

## OPTIMALISASI PENJADWALAN PELATIHAN DI BALAI BESAR PELATIHAN PERTANIAN KETINDAN MENGGUNAKAN *CRITICAL PATH METHOD*

Hamidah Dian Romadhon<sup>1,a)</sup>, Sapti Wahyuningsih<sup>2,b)</sup>

<sup>1,2)</sup>Universitas Negeri Malang

<sup>a)</sup>hamida.dian.1803126@students.um.ac.id

<sup>b)</sup>sapti.wahyuningsih.fmipa@um.ac.id

### Abstrak

Masalah perencanaan penjadwalan merupakan masalah yang perlu diselesaikan lebih awal untuk merencanakan waktu mulai dan selesainya suatu proyek atau kegiatan. Perencanaan penjadwalan merupakan masalah *network planning* yang dapat diselesaikan dengan *Critical Path Method* (CPM). Fokus pembahasan artikel ini adalah penerapan CPM pada perencanaan penjadwalan pelatihan di Balai Besar Pelatihan Pertanian (BBPP) Ketindan dengan batas durasi waktu tunggal. Metode penyelesaian menggunakan CPM dengan program POM-QM. Hasil perhitungan CPM merupakan waktu penyelesaian dan lintasan kritis yaitu kegiatan yang tidak boleh ditunda. Hasil optimalisasi penjadwalan BBPP yaitu waktu penyelesaian 27 hari dan lintasan kritis Pelatihan Literasi dan Edukasi Keuangan bagi Penyuluh dan Staf → Angkatan II → Bimbingan Teknis → Integrated Pest Management Africa → Integrated Pest Management America Latin → Pelatihan Kewirausahaan Angkatan III (Online) → Pelatihan Kewirausahaan Angkatan IV (Offline) → Pelatihan Kewirausahaan Angkatan III (Offline).

**Kata kunci:** perencanaan penjadwalan, *network planning*, CPM, waktu penyelesaian, lintasan kritis.

### PENDAHULUAN

Sektor pertanian merupakan salah satu kontributor utama perekonomian nasional. Kemajuan dan perkembangan sektor pertanian perlu didukung dengan sumber daya manusia (SDM) yang profesional dan kompeten. Dalam mendukung hal tersebut, Balai Besar Pelatihan Pertanian (BBPP) Ketindan sebagai unit pelaksana teknis mengembangkan program kerjasama baik pelatihan teknis berbasis inovasi teknologi maupun pelatihan fungsional [1].

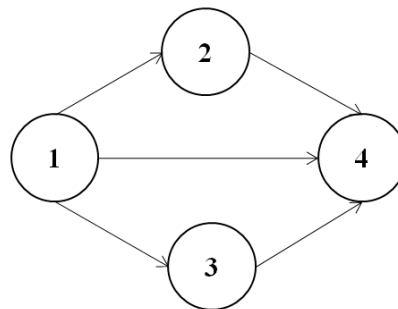
Adapun program-program yang diselenggarakan oleh BBPP Ketindan antara lain menyelenggarakan pelatihan teknis, fungsional dan kewirausahaan di bidang pertanian. Menyelenggarakan sertifikasi profesi bagi penyuluh pertanian, petani, pelaku pertanian di bidang penyuluhan pertanian, pertanian organik, budidaya kedelai, pengolahan hasil pertanian, menyelenggarakan kerjasama penelitian dan permagangan.

Banyak program yang telah diselenggarakan oleh BBPP Ketindan selama ini. Selama satu bulan, ada lebih dari 10 program pelatihan/sertifikasi yang diselenggarakan. Selain itu, pada suatu pelatihan, peserta yang didatangkan tidak langsung seluruhnya,

melainkan dibagi menjadi beberapa angkatan sehingga kegiatan pelatihan dilakukan selama beberapa hari. Oleh sebab itu, manajemen perencanaan penjadwalan perlu dilakukan secara sistematis sehingga pelaksanaan kegiatan dalam satu bulan dapat berjalan dengan baik.

