

## OPTIMIZATION OF PRODUCTION AND SCHEDULING OF ABON AYAM MEAT PROCESSING USING LINEAR PROGRAMMING AND PERT/CPM

## OPTIMALISASI PRODUKSI DAN PENJADWALAN PROSES PEMBUATAN ABON AYAM MENGGUNAKAN LINEAR PROGRAMING DAN PERT/CPM

Windi Tri Natarina<sup>1</sup>, Ivonne Ayesha<sup>2</sup>, Nisrina Nasywa Putri<sup>3</sup>, Ikmila Khoerunnisa<sup>4</sup>, Nanda Baihaqi Husain<sup>5</sup>, Yunisa Nuramaliah<sup>6</sup>, Nadya Aulia Rofiqoh<sup>7</sup>, Febby Setya Hermawansyah<sup>8</sup>, Arya Pramudita Ramadhan<sup>9</sup>

<sup>1,3,4,5,6,7,8,9</sup>Prodi Manajemen, Fakultas Ekonomi & Bisnis, Universitas Muhammadiyah Bandung

<sup>2</sup>Dosen Prodi Agribisnis, Fakultas Sains & Teknologi, Universitas Muhammadiyah Bandung

E-mail: [natarina26@gmail.com](mailto:natarina26@gmail.com)<sup>1</sup>, [drivonneayesha@gmail.com](mailto:drivonneayesha@gmail.com)<sup>2</sup>,

### ARTICLE INFO

#### Correspondent

Windi Tri Natarina  
[natarina26@gmail.com](mailto:natarina26@gmail.com)

#### Key words:

Optimization, Linear Programming, Abon Ayam, Sensitivity Analysis, PERT/CPM

#### Website:

<https://idm.or.id/JSER/index.php/JSER>

Page: 2101 - 2117

### ABSTRACT

*This study aims to determine the optimal production mix and analyze the timeliness of completion in shredded chicken (abon ayam) production using Linear Programming (LP) and CPM-PERT methods. The LP model was employed to maximize profit under constraints of chicken raw materials, seasoning, and production capacity. The optimization results indicate that the optimal solution is achieved by producing 40 units of the 0.25 kg variant while not producing the other variants, generating a maximum profit of IDR 730,200 per production period. Chicken raw material is identified as the binding constraint with a shadow price of IDR 36,510 per kilogram, indicating that any additional supply of chicken will directly increase profit within the allowable sensitivity range. The CPM analysis shows a total production duration of 595 minutes with the critical path A-C-D-F-H-I-J-K-L, where all activities on this path have zero slack. Based on the PERT analysis, the total project variance is 448.59 with a standard deviation of 21.18 minutes. Given a completion target of 600 minutes, the Z-value of 0.24 corresponds to a 59.48% probability of on-time completion, indicating that the risk of delay remains significant and requires close monitoring of critical activities.*

Copyright © 2025 JSER. All rights reserved.

---

**INFO ARTIKEL**

**Koresponden**

*Windi Tri Natarina*  
*natarina26@gmail.com*

**Kata kunci:**

*Optimalisasi, Linear Programming, Abon Ayam, Analisis Sensitivitas, PERT/CPM*

**Website:**

*<https://idm.or.id/JSER/index.php/JSER>*

**Hal: 2101 - 2117**

---

**ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kombinasi produksi optimal serta menganalisis ketepatan waktu penyelesaian pada produksi abon ayam menggunakan pendekatan Linear Programming (LP) dan metode CPM-PERT. Model LP digunakan untuk memaksimalkan keuntungan dengan mempertimbangkan keterbatasan bahan baku ayam, bumbu, dan kapasitas produksi. Hasil optimasi menunjukkan bahwa kombinasi produksi optimal dicapai dengan memproduksi 40 unit varian 0,25 kg dan tidak memproduksi varian lainnya, sehingga diperoleh keuntungan maksimum sebesar Rp 730.200 per periode produksi. Bahan baku ayam merupakan kendala utama (binding constraint) dengan nilai shadow price sebesar Rp 36.510 per kg, yang menunjukkan bahwa peningkatan pasokan ayam akan meningkatkan keuntungan selama masih berada dalam rentang sensitivitas yang diperkenankan. Analisis CPM menunjukkan durasi total produksi abon ayam sebesar 595 menit dengan jalur kritis A-C-D-F-H-I-J-K-L, di mana seluruh aktivitas pada jalur tersebut memiliki slack nol. Berdasarkan analisis PERT, diperoleh total varians sebesar 448,59 dan standar deviasi sebesar 21,18 menit. Dengan target penyelesaian 600 menit, nilai Z sebesar 0,24 menghasilkan probabilitas penyelesaian tepat waktu sebesar 59,48%, yang mengindikasikan bahwa risiko keterlambatan masih perlu dikelola melalui pengendalian aktivitas kritis.

*Copyright © 2025 JSER. All rights reserved*

---

**PENDAHULUAN**

Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) memiliki peran strategis dalam perekonomian nasional, terutama dalam menciptakan lapangan kerja dan mendorong pertumbuhan ekonomi lokal. Sektor industri makanan olahan merupakan salah satu bidang UMKM yang terus berkembang karena didukung oleh kebutuhan konsumsi masyarakat yang relatif stabil serta potensi nilai tambah produk yang tinggi (Chase & Jacobs, 2011). Salah satu produk makanan olahan yang memiliki prospek baik adalah abon ayam, yang unggul dari sisi daya simpan, kemudahan distribusi, serta penerimaan pasar yang luas.

UMKM abon ayam merupakan usaha yang telah beroperasi sejak tahun 2010 dan dengan kapasitas bahan baku sebesar 20 kg ayam per hari. Proses produksi dilakukan satu kali sehari dengan keterbatasan sumber daya berupa bahan baku, kapasitas alat, dan tenaga kerja. Produk yang dihasilkan dikemas dalam tiga varian ukuran, yaitu 0,25 kg, 0,10 kg, dan 0,05 kg, yang masing-masing memiliki tingkat keuntungan berbeda. Namun demikian, penentuan jumlah produksi setiap varian masih dilakukan berdasarkan perkiraan tanpa perhitungan kuantitatif terstruktur. Keputusan produksi tanpa analisis matematis ini berisiko memicu inefisiensi sumber daya dan perolehan keuntungan yang tidak optimal (Heizer et al., 2020).

Proses produksi abon ayam terdiri dari beberapa tahapan dengan durasi yang berbeda-beda, mulai dari pengadaan bahan baku hingga pengemasan. Hal ini membuat

permasalahan yang kompleks dalam proses produksi Tanpa adanya perencanaan dan penjadwalan yang tepat, proses produksi berisiko mengalami keterlambatan yang dapat mengganggu efektivitas operasional usaha. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan analitis yang tidak hanya mampu menentukan kombinasi produksi optimal, tetapi juga memastikan bahwa proses produksi dapat dilaksanakan secara efisien dan tepat waktu.

*Linear Programming* (LP) merupakan salah satu metode dalam riset operasi yang digunakan untuk mengalokasikan sumber daya terbatas guna mencapai tujuan optimal, seperti memaksimalkan keuntungan atau meminimalkan biaya (Render et al., 2018). Model *Linear Programming* dirumuskan dalam bentuk fungsi tujuan dan kendala yang bersifat linier, sehingga sangat relevan diterapkan pada permasalahan perencanaan produksi UMKM. Penyelesaian model *Linear Programming* umumnya dilakukan dengan metode Simpleks yang bekerja secara iteratif untuk memperoleh solusi optimal dan telah banyak diterapkan dalam pengambilan keputusan produksi dan bisnis (Sari et al., 2020; Aini et al., 2018).

