

ANALISIS JARINGAN KERJA DENGAN METODE CRITICAL PATH METHOD (CPM) DAN MODEL PROGRAM LINIER

Switamy Angnitha Purba¹

¹ Universitas HKBP Nommensen Pematangsiantar
switamyangnithapurba@gmail.com

ABSTRACT Network analysis is part of a project that requires time for each network activity. To produce a particular project, more than one job/event must be done. Each job/event is interconnected and placed in order according to the management of its implementation. In-network projects, it is necessary to plan and supervise work efficiency systematically. The network represents in symbols and arrows. In this study, the problem-solving network analysis solving using the CPM (Critical Path Method) method and with a linear programming model using the help of excel-solver and Lingo. This study aims to compare the two methods in solving network analysis problems. Based on the analysis, it is found that more critical paths were obtained by using the CPM method than the linear programming method. With the increasing number of critical paths obtained, it is hoped that the management can determine project priorities to maintain the project schedule to be completed on time.

Keywords: Network Analysis, Critical Path Method, Linear programming.

ABSTRAK Analisis jaringan kerja merupakan bagian dari proyek yang memerlukan waktu pada setiap kegiatan jaringan kerja. Untuk menghasilkan suatu proyek tertentu terdapat lebih dari satu pekerjaan/ kejadian yang harus dilakukan. Tiap pekerjaan/ kejadian tersebut saling terhubung dan ditempatkan berurut sesuai manajemen pelaksanaannya. Pada proyek jaringan kerja perlu dilakukan perencanaan dan pengawasan secara sistematis, sehingga diperoleh efisiensi kerja. Jaringan kerja tersebut direpresentasikan kedalam simbol dan panah. Pada penelitian ini penyelesaian permasalahan analisis jaringan kerja diselesaikan dengan menggunakan metode CPM (Critical Path Method) dan dengan model program linier menggunakan bantuan excel-solver dan Lingo. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan kedua metode dalam penyelesaian permasalahan analisis jaringan kerja. Berdasarkan analisis, diperoleh bahwa dengan menggunakan metode CPM (Critical Path Method) diperoleh lebih banyak jalur kritis dibandingkan dengan metode program linier. Dengan semakin banyaknya jalur kritis yang diperoleh maka diharapkan pihak manajemen dapat menentukan prioritas proyek untuk menjaga jadwal proyek dapat diselesaikan tepat waktu..

Kata-kata Kunci: Analisis jaringan, Critical Path Method, Program Linear.

PENDAHULUAN

Analisis jaringan kerja (*Network Analysis*) adalah suatu jaringan yang berisi lintasan kegiatan yang diolah secara analitis. Dengan dilakukannya analisis jaringan kerja dapat menjadikan suatu perencanaan yang efektif. Penyusunan jaringan kerja memperhatikan koordinasi serta urutan kegiatan yang saling berhubungan dan bergantung satu sama lain. Menurut Soeharto (1995) Manajemen proyek merupakan

perencanaan, pengorganisasian dan pengendalian sumber daya yang dimiliki perusahaan dalam mencapai sasaran yang telah ditentukan.

Analisis jaringan kerja umum digunakan dalam merencanakan suatu proyek seperti 1) Pembangunan rumah, jalan jembatan, 2) Produksi makanan maupun produksi sebuah perusahaan dan lain sebagainya. Keuntungan penggunaan analisis jaringan kerja adalah 1) Diperoleh perencanaan yang optimal pada suatu proyek, 2) Penjadwalan pekerjaan dengan urutan yang praktis dan efisien, 3) Pengendalian untuk mengatasi hambatan dan keterlambatan.

Menurut Ayu (2010) langkah-langkah penyusunan jaringan kerja adalah:

1. Mengidentifikasi lingkup proyek, menguraikan atau memecahkannya menjadi kelompok kegiatan yang merupakan komponen proyek.
2. Membuat kembali komponen-komponen tersebut sesuai dengan logika ketergantungan.
3. Mengestimasi kurun waktu masing-masing kegiatan.
4. Mengidentifikasi jalur kritis (*critical path*) pada diagram jaringan kerja.
5. Melanjutkan dengan usaha-usaha meningkatkan daya guna dan hasil guna pemakaian sumber daya.

