



PENERAPAN NETWORK PLANNING PADA PROYEK PEMBANGUNAN DINAS KEHUTANAN KEC. MEDAN AMPLAS

Apriyani Ripka Yustika Br Tarigan¹, Binaria Br Sembiring², Ilda Aprisya Pardede³, Ahmad Albar Tanjung⁴

¹Sekolah Tinggi Ilmu Manajemen Sukma

²Sekolah Tinggi Ilmu Manajemen Sukma

³Sekolah Tinggi Ilmu Manajemen Sukma

⁴Sekolah Tinggi Ilmu Manajemen Sukma

E-mail: ildaprsya04@gmail.com

Article History:

Received: 20-11-2023

Revised: 10-12-2023

Accepted: 18-12-2023

Keywords:

Network Planning,
Critical Path Method,
Critical Path

Abstract: Peningkatan jumlah perusahaan konstruksi di Indonesia menimbulkan tantangan bagi perusahaan untuk meningkatkan efektifitas dan efisiensi pada pengelolaan sumber daya agar mampu unggul di antara para pesaing. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah penerapan Network Planning dapat meningkatkan efisiensi dan efektifitas dalam pengalokasian waktu dan biaya pada proyek konstruksi. Metode penelitian yang digunakan dengan metode penelitian primer dengan melakukan observasi atau pengamatan langsung kelapangan dan melakukan wawancara tatap muka di proyek yang sedang dijalankan oleh CV.ASA WINATA dan PT.BRANTAS ABIPRAYA mengenai perencanaan jaringan kerja proyek pembangunan Gedung Dinas Kehutanan. Teknik analisis data yang digunakan adalah Critical Path Method. Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu penyelesaian proyek tersebut paling cepat adalah 182,3 hari..

© 2023 SENTRI: Jurnal Riset Ilmiah

PENDAHULUAN

Saat ini perkembangan industri konstruksi mengalami kemajuan yang sangat pesat, dan perkembangan perekonomian tidak lepas dari kegiatan yang berbentuk proyek, karena proyek merupakan unit pengembangan operasional terkecil. Industri jasa konstruksi memainkan peran penting tidak hanya dalam mendorong pembangunan ekonomi tetapi juga dalam meningkatkan kesejahteraan masyarakat lokal, karena dapat membangun infrastruktur yang diperlukan untuk mendukung pembangunan. Perkembangan dunia konstruksi menandai semakin meningkatnya pembangunan infrastruktur yang dapat menjadi indikator semakin majunya pembangunan suatu negara.

Namun tanpa dukungan manajemen yang baik, pengembangan tidak akan maksimal. Kegiatan proyek pembangunan dapat diartikan sebagai kegiatan sementara yang berlangsung dalam jangka waktu terbatas. Penentuan waktu penyelesaian aktivitas secara akurat merupakan elemen kunci dalam kemampuan manajemen untuk

menyelesaikan suatu proyek dengan sukses. Salah satu hasil dari perencanaan adalah penjadwalan proyek, yang dapat memberikan informasi tentang jadwal rencana dan kemajuan proyek dalam hal kinerja sumber daya berupa biaya, tenaga kerja, peralatan dan material serta rencana durasi proyek dan progres waktu untuk penyelesaian proyek.

CV.Asawinata merupakan perusahaan yang bergerak dibidang konstruksi yang beroperasi di provinsi sumatera utara. Perusahaan ini bekerja sama dengan BPPHLHK dan PT.Brankas Abipraya. Menurut bagian humas pada tim pelaksana jika terjadi keterlambatan penyelesaian proyek maka ada sanksi yang diberikan kepada pihak perusahaan. Namun selama ini pihak perusahaan tidak pernah mengalami keterlambatan waktu dalam penyelesaian proyek konstruksi yang dikerjakan.

Network planning merupakan salah satu metode yang digunakan untuk membantu *manage* dalam perencanaan dan pengendalian proyek (darma, 2013). Manajemen dalam pembangunan proyek dapat ditingkatkan jika teknik analisis jaringan diadopsi (adebowale & Oluboyede, 2011). Salah satu metode dasar yang dapat digunakan dalam penerapan network planning yaitu Critical Path Method (CPM). Critical Path Method merupakan dasar dari sistem perencanaan dan pengendalian suatu pekerjaan berdasarkan pada network atau jaringan kerja (Pratasik, 2013).

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya, maka rumusan masalah yang dibuat dalam penelitian ini adalah: 1) bagaimana perencanaan jaringan kerja (*network planning*) pada proyek pembangunan gedung dinas kehutanan?; 2) bagaimanakah jalur kritis pada proyek pembngunan gedung dinas kehutanan?; 3) berapa waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek pembngunan gedung dinas kehutanan dengan metode jalur kritis (*critical pathe method*). Penelitian ini bertujuan untuk: 1) menentukan perencanaan jaringan kerja (*netwok planning*) pada pembangun proyek gedung dinas kehutanan; 2) menentukan jalur kritis pada proyek pembangunan proyek gedung dinas kehutanan; 3)menentukan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek pembangunan gedung dinas kehutanan dengan metode jalur kritis (*critical pathe method*).

LANDASAN TEORI

Menurut DI Cleland dan Wr. King (1987), proyek merupakan gabungan dari berbagai sumber daya yang dihimpun dalam organisasi sementara untuk mencapai suatu tujuan tertentu. Selain itu proyek juga: Bertujuan menghasilkan produk atau kerja akhir tertentu. Dalam proses mewujudkan produk tersebut di atas, ditentukan jumlah biaya, jadwal, serta kriteria mutu. Bersifat sementara, dalam arti umurnya dibatasi oleh selesainya tugas. Titik awal dan titik akhir ditentukan dengan jelas. Nonrutin, tidak berulang-ulang. Macam dan intensitas kegiatan berubah sepanjang berlangsungnya proyek.

