

Perencanaan Penjadwalan Tenaga Kerja Menggunakan Metode Minimum Moment Algorithm (MMA) (Studi Kasus Pembangunan Gedung Pemadam Kebakaran, Gayo Lues)

Ali Muhammad¹, Amir mhuklis², Dedek Ariansyah³, Dedek Ariansyah³, M. Reza Hani⁴

^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Iskandar Muda, Banda Aceh, Indonesia

*Koresponden email : muhammadalrikity@gmail.com

Diterima: 25 November 2023

Disetujui: 28 November 2023

Abstract

Construction projects are growing increasingly larger and more complex nowadays, both in terms of physical and cost aspects. To carry out a development project, one of the factors that determines success in development is human resources. Thus, if labor scheduling is not effective, efforts to achieve successful construction implementation will experience delays and increased costs. The problem in this planning is how to organize labor requirements for each activity carried out so that it is more effective and efficient. The aim of this planning is to obtain the use of human resources so that fluctuations that occur are not too sharp by using resource leveling, namely the minimum moment algorithm (MMA) method, while scheduling is carried out using the Critical Path Method (CPM). The results of labor scheduling planning which includes workers and craftsmen obtain improvement factors (IF) for activities that have free float (FF), namely activities J, I, and S. For activities J, I, and S, the IF values obtained are still the same. is positive so the IF value for that activity is recalculated. The comparison of resource histograms that occurs is not very significant, this is because the improvements that occur only occur in activities that have free float (FF).

Keywords: *Scheduling, Human Resources, MMA, Critical Path Method, (CPM)*

Abstrak

Proyek konstruksi berkembang semakin besar dan rumit dewasa ini baik dari segi fisik maupun biaya. Untuk menyelenggarakan suatu proyek pembangunan, salah satu faktor yang menjadi penentu keberhasilan dalam pembangunan adalah faktor sumber daya manusia. Dengan demikian apabila penjadwalan tenaga kerja tidak efektif maka usaha-usaha mencapai keberhasilan dari pelaksanaan pembangunan tersebut akan mengalami keterlambatan dan kenaikan biaya. Permasalahan dalam perencanaan ini adalah bagaimana mengatur kebutuhan tenaga kerja pada setiap kegiatan yang dilaksanakan agar lebih efektif dan efisien. Tujuan dari perencanaan ini adalah untuk untuk mendapatkan penggunaan sumber daya manusia agar fluktuasi yang terjadi tidak terlalu tajam dengan menggunakan pemerataan sumber daya (*resource leveling*) yaitu dengan metode *minimum moment algorithm* (MMA) sedangkan penjadwalan dilakukan dengan menggunakan metode *Critical Path Method* (CPM). Hasil perencanaan pejadwalan tenaga kerja yang meliputi pekerja dan tukang didapatkan faktor perbaikan (IF) untuk aktivitas yang mempunyai *free float* (FF) yaitu aktivitas J, I, dan S, Untuk aktifitas J, I, dan S, nilai IF yang didapat masih ada yang bernilai positif sehingga dihitung kembali nilai IF untuk aktifitas tersebut. Perbandingan histogram sumber daya yang terjadi tidak begitu signifikan, ini karena perbaikan yang terjadi hanya pada aktivitas yang memiliki *free float* (FF)

Kata Kunci : Penjadwalan, Sumber Daya Manusia, MMA, Critical Path Method, (CPM)