Sebelumnya, perencanaan penjadwalan di BBPP Ketindan belum menerapkan CPM pada saat menjadwalkan suatu kegiatan. Perencanaan penjadwalan di BBPP Ketindan dilakukan secara manual dengan mengonfirmasi jadwal terlebih dahulu bersama Tim Penyelenggaraan Pelatihan, kemudian memanajemen waktu penjadwalan pelatihan secara manual. Oleh karena itu, pelaksanaan kegiatan terkadang tidak tepat waktu sehingga menyebabkan kemunduran jadwal kegiatan pada bulan selanjutnya. Oleh karena itu, optimalisasi dalam melakukan perencanaan penjadwalan diperlukan agar kegiatan dapat berjalan dengan baik yang artinya jadwal kegiatan dapat selesai tepat waktu dan tidak mempengaruhi kegiatan-kegiatan yang saling berkaitan.

Masalah perencanaan penjadwalan merupakan teori *network planning*. *Network Planning* merupakan suatu bentuk rencana proyek yang disajikan dalam bentuk jaringan[2]. Node awal dan node akhir pada jaringan berkorespondensi dengan kejadian *dummy*. Kegiatan *dummy* merupakan kegiatan semu yang berguna untuk membatasi mulainya kegiatan-kegiatan, kegiatan ini juga tidak memiliki durasi karena tidak menggunakan sumber daya apapun [3]. Sebagai contoh diketahui  $N = \{1, 2, 3, 4, 5\}$  dan  $A = \{(1,2), (1,3), (1,4), (2,4), (3,4)\}$ , dengan node awal 1 dan node akhir 4 digambarkan pada gambar 2.1 berikut:



Gambar 2.1. contoh jaringan

Salah satu kategori proyek menurut [3] yaitu aktivitas-aktivitas yang saling bergantung atau berhubungan. Penjadwalan proyek adalah pengalokasian waktu yang tersedia untuk melaksanakan masing-masing pekerjaan dalam rangka menyelesaikan suatu proyek hingga tercapai hasil optimal [4].

Oleh karena itu, permasalahan perencanaan penjadwalan di BBPP Ketindan dapat diselesaikan menggunakan *network planning*. Data yang akan digunakan adalah data jadwal kegiatan palang pelatihan Bulan Agustus 2021 di BBPP Ketindan. Data jadwal kegiatan diolah terlebih dahulu dengan menentukan kegiatan pendahulu, kegiatan sesudah dari kegiatan-kegiatan yang saling berhubungan.

Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk menemukan solusi masalah penjadwalan yaitu diantaranya *Critical Path Method* (CPM) [5], algoritma PERT [6], algoritma *Based-Bee* [7], dan algoritma genetika [8]. Metode yang akan digunakan untuk menemukan solusi optimalisasi penjadwalan adalah *Critical Path Method* (CPM) dengan alat bantu POM-QM. CPM adalah pendekatan berbasis jaringan untuk manajemen proyek [9]. Metode ini mengidentifikasi lintasan terpanjang yang memungkinkan untuk menemukan waktu penyelesaian dan lintasan kritis. Waktu penyelesaian yaitu durasi waktu mulai dan selesainya proyek/kegiatan atau waktu

penyelesaian. Lintasan merupakan himpunan sisi berarah yang menghubungkan node yang berbeda [10]. Lintasan kritis artinya rangkaian kegiatan berbeda yang tidak boleh ditunda karena akan menyebabkan kegiatan akan tertunda secara keseluruhan, sedangkan kegiatan yang tidak berada di lintasan kritis artinya kegiatan memiliki kelonggaran durasi penyelesaian [11]. Lintasan kritis ini digunakan sebagai referensi bahwa kegiatan/proyek yang berada di lintasan ini dapat mempengaruhi keseluruhan proyek/kegiatan dalam hal waktu. Waktu penyelesaian dan lintasan kritis sangat diperlukan agar pelaksanaan kegiatan tidak mengalami kemunduran jadwal sehingga mempengaruhi kegiatan yang lain dan kegiatan selanjutnya.

Penyelesaian perencanaan penjadwalan di BBPP Ketindan menggunakan CPM dilakukan dengan alat bantu program POM-QM yang dibuat oleh Howard. J. Weiss [12]. Penyelesaian menggunakan alat bantu program cukup mengikuti panduan penggunaan program untuk masalah perencanaan penjadwalan menggunakan CPM.

