

PENJADWALAN WAKTU PROYEK PEMBANGUNAN RUMAH DENGAN MENGGUNAKAN CPM (*CRITICAL PATH METHOD*) (Studi Kasus: Pembangunan Rumah Tinggal di Desa Amahusu Kota Ambon)

Venn Y. I. Ilwaru^{1*}, Dorteus L. Rahakbauw², Jeky Tetimelay³

^{1,2,3} Jurusan Matematika, Fakultas MIPA, Universitas Pattimura

Jln. Ir. M. Putuhena, Kampus Unpatti, Poka-Ambon, 97233, Indonesia

e-mail: ^{1*}vennilwaru007@gmail.com ; ²lodewyik@gmail.com ; ³jeky_tetimelay@yahoo.com

*Corresponding Author **

Abstrak

Penjadwalan proyek merupakan bagian yang paling penting dari sebuah perencanaan proyek, yaitu untuk menentukan kapan sebuah proyek dilaksanakan berdasarkan urutan tertentu dari awal sampai akhir proyek. CPM (*Critical Path Method*) merupakan salah satu metode yang di gunakan dalam menganalisis penjadwalan waktu kerja sebuah proyek. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui jalur kritis yang di dalamnya terdapat aktivitas-aktivitas kritis dan membandingkan penjadwalan waktu antara waktu kerja yang di jadwalkan pemilik proyek dan waktu kerja yang di jadwalkan dengan metode CPM, pada proyek pembangunan rumah tinggal tipe 84 ukuran 7m x 12m di desa Amahusu Kota Ambon. Dalam penelitian ini data yang di ambil adalah data primer, yang di peroleh langsung dari hasil wawancara antara pemilik proyek dan peneliti. Hasil pembahasan penelitian ini menunjukkan bahwa jalur kritis yang diperoleh jaringan kerja proyek pembangunan rumah ini adalah jalur A, B, E, J, N, O, Q yang meliputi aktivitas galian pondasi, pasang pondasi, pekerjaan (kusen, pintu, jendela), pemasangan gordena, pemasangan instalasi listrik, pengecatan, dan *finishing*. Sehingga waktu yang diperlukan untuk penjadwalan penyelesaian proyek tersebut berdasarkan hasil analisis CPM adalah 136 hari waktu normal dan 95 hari waktu cepat untuk penyelesaian proyek tersebut.

Kata Kunci: *Critical path method, Penjadwalan waktu, Proyek pembangunan rumah*

TIME SCHEDULE PROJECT OF HOUSING DEVELOPMENT USING CPM (*CRITICAL PATH METHOD*) (Study Case: Residential Development in Amahusu Village, Ambon City)

Abstract

Project scheduling is the most important part of a project plan, which is to determine when a project is executed in a certain order from start to finish. CPM (*Critical Path Method*) is one of the methods used in analyzing the scheduling of a project's working time. The purpose of this research is to know the critical path in which there are critical activities and compare the scheduling of time between work time scheduled by project owner and work time scheduled by CPM method, on project of residential type 84 building size 7m x 12m in the Amahusu village of Ambon City. In this study the data taken is the primary data, which is obtained directly from the results of interviews between project owners and researchers. The results of this study indicate that the critical paths obtained by the network of the house-building project are the A, B, E, J, N, O, Q lines that include foundation excavation activities, foundation pairs, work (frames, doors, windows), installation of curtains, installation of electrical installation, painting, and finishing. So the time required for scheduling the completion of the project based on CPM analysis results is 136 days of normal time and 95 days of fast time for completion of the project.

Keywords: *CPM, Critical Path, Timing Scheduling*

1. PENDAHULUAN

Pertumbuhan Ekonomi dan tuntutan pembangunan di berbagai sektor berkembang sangat pesat, sehingga dampaknya semakin dirasakan pada daerah-daerah yang sedang berkembang terutama pada belahan bumi Indonesia ini. Proyek merupakan suatu rangkaian kegiatan yang mempunyai saat awal, akan dilaksanakan serta diselesaikan dalam jangka waktu tertentu untuk mencapai suatu tujuan [1]. Banyak pihak swasta dan pemerintah berlomba untuk melakukan pembangunan, baik itu pembangunan pribadi maupun pembangunan demi kesejahteraan daerahnya. Kegiatan pembangunan ini dapat berupa proyek, misalnya proyek pembangunan gedung perkantoran, proyek pembangunan jalan tol, proyek pembangunan jembatan penyebrangan, proyek pembangunan rumah dan lain sebagainya.