Menurut J.A. Bent, proyek adalah kegiatan yang mempunyai ukuran, kompleksitas, dan karakteristik sedangkan ukuran proyek meliputi kecil, sedang dan besar menurut jumlah tenaga yang terlibat, waktu yang diperlukan serta biaya-biaya yang gunakan

Menurut Imam Soeharto, proyek dapat diartikan sebagai kegiatan yang berlangsung dalam jangka waktu tertentu dengan alokasi sumber daya terbatas dan dimaksudkan untuk melaksanakan tugas yang sudah digariskan. Tugas ini misalnya dapat berupa a membangun suatu fasilitas baru.

Ketiga batasan di atas disebut tiga kendala (*triple constraint*), merupakan parameter penting bagi penyelenggara proyek yang sering diasosiasikan sebagai sasaran proyek yaitu: a)Anggaran ; b)Jadwal; c)Mutu Ketiga batasan tersebut bersifat tarik menarik. Artinya, jika ingin meningkatkan kinerja produk yang telah disepakati dalam kontrak, maka umumnya

harus diikuti dengan meningkatkan mutu. Hal ini berakibat pada naiknya biaya sehingga melebihi anggaran. Sebaliknya, bila ingin menekan biaya, maka biasanya harus berkompromi dengan mutu atau jadwal (Imam Soeharto, 1997).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian berjenis terapan atau masuk kedalam penelitian lapangan yaitu penelitian sendiri yang langsung datang kelokasi proyek dan mengumpulkan data dengan melakukan observasi dan wawancara pada penanggung jawab yang akan diolah dalam penelitian ini. Data yang digunakan adalah data primer dengan jenis data primer (tanjung & Mulyani, 2021). Objek yang diambil peneliti adalah proyek yang sedang dikerjakan oleh CV.Asa Winata dan PT. Brantas Abipraya untuk membangun Gedung Dinas Kehutanan. Teknik analisis data yang digunakan adalah Critical Path Method.

A. Alur Penelitian Hasil Penelitian Dan Pembahasan

1. Gambaran Umum Proyek Pembangunan

Gedung ini terdiri dari 2 (dua) lantai berfungsi untuk melakukan aktifitas di bidang dinas Kehutanan. Pada lantai 1 (satu) digunakan sebagai loby, pada lantai 2 (dua) digunakan sebagai lab komputer, ruang diskusi, dan digunakan untuk tempat meeting.

2. Metode Pelaksanaan Pekerjaan

a. Pekerjaan Persiapan

1. Pembersihan Lokasi Proyek
2. Pembuatan Pagar Pengaman
3. Direksi Keet & Pembuatan Gudang d. Pengadaan Alat
4. Pemetaan As Bangunan dan Elevasi Permukaan Tanah terhadap peil Bangunan
5. Mobilisasi & Demobilisasi Keamanan Setempat
6. Pemasangan Papan Bouwplank
7. Pengadaan Air Kerja (sumber Air Existing dan Penyediaan Peralatan Pompa.)

b. Pekerjaan pondasi Bore Pile dan Pekerjaan galian pile cap dan sloof

- a) Sebelum melaksanakan penggalian, posisi galian dan ukuran seperti tertera dalam gambar sudah dipastikan benar dan harus mendapat persetujuan Direksi / Pengawas lapangan.
- b) Penggalian tanah pondasi dapat dimulai setelah pemasangan bouwplank dan patok-patok disetujui Direksi / Pengawas lapangan.
- c) Dasar galian harus mencapai tanah keras, dan jika pada galian terdapat akar-akar kayu, kotoran-kotoran dan bagianbagian tanah yang longgar (tidak padat), maka bagian ini harus dikeluarkan seluruhnya kemudian lubang yang terjadi diisi dengan pasir urug.
- c. Pekerjaan Urugan pasir dibawah pile cap, sloof, dan lantai kerja Pekerjaan urugan yang dilaksanakan adalah urugan pasir. Permukaan tanah yang sudah digali diatasnya diberikan pasir urug, kemudian dipadatkan dengan menggunakan alat stamper. Urugan pasir ini berfungsi untuk menstabilkan permukaan tanah asli dan menyebarkan beban. Urugan Pasir dipadatkan perlapis hingga mencapai ketebalan Urugan Pasir yang sesuai dengan gambar kerja dan spesifikasi teknis yang ada yaitu sekitar 4 m.
- d. Pekerjaan lantai kerja dibawah pile cap, sloof, dan lantai kerja Setelah tanah digali dan diberikan urugan pasir, selanjutnya dibuat lantai kerja dengan

campuran beton 1Pc : 3Ps : 5Kr. Sebelum campuran beton diletakkan, dasar tanah diratakan terlebih dahulu. Tebal dari lantai kerja ini sekitar 4 m, setelah lantai kerja mengeras barulah di atasnya diletakkan pondasi Plat Setempat.

- e. Pekerjaan Pemadatan, Pekerjaan urugan tanah dilakukan setelah pondasi selesai dan telah mengeras. Tanah hasil galian dikembalikan lagi, dan digunakan untuk menimbun pondasi. Tanah tersebut dipadatkan lapis demi lapis baik dengan cara manual atau menggunakan alat stamper. Selain itu urugan tanah juga dilakukan pada permukaan lantai. Bagian lantai yang perlu ditinggikan di urug dengan tanah urug. Tanah urug yang dipakai dapat berasal dari hasil galian ataupun tanah urug yang didatangkan. Tanah dihamparkan kemudian dipadatkan lapis demi lapis hingga didapatkan kepadatan dan ketebalan yang sesuai dengan spesifikasi teknis.
3. Pekerjaan Struktur
 - a) Pekerjaan Pondasi

Bahan : Beton ready mix, Besi tulangan, Kawat ikat
Alat : Cangkul, Linggis, Pengki, Theodolite, Molen
 - b) Pekerjaan pengecoran

Pekerjaa : Tukang batu, Kepala tukang, Mandor
 4. Metode Pekerjaan
 - a) Pekerjaan persiapan: Ukur dan tentukan posisi titik-titik pondasi, Pabrikasi tulangan besi, Buat shedule pengecoran pondasi sumuran dan terus dikendalikan
 - b) Pekerjaan pondasi setempat : Set alat pada posisi titik yang akan di gali, Letakan besi yang sudah di fabrikasi, Pasang bekisting secara rapih berdasarkan beton yang akan dicor
 - c) Pekerjaan pengecoran : beton ready mix $f_c' 25$ Mpa, Tuang ready mix kedalam lubang galian tanah yang sudah diletakan tulangan, Setelah melakukan pengecoran, maka pondasi setempat tersebut dibiarkan mengering dan setelah mengering pondasi diurug dengan tanah urugan serta disisakan beberapa cm untuk sambungan kolom.

