ANALISIS PENJADWALAN PROSES PRODUKSI DAN PANEN SAYURAN HIDROPONIK MENGGUNAKAN METODE CRITICAL PATH METHOD (CPM) PADA PERKEBUNAN DI KOMPLEK ASRAMA BRIMOB

Nurul Hidayat[1], Janisa Putri Ataring [2], Sandi[3], Dewi Astina[4], Rehana Radiyatul Nurzahira[5], Melly Novita[6], Andi Amelia Rahmadani[7]

[1,2,3]*Universitas Borneo Tarakan, Indonesia*
E-mail : nurul.hidayat8910@gmail.com[1], janisaputriataring@gmail.com[2], sandifantasy07@gmail.com[3],ddewiastina@gmail.com[4], rehanaradiyatulnzhra@gmail.com[5], mellynovita196@gmail.com[6], andiameliaa10@gmail.com[7]

ABSTRACT

This study aims to analyze and optimize the scheduling of production and harvesting processes of hydroponic mustard greens using the Critical Path Method (CPM) at a plantation located in the Brimob Dormitory Complex, Tarakan City. The research employs a quantitative approach supported by qualitative data obtained through interviews and direct observation. The analyzed activities include preparation, seeding, germination, transplanting, nursery, installation transfer, maintenance, and harvesting. The results show that the total project duration is 42 days, with all activities forming a single critical path (A–B–C–D–E–F–G–H). Each activity has a slack value of zero, indicating no time flexibility in the scheduling process. This condition implies that any delay in one activity will directly affect the overall project duration. Therefore, effective time management and strict supervision are required to ensure that all activities are carried out according to the planned schedule. The application of CPM in this study proves to be effective in identifying critical activities and improving scheduling efficiency in hydroponic farming systems.

Keywords : *Critical Path Method (CPM), Production Scheduling, Hydroponics, Mustard Greens, Project Managemen.*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan mengoptimalkan penjadwalan proses produksi dan panen tanaman sawi hidroponik menggunakan metode Critical Path Method (CPM) pada perkebunan di Komplek Asrama Brimob Kota Tarakan. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan dukungan data kualitatif yang diperoleh melalui wawancara dan observasi langsung. Aktivitas yang dianalisis meliputi persiapan, penyemaian, perkecambahan, pemindahan, pembibitan, pindah instalasi, perawatan, hingga panen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa total durasi proyek adalah 42 hari dengan seluruh aktivitas berada pada jalur kritis (A–B–C–D–E–F–G–H). Setiap aktivitas memiliki nilai slack sebesar nol, yang menunjukkan tidak adanya kelonggaran waktu dalam penjadwalan. Kondisi ini mengindikasikan bahwa keterlambatan pada satu aktivitas akan berdampak langsung terhadap keseluruhan durasi proyek. Oleh karena itu, diperlukan pengelolaan waktu yang efektif serta pengawasan yang ketat agar seluruh aktivitas dapat berjalan sesuai dengan rencana. Penerapan metode CPM terbukti mampu mengidentifikasi aktivitas kritis serta meningkatkan efisiensi penjadwalan dalam sistem pertanian hidroponik.

Kata Kunci : *Critical Path Method (CPM), Penjadwalan Produksi, Hidroponik, Tanaman Sawi, Manajemen Proyek*

PENDAHULUAN

Perkembangan sektor pertanian modern menunjukkan adanya peningkatan dalam penerapan teknologi budidaya yang lebih efisien dan berkelanjutan, salah satunya melalui sistem hidroponik. Hidroponik merupakan metode budidaya tanaman tanpa menggunakan tanah dengan memanfaatkan larutan nutrisi sebagai media utama, yang dinilai mampu meningkatkan produktivitas serta efisiensi penggunaan lahan dan air dibandingkan dengan metode konvensional (Resh, 2013; Savvas & Gruda, 2018). Seiring dengan perkembangan tersebut, sistem hidroponik juga semakin banyak diterapkan sebagai solusi pertanian perkotaan yang berkelanjutan dan adaptif terhadap keterbatasan lahan (Putra & Rahmawati, 2021). Selain itu, perkembangan teknologi hidroponik juga didukung oleh berbagai penelitian terbaru yang menunjukkan bahwa sistem ini mampu meningkatkan efisiensi produksi serta menjaga kestabilan kualitas hasil panen dalam berbagai skala usaha (Sharma et al., 2020).