Selain optimasi jumlah produksi, penjadwalan proses produksi juga merupakan aspek penting dalam manajemen operasi. *Program Evaluation and Review Technique* (PERT) dan *Critical Path Method* (CPM) merupakan teknik analisis jaringan kerja yang digunakan untuk merencanakan, menjadwalkan, dan mengendalikan aktivitas proyek atau proses produksi. CPM bersifat deterministik dan sesuai untuk proses produksi yang berulang dan stabil, sedangkan PERT mampu mengakomodasi ketidakpastian waktu penyelesaian aktivitas (Santosa, 2009). Melalui analisis PERT/CPM, jalur kritis proses produksi dapat diidentifikasi sehingga aktivitas yang berpotensi menyebabkan keterlambatan dapat dikendalikan secara lebih efektif (Arfin & Shadiq, 2019).

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan mengoptimalkan jumlah produksi abon ayam menggunakan metode *Linear Programming* untuk memaksimalkan keuntungan di tengah keterbatasan bahan baku, kapasitas alat dan tenaga kerja. Selain itu, analisis PERT/CPM digunakan untuk menentukan jalur kritis dan mengevaluasi kelayakan waktu produksi. Sebagai pelengkap, analisis sensitivitas dilakukan untuk melihat pengaruh perubahan parameter terhadap solusi optimal. Hasil ini diharapkan memberikan kontribusi praktis bagi manajerial UMKM serta pengembangan kajian riset operasi.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini menerapkan *Linear Programming* (LP) untuk menentukan kombinasi produksi yang optimal dengan tujuan memaksimalkan keuntungan dan analisis PERT/CPM untuk mengoptimalkan penjadwalan proses produksi sehingga lebih efisien dan terkontrol.

### **1. Identifikasi Masalah**

Tahap awal penelitian dilakukan dengan mengidentifikasi permasalahan yang berkaitan dengan perencanaan produksi pada UMKM Abon Ayam, khususnya terkait keterbatasan sumber daya produksi yang tersedia. Berdasarkan permasalahan tersebut, tujuan analisis ditetapkan untuk menentukan kombinasi jumlah produksi yang optimal sehingga mampu menghasilkan keuntungan maksimum bagi usaha.

### **2. Pengumpulan Data-data**

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data kuantitatif yang diperoleh melalui survei dengan metode wawancara langsung kepada pihak UMKM Abon Ayam. Data yang dikumpulkan meliputi jumlah penggunaan bahan baku, harga jual produk, biaya operasional, serta tahapan dan kapasitas proses produksi yang digunakan dalam kegiatan usaha.

### 3. Perumusan Model *Linear Programming* (LP)

*Linear Programming* (LP) merupakan suatu metode analisis kuantitatif yang digunakan untuk menentukan nilai optimal dari sejumlah variabel keputusan dengan tujuan memaksimalkan atau meminimalkan suatu fungsi tujuan, dengan memperhatikan berbagai keterbatasan (kendala) yang dinyatakan dalam bentuk persamaan atau pertidaksamaan linear (Heizer, et al, 2020).

Model *Linear Programming* secara umum terdiri atas beberapa komponen sebagai berikut:

#### a. Variabel Keputusan

Variabel keputusan dalam model ini adalah jumlah produksi varian ukuran kemasan Abon Ayam per hari, yang dinyatakan sebagai:  $x_1, x_2, \dots, x_n$

#### b. Fungsi Tujuan

Fungsi tujuan merupakan fungsi yang dibentuk dari variabel keputusan dan menunjukkan sasaran yang ingin dicapai berupa memaksimalkan keuntungan pada UMKM Abon Ayam. Dirumuskan sebagai:  $Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n$

#### c. Fungsi Kendala

Fungsi kendala adalah persamaan atau pertidaksamaan linear yang menggambarkan keterbatasan sumber daya yang dihadapi. Kendala ini membatasi nilai variabel keputusan agar solusi yang diperoleh tetap realistis dan dapat diterapkan dalam kondisi nyata. Dirumuskan sebagai:  $a_{1j}x_1 + a_{2j}x_2 + \dots + a_nx_n \leq B_j$

#### d. Pembatas Tanda

Pembatas tanda merupakan syarat yang menyatakan bahwa variabel keputusan harus bernilai non-negatif ( $\geq 0$ ) karena dalam konteks nyata nilai variabel keputusan umumnya tidak mungkin bernilai negatif. Namun, pada kondisi tertentu, variabel keputusan dapat bersifat bebas tanda, yaitu dapat bernilai positif, nol, maupun negatif, tergantung pada karakteristik permasalahan yang dianalisis

### 4. Analisis Sensitivitas

Analisis sensitivitas dilakukan untuk mengetahui pengaruh perubahan nilai parameter terhadap solusi optimal, baik yang berkaitan dengan nilai variabel keputusan maupun batasan kendala. Perubahan tersebut dapat berupa variasi tingkat keuntungan maupun jumlah penggunaan bahan baku pada setiap varian produk.

### 5. Penerapan konsep PERT/CPM

*Program Evaluation and Review Technique* (PERT) dan *Critical Path Method* (CPM) merupakan metode analisis jaringan kerja yang esensial dalam Riset Operasi untuk mendukung perencanaan, penjadwalan, dan pengendalian proyek. Kedua teknik ini memodelkan aktivitas proyek beserta hubungan ketergantungannya guna menentukan durasi total proses produksi, seperti pada tahapan produksi abon ayam.

Analisis PERT/CPM bertujuan mengidentifikasi jalur kritis, yaitu rangkaian aktivitas terpanjang dengan kelonggaran waktu nol, di mana keterlambatan pada aktivitas tersebut akan langsung menunda penyelesaian produksi. Dengan demikian, PERT/CPM berperan sebagai pelengkap optimasi *Linear Programming*, memastikan solusi produksi optimal dapat diimplementasikan secara efisien dan tepat waktu melalui pemanfaatan sumber daya yang optimal. Perhitungan dilakukan melalui beberapa tahapan yang sistematis sebagai berikut.

**Tahap 1: penentuan setiap aktivitas produksi**

Pada tahap ini, seluruh pekerjaan dalam proyek diuraikan menjadi kegiatan-kegiatan yang lebih kecil dan terperinci. Pemecahan ini bertujuan agar setiap pekerjaan dapat diidentifikasi dengan jelas, mudah dikelola, serta dapat diukur durasinya. Daftar kegiatan kerja yang didapat kemudian digunakan sebagai dasar untuk menentukan urutan pekerjaan, kebutuhan sumber daya, serta estimasi waktu penyelesaian masing-masing kegiatan.

**Tahap 2: penentuan hubungan setiap aktivitas**

Setelah seluruh kegiatan teridentifikasi, langkah selanjutnya adalah menentukan hubungan ketergantungan antar kegiatan. Setiap kegiatan dapat bergantung pada selesainya kegiatan lain terlebih dahulu sebelum dapat dimulai. Penentuan urutan ini penting agar alur pekerjaan berjalan logis dan tidak terjadi kesalahan penjadwalan, seperti memulai pekerjaan yang seharusnya menunggu hasil dari kegiatan sebelumnya.