Pelaksanaan sebuah proyek akan membutuhkan perencanaan, penjadwalan dan pengendalian waktu kegiatan proyek yang baik. Ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi berjalannya sebuah proyek pembangunan antara lain sumber daya yang baik, ketersediaan alat dan bahan yang dapat memenuhi standar pekerjaan proyek tersebut maupun kondisi alam yang tidak memungkinkan ketika proyek ini di jalankan. Faktor-faktor tersebut juga dapat menyebabkan keterlambatan waktu kerja, karena tidak sesuai dengan perencanaan waktu yang sebenarnya. Sebuah proyek telah dirancang proses pengerjaannya dan harus terselesaikan sesuai dengan waktu yang telah ditentukan serta hasil proyek harus sesuai dengan yang sudah direncanakan. Keberhasilan sebuah proyek dapat dilihat dari kesesuaian serta ketepatan waktu dalam penyelesaian proyek tersebut.

Penjadwalan proyek dapat membantu untuk memperlihatkan hubungan antar aktivitas yang di lakukan proyek tersebut. Penjadwalan ini juga berfungsi untuk mendahulukan proses perjalanan sebuah aktivitas terdahulu sebelum aktivitas berikutnya di jalankan. Salah satu metode penjadwalan yang dapat di gunakan adalah CPM (*Critical Path Method*). Menurut Adedeji dan Bello dalam [2] keuntungan CPM yaitu cocok untuk penjadwalan, formulasi, dan mengolah berbagai kegiatan di semua pekerjaan kontruksi, karena menyediakan waktu yang dibangun berdasarkan pengalaman, serta pengamatan yang telah dilakukan. Proyek rumah ini dibangun atas dasar permintaan pemilik yang harus segera dipenuhi. Kebutuhan rumah sederhana ini akan sangat membantu pemilik rumah dalam urusan tempat tinggal, sehingga akan terasa nyaman saat di huni. Dengan mempertimbangkan kualitas, biaya, dan waktu maka diharapkan pemilik rumah akan merasa puas dengan bangunan rumah yang akan diperoleh.

Jaringan kerja merupakan suatu metode yang dianggap mampu memberikan teknik dasar dalam menentukan urutan dan durasi kegiatan unsur proyek sehingga dapat digunakan memperkirakan waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan [3]. *Gantt Chart* adalah suatu alat yang bernilai khususnya untuk proyek-proyek dengan jumlah anggota tim yang sedikit, proyek mendekati penyelesaian dan beberapa kendala proyek. *Gantt Chart* merupakan diagram perencanaan yang digunakan untuk penjadwalan sumber daya dana lokasi waktu [4]. *Gantt Chart* adalah contoh teknik non-matematis yang banyak digunakan dan sangat populer dikalangan para manajer karena sederhana dan mudah dibaca. *Gantt Chart* dapat membantu penggunaanya untuk memastikan bahwa semua kegiatan telah direncanakan, urutan kerja telah diperhitungkan, perkiraan waktu kegiatan telah tercatat, dan keseluruhan waktu proyek telah dibuat [4].

2. METODOLOGI PENELITIAN

Tipe penelitian yang digunakan adalah penelitian deskriptif terhadap data-data yang bersifat kuantitatif, seperti data waktu yang dibutuhkan untuk setiap aktivitas proyek. Data yang di gunakan dalam penelitian ini adalah data primer, yang diperoleh langsung dari hasil wawancara antara pemilik proyek dan peneliti. Data primer dari penelitian ini berupa :

- a. Data nama aktivitas proyek
- b. Urutan aktivitas proyek
- c. Data waktu yang digunakan pada proyek pembangunan rumah tersebut.