## METODE

Metode penyelesaian yaitu dengan mengidentifikasi data, melakukan perhitungan CPM dengan bantuan program POM-QM, dan analisis hasil. Berikut penjelasan masing-masing metode:

### A. Identifikasi Data

Identifikasi data yang dilakukan yaitu mendefinisikan prioritas antar kegiatan, hubungan prioritas, dan persyaratan waktu. Prioritas antar kegiatan yaitu kegiatan yang mendahului kegiatan saat ini, kegiatan yang segera mengikuti kegiatan saat ini, dan kegiatan yang bersamaan dengan kegiatan saat ini. Identifikasi data dilakukan untuk mempermudah pengisian data pada program.

### B. Perhitungan *Critical Path Method* (CPM) menggunakan program POM-QM

Metode penyelesaian menggunakan CPM dengan mengikuti algoritma penyelesaian CPM dan menggunakan alat bantu program POM-QM.

Berikut langkah-langkah CPM menurut [13]:

#### 1. Perhitungan maju

Pada tahap ini dilakukan perhitungan saat paling cepat suatu kegiatan/aktivitas dimulai yaitu *Earliest Start* (ES) dan menghitung saat paling cepat suatu kegiatan diselesaikan yaitu *Earliest Finish* (EF) dengan perhitungan maju yaitu dari awal kegiatan suatu proyek/kegiatan sampai akhir (*forward pass*). Berikut rumusnya:

$$ES = \max (EF \text{ semua kegiatan pendahulu})$$

$$EF = ES + t, \quad t \in \mathbb{N}$$

dimana  $t$  menyatakan durasi waktu dalam satuan waktu.

#### 2. Perhitungan mundur

Pada tahap ini dilakukan perhitungan saat paling lambat dimulainya suatu kegiatan yaitu *Lastest Start* (LS) dan saat paling lambat diselesaikannya suatu kegiatan yaitu *Lastest Finish* (LF) dengan perhitungan mundur (*backward pass*) yaitu dari akhir suatu kegiatan/proyek sampai dengan awal kegiatan.

Berikut rumusnya:

$$LF = \min (LS \text{ dari seluruh kegiatan setelahnya})$$

$$LS = LF - t, \quad t \in \mathbb{N}$$

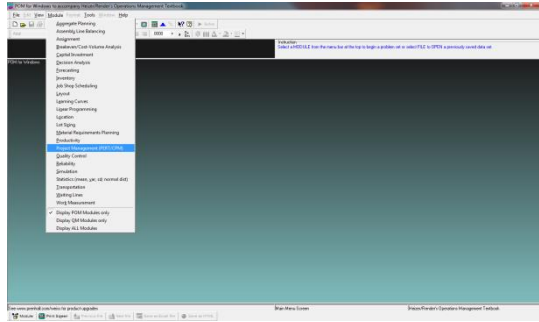
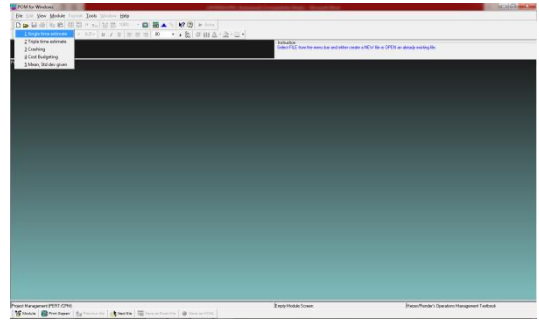
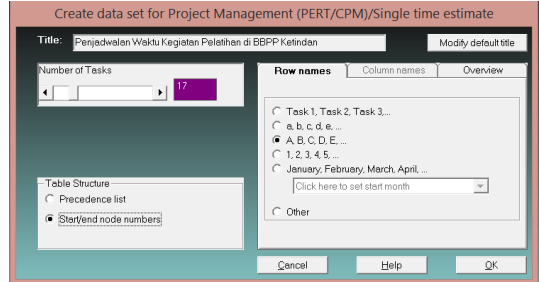
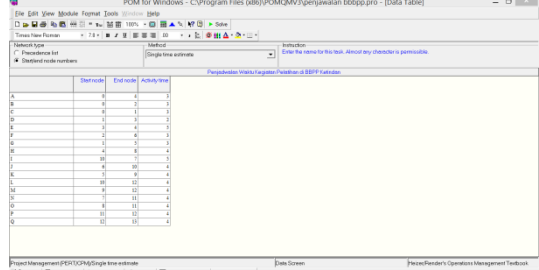
dimana  $t$  menyatakan durasi waktu dalam satuan waktu.