Siagian, M. (2019) mengatakan bahwa analisis jaringan kerja biasanya tidak menjamin bahwa waktu kerja sebagai waktu yang diperpendek atau waktu yang diperpanjang, waktu penyelesaian seluruhnya dapat dipercepat ataupun diperlambat. Akan tetapi analisis jaringan kerja dapat mengoptimalkan waktu penyelesaian kegiatan.

Prinsip *network planning* adalah hubungan tiap bagian pekerjaan yang digambarkan dalam diagram *network*. Sehingga diketahui bagian dari pekerjaan mana yang harus dikerjakan dahulu dan pekerjaan yang menunggu selesainya pekerjaan yang lain. Dalam hal ini pekerjaan yang tidak perlu terburu-buru pengerjaannya dapat dialihkan kepekerjaan lain agar efisien (Badri, 1991). Penjadwalan atau *scheduling* adalah penempatan waktu yang tersedia dalam melaksanakan pekerjaan tertentu dalam penyelesaian proyek dengan tujuan diperolehnya hasil optimal dengan mempertimbangkan segala kendala yang ada (Husen, 2008).

Terdapat tiga simbol yang digunakan dalam menggambarkan syatu jaringan kerja:

1. Lingkaran (*node*), merepresentasikan sebuah kejadian atay peristiwa atau kegiatan.
2. Anak panah (*arrow*), merepresentasikan jangka waktu yang dibutuhkan pada dua kegiatan yang dihubungkan oleh anak panah tersebut.
3. Anak panah putus-putus, merepresentasikan kegiatan semu atau *dummy*. Pada *Dummy* tidak terdapat waktu oleh karena kegiatan yang dituju tidak membutuhkan sejumlah sumber daya.

Diagram jaringan kerja merupakan logika model yang menggambarkan hubungan antara masing-masing kegiatan dan menjelaskan arus dari operasi sejak awal hingga selesainya kegiatan-kegiatan proyek. Diagram jaringan kerja berperan sebagai alat

perencanaan proyek dan sebagai ilustrasi secara grafik dari kegiatan-kegiatan suatu proyek. Oleh karena itu, diagram jaringan kerja harus mampu memberi gambaran tentang dimulainya suatu kegiatan sampai diselesaikannya kegiatan tersebut.

Sugiyarto, dkk. (2013) mengatakan bahwa variabel kegiatan dalam membuat diagram network adalah kurun waktu, tanggal mulai dan tanggal berakhir. Bilkegiatan tersebut dijumlahkan kembali akan menjadi lingkup proyek keseluruhan.

Manfaat melakukan analisis jaringan kerja adalah:

1. Dapat diketahuinya kegiatan dengan waktu penyelesaian kritis (memerlukan waktu yang lebih banyak).
2. Diperolehnya waktu pelaksanaan proyek yang lebih optimal dengan memanfaatkan seluruh sumber daya dan kendala yang ada.
3. Perencanaan proyek yang lebih detail pada tiap-tiap kegiatan yang timbul serta kendala yang akan terjadi sehingga dapat dilakukan antisipasi seperlunya.
4. Diperolehnya gambaran yang tepat secara logika dan analitis dalam pengawasan suatu proyek.

Dalam analisis jaringan kerja terdapat dua metode yang umum digunakan yaitu PERT (*Program Evaluation and Review Technique*) dan CPM (*Critical Path Method*). Perbedaan dari kedua metode adalah pada metode CPM bertujuan untuk mengoptimalkan biaya proyek total (*total project cost*) dengan waktu proyek diperpendek sedangkan pada metode PERT dilakukan dengan waktu proyek yang diperlama. Soeharto (1995) mengatakan bahwa Metode jaringan CPM dapat digunakan untuk menganalisis masalah yang diakibatkan beberapa faktor yang mempengaruhi jadwal atau perencanaan proyek.

CPM (*Critical Path Method*) dikembangkan oleh E. I. Du Pont de Nemours dan Corporation pada proyek yang dikembangkan. CPM merupakan penentuan waktu terpendek yang dibutuhkan dalam menyelesaikan suatu proyek atau menentukan jalur waktu terlama (Maranresy, 2015). Jalur kritis menentukan waktu penyelesaian minimum untuk sebuah proyek. Analisis komputasi melibatkan prosedur *forward* dan *backward*. Prosedur *forward* menentukan waktu mulai paling awal dan waktu penyelesaian paling awal untuk setiap aktivitas di jaringan sedangkan *backward* menentukan waktu mulai terakhir dan waktu penyelesaian terakhir. Menurut Nalhadi & Suntana (2018), *Critical Path Method* (CPM) merupakan teknik menganalisis jaringan kegiatan/aktivitas-aktivitas ketika menjalankan proyek untuk memprediksi waktu total. CPM (*Critical Path Method*) pada dasarnya adalah merupakan metode yang berorientasi pada waktu dimana metode ini mengidentifikasi jalur kritis pada aktifitas yang ditentukan ketergantungan antar aktifitasnya.