Teknik analisis yang dipakai dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan CPM untuk menentukan jalur kritis dalam pembangunan proyek rumah tersebut. Jalur kritis merupakan jalur yang memiliki rangkaian komponen-komponen kegiatan dengan total jumlah waktu terlama [3].

Untuk mencari jalur kritis, ada 2 ukuran yang dihitung untuk setiap titik. Misalkan t_{ij} adalah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan aktivitas dari titik i ke titik j maka perhitungannya sebagai berikut [5]:

1. ES_j (*Earliest Start* kegiatan j), yaitu waktu tercepat untuk memulai pekerjaan di titik j . Pekerjaan yang dimulai dari titik j , baru dapat dimulai apabila semua prasyaratnya sudah selesai.

$$ES_j = \max_i ES_i + t_{ij}$$

Perhitungan ES dimulai dari titik awal hingga titik akhir (perhitungan maju). Nilai ES untuk titik awal = 0. ES di titik- j dapat dihitung bila semua ES di titik prasyaratnya sudah diketahui.

2. LC_i (*=Latest Completion* kegiatan i) yaitu waktu terlama untuk memulai kegiatan di titik- i . Apabila ditunda lagi maka penyelesaian keseluruhan proyek akan mundur.

$$LC_i = \min_j LC_j - t_{ij}$$

Perhitungan LC dilakukan mundur, yaitu dari titik akhir ke titik awal. Nilai LC di titik akhir sama dengan nilai ES di titik tersebut. LC di titik- i dapat dihitung jika LC di semua titik penerusnya (titik-titik yang menggunakan titik- i sebagai prasyarat) sudah diketahui.

Waktu tercepat penyelesaian seluruh proyek adalah ES di titik akhirnya. Jalur kritis jaringan proyek adalah path dari titik awal ke titik akhir yang melalui semua titik dengan $ES=LC$.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Gambaran Umum Proses Kegiatan Proyek

Pekerjaan pembangunan rumah ini dikerjakan sampai selesai selama 238 hari. Proyek pembangunan rumah ini dikerjakan oleh enam pekerja yang terdiri dari tiga pekerja tukang dan tiga pekerja kuli. Proyek pembangunan rumah ini ditangani oleh Pemilik Proyek yang bernama Bapak Henock Djami. Untuk persediaan material berupa bahan-bahan yaitu pasir, batu, semen, Kayu dan lain sebagainya sudah di sediakan langsung oleh pemilik rumah tersebut. Sedangkan sebagian alat-alat yang akan digunakan sudah di sediakan langsung oleh pemilik proyek. Dalam pembahasan ini data yang di gunakan adalah data primer yang diperoleh langsung dari hasil wawancara antara peneliti dan pemilik proyek. Data tersebut dapat berupa urutan nama aktivitas pekerjaan, aktivitas lanjutan, data durasi waktu tercepat dan data durasi waktu normal.