Kota Tarakan sebagai salah satu wilayah perkotaan di Provinsi Kalimantan Utara memiliki keterbatasan lahan pertanian akibat pesatnya perkembangan kawasan permukiman dan infrastruktur. Kondisi tersebut mendorong masyarakat untuk mengadopsi sistem pertanian alternatif seperti hidroponik yang lebih efisien dan adaptif terhadap keterbatasan ruang. Oleh karena itu, pengelolaan sistem hidroponik yang optimal menjadi sangat penting, terutama dalam menjaga kontinuitas produksi dan efisiensi waktu panen.

Salah satu komoditas yang banyak dibudidayakan secara hidroponik adalah tanaman sawi, yang memiliki siklus pertumbuhan relatif singkat serta permintaan pasar yang stabil. Namun demikian, keberhasilan produksi sawi secara hidroponik tidak hanya ditentukan oleh teknik budidaya, tetapi juga oleh efektivitas manajemen operasional, khususnya dalam penjadwalan proses produksi dan panen. Penjadwalan produksi yang tidak optimal dapat menyebabkan keterlambatan proses, penurunan kualitas hasil, serta ketidakseimbangan dalam siklus produksi (Heizer et al., 2017). Menurut Nurul Hidayat dan Febrian (2025), perencanaan operasional yang dilakukan secara sistematis dan berbasis data dapat membantu meningkatkan efisiensi proses produksi serta mendukung pengambilan keputusan yang lebih tepat dalam pengelolaan usaha.

Berdasarkan hasil wawancara dengan pengelola perkebunan hidroponik di Komplek Asrama Brimob, yaitu Ibda Nurwah Yudin, diketahui bahwa proses produksi tanaman sawi terdiri dari beberapa tahapan utama, yaitu penyemaian, pembibitan, pemindahan tanaman, perawatan, hingga panen dengan waktu panen berkisar antara 30 hingga 35 hari. Setiap tahapan tersebut memiliki keterkaitan yang erat, sehingga keterlambatan pada satu aktivitas dapat mempengaruhi keseluruhan proses produksi.

Dalam pelaksanaannya, masih ditemukan kendala dalam pengelolaan penjadwalan yang belum dilakukan secara sistematis. Keterlambatan dalam proses pembibitan maupun pemindahan tanaman sering terjadi akibat adanya aktivitas lain yang bersamaan, sehingga berpotensi mengganggu kontinuitas produksi. Selain itu, sistem hidroponik juga memerlukan perawatan intensif seperti pengecekan nutrisi dan kondisi air secara rutin setiap hari, yang semakin menegaskan pentingnya perencanaan waktu yang efektif dalam setiap tahapan produksi.

Permasalahan penjadwalan tersebut dapat dianalisis menggunakan pendekatan network planning, yaitu metode yang menggambarkan hubungan antar aktivitas dalam suatu jaringan kerja. Salah satu metode yang umum digunakan adalah *Critical Path Method* (CPM), yang berfungsi untuk mengidentifikasi aktivitas kritis yang menentukan durasi total penyelesaian suatu proyek. Aktivitas yang berada pada jalur kritis tidak memiliki kelonggaran waktu (*slack*), sehingga

keterlambatan pada aktivitas tersebut akan berdampak langsung terhadap keseluruhan jadwal produksi (Kerzner, 2017)

Berbagai penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penerapan metode kuantitatif maupun pengelolaan operasional yang terencana mampu meningkatkan efektivitas suatu kegiatan. Penelitian (Nurul Hidayat et al., 2025) menunjukkan bahwa penggunaan metode kuantitatif berbasis data historis dapat membantu pengambilan keputusan operasional secara lebih akurat dan efisien. Penelitian (Hidayat et al., 2025) pada Afifah Bakery juga menunjukkan bahwa perencanaan produksi yang dilakukan secara sistematis dapat membantu mengoptimalkan proses produksi dan mengurangi risiko ketidaksesuaian antara produksi dan kebutuhan pasar. Selain itu, penelitian (Lee and Hidayat, 2016) menjelaskan bahwa kemampuan organisasi dalam mengembangkan pengetahuan dan inovasi merupakan faktor penting untuk meningkatkan kinerja serta mempertahankan daya saing. Hasil-hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa pengelolaan aktivitas secara terencana dan sistematis memiliki peran penting dalam meningkatkan efektivitas operasional. Namun demikian, penerapan metode Critical Path Method (CPM) pada sektor pertanian, khususnya budidaya sawi hidroponik, masih relatif terbatas sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut.