Program linier adalah metode menentukan solusi optimal dalam suatu permasalahan dengan memanfaatkan seluruh sumber daya yang tersedia dan segala keterbatasannya untuk mencapai tujuan yang ingin dicapai. Program linier sangat penting dalam berbagai hal baik dalam matematika maupun ekonomi. Salah satu contohnya pada optimasi produk suatu pabrik maupun perusahaan. Terdapat banyak metode yang dapat digunakan dalam penyelesaian permasalahan

program linier yaitu metode simpleks, grafik, Teknik M, dan lain sebagainya. Penyelesaian program linier juga dapat menggunakan bantuan software seperti excel-solver, Linggo dan Lindo.

Penyelesaian permasalahan jaringan kerja selama ini lebih banyak menggunakan metode CPM (Critical Path Method) dan PERT (*Program Evaluation and Review Technique*). Oleh karena itu, artikel ini akan mencoba menyelesaikan permasalahan analisis jaringan kerja dengan menggunakan metode program linier. Permasalahan jaringan kerja akan dibentuk menjadi model program linier yang dalam hal ini adalah permasalahan optimasi. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah menemukan metode baru yang dapat digunakan pada penyelesaian permasalahan jaringan kerja kemudian membandingkan efisiensinya dari kedua metode tersebut.

METODE PENELITIAN

Tahapan awal yang dilakukan dalam penyelesaian permasalahan jaringan kerja adalah:

- 1) Merepresentasikan jaringan kerja yang akan dianalisis dengan menggunakan tiga simbol yaitu lingkaran, anak panah dan anak panah putus-putus.
- 2) Pengestimasi waktu yang diperlukan dalam penyelesaian masing-masing aktivitas serta melakukan analisis diagram network dalam penentuan waktu terjadinya masing-masing event.
- 3) Penyelesaian proyek *network* dengan menggunakan metode CPM (*Critical Path Method*).

Pada saat melakukan analisis waktu terdapat satu atau lebih lintasan yang menentukan jangka waktu penyelesaian seluruh proyek atau yang biasa disebut lintasan kritis (*critical path*). Lintasan kritis memiliki rangkaian kegiatan dengan jumlah waktu terlama sehingga memperoleh kurun waktu penyelesaian tercepat. Asumsi yang digunakan dalam melakukan perhitungan analisis jaringan kerja adalah proyek hanya memiliki satu initial event dan satu *terminal event*.

- 4) Penyelesaian proyek *network* dengan menggunakan model Program Linier dengan bantuan *Linggo dan Excel solver*.