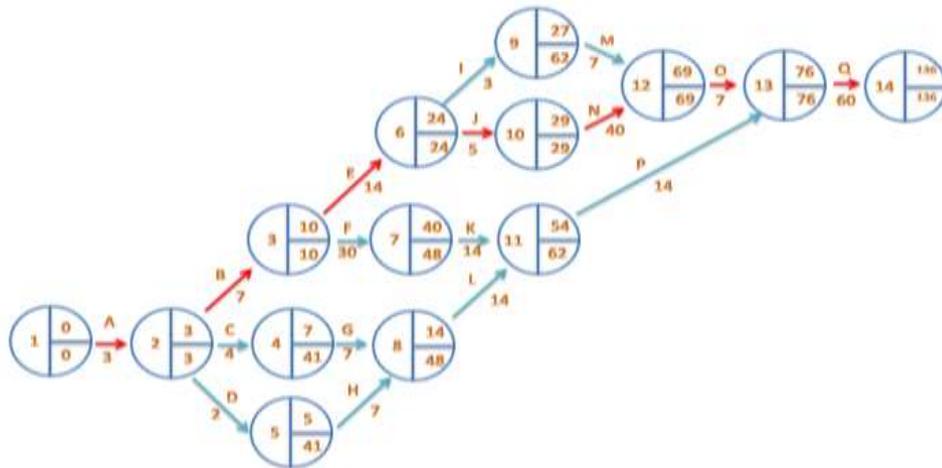
Tabel 1. Rekapitulasi Aktivitas Proyek

No	Urutan Aktivitas	Simbol Aktivitas	Aktivitas Lanjutan	Durasi (hari) Waktu Normal	Durasi (hari) Waktu Cepat
1	Galian Pondasi	A	B,C,D	3	2
2	Pasang Pondasi	B	E,F	7	4
3	Pembesian	C	G	4	3
4	Pengecoran Slop	D	H	2	1
5	Pekerjaan Kusen,Pintu, dan jendela	E	I,J	14	10
6	Pemasangan Batu Bata	F	K	30	21
7	Pengecoran Ring Balak	G	L	7	3
8	Pemasangan Gewel (Segitiga Rumah)	H	L	7	4
9	Pemasangan Ring Usuk (Gorden)	I	M	3	2
10	Pemasangan Genteng	J	N	5	4
11	Pemlesteran	K	P	14	7

12	Pemasangan Plafon	L	P	14	7
13	Pemasangan Instalasi Listrik	M	O	7	5
14	Plamir	N	O	40	30
15	Pengecatan	O	Q	7	5
16	Pemasangan Keramik	P	Q	14	7
17	Finishing	Q	-	60	40

3.2. Analisis Jaringan Kerja Waktu Normal Dengan Menggunakan CPM

Berdasarkan data rekapitulasi Aktivitas proyek pada tabel 1 selanjutnya akan mendeskripsikan jaringan kerja waktu normalnya. Pada proses berjalannya pembangunan rumah ini di mulai pada tanggal 6 maret 2017 dan berakhir pada tanggal 19 juli 2017, sehingga diperoleh 136 hari kerja untuk waktu normal. Dari Tabel 1 diatas maka diperoleh diagram jaringan kerja waktu normal seperti yang terlihat pada gambar di bawah ini :

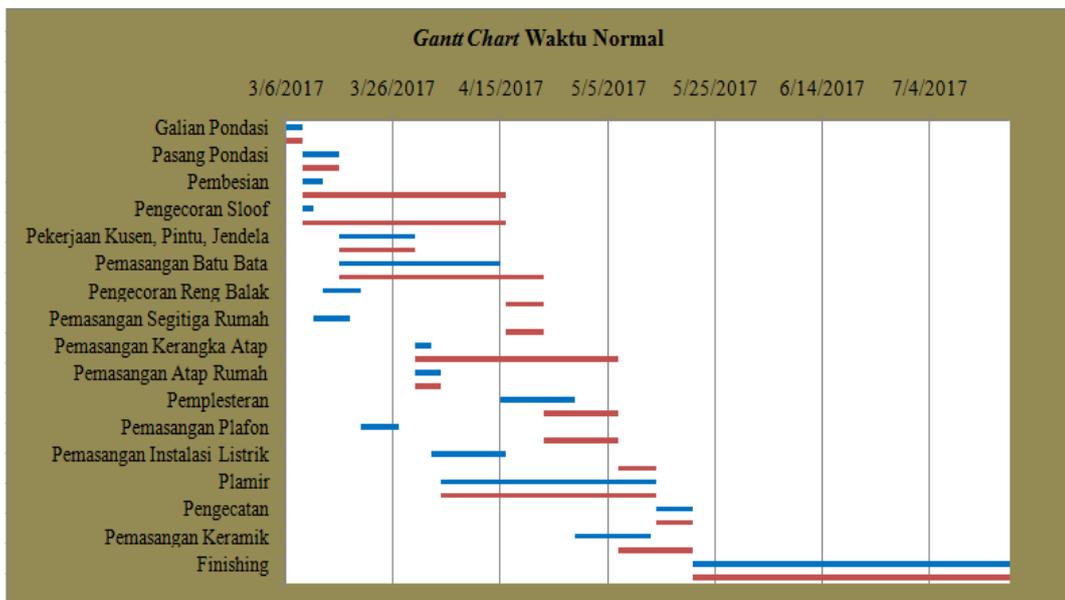


Gambar 1. Diagram Jaringan Kerja Waktu Normal

Keterangan :

