

## Perhitungan CPM Pada Proyek Improvement Sistem Otomatis OEE Pada Line Produksi SKM PT Indolakto

Famelga Clea Putri <sup>1\*</sup>, Alpian <sup>2</sup>, Ivan Lucky Ristiandi <sup>3</sup>, Thasana Nafa Tasya <sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Indraprasta PGRI

Jl. Nangka No.58C Tanjung Barat (TB Simatupang), Jagakarsa, Jakarta Selatan, Telp/Fax (021) 7818718 - 78835283

\*Korespondensi Penulis, E-mail: famelgacle@gmail.com

Diterima 2 Februari 2023; Disetujui 20 Maret 2023; Dipublikasikan 31 Maret 2023

### Abstrak

Salah satu cara untuk mengatasi permasalahan fasilitas produksi dan untuk mendukung peningkatan produktivitas adalah dengan melakukan evaluasi dan perawatan peralatan produksi (mesin) secara intensif agar dapat digunakan seoptimal mungkin. Namun, seringkali ditemukan bahwa tindakan perbaikan atau pemeliharaan yang dilakukan tidak tepat sasaran pada masalah yang sebenarnya. Untuk itu sangat diperlukan peningkatan sistem monitoring OEE online yang dapat menangkap kinerja mesin secara akurat dan real time (per mesin) sehingga penanganan dan perawatan mesin lebih tepat sasaran. Dan untuk mendapatkan waktu proyek yang efisien diperlukan perhitungan dengan metode CPM. Critical Path Method adalah suatu konsep atau metode dalam manajemen proyek yang digunakan untuk mengidentifikasi tugas-tugas utama dalam suatu proyek agar dapat diselesaikan secara optimal tepat waktu). Dalam penelitian ini, data dikumpulkan dari Bill of Quantity proyek pembuatan sistem OEE otomatis di PT. Indolakto dan dilakukan pengolahan data menggunakan Metode Jalur Kritis untuk mendapatkan waktu pengerjaan proyek yang efisien. Dan hasilnya terdapat jalur kritis pada kegiatan A Survey lokasi pemasangan sistem dan persiapan material, B Penarikan kabel ke masing-masing mesin, D Pemasangan wiring PLC, Pemrograman sistem E Scada dan juga PLC, F Commissioning IO check, G Control dan tinjauan sistem, dan a) Slack time (waktu senggang) adalah waktu luang yang dimiliki setiap kegiatan untuk dapat ditunda tanpa menyebabkan keterlambatan proyek. Seluruh slack time pada proyek ini terdapat pada aktivitas C. Memasang sensor pada setiap mesin, dengan kata lain aktivitas ini dapat ditunda tanpa menyebabkan keterlambatan proyek.

**Kata kunci:** Penjadwalan Proyek, Critical Path Method, Efisiensi, OEE

### Abstract

One way to overcome production facility problems and to support increased productivity is to evaluate and maintain production equipment (machines) intensively so that they can be used as optimally as possible. However, it is often found that the corrective or maintenance actions taken are not targeted at the actual problem. For this reason, it is very necessary to improve the online OEE monitoring system that can capture machine performance accurately and in real time (per machine) so that machine handling and maintenance is more targeted. And to get an efficient project time, calculations with the CPM method are needed. The Critical Path Method is a concept or method in project management that is used to identify the main tasks in a project so that they can be completed optimally on time). In this study, data was collected from the Bill of Quantity project for making an automatic OEE system at PT. Indolakto and data processing is carried out using the Critical Path Method to get efficient project processing time. And the result is that there is a critical path in activities A Survey of system installation locations and material preparation, B Cable pulling to each machine, D PLC wiring installation, E Scada system programming and also PLC, F Commissioning IO check, G Control and system review, and a) Slack time is free time that each activity has to be postponed without causing project delays. All the slack time in this project is in activity C. Installing sensors on each machine, in other words this activity can be delayed without causing project delays.

**Keywords:** Project Scheduling, Critical Path Method, Efficiency, OEE

## 1. Pendahuluan

Peningkatan produktivitas sangat penting bagi perusahaan untuk berhasil pada proses bisnis. Hal ini merupakan bagian yang cukup berpengaruh. Salah satu contohnya peningkatan produktivitas ialah penilaian kemampuan fasilitas produksi perusahaan. Secara umum permasalahan yang ditimbulkan oleh fasilitas produksi yang menyebabkan terhentinya atau tertundanya pembuatan dapat diklasifikasikan menjadi tiga, yaitu aspek manusia, mekanik serta lingkungan. Ketiga keadaan tersebut bisa saling mempengaruhi.