**Tahap 3: menentukan jalur kritis**

Jalur kritis ditentukan dengan membuat Diagram *Network CPM (Critical Path Method)* berdasarkan urutan kegiatan dan durasi masing-masing pekerjaan. Diagram ini menggambarkan alur proyek dari awal hingga akhir. Dari diagram tersebut dapat ditentukan jalur kritis, yaitu rangkaian kegiatan terpanjang yang menentukan total waktu penyelesaian proyek. Kegiatan pada jalur kritis tidak memiliki waktu kelonggaran (*slack*), sehingga keterlambatan pada salah satu kegiatan ini akan langsung menyebabkan keterlambatan proyek secara keseluruhan.

**Tahap 4: perhitungan standar deviasi dan variansi aktivitas**

Untuk mengukur tingkat ketidakpastian dalam jadwal produksi, dilakukan perhitungan variansi dan standar deviasi proyek. Variansi menunjukkan tingkat penyebaran atau ketidakpastian durasi kegiatan, sedangkan standar deviasi merupakan akar dari variansi yang menggambarkan besarnya risiko keterlambatan secara statistik. Nilai ini biasanya diperoleh dari estimasi waktu optimis, paling mungkin, dan pesimis (pendekatan PERT), sehingga dapat memberikan gambaran seberapa besar kemungkinan jadwal melenceng dari rencana.

**Tahap 5: menghitung probabilitas**

Setelah diketahui durasi total proyek, variansi, dan standar deviasi jalur kritis, langkah berikutnya adalah menghitung probabilitas proyek dapat diselesaikan dalam target waktu yang ditetapkan, yaitu 600 menit (10 jam). Perhitungan ini dilakukan dengan membandingkan target waktu dengan waktu harapan proyek menggunakan pendekatan distribusi normal. Hasilnya berupa nilai probabilitas yang menunjukkan seberapa besar peluang proyek dapat selesai tepat waktu atau lebih cepat dari target yang ditentukan.

**HASIL DAN PEMBAHASAN****Gambaran Lokasi dan Objek Penelitian**

UMKM Abon Ayam merupakan usaha rumahan yang bergerak di bidang produksi makanan olahan. Usaha ini dikelola dan dipimpin oleh Ibu Sutiwi selaku pemilik sekaligus penanggung jawab usaha. Tempat produksi UMKM Abon Ayam berlokasi di Jl. Juwita No. 17, Cipadung Kidul, Kecamatan Panyileukan.

UMKM Abon Ayam telah beroperasi sejak tahun 2010 dan hingga saat ini telah memiliki pengalaman selama 15 tahun dalam menghasilkan produk abon ayam yang berkualitas. Keunggulan utama dari produk Abon Ayam terletak pada tekstur abon yang berserat

tebal, cita rasa khas, serta proses pengolahan yang dilakukan secara higienis dan konsisten. Dengan menjaga kualitas bahan baku dan resep, Abon Ayam terus berkomitmen menghadirkan produk yang lezat, aman, dan dipercaya oleh pelanggan.

### 1. Keuntungan per Hari

Berdasarkan data biaya bahan baku dan harga jual (*Bill of Materials*), diperoleh laba per hari.

**Tabel 1. Keuntungan Per hari**

Varian	Harga jual	Jumlah	Income	Modal	Keuntungan
Ukuran 0,25 Kg	45.000	12 pcs	540.000	320.940	219.060
Ukuran 0,05 Kg	8.000	100 pcs	800.000	634.500	165.500
Ukuran 0,10 Kg	18.000	20 pcs	360.000	219.400	140.600

Sumber: Hasil observasi dan wawancara (2025)

### 2. Bahan Baku

Diketahui bahwa Bahan baku utama yang dibutuhkan terdiri dari Ayam, bumbu, kemasan dan label. Kebutuhan untuk masing-masing bahan baku tersebut dicantumkan dalam Tabel 2.

**Tabel 2. Bahan Baku**

Produk	Kebutuhan Ayam (Kg)	Kebutuhan bumbu (Kg)	Kebutuhan Kemasan & Label (Pcs)
Abon Ayam 0,25 Kg	6	1,92	12
Abon Ayam 0,10 Kg	4	1,28	20
Abon Ayam 0,05 Kg	10	3,2	100

Sumber: Hasil observasi dan wawancara (2025)

Dalam penelitian ini, data kebutuhan bahan baku awal tersedia dalam bentuk kebutuhan total per siklus produksi. Agar dapat digunakan dalam model Linear Programming, seluruh data dikonversi menjadi kebutuhan per unit produk. Konversi dilakukan dengan membagi total kebutuhan bahan terhadap jumlah output per siklus produksi. Pendekatan ini memastikan konsistensi satuan antara variabel keputusan dan koefisien kendala. Pada Tabel 3 dicantumkan hasil konversi data.

**Tabel 3. Konversi Data menjadi Kebutuhan Per Unit Produk**

Produk	Profit/unit	Ayam/unit	Profit per kg ayam
0,25 kg	18.255	0,5	36.510
0,10 kg	7.030	0,2	35.150
0,05 kg	1.655	0,1	16.550

Sumber: Hasil konversi dari Tabel 2 (2025)

### 3. Waktu Produksi

Berdasarkan hasil observasi lapangan, proses produksi abon ayam dilakukan dalam satu hari kerja dengan durasi rata-rata 9 jam atau setara dengan 540 menit waktu kerja efektif. Dalam praktik operasionalnya, UMKM terkadang menambah waktu kerja apabila terjadi keterlambatan proses atau peningkatan permintaan, sehingga waktu produksi bersifat fleksibel.

Rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk memproduksi satu unit produk berkisar antara 4–5 menit per pcs, tergantung pada kondisi operasional dan kelancaran proses produksi. Perbedaan waktu ini dipengaruhi oleh faktor kesiapan bahan baku, efisiensi tenaga kerja, serta tahapan pengemasan.

#### 4. Kapasitas Produksi Harian

Dalam penelitian ini, kapasitas produksi harian ditetapkan berdasarkan **kapasitas riil yang benar-benar dicapai oleh UMKM**, yaitu sebanyak 132 pcs per hari. Pendekatan ini dipilih karena model optimasi linear programming bertujuan merepresentasikan kondisi operasional aktual, bukan kondisi ideal atau teoritis.

Secara teoritis, kapasitas produksi dapat dihitung berdasarkan pembagian total waktu kerja efektif dengan waktu produksi per unit. Namun, pendekatan tersebut mengasumsikan bahwa seluruh waktu kerja digunakan secara sempurna tanpa adanya variasi proses, waktu tunggu, gangguan operasional, maupun faktor efisiensi tenaga kerja. Dalam praktiknya, proses produksi UMKM bersifat dinamis dan dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti kesiapan bahan baku, koordinasi tenaga kerja, serta tahapan pengemasan.

Oleh karena itu, penggunaan kapasitas riil dianggap lebih representatif karena mencerminkan kemampuan produksi aktual yang telah terbukti dicapai dalam kondisi operasional normal. Pendekatan ini juga meningkatkan validitas eksternal model, karena solusi optimasi yang dihasilkan lebih realistis dan aplikatif untuk pengambilan keputusan manajerial. Dengan demikian, batasan produksi dalam model ditetapkan sebagai:

$$x_1 + x_2 + x_3 \leq 132,$$

yang merepresentasikan kapasitas maksimum riil produksi harian.