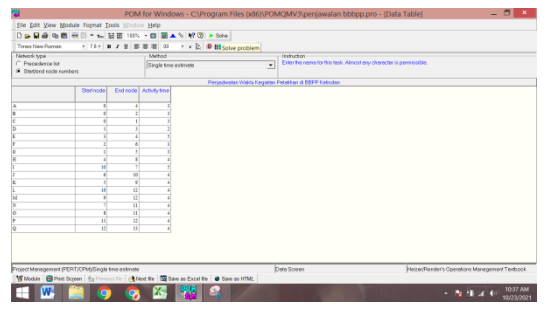
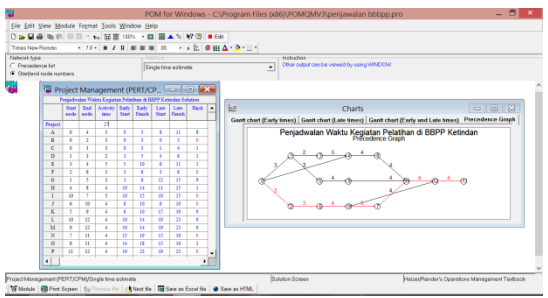
#### 3. Menghitung total kelonggaran waktu ( $S$ ) dari suatu aktivitas dengan rumus:

$$S = LF - ES - t, \quad t \in \mathbb{N}$$

4. Menentukan lintasan kritis yang terdiri dari aktivitas-aktivitas kritis. Aktivitas kritis mempunyai  $S = 0$

Pada penyelesaian CPM menggunakan program POM-QM dilakukan mengikuti panduan penggunaan program POM-QM sebagai berikut:

No	Keterangan	Gambar
1	Buka aplikasi Program POM-QM, kemudian pilih menu Module. Pilih topik Project Management (PERT/CPM) untuk menyelesaikan masalah perencanaan penjadwalan.	
2	Pilih kriteria CPM/PERT dengan menyesuaikan perumusan masalah, <i>Single time estimate</i> untuk menyelesaikan masalah penjadwalan dengan durasi tunggal, <i>triple time estimate</i> dengan 3 durasi, <i>crashing</i> untuk durasi yang diperpanjang atau diperpendek, dan <i>cost budgeting</i> untuk penjadwalan yang dibatasi biaya. Misalnya dipilih <i>single time estimate</i> .	
3	Isikan judul proyek/kegiatan, jumlah kegiatan, pilih bentuk tabel <i>start/end node</i> , dan pilih nama baris. Selanjutnya klik oke.	
4	Isikan <i>start node</i> , <i>end node</i> , dan <i>activity time</i> .	

5	Pilih <i>solve</i> untuk menemukan solusi penjawalan menggunakan CPM.	
6	Terdapat 2 hasil yaitu perhitungan CPM untuk waktu penyelesaian dan gambar jaringan untuk menunjukkan lintasan kritis.	

Tabel 2.1 Panduan penggunaan program POM-QM

### C. Analisis Hasil

Setelah dilakukan perhitungan CPM dengan alat bantu program, maka dilakukan analisis hasil. Analisis hasil yang dilakukan yaitu sebagai berikut:

1. Menentukan waktu penyelesaian yaitu dengan membaca kolom ke-3 hasil perhitungan CPM pada program atau perhitungan  $EF$  dan  $LF$  pada node akhir.
2. Menentukan kegiatan kritis yaitu dengan mengidentifikasi kegiatan-kegiatan yang memiliki slack  $S = 0$ .
3. Mengidentifikasi lintasan kritis dengan mengurutkan kegiatan yang memiliki  $S = 0$  dari node awal hingga akhir.
4. Menentukan waktu longgar setiap kegiatan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil identifikasi data jadwal kegiatan di BBPP Ketindan diperoleh sebagai berikut:

Kode	Kegiatan	Kegiatan yang Mendahului	Durasi (Dalam Hari)
A	Sertifikasi Kompetensi	-	3
B	Pelatihan Literasi dan Edukasi Keuangan bagi Penyuluh dan Staf Angkatan I	-	3
C	Pelatihan Literasi dan Edukasi Keuangan bagi Penyuluh dan Staf Angkatan II	-	3
D	Bimbingan Teknis	C	2
E	Integrated Pest Management Africa	D,A	5
F	Pelatihan Literasi dan Edukasi Keuangan bagi Ketua kelompok Tani Angkatan I	B	3
G	Pelatihan Literasi dan Edukasi Keuangan bagi Ketua kelompok Tani Angkatan II	C	3
H	Pelatihan Literasi dan Edukasi Keuangan	E	4