B. *Critical Path Method*

Langkah-langkah menganalisis data pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1) Buat daftar aktivitas berdasarkan item pekerjaan dan beri kode untuk memudahkan identifikasi. 2) Membangun hubungan antar kegiatan. Menentukan aktivitas mana yang harus dijalankan terlebih dahulu dan aktivitas mana yang dijalankan setelah aktivitas lainnya. 3) Menentukan waktu atau lamanya setiap kegiatan berdasarkan data durasi kegiatan yang diperoleh dari para responden; 4) Menggambarkan diagram jaringan kerja atau network diagram yang menghubungkan keseluruhan kegiatan dengan melakukan perhitungan maju (forward pass) dari kegiatan awal sampai kegiatan akhir dan menentukan nilai earliest start (ES) dan earliest finish (EF) pada tiap-tiap kegiatan dengan rumus:

$$ES = \text{Max} \{EF \text{ seluruh pendahulu langsung}\} \dots \dots \dots (1)$$

$$EF = ES \text{ kegiatan tersebut} + \text{Waktu kegiatan tersebut} \dots \dots \dots (2)$$

selanjutnya melakukan perhitungan mundur (backward pass) mulai kegiatan akhir kembali ke kegiatan awal dengan menentukan nilai latest start (LS) dan latest finish (LF) pada tiap-tiap kegiatan dengan rumus:

$$LS = LF \text{ kegiatan tersebut} - \text{Waktu kegiatan tersebut} \dots \dots \dots (3)$$

$$LF = \text{Min} \{LS \text{ dari seluruh aktivitas yang langsung mengikutinya}\} \dots \dots \dots (4)$$

5) Menentukan jalur waktu terpanjang atau lintasan kritis dengan Critical Path Method dengan menghitung waktu tenggang (slack) pada tiap-tiap kegiatan dengan formula sebagai berikut:

$$\text{Slack} = \text{LS} - \text{ES} \dots\dots\dots(5)$$

$$\text{Slack} = \text{LF} - \text{EF} \dots\dots\dots(6) \text{ dan}$$

6) Menghitung biaya total pelaksanaan proyek dengan menjumlahkan biaya langsung (direct cost) dan biaya tidak langsung (indirect cost).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan data yang ditentukan untuk masing-masing durasi kegiatan, maka dibuatlah diagram jaringan kerja atau network diagram yang menghubungkan seluruh kegiatan dengan jaringan kerja untuk mengetahui waktu penyelesaian proyek. Berikut data mengenai kegiatan terdahulu dan durasi masing-masing kegiatan pelaksanaan proyek.

Tabel. 1 Durasi Kegiatan Pada Pelaksanaan Proyek Pembangunan Gedung Dinas Kehutanan

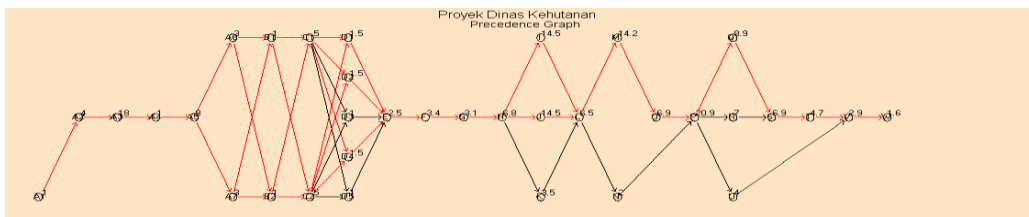
No	Jenis Pekerjaan (Kegiatan)	Kode Kegiatan	Kegiatan Pendahulu	Durasi Kegiatan (hari)
1	Survei lokasi	A1	-	1
2	Perhitungan anggaran biaya pembangunan	A2	A1	4
3	Pelaksanaan <i>tender</i>	A3	A2	18
4	Penandatanganan surat kontrak	A4	A3	1
5	Pembentukan tim pelaksana	A5	A4	8
6	Perencanaan dan penjadwalan proyek	A6	A5	3
7	Pembuatan KIPEM	A7	A5	3
8	Pembersihan area	B1	A6, A7	1
9	Penataan jalan lingkungan	B2	A6, A7	1
10	Pemasangan listrik	C1	B1, B2	.5
11	Pembuatan sumur bor dan pemasangan pompa air	C2	.5	0.5 1.5
12	Pembuatan kantor (direksi <i>keet</i>)	D1	C1, C2	1.5
13	Pembangunan gudang	D2	C1, C2	1
14	Pembuatan <i>septictank</i>	D3	C1, C2	1.5
15	Pembuatan toilet	D4	C1, C2	1
16	Pembuatan saluran limbah	D5	C1, C2	2.5
17	Pemasangan <i>bouwplank</i>	E	3.4 D4, D5	2.5 3.1
18	Galian pondasi	F	E	6.8
19	Pemasangan pondasi batu kali	G	F	14.5
20	Pengecoran <i>sloof</i>	H	G	14.5
21	Pemasangan dinding bata	I	H	3.5
22	Pemasangan kolom praktis	J	H	6.5
23	Pemasangan kusen	K	H	14.2
24	Pengecoran ring balok praktis	L	I, J, K	2
25	Pemasangan gewel dan kerangka atap	M	L	6.9
26	Instalasi air dan listrik	N	L	20.9
27	Pemasangan genteng	O	M	8.9
28	Pemlesteran dan acian dinding	P	N, O	7
29	Pemasangan plafon	Q	P	6.9
30	Pemasangan keramik lantai rumah	R	P	4.7

31	Pengecatan bangunan	S	Q, R	4
32	Pemasangan daun jendela dan daun pintu	T	S	2.9
33	Pengerjaan kamar mandi	U	P	1.6
34	Pekerjaan <i>finishing</i>	V	T, U	1
35	Pembersihan bangunan	W	V	4

Penentuan waktu penyelesaian suatu proyek pada diagram jaringan dapat dihitung melalui dua cara yaitu menggunakan perhitungan maju (forward pass) dari kegiatan awal sampai kegiatan akhir dan menggunakan perhitungan mundur (backward pass) mulai kegiatan akhir kembali ke kegiatan awal.