#### Analisis Optimasi Produksi dengan *Linear Programming* (LP)

Penerapan model Linear Programming pada penelitian ini dilakukan untuk menentukan kombinasi produksi yang memaksimalkan keuntungan dengan mempertimbangkan keterbatasan bahan baku ayam, bumbu, dan kapasitas produksi harian. Model yang telah diformulasikan, diselesaikan menggunakan metode Simpleks untuk memperoleh solusi optimal serta mengidentifikasi kendala yang bersifat mengikat (binding constraint). Pendekatan ini memungkinkan evaluasi kuantitatif terhadap pemanfaatan sumber daya dan kontribusi masing-masing variabel keputusan terhadap peningkatan keuntungan (Hillier & Lieberman, 2021; Taha, 2017). Tahapan analisis yang dilakukan sebagai berikut:

##### 1. Perumusan Model

**Variabel Keputusan.** Variabel keputusan dalam penelitian ini adalah jumlah produksi masing-masing varian abon ayam dalam satuan pcs, yang didefinisikan sebagai berikut:

$x_1$  = Jumlah Produksi Abon Ayam ukuran 0,25 kg

$x_2$  = Jumlah Produksi Abon Ayam ukuran 0,10 kg

$x_3$  = Jumlah Produksi Abon Ayam ukuran 0,05 kg

**Fungsi Tujuan.** Berdasarkan variabel keputusan yang telah didefinisikan, maka fungsi tujuan dalam penelitian ini dirumuskan untuk memaksimalkan total keuntungan produksi sebagai berikut:

$$Z_{maks} = 18.255x_1 + 7.030x_2 + 1.655x_3$$

di mana:

Z = total keuntungan (Rp/periode produksi)

Koefisien pada masing-masing variabel menunjukkan keuntungan bersih per unit produk, yaitu:

- 18.255 = keuntungan per unit abon 0,25 kg (Rp/ pcs)
- 7.030 = keuntungan per unit abon 0,10 kg (Rp/ pcs)
- 1.655 = keuntungan per unit abon 0,05 kg (Rp/ pcs)

**Fungsi Kendala.** Dalam praktik produksi, jumlah output yang dihasilkan tidak hanya ditentukan oleh tingkat keuntungan, tetapi juga dibatasi oleh keterbatasan input produksi. Oleh karena itu, model ini memasukkan kendala ketersediaan bahan baku ayam, bumbu, serta kapasitas produksi riil sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Kendala ayam (20 kg)} & : 0,5x_1 + 0,2x_2 + 0,1x_3 \leq 20 \\ \text{Kendala Bumbu (7 kg)} & : 0,16x_1 + 0,064x_2 + 0,032x_3 \leq 7 \\ \text{Kendala Kapasitas Produksi Riil (132 pcs)} & : x_1 + x_2 + x_3 \leq 132 \\ & x_1 + x_2 + x_3 \leq 0 \end{aligned}$$

Sementara ini, bahan kemasan tidak menjadi kendala dalam penelitian ini, karena merupakan non-binding constraint.

## 2. Bentuk Standar

Penerapan metode Simpleks mensyaratkan bahwa seluruh kendala pertidaksamaan dinyatakan dalam bentuk persamaan melalui penambahan variabel slack:

$$\begin{aligned} s_1 &= \text{slack ayam} \\ s_2 &= \text{slack bumbu} \\ s_3 &= \text{slack kapasitas} \end{aligned}$$

Model menjadi:

$$\begin{aligned} 0,5x_1 + 0,2x_2 + 0,1x_3 + s_1 &= 20 \\ 0,16x_1 + 0,064x_2 + 0,032x_3 + s_2 &= 7 \\ x_1 + x_2 + x_3 + s_3 &= 132 \end{aligned}$$

## 3. Tabel Simpleks Awal

Tabel awal disusun dengan menjadikan variabel slack sebagai basis awal, seperti disajikan pada Tabel 4.

**Tabel 4. Simpleks Awal**

Basis	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$s_1$	$s_2$	$s_3$	RHS
$s_1$	0,5	0,2	0,1	1	0	0	20
$s_2$	0,16	0,064	0,032	0	1	0	7
$s_3$	1	1	1	0	0	1	132
Z	-18.255	-7.030	-1.655	0	0	0	0

Sumber: Hasil pengolahan data primer dengan Excel Solver (2025)

Tabel simpleks awal menunjukkan bahwa seluruh variabel keputusan ( $x_1, x_2, x_3$ ) masih bernilai nol, sedangkan variabel slack ( $s_1, s_2, s_3$ ) menjadi basis awal. Kondisi ini merepresentasikan situasi di mana belum dilakukan produksi, sehingga seluruh sumber daya masih tersisa penuh sesuai kapasitas masing-masing, yaitu 20 kg bahan baku ayam, 7 kg bumbu, dan 132 pcs kapasitas produksi.

Pada baris fungsi tujuan (Z), koefisien untuk variabel keputusan bernilai negatif, dengan nilai paling negatif terdapat pada variabel  $x_1$  sebesar -18.255. Hal ini menunjukkan bahwa produk abon ayam kemasan 0,25 kg memiliki kontribusi keuntungan terbesar terhadap peningkatan nilai Z, sehingga dipilih sebagai variabel masuk (entering variable) pada iterasi pertama.

Uji rasio minimum menunjukkan bahwa kendala bahan baku ayam memiliki nilai rasio terkecil (40), sehingga menjadi pembatas pertama dalam proses optimasi. Dengan demikian, variabel slack bahan baku ayam ( $s_1$ ) keluar dari basis dan digantikan oleh  $x_1$ .

## 4. Analisis Optimalitas

Setelah dilakukan proses pivot, diperoleh tabel simpleks optimal yang menunjukkan bahwa variabel  $x_1$  menjadi variabel basis dengan nilai 40, sedangkan  $x_2$  dan  $x_3$  tetap

bernilai nol. Hal ini menunjukkan bahwa strategi produksi optimal adalah memfokuskan produksi sepenuhnya pada abon ayam kemasan 0,25 kg. Nilai fungsi tujuan pada tabel optimal sebesar  $Z = 730.200$  menunjukkan keuntungan maksimum yang dapat diperoleh dalam satu periode produksi dengan keterbatasan sumber daya yang ada. Selengkapnya disajikan pada Tabel 5.

**Tabel 5. Tabel Simpleks Optimal**

Basis	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$s_1$	$s_2$	$s_3$	RHS
$x_1$	1	0,4	0,2	2	0	0	40
$s_2$	0	-0,000	0	-0,32	1	0	0,6
$s_3$	0	0,6	0,8	-2	0	1	92
Z	0	277	1.995	36.510	0	0	730.200

Sumber: Hasil pengolahan data primer dengan Excel Solver (2025)

Dari sisi kendala, bahan baku ayam bersifat binding karena seluruh kapasitas 20 kg terpakai habis pada solusi optimal. Sebaliknya, kendala bumbu dan kapasitas produksi tidak bersifat binding karena masih memiliki sisa masing-masing sebesar 0,6 kg dan 92 pcs. Hal ini mengindikasikan bahwa peningkatan kapasitas produksi atau penambahan kemasan tidak akan meningkatkan keuntungan selama bahan baku ayam masih menjadi faktor pembatas utama.

Selain itu, koefisien positif pada kolom slack bahan baku ayam di baris Z (36.510) merepresentasikan nilai bayangan (shadow price), yang berarti setiap tambahan 1 kg bahan baku ayam berpotensi meningkatkan keuntungan sebesar Rp36.510, selama struktur biaya dan harga jual tetap.