1. Pendahuluan

Proyek konstruksi berkembang semakin besar dan rumit dewasa ini baik dari segi fisik maupun biaya. Pada prakteknya suatu proyek mempunyai keterbatasan akan sumber daya, baik berupa manusia, material, biaya ataupun alat. Hal ini membutuhkan suatu manajemen proyek mulai dari fase awal proyek hingga fase penyelesaian proyek. Dengan meningkatnya tingkat kompleksitas proyek dan semakin langkanya sumber daya maka dibutuhkan teknik-teknik atau metode yang baik pada perencanaan dan pengendalian proyek. Untuk menyelenggarakan suatu proyek pembangunan, salah satu faktor yang menjadi penentu keberhasilan dalam pembangunan adalah faktor sumber daya manusia. Dalam pemakaian tenaga kerja diperlukan adanya perencanaan yang erat kaitannya dengan penjadwalan. Dengan demikian apabila penjadwalan tenaga kerja tidak efektif maka usaha-usaha mencapai keberhasilan dari pelaksanaan pembangunan tersebut akan mengalami keterlambatan dan kenaikan biaya. Perencanaan ini dilatar belakangi oleh usaha untuk melakukan pengendalian kebutuhan tenaga kerja yang digunakan pada pembangunan Gedung Pemadam Kebakaran Rikit Gaib, Gayo Lues. Gedung ini berlokasi di Jalan Belang kejeren-terangon, km20 (Desa Padang Pasir, Kecamatan Rikit Gaib, Gayo Lues). Pemerataan sumber daya (*resource leveling*) yaitu dengan metode *minimum moment algorithm* (MMA) sedangkan penjadwalan dilakukan dengan menggunakan metode *Critical Path Method* (CPM) [1].

Metodologi dalam perencanaan ini dimulai dengan mengidentifikasi kegiatan yaitu menguraikan komponen pekerjaan. Penguraian komponen pekerjaan ini dilakukan berdasarkan data yang diperoleh dari dokumen kontrak yaitu rencana anggaran biaya. Selanjutnya menentukan hubungan antar pekerjaan, menyusun *network diagram*, mengolah data kegiatan yang meliputi lama kegiatan, dan sumber daya yang akan dikendalikan dan pemerataan sumber daya manusia dengan menggunakan metode *minimum moment algorithm* (MMA). Proses perencanaan menggunakan metode jaringan kerja yaitu *Critical Path Method* (CPM), yang dijadikan sebagai sarana untuk menganalisis hasil dari perencanaan yang telah dibuat.

Metode *minimum moment algorithm* (MMA) merupakan suatu proses yang sistematis untuk keperluan pemerataan sumber daya dimana jadwal (*Schedule*) dapat mengukur setiap perbaikan (*improvement*) yang terjadi untuk setiap upaya pemerataan yang dilakukan. Sasaran *minimum moment algorithm* (MMA) adalah untuk mencapai pendistribusian sumber daya yang seragam selama pelaksanaan proyek. [2]. Tingkat perubahan tersebut dapat ditentukan dengan suatu factor yang disebut factor perbaikan (*improvement factor*) dengan humus sebagai berikut :

$$IF = r \left(\sum_1^m xi - \sum_1^m wi - mr \right) \quad (1)$$

dengan :

- IF = *improvement factor*, factor perbaikan pergeseran
- r = sumber daya harian
- m = jumlah hari minimum aktifitas yang digeser atau durasi aktifitas (*free float*).
- xi = jumlah sumber daya perhari untuk rentang waktu bersangkutan dimana sumber daya direduksi.
- wi = jumlah sumber daya perhari untuk rentang waktu bersangkutan dimana sumber daya ditambahkan.

2. Metode Penelitian

Metode perencanaan ini dimulai dengan pengumpulan data dari kontraktor dan langkah-langkah/prosedur perencanaan. Penulis ingin merencanakan kembali penjadwalan pekerjaan, tenaga kerja dan material dengan menggunakan metode *Critical Path Method* (CPM) dalam melakukan perencanaan.

2.1 Metode *Trial and Error*

Metode *trial and error* dimulai dengan menggambarkan suatu bagan balok dari suatu aktifitas. Pendekatan metode ini dilakukan dengan cara mencoba-coba, membuat perpindahan suatu kegiatan dengan menggunakan *float*, proses ini dapat digunakan berulang-ulang kali sampai dicapai total

histogram sumber daya yang ingin dicapai. Pendekatan ini kurang sistematis karena memerlukan waktu yang lebih lama dalam mencari penggunaan sumber daya yang seragam [3].

