P-ISSN 2337-7682 E-ISSN 2722 1687

EduMath

Volume 18	Nomor 4, Nopember 2026	Halaman 253- 263

OPTIMASI ALOKASI TENAGA PANEN UNTUK ESTIMASI PRODUKSI TBS MENGGUNAKAN *INTEGER LINEAR PROGRAMMING*

Sahla [*1], Syamsyida Rozi [2]
[1,2]Universitas Jambi
*[1]sahlaa081@gmail.com, [2]syamsyida.rozi@unja.ac.id,

Abstrak : Penelitian ini membahas penentuan alokasi tenaga panen yang optimal untuk memperkirakan produksi Tandan Buah Segar (TBS) pada bulan September di Kebun Pangkalan Lima Puluh Kota. Model *Integer Linear Programming* (ILP) digunakan untuk memaksimalkan estimasi produksi dengan mempertimbangkan banyak tenaga panen yang tersedia, target produksi yang harus dicapai, serta batas minimum dan maksimum alokasi tenaga panen berdasarkan data historis. Model yang telah disusun kemudian diselesaikan menggunakan metode *Branch and Bound* agar diperoleh solusi berupa bilangan bulat yang memenuhi seluruh kendala. Berdasarkan hasil perhitungan, alokasi tenaga panen yang optimal pada afdeling 1, 2, dan 3 masing-masing adalah 32, 19, dan 16 orang, dengan total 67 orang. Dengan alokasi tersebut, estimasi produksi TBS yang diperoleh mencapai 1.783.275 kg. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ILP dapat diterapkan untuk menentukan pembagian tenaga panen dengan memperhatikan kapasitas panen dan ketersediaan sumber daya. Dengan demikian, model ini dapat menjadi salah satu alternatif dalam mendukung perencanaan produksi TBS.

Kata kunci: : *Optimasi, Alokasi Tenaga Panen, Integer Linear Programming, Branch and Bound*

PENDAHULUAN

PT Perkebunan Nusantara IV Regional IV yaitu perusahaan yang bergerak di bidang perkebunan dengan kelapa sawit sebagai salah satu komoditas utamanya (PT Perkebunan Nusantara IV, 2026). Komoditas ini memiliki peranan penting dalam menunjang kegiatan operasional perusahaan. Dalam proses produksi kelapa sawit, pemanenan Tandan Buah Segar (TBS) menjadi salah satu kegiatan utama karena berhubungan langsung dengan hasil produksi yang diperoleh (Wahyudi et al., 2024). Oleh karena itu, pelaksanaan pemanenan perlu didukung oleh perencanaan dan pengelolaan tenaga panen yang sesuai dengan kebutuhan serta kondisi di lapangan. Dalam menentukan alokasi tenaga panen, kapasitas pemanen juga perlu diperhatikan karena kemampuan menghasilkan TBS dapat berbeda antara satu bagian kebun dan bagian lainnya.

Harahap & Hariyadi (2018) menjelaskan bahwa kapasitas panen dan ketersediaan tenaga panen merupakan aspek yang perlu dipertimbangkan dalam pengelolaan kegiatan panen kelapa sawit. Pembahasan serupa juga dikemukakan oleh Idiatsyah et al. (2024) yang menempatkan perencanaan dan pelaksanaan tenaga panen sebagai bagian penting dalam pengelolaan pemanenan kelapa sawit.

Penentuan alokasi tenaga panen menjadi salah satu aspek yang perlu diperhatikan dalam pengelolaan pemanenan kelapa sawit. Hal ini berkaitan dengan keterbatasan jumlah tenaga panen yang tersedia serta perbedaan kapasitas panen pada setiap afdeling. Afdeling merupakan bagian atau unit kerja dalam suatu perkebunan yang bertanggung jawab atas pengelolaan areal tanaman dan kegiatan operasional perkebunan. Idiatsyah et al. (2024) menjelaskan bahwa kapasitas panen dan kebutuhan tenaga panen merupakan aspek yang perlu dievaluasi dalam manajemen pemanenan kelapa sawit. Perbedaan kapasitas panen tersebut menyebabkan setiap afdeling memiliki potensi produksi TBS yang berbeda, sehingga alokasi tenaga panen perlu disesuaikan dengan kapasitas masing-masing afdeling.

