buku ataupun jurnal.

B. Alur Penelitian

Adapun kegiatan selama proses penelitian terdapat pada alur penelitian yang berbentuk *flowchart* seperti gambar 2.1 berikut.



Gambar 1. Alur Penelitian.



Gambar 1. Alur Penelitian (Lanjutan...).

C. Goal Programming

Metode *Goal Programming* merupakan salah satu model matematis yang dikembangkan dari *Linear Programming* yang dapat bermanfaat untuk menyelesaikan masalah multi-objektif. Perbedaan dari kedua metode tersebut yaitu terdapat pada fungsi tujuan, yang mana *linear programming* hanya fokus pada satu tujuan dengan mengabaikan tujuan yang lain, sedangkan *Goal Programming* meminimumkan deviasi dari setiap tujuan yang ingin dicapai untuk mencapai hasil yang optimal tanpa mengabaikan tujuan lainnya.

Variabel deviasi digunakan untuk menyatakan fungsi tujuan sebagai kendala tujuan dan kemudian mencari solusi dengan meminimumkan jumlah deviasi dari fungsi tujuan. Jika nilai variabel deviasi positif (d^+), itu menunjukkan pencapaian di atas target b_i ; sedangkan jika nilai variabel deviasi negatif (d^-), itu menunjukkan pencapaian di bawah target b_i . Penggunaan variabel deviasi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Penggunaan variabel deviasi [10].

No.	Batasan Fungsi Tujuan	Variabel Deviasi dalam Fungsi Tujuan	Variabel Deviasi yang Tidak Diinginkan
1	$f_i(x) = b_i$	$f_i(x) + d_i^- - d_i^+ = b_i$	$d_i^- + d_i^+$
2	$f_i(x) \geq b_i$	$f_i(x) + d_i^- - d_i^+ = b_i$	d_i^-
3	$f_i(x) \leq b_i$	$f_i(x) + d_i^- - d_i^+ = b_i$	d_i^+

Berdasarkan tabel 1, jika $f_i(x) = b_i$ maka d_i^- dan d_i^+ akan diminumkan dengan tujuan agar tidak ada penyimpangan pada target, sehingga target tepat sesuai dengan b_i yang diinginkan. Jika $f_i(x) \geq b_i$ maka target yang diinginkan tujuannya adalah memaksimalkan d_i^+ untuk menghindari penyimpangan dari target d_i^- , dengan target yang diinginkan tidak kurang dari b_i . Sebaliknya, jika $f_i(x) \leq b_i$, tujuannya adalah meminimumkan d_i^- untuk menghindari penyimpangan kelebihan dari target d_i^+ dengan target yang diinginkan tidak lebih dari b_i .

Preemptive Goal Programming adalah salah satu metode yang digunakan dalam menyelesaikan *Goal Programming* sebagai landasan pengambilan keputusan untuk menganalisis solusi dari masalah yang melibatkan banyak tujuan. Metode ini mengutamakan prioritas dalam menentukan alternatif solusi yang optimal. Notasi yang digunakan untuk mengidentifikasi prioritas dari tujuan-tujuan ini adalah p_i untuk $i=1,2,\dots,m$, dengan m adalah jumlah tujuan yang disusun secara berurutan seperti $p_1 \gg p_2 \gg \dots \gg p_m$ dengan arti \gg jauh lebih penting daripada. Hal ini menyatakan urutan prioritas dari tujuan yang ingin dicapai, dimana p_i memiliki prioritas yang lebih tinggi yang harus dicapai terlebih dahulu sebelum melanjutkan ke prioritas berikutnya. Penyimpangan yang ada pada prioritas yang lebih tinggi harus diminimalisir terlebih dahulu sebelum melakukan penyimpangan pada prioritas yang paling rendah.

Bentuk umum dari metode *Preemptive Goal Programming* adalah

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^m p_i (d_i^+ + d_i^-) \text{ for } i = 1, 2, \dots, m \quad (1)$$

Dengan batasan

$$\left. \begin{aligned} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n + d_1^- - d_1^+ &= b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n + d_2^- - d_2^+ &= b_2 \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n + d_m^- - d_m^+ &= b_m \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

$$x_j, d_i^-, d_i^+ \geq 0 \text{ for } i = 1, 2, \dots, m ; j = 1, 2, \dots, n, \quad (3)$$

Sumber : [10].