Penerapan metode CPM mampu meningkatkan efisiensi penjadwalan serta membantu dalam mengidentifikasi aktivitas yang berpengaruh terhadap durasi penyelesaian suatu proses (Heizer et al., 2017; Sari & Nugroho, 2022). Namun demikian, penerapan metode ini dalam sektor pertanian, khususnya pada budidaya hidroponik tanaman sawi, masih relatif terbatas. Hal ini menunjukkan adanya research gap yang perlu dikaji lebih lanjut.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan mengoptimalkan penjadwalan proses produksi dan panen tanaman sawi hidroponik menggunakan metode CPM pada perkebunan di Komplek Asrama Brimob.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan dukungan data kualitatif untuk menganalisis penjadwalan proses produksi dan panen tanaman sawi hidroponik di Komplek Asrama Brimob Kota Tarakan Provinsi Kalimantan Utara menggunakan metode *Critical Path Method* (CPM) (Kerzner, 2017). Pendekatan ini digunakan untuk menggambarkan kondisi aktual proses produksi sekaligus melakukan analisis waktu pada setiap tahapan kegiatan secara sistematis.

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh aktivitas yang terlibat dalam proses produksi tanaman sawi hidroponik, mulai dari penyemaian hingga panen. Sampel penelitian diambil secara purposive dengan mempertimbangkan seluruh rangkaian aktivitas produksi sebagai objek analisis, sehingga hasil penelitian dapat menggambarkan kondisi nyata secara menyeluruh.

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui wawancara dan observasi langsung terhadap proses produksi di lokasi penelitian. Wawancara dilakukan dengan pengelola perkebunan, yaitu Ibda Nurwah Yudin, untuk memperoleh informasi terkait tahapan produksi, durasi setiap aktivitas, serta kendala yang dihadapi dalam penjadwalan. Selain itu, observasi dilakukan untuk mengamati secara langsung alur kegiatan produksi mulai dari penyemaian, pembibitan, pemindahan tanaman, perawatan, hingga panen.

Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan metode CPM melalui tahapan identifikasi aktivitas, penentuan hubungan antar aktivitas, serta penentuan durasi setiap kegiatan

berdasarkan hasil wawancara dan observasi. Analisis dilakukan dengan menghitung waktu mulai paling awal (*earliest start*), waktu selesai paling awal (*earliest finish*), waktu mulai paling lambat (*latest start*), dan waktu selesai paling lambat (latest finish) untuk menentukan jalur kritis (*critical path*).

Hasil analisis digunakan untuk mengidentifikasi aktivitas kritis, mengevaluasi potensi keterlambatan, serta memberikan rekomendasi penjadwalan yang lebih efektif dan efisien dalam proses produksi tanaman sawi hidroponik.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Analisis penjadwalan proyek pada penelitian ini menggunakan metode Critical Path Method (CPM) dengan tujuan untuk menentukan durasi penyelesaian proyek serta mengidentifikasi aktivitas-aktivitas kritis.Data yang digunakan berupa durasi masing-masing aktivitas yang disusun secara berurutan. Berdasarkan data tersebut, dilakukan perhitungan waktu mulai dan selesai aktivitas menggunakan dua tahap, yaitu *forward pass* (perhitungan zmaju) dan *backward pass* (perhitungan mundur).