Data tenaga panen dan produksi TBS periode Januari hingga Agustus 2026 digunakan sebagai dasar penyusunan model optimasi untuk menentukan alokasi tenaga panen pada September 2026. Pemilihan September sebagai periode estimasi didasarkan pada ketersediaan data historis hingga Agustus serta adanya target produksi TBS yang perlu dicapai pada bulan tersebut. Oleh karena itu, diperlukan pengaturan alokasi tenaga panen yang tepat agar estimasi produksi TBS pada bulan September dapat dimaksimalkan.

Permasalahan alokasi tenaga panen dapat dipandang sebagai masalah pengalokasian sumber daya yang bertujuan untuk memperoleh keputusan terbaik dengan tetap memperhatikan keterbatasan sumber daya dan kendala yang dihadapi. Salah satu cara yang dapat diterapkan untuk menyelesaikan permasalahan tersebut adalah melalui optimasi. Menurut Taha (2017), optimasi merupakan pendekatan untuk menentukan solusi terbaik dari berbagai alternatif keputusan berdasarkan fungsi tujuan dan kendala yang telah ditetapkan. Salah satu metode yang dapat digunakan dalam proses optimasi adalah *Linear Programming* (Agustina et al., 2021).

Linear Programming merupakan metode matematis yang digunakan untuk menentukan nilai optimal fungsi tujuan dengan memperhatikan kendala-kendala yang dirumuskan dalam bentuk hubungan *linear* (Hillier & Lieberman, 2015). Meskipun demikian, tidak semua permasalahan dapat diselesaikan dengan menggunakan variabel keputusan yang bernilai pecahan. Pada persoalan alokasi tenaga panen, misalnya, variabel keputusan menunjukkan banyaknya orang ditempatkan pada setiap afdeling sehingga nilainya harus berupa bilangan bulat. Oleh sebab itu, pendekatan yang sesuai untuk permasalahan ini adalah *Integer Linear Programming* (ILP). Metode ini merupakan pengembangan dari pemrograman *linear* yang mensyaratkan sebagian atau seluruh variabel keputusannya bernilai bilangan bulat. Dengan demikian, ILP dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan alokasi sumber daya yang keputusan dalam bentuk bilangan bulat.

Penelitian terkait ILP telah dilakukan oleh beberapa peneliti pada berbagai permasalahan pengalokasian sumber daya. Irsyad et al. (2020) menggunakan *Integer Linear Programming* dalam penyusunan jadwal karyawan untuk meminimalkan biaya yang dikeluarkan untuk upah karyawan. Wahyudi & Arifah (2026) menerapkan *Integer Linear Programming* untuk menentukan penggunaan tenaga kerja pada proses penggolongan dengan tujuan meminimalkan jumlah tenaga kerja yang digunakan untuk memenuhi target pekerjaan. Siregar et al. (2024) juga menerapkan *Integer Linear Programming* dengan metode *Branch and Bound* untuk menentukan keputusan produksi dengan keterbatasan sumber daya. Penerapan metode *Branch and Bound* dalam penelitian tersebut menunjukkan bahwa metode ini dapat digunakan untuk mendapatkan solusi bilangan bulat dalam permasalahan optimasi produksi. Berbeda dengan penelitian tersebut, penelitian ini menggunakan *Integer Linear Programming* untuk mengestimasi produksi TBS pada bulan September melalui optimasi alokasi tenaga panen pada Kebun Pangkalan Lima Puluh Kota. Perbedaan penelitian terletak pada sumber daya yang dialokasikan serta tujuan optimasi yang ingin dicapai..

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan data sekunder dari PT Perkebunan Nusantara IV Regional IV, khususnya Kebun Pangkalan Lima Puluh Kota. Data yang digunakan mencakup banyak tenaga panen Januari hingga Agustus 2026, kapasitas pemanen pada bulan Agustus, serta target produksi TBS bulan September untuk Afdeling 1, Afdeling 2, dan Afdeling 3.