Salah satu cara untuk menangani permasalahan perusahaan manufaktur serta mendukung pertumbuhan produktivitas yakni evaluasi serta pemeliharaan yang intensif terhadap alat produksi (mesin) biar bisa dipakai semaksimal mungkin. tetapi, seringkali terlihat bahwa perbaikan atau pemeliharaan dilakukan bukan untuk tujuan dari masalah yang sebenarnya, seperti servis suku cadang yang tak ada masalah ataupun sesudah masalah terlaksana. jadinya, banyak masalah yang diamati di perusahaan yang sebagian besar biaya produksinya adalah biaya perawatan peralatan secara langsung atau tidak langsung.

PT.INDOLAKTO adalah perusahaan yang memproduksi susu yang berkualitas sangat mengutamakan kinerja fasilitas produksi pada perusahaan terutama mesin, agar mesin bisa bekerja dengan baik perlu dilakukan data performa yang bisa memonitoring kinerja mesin produksi, Untuk sebab itu akan dilakukan perbaikan sistem OEE secara online *monitoring* yang bisa *capture performance* mesin secara akurat dan realtime (Per mesin) agar penanganan dan perawatan mesin lebih tepat sasaran. Untuk merencanakan pekerjaan proyek OEE yang efektif, menganalisis berapa lama proyek akan selesai dan mencari cara untuk mempercepat waktu pelaksanaan proyek, dilakukan

perhitungan CPM (*Critical Path Method*).

*Critical Path Method* atau yang sering dikenal dengan Metode Jalur Kritis adalah konsep atau metode manajemen proyek yang dipakai guna mengenali tugas-tugas pokok proyek dengan membagi mejadi beberapa kegiatan sehingga dapat menyelesaikannya dalam kerangka waktu dan tempo yang optimal.

Metode CPM mengidentifikasi jalur kritis, yaitu jalur dengan set komponen aktivitas waktu total terlama dan waktu pengerjaan proyek tercepat. Oleh karena itu, jalur kritis terdiri pada serangkaian aktivitas kritis pada urusan pertama hingga aktivitas proyek terakhir. Signifikansi jalur kritis krusial bagi pelaksana proyek sebab terdapat kegiatan dalam jalur ini yang pelaksanaannya tertunda sepanjang proyek. Terkadang lebih dari satu jalur kritis diidentifikasi dalam jaringan.

Pada Penelitian ini dilakukan pengumpulan data dari *Bill Of Quantity* proyek pembuatan sistem automatic OEE di PT.Indolakto dan dilakukan penggoahan data dengan memakai tehnik *Critical Path Method* guna mendapatkan waktu pengerjaan proyek yang efisien.

Berlandaskan penelitian yang dilakukan, maka penyusun dapat mengidentifikasikan beberapa masalah, yaitu: Belum diketahui perhitungan *Critical Path Method* guna mengetahui waktu pengerjaan proyek supaya tercapai proyek sistem OEE yang efisien.

## 2. Metode Penelitian

Pada metode CPM diketahui adanya jalur kritis yakni jalur dengan urutan komponen aktivitas jumlah waktu terlama serta waktu pengerjaan proyek tercepat. Jalur ini merupakan jalur yang berpengaruh dalam kegiatan proyek, sehingga jalur kritis yang terdiri atas serangkaian aktivitas kritis dari aktivitas pertama hingga urusan proyek terakhir perlu diperhitungkan. Signifikansi jalur kritis penting akan pelaksana proyek

sebab terdapat kegiatan dalam jalur ini yang pelaksanaannya tertunda sepanjang proyek. Terkadang lebih atas satu jalur kritis ditemukan dalam jaringan.

Metode ini amat cocok guna perencanaan serta pemantauan proyek dan paling banyak digunakan dari seluruh sistem lainnya yang menggunakan prinsip pembuatan jaringan. CPM juga bisa dipakai guna memaksimalkan total anggaran proyek sehingga biaya bisa menjadi lebih minimum dari perkiraan awal dengan mengurangi atau mempercepat total waktu penyelesaian proyek tersebut.