Tabel 1. Hasil Identifikasi Jadwal Kegiatan Proses Produksi Dan Panen Sayuran Hidroponik

Pengumpulan Durasi Aktivitas			
Kode	**Aktivitas**	**Pendahulu/Urutan**	**Durasi (hari)**
A	Persiapan	-	1
B	Penyemaian	A	5
C	Perkecambahan	B	1
D	Pemindahan kemedia	C	1
E	Pembibitan	D	12
F	Pindah instalasi	E	1
G	Perawatan	F	20
H	Panen	G	1

Berdasarkan hasil identifikasi data,selanjutnya penyelesaian perhitungan menggunakan perhitungan CPM perencanaan penjadwalan menggunakan alat bantu POM-QM. Berikut hasil perhitungan Early Start,Early Finish,Late Start,Late Finish,dan Slack menggunakan perhitungan CPM melalui POM-QM.

Tabel 1.Hasil Perhitungan POM-QM

Activity Time	Early Start	Early Finish	Late Start	Late Finish	Slack
42					
1	0	1	0	1	0
5	1	6	1	6	0
1	6	7	6	7	0
1	7	8	7	8	0
12	8	20	8	20	0

Activity Time	Early Start	Early Finish	Late Start	Late Finish	Slack
1	20	21	20	21	0
20	21	41	21	41	0
1	41	42	41	42	0

ES dan EF

Perhitungan maju (*forward pass*) dilakukan untuk menentukan nilai *Early Start* (ES) dan *Early Finish* (EF) dari setiap aktivitas. Perhitungan ini dimulai dari waktu nol, di mana aktivitas pertama memiliki nilai ES sebesar 0. Selanjutnya, nilai EF diperoleh dari penjumlahan antara ES dan durasi aktivitas.

Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\boldsymbol{EF = ES + t}$$

Keterangan:

- ES (*Early Start*) = waktu paling awal aktivitas dimulai
- EF (*Early Finish*) = waktu paling awal aktivitas selesai
- t = durasi aktivitas

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa aktivitas pertama dimulai pada waktu 0 dan selesai pada waktu 1. Aktivitas berikutnya dimulai tepat setelah aktivitas sebelumnya selesai, sehingga nilai ES selalu sama dengan nilai EF dari aktivitas sebelumnya. Pola ini berlangsung secara berurutan hingga aktivitas terakhir, yang dimulai pada waktu 41 dan selesai pada waktu 42. Dengan demikian, hasil *forward pass* menunjukkan bahwa seluruh aktivitas berjalan secara kontinu tanpa jeda, dan total durasi proyek yang diperoleh adalah 42 hari.

Perhitungan LS, LF

Perhitungan mundur (*backward pass*) dilakukan untuk menentukan nilai *Late Start* (LS) dan *Late Finish* (LF) dari setiap aktivitas.Perhitungan ini dimulai dari aktivitas terakhir dengan menetapkan nilai LF sebesar total durasi proyek, yaitu 42 hari. Selanjutnya, nilai LS diperoleh dari selisih antara LF dan durasi aktivitas. Nilai LS yang diperoleh kemudian digunakan sebagai LF untuk aktivitas sebelumnya, sehingga proses perhitungan dilakukan secara mundur hingga aktivitas pertama.

Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\boldsymbol{LS = LF - t}$$

Keterangan:

- LS (*Late Start*) = waktu paling lambat aktivitas dimulai
- LF (*Late Finish*) = waktu paling lambat aktivitas selesai

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh bahwa aktivitas terakhir memiliki nilai LF sebesar 42 dan LS sebesar 41, kemudian nilai tersebut bergerak mundur secara konsisten hingga aktivitas pertama yang memiliki nilai LS sebesar 0 dan LF sebesar 1. Hasil ini menunjukkan bahwa tidak terdapat pergeseran waktu dalam penjadwalan, di mana setiap aktivitas harus diselesaikan tepat waktu sesuai dengan urutan yang telah ditentukan. Semua aktivitas memiliki nilai LS dan LF yang sama dengan ES dan EF masing-masing.

1) Perhitungan Slack

Perhitungan *slack* dilakukan untuk mengetahui besarnya kelonggaran waktu yang dimiliki oleh setiap aktivitas dalam proyek. Nilai *slack* diperoleh dari selisih antara *Late Start* (LS) dan *Early Start* (ES).