## 5. Interpretasi Operasional dan Manajerial

Hasil optimasi menunjukkan bahwa bahan baku ayam menjadi kendala aktif (binding constraint), sejalan dengan konsep Theory of Constraints (TOC) yang menyatakan bahwa kinerja sistem produksi ditentukan oleh sumber daya paling membatasi (bottleneck) (Goldratt & Cox, 2016). Dalam penelitian ini, ayam berperan sebagai bottleneck yang membatasi output maksimum meskipun kapasitas produksi dan kemasan masih tersedia, sehingga peningkatan pasokan ayam akan langsung meningkatkan throughput dan keuntungan. Penggunaan linear programming dalam menentukan kombinasi produksi optimal juga konsisten dengan prinsip efisiensi alokatif, yaitu mengarahkan sumber daya terbatas pada produk dengan kontribusi marjin tertinggi (Heizer et al., 2020).

Fokus produksi pada varian 0,25 kg menunjukkan bahwa keputusan berbasis kontribusi keuntungan per unit sumber daya lebih efisien dibandingkan pembagian produksi secara proporsional. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya memberikan solusi kuantitatif atas alokasi sumber daya, tetapi juga menegaskan bahwa pengelolaan bottleneck menjadi kunci peningkatan kinerja operasional dan profitabilitas, sehingga strategi manajerial sebaiknya difokuskan pada pengamanan dan penambahan pasokan bahan baku ayam.

### Analisis Sensitivitas

Analisis sensitivitas dilakukan untuk mengevaluasi dampak perubahan ketersediaan bahan baku ayam terhadap solusi optimal dan tingkat keuntungan maksimum yang diperoleh. Berdasarkan output Linear Programming, kendala bahan baku ayam termasuk dalam kategori *binding constraint*, sehingga setiap perubahan pada sisi kanan (RHS) kendala tersebut berpotensi memengaruhi nilai fungsi tujuan. Rentang kenaikan (*allowable increase*) menunjukkan batas maksimum tambahan ayam yang masih

mempertahankan kombinasi produksi optimal tanpa mengubah struktur basis solusi (Taha, 2017).

Berdasarkan perhitungan dari tabel simpleks akhir, nilai allowable increase bahan baku ayam adalah sebesar 1,875 kg. Artinya, selama penambahan bahan baku ayam tidak melebihi 1,875 kg dari kapasitas awal 20 kg, struktur solusi optimal tetap sama, yaitu memproduksi 40 unit varian 0,25 kg. Dalam rentang tersebut, setiap tambahan 1 kg ayam akan meningkatkan keuntungan sebesar Rp36.510 sesuai dengan nilai shadow price. Apabila penambahan melebihi batas tersebut, maka struktur basis berubah dan model perlu dihitung ulang.

### **1. Skenario 1: Kenaikan Ayam dalam Rentang Sensitivitas**

Jika ketersediaan ayam ditingkatkan sebesar **1 kg** (dan masih berada dalam batas *allowable increase*), maka:

$$\begin{aligned}\text{Tambahan keuntungan} &= 1 \times \text{Rp}36.510 \\ &= \text{Rp}36.510\end{aligned}$$

Pada kondisi ini:

- Kombinasi produksi tidak berubah
- Kendala ayam tetap bersifat binding
- Keuntungan meningkat secara linear

Hal ini menunjukkan bahwa penambahan pasokan ayam dalam rentang yang diizinkan masih memberikan manfaat ekonomi langsung tanpa mengubah struktur produksi.

### **2. Skenario 2: Kenaikan Ayam Tepat di Batas Maksimum**

Jika kenaikan ayam mencapai batas maksimum *allowable increase* (1,875 kg), maka keuntungan maksimum bertambah sebesar:  $1,875 \times \text{Rp} 36.510 = \text{Rp} 68.456,25$ . Namun pada titik ini, kendala ayam tidak lagi menjadi satu-satunya pembatas dominan. Kendala lain seperti bumbu atau kapasitas produksi, berpotensi menjadi *binding constraint* baru.

### **3. Skenario 3: Kenaikan Melebihi Batas Sensitivitas**

Apabila penambahan ayam melebihi 1,875 kg, maka:

- Struktur basis solusi berubah
- Kombinasi produksi optimal berubah
- Nilai shadow price sebelumnya tidak lagi berlaku
- Perlu dilakukan perhitungan ulang model LP

Kondisi ini menunjukkan bahwa meskipun ayam merupakan faktor pembatas utama, terdapat keterbatasan sumber daya lain dalam sistem produksi yang membatasi ekspansi lebih lanjut.

Hasil analisis sensitivitas menunjukkan bahwa bahan baku ayam memiliki nilai strategis dalam sistem produksi. Selama penambahan masih dalam rentang sensitivitas sebesar maksimal 1,875 kg, perusahaan dapat meningkatkan pembelian ayam untuk memaksimalkan keuntungan tanpa mengubah struktur produksi. Namun, ekspansi yang melebihi batas tersebut memerlukan evaluasi ulang kapasitas sumber daya lainnya agar peningkatan pasokan benar-benar efektif secara ekonomi. Temuan ini sejalan dengan penelitian Mulyani (2018) dan Pradjaningsih (2023) pada industri pengolahan pangan yang menyatakan bahwa bahan baku utama yang bersifat binding constraint memiliki pengaruh signifikan terhadap perubahan nilai fungsi tujuan dalam analisis sensitivitas, sehingga keputusan penambahan input harus mempertimbangkan batas toleransi optimal sistem produksi.

## Analisis PERT/CPM

Penjadwalan proses produksi dengan metode *Program Evaluation and Review Technique* (PERT) dan *Critical Path Method* (CPM) merupakan dua teknik analisis jaringan kerja yang berfungsi sebagai alat bantu manajerial untuk penjadwalan Usaha Abon Ayam yang kompleks. Setiap aktivitas dalam proses produksi memiliki perkiraan durasi yang dapat dirangkum dalam rencana induk yang selanjutnya dapat ditentukan hubungan setiap aktivitas dari awal hingga akhir produksi.

### 1. Penjadwalan Proses Produksi dengan Analisis PERT/ CPM

Berdasarkan hasil observasi pada proses produksi, terdapat 12 aktivitas utama yang diidentifikasi, mulai dari pemesanan bahan baku hingga pengemasan. Estimasi waktu penyelesaian untuk setiap aktivitas dihitung menggunakan metode PERT dengan mempertimbangkan waktu optimis (a), waktu paling mungkin (m), dan waktu pesimis (b). Data penjadwalan produksi ini dicantumkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Penjadwalan Proses Produksi

No Kode	Aktivitas	a (Optimis)	m (Paling Mungkin)	b (Pesimis)	Te (menit)
1 A	Pemesanan bahan baku	15	30	45	30,00
2 B	Persiapan alat produksi	15	20	25	20,00
3 C	Bahan baku tiba di rumah produksi	30	60	90	60,00
4 D	Penyortiran dan pencucian bahan baku	45	60	90	62,50
5 E	Menyiapkan bumbu	20	30	45	30,83
6 F	Perebusan ayam	25	30	45	31,67
7 G	Penumisan bumbu	30	45	50	43,33
8 H	Pencacahan ayam	30	45	60	45,00
9 I	Pencampuran bumbu dan ayam	30	45	60	45,00
10 J	Penggorengan	180	210	240	210,00
11 K	Pengeringan	15	20	30	20,83
12 L	Pengemasan dan pelabelan	60	90	120	90,00

Sumber: Hasil observasi dan wawancara (2025)

Keterangan:

Te dihitung menggunakan rumus:

$$Te = \frac{a + 4m + b}{6}$$

Berdasarkan Tabel 7, estimasi waktu harapan (Te) menunjukkan adanya variasi durasi yang cukup signifikan antaraktivitas produksi. Proses penggorengan (J) memiliki durasi terpanjang sebesar 210 menit, jauh melampaui aktivitas lainnya, sehingga berpotensi menjadi aktivitas dominan dalam menentukan total waktu penyelesaian produksi. Sebaliknya, aktivitas persiapan alat produksi (B) memiliki durasi relatif singkat, yaitu 20 menit, sehingga kontribusinya terhadap total waktu proyek relatif kecil. Perbedaan ini mengindikasikan bahwa tahapan pengolahan inti, khususnya proses termal, bersifat time-intensive dan memiliki pengaruh besar terhadap efisiensi jadwal produksi. Secara manajerial, variasi durasi ini penting untuk dianalisis lebih lanjut melalui pemetaan jaringan kerja guna mengidentifikasi jalur kritis dan potensi bottleneck waktu dalam sistem produksi.