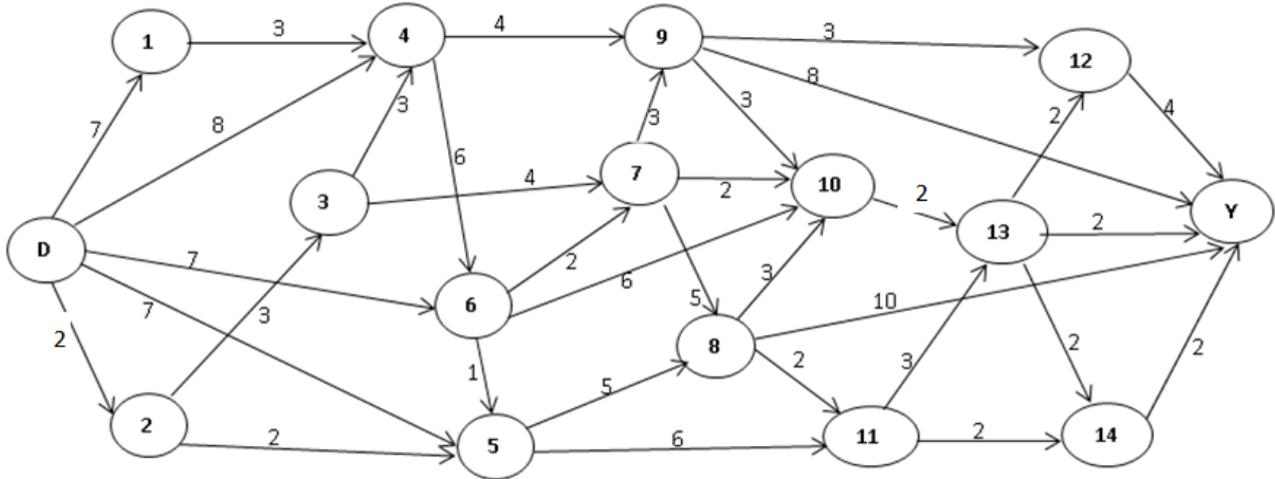
Berdasarkan diagram jaringan kerja yang akan dianalisis kita kemudian membangun sebuah model program linier pada permasalahan tersebut. Jika perhitungan nilai dilakukan secara manual maka akan memerlukan waktu yang relative lama. Oleh karena hal itu. Pada artikel ini model program linier tersebut akan diselesaikan dengan menggunakan bantuan software *Linggo dan Excel solver*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebuah proyek jaringan kerja memiliki beberapa kegiatan yang saling berhubungan dan bergantung satu sama lain. Kegiatan proyek tersebut memiliki waktu awal dan akhir dalam penyelesaiannya. Pada proyek jaringan kerja perlu dilakukan perencanaan dan pengawasan secara sistematis, sehingga diperoleh efisiensi kerja.

Analisis jaringan kerja dapat dilakukan dengan menggambarkan rangkaian kegiatan dari pelaksanaan proyek tersebut pada suatu bagan network.

Berikut diagram jaringan kerja suatu proyek yang akan kita analisis:



Gambar 1. Jaringan Kerja (Network)

Setelah network suatu proyek digambarkan, kemudian dilakukan estimasi waktu yang diperlukan dalam penyelesaian masing-masing kegiatan.

Tabel 1. Estimasi Waktu Jaringan Kerja

| No. | Kegiatan | Kegiatan yang mendahului | Waktu Kegiatan |
|-----|----------|--------------------------|----------------|
| 1. | 1 | D | 7 |
| 2. | 2 | D | 2 |
| 3. | 4 | D | 8 |
| 4. | 5 | D | 7 |
| 5. | 6 | D | 7 |
| 6. | 4 | 1 | 3 |
| 7. | 5 | 2 | 2 |
| 8. | 3 | 2 | 3 |
| 9. | 4 | 3 | 3 |
| 10. | 7 | 3 | 4 |
| 11. | 6 | 4 | 6 |
| 12. | 9 | 4 | 6 |
| 13. | 8 | 5 | 5 |
| 14. | 11 | 5 | 6 |
| 15. | 7 | 6 | 2 |
| 16. | 10 | 6 | 6 |
| 17. | 6 | 6 | 1 |
| 18. | 7 | 7 | 5 |
| 19. | 7 | 7 | 2 |
| 20. | 7 | 7 | 3 |
| 21. | 8 | 8 | 3 |
| 22. | 8 | 8 | 2 |
| 23. | 8 | 8 | 2 |
| 24. | 9 | 9 | 3 |
| 25. | 9 | 9 | 3 |
| 26. | 9 | 9 | 8 |
| 27. | 10 | 10 | 2 |
| 28. | 11 | 11 | 3 |
| 29. | 11 | 11 | 2 |
| 30. | 12 | 12 | 4 |
| 31. | 13 | 13 | 2 |
| 32. | 13 | 13 | 2 |
| 33. | 13 | 13 | 2 |
| 34. | 14 | 14 | 2 |

Dalam pengestimasian waktu ini akan diperoleh satu atau beberapa lintasan tertentu yang menentukan jangka waktu penyelesaian seluruh proyek. Lintasan ini disebut lintasan kritis. Sedangkan kegiatan yang tidak terdapat pada lintasan kritis merupakan kegiatan yang dapat terlambat penyelesaiannya.

Penyelesaian Analisis Jaringan Kerja dengan Metode CPM (Critical Path Method)

Waktu paling awal suatu kejadian adalah dugaan waktu dimana kejadian akan terjadi jika kegiatan sebelumnya dimulai seawal mungkin dengan memilih nilai awal yang terbesar dari simpul. Waktu paling lambat suatu kejadian adalah dugaan waktu

terakhir dimana kejadian akan terjadi, tanpa penundaan waktu penyelesaian proyek dengan memilih nilai lambat yang terkecil dari simpul.