Rumus yang digunakan:

$$\boldsymbol{Slack = LS - ES}$$

Berdasarkan hasil perhitungan, seluruh aktivitas memiliki nilai *slack* sebesar nol. Hal ini menunjukkan bahwa tidak terdapat waktu kelonggaran pada setiap aktivitas, sehingga seluruh aktivitas harus dilaksanakan sesuai dengan jadwal yang telah ditetapkan tanpa adanya penundaan. Kondisi ini mengindikasikan bahwa semua aktivitas berada pada jalur kritis, sehingga keterlambatan pada satu aktivitas akan langsung mempengaruhi keseluruhan durasi proyek.

2) Penentuaan Jalur Kritis

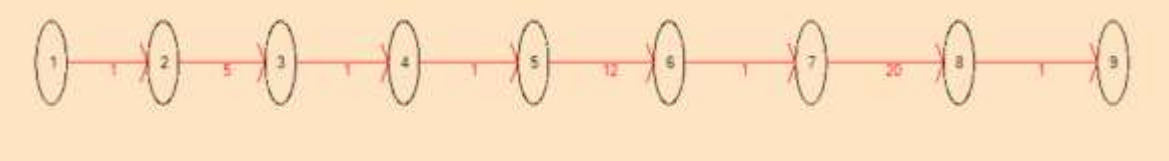
Jalur kritis adalah rangkaian aktivitas yang memiliki slack = 0 dan menentukan durasi total proyek,yang berarti aktivitas-aktivitas tersebut tidak memiliki kelonggaran waktu dan secara langsung menentukan durasi total proyek,.Penentuan jalur kritis dalam penelitian ini dilakukan berdasarkan hasil perhitungan *slack* dari setiap aktivitas yang telah diperoleh melalui proses *forward pass* dan *backward pass*. Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan, diketahui bahwa seluruh aktivitas dari A hingga H memiliki nilai *Early Start* (ES) yang sama dengan *Late Start* (LS), serta *Early Finish* (EF) yang sama dengan *Late Finish* (LF), sehingga menghasilkan nilai *slack* sebesar nol pada setiap aktivitas.

Berdasarkan hasil analisis, seluruh aktivitas termasuk dalam jalur kritis, yaitu:

A – B – C – D – E – F – G – H

Dengan total durasi proyek sebesar **42 hari**.

Berikut jaringan jalur kritis menggunkan perhitungan CPM melalui alat bantu POM-QM :



Gambar 1.Jalur Kritis dari POM-QM

Kondisi ini menunjukkan bahwa seluruh aktivitas dalam proyek termasuk ke dalam jalur kritis, sehingga jalur kritis yang terbentuk adalah A–B–C–D–E–F–G–H. Jalur ini merupakan satu-satunya jalur yang ada dalam struktur jaringan proyek, yang mencerminkan bahwa proyek memiliki pola hubungan aktivitas yang bersifat linear atau berurutan tanpa adanya percabangan maupun aktivitas paralel. Oleh karena itu, durasi total proyek sepenuhnya ditentukan oleh akumulasi durasi dari seluruh aktivitas yang berada pada jalur tersebut, yaitu selama 42 hari.

Karena semua aktivitas berada pada jalur kritis, maka tidak terdapat alternatif jalur lain yang dapat digunakan untuk mempercepat atau menunda penyelesaian proyek tanpa mempengaruhi durasi totalnya. Hal ini menjelaskan bahwa setiap aktivitas memiliki tingkat kepentingan yang sama dalam menentukan keberhasilan proyek. Dengan demikian, keterlambatan pada salah satu aktivitas, sekecil apa pun, akan secara langsung menyebabkan keterlambatan pada seluruh rangkaian proyek.

Implikasi dari kondisi ini adalah bahwa pengelolaan proyek harus dilakukan secara optimal dengan memastikan setiap aktivitas berjalan sesuai jadwal yang telah direncanakan. Selain itu, perhatian khusus perlu diberikan pada aktivitas dengan durasi yang lebih panjang, karena memiliki kontribusi yang lebih besar terhadap total waktu proyek. Dengan demikian, penentuan jalur kritis dalam penelitian ini tidak hanya memberikan informasi mengenai urutan aktivitas yang paling menentukan, tetapi juga menjadi dasar dalam pengambilan keputusan untuk pengendalian waktu proyek secara efektif.