Data tenaga panen yang didapatkan dari PT Perkebunan Nusantara IV Regional IV dinyatakan dalam satuan Hari Kerja (HK), yang menunjukkan banyaknya orang yang diperhitungkan berdasarkan hari kerja dalam satu bulan. Sedangkan kapasitas pemanen dinyatakan dalam kilogram per HK. Agar dapat digunakan dalam model, data dikonversi dengan asumsi satu bulan kerja terdiri atas 25 hari kerja. Banyak tenaga panen diperoleh dengan membagi nilai HK dengan 25, sedangkan kapasitas pemanen dalam kilogram per orang per bulan diperoleh dengan mengalikan kapasitas dalam kilogram per HK dengan 25.

Beberapa asumsi digunakan dalam membangun model *Integer Linear Programming* agar model dapat menggambarkan kondisi yang dianalisis berdasarkan data yang tersedia. Asumsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Perhitungan satu bulan kerja menggunakan 25 hari kerja berdasarkan arahan staf PT Perkebunan Nusantara IV Regional IV.
2. Banyak tenaga panen bulan Agustus digunakan sebagai pendekatan terhadap

ketersediaan tenaga panen pada bulan September.

3. Kapasitas pemanen bulan Agustus digunakan sebagai pendekatan terhadap kapasitas pemanen pada bulan September.
4. Banyak tenaga panen yang tersedia selama periode perencanaan dianggap tetap, sehingga tidak terdapat penambahan tenaga panen.
5. Tenaga panen yang tersedia dapat dialokasikan antar afdeling.
6. Batas minimum dan maksimum alokasi tenaga panen pada masing-masing afdeling ditentukan berdasarkan data historis bulan Januari sampai Agustus 2026.

Adapun tahapan penyelesaian masalah menggunakan metode *Integer Linear Programming* adalah sebagai berikut.

1. Menentukan Parameter

Parameter yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter Penelitian

Parameter	Keterangan	Satuan
C_i	Kapasitas pemanen pada afdeling ke *i*	Kg/orang/bulan
T	Total tenaga panen yang tersedia	Orang
L_i	Batas minimum banyak tenaga panen pada afdeling ke *i*	Orang
U_i	Batas maksimum banyak tenaga panen pada afdeling ke *i*	Orang
R_i	Target produksi TBS bulan September pada afdeling ke *i*	Kg
i	1,2, dan 3	-

2. Menentukan Variabel Keputusan

Variabel keputusan pada penelitian ini adalah banyak tenaga panen yang dialokasikan pada masing-masing afdeling.

3. Membentuk Fungsi Tujuan

Tujuan dalam penelitian ini adalah memaksimalkan estimasi produksi TBS bulan September berdasarkan alokasi tenaga panen dan kapasitas pemanen pada setiap afdeling.

4. Membentuk Kendala

Kendala yang digunakan dalam penelitian ini berkaitan dengan total tenaga panen yang tersedia, target produksi TBS pada masing-masing afdeling, serta batas minimum dan maksimum banyak tenaga panen pada setiap afdeling. Tenaga panen yang dialokasikan juga berupa bilangan bulat karena menyatakan banyak orang.

5. Menemukan Solusi Optimal dari Model *Integer Linear Programming*

Penyelesaian diawali dengan mengabaikan sementara persyaratan bilangan bulat pada variabel keputusan sehingga diperoleh relaksasi *Linear Programming* (LP), yaitu model yang variabel keputusannya untuk sementara diperbolehkan bernilai pecahan (Taha, 2017). Setelah model relaksasi LP diperoleh, model disiapkan untuk diselesaikan menggunakan metode *Big M* karena terdapat kendala bertanda $\leq$ dan $\geq$ (Rahmahdani et al., 2025). Pada kendala bertanda $\leq$ ditambahkan variabel *slack*,

sedangkan pada kendala bertanda ≥ dikurangkan variabel *surplus* dan ditambahkan variabel *artificial*. Fungsi tujuan memaksimalkan diberi penalti sebesar –M pada variabel *artificial*, sedangkan fungsi tujuan meminimumkan diberi penalti sebesar M, dimana M diasumsikan bilangan positif yang bernilai sangat besar. Apabila solusi relaksasi belum memenuhi syarat bilangan bulat, submasalah dibentuk melalui pencabangan pada variabel yang bernilai pecahan. Batas solusi dan kelayakan setiap submasalah kemudian digunakan untuk menentukan apakah pencabangan perlu dilanjutkan atau dapat dihentikan (Purba & Ahyaningsih, 2020).