Tabel 2. Perhitungan Waktu Paling Awal

| Kejadian (simpul) | Kejadian Sebelum | Waktu Awal + Waktu Kegiatan | Waktu Awal |
|-------------------|------------------|-----------------------------|------------|
| D | - | - | 0 |
| 1 | D | 0+7 | 7 |
| 2 | D | 0+2 | 2 |
| 3 | 2 | 2+3 | 5 |
| 4 | D | 0+8=8 | 10 |
| | 3 | 5+3=8 | |
| | 1 | 7+3=10 | |
| 5 | D | 0+7=7 | 17 |
| | 2 | 2+2=4 | |
| | 6 | 16+1=17 | |
| 6 | 4 | 10+6=16 | 16 |
| | D | 0+7=7 | |
| 7 | 3 | 5+4=9 | 18 |
| | 6 | 16+2=18 | |
| 8 | 5 | 17+5=22 | 23 |
| | 7 | 18+5=23 | |
| 9 | 4 | 10+4=14 | 21 |
| | 7 | 18+3=21 | |
| 10 | 6 | 16+6=22 | 26 |
| | 7 | 18+2=20 | |
| | 8 | 23+3=26 | |
| | 9 | 21+3=24 | |
| 11 | 5 | 17+6=24 | 25 |
| | 8 | 23+2=25 | |
| 12 | 9 | 21+3=24 | 30 |
| | 13 | 28+2=30 | |
| 13 | 10 | 26+2=28 | 28 |
| | 11 | 25+3=28 | |
| 14 | 11 | 25+2=27 | 30 |
| | 13 | 28+2=30 | |
| Y | 12 | 30+4=34 | 34 |
| | 13 | 28+2=30 | |
| | 14 | 30+2=32 | |

Tabel 3. Perhitungan Waktu Paling Lambat

| Kejadian (simpul) | Kejadian Sesudah | Waktu lambat + Waktu Kegiatan | Waktu lambat |
|-------------------|------------------|-------------------------------|--------------|
| Y | - | - | 34 |
| 14 | Y | 34-2=32 | 32 |
| 13 | Y | 34-2=32 | 28 |
| | 14 | 32-2=30 | |
| | 12 | 30-2=28 | |
| 12 | Y | 34-4=30 | 30 |
| 11 | 13 | 28-3=25 | 25 |
| | 14 | 32-2=30 | |
| 10 | 13 | 28-2=26 | 26 |
| 9 | 10 | 26-3=23 | 23 |
| | 12 | 30-3=27 | |
| | Y | 34-8=26 | |
| 8 | 10 | 26-3=23 | 23 |
| | 11 | 25-2=23 | |
| | Y | 34-10=24 | |
| 7 | 8 | 23-5=18 | 18 |
| | 9 | 23-3=20 | |
| | 10 | 26-2=24 | |
| 6 | 5 | 18-1=17 | 16 |
| | 7 | 18-2=16 | |
| | 10 | 26-6=20 | |
| 5 | 8 | 23-5=18 | 18 |
| | 11 | 25-6=19 | |
| | 6 | 16-6=10 | |
| 4 | 9 | 23-4=19 | 10 |
| | 6 | 18-4=14 | |
| 3 | 6 | 18-4=14 | 7 |
| | 3 | 5-3=2 | |
| 2 | 5 | 18-2=16 | 2 |
| | 1 | 10-3=7 | |
| 1 | 4 | 10-3=7 | 7 |
| | 1 | 7-7=0 | |
| | 2 | 2-2=0 | |
| | 4 | 10-8=2 | |
| Y | 5 | 18-7=12 | 0 |
| | | | |

Tabel 4. Perhitungan kelambanan (slack)