### 2. Penentuan Hubungan Antar Aktivitas (Network Planning)

Setelah mengetahui waktu yang diharapkan dari proses produksi Abon Ayam, selanjutnya menghubungkan setiap aktivitas dengan aktivitas sebelumnya. Hubungan ini dirangkum dalam Tabel 7.

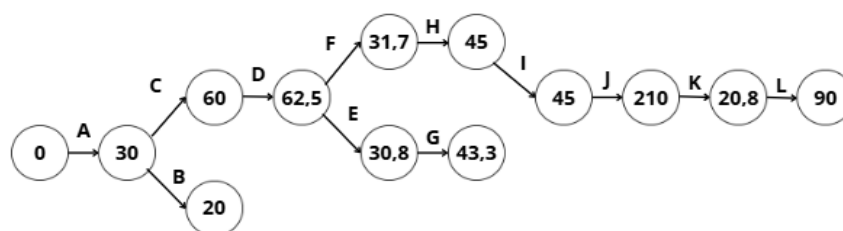
**Tabel 7. Hubungan Antar Aktivitas dan Durasi Waktu Harapan Produksi Abon Ayam**

Kode	Deskripsi Aktivitas	Aktivitas Pendahulu	Durasi (Menit)
A	Pemesanan bahan baku	-	30,00
B	Persiapan alat produksi	A	20,00
C	Bahan baku tiba di rumah produksi	A	60,00
D	Penyortiran dan pencucian bahan baku	C	62,50
E	Menyiapkan bumbu	D	30,83
F	Perebusan ayam	D	31,67
G	Penumisan bumbu	E	43,33
H	Pencacahan ayam	F	45,00
I	Pencampuran bumbu dan ayam	G, H	45,00
J	Penggorengan	I	210,00
K	Pengeringan	J	20,83
L	Pengemasan dan pelabelan	K	90,00

Sumber: Hasil Pengolahan data dari Tabel 6 (2025)

Berdasarkan Tabel 7, struktur hubungan antaraktivitas menunjukkan bahwa proses produksi abon ayam memiliki pola ketergantungan berurutan (sequential dependency) dengan beberapa percabangan pada tahap pengolahan bahan, khususnya setelah aktivitas penyortiran dan pencucian (D) yang bercabang ke proses penyiapan bumbu (E) dan perebusan ayam (F). Percabangan ini mengindikasikan adanya aktivitas yang dapat dikerjakan secara paralel sebelum kembali bergabung pada tahap pencampuran (I). Struktur jaringan seperti ini memungkinkan identifikasi jalur kritis melalui analisis waktu maju (forward pass) dan waktu mundur (backward pass) untuk menentukan aktivitas yang secara langsung memengaruhi durasi total proyek (Heizer, et al., 2020).

Dengan memahami hubungan ketergantungan tersebut, manajemen dapat mengidentifikasi aktivitas yang memiliki fleksibilitas waktu maupun aktivitas yang memerlukan pengawasan ketat karena berpotensi menentukan ketepatan jadwal produksi secara keseluruhan. Secara visual ditunjukkan pada Gambar 1.



**Gambar 1. Network Planning**

### 3. Penentuan Jalur Kritis (Critical Path Method)

Penentuan jalur kritis dilakukan untuk mengidentifikasi rangkaian aktivitas yang menentukan durasi total produksi. Proses ini dilakukan melalui dua tahap perhitungan, yaitu forward pass untuk menentukan waktu mulai dan selesai paling awal (Early Start/ES dan Early Finish/EF), serta backward pass untuk menentukan waktu mulai dan selesai paling lambat (Late Start/LS dan Late Finish/LF). Selisih antara waktu paling awal dan paling lambat disebut sebagai slack, yang menunjukkan tingkat kelonggaran aktivitas. Aktivitas dengan nilai slack nol dikategorikan sebagai aktivitas kritis karena setiap keterlambatan pada aktivitas tersebut akan langsung menunda penyelesaian proyek (Heizer et al., 2020). Hasil perhitungan CPM pada penelitian ini disajikan pada Tabel 8.

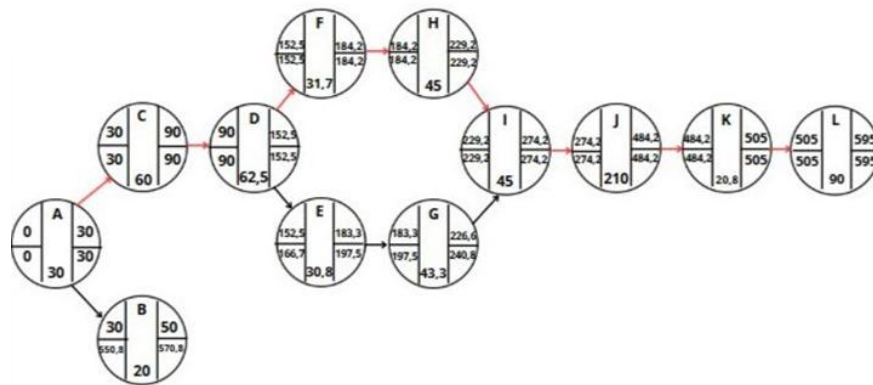
**Tabel 8. Perhitungan Critical Path Method (CPM)**

Aktivitas	Pendahulu	Durasi	ES	EF	LS	LF	Slack	Kritis
A	-	30	0	30	0	30	0	Ya
B	A	20	30	50	575	595	545	Tidak
C	A	60	30	90	30	90	0	Ya
D	C	62,5	90	152,5	90	152,5	0	Ya
E	D	30,8	152,5	183,3	155,1	185,9	2,6	Tidak
F	D	31,7	152,5	184,2	152,5	184,2	0	Ya
G	E	43,3	183,3	226,6	185,9	229,2	2,6	Tidak
H	F	45	184,2	229,2	184,2	229,2	0	Ya
I	G, H	45	229,2	274,2	229,2	274,2	0	Ya
J	I	210	274,2	484,2	274,2	484,2	0	Ya
K	J	20,8	484,2	505	484,2	505	0	Ya
L	K	90	505	595	505	595	0	Ya

Sumber: Hasil Pengolahan data dari Tabel 7 (2025)

Berdasarkan hasil perhitungan CPM, diperoleh total durasi penyelesaian proyek sebesar 595 menit. Jalur kritis proyek terdiri dari aktivitas A - C - D - F - H - I - J - K - L, yang seluruhnya memiliki nilai slack sebesar 0. Hal ini menunjukkan bahwa keterlambatan pada salah satu aktivitas tersebut akan secara langsung menyebabkan keterlambatan penyelesaian proyek secara keseluruhan.

Sementara itu, aktivitas B, E, dan G memiliki nilai slack lebih dari 0, sehingga masih memiliki kelonggaran waktu dan tidak termasuk dalam jalur kritis. Dengan demikian, pengendalian waktu proyek perlu difokuskan pada aktivitas-aktivitas yang berada pada jalur kritis agar proyek dapat diselesaikan sesuai jadwal yang telah direncanakan. Jalur kritis ini dapat divisualkan seperti pada Gambar 2.