6. **Menghitung Estimasi Produksi Tandan Buah Segar**

   Estimasi produksi pada masing-masing afdeling diperoleh dengan mengalikan alokasi tenaga panen optimal dengan kapasitas pemanen yang digunakan dalam model.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Data penelitian diperoleh dari PT Perkebunan Nusantara IV Regional IV dan disesuaikan dengan kebutuhan model *Integer Linear Programming*. Data yang digunakan meliputi target produksi TBS bulan September yang disajikan pada Tabel 2, kapasitas pemanen pada Tabel 3, serta batas minimum dan maksimum tenaga panen pada Tabel 4.

Tabel 2. Target Produksi Bulan September

Afdeling	Target Produksi (Kg)
1	846.523
2	478.002
3	384.475
Total	**1.709.000**

Tabel 3. Kapasitas Pemanen Bulan September

Afdeling	Kapasitas Pemanen (Kg/Orang)
1	27.175
2	26.825
3	25.250

Tabel 4. Minimum dan Maksimum Tenaga Panen Bulan September

Afdeling	Minimal Tenaga Panen (Orang)	Maksimal Tenaga Panen (Orang)	Tenaga Panen September (Orang)
$1(x_1)$	$26(L_1)$	$32(U_1)$	31
$2(x_2)$	$16(L_2)$	$21(U_2)$	20
$3(x_3)$	$13(L_3)$	$16(U_3)$	16
Total (T)			67

Berdasarkan data dan tujuan dari penelitian ini, didefinisikan variabel keputusan sebagai berikut, dimana satuannya masing-masing adalah orang.

x_1 = banyak tenaga panen yang dialokasikan pada afdeling 1

x_2 = banyak tenaga penan yang dialokasikan pada afdeling 2

x_3 = banyak tenaga panen yang dialokasikan pada afdeling 3

Sehingga model ILP secara keseluruhan dapat dituliskan sebagai berikut.

Fungsi Tujuan:

$$\max Z = 27.175x_1 + 26.825x_2 + 25.250x_3$$

Kendala:

$$x_1 + x_2 + x_3 \leq 67$$
$$27.175x_1 \geq 846.523$$
$$26.825x_2 \geq 478.002$$
$$25.250x_3 \geq 384.475$$
$$x_1 \geq 26$$
$$x_2 \geq 16$$
$$x_3 \geq 13$$
$$x_1 \leq 32$$
$$x_2 \leq 21$$
$$x_3 \leq 16$$
$$x_i \in \mathbb{Z}^+$$

Dengan Z menunjukkan total estimasi produksi TBS bulan September.

Selanjutnya model direlaksasikan dengan mengabaikan batasan *integer* pada semua variabel keputusan. Solusi optimal dari fungsi tujuan dan kendala dari model ditemukan dengan menerapkan metode *Big M* dengan proses sebagai berikut.

Fungsi Tujuan:

$$\begin{aligned} Z = 27.175x_1 + 26.825x_2 + 25.250x_3 + 0S_1 \\ + 0S_2 + 0S_3 + 0S_4 + 0S_5 \\ + 0S_6 + 0S_7 + 0S_8 + 0S_9 \\ + 0S_{10} - MA_1 - MA_2 - MA_3 \\ - MA_4 - MA_5 - MA_6 \end{aligned}$$

Kendala:

$$x_1 + x_2 + x_3 + S_1 = 67$$
$$27.175x_1 - S_2 + A_1 = 846.523$$
$$26.825x_2 - S_3 + A_2 = 478.002$$
$$25.250x_3 - S_4 + A_3 = 384.475$$
$$x_1 - S_5 + A_4 = 26$$
$$x_2 - S_6 + A_5 = 16$$
$$x_3 - S_7 + A_6 = 13$$
$$x_1 + S_8 = 32$$
$$x_2 + S_9 = 21$$
$$x_3 + S_{10} = 16$$