Dimana

a_{ij} = koefisien variabel keputusan pada batasan ke- i

x_j = variabel keputusan

b_i = nilai fungsi kendala

d_i^+ = variabel deviasi positif

d_i^- = variabel deviasi negatif

p_i = tujuan prioritas ke- i

n = angka dari variabel keputusan

m = angka dari kendala

Berikut adalah langkah-langkah yang dilakukan untuk membentuk suatu model dalam *Goal Programming*:

1. Menentukan variabel keputusan: Menetapkan parameter-parameter yang mempengaruhi keputusan yang akan diambil.
2. Merumuskan fungsi tujuan.
3. Menyusun persamaan matematis untuk setiap tujuan yang telah ditetapkan : Setiap fungsi tujuan harus digambarkan sebagai dari variabel keputusan, dimana $f_i(x)$ adalah fungsi variabel keputusan pada tujuan ke- i . Setiap fungsi harus mencakup deviasi negatif (d_i^-) dari target b_i , serta deviasi positif (d_i^+) dari target tersebut. Persamaan tersebut dapat dirumuskan sebagai $f_i(x) + d_i^- - d_i^+ = b_i$, dimana i merupakan indeks tujuan. (lebih lengkap lihat di Tabel 1).
4. Memilih tujuan absolut yang harus dipenuhi: Tujuan-tujuan ini diberikan prioritas dalam pembentukan fungsi pencapaian.
5. Menetapkan prioritas yang tepat untuk setiap tujuan.
6. Menyederhanakan model: Model disederhanakan agar cukup untuk mampu mempresentasikan semua tujuan dengan baik.
7. Membuat fungsi pencapaian [8].

D. Langkah-langkah Penelitian

Adapun prosedur dari penelitian ini antara lain:

1. Penyajian teori-teori

Adapun pemaparan berbagai teori yang mendukung didapatkan dari berbagai sumber yang dapat dipercaya seperti buku dan jurnal yang berhubungan dengan *Goal Programming*.

2. Pengumpulan data

Data yang diperlukan antara lain:

Tabel 3. Data permintaan asam sulfat.

Produk	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	Total
Januari	19.011	50.863	46.743	4.855		27.927		400	149799
Februari	15.076	64.706	35.499			38.883		431	154595
Maret	26.288	45.966	40.131	5.857		41.184	548	358	160333
April	28.314	27.696	35.891	4.161		39.237	1.835	678	137811
Mei	21.601	25.626	42.313	4.146	222	45.927	1.379	659	141874
Juni	26.173	10.552	36.140			38.286	4.068	570	115789
Juli	25.674	14.326	40.246			50.062		500	130808
Agustus	28.531	22.195	38.491			47.991		506	137714
September	28.401	37.097	38.121	1.305		31.528	6.842	671	143964
Oktober	34.850	33.312	39.184	1.740	226	28.768		662	138742
November	42.042	33.648	40.826			29.604		517	146637
Desember	43.619	39.837	39.626			48.247		617	171945
Total	339.581	405.823	473.210	22.063	449	467.644	14.672	6.568	1.730.010

Dan yang menjadi sasaran dari penelitian ini sesuai dengan prioritas yang ditetapkan yaitu:

(a) Memaksimalkan *profit*.

Berdasarkan hasil permintaan yang diperoleh selama setahun maka sasaran pendapatan penjualan diperoleh dari total hasil perkalian antara harga jual dan banyaknya permintaan masing-masing produk.

Tabel 5. Pendapatan.

Produk	Harga Produk/TON	Permintaan (TON)	Pendapatan (USD)
X1	389	339.581	327.576.900
X2	832	405.823	95.846.400
X3	500	473.210	102.200.000
X4	353	22.063	5.295.000
X5	190	449	2.375.000
X6	548	467.644	1.302.596.000
X7	517	14.672	36.190.000
X8	731	6.568	8.735.450
Total		1.730.010	982.875.838

(b) Memaksimalkan hasil produksi

Untuk sasaran memaksimalkan hasil produksi dari jumlah hasil permintaan seluruh produk yang diteliti, permintaan untuk produk X1 sebesar 339.581 TON, produk X2 sebesar 405.823 TON, produk X3 sebesar 473.210 TON, produk X4 sebesar 22.063 TON, produk X5 sebesar 449 TON, produk X6 sebesar 467.644 TON, produk X7 sebesar 14.672 TON dan produk X8 sebesar 6.568 TON. Maka total jumlah produksi bahan baku asam sulfat yang dibutuhkan sebesar 1.730.010 TON dalam setahun.