Komponen metode CPM yakni:

- (1) Diagram jaringan.
- (2) Hubungan susunan simbol dan fungsi.
- (3) Jalur kritis
- (4) Batas waktu kegiatan
- (5) Kendala jadwal kegiatan

Keuntungan mendapati jalur kritis yakni diantaranya

- (1) Keterlambatan pekerjaan jalur kritis menyebabkan keterlambatan penyelesaian semua proyek.
- (2) Penyelesaian proyek bisa dipercepat jika pekerjaan jalur kritis bisa dipercepat.
- (3) Pengendalian ataupun pengendalian diperketat hanya pada jalur kritis, sehingga pekerjaan jalur kritis memerlukan pengendalian yang ketat agar tidak tertunda dan ada peluang untuk kompromi (pertukaran waktu untuk harga yang lebih tinggi). efektif) serta crash program (diluncurkan pada waktu maksimal, dipercepat melalui anggaran lebih tinggi) ataupun pengurangan waktu melalui premi ataupun lembur.

Secara teoritis, perhitungan menggunakan cara CPM (Critical Path Methode) berdasarkan informasi pengembangan. Lima Langkah Metode CPM:

- (1) Identifikasi proyek dan aktivitas atau tugas

penting apa pun

- (2) Bangun hubungan antar aktivitas. Putuskan aktivitas mana yang mendahului serta mana yang mengikuti yang lainnya.
- (3) Gambar jaringan yang menghubungkan seluruh aktivitas.
- (4) Hitung jalur kritis terpanjang lewat jaringan.
- (5) Menggunakan jaringan selaku alat bantu pada perencanaan, penjadwalan dan penanganan proyek.

Keberadaan jalur kritis jaringan dapat ditentukan dengan metode jalur tunggal atau kritis. total simbol yang dipakai pada jaringan minimal dua jenis serta maksimal tiga jenis. Simbol yang berbeda adalah:

- (1) Anak panah

Anak Panah ini mewakili aktivitas proyek. Biasanya di atas tanda panah adalah nama aktivitas dan di bawahnya adalah durasi aktivitas. Ekor anak panah diartikan sebagai awal aksi dan 23 kepala sebagai akhir aksi. Durasi suatu kegiatan adalah jangka waktu antara awal kegiatan dan akhir kegiatan. Durasi aktivitas diberi kode dengan huruf kapital A, B, C, dst. Gambar panah berikutnya bisa diketahui di bawah:



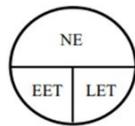
**Gambar 1.** Anak panah

- (2) Lingkaran

Lingkaran yang menggambarkan keadaan selalu direpresentasikan sebagai lingkaran yang dibagi menjadi tiga aspek ruang, ruang di atasnya adalah tempat angka atau huruf yang menggambarkan peristiwa tersebut. Pojok kiri bawah adalah ruang yang menunjukkan panjang hari (waktu dalam hari) yang merupakan waktu paling awal dari kejadian yang

dimaksud. Angka di pojok kanan bawah menunjukkan kapan terakhir kali peristiwa ini dapat terjadi. Selisih antara dua kali ini adalah nilai positif Slack.

Kemungkinan nilai penambahan waktu adalah nol, maka kejadian yang bersangkutan adalah kejadian kritis, jika nilainya negatif, kejadian tersebut merupakan kejadian yang sangat kritis dan berarti proyek tidak untuk berakhir dalam waktu yang ditetapkan. Di bawah ini adalah gambar lingkaran dan contoh jadwal kerja:



**Gambar 2.** Lingkaran

Keterangan:

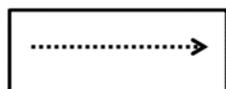
NE adalah *Number of event*

EET adalah *Earliest Event Time* (waktu paling awal)

LET adalah *Latest Event Time* (waktu paling akhir)

(3) Anak panah terputus-putus (*Dummy*)

Anak Panah putus-putus mewakili hubungan antar kegiatan atau kejadian, seperti keadaanya panah mewakili fungsi. Hubungan antar fungsi (*Dummy*) tidak memerlukan waktu, sumber daya serta ruang. Oleh sebab itu, tidak perlu mempertimbangkan hubungan antar kejadian. *Dummy* ini mengungkapkan logika ketergantungan yang luar biasa. Berikut gambar pada *Dummy*:



**Gambar 3.** Panah Putus-putus

Membaca diagram jaringan proyek memerlukan pemahaman dasar tentang hubungan antar simbol di setiap jaringan. Notasi yang digunakan untuk menjelaskan hubungan antara simbol-simbol ini adalah:

a.  $TE = E$

Waktu paling terawal terjadinya suatu peristiwa atau aktivitas pada proyek tersebut (*node/event*). *Earliest Time of Occurrence* yakni waktu paling awal saat aktivitas node ini bisa dimulai, sebab berdasarkan aturan dasar jaringan, aktivitas baru bisa dimulai saat aktivitas sebelumnya selesai.

b.  $TE = L$

Waktu terakhir suatu peristiwa dapat terlaksana. *Latest Allowable Event/Occurance Time* yang berarti kapan terakhir kali peristiwa itu diizinkan untuk terjadi.

c. ES

Waktu mulai terawal dari aktivitas atau urusan (*Earliest start time*) dalam suatu proyek. apabila waktu aktivitas dinyatakan ataupun terjadi pada jam, waktu ini ialah waktu paling awal dimulainya aktivitas.

d. EF

Waktu berakhir paling awal untuk aktivitas (*Earliest Finish Time*). Jika cuma ada satu aktivitas sebelumnya, bahwa EF aktivitas sebelumnya adalah ES aktivitas berikutnya.

e. LS

Waktu terakhir aktivitas dapat dimulai (*Latest Allowable Start Time*), Waktu terakhir saat aktivitas dapat dimulai tanpa memperlambat keseluruhan proyek.

f. LF

Waktu paling akhir aktivitas dapat diselesaikan yaitu waktu dalam aktivitas yang dikerjakan paling akhir (*Latest Allowable Finish Time*) tanpa

menunda pengerjaan proyek.

**3. Hasil dan Pembahasan**

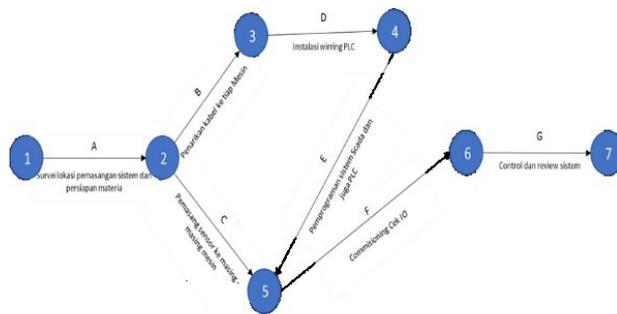
Pengumpulan data di dapat dari *Bill Of Quantity* proyek pembuatan sistem automatic OEE di PT.Indolakto , proyek ini sendiri bertujuan untuk mengimpruve sistem OEE yang masih menggunakan input data manual dan memindahi data ke Excel, yang dapat beresiko selisih data besar untuk itu

dibuat lah sebuah System online monitoring yang bisa mengcapture performance line produksi PT. Indolakto secara akurat dan realtime (Per mesin), oleh sebab itu akan di hitung jalur kritikal kegiatan pengerjaan proyek dengan menggunakan metode CPM. Dari data yang telah didapat pada aktivitas tersebut bisa di lihat dalam tabel di bawah ini berikut penjelasan susunan aktivitasnya:

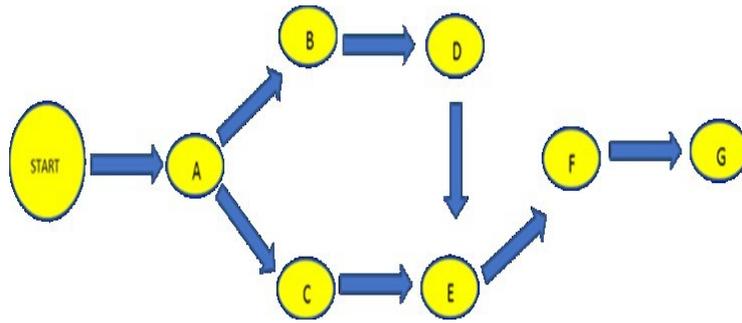
**Tabel 1. Kegiatan Proyek**

Kegiatan	Penjelasan	Pendahulu Langsung
A	Survei lokasi pemasangan sistem dan persiapan material	-
B	Penarikan kabel ke tiap Mesin	A
C	Pemasang sensor ke masing – masing mesin	A
D	Instalasi wiring PLC	B
E	Pemrograman sistem Scada dan juga PLC	C,D
F	Commisioning Cek IO	D,E
G	Control dan review sistem	F

Gambar AON untuk proyek Sistem automatic OEE tersebut:



**Gambar 4.** Gambar AON guna proyek Sistem automatic OEE



**Gambar 5.** AOA untuk proyek Sistem automatic OEE

Berikut adalah data jadwal aktivitas bisa di lihat dalam tabel di bawah ini: proyek yang telah di dapat kegiatan tersebut

**Tabel 2.** Jadwal Aktivitas Proyek

Kegiatan	Penjelasan	Waktu (Hari)
A	Survei lokasi pemasangan sistem dan persiapan material	1
B	Penarikan kabel ke tiap Mesin	2
C	Pemasang sensor ke masing – masing mesin	2
D	Instalasi wiring PLC	2
E	Pemrograman sistem Scada dan juga PLC	2
F	Commisioning Cek IO	2
G	Control dan review sistem	7
Jumlah (Hari)		18

*Forward Pass* untuk mencari ES dan EF:

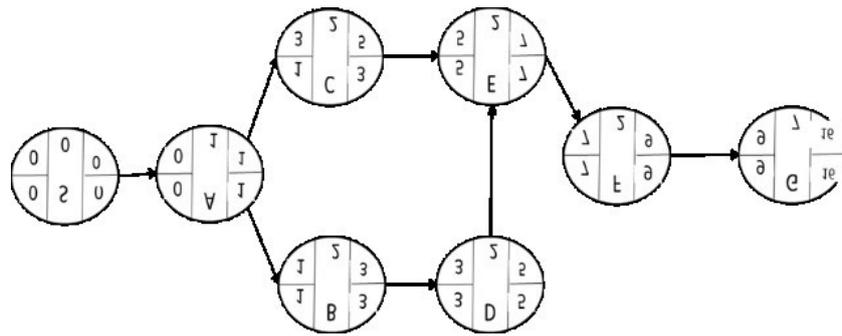
Aturan mulai terdahulu:

- (a) Awal suatu tindakan aktivitas bisa dimulai, tindakan aktivitas sebelumnya wajib diakhiri.
- (b) Apabila suatu tindakan aktivitas cukup memiliki satu pendahulu langsung, ES-nya sama melalui EF pendahulunya.
- (c) Apabila suatu tindakan aktivitas memiliki lebih dari satu pendahulu

langsung, ES-nya yakni skor maksimum pada EF seluruh pendahulu, yakni.  $ES = \max [EF \text{ dari seluruh pendahulu langsung}]$

Aturan selesai terdahulu:

- (a) Penyelesaian (aktivitas EF) ialah total waktu mulai (ES) serta waktu kerja, mana yang lebih dulu.  $EF = \text{Waktu ES} + \text{waktu kegiatan}$ .



Gambar 6. Forward pass, mencari ES dan EF

Backward pass, mencari LS serta LF

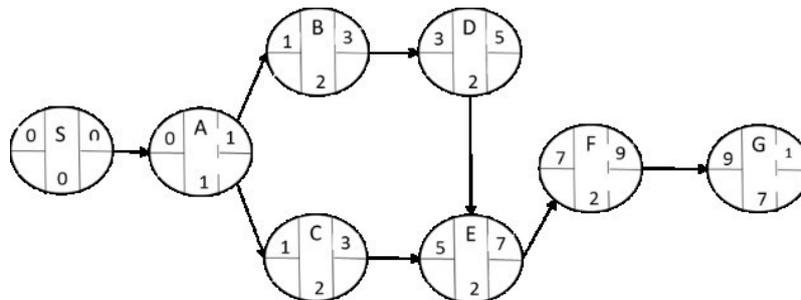
Aturan mulai terdahulu:

- (a) Jika suatu tindakan kegiatan atau aktivitas merupakan pendahulu langsung dari satu tindakan kegiatan saja, maka LF-nya sama melalui LS dari tindakan aktivitas atau aktivitas yang mengikutinya.
- (b) Apabila suatu tindakan urusan atau aktivitas ialah pendahulu langsung dari lebih atas satu tindakan aktivitas, bahwa LF ialah nilai minimal dari semua skor LS dari semua tindakan

yang segera mengikuti, yakni  $LF = \text{Min} [LS \text{ dari semua tindakan aktivitas atau aktivitas yang segera mengikuti}]$

Aturan selesai terdahulu:

- (a) Waktu mulai terakhir atau waktu yang paling akhir (LS) dari suatu tindakan urusan atau aktivitas merupakan perbedaan antar waktu selesai terakhir (LF) serta waktu aktivitas atau urusannya, yakni  $LS = LF - \text{waktu aktivitas}$



Gambar 7. Backward pass, mencari LS dan LF

Berikut adalah data hasil perhitungan ES, EF, LS, dan LF pada aktivitas tersebut

yang bisa di lihat dalam tabel di bawah ini.