| Kejadian (Simpul) | Kelambanan (waktu lambat - waktu awal) | Lintasan (i, j) | Kelambanan = waktu lambat j - (waktu awal j + waktu kegiatan) |
|-------------------|--|-----------------|---|
| D | 0-0=0 | D,1 | 7-(0+7)=0 |
| | | D,2 | 2-(0+2)=0 |
| | | D,4 | 10-(0+8)=2 |
| | | D,6 | 16-(0+7)=9 |
| 1 | 7-7=0 | 1,4 | 10-(7+3)=0 |
| 2 | 2-2=0 | 2,3 | 7-(2+3)=2 |
| | | 2,5 | 18-(2+2)=14 |
| 3 | 7-5=2 | 3,4 | 10-(5+3)=2 |
| | | 3,7 | 18-(5+4)=9 |
| 4 | 10-10=0 | 4,6 | 16-(10+6)=0 |
| | | 4,9 | 23-(10+4)=9 |
| 5 | 18-17=1 | 5,8 | 23-(17+5)=1 |
| | | 5,11 | 25-(17+6)=2 |
| 6 | 16-16=0 | 6,7 | 18-(16+2)=0 |
| | | 6,10 | 26-(16+6)=4 |

| Kejadian (Simpul) | Kelambanan (waktu lambat - waktu awal) | Lintasan (i, j) | Kelambanan = waktu lambat j - (waktu awal j + waktu kegiatan) |
|-------------------|--|-----------------|---|
| 7 | 18-18=0 | 7,8 | 23-(18+5)=0 |
| | | 7,9 | 23-(18+3)=2 |
| | | 7,10 | 26-(18+2)=6 |
| 8 | 23-23=0 | 8,10 | 26-(23+3)=0 |
| | | 8,11 | 25-(23+2)=0 |
| | | 8,Y | 34-(23+10)=1 |
| 9 | 23-21=2 | 9,10 | 26-(21+3)=2 |
| | | 9,12 | 30-(21+3)=6 |
| | | 9,Y | 34-(21+8)=5 |
| 10 | 26-26=0 | 10,13 | 28-(26+2)=0 |
| 11 | 25-25=0 | 11,13 | 28-(25+3)=0 |
| | | 11,14 | 32-(25+2)=5 |
| 12 | 30-30=0 | 12,Y | 34-(30+4)=0 |
| 13 | 28-28=0 | 13,14 | 32-(28+2)=2 |
| | | 13,Y | 34-(28+2)=4 |
| | | 13,12 | 30-(30+2)=0 |
| 14 | 32-30=2 | 14,Y | 34-(30+2)=2 |
| Y | 34-34=0 | - | - |

Lintasan kritis (critical path) suatu proyek adalah lintasan dalam jaringan kerja yang memiliki kegiatan dengan kelambanan nol. Semua kegiatan & kejadian yang memiliki kelambanan nol akan terdapat dalam lintasan kritis tidak dengan kegiatan lainnya. Dengan menggunakan metode CPM (*Critical Path Method*) diperoleh nilai optimal dengan lintasan:

1. $D \xrightarrow{7} 1 \xrightarrow{3} 4 \xrightarrow{6} 6 \xrightarrow{2} 7 \xrightarrow{5} 8 \xrightarrow{2} 11 \xrightarrow{3} 13 \xrightarrow{2} 12 \xrightarrow{4} Y$ (total jarak = 34).
2. $D \xrightarrow{7} 1 \xrightarrow{3} 4 \xrightarrow{6} 6 \xrightarrow{2} 7 \xrightarrow{5} 8 \xrightarrow{2} 10 \xrightarrow{3} 13 \xrightarrow{2} 12 \xrightarrow{4} Y$ (total jarak = 34).

Nilai optimal jaringan kerja tersebut merupakan *critical path* yaitu penentu waktu dalam menyelesaikan menyelesaikan proyek tersebut.

Penyelesaian Analisis Jaringan Kerja dengan Model Linear Menggunakan Bantuan Lingo dan Excel-Solver

Berdasarkan diagram jaringan kerja suatu proyek yang akan kita analisis (gambar 1) kita akan membangun sebuah model program linier dari permasalahan tersebut. Jaringan kerja dengan menggunakan metode CPM (*Critical Path Method*) bertujuan memperoleh lintasan kritis yang dalam model program linier merupakan permasalahan optimasi maksimum. Berikut merupakan model program linier jaringan kerja yang akan dianalisis:

Fungsi *objective*:

$$\max D + x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + x_{10} + x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} + Y$$