(c) Menentukan jumlah hasil produksi yang optimal

- Sasaran produksi produk X1 dari permintaan konsumen sebesar 339.581 TON.
- Sasaran produksi produk X2 dari permintaan konsumen sebesar 405.823 TON.
- Sasaran produksi produk X3 dari permintaan konsumen sebesar 473.210 TON.
- Sasaran produksi produk X4 dari permintaan konsumen sebesar 22.063 TON.
- Sasaran produksi produk X5 dari permintaan konsumen sebesar 449 TON.
- Sasaran produksi produk X6 dari permintaan konsumen sebesar 467.644 TON.
- Sasaran produksi produk X7 dari permintaan konsumen sebesar 14.672 TON.
- Sasaran produksi produk X8 dari permintaan konsumen sebesar 6.568 TON.

3. Pengolahan data

Data-data yang telah terkumpul kemudian diolah dengan bantuan *software* LINGO 18.0 dengan harapan untuk menghasilkan *output* yang optimal tanpa kesalahan yang mungkin terjadi jika menggunakan metode manual. Kemudian, hasil yang dihasilkan akan dianalisis untuk menjelaskan hasil keluarannya.

4. Membuat kesimpulan

Setelah hasil *output* didapatkan dan dianalisa maka dapat ditarik kesimpulan untuk permasalahan yang ada pada penelitian ini.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perumusan Fungsi *Problem* ke Dalam Metode *Goal Programming*

Fungsi kendala yang telah dibentuk akan diintegrasikan ke dalam fungsi kendala *Goal Programming* dengan memasukkan variabel deviasi ke dalam fungsi kendala tersebut.

1. Memaksimalkan pendapatan penjualan sebesar 982.937.304 USD.

Target perusahaan yaitu memenuhi hasil penjualan dari masing-masing produk dan bila mungkin dimaksimalkan. Pada kendala ini sasaran dituangkan dalam $b_i = 982.937.304$. Maka penyimpangan dibawah dan diatas nilai b_i harus diminimumkan sehingga dibutuhkan variabel deviasional d_i^- dan d_i^+ . Hal tersebut mengakibatkan fungsi persamaan pada kendala berubah menjadi: $389x_1 + 832x_2 + 500x_3 + 353x_4 + 190x_5 + 548x_6 + 517x_7 + 731x_8 + d_1^- - d_1^+ = 982.875.838$.

2. Memaksimalisasi hasil produksi.

Pada kendala ini tujuan yang dikehendaki dituangkan dalam $b_i = 1.730.010$. Maka penyimpangan dibawah dan diatas nilai b_i harus diminimumkan sehingga dibutuhkan variabel deviasional d_i^- dan d_i^+ . Hal tersebut mengakibatkan fungsi persamaan pada kendala berubah menjadi: $x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + d_2^- - d_2^+ = 1.730.010$.

3. Menentukan jumlah hasil produksi

Untuk mendapatkan jumlah masing-masing produk untuk di produksi yang optimal sesuai dengan hasil total permintaan untuk satu tahun kedepan maka didapatkan rumusan sebagai berikut:

- Pada kendala ini, harapan sasaran produksi minimal mencapai 339.581 TON ton. Dimana produk X1 harus diproduksi lebih dari jumlah minimum. Oleh karena itu penyimpangan di atas dan dibawah nilai b_i harus sama dengan b_i sehingga diperlukan variabel deviasional d_i^- dan fungsi persamaan kendala berubah menjadi $x_1 + d_3^- \leq 339.581$.
- Pada kendala ini, harapan sasaran produksi minimal mencapai 405.823 TON. Dimana produk X2 harus diproduksi lebih dari jumlah minimum. Oleh karena itu penyimpangan di atas dan dibawah nilai b_i harus sama dengan b_i sehingga diperlukan variabel deviasional d_i^- dan fungsi persamaan kendala berubah menjadi $x_2 + d_4^- \leq 405.823$.
- Pada kendala ini, harapan sasaran produksi minimal mencapai 473.210 TON. Dimana produk X3 harus diproduksi lebih dari jumlah minimum. Oleh karena itu penyimpangan di atas dan dibawah nilai b_i harus sama dengan b_i sehingga diperlukan variabel deviasional d_i^- dan fungsi persamaan kendala berubah menjadi $x_3 + d_5^- \leq 473.210$.
- Pada kendala ini, harapan sasaran produksi minimal mencapai 22.063 TON. Dimana produk X4 harus diproduksi lebih dari jumlah minimum. Oleh karena itu penyimpangan di atas dan dibawah nilai b_i harus sama dengan b_i sehingga diperlukan variabel deviasional d_i^- dan fungsi persamaan kendala berubah menjadi $x_4 + d_6^- \leq 22.063$.
- Pada kendala ini, harapan sasaran produksi minimal mencapai 449 TON. Dimana produk X5 harus diproduksi lebih dari jumlah minimum. Oleh karena itu penyimpangan di atas dan dibawah nilai b_i harus sama dengan b_i sehingga diperlukan variabel deviasional d_i^- dan fungsi persamaan kendala berubah menjadi $x_5 + d_7^- \leq 449$.
- Pada kendala ini, harapan sasaran produksi minimal mencapai 467.644 TON. Dimana produk X6 harus diproduksi lebih dari jumlah minimum. Oleh karena itu penyimpangan di atas dan dibawah nilai b_i harus sama dengan b_i sehingga diperlukan variabel deviasional d_i^- dan fungsi persamaan kendala berubah menjadi $x_6 + d_8^- \leq 467.644$.
- Pada kendala ini, harapan sasaran produksi minimal mencapai 14.672 TON. Dimana produk X7 harus diproduksi lebih dari jumlah minimum. Oleh karena itu penyimpangan di atas dan dibawah nilai b_i harus sama dengan b_i sehingga diperlukan variabel deviasional d_i^- dan fungsi persamaan kendala berubah menjadi $x_7 + d_9^- \leq 14.672$.
- Pada kendala ini, harapan sasaran produksi minimal mencapai 6.568 TON. Dimana produk X8 harus diproduksi lebih dari jumlah minimum. Oleh karena itu penyimpangan di atas dan dibawah nilai b_i harus sama dengan b_i sehingga diperlukan variabel deviasional d_i^- dan fungsi persamaan kendala berubah menjadi $x_8 + d_{10}^- \leq 6.568$.

B. Membentuk Fungsi Tujuan ke Dalam Metode *Goal Programming*

Untuk merumuskan fungsi tujuan maka dilakukan produksi tiap produk pupuk selama satu tahun dengan memperoleh *profit* yang maksimum dan tidak melebihi jumlah kapasitas produksi masing-masing produk dengan meminimumkan deviasi terhadap batas dan sasaran yang telah ditentukan dengan prioritasnya. Yang mana model

persoalan *Goal Programming* akan diselesaikan dengan *software* Lingo 18.0. Adapun langkah-langkah dalam memproses data adalah sebagai berikut:

1. Memasukkan seluruh perumusan data mentah ke dalam perangkat lunak Lingo 18.0.

Minimalisasi:

$$Z = P_1(d_1^- + d_1^+) + P_2(d_2^- + d_2^+) + P_3(d_3^- + d_3^+ + d_4^- + d_4^+ + d_5^- + d_5^+ + d_6^- + d_6^+ + d_7^- + d_7^+ + d_8^- + d_8^+ + d_9^- + d_9^+ + d_{10}^- + d_{10}^+)$$

Dengan kendala:

- $389x_1 + 832x_2 + 500x_3 + 353x_4 + 190x_5 + 548x_6 + 517x_7 + 731x_8 + d_1^- - d_1^+ = 982.875.838$
- $x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + d_2^- - d_2^+ = 1.730.010$
- $x_1 + d_3^- - d_3^+ \leq 339.581$
- $x_2 + d_4^- - d_4^+ \leq 405.823$
- $x_3 + d_5^- - d_5^+ \leq 473.210$
- $x_4 + d_6^- - d_6^+ \leq 22.063$
- $x_5 + d_7^- - d_7^+ \leq 449$
- $x_6 + d_8^- - d_8^+ \leq 467.644$
- $x_7 + d_9^- - d_9^+ \leq 14.672$
- $x_8 + d_{10}^- - d_{10}^+ \leq 6.568$

Dimana:

- x_1 = produk asam sulfat
- x_2 = produk asam fosfat
- x_3 = produk pupuk jenis A
- x_4 = produk pupuk jenis B
- x_5 = produk pupuk jenis C
- x_6 = produk pupuk jenis D
- x_7 = produk pupuk jenis E
- x_8 = produk pupuk jenis F

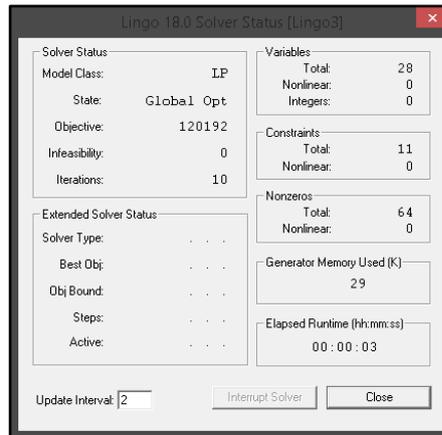
2. Menampilkan data masukan.

```

Lingo Model - Lingo3
MIN DA1 + DB1 + DA2 + DB2 + DA3 + DB3 + DA4 + DB4 + DA5 + DB5 + DA6 + DB6 + DA7 + DB7 + DA8 + DB8 + DA9 + DB9 + DA10 + DB10
SUBJECT TO
389X1 + 832X2 + 500X3 + 353X4 + 190X5 + 548X6 + 517X7 + 731X8 + DB1 - DA1 = 932875838
X1 + X2 + X3 + X4 + X5 + X6 + X7 + X8 + DB2 - DA2 = 1730010
X1 + DB3 - DA3 = 339581
X2 + DB4 - DA4 = 405823
X3 + DB5 - DA5 = 473210
X4 + DB6 - DA6 = 22063
X5 + DB7 - DA7 = 449
X6 + DB8 - DA8 = 467644
X7 + DB9 - DA9 = 14672
X8 + DB10 - DA10 = 6568
END|

```

Gambar 2. Model dalam *Software* LINGO.

3. Menampilkan *Solver Status*.Gambar 3. *Solver Status*.

4. Menampilkan data keluaran hasil olah data.

Variable	Value	Reduced Cost
DA1	0.000000	0.9875942
DB1	0.000000	1.002484
DA2	0.000000	2.000000
DB2	60096.15	0.000000
DA3	0.000000	0.9350942
DB3	0.000000	1.064904
DA4	0.000000	2.000000
DB4	60096.15	0.000000
DA5	0.000000	1.201923
DB5	0.000000	0.7980749
DA6	0.000000	0.4885777
DB6	0.000000	1.151442
DA7	0.000000	0.4567308
DB7	0.000000	1.543249
DA8	0.000000	1.317308
DB8	0.000000	0.4824923
DA9	0.000000	1.242788
DB9	0.000000	0.7572115
DA10	0.000000	1.7572115
DB10	0.000000	0.2427885
X1	339581.0	0.000000
X2	348724.8	0.000000
X3	473210.0	0.000000
X4	22063.00	0.000000
X5	449.0000	0.000000
X6	467644.0	0.000000
X7	14672.00	0.000000
X8	6568.000	0.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	120192.3	-1.000000
2	0.000000	0.2403848E-02
3	0.000000	-1.000000
4	0.000000	0.4880185E-01
5	0.000000	-1.000000
6	0.000000	-0.2019231
7	0.000000	0.1514423
8	0.000000	0.5432492
9	0.000000	-0.1317308
10	0.000000	-0.2427885
11	0.000000	-0.7572115

Gambar 4. *Output*.

Berdasarkan hasil yang didapatkan dari keluaran LINGO 18.0 dapat dijabarkan lebih lanjut sebagai berikut:

- DA1 dan DB1 berhubungan dengan target memaksimalkan *profit*. Berdasarkan *output* diatas penyelesaian model optimasi kapasitas produksi dengan *software* LINGO 18.0 didapatkan hasil variasi deviasional DB1 = 0 juga DA1 = 0, yang menunjukkan bahwa target maksimalisasi pendapatan mampu diturunkan hingga bernilai 0 sehingga target untuk mengoptimumkan hasil pendapatan pada lini penjualan terpenuhi yaitu sebesar 982. 937. 304 USD.
- DA2 dan DB2 yang berhubungan dengan target pemaksimalan hasil produksi. Berdasarkan *output* di atas penyelesaian model optimasi kapasitas produksi dengan *software* LINGO 18.0 diperoleh variasi deviasional DB2 = 60096,15 dan DA2 = 0, yang berarti bahwa target memaksimalkan hasil produksi tidak mencaai 1.730.010 TON dalam setahun, namun masih perlu tambahan produksi sebanyak 60.096,15 TON.
- DA3 dan DB3 berkaitan dengan target menentukan jumlah hasil produksi yang optimal untuk produk X1 yang mana nilai variabel deviasional pada *output*_LINGO 18.0 diperoleh DB3 = 0 dan DA3 = 0 sehingga target untuk memproduksi X1 sebanyak 339.581 TON terpenuhi.
- DA4 dan DB4 berkaitan dengan target menentukan jumlah hasil produksi yang optimal untuk produk X2 yang mana nilai variabel deviasional pada *output* LINGO 18.0 diperoleh DB4 = 60096,15 dan DA4 = 0, yang artinya target produksi X2 perlu ditambah DB4 untuk mencapai target produksi sebesar 405.823 TON.
- DA5 dan DB5 berkaitan dengan target menentukan jumlah hasil produksi yang optimal untuk produk X3 yang mana nilai variabel deviasional pada *output* LINGO 18.0 diperoleh DB5 = 0 dan DA5 = 0 sehingga target untuk memproduksi X3 sebanyak 473.210 TON terpenuhi.

- f. DA6 dan DB6 berkaitan dengan target menentukan jumlah hasil produksi yang optimal untuk produk X4 yang mana nilai variabel deviasional pada *output* LINGO 18.0 diperoleh DB6 = 0 dan DA6 = 0 sehingga target untuk memproduksi X4 sebanyak 22.063 TON terpenuhi.
- g. DA7 dan DB7 berkaitan dengan sasaran untuk menetapkan jumlah produksi yang paling *optimum* untuk produk X5 yang mana nilai variabel deviasional pada *output* LINGO 18.0 diperoleh DB7 = 0 dan DA7 = 0 sehingga target untuk memproduksi X5 sebanyak 449 TON terpenuhi.
- h. DA8 dan DB8 Terkait dengan tujuan untuk menetapkan jumlah produksi yang paling efektif untuk produk X6 yang mana nilai variabel deviasional pada *output* LINGO 18.0 diperoleh DB8 = 0 dan DA8 = 0 sehingga target untuk memproduksi X6 sebanyak 467.644 TON terpenuhi.
- j. DA9 dan DB9 berkenaan dengan tujuan penentuan jumlah hasil produksi yang optimal untuk produk X7 yang mana nilai variabel deviasional pada *output* LINGO 18.0 diperoleh DB9 = 0 dan DA9 = 0 sehingga target untuk memproduksi X7 sebanyak 14.672 TON terpenuhi.
- k. DA10 dan DB10 berkaitan dengan target menentukan jumlah hasil produksi yang optimal untuk produk X8 yang mana nilai variabel deviasional pada *output* LINGO 18.0 diperoleh DB10 = 0 dan DA10 = 0 sehingga target untuk memproduksi X8 sebanyak 6.568 TON terpenuhi.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis menggunakan *software* LINGO 18.0, target memaksimalkan pendapatan penjualan sebesar 982.937.304 USD tercapai tanpa deviasi. Sebagian besar target produksi optimal untuk produk X1 hingga X8 juga terpenuhi, dengan nilai variabel deviasional menunjukkan bahwa tidak ada kekurangan dalam jumlah produksi untuk produk-produk tersebut. Namun, untuk produk X2 masih terdapat kekurangan produksi sebesar 60.096,15 TON untuk mencapai target 405.823 TON. Secara keseluruhan, model optimasi menunjukkan hasil yang sangat positif, dengan hampir semua target produksi terpenuhi, hanya satu produk yang memerlukan tambahan produksi untuk mencapai target.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur kepada Allah SWT karena rahmat dan hidayah-Nya sehingga peneliti dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Pada kesempatan ini peneliti ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Bapak Iswanto, ST., M.MT. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Muhammadiyah Sidoarjo
2. Ibu Indah Apriliana Sari Wulandari, S.T., MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Universitas Muhammadiyah Sidoarjo dan juga Dosen Pembimbing Penelitian Tugas Akhir yang senantiasa membimbing serta memberikan dorongan motivasi kepada peneliti
3. Ibu Inggit Marodiyah, ST., MT. selaku Dosen Wali Kelas B1 Angkatan 2020 Program Studi Teknik Industri Universitas Muhammadiyah Sidoarjo
4. Bapak Tedjo Sukmono, ST., MT. dan Bapak Boy Isma Putra, ST., MM. selaku Dosen Penguji yang membimbing serta memberikan arahan untuk kelancaran penelitian ini.
5. Pimpinan PT. XYZ yang telah memberikan izin untuk melaksanakan penelitian tugas akhir
6. *Staff* dan karyawan PT XYZ yang telah bersedia mengarahkan, membimbing, serta menjadi informan untuk peneliti.