Pembahasan

Hasil analisis menggunakan metode Critical Path Method (CPM) menunjukkan bahwa seluruh aktivitas dalam proyek memiliki hubungan yang bersifat linear atau berurutan, di mana setiap aktivitas hanya dapat dimulai setelah aktivitas sebelumnya selesai. Kondisi ini menyebabkan seluruh aktivitas memiliki nilai *slack* sebesar nol, yang berarti tidak terdapat kelonggaran waktu dalam pelaksanaan proyek. Dengan tidak adanya waktu toleransi, setiap aktivitas harus dilaksanakan tepat sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan, karena keterlambatan sekecil apa pun akan berdampak langsung terhadap keseluruhan durasi proyek.

Selain itu, struktur proyek yang berurutan menunjukkan tingkat ketergantungan antar aktivitas yang sangat tinggi. Hal ini mengindikasikan bahwa setiap aktivitas memiliki peran penting dalam menjaga kelancaran alur pekerjaan. Jika terjadi keterlambatan pada satu aktivitas, maka secara otomatis akan menghambat aktivitas berikutnya, sehingga menyebabkan akumulasi keterlambatan hingga pada tahap akhir proyek. Dengan demikian, proyek ini memiliki tingkat sensitivitas yang tinggi terhadap keterlambatan, sehingga diperlukan pengelolaan waktu yang cermat dan pengawasan yang ketat pada setiap tahapan kegiatan.

Hasil analisis juga menunjukkan adanya aktivitas dengan durasi yang relatif lebih panjang dibandingkan aktivitas lainnya, seperti aktivitas dengan durasi 12 hari dan 20 hari. Aktivitas-aktivitas tersebut memberikan kontribusi yang signifikan terhadap total durasi proyek, sehingga menjadi titik perhatian utama dalam pengendalian proyek. Pengelolaan yang kurang optimal pada aktivitas berdurasi panjang berpotensi menimbulkan dampak yang lebih besar terhadap keterlambatan proyek secara keseluruhan.

Proyek ini hanya memiliki satu jalur penyelesaian tanpa adanya jalur alternatif, sehingga seluruh aktivitas termasuk dalam jalur kritis. Kondisi ini memang menyederhanakan proses analisis karena tidak diperlukan pemilihan jalur terbaik, namun di sisi lain meningkatkan risiko keterlambatan karena tidak adanya jalur cadangan yang dapat digunakan untuk mengantisipasi gangguan. Oleh karena itu, diperlukan strategi manajemen proyek yang efektif, termasuk perencanaan yang matang, pengawasan yang berkelanjutan, serta mitigasi risiko yang tepat agar proyek dapat diselesaikan sesuai dengan waktu yang telah ditentukan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis penjadwalan proyek menggunakan metode *Critical Path Method* (CPM), diperoleh bahwa total durasi penyelesaian proyek adalah selama **42 hari**, yang ditentukan dari waktu penyelesaian aktivitas terakhir (Early Finish = 42). Hasil perhitungan *forward pass* menunjukkan bahwa setiap aktivitas dimulai segera setelah aktivitas sebelumnya selesai, sedangkan hasil *backward pass* menunjukkan bahwa nilai *Late Start* dan *Late Finish* sama dengan *Early Start* dan *Early Finish* pada setiap aktivitas. Hal ini menyebabkan seluruh aktivitas memiliki nilai *slack* sebesar nol. Dengan demikian, seluruh rangkaian aktivitas, yaitu A–B–C–D–E–F–G–H, merupakan **jalur kritis** yang menentukan durasi total proyek.

Kondisi tersebut menunjukkan bahwa proyek memiliki struktur yang bersifat linear dengan tingkat ketergantungan yang sangat tinggi antar aktivitas, sehingga tidak terdapat kelonggaran waktu dalam pelaksanaannya. Setiap aktivitas harus diselesaikan tepat waktu karena keterlambatan sekecil apa pun akan langsung berdampak pada keterlambatan keseluruhan proyek. Oleh karena itu, hasil akhir analisis ini menegaskan bahwa keberhasilan penyelesaian proyek dalam waktu 42 hari sangat bergantung pada ketepatan pelaksanaan seluruh aktivitas yang berada pada jalur kritis,

sehingga diperlukan pengelolaan dan pengawasan yang optimal agar proyek dapat berjalan sesuai dengan rencana yang telah ditetapkan.