A. Perhitungan Maju (Forward Pass)

Melakukan perhitungan maju (forward pass) dari kegiatan awal sampai kegiatan akhir dengan menentukan nilai earliest start (ES) dan earliest finish (EF) pada tiap-tiap kegiatan. Forward pass dilakukan dari awal jaringan menuju akhir jaringan. Nilai EF merupakan titik paling awal dimana suatu aktivitas dapat dimulai. Karena aktivitas ini tidak mempunyai aktivitas pendahulu, waktu mulai aktivitas paling awal dari aktivitas A1 diasumsikan 0. Pada jalur maju terdapat aturan bahwa suatu aktivitas baru dapat dimulai ketika aktivitas sebelumnya (pendahulunya) telah selesai, kecuali aktivitas pertama. n. Waktu mulai paling awal kegiatan berikutnya pada percabangan jaringan diambil dari waktu awal terbesar dari kegiatan sebelumnya (Heizer dan Render, 2009:102).



Gambar 1 Diagram Jaringan Kerja Perhitungan Maju Proyek Pembangunan Dinas Kehutanan

Perhitungan waktu tercepat dimulainya aktivitas (ES) dilakukan dengan menjumlahkan waktu kegiatan awal kegiatan terdahulu (ES) dengan waktu kegiatan terdahulu (t). Perhitungan waktu tercepat selesainya aktivitas (EF) dilakukan dengan menjumlahkan waktu kegiatan awal kegiatan tersebut (ES) dengan waktu kegiatan tersebut (t). Menggunakan rumus (1) maka $ES(A1) = 0$, karena $ES(A1)$ tidak memiliki kegiatan awal. Menggunakan rumus (2), $EF(A1)$ adalah 1 ($= 0 + 1$). Hasil perhitungan EF suatu kegiatan merupakan estimasi waktu mulai terbaru dari kegiatan selanjutnya, maka $ES(A2) = EF(A1) = 1$. Selanjutnya $EF(A2)$ adalah 5 ($= 1 + 4$), karena kegiatan A2 mendahului kegiatan A3, $ES(A3)$ sama dengan $EF(A2)$ yaitu 5, jadi $EF(A3)$ adalah 23 ($= 5 + 18$). Setelah kegiatan A3 adalah kegiatan A4 dimana $ES(A4) = EF(A3) = 24$, dan $EF(A4)$ adalah 24 ($= 23 + 1$). Setelah kegiatan A4 adalah kegiatan A5 dimana $ES(A5) = EF(A4) = 24$, dan $EF(A5)$ adalah 32 ($= 24 + 8$). Kegiatan A6 dan A7 memiliki kegiatan pendahulu yang sama yaitu kegiatan A5, jadi $ES(A6)$ dan $ES(A7) = EF(A5) = 32$, $EF(A6)$ adalah 35 ($= 32 + 3$) dan $EF(A7)$ adalah 35 ($= 32 + 3$). Tiba pada kegiatan B1 dan B2, baik kegiatan A6 dan A7 adalah pendahulu langsung kegiatan B1 dan B2. Kegiatan A6 memiliki $EF = 35$ dan kegiatan A7 memiliki $EF = 35$. Dengan menggunakan aturan waktu selesai paling awal, kita menghitung ES kegiatan B1 sebagai berikut, $ES(B1) = \max\{EF(A6), EF(A7)\} = \max\{35, 35\} = 35$ dan $EF(B1)$ adalah 36 ($= 35 + 1$), serta ES kegiatan B2 sebagai berikut, $ES(B2) = \max\{EF(A6), EF(A7)\} = \max\{35, 35\} = 35$ dan $EF(B2)$ adalah 36 ($= 35 + 1$). Selanjutnya, kegiatan B1 dan B2 merupakan kegiatan

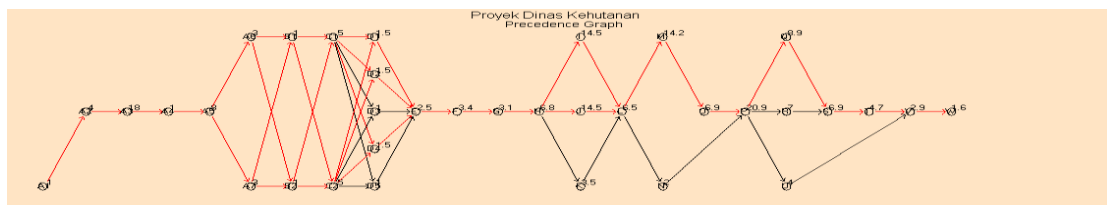
pendahulu dari kegiatan C1 dan C2. Jadi $ES(C1)$ dan $ES(C2) = EF(B1) = EF(B2) = 36$, $EF(C1)$ adalah $36,5 (= 36 + 0,5)$ dan $EF(C2)$ adalah $36,5 (= 36 + 0,5)$. Selanjutnya, kegiatan C1 dan C2 merupakan kegiatan pendahulu dari 5 kegiatan sekaligus yakni kegiatan D1, D2, D3, D4, D5. Jadi $ES(D1) = ES(D2) = ES(D3) = ES(D4) = ES(D5) = \max\{EF(C1), EF(C2)\} = \max\{36,5 ; 36,5\} = 36,5$. $EF(D1)$ adalah $38 (= 36,5 + 1,5)$, $EF(D2)$ adalah $38 (= 36,5 + 1,5)$, $EF(D3)$ adalah $37,5 (= 36,5 + 1)$, $EF(D4)$ adalah $37,5 (= 36,5 + 1)$, dan $EF(D5)$ adalah $37,5 (= 36,5 + 1)$.