Tabel 3. Hasil Perhitungan ES, EF, LS, serta LF

Kegiatan	ES	EF	LS	LF	Slack LS-ES	Critical Path
A	0	1	0	1	0	YA
B	1	3	1	3	0	YA
C	1	2	2	5	1	-
D	3	5	3	5	0	YA
E	5	7	5	7	0	YA
F	7	9	7	9	0	YA
G	9	1	9	1	0	YA

*Slack time* adalah waktu bebas dari setiap fungsi itu sendiri yang tertunda tanpa menyebabkan keterlambatan atau tertundanya aktivitas pada keseluruhan proyek. Jalur kritis ialah aktivitas yang tak memiliki waktu kendur ( $Slack=0$ ), maknanya aktivitas tersebut wajib segera dimulai dari ES, sehingga tidak menambah waktu pengerjaan proyek. Aktivitas melalui  $slack = 0$  disebut aktivitas kritis serta berada dalam jalur yang kritis.

Dari pengumpulan data yang didapat dengan melihat *Bill Of Quantity* proyek pembuatan sistem automatic OEE di PT. Indolakto, didapat kegiatan dimulai dengan kegiatan

Survei lokasi pemasangan sistem dan persiapan material, kegiatan B. Penarikan kabel ke tiap Mesin dengan kegiatan pendahulunya yaitu kegiatan A, setelah itu kegiatan C. Pemasang sensor ke masing – masing mesin, dengan kegiatan pendahulunya kegiatan A , setelah itu kegiatan D. Instalasi *wirring* PLC dengan kegiatan pendahulunya kegiatan B, setelah itu kegiatan E. Pemrograman sistem Scada dan juga PLC dengan kegiatan pendahulunya kegiatan C dan D, setelah itu kegiatan F *Commisioning* Cek IO dengan kegiatan pendahulunya kegiatan D

dan E, dan yang terakhir kegiatan G *Control* dan *review* sistem dengan kegiatan pendahulunya kegiatan.

- (1) Setelah didapati urutan kegiatan dan kegiatan pendahulunya dapat di buat gambar AON dan AOA untuk proyek Sistem automatic OEE tersebut
- (2) Penjadwalan aktivitas proyek dalam tabel didapatkan hasil sebagai berikut :
  - a) Survei lokasi pemasangan sistem dan persiapan material dapat dilakukan dengan waktu 1 hari
  - b) Penarikan kabel ke tiap Mesin dapat dilakukan dengan waktu 2 hari
  - c) Pemasang sensor ke masing – masing mesin dapat dilakukan dengan waktu 2 hari
  - d) Instalasi *wirring* PLC dapat dilakukan dengan waktu 2 hari
  - e) Pemrograman sistem Scada dan juga PLC dapat dilakukan dengan waktu 2 hari
  - f) *Commisioning* Cek IO dapat dilakukan dengan waktu 2 hari
  - g) *Control* dan *review* sistem dapat dilakukan dengan waktu 2 hari
- (3) Dari hasil perhitungan Forward pass dan backward pass didapatkan hasil sebagai berikut :

- a) Kegiatan A mendapat kan hasil ES 0, EF 1, LS 0, LF 1, dengan slack 0 dan dinyatakan jalur kritis
- b) Kegiatan B mendapat kan hasil ES 2, EF 3, LS 1, LF 3, dengan slack 0 dan dinyatakan jalur kritis
- c) Kegiatan C mendapat kan hasil ES 1, EF 2, LS 2, LF 5, dengan slack 1 dan dinyatakan bukan jalur kritis
- d) Kegiatan D mendapat kan hasil ES 3, EF 5, LS 3, LF 5, dengan slack 0 dan dinyatakan jalur kritis
- e) Kegiatan E mendapat kan hasil ES 5, EF 7, LS 5, LF 7, dengan slack 0 dan dinyatakan jalur kritis
- f) Kegiatan F mendapat kan hasil ES 7, EF 9, LS 7, LF 9, dengan slack 0 dan dinyatakan jalur kritis
- g) Kegiatan G mendapatkan hasil ES 9, EF 1, LS 9, LF 1, dengan slack 0 dan dinyatakan jalur kritis