Fungsi kendala:

| | | | |
|-------------|------------------|--------------|-----------------------|
| Pada node 1 | $x_1 - D \geq 7$ | Pada node 10 | $x_{10} - x_9 \geq 3$ |
| Pada node 2 | $x_2 - D \geq 2$ | | $x_{10} - x_7 \geq 2$ |

| | | | |
|-------------|--------------------|--------------|--------------------------|
| Pada node 3 | $x_3 - x_2 \geq 3$ | | $x_{10} - x_6 \geq 6$ |
| Pada node 4 | $x_4 - D \geq 8$ | | $x_{10} - x_8 \geq 3$ |
| | $x_4 - x_1 \geq 3$ | Pada node 11 | $x_{11} - x_5 \geq 6$ |
| | $x_4 - x_3 \geq 3$ | | $x_{11} - x_8 \geq 2$ |
| Pada node 5 | $x_5 - D \geq 7$ | Pada node 12 | $x_{12} - x_9 \geq 3$ |
| | $x_5 - x_2 \geq 2$ | | $x_{12} - x_{13} \geq 2$ |
| | $x_5 - x_6 \geq 1$ | Pada node 13 | $x_{13} - x_{10} \geq 2$ |
| Pada node 6 | $x_6 - D \geq 7$ | | $x_{13} - x_{11} \geq 3$ |
| | $x_6 - x_4 \geq 6$ | Pada node 14 | $x_{14} - x_{13} \geq 2$ |
| Pada node 7 | $x_7 - x_3 \geq 4$ | | $x_{14} - x_{11} \geq 2$ |
| | $x_7 - x_6 \geq 2$ | Pada node Y | $Y - x_{12} \geq 4$ |
| Pada node 8 | $x_8 - x_5 \geq 5$ | | $Y - x_{13} \geq 2$ |
| | $x_8 - x_7 \geq 5$ | | $Y - x_{14} \geq 2$ |
| Pada node 9 | $x_9 - x_4 \geq 4$ | | $Y - x_9 \geq 8$ |
| | $x_9 - x_7 \geq 3$ | | $Y - x_8 \geq 10$ |

Model program linier tersebut diselesaikan dengan menggunakan bantuan software *lingo* dan *excel-solver*.

Tabel 5. Output Penyelesaian Program Linier Menggunakan Lingo

| Variabel | Nilai | Variabel | Nilai |
|----------|-------|----------|-------|
| D | 0 | x_8 | 23 |
| x_1 | 7 | x_9 | 23 |
| x_2 | 4 | x_{10} | 26 |
| x_3 | 7 | x_{11} | 25 |
| x_4 | 10 | x_{12} | 30 |
| x_5 | 18 | x_{13} | 28 |
| x_6 | 16 | x_{14} | 32 |
| x_7 | 18 | Y | 34 |

Dengan menggunakan model program linier bantuan Lingo diperoleh nilai optimal dengan lintasan $D \xrightarrow{7} 1 \xrightarrow{3} 4 \xrightarrow{6} 2 \xrightarrow{5} 7 \xrightarrow{2} 8 \xrightarrow{11} 3 \xrightarrow{13} 2 \xrightarrow{12} 4 \xrightarrow{Y}$ (total jarak = 34).

Tabel 6. Output Penyelesaian Program Linier Menggunakan Excel-Solver

| Dari | Ke | Jarak | Jalur | Node | Net flow | Supply/demand |
|------|----|-------|-------|------|----------|---------------|
| D | 1 | 7 | 1 | D | 1 | = 1 |
| D | 2 | 2 | 0 | 1 | 0 | = 0 |
| D | 4 | 8 | 0 | 2 | 0 | = 0 |
| D | 5 | 7 | 0 | 3 | 0 | = 0 |
| 1 | 4 | 3 | 1 | 4 | 0 | = 0 |
| 2 | 3 | 3 | 0 | 5 | 0 | = 0 |
| 2 | 5 | 2 | 0 | 6 | 0 | = 0 |
| 3 | 4 | 3 | 0 | 7 | 0 | = 0 |
| 3 | 7 | 4 | 0 | 8 | 0 | = 0 |
| 4 | 6 | 6 | 1 | 9 | 0 | = 0 |