Pada kegiatan selanjutnya, kegiatan E memiliki 5 kegiatan pendahulu yaitu kegiatan D1, D2, D3, D4, D5. Jadi $ES(E) = \max\{EF(D1), EF(D2), EF(D3), EF(D4), EF(D5)\} = \max\{38 ; 38 ; 37,5 ; 37,5 ; 37,5\} = 37,5$, dan $EF(E)$ adalah $40,5 (= 37,5 + 2,5)$. Selanjutnya, setelah kegiatan E adalah kegiatan F dimana $ES(F) = EF(E) = 40,5$, dan $EF(F)$ adalah $43,9 (= 40,5 + 3,4)$. Setelah kegiatan F adalah kegiatan G dimana $ES(G) = EF(F) = 43,9$, dan $EF(G)$ adalah $47,5 (= 40,5 + 3,1)$. Setelah kegiatan G adalah kegiatan H dimana $ES(H) = EF(G) = 47,5$ dan $EF(H)$ adalah $53,8 (= 47,5 + 6,8)$. Kegiatan H merupakan kegiatan pendahulu dari masing-masing kegiatan I, J, dan K, sehingga $ES(I) = ES(J) = ES(K) = EF(H) = 53,8$. $EF(I)$ adalah $68,3 (= 53,8 + 14,5)$, $EF(J)$ adalah $68,3 (= 54,3 + 14,5)$, dan $EF(K)$ adalah $57,3 (= 54,3 + 3,5)$. Tiba pada kegiatan L di mana kegiatan tersebut memiliki 3 kegiatan pendahulu sekaligus yakni kegiatan I, J, dan K, sehingga $ES(L) = \max\{EF(I), EF(J), EF(K)\} = \max\{68,3 ; 68,3 ; 57,3\} = 68,3$ dan $EF(L)$ adalah $74,8 (= 68,3 + 6,5)$. Setelah kegiatan L terdapat kegiatan M dan kegiatan N, sehingga $ES(M) = ES(N) = EF(L) = 74,8$ serta $EF(M)$ adalah $89 (= 74,8 + 14,2)$ dan $EF(N)$ adalah $76,8 (= 74,8 + 2)$. Selanjutnya, setelah kegiatan M adalah kegiatan O dimana $ES(O) = EF(M) = 89$, dan $EF(O)$ adalah $95,9 (= 89 + 6,9)$. Kegiatan N dan O merupakan kegiatan pendahulu dari kegiatan P, sehingga $ES(P) = \max\{EF(N), EF(O)\} = \max\{76,8 ; 95,9\} = 95,9$ dan $EF(P)$ adalah $116,8 (= 95,9 + 20,9)$.

Selanjutnya kegiatan P menjadi kegiatan pendahulu bagi kegiatan Q, R, dan U, sehingga $ES(Q) = ES(R) = ES(U) = EF(P) = 116,8$ serta $EF(Q)$ adalah $125,7 (= 116,8 + 8,9)$, $EF(R)$ adalah $123,8 (= 116,8 + 7)$ dan $EF(U)$ adalah $120,8 (= 116,8 + 4)$. Kegiatan Q dan R selanjutnya menjadi kegiatan pendahulu bagi kegiatan S, sehingga $ES(S) = \max\{EF(Q), EF(R)\} = \max\{125,7 ; 123,8\} = 125,7$ dan $EF(S)$ adalah $132,6 (= 125,7 + 6,9)$. Selanjutnya, setelah kegiatan S adalah kegiatan T dimana $ES(T) = EF(S) = 132,6$, dan $EF(T)$ adalah $137,3 (= 132,6 + 4,7)$. Kegiatan T dan U selanjutnya menjadi kegiatan pendahulu bagi kegiatan V, sehingga $ES(V) = \max\{EF(T), EF(U)\} = \max\{137,3 ; 120,8\} = 137,3$ dan $EF(V)$ adalah $140,2 (= 137,3 + 2,9)$. Selanjutnya, setelah kegiatan V adalah kegiatan terakhir yaitu kegiatan W dimana $ES(W) = EF(V) = 140,2$, dan $EF(W)$ adalah $141,8 (= 140,2 + 1,6)$.

B. Perhitungan Mundur (*Backward Pass*)

Melakukan perhitungan mundur (backward pass) mulai kegiatan akhir kembali ke kegiatan awal dengan menentukan nilai latest start (LS) dan latest finish (LF) pada tiap-tiap kegiatan.



Gambar 2 Diagram Jaringan Kerja Perhitungan Mundur Proyek Pembangunan Dinas Kehutanan

Perhitungan mundur dimulai dengan menentukan nilai LF pada kegiatan terakhir atau kegiatan W sebesar 142,5. Artinya waktu selesai paling lambat untuk keseluruhan proyek sama dengan waktu selesai paling awal. Rumus (3) digunakan untuk menentukan nilai LS suatu kegiatan, maka $LS(W) = LF(W) - t = 141,8 - 1,8 = 140$. Menggunakan rumus (4), nilai $LF(V)$ sama dengan nilai $LS(W)$ karena kegiatan W merupakan satu-satunya kegiatan penerus bagi kegiatan V, jadi $LF(V) = LS(W) = 140$.