→ : Jalur Kritis

Berdasarkan Gambar 1, maka diperoleh penjadwalan waktu normal dengan menggunakan Gantt Chart berikut :



Gambar 2. Gantt Chart Waktu Normal

Keterangan :

 : Earliest Time
 : Latest Time

Pada Gambar 2, ini menjelaskan alur berjalannya setiap aktivitas proyek, mulai dari aktivitas pertama yaitu galian pondasi sampai aktivitas terakhir yaitu *finishing*. Berdasarkan gambar 1 maka terlihat bahwa ada lima jalur penyelesaian pada proyek pembangunan rumah tersebut yaitu:

- ABEIMOQ
- ABEJNOQ
- ABFKPQ
- ACGLPQ
- ADHLPQ

Dari ke lima jalur penyelesaian tersebut jalur kritisnya adalah A, B, E, J, N, O, Q yang aktivitas-aktivitasnya yaitu galian pondasi, pasang pondasi, pekerjaan kusen pintu jendela, pemasangan kerangka atap, pemasangan instalasi listrik, pengecatan, dan *finishing*. Jalur yang terdiri dari aktivitas-aktivitas kritis ini sangat sensitive terhadap keterlambatan waktu kerja proyek. Jadi, apabila salah satu dari aktivitas-aktivitas kritis ini tidak di laksanakan sesuai dengan waktu yang telah di tentukan maka akan sangat mempengaruhi keterlambatan pada proses pekerjaan proyek tersebut. Berdasarkan jalur kritis ini maka akan diketahui kapan proyek pembangunan rumah tersebut dapat terselesaikan sesuai dengan waktu yang telah ditentukan menggunakan CPM. Untuk mengetahui berapa lama waktu normal yang dibutuhkan untuk penyelesaian proyek tersebut adalah dengan cara menjumlahkan durasi-durasi untuk setiap aktivitas pada jalur kritis tersebut, sehingga diperoleh 136 hari waktu normal untuk menyelesaikan proyek pembangunan rumah tersebut.

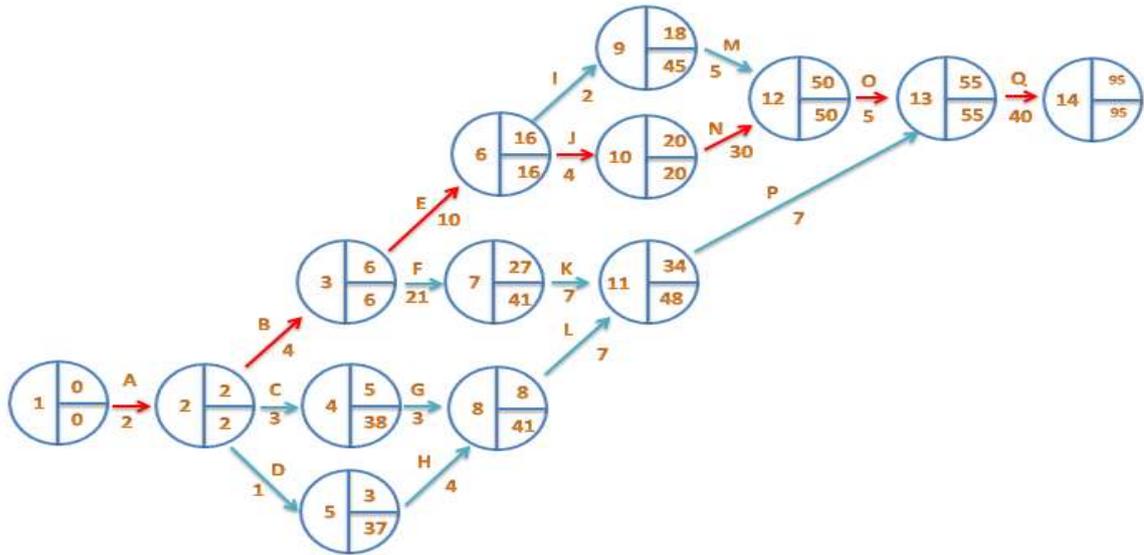
3.3. Analisis Jaringan Kerja Waktu Cepat Dengan Menggunakan CPM

Pada proses pengerjaan Analisis Jaringan Kerja Waktu Cepat ini sama saja dengan pengerjaan Analisis Jaringan Kerja Waktu Normal. Berdasarkan data rekapitulasi Aktivitas proyek pada Tabel 1, kita akan mendeskripsikan jaringan kerja waktu normalnya.