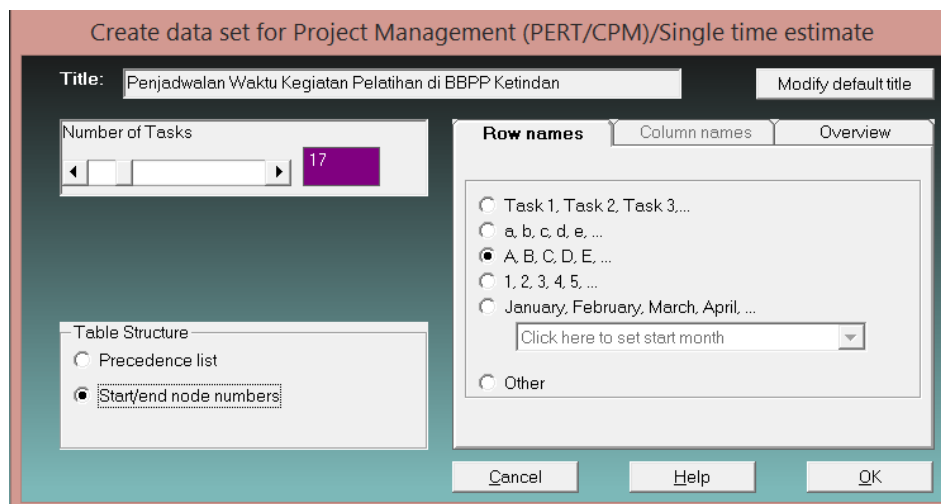
	bagi Ketua kelompok Tani Angkatan III		
I	Integrated Pest Management America Latin	E	5
J	Pelatihan Kewirausahaan Angkatan I (Online)	F	4
K	Pelatihan Kewirausahaan Angkatan II (Online)	G	4
L	Pelatihan Kewirausahaan Angkatan I (Online)	J	4
M	Pelatihan Kewirausahaan Angkatan II (Offline)	K	4
N	Pelatihan Kewirausahaan Angkatan III (Online)	I	4
O	Pelatihan Kewirausahaan Angkatan IV (Online)	H	4
P	Pelatihan Kewirausahaan Angkatan III (Offline)	N,O	4
Q	Pelatihan Kewirausahaan Angkatan IV (Offline)	M,P,L	4

Tabel 3.1 Data Jadwal Kegiatan Palang Pelatihan Bulan Agustus 2021 di BBPP Ketindan

Berdasarkan hasil identifikasi data, selanjutnya penyelesaian perhitungan CPM perencanaan penjadwalan menggunakan alat bantu program POM-QM dengan mengikuti panduan penggunaan program sebagai berikut:

Berikut hasil penyelesaian pada program:

- Isikan judul kegiatan, jumlah kegiatan yaitu 17 kegiatan, pilih bentuk tabel *start/end node*, dan pilih nama baris. Selanjutnya klik oke.



Gambar 3.2 Solusi ke-1 CPM pada alat bantu program POM-QM

- Selanjutnya isikan hasil identifikasi data sebagai berikut

	Start node	End node	Activity time
A	0	4	3
B	0	2	3
C	0	1	3
D	1	3	2
E	3	4	5
F	2	6	3
G	1	5	3
H	4	8	4
I	4	7	5
J	6	10	4
K	5	9	4
L	10	12	4
M	9	12	4
N	7	11	4
O	8	11	4
P	11	12	4
Q	12	13	4

Gambar 3.3 Solusi ke-2 CPM pada alat bantu program POM-QM

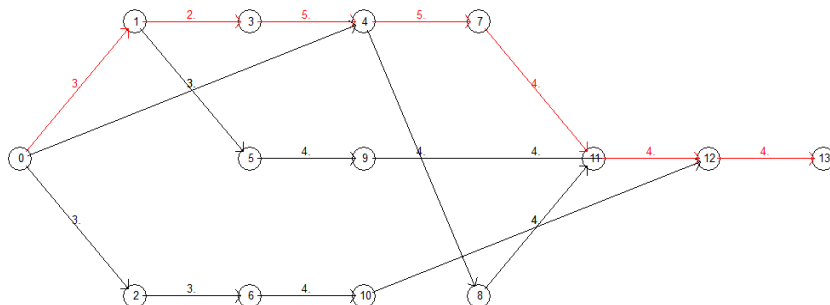
- c. Berikut hasil perhitungan CPM yang menunjukkan *ES, EF, LS, LF*, dan slack masing-masing kegiatan