Selanjutnya, didefinisikan variabel *artificial* $A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, A_6$ sebagai berikut.

$$A_1 = 846.523 - 27.175x_1 + S_2$$
$$A_2 = 478.002 - 26.825x_2 + S_3$$
$$A_3 = 384.475 - 25.250x_3 + S_4$$
$$A_4 = 26 - x_1 + S_5$$
$$A_5 = 16 - x_2 + S_6$$
$$A_6 = 13 - x_3 + S_7$$

Sehingga diperoleh fungsi tujuan yang telah disubstitusikan dengan variabel *artificial* sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Z - (27.175 + 27.176M)x_1 \\ - (26.825 + 26.826M)x_2 \\ - (25.250 + 25.251M)x_3 \\ - 0S_1 + MS_2 + MS_3 + MS_4 \\ + MS_5 + MS_6 + MS_7 - 0S_8 \\ - 0S_9 - 0S_{10} = -1.709.055M \end{aligned}$$

Dibentuk tabel simpleks awal berdasarkan fungsi tujuan dan kendala disajikan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Tabel Simpleks Awal

VB	x_1	x_2	x_3	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7	S_8	S_9	S_{10}	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	RHS
Z	-27.175 -27.176 M	-26.825 -26.826 M	-25.250 -25.251 M	0	M	M	M	M	M	M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1.709.055M
S_1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	67

A_1	27.175	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	846.523
A_2	0	26.825	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	478.002
A_3	0	0	25.250	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	384.475
A_4	1	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	26
A_5	0	1	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	16
A_6	0	0	1	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	13
S_8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	32
S_9	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	21
S_{10}	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	16

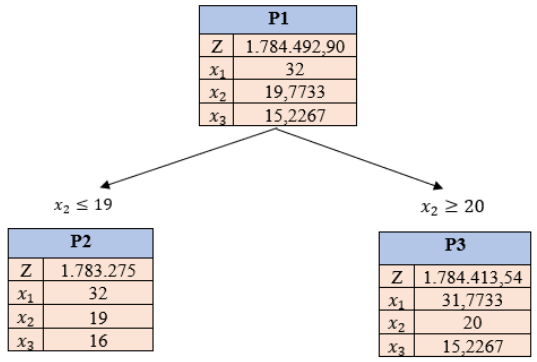
Berdasarkan Tabel 5, masih terdapat nilai negatif pada baris Z sehingga belum optimal. Selanjutnya diperoleh solusi optimal pada iterasi 8 yang disajikan pada Tabel 6.

Berdasarkan tabel 6, Diperoleh solusi optimal berdasarkan Tabel 6, $Z = 1.784.492{,}90$, $x_1 = 32$, $x_2 = 19{,}7733$, dan $x_3 = 15{,}2267$. Masih terdapat x_2 dan x_3 yang bukan merupakan bilangan *integer*, maka dilakukan pencabangan masalah dengan menambahkan kendala. Dalam hal ini dipilih x_2 yang menjadi fokus untuk pencabangan masalah. Yaitu sub masalah:

$$P2: P1 + (x_2 \leq 19)$$

$$P3: P1 + (x_2 \geq 20)$$

P2 merupakan sub masalah yang dibentuk dari permasalahan P1 dengan menambahkan kendala $x_2 \leq 19$ dan P3 merupakan sub masalah yang bentuk dari permasalahan P1 dengan menambahkan kendala $x_2 \geq 20$. Kemudian ditemukan solusi penyelesaian dari masing-masing sub masalah sebagaimana disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Pohon Pencabangan *Branch and Bound*

Berdasarkan Gambar 1, sub masalah P2 merupakan *fathomed* karena sudah memberikan solusi dengan semua variabel keputusan bernilai *integer*. Sedangkan pada sub masalah P3 masih terdapat x_1 dan x_3 yang bukan merupakan bilangan *integer* dan nilai $Z_{P3} > Z_{P2}$ maka masih terdapat peluang mendapatkan solusi optimal *integer*. Sehingga dilakukan pencabangan masalah dengan menambahkan kendala. Dalam hal ini dipilih x_1 yang menjadi fokus untuk pencabangan masalah. Yaitu sub masalah:

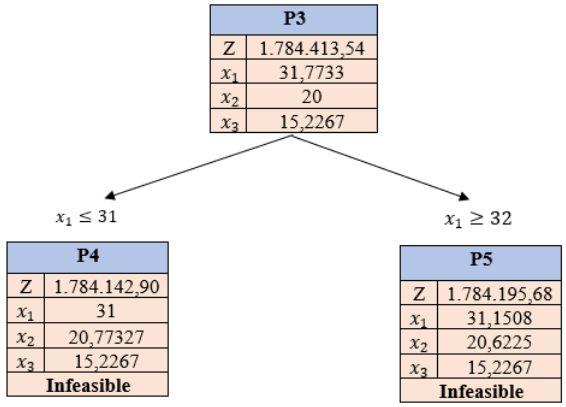
$$P4: P3 + (x_1 \leq 31)$$

$$P5: P3 + (x_1 \geq 32)$$

Tabel 6. Solusi Optimal Tabel Simpleks Awal

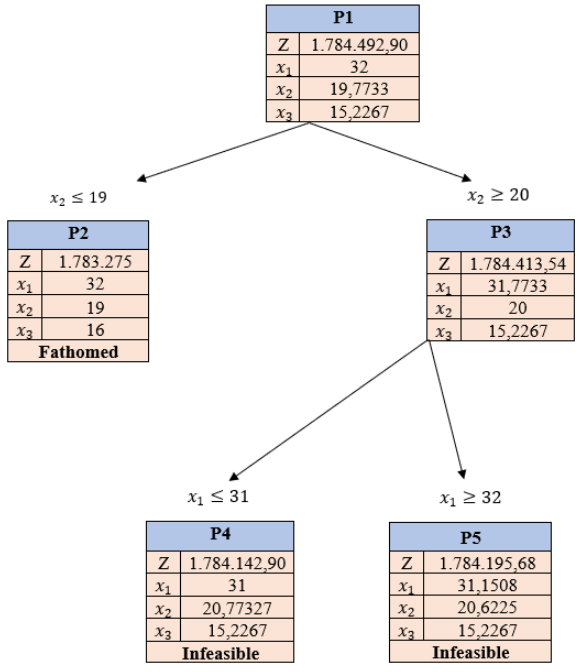
VB	x_1	x_2	x_3	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7	S_8	S_9	S_{10}	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	RHS
Z	0	0	0	26.825	0	0	$\frac{63}{1.010}$	0	0	0	350	0	0	M	M	$M - \frac{63}{1.010}$	M	M	M	$\frac{360.467.565}{202}$
S_3	0	0	0	26.825	0	1	$\frac{1.073}{1.010}$	0	0	0	-26.825	0	0	0	-1	$-\frac{1.073}{1.010}$	0	0	0	$\frac{10.588.011}{202}$
S_5	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	-1	0	0	6
S_6	0	0	0	1	0	0	$\frac{1}{25.250}$	0	1	0	-1	0	0	0	0	$-\frac{1}{25.250}$	0	-1	0	$\frac{3.811}{1.010}$
S_7	0	0	0	0	0	0	$-\frac{1}{25.250}$	0	0	1	0	0	0	0	0	$\frac{1}{25.250}$	0	0	-1	$\frac{2.249}{1.010}$
x_1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	32
x_2	0	1	0	1	0	0	$\frac{1}{25.250}$	0	0	0	-1	0	0	0	0	$-\frac{1}{25.250}$	0	0	0	$\frac{19.971}{1.010}$
x_3	0	0	1	0	0	0	$-\frac{1}{25.250}$	0	0	0	0	0	0	0	0	$\frac{1}{25.250}$	0	0	0	$\frac{15.379}{1.010}$
S_2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	27.175	0	0	-1	0	0	0	0	0	23.077
S_9	0	0	0	0	0	$\frac{1}{26.825}$	0	0	0	0	0	1	0	0	$-\frac{1}{26.825}$	0	0	0	0	$\frac{85.323}{26.825}$
S_{10}	0	0	0	0	0	0	$\frac{1}{25.250}$	0	0	0	0	0	1	0	0	$-\frac{1}{25.250}$	0	0	0	$\frac{781}{1.010}$