2.2 Metode *minimum moment algorithm* (MMA)

Metode *minimum moment algorithm* (MMA) merupakan suatu proses yang sistematis untuk keperluan pemerataan sumber daya dimana jadwal (*Schedule*) dapat mengukur setiap perbaikan (*improvement*) yang terjadi untuk setiap upaya pemerataan yang dilakukan. Sasaran *minimum moment algorithm* (MMA) adalah untuk mencapai pendistribusian sumber daya yang seragam selama pelaksanaan proyek. Tingkat perubahan tersebut dapat ditentukan dengan suatu factor yang disebut faktor perbaikan (*improvement factor*) dengan rumus (1).

3. Hasil Dan Pembahasan

Pada bab ini dikemukakan hasil pengolahan data dan pembahasan dari pokok permasalahan. Pengolahan data yang dimaksud adalah perhitungan jumlah tenaga kerja untuk setiap pekerjaan, membuat hubungan ketergantungan antara aktivitas kemudian dijabarkan kedalam diagram *network planning*, dari *network planning* dituangkan kedalam bagan balok MMA dan selanjutnya dilakukan pemerataan sumber daya manusia dengan menggunakan metode *minimum momen algorithm*. Kemudian dilakukan pembahasan terhadap hasil yang didapat dengan tolak ukur saat harga IF telah mencapai harga negatif.

Hasil pengolahan data yaitu berupa suatu bentuk histogram sumber daya manusia. Pemerataan dilakukan dengan menggunakan metode minimum momen algorithm yang akan disajikan dalam bentuk perhitungan dan tabel-tabel hasil.

3.1 Merencanakan jumlah tenaga kerja

Penentuan durasi dan jumlah tenaga kerja didasarkan pada persamaan 2.6. Pada persamaan ini, penggunaan tenaga kerja untuk tiap jenis pekerjaan didasarkan pada nilai koefisien setiap tenaga kerja, sedangkan durasi pekerjaan didasarkan pada data jadwal pelaksanaan proyek yang ada. Misalnya untuk menghitung jumlah pekerja pada pemasangan bouwplank dengan durasi 2 hari, volume 91 m³, koefisien pekerja 0,100, sehingga didapat jumlah pekerja 4,55 orang. Atau di bulatkan menjadi 5 orang [5].

3.2 Menentukan hubungan antar keegiatan

Hubungan yang menentukan dalam pembuatan network diagram adalah logika ketergantungan antara kegiatan yang secara logika menuntut ketergantungan antara kegiatan-kegiatan tersebut, setiap kegiatan tergantung pada aktifitas sebelum dan sesudahnya. Dengan ditentukannya hubungan antar kegiatan, maka dapat dirangkaikan berbagai kegiatan, sehingga keseluruhan kegiatan membentuk jaringan kerja yang mencerminkan proyek secara keseluruhan. Untuk hubungan antar kegiatan pada metode CPM [6].

3.3 Tenggang waktu kegiatan (*activity float*)

Tenggang waktu kegiatan adalah jangka waktu yang merupakan ukuran batas toleransi keterlambatan kegiatan, dengan ukuran ini dapat diketahui karakteristik keterlambatan terhadap penyelenggaraan proyek. Dalam metode CPM dikenal ada 3 jenis tenggang waktu kegiatan diantaranya *Total Float* (TF), *Free Float* (FF) dan *Independent Float* (IF). Untuk hasil perhitungan tenggang waktu kegiatan (*activity float*) pada metode CPM [7].

3.4 Lintasan kritis (*critical path*)

Merupakan jalur terpanjang yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek. Terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan berkaitan dengan jalur kritis ini, yaitu : Tertundanya pekerjaan di jalur kritis akan menunda penyelesaian jalur proyek ini secara keseluruhan. Penyelesaian proyek secara keseluruhan dapat dipercepat dengan mempercepat penyelesaian pekerjaan – pekerjaan di jalur kritis. [8].