	Start node	End node	Activity time	Early Start	Early Finish	Late Start	Late Finish	Slack
Project			27					
A	0	4	3	0	3	7	10	7
B	0	2	3	0	3	9	12	9
C	0	1	3	0	3	0	3	0
D	1	3	2	3	5	3	5	0
E	3	4	5	5	10	5	10	0
F	2	6	3	3	6	12	15	9
G	1	5	3	3	6	12	15	9
H	4	8	4	10	14	11	15	1
I	4	7	5	10	15	10	15	0
J	6	10	4	6	10	15	19	9
K	5	9	4	6	10	15	19	9
L	10	12	4	10	14	19	23	9
M	9	12	4	10	14	19	23	9
N	7	11	4	15	19	15	19	0
O	8	11	4	14	18	15	19	1
P	11	12	4	19	23	19	23	0
Q	12	13	4	23	27	23	27	0

Gambar 3.4 Solusi ke-3 CPM pada alat bantu program POM-QM

Diketahui bahwa kegiatan terakhir yaitu kegiatan Q, dengan ES dan EF nya sama yaitu 27. Oleh karena itu, waktu penyelesaian seluruh kegiatan yaitu 27 hari.

- d. Pada opsi selanjutnya, pilih *charts* untuk mengetahui lintasan kritis.



Gambar 3.5 Solusi ke-4 CPM pada alat bantu program POM-QM

Pada jaringan dapat diketahui bahwa lintasan kritis penjadwalan di BBPP Ketindan

adalah  $C \rightarrow D \rightarrow E \rightarrow I \rightarrow N \rightarrow P \rightarrow Q$ .

Berdasarkan hasil perhitungan CPM dapat dianalisis bahwa hasil waktu penyelesaian kegiatan di BBPP Ketindan pada bulan Agustus adalah selama 27 hari. Selain, itu diperoleh lintasan kritis yaitu  $C \rightarrow D \rightarrow E \rightarrow I \rightarrow N \rightarrow P \rightarrow Q$  dengan dikembalikan pada kegiatan aslinya yaitu Pelatihan Literasi dan Edukasi Keuangan bagi Penyuluh dan Staf  $\rightarrow$  Angkatan II  $\rightarrow$  Bimbingan Teknis  $\rightarrow$  Integrated Pest Management Africa  $\rightarrow$  Integrated Pest Management America Latin  $\rightarrow$  Pelatihan Kewirausahaan Angkatan III (Online)  $\rightarrow$  Pelatihan Kewirausahaan Angkatan IV (Offline)  $\rightarrow$  Pelatihan Kewirausahaan Angkatan III (Offline). Kegiatan-kegiatan ini memiliki *slack* = 0 sehingga dapat dikategorikan sebagai kegiatan yang berada di lintasan kritis. Kegiatan yang berada di lintasan kritis tidak boleh mengalami kemunduran jadwal karena akan mempengaruhi keseluruhan jadwal kegiatan yaitu dengan mundurnya waktu penyelesaian (waktu penyelesaian) kegiatan dalam satu bulan.

Analisis hasil perencanaan penjadwalan juga menghasilkan daftar tabel kegiatan yang memiliki kelonggaran waktu (*float*), yaitu kegiatan yang boleh dimundurkan jadwalnya sesuai *float* yang dimiliki sebagai berikut:

Kode	Kegiatan	Waktu loggar
A	Sertifikasi Kompetensi	7 hari
B	Pelatihan Literasi dan Edukasi Keuangan bagi Penyuluh dan Staf Angkatan I	9 hari
F	Pelatihan Literasi dan Edukasi Keuangan bagi Ketua kelompok Tani Angkatan I	9 hari
G	Pelatihan Literasi dan Edukasi Keuangan bagi Ketua kelompok Tani Angkatan II	9 hari
H	Pelatihan Literasi dan Edukasi Keuangan bagi Ketua kelompok Tani Angkatan III	1 hari
J	Pelatihan Kewirausahaan Angkatan I (Online)	9 hari
K	Pelatihan Kewirausahaan Angkatan II (Online)	9 hari
L	Pelatihan Kewirausahaan Angkatan I (Online)	1 hari
M	Pelatihan Kewirausahaan Angkatan II (Offline)	9 hari
O	Pelatihan Kewirausahaan Angkatan IV (Online)	9 hari