Selanjutnya dengan perhitungan serupa, nilai $LS(V)$ adalah 137,3 ($= 140 - 2,9$). Kegiatan V merupakan kegiatan penerus bagi kegiatan T dan U, sehingga $LF(T) = LF(U) = LS(V) = 137,3$ dan nilai $LS(T)$ dan $LS(U)$ masing-masing adalah 133,6 ($= 137,3 - 4,7$) dan 133,3 ($= 137,8 - 4$). Selanjutnya, kegiatan T merupakan kegiatan penerus bagi kegiatan S, sehingga $LF(S) = LS(T) = 133,3$ dan nilai $LS(S)$ adalah 125,7 ($= 133,3 - 6,9$). Kegiatan S memiliki 2 kegiatan pendahulu yaitu kegiatan Q dan R, sehingga $LF(Q) = LF(R) = LS(S) = 125,7$ dan nilai $LS(Q)$ dan $LS(R)$ masing-masing adalah 116,8 ($= 125,7 - 8,9$) dan 118,7 ($= 125,7 - 7$). Tiba pada kegiatan P dengan 3 kegiatan penerus yakni kegiatan Q, R, dan U. dengan rumus (4), nilai $LF(P) = \min\{LS(Q), LS(R), LS(U)\} = \min\{116,8; 118,7; 133,3\} = 116,8$. Nilai LS pada kegiatan P adalah 95,9 ($= 116,8 - 20,9$). Kegiatan P merupakan kegiatan penerus bagi kegiatan O dan N, sehingga $LF(O) = LF(N) = LS(P) = 95,9$. Nilai LS pada kegiatan O dan N masing-masing adalah 89 ($= 95,9 - 6,9$) dan 93,9 ($= 95,9 - 2$).

Selanjutnya kegiatan O merupakan kegiatan penerus bagi kegiatan M, sehingga $LF(M) = LS(O) = 89$ dan nilai $LS(O)$ adalah 89 ($= 89 - 6,9$). Kegiatan M dan N merupakan kegiatan penerus dari kegiatan L, sehingga nilai $LF(L) = \min\{LS(M), LS(N)\} = \min\{89; 93,9\} = 89$ dan $LS(L)$ adalah 68,3 ($= 89 - 6,5$). Selanjutnya, kegiatan L memiliki 3 kegiatan yang mengikutinya yakni kegiatan I, J, dan K, sehingga nilai $LF(I) = LF(J) = LF(K) = LS(L) = 68,3$ dan nilai LS pada kegiatan I, J, dan K masing-masing adalah 53,8 ($= 68,3 - 14,5$), 53,8 ($= 68,3 - 14,5$), dan 64,8 ($= 68,3 - 3,5$). Selanjutnya ketiga kegiatan ini merupakan kegiatan penerus bagi kegiatan H, sehingga nilai $LF(H) = \min\{LS(I), LS(J), LS(K)\} = \min\{53,8; 53,8; 64,8\} = 53,8$ dengan nilai $LS(H)$ adalah 47 ($= 53,8 - 6,8$). Pada kegiatan H, hanya terdapat satu kegiatan pendahulu yaitu kegiatan G, maka nilai $LF(G) = LS(H) = 47$ dan nilai $LS(G)$ adalah 43,9 ($= 47 - 3,1$). Begitu pula dengan kegiatan G yang hanya memiliki satu kegiatan pendahulu yaitu kegiatan F, maka nilai $LF(F) = LS(G) = 43,9$ dengan nilai $LS(F)$ adalah 40,5 ($= 43,9 - 3,4$). Kegiatan F juga merupakan kegiatan penerus dari satu kegiatan yakni kegiatan E, sehingga nilai $LF(E) = LS(F) = 40,5$ dengan nilai $LS(E)$ adalah 38 ($= 40,5 - 2,5$). Tiba pada 5 kegiatan yang merupakan kegiatan pendahulu bagi kegiatan E yakni kegiatan D1, D2, D3, D4, dan D5, sehingga $LF(D1) = LF(D2) = LF(D3) = LF(D4) = LF(D5) = LS(E) = 38$. Nilai LS pada masing-masing kegiatan tersebut adalah 36,5 ($= 38 - 1,5$); 36,5 ($= 38 - 1,5$); 37 ($= 38 - 1$); 36,5 ($= 38 - 1,5$); 37 ($= 38 - 1$).

Selanjutnya kegiatan D1, D2, D3, D4, dan D5 masing-masing merupakan kegiatan penerus bagi kedua kegiatan C1 dan C2, sehingga nilai $LF(C1) = LF(C2) = \min\{LS(D1), LS(D2), LS(D3), LS(D4), LS(D5)\} = \min\{36,5; 36,5; 37; 36,5; 37\} = 36,5$. Nilai LS pada kegiatan C1 dan C2 masing-masing adalah 36 ($= 36,5 - 0,5$) dan 36 ($= 36,5 - 0,5$). Kegiatan C1 dan C2 selanjutnya merupakan kegiatan penerus dari kegiatan B1 dan B2, sehingga $LF(B1) = \min\{LS(C1), LS(C2)\} = \min\{36; 36\} = 36$ dan $LS(B1)$ adalah 35 ($= 36 - 1$), dan $LF(B2) = \min\{LS(C1), LS(C2)\} = \min\{36; 36\} = 36$ dan $LS(B2)$ adalah 35 ($= 36 - 1$). Selanjutnya, kegiatan B1 dan B2 memiliki 2 kegiatan yang mengikutinya yakni kegiatan A6 dan A7, sehingga nilai $LF(A6) = LF(A7) = LS(B) = 35$ dengan nilai LS masing-masing adalah 32 ($= 35 - 3$) dan 32 ($= 35 - 3$). Kegiatan A6 dan A7 merupakan kegiatan penerus

bagi kegiatan A5, sehingga $LF(A5) = \min\{LS(A6), LS(A7)\} = \min\{32 ; 32\} = 32$ dan $LS(A5)$ adalah 24 ($= 32 - 8$). Selanjutnya pada kegiatan A5, hanya terdapat satu kegiatan pendahulu yaitu kegiatan A4, maka nilai $LF(A4) = LS(A5) = 25$ dan nilai $LS(A4)$ adalah 23 ($= 24 - 1$). Begitu pula dengan kegiatan A4 yang hanya memiliki satu kegiatan pendahulu yaitu kegiatan A3, maka nilai $LF(A3) = LS(A4) = 23$ dengan nilai $LS(A3)$ adalah 5 ($= 24 - 18$). Kegiatan A3 juga merupakan kegiatan penerus dari satu kegiatan yakni kegiatan A2, sehingga nilai $LF(A2) = LS(A3) = 5$ dengan nilai $LS(A2)$ adalah 1 ($= 5 - 4$). Tiba pada kegiatan pertama yakni kegiatan A1. Kegiatan A2 merupakan kegiatan penerus bagi kegiatan A1, maka nilai $LF(A1) = LS(A2) = 1$ dan nilai $LS(A1)$ adalah 0 ($= 1 - 1$).