Saran

Berdasarkan hasil analisis penjadwalan proyek menggunakan metode *Critical Path Method* (CPM), disarankan agar pengelola proyek memfokuskan pengendalian pada seluruh aktivitas yang berada pada jalur kritis, karena seluruh aktivitas memiliki nilai *slack* sebesar nol sehingga tidak terdapat kelonggaran waktu dalam pelaksanaannya. Setiap aktivitas harus dilaksanakan secara tepat waktu dengan pengawasan yang ketat untuk menghindari keterlambatan yang dapat berdampak pada keseluruhan durasi proyek. Selain itu, diperlukan perencanaan yang lebih rinci terutama pada aktivitas dengan durasi yang lebih panjang serta penerapan strategi mitigasi risiko, seperti penyesuaian jadwal atau penambahan sumber daya apabila terjadi kendala di lapangan. Pengelola proyek juga disarankan untuk melakukan monitoring dan evaluasi secara berkala pada setiap tahapan kegiatan guna memastikan seluruh aktivitas berjalan sesuai rencana dan target yang telah ditetapkan. Hal ini sejalan dengan (Karunia et al., 2021) yang menyatakan bahwa monitoring dan evaluasi merupakan tahapan penting dalam pelaksanaan kegiatan untuk menilai tingkat pemahaman, manfaat, serta tindak lanjut yang diperlukan guna meningkatkan efektivitas pelaksanaan kegiatan.

DAFTAR PUSTAKA

Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2017). *Operations management: Sustainability and supply chain management* (12th ed.). Pearson.

Hidayat, N., Novitasari, D., Jannah, N., & Ningtyas, F. D. (2025). Analisis Peramalan Produksi Kue Kering Di Afifah Bakery Dengan Menggunakan Software POM-QM. *Jurnal Media Akademik (JMA)*, *3*(5), 3031–5220.

Jones, J. B. (2016). *Hydroponics: A practical guide for the soilless grower* (2nd ed.). CRC Press.

Kerzner, H. (2017). *Project management: A systems approach to planning, scheduling, and controlling* (12th ed.). Wiley.

Karunia,E.,Juliana,A., Syahran, Ahmatang,Hidayat,N., Hasyim,B., Muh. Irfandy Azis, & Shalahuddin. (2021). Digital Marketing Training for UMKM of Tarakan City. *International Journal Of Community Service*, *1*(2), 189–200. https://doi.org/10.51601/ijcs.v1i2.3

Lee and Hidayat. (2016). *The Impact of Absorptive Capacity on Service Innovation Performance: An Empirical Study on Banking in East Borneo Indonesia*. *8*(5), 1–5. https://doi.org/10.1109/liss.2015.7369749

Nurul Hidayat, Muhammad Rully Febrian, & Silvana Yusuf. (2025). Analisis Peramalan Volume Penjualan CV Tirta Anugerah Abadi Menggunakan Metode Exponential Smoothing with Trend pada POM-QM. *MASMAN Master Manajemen*, *3*(2), 138–147. https://doi.org/10.59603/masman.v3i2.823

Putra, A. R., & Rahmawati, D. (2021). Penerapan sistem hidroponik sebagai solusi pertanian perkotaan berkelanjutan. *Jurnal Agrikultura*, *32*(2), 123–130.

Resh, H. M. (2013). *Hydroponic food production: A definitive guidebook for the advanced home gardener and the commercial hydroponic grower* (7th ed.). CRC Press.

Sari, M., & Nugroho, A. (2022). Analisis efisiensi penjadwalan produksi menggunakan metode CPM pada usaha pertanian. *Jurnal Manajemen Operasi*, *10*(1), 45–53.

Savvas, D., & Gruda, N. (2018). Application of soilless culture technologies in the modern greenhouse industry. *European Journal of Horticultural Science*, *83*(5), 280–293.

Sharma, N., Acharya, S., Kumar, K., Singh, N., & Chaurasia, O. P. (2020). Hydroponics as an advanced technique for vegetable production: An overview. *Journal of Soil and Water Conservation*, *17*(4), 364–371.