Tabel 2. Aktivitas Waktu Cepat

No	Urutan Aktivitas	Simbol Aktivitas	Aktivitas Lanjutan	Durasi (hari) Waktu Cepat
1	Galian Pondasi	A	B,C,D	2
2	Pasang Pondasi	B	E,F	4
3	Pembesian	C	G	3
4	Pengecoran Slop	D	H	1
5	Pekerjaan Kusen, Pintu, dan jendela	E	I,J	10
6	Pemasangan Batu Bata	F	K	21
7	Pengecoran Ring Balak	G	L	3
8	Pemasangan Gewel (Segitiga Rumah)	H	L	4
9	Pemasangan Ring Usuk (Gorden)	I	M	2
10	Pemasangan Genteng	J	N	4
11	Pemlesteran	K	P	7
12	Pemasangan Plafon	L	P	7
13	Pemasangan Instalasi Listrik	M	O	5
14	Plamir	N	O	30
15	Pengecatan	O	Q	5
16	Pemasangan Keramik	P	Q	7
17	Finishing	Q	-	40

Pada proses berjalannya pembangunan rumah ini di mulai pada tanggal 6 maret 2017 dan berakhir pada tanggal 8 Juni 2017, sehingga diperoleh 95 hari kerja untuk waktu cepat. Dari tabel 2 maka diperoleh diagram jaringan kerja waktu cepat seperti yang terlihat pada gambar di bawah ini:

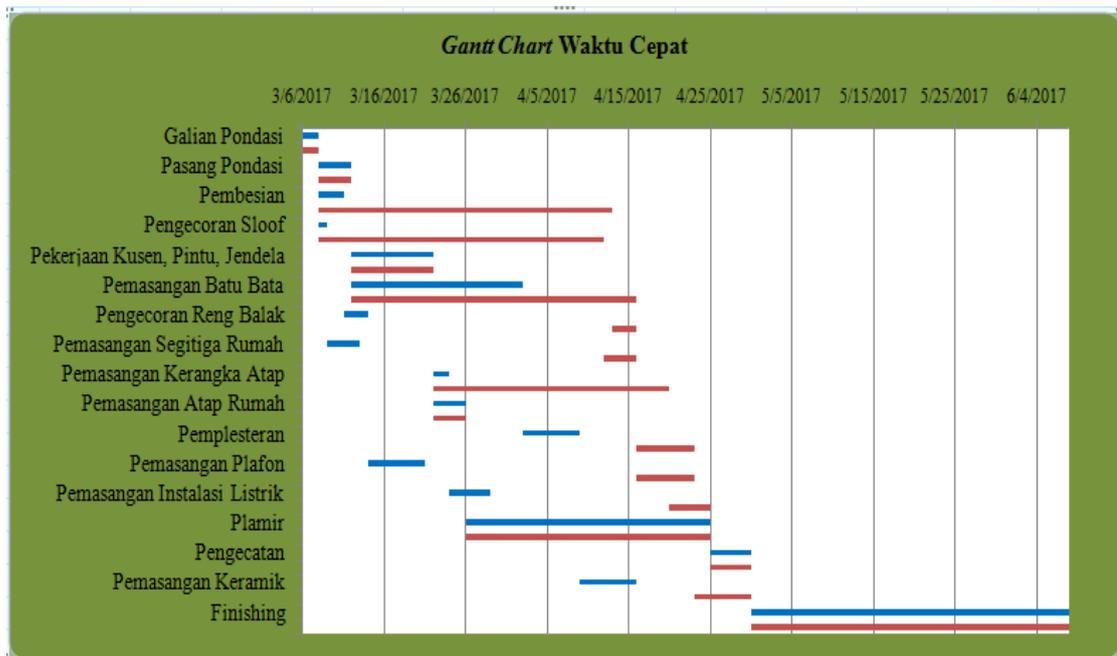


Gambar 3. Diagram Jaringan Kerja Waktu Cepat

Keterangan :