Slack pekerjaan jalur kritis sama dengan 0 (nol). Hal ini memungkinkan relokasi sumber daya dari pekerjaan non kritis ke pekerjaan kritis. Dalam proyek sederhana perhitungan jalur kritis ini dapat dilakukan dengan menjumlah waktu untuk masing – masing jalur secara satu persatu. Tetapi dalam

proyek yang besar dan kompleks hal tersebut sangat rumit dan tidak efisien. Untuk hasil penjadwalan proyek dengan menggunakan metode CPM

Tabel 1. Lintasan Keritis Menggunakan Metode CPM.

No	Nama Pekerjaan	
1	A	Pembersihan Lapangan
2	B	Pemasangan Bouwplank dan Pengukuran
3	C	Galian Tanah Pondasi
4	Fa	Pekerjaan Pembesian Pondasi Tapak 100 x 100 cm
5	Fb	Pekerjaan Bekesting Pondasi Tapak 100 x 100 cm
6	Fc	Pekerjaan Pengecoran Pondasi Tapak 100 x 100 cm
7	Ga	Pekerjaan Pembesian Pondasi Tapak 125 x 125 cm
8	Gb	Pekerjaan Bekesting Pondasi Tapak 125 x 125 cm
9	Gc	Pekerjaan Pengecoran Pondasi Tapak 125 x 125 cm
10	Ha	Pekerjaan Pembesian Pondasi Tapak 150 x 200 cm
11	Hb	Pekerjaan Bekesting Pondasi Tapak 150 x 200 cm
12	Hc	Pekerjaan Pengecoran Pondasi Tapak 150 x 200 cm
13	La	Pekerjaan Pembesian Sloof 25/35 Lantai I
14	Lb	Pekerjaan Bekesting Sloof 25/35 Lantai I
15	Lc	Pekerjaan Pengecoran Sloof 25/35 Lantai I
16	Pa	Pekerjaan Pembesian Kolom 35/40 Lantai I
17	Pb	Pekerjaan Bekesting Kolom 35/40 Lantai I
18	Pc	Pekerjaan Pengecoran Kolom 35/40 Lantai I
19	Qa	Pekerjaan Pembesian Kolom 40/60 Lantai I
20	Qb	Pekerjaan Bekesting Kolom 40/60 Lantai I
21	Qc	Pekerjaan Pengecoran Kolom 40/60 Lantai I
22	A2.a	Pekerjaan Bekesting Plat Lantai I
23	A2.b	Pekerjaan Pembesian Plat Lantai I
24	A2.c	Pekerjaan Pengecoran Plat Lantai I

3.5 Pemerataan tenaga kerja

Pemerataan tenaga kerja dilakukan dengan menggunakan metode minimum moment algoritim (MMA). Batasan metode ini dicapai pada saat nilai perbaikan (IF) telah mencapai harga negatif. Sasaran MMA adalah untuk mencapai pendistribusian sumber daya yang seragam selama pelaksanaan proyek. Dalam perencanaan ini penulis meninjau dua sumber daya yaitu pekerja dan tukang pada pekerjaan pondasi dan beton. hasil perhitungan pemerataan tenaga kerja dengan menggunakan metode MMA dapat dilihat pada Tabel dibawah ini

1. Nilai IF untuk sumber daya pekerja

Tabel 2. Nilai IF untuk Aktivitas E (1/4)