B. Penentuan Jalur Kritis dengan Critical Path Method

Suatu jalur kritis bisa didapatkan dengan menambah waktu suatu aktivitas pada tiap urutan pekerjaan dan menetapkan jalur terpanjang pada tiap proyek. Kegiatan proyek dikatakan kritis apabila memiliki nilai slack = 0. Setelah melakukan analisis waktu optimal menggunakan perhitungan maju (forward pass) perhitungan mundur (backward pass), ditentukan nilai slack seluruh kegiatan dengan cara menghitung selisih antara earliest start (ES) dan latest start (LS) atau earliest finish (EF) dan latest finish (LF) dari aktivitas. Hasil perhitungan slack dan jalur kritis disajikan pada Tabel 2.

Table 2. Perhitungan Nilai *Slack* dan Jalur Kritis Pada Proyek Pembangunan Dinas Kehutanan

No	Kode Kegiatan	Durasi	ES	EF	LS	LF	Slack	Kritis/Tidak
1	A1	1	0	1	0	1	0	Ya
2	A2	4	1	5	1	5	0	Ya
3	A3	18	5	23	5	23	0	Ya
4	A4	1	23	24	23	24	0	Ya
5	A5	8	24	32	24	32	0	Ya
6	A6	3	32	35	32	35	0	Ya
7	A7	3	32	35	32	35	0	Ya
8	B1	1	35	36	35	36	0	Ya
9	B2	1	35	36	35	36	0	Ya
10	C1	0.5	36	36.5	36	36.5	0	Ya
11	C2	0.5	36	36.5	36	36.5	0	Ya
12	D1	1.5	36.5	38	36.5	38	0	Ya
13	D2	1.5	36.5	38	36.5	38	0	Ya
14	D3	1	36.5	37.5	37	38	0.5	Tidak
15	D4	1.5	36.5	38	36.5	38	0	Ya
16	D5	1	36.5	37.5	37	38	0.5	Tidak
17	E	2.5	38	40.5	38	40.5	0	Ya
18	F	3.4	40.5	43.9	40.5	43.9	0	Ya
19	G	3.1	43.9	47	43.9	47	0	Ya
20	H	6.8	47	53.8	47	53.8	0	Ya
21	I	14.5	53.8	68.3	53.8	68.3	0	Ya
22	J	14.5	53.8	68.3	53.8	68.3	0	Ya

23	K	3.5	53.8	57.3	64.8	68.3	11	Tidak
24	L	6.5	68.3	74.8	68.3	74.8	0	Ya
25	M	14.2	74.8	89	74.8	89	0	Ya
26	N	2	74.8	76.8	93.9	95.9	19.1	Tidak
27	O	6.9	89	95.9	89	95.9	0	Ya
28	P	20.9	95.9	116.8	95.9	116.8	0	Ya
29	Q	8.9	116.8	125.7	116.8	125.7	0	Ya
30	R	7	116.8	123.8	118.7	125.7	1.9	Tidak
31	S	6.9	125.7	132.6	125.7	132.6	0	Ya
32	T	4.7	132.6	137.3	132.6	137.3	0	Ya
33	U	4	116.8	120.8	133.3	137.3	16.5	Tidak
34	V	2.9	137.3	140.2	137.3	140.2	0	Ya
35	W	1.6	140.2	141.8	140.2	141.8	0	Ya

Pada Tabel 2 terdapat 8 kegiatan yang bukan jalur kritis yaitu kegiatan D3, D5, K, N, R, U. Artinya jika kegiatan-kegiatan tersebut mengalami keterlambatan, maka tidak akan mempengaruhi keterlambatan penyelesaian seluruh proyek. Melalui rangkaian kegiatan di atas yang memiliki lintasan sebagai jalur kritis adalah lintasan A1-A2-A3-A4-A5-A6-A7-B1-B2-C1-C2-D1-D2-D4-E-F-G-H-I-J- L-M-O-P-Q-S-T-V-W karena memiliki nilai *slack* = 0. Artinya, ketika kegiatan-kegiatan tersebut mengalami keterlambatan, maka akan menyebabkan keterlambatan penyelesaian seluruh proyek. Total waktu penyelesaian dari lintasan kritis di atas adalah 182,3 hari. Artinya penyelesaian seluruh rangkaian proyek dapat dilaksanakan minimal selama 182,3 hari.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data serta pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa pada perencanaan jaringan kerja (*network planning*) proyek pembangunan Gedung Dinas Kehutanan, terdapat 35 jenis pekerjaan (kegiatan) dimulai dari kegiatan persiapan sebelum pelaksanaan pembangunan sampai dengan pembangunan proyek benar-benar diselesaikan. Jalur kritis pada proyek pembangunan Gedung Dinas Kehutanan berada pada lintasan A1-A2-A3-A4-A5-A6-A7-B1-B2-C1-C2-D1-D2-D4-E-F-G-H-I-J- L-M-O-P-Q-S-T-V-W. Terdapat 29 kegiatan yang merupakan kegiatan kritis pada jalur kritis. Kegiatan-kegiatan tersebut memiliki kategori aktivitas kritis karena memiliki nilai *slack* = 0. Artinya jika kegiatan-kegiatan tersebut mengalami keterlambatan, maka akan menyebabkan keterlambatan penyelesaian seluruh proyek. Hasil perhitungan maju (*forward pass*) dan perhitungan mundur (*backward pass*) pada diagram jaringan dengan *Critical Path Method* menyatakan bahwa pelaksanaan seluruh rangkaian proyek dapat diselesaikan selama 182,3.