#### 4. Simpulan

Studi ini mengumpulkan informasi tentang proyek *Bill Of Quantity* untuk membuat sistem OEE otomatis dengan PT. Indolakto untuk mengetahui jalur kritis dan membuatnya efektif, menganalisis waktu penyelesaian proyek dan mencari cara untuk mempercepat pelaksanaan proyek. pada saat menghitung time CPM (*Critical Path Method*), didapatkan hasil bahwa critical path adalah kegiatan yang tidak ada penambahan waktu ( $Slack=0$ ), artinya kegiatan tersebut harus segera dimulai dari ES agar tidak menambah waktu sampai akhir proyek.

Kegiatan dengan slack = 0 disebut sebagai kegiatan kritis dan berada pada jalur kritis dan dari perhitungan proyek OEE PT. INDOLAKTO terdapat jalur kritis di kegiatan A Survei lokasi pemasangan sistem dan persiapan material, B Penarikan kabel ke tiap Mesin, D Instalasi wirring PLC, E Pemrograman sistem Scada dan juga PLC, F Commissioning Cek IO, G Control dan review

sistem, dan a) Waktu slack (*slack time*) yaitu waktu bebas yang dimiliki oleh setiap kegiatan untuk bisa diundur tanpa menyebabkan keterlambatan proyek keseluruhan waktu slack pada proyek ini terdapat pada kegiatan C. Pemasang sensor ke masing – masing mesin dengan kata lain kegiatan ini dapat di tunda tanpa menyebabkan keterlambatan proyek.

Adapun saran yang dapat disampaikan untuk penelitian *Critical Path Method* adalah penelitian ini bisa atau dapat diterapkan disemua proyek yang membutuhkan perhitungan efisiensi waktu didalamnya. Jika dalam proses perhitungan masih kurang optimal maka perlu ditambahkan pekerjaanya. Itu semua agar dapat mengoptimalkan ataupun menghemat waktu kerja.

#### Referensi

- Anggara H. A, “Perencanaan dan Pengendalian Proyek Dengan Metode PERM – CPM : Studi Kasus Fly Over Ahmad Yani Karawang”, *Jurnal Teknik Industri*, Vol 6, No.02 pp. 155-174, 2005.
- Iwawo, E. R. M., dkk. Penerapan Metode Cpm Pada Proyek Konstruksi (Studi Kasus Pembangunan Gedung Baru Kompleks Eben Haezar Manado). *Jurnal Sipil Statik*, Vol. 4, No. 9, Pp. 551–558. 2016.
- Nalhadi, A., & Suntana, N. Analisa Infrastruktur Desa Sukaci-Baros Dengan Metode Critical Path Method (Cpm). *J. Sist. Dan Manaj. Ind.*, Vol. 1, No. 1, P. 35. 2018.
- Perdana S, Rahman A, ”Penerapan Manajemen Proyek dengan metode *Critical Path Method* (CPM) Pada Proyek Pembangunan SPBE”, *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, Vol 3, No.1, pp.1 242-250, 2019.
- Qomariyah, S., & Hamzah, F. Analisis Network Planning dengan CPM (*Critical Path Method*) dalam Rangka Efisiensi

- Waktu dan Biaya Proyek. *e-Jurnal Matriks Teknik Sipil*. Vol. 1, No. 4, hal: 408-416. 2013.
- Rani A. H., "Manajemen Proyek", *Sleman: Deepublish Publisher*, 2016.
- Soeharto I, "Manajemen Proyek". *Jakarta: Erlangga*, 1999.
- Ulfa S, Suhendar E, "Implementasi Metode Critical Path Method Pada Proyek Synthesis Residence Kemang", *Jurnal Optimasi Teknik Industri*, 3, pp.1-6, 2021.
- Walangitan, R., & Tjakra, J. Sistem Pengendalian Waktu Dengan Critical Path Method (CPM) Pada Proyek Kontruksi (Studi Kasus: Menara Alfa Omega Tomohon). *Jurnal Sipil Statik*. Vol. 5, No. 6, hal: 363-371. 2017.
- Wirabhuana A, Farihah T, Agustina D, "*Sistem Produksi*", *cetakan 1, Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga*, 2019.
- Y. Purhariani, "Penerapan CPM (Critical Path Method) Dalam Pembangunan," *Simki-Economic*, pp. 3-13, 2017.