: Jalur Kritis

Berdasarkan Gambar 3, maka diperoleh penjadwalan waktu normal dengan menggunakan *Gantt Chart* sebagai berikut:



Gambar 4. Gantt Chart Waktu Cepat

Keterangan :

: Earliest Time
 : Latest Time

Pada Gambar 4, proses untuk mencari jalur kritis dan perhitungan berapa lama waktu kerja yang di butuhkan untuk menyelesaikan aktivitas-aktivitas pada proyek pembangunan rumah ini sama saja dengan proses mencari jalur kritis dan perhitungan waktu kerja pada Diagram Jaringan Kerja Waktu Normal. Perbedaannya yaitu lamanya waktu penyelesaian proyek tersebut berbeda. Pada Diagram Jaringan Kerja Waktu Cepat juga terdapat lima jalur yang sama dengan jalur pada Diagram Jaringan

Waktu Normal, kemudian jalur kritisnya juga sama yaitu A, B, E, J, N, O, Q. Berdasarkan jalur kritis ini maka kita akan ketahui kapan proyek pembangunan rumah tersebut dapat terselesaikan sesuai dengan waktu yang telah ditentukan menggunakan CPM. Untuk mengetahui berapa lama waktu cepat yang dibutuhkan untuk penyelesaian proyek tersebut adalah dengan cara menjumlahkan durasi-durasi untuk setiap aktivitas pada jalur kritis tersebut, sehingga diperoleh 95 hari waktu cepat untuk menyelesaikan proyek pembangunan rumah tersebut.

4. KESIMPULAN

1. Dengan menggunakan teknik analisis data yaitu metode CPM, maka diperoleh jalur kritis dari jaringan kerja waktu normal dan waktu cepat yaitu jalur A, B, E, J, N, O, Q, di mana jalur ini meliputi aktivitas-aktivitas kritis sebagai berikut : galian pondasi, pasang pondasi, pekerjaan kusen pintu jendela, pemasangan ring usuk, pemasangan instalasi listrik, pengecatan, dan *finishing*.
2. Waktu penyelesaian setiap aktivitas pada Jalur kritis ini sama saja dengan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan seluruh aktivitas pada proyek tersebut. Sehingga dapat dikatakan bahwa jalur kritis ini telah merangkum semua waktu berjalannya setiap aktivitas pada proyek pembangunan rumah tersebut. Berdasarkan jaringan kerja waktu normal dan jaringan kerja waktu cepat, maka di peroleh waktu penyelesaian proyek pembangunan rumah ini yaitu 136 hari waktu normal untuk penyelesaian proyek dan 95 hari waktu cepat untuk penyelesaian proyek pembangunan rumah tipe 84 ukuran 7m x 12m tersebut. Sehingga jika di dibandingkan dengan penjadwalan waktu yang ditentukan pemilik proyek yaitu 238 hari waktu normal dan 155 hari waktu cepat, lebih baiknya dan lebih cepat terselesaikannya proyek tersebut digunakan penjadwalan waktu yang diterapkan metode CPM untuk menyelesaikan proyek pembangunan rumah tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. H. Ali, *Prinsip-Prinsip Network Planning*,. Jakarta : PT.Gramedia, 1997.
- [2] E. R. M. Iwawo, J. Tjakra, P. A. K. Prataxis, *Penerapan Metode CPM Pada Proyek Konstruksi (Studi Kasus Pembangunan Gedung Baru Kompleks EbenHaezer Manado)*,. Jurnal Sipil Statistik, 4 (9): 551-558, 2016.
- [3] Soeharto, Iman, *Manajemen Proyek (Dari Konseptual Sampai Operasional)*,. Jakarta : Erlangga, 1999.
- [4] J. Heizer, B. Render, *Principles of Operations Management*,. USA : Pearson Prentice Hall, 2006.
- [5] J. J. Siang, *Riset Operasi dalam Pendekatan Algoritmis*, Penerbit ANDI Jogjakarta, 2014.