Saran yang dapat diberikan berkaitan dengan penelitian ini sebagai bahan pertimbangan serta masukan yang berguna bagi CV.ASA WINATA DAN PT.BRANTAS ABIPRAYA dimasa yang akan datang ialah sebaiknya mempertimbangkan penerapan *Network Planning* dengan *Critical Path Method* pada sistem perencanaan, penjadwalan dan

pengendalian proyek pembangunan, karena metode ini telah terbukti dapat membantu menentukan waktu optimal penyelesaian proyek dengan mengidentifikasi hubungan ketergantungan antar- kegiatan pelaksanaan proyek.

Perusahaan sebaiknya melakukan pengawasan pada pelaksanaan kegiatan-kegiatan kritis di mana kegiatan tersebut merupakan kegiatan yang apabila pelaksanaannya terlambat, maka akan menyebabkan keterlambatan bagi penyelesaian keseluruhan proyek. Penelitian selanjutnya dapat dilakukan menggunakan metode yang sama dengan menambahkan program percepatan (*crashing program*) pada perusahaan yang berbeda di mana pemilik proyek menginginkan adanya percepatan waktu dalam penyelesaian proyek untuk menentukan apakah penerapan *Network Planning* dengan *Critical Path Method* mampu mengefisienkan biaya pelaksanaan proyek.

DAFTAR REFERENSI

- [1] Angelin, A., & Ariyanti, S. (2019). Analisis Penjadwalan Proyek New Product Development Menggunakan Metode Pert Dan Cpm. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 6(1), 63–70. <https://doi.org/10.24912/jitiuntar.v6i1.3025>
- [2] Belakang, L., Melalui, S. B., & Hijau, K. (2012). *BABI. 2010*, 1–27.
- [3] Hadi, S., & Anwar, S. (2018). Proyek Analisis Manajemen Pelaksanaan Proyek Pembangunan Laboratorium Fakultas Ekonomi UNSOED. *Jurnal Konstruksi Unswagati Cirebon*, 7(2), 111–118.
- [4] Hasyim, M. H., Soehardjono, A., & Bakhtiyar, A. (2012). Analisis faktor-faktor yang mempengaruhi keterlambatan proyek konstruksi pembangunan gedung di kota lamongan. *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil*, 6(1), 55–66.
- [5] Ismael, I. (2013). Keterlambatan Proyek Konstruksi Gedung Faktor Penyebab Dan Tindakan Pencegahannya Oleh. *Februari Jurnal Momentum*, 14(1), 46–56.
- [6] Maddeppungeng, A., Intari, D. E., & Oktafiani, A. (2020). Studi Faktor Penyebab Keterlambatan Proyek Konstruksi Studi Kasus Proyek Pembangunan 6 Ruas Jalan Tol Dalam Kota Jakarta. *Konstruksia*, 11(1), 89. <https://doi.org/10.24853/jk.11.1.89-96>
- [7] Pangkey, F., Malinkas, G. Y., & Walangitan, D. O. R. (2012). Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (Smk3) Pada Proyek Konstruksi Di Indonesia (Studi Kasus: Pembangunan Jembatan Dr. Ir. Soekarno-Manado). *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, 2(2), 100–113.
- [8] PERT, D. (1996). Penjadwalan Proyek Pembangunan Perumahan Cluster Pasawahan Regency. *Stt-Wastukencana.Ac.Id*. <https://stt-wastukencana.ac.id/jurnal/download/7.2.3.DAISY.pdf>
- [9] Sembiring, H. A. Z., Angin, D. P. P. A. P., & Tanjung, A. A. (2022). Minimasi Biaya Pengiriman Perusahaan Jasa J&T Menggunakan Metode Transportasi. *Competitive*, 17(2), 77-78.
- [10] Situmorang, B. E., Arsjad, T. T., Tjakra, J., Sipil, T., Sam, U., Manado, R., Manado, J. K. B., & Ratulangi, S. (2018). Analisis Risiko Pelaksanaan Pembangunan Proyek Konstruksi Bangunan Gedung. *Tekno*, 16(69), 31–36.
- [11] (Sa'adah et al., 2022)Iwawo, E. R. M., Tjakra, J., & Pratisis, P. A. K. (2016). Penerapan Metode Cpm Pada Proyek Konstruksi (Studi Kasus Pembangunan Gedung Baru Kompleks Eben Haezar Manado). *Jurnal Sipil Statik*, 4(9), 551–558.
- [12] Pangestu, N. F., Zahra, A. F. A., & Sutrisno, S. (2021). Penerapan Metode Critical Parth Method (CPM) dalam Proyek Pembangunan Jembatan Alun-Alun Kota Kuningan. *Journal of Industrial and Manufacture Engineering*, 5(2), 100–106.

- <https://doi.org/10.31289/jime.v5i2.4925>
- [13] Tanjung, A. A., Mulyani, M., Nurhayati, N., Nasution, W. F., & Ginting, M. Y. B. (2023). Analysis of Digital Economy Determinants in Indonesia. *Quantitative Economics and Management Studies*, 4(6).
- [14] Siregar, D. R., & Tanjung, A. A. (2020). Pengaruh Infrastruktur Dan Indeks Pembangunan Manusia Terhadap Pertumbuhan Ekonomi Kabupaten Langkat 2010-2019. *E-Jurnal Matematika*.
- [15] Tanjung, A. A., & Ruslan, D. (2022). *Ekonomi Industri Teori dan Kebijakan*.
- [16] Tanjung, A. A., & Mulyani. (2021). *Metodologi Penelitian* (A. A. Tanjung & Mulyani (eds.); 1st ed.). Scopindo Media Pustaka.