**Gambar 2. Diagram Jalur Kritis Berdasarkan Hasil Perhitungan Critical Path Method (CPM)**

### Perhitungan Standar Deviasi dan Varians Proyek

Setelah diperoleh jalur kritis dan durasi total proyek menggunakan metode Critical Path Method (CPM), tahap selanjutnya adalah melakukan analisis ketidakpastian waktu penyelesaian proyek melalui pendekatan Program Evaluation and Review Technique (PERT). Analisis ini diperlukan karena dalam praktiknya durasi aktivitas proyek tidak selalu bersifat deterministik, melainkan mengandung unsur ketidakpastian.

Menurut Heizer et al. (2020) dan Soeharto (1999), bahwa dalam Operations Management, metode PERT digunakan ketika waktu aktivitas bersifat probabilistik dan memerlukan tiga estimasi waktu, yaitu waktu optimis, waktu paling mungkin, dan waktu pesimis, untuk menghitung waktu harapan serta tingkat variabilitasnya. Variabilitas tersebut diukur melalui varians dan standar deviasi aktivitas.

Sejalan dengan itu, Heizer et al. (2020) menambahkan bahwa varians proyek diperoleh dengan menjumlahkan varians aktivitas yang berada pada jalur kritis, karena jalur kritis merupakan penentu langsung terhadap durasi total proyek. Standar deviasi proyek kemudian dihitung sebagai akar kuadrat dari varians proyek dan digunakan untuk menentukan probabilitas penyelesaian proyek dalam jangka waktu tertentu. Selain itu, Kerzner (2017) dalam *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling* menegaskan bahwa analisis probabilistik melalui varians dan standar deviasi proyek sangat penting dalam manajemen risiko waktu, karena memberikan dasar kuantitatif dalam pengambilan keputusan dan pengendalian jadwal proyek. Hasil perhitungan standar deviasi dan varians dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 9.

**Tabel 9. Perhitungan Standar Deviasi dan Varians Jalur Kritis (Metode PERT)**

No	Aktivitas	Deskripsi	a (Optimis)	m (Paling Mungkin)	b (Pesimis)	Standar Deviasi (S)	Varians (S <sup>2</sup> )
1	A	Pemesanan bahan baku	15	30	45	5,00	25,00
2	C	Bahan baku sampai di rumah produksi	30	60	90	10,00	100,00
3	D	Penyortiran dan pencucian bahan baku	45	60	90	7,50	56,25
4	F	Perebusan ayam	25	30	45	3,33	11,09
5	H	Pencacahan ayam	30	45	60	5,00	25,00
6	I	Pencampuran bumbu dan ayam	30	45	60	5,00	25,00
7	J	Penggorengan	180	210	240	10,00	100,00
8	K	Pengeringan	15	20	30	2,50	6,25
9	L	Pengemasan dan labeling	60	90	120	10,00	100,00
<b>Total Varians Proyek</b>							<b>448,59</b>

Sumber: Hasil Pengolahan data dari Tabel 6 dan Tabel 7 (2025)

Selanjutnya perhitungan Standar Deviasi sebagai berikut:

$$\sigma = \sqrt{\text{Varians Proyek}}$$

$$\sigma = \sqrt{448,59} = 21,18 \text{ menit}$$

Berdasarkan hasil perhitungan metode PERT, diperoleh total varians proyek sebesar 448,59 dan standar deviasi proyek sebesar 21,18 menit. Nilai varians tersebut menunjukkan besarnya tingkat penyimpangan durasi proyek yang berasal dari akumulasi ketidakpastian aktivitas pada jalur kritis. Dalam pendekatan PERT, varians proyek diperoleh dari penjumlahan varians aktivitas pada jalur kritis karena jalur tersebut secara langsung menentukan durasi total proyek (Soeharto, 1999). Dengan demikian, semakin besar varians pada aktivitas kritis, semakin besar pula tingkat risiko keterlambatan proyek secara keseluruhan.

Standar deviasi sebesar 21,18 menit menunjukkan besarnya potensi penyimpangan durasi proyek dari waktu harapan 595 menit. Secara statistik, standar deviasi digunakan untuk mengukur tingkat dispersi atau variasi terhadap nilai rata-rata, yang kemudian menjadi dasar dalam perhitungan probabilitas penyelesaian proyek (Heizer et al., 2017). Dalam konteks ini, nilai 21,18 menit setara dengan sekitar 3,56% dari total durasi proyek, yang mengindikasikan bahwa tingkat ketidakpastian proyek masih berada dalam kategori relatif moderat dan dapat dikendalikan melalui pengawasan aktivitas kritis.

Temuan ini sejalan dengan penelitian pada sektor industri kecil dan menengah (IKM) yang menunjukkan bahwa variasi waktu produksi umumnya berasal dari aktivitas inti proses dan aktivitas yang memiliki durasi panjang. Studi yang dipublikasikan dalam Jurnal Teknik Industri menunjukkan bahwa pada proyek produksi berbasis proses bertahap, aktivitas dengan durasi terbesar cenderung memiliki kontribusi varians paling signifikan terhadap total varians proyek (Aulia, 2021). Hal ini relevan dengan hasil penelitian ini, di mana aktivitas penggorengan (J) memiliki varians tinggi dan menjadi penyumbang utama total varians proyek.

Selain itu, penelitian yang dimuat dalam Jurnal Ilmiah Teknik Industri menemukan bahwa pada UMKM pengolahan pangan, pengendalian waktu pada aktivitas kritis dapat menurunkan risiko keterlambatan hingga di bawah 5% dari total durasi proyek (Lopi et al., 2025). Dengan standar deviasi sebesar 21,18 menit atau sekitar 3–4% dari total durasi proyek, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tingkat risiko waktu masih berada dalam batas yang dapat diprediksi dan dikendalikan melalui manajemen jadwal yang efektif.

Temuan penelitian ini dengan nilai total varians 448,59 dan standar deviasi 21,18 menit dimaknai bahwa meskipun terdapat unsur ketidakpastian dalam durasi aktivitas, risiko keterlambatan proyek masih berada pada tingkat yang dapat diperkirakan dan dikendalikan berdasarkan hasil perhitungan PERT. Oleh karena itu, strategi pengendalian sebaiknya difokuskan pada aktivitas jalur kritis dengan varians terbesar untuk menjaga stabilitas waktu penyelesaian proyek.

#### **Perhitungan Probabilitas Penyelesaian Proyek**

Perhitungan ini dilakukan untuk menghitung probabilitas penyelesaian proyek berdasarkan target waktu yang ditetapkan yaitu 600 menit (10 jam).

Menghitung nilai Z dengan menggunakan rumus distribusi normal:

$$Z = \frac{T - \mu}{\sigma}$$

$$Z = \frac{600 - 595}{21,18} = \frac{5}{21,18} = 0,24$$

Berdasarkan tabel distribusi normal, nilai Z tersebut menunjukkan bahwa probabilitas penyelesaian proyek tepat waktu adalah sebesar 59,48%. Angka ini mengindikasikan bahwa meskipun waktu harapan ( $T_e = 595$  menit) dengan target waktu yang ditetapkan yaitu 600 menit menunjukkan bahwa perusahaan dapat mengevaluasi kemungkinan keberhasilan penyelesaian produksi sesuai jadwal dan berada di bawah target, risiko keterlambatan masih cukup signifikan. Oleh karena itu, pengawasan ketat sangat diperlukan pada aktivitas dengan durasi panjang dan varians tinggi, seperti proses penggorengan (J), guna memastikan proyek tetap berjalan sesuai jadwal yang direncanakan.