| Dari | Ke | Jarak | Jalur | Node | Net flow | Supply/demand |
|-------------|----|-------|-------|------|----------|---------------|
| 4 | 9 | 4 | 0 | 10 | 0 | = 0 |
| 5 | 8 | 5 | 0 | 11 | 0 | = 0 |
| 5 | 11 | 6 | 0 | 12 | 0 | = 0 |
| 6 | 7 | 2 | 1 | 13 | 0 | = 0 |
| 6 | 10 | 6 | 0 | 14 | 0 | = 0 |
| 7 | 8 | 5 | 1 | Y | -1 | = -1 |
| 7 | 9 | 3 | 0 | | | |
| 7 | 10 | 2 | 0 | | | |
| 8 | 10 | 3 | 1 | | | |
| 8 | 11 | 2 | 0 | | | |
| 8 | Y | 10 | 0 | | | |
| 9 | 10 | 3 | 0 | | | |
| 9 | 12 | 3 | 0 | | | |
| 9 | Y | 8 | 0 | | | |
| 10 | 13 | 2 | 1 | | | |
| 11 | 13 | 3 | 0 | | | |
| 11 | 14 | 2 | 0 | | | |
| 12 | Y | 4 | 1 | | | |
| 13 | 12 | 2 | 1 | | | |
| 13 | 14 | 2 | 0 | | | |
| 13 | Y | 2 | 0 | | | |
| 14 | Y | 2 | 0 | | | |
| Jarak Total | | 34 | | | | |

Dengan menggunakan excel-solver diperoleh solusi yang optimal dengan nilai *project network* terbesar adalah dengan lintasan:

$D \xrightarrow{7} 1 \xrightarrow{3} 4 \xrightarrow{6} 6 \xrightarrow{2} 7 \xrightarrow{5} 8 \xrightarrow{2} 11 \xrightarrow{3} 13 \xrightarrow{2} 12 \xrightarrow{4} Y$ (total jarak = 34).

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan jaringan kerja yang dianalisis pada artikel ini diperoleh kesimpulan bahwa analisis jaringan kerja lebih efisien jika diselesaikan dengan menggunakan metode CPM (*Critical Path Method*) daripada metode program linier. Karena dengan menggunakan metode CPM (*Critical Path Method*) diperoleh hasil jalur kritis yang lebih dari satu dibandingkan dengan menggunakan model program linier menggunakan bantuan *lingo* dan *excel-solver*. Dengan semakin banyaknya jalur kritis yang diperoleh maka diharapkan pihak manajemen dapat menentukan prioritas proyek untuk menjaga jadwal proyek dapat diselesaikan tepat waktu.

DAFTAR PUSTAKA

- Abrar, Husein. 2008. *Manajemen Proyek, Perencanaan, Penjadwalan & Pengendalian Proyek*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Asri, D. F., Setiawan, T. H., & Rusdiana, Y. 2020. Analisis Jaringan Kerja pada Evaluasi Pencadwalaan Waktu dan Biaya Penyelesaian Proyek dengan Menggunakan Metode PERT & CPM. *Jurnal Sainika UNPAM* Vol. 2. No. 2.

- Ayu, N. 2010. Perancangan Perangkat Lunak Pembentukan Jalur Kritis dari Suatu Jaringan Kerja Proyek. *Skripsi tidak diterbitkan*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Badri, Sofwan. 1991. *Dasar-dasar Network Planning*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Handayani, Elvira. 2014. Analisis Jaringan Kerja dan Penentuan Jalur Kritis dengan Critical Path Methode- CPM (Studi Kasus Pembangunan Pendopo Balai Adat Provinsi Jambi). *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi Vol. 14 No. 2*.
- Maranresy, P., Sompie, B.F., & Pratasis, P. 2015. Sistem Pengendalian Waktu Pada Pekerjaan Konstruksi Jalan Raya dengan Menggunakan Metode CPM. *Jurnal Sipil Statik. Vol 3(1), pp: 8-15*.
- Nalhadi, A., & Suntana, N. 2018. Analisa Infrastruktur Desa Sukaci-Baros Dengan Metode Critical Path Method (CPM). *J. Sist. Dan Manaj. Ind., Vol. 1, No. 1*.
- Siagian, M.D., Siregar, R., & Nasution, E.A. 2019. Optimalisasi Penjadwalan dengan Analisis Jaringan Kerja pada Kegiatan Verifikasi Koleksi Buku di Perpustakaan Sekolah. *InfoTekJar : Jurnal Nasional Informatika dan Teknologi Jaringan. Vol. 4, No. 1*.
- Soeharto, Iman. 1995. *Manajemen Proyek dan Konseptual Sampai Operasional*. Jakarta: Erlangga.
- Sugiyarto, Qomariyah, S., & Hamzah, F. 2013. Analisis Network Planning Dengan Cpm (Critical Path Method) Dalam Rangka Efisiensi Waktu Dan Biaya Proyek. *e-Jurnal Matriks Teknik Sipil, Vol. 1 No. 4*.