Kemudian ditemukan solusi penyelesaian dari masing-masing sub masalah sebagaimana disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Pohon Pencabangan *Branch and Bound*

Pencabangan pada P3 menghasilkan pencabangan P4 dan P5. Kedua sub masalah tersebut dinyatakan *fathomed* karena tidak memiliki solusi layak. Dengan demikian, tidak terdapat sub masalah yang perlu dicabangkan lebih lanjut. Setelah dilakukan 2 kali pencabangan ditemukan solusi optimal yang disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Pohon Pencabangan *Branch and Bound*

Berdasarkan Gambar 3, diperoleh solusi optimal yaitu terdapat pada pencabangan P2 dengan nilai $Z = 1.783.275, x_1 = 32, x_2 = 19,$ dan $x_3 = 16$.

Selanjutnya, alokasi tenaga panen hasil optimasi dibandingkan dengan alokasi sebelum optimasi untuk melihat perubahan penempatan tenaga panen pada masing-masing afdeling. Perbandingan tersebut disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Perbandingan Alokasi Tenaga Panen Sebelum dan Setelah Optimasi

Afdeling	Sebelum Optimasi	Setelah Optimasi
1	31	32
2	20	19
3	16	16
Total	67	67

Berdasarkan Tabel 7, perubahan alokasi tenaga panen pada afdeling 1 dan afdeling 2, sementara tenaga panen pada afdeling 3 tidak mengalami perubahan. Hasil optimasi menunjukkan adanya pemindahan satu tenaga panen dari afdeling 2 ke afdeling 1, dengan total tenaga panen tetap sebanyak 67 orang.

Alokasi tenaga panen yang diperoleh dari hasil optimasi kemudian digunakan sebagai dasar untuk menghitung estimasi produksi TBS bulan September. Perhitungan dilakukan pada setiap afdeling dengan mengalikan banyak tenaga panen hasil optimasi dengan kapasitas pemanen yang digunakan dalam model. Hasil perhitungan tersebut menunjukkan perkiraan produksi TBS yang dapat dicapai pada bulan September berdasarkan alokasi tenaga panen

optimal. Rincian hasil estimasi produksi TBS disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Perhitungan Estimasi Produksi TBS

Afdeling	Kapasitas Pemanen (kg/orang)	Alokasi Awal (orang)	Estimasi Awal (kg)	Alokasi Optimal (orang)	Estimasi Optimal (kg)
1	27.175	31	842.425	32	869.600
2	26.825	20	536.500	19	509.675
3	25.250	16	404.000	16	404.000
Total	-	67	1.782.925	67	1.783.275

Berdasarkan Tabel 8, estimasi produksi pada Afdeling 1 meningkat sebesar 27.175 kg setelah penambahan satu tenaga panen. Sebaliknya, estimasi produksi afdeling 2 menurun sebesar 26.825 kg karena pengurangan satu tenaga panen, sedangkan afdeling 3 tetap menghasilkan estimasi produksi sebesar 404.000 kg. Secara keseluruhan, perubahan alokasi tersebut meningkatkan estimasi total produksi TBS dari 1.782.925 kg menjadi 1.783.275 kg atau bertambah sebesar 350 kg. Hasil tersebut menunjukkan bahwa alokasi tenaga panen hasil optimasi memberikan produksi total yang lebih tinggi dibandingkan alokasi awal.