## **SIMPULAN DAN SARAN**

### **Simpulan**

Berdasarkan hasil analisis, diperoleh beberapa temuan utama sebagai berikut:

Pertama, model Linear Programming menghasilkan solusi optimal dengan memproduksi 40 unit produk varian 0,25 kg ( $x_1$ ) dan tidak memproduksi varian 0,10 kg ( $x_2$ ) maupun 0,05 kg ( $x_3$ ). Kombinasi ini menghasilkan keuntungan maksimum sebesar Rp 730.200 per periode produksi. Hasil tersebut menunjukkan bahwa varian 0,25 kg memiliki kontribusi keuntungan terbesar terhadap penggunaan sumber daya terbatas.

Kedua, analisis kendala menunjukkan bahwa bahan baku ayam (20 kg) merupakan kendala yang bersifat binding (slack = 0), sehingga menjadi faktor pembatas utama sistem produksi. Sementara itu, kendala bumbu masih memiliki sisa kapasitas sebesar 0,6 kg, dan kapasitas produksi memiliki slack sebesar 92 unit, yang menunjukkan bahwa kedua sumber daya tersebut belum termanfaatkan secara penuh dalam kondisi optimal.

Ketiga, nilai shadow price untuk kendala ayam sebesar Rp36.510 per kg, yang mengindikasikan bahwa setiap tambahan 1 kg bahan baku ayam akan meningkatkan keuntungan sebesar Rp36.510, selama perubahan tersebut masih berada dalam rentang sensitivitas yang diperkenankan. Temuan ini menegaskan bahwa bahan baku ayam memiliki nilai marjinal strategis terhadap peningkatan profitabilitas.

Keempat, hasil analisis CPM menunjukkan bahwa durasi total penyelesaian produksi adalah 595 menit, dengan aktivitas pada jalur kritis yang memiliki slack nol. Berdasarkan analisis PERT, total varians proyek sebesar 448,59 dengan standar deviasi 21,18 menit. Dengan target penyelesaian 600 menit, diperoleh nilai  $Z = 0,24$  dan probabilitas penyelesaian tepat waktu sebesar 59,48%. Hal ini menunjukkan, meskipun waktu harapan berada di bawah target, peluang keterlambatan masih cukup signifikan.

## **Saran**

### **1. Saran Manajerial**

Berdasarkan hasil optimasi, bahan baku ayam merupakan kendala utama (binding constraint) dengan nilai shadow price sebesar Rp36.510 per kg, sehingga strategi peningkatan keuntungan perlu difokuskan pada penambahan pasokan ayam selama masih berada dalam rentang sensitivitas yang diperkenankan. Sebaliknya, peningkatan kapasitas produksi belum menjadi prioritas karena masih terdapat slack sebesar 92 unit, sehingga ekspansi kapasitas tidak akan meningkatkan keuntungan tanpa diikuti peningkatan bahan baku. Perusahaan juga disarankan mempertahankan fokus produksi pada varian 0,25 kg selama tidak terjadi perubahan signifikan pada struktur harga dan biaya.

Dari aspek waktu produksi, probabilitas penyelesaian tepat waktu sebesar 59,48% menunjukkan bahwa risiko keterlambatan masih perlu dikelola secara aktif. Pengendalian perlu difokuskan pada aktivitas jalur kritis dengan varians tinggi melalui peningkatan pengawasan operasional, standardisasi prosedur, atau penyesuaian alokasi tenaga kerja. Untuk pengembangan penelitian selanjutnya, integrasi model Linear Programming dengan pendekatan simulasi atau optimasi berbasis ketidakpastian disarankan agar sistem produksi dapat dianalisis secara lebih komprehensif terhadap fluktuasi bahan baku dan durasi aktivitas.

### **2. Saran Akademik**

Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengembangkan model optimasi dengan memasukkan faktor permintaan pasar dan pendekatan multi-periode agar hasil analisis lebih komprehensif. Selain itu, integrasi metode lain seperti *Integer Programming*, *Goal Programming*, atau pendekatan berbasis ketidakpastian dapat dipertimbangkan untuk menghasilkan model yang lebih mendekati kondisi nyata UMKM.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Aini, S., Fikri, A. J., Sukandar, R. S., Bangsa, U. B., Matematika, P., & Bangsa, B. (2021). Optimalisasi keuntungan produksi makanan menggunakan pemrograman linier melalui metode simpleks. *Jurnal Bayesian*, 1(1), 1-16.

- Aulia, S. S. (2021). Analisis Penjadwalan Proyek Gedung Menggunakan Metode CPM- PERT (*Critical Path Method-Program Evaluation And Review Technique*) (Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung APSLC Universitas Gadjah Mada).
- Arifin, R. W., & Shadiq, J. (2019). Penjadwalan Proyek Knowledge Manajemen System (KMS) UMKM Kota Bekasi Dengan Metode PERT Dan CPM. *Bina Insani ICT Journal*, 6(2), 85-94.
- Adtria, K. V., Kamid, K., & Rarasati, N. (2021). Analisis Sensitivitas Dalam Optimalisasi Jumlah Produksi Makaroni Iko Menggunakan Linear Programming. *Imajiner: Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 3(2), 174-182.
- Goldratt, E. M., & Cox, J. (2016). *The goal: a process of ongoing improvement*. Routledge.
- Heizer, J., Render, B., Munson, C. L., & Griffin, P. (2020). *Operations management: Sustainability and supply chain management*.
- Hillier, F. S., & Lieberman, G. J. (2015/2021). *Introduction to Operations Research*. McGraw-Hill.
- Jacobs, F. R., Chase, R. B., & Lummus, R. R. (2011). *Operations and supply chain management (Vol. 567)*. New York: McGraw-Hill Irwin.
- Kerzner, H. (2017). *Project management: a systems approach to planning, scheduling, and controlling*. John Wiley & Sons.
- Lopi, M. F. M., Lewotobi, R. A. S., Mude, Y., & Rimo, I. H. E. (2025). Optimasi Penjadwalan Waktu Produksi dan Pemasaran Produk Daun Kelor di Moza Cafe Menggunakan Model PERT. *Jurnal Ilmiah SOULMATH*, Vol 13(2), Oktober 2025.
- Pradjaningsih, A., Hurin'Iin'Iin, A., & Kusbudiono, K. (2023, June). Analisis Sensitivitas Optimasi Produksi Roti Menggunakan Metode Goal Programming. In *Seminar Nasional Pendidikan Matematika (SNPM) (Vol. 1, pp. 208-217)*.
- Render, J., Brennecke, G. A., Wang, S. J., Wasylenki, L. E., & Kleine, T. (2018). A distinct nucleosynthetic heritage for early solar system solids recorded by Ni isotope signatures. *The Astrophysical Journal*, 862(1), 26.
- Sari, D. A., Sundari, E., Rahmawati, D. D., & Susanto, R. (2020). Maksimalisasi Keuntungan Pada UMKM Sosis Bu Tinuk Menggunakan Metode Simpleks dan POM-QM. *JURIKOM (Jurnal Riset Komputer)*, 7(2), 243-249.
- Soeharto, I. (1997). *Manajemen proyek dari konseptual sampai operasional*. Erlangga.
- Taha, H. A. (2017). *Operations Research: An Introduction (10th ed.)*. Pearson.