REFERENSI

- [1] P. Aprimaryan, A. A. N. Arida, dan L. Wulandari, "Analisis Hasil Laporan Praktikum Uji Hidrokarbon Menggunakan Asam Sulfat oleh Mahasiswa Biologi Murni," *Indones. J. Conserv.*, vol. 12, no. 1, hal. 33–38, 2023, doi: 10.15294/jsi.v12i1.41051.
- [2] C. A. Suhendra, M. Asfi, W. J. Lestari, dan I. Syafrinal, "Sistem Peramalan Persediaan Sparepart Menggunakan Metode Weight Moving Average dan Reorder Point," *MATRIK J. Manajemen, Tek. Inform. dan Rekayasa Komput.*, vol. 20, no. 2, hal. 343–354, 2021, doi: 10.30812/matrik.v20i2.1052.
- [3] I. K. Juliantara dan K. Mandala, "Perencanaan Dan Pengendalian Produksi Agregat Pada Usaha Tedung Ud Dwi Putri Di Klungkung," *E-Jurnal Manaj. Univ. Udayana*, vol. 9, no. 1, hal. 99, 2020, doi: 10.24843/ejmunud.2020.v09.i01.p06.
- [4] W. K. L. Sinsu dan E. Aryanny, "Optimasi Perencanaan Produksi Cat dengan Metode *Goal Programming* pada PT. Tunggal Djaja Indah," *Pros. SENIATI*, vol. 6, no. 1, hal. 1–8, 2022, doi: 10.36040/seniati.v6i1.4828.
- [5] S. Ginting dan F. Ahyaningsih, "(Studi Kasus : PT Tibeka Jaya Abadi)," *Optimasi Perenc. Produksi dengan Metod. Goal Program.*, vol. 2, no. 2, hal. 17–34, 2023, [Daring]. Tersedia pada: <https://prin.or.id/index.php/JURRIMIPA/article/view/1137>

- [6] B. A. Noer, “Belajar Mudah Riset Operasional,” R. Fiva, Ed., 1 ed. Yogyakarta: CV Andi Offset (Penerbit Andi), 2010, hal. 198.
- [7] Z. Johanda, H. Cipta, dan M. Fathoni, “Optimasi Produksi Coco Fiber Dari Limbah Kelapa Menggunakan Metode Preemptive *Goal Programming*,” *J. Lebesgue J. Ilm. Pendidik. Mat. Mat. dan Stat.*, vol. 4, no. 1, hal. 140–150, 2023, doi: 10.46306/lb.v4i1.220.
- [8] D. M. N. Faisal, H. Bagus, dan S. Sunarya, “Perhitungan Metode *Goal Programming* Untuk Optimasi Perencanaan Produk Keripik Singkong Pada PT . Cassava Chips,” *Bull. Appl. Ind. Eng. Theory*, vol. 2, no. 1, hal. 16–20, 2020.
- [9] U. Azizah dan M. Singgih, “Implementasi Model Optimasi pada Produksi Usaha Konveksi CV Roby Abadi Guna Meningkatkan Laba,” *J. Ilm. Wahana Pendidik.*, vol. 9, no. 14, hal. 717–727, 2023, doi: <https://doi.org/10.5281/zenodo.8186880>.
- [10] I. Hasbiyati, R. Desri, dan M. D. H. Gamal, “Pre-Emptive *Goal Programming* Method for Optimizing Production Planning,” *BAREKENG J. Ilmu Mat. dan Terap.*, vol. 17, no. 1, hal. 0065–0074, 2023, doi: 10.30598/barekengvol17iss1pp0065-0074.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.