Tabel 3.2 Waktu loggar kegiatan yang tidak berada di lintasan kritis

## KESIMPULAN

Hasil penjadwalan di BBPP Ketindan menggunakan CPM dengan alat bantu program diperoleh waktu penyelesaian 27 hari dan lintasan kritis Pelatihan Literasi dan Edukasi Keuangan bagi Penyuluh dan Staf Angkatan II  $\rightarrow$  Bimbingan Teknis  $\rightarrow$  Integrated Pest Management Africa  $\rightarrow$  Integrated Pest Management America Latin  $\rightarrow$  Pelatihan Kewirausahaan Angkatan III (Online)  $\rightarrow$  Pelatihan Kewirausahaan Angkatan IV (Offline)  $\rightarrow$  Pelatihan Kewirausahaan Angkatan III (Offline) yang digambarkan pada jaringan. Selain itu, diperoleh juga daftar jadwal kegiatan yang memiliki *float*. Berdasarkan hasil perhitungan yang diperoleh, diharapkan dapat dimanfaatkan sebagai referensi untuk melakukan perencanaan penjadwalan.

#### DAFTAR RUJUKAN

- [1] Balai Besar Pelatihan Pertanian BBPP Ketindan, “Balai Besar Pelatihan Pertanian BBPP Ketindan,” *Balai Besar Pelatihan Pertanian BBPP Ketindan*, 2020. <https://bbppketindan.bppsdp.pertanian.go.id/tentang-kami>.
- [2] A. Abdelghany and K. Abdelghany, *Airline Network Planning and Scheduling*. 2018.
- [3] I. S. Kajatno, *Network Planning*, 2nd ed. Jakarta: Institut Pendidikan PUT, 1977.
- [4] H. A. Taha, *Riset Operasi Jilid 2 alih bahasa : Daniel Wirajaya*, 2nd ed. Jakarta: Binarupa Aksara, 1997.
- [5] C. Orumie Ukamaka, “Implementation of Project Evaluation and Review Technique (PERT) and Critical Path Method (CPM): A Comparative Study,” *Int. J. Ind. Oper. Res.*, vol. 3, no. 1, 2020, doi: 10.35840/2633-8947/6504.
- [6] J. Chinneck, “PERT for Project Planning and Scheduling,” *Pract. Optim. a Gentle Introd.*, 2006.
- [7] K. Niño and J. Peña, “A based-bee algorithm approach for the multi-mode project scheduling problem,” 2019, doi: 10.1016/j.promfg.2020.01.252.
- [8] M. Khalilzadeh, S. H. Hosseini, and R. Ghaeli, “A genetic algorithm-based method for solving multi-mode resource-constrained project scheduling problem in uncertain environment,” *J. Proj. Manag.*, 2020, doi: 10.5267/j.jpm.2020.1.002.
- [9] Y. Takakura, T. Yajima, Y. Kawajiri, and S. Hashizume, “Application of critical path method to stochastic processes with historical operation data,” *Chem. Eng. Res. Des.*, vol. 149, pp. 195–208, 2019, doi: 10.1016/j.cherd.2019.06.027.
- [10] I. Anderson, J. M. Aldous, and R. J. Wilson, “Graphs and Applications, an Introductory Approach,” *The Mathematical Gazette*, vol. 85, no. 502. p. 176, 2001, doi: 10.2307/3620534.
- [11] A. Taal, J. Wang, C. de Laat, and Z. Zhao, “Profiling the scheduling decisions for handling critical paths in deadline-constrained cloud workflows,” *Futur. Gener. Comput. Syst.*, 2019, doi: 10.1016/j.future.2019.05.002.
- [12] H. J. Weiss, *POM-QM for Windows, Version 3: Software for Decision Sciences : Quantitative Methods, Management Science, Production and Operations Management*, 3rd ed. Pearson/Prentice Hall, 2006.
- [13] S. Zareei, “Project scheduling for constructing biogas plant using critical path method,” *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 81, no. May 2017, pp. 756–759, 2018, doi: 10.1016/j.rser.2017.08.025.