PENUTUP

Simpulan

Penyelesaian model *Integer Linear Programming* (ILP) menggunakan metode *Branch and Bound* menghasilkan alokasi tenaga panen yang optimal pada setiap afdeling di PT Perkebunan Nusantara IV Regional IV untuk bulan September. Alokasi tersebut menghasilkan estimasi produksi Tandan Buah Segar (TBS) sebesar 1.783.275 kg, dengan peningkatan sebesar 350 kg dibandingkan alokasi sebelumnya tanpa penambahan tenaga panen. Hasil ini menunjukkan bahwa pengaturan alokasi tenaga panen berdasarkan kapasitas masing-masing afdeling dapat meningkatkan estimasi produksi TBS dengan memanfaatkan jumlah tenaga panen yang tersedia. Dengan demikian, model ILP yang diselesaikan menggunakan metode *Branch and Bound* dapat digunakan sebagai alternatif dalam menentukan alokasi tenaga panen untuk memaksimalkan estimasi produksi TBS.

Saran

Untuk penelitian selanjutnya, model optimasi dapat dikembangkan dengan memasukkan faktor-faktor lain yang berpotensi memengaruhi produksi TBS, di antaranya perubahan kapasitas panen, kondisi produksi pada setiap afdeling, dan ketersediaan tenaga panen pada periode yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

Agustina, E., Sufri, S., & Rozi, S. (2021). Optimasi Keuntungan Menggunakan Metode Karush-Kuhn-Tucker (Studi Kasus: Mi Aceh Pattimura di Jambi). *Factor M*, *3*(2), 83–98. https://doi.org/10.30762/factor-m.v3i2.3226

Harahap, Z. A., & Hariyadi. (2018). Manajemen Panen Kelapa Sawit (Elaeis guineensis Jacq.) di Kebun Sei Lukut, Siak, Riau. *Bul. Agrohorti*, *6*(1), 131–139.

Wahyudi, T., Supijatno, & Lontoh, A. P. (2024). Manajemen Pemanenan Kelapa Sawit (Elaeis guineensis Jacq.) di Kebun Tandun, Kabupaten Kampar, Riau. *Buletin Agrohorti*, *12*(2).

Idiatsyah, R. A., Junaedi, A., & Sudradjat. (2024). Manajemen Pemanenan Kelapa Sawit (Elaeis guineensis Jacq.) di Labuhanbatu, Sumatera Utara. *Buletin Agrohorti*, *12*(3), 391–402. https://doi.org/10.29244/agrob.v12i3.59490

Irsyad, Katili, M. R., & Achmad, N. (2020). Penerapan Metode Integer Linear Programming. *J. Ris. & Ap. Mat*, *4*(1), 63–73.

Purba, S. D., & Ahyaningsih, F. (2020). Integer Programming dengan Metode Branch and Bound dalam Optimasi Jumlah Produksi Setiap Jenis Roti Pada Pt. Arma Anugerah Abadi. *Karismatika*, *6*(3).

Rahmahdani, S., Tanjung, T. A., Azzahra, A., Azmi, K., & Ginting, S. S. B. (2025). Tinjauan Literatur: Kelebihan dan Kekurangan Metode Big-M dalam Pemprograman Linear Serta Penerapannya dalam Konteks Pendidikan Matematika. *Jurnal Teknologi Pendidikan Dan Pembelajaran (JTPP)*, *02*(04), 1131–1135.

Siregar, A. T. A., Zahedi, Sawaluddin, & Sitepu, S. (2024). Implementasi Integer Linear Programming dengan Metode Branch and Bound dalam Menentukan Optimasi Jumlah Produksi (Studi Kasus: Pabrik Roti Wati Bakery). *Leibniz: Jurnal Matematika*, *4*(2), 42–55.

PT Perkebunan Nusantara IV. (2026). *Tentang kami*. https://www.ptpn4.co.id/id/id/about

Taha, H. A. (2017). *Operations Research An Introduction (10th ed.)*. Pearson.

Hillier, F. S., & Lieberman, G. J. (2015). *Introduction to Operations Research* (tenth edit). New York: McGraw-Hill Education.

Wahyudi, I., & Arifah, H. (2026). Optimasi Penggunaan Tenaga Kerja Menggunakan Integer Linear Programming (Studi Kasus: Proses Grading pada Perusahaan X). *Jurnal Kajian dan Terapan Matematika*, *12*(2), 9–15. http://journal.student.uny.ac.id/ojs/index.php/jktm