No	IF	r	$\sum X_i$	$\sum W_i$	m	IF E
1	$r \times (\sum X_i - \sum W_i - m \times r)$	5	36	31	1	0
2	$r \times (\sum X_i - \sum W_i - m \times r)$	5	72	62	2	0
3	$r \times (\sum X_i - \sum W_i - m \times r)$	5	108	93	3	0
4	$r \times (\sum X_i - \sum W_i - m \times r)$	5	144	124	4	0
5	$r \times (\sum X_i - \sum W_i - m \times r)$	5	180	155	5	0
6	$r \times (\sum X_i - \sum W_i - m \times r)$	5	216	186	6	0
7	$r \times (\sum X_i - \sum W_i - m \times r)$	5	252	217	7	0
8	$r \times (\sum X_i - \sum W_i - m \times r)$	5	288	248	8	0
9	$r \times (\sum X_i - \sum W_i - m \times r)$	5	324	279	9	0
10	$r \times (\sum X_i - \sum W_i - m \times r)$	5	360	310	10	0
11	$r \times (\sum X_i - \sum W_i - m \times r)$	5	396	341	11	0
12	$r \times (\sum X_i - \sum W_i - m \times r)$	5	432	372	12	0
13	$r \times (\sum X_i - \sum W_i - m \times r)$	5	468	403	13	0
14	$r \times (\sum X_i - \sum W_i - m \times r)$	5	504	434	14	0
15	$r \times (\sum X_i - \sum W_i - m \times r)$	5	540	465	15	0
16	$r \times (\sum X_i - \sum W_i - m \times r)$	5	576	496	16	0

Nilai IF untuk sumber daya pekerja pada aktivitas E, adalah 0, nilai ini derdapat sebelum adanya perbaikan pada aktivitas ini,

Tabel 3. Nilai IF untuk Aktivitas E (2/4)

No	IF	r	ΣXi	ΣWi	m	IF E
1	$r \times (\Sigma Xi - \Sigma Wi - m \times r)$	5	31	36	1	-50
2	$r \times (\Sigma Xi - \Sigma Wi - m \times r)$	5	62	72	2	-100
3	$r \times (\Sigma Xi - \Sigma Wi - m \times r)$	5	93	108	3	-150
4	$r \times (\Sigma Xi - \Sigma Wi - m \times r)$	5	124	144	4	-200
5	$r \times (\Sigma Xi - \Sigma Wi - m \times r)$	5	155	180	5	-250
6	$r \times (\Sigma Xi - \Sigma Wi - m \times r)$	5	186	216	6	-300
7	$r \times (\Sigma Xi - \Sigma Wi - m \times r)$	5	217	252	7	-350
8	$r \times (\Sigma Xi - \Sigma Wi - m \times r)$	5	248	288	8	-400
9	$r \times (\Sigma Xi - \Sigma Wi - m \times r)$	5	279	324	9	-450
10	$r \times (\Sigma Xi - \Sigma Wi - m \times r)$	5	310	360	10	-500
11	$r \times (\Sigma Xi - \Sigma Wi - m \times r)$	5	341	396	11	-550
12	$r \times (\Sigma Xi - \Sigma Wi - m \times r)$	5	372	432	12	-600
13	$r \times (\Sigma Xi - \Sigma Wi - m \times r)$	5	403	468	13	-650
14	$r \times (\Sigma Xi - \Sigma Wi - m \times r)$	5	434	504	14	-700
15	$r \times (\Sigma Xi - \Sigma Wi - m \times r)$	5	465	540	15	-750
16	$r \times (\Sigma Xi - \Sigma Wi - m \times r)$	5	496	576	16	-800

Nilai IF untuk sumber daya pekerja pada aktivitas E, sudah terdapat nilai negatif, nilai ini derdapat setelah adanya perbaikan ke dua pada aktivitas ini, dimana nilai ini akan di hitung menggunakan hisdrongram pada perhitungan selanjutnya yang akan menentukan seberapa besar pergeseran hari pada aktivitas pada kegiatan ini.

2. Nilai IF untuk sumber daya tukang

Tabel 4. Nilai IF untuk Aktivitas E (3/4)

No	IF	r	ΣXi	ΣWi	m	IF E
1	$r \times (\Sigma Xi - \Sigma Wi - m \times r)$	3	10	7	1	0
2	$r \times (\Sigma Xi - \Sigma Wi - m \times r)$	3	20	14	2	0
3	$r \times (\Sigma Xi - \Sigma Wi - m \times r)$	3	30	21	3	0
4	$r \times (\Sigma Xi - \Sigma Wi - m \times r)$	3	40	28	4	0
5	$r \times (\Sigma Xi - \Sigma Wi - m \times r)$	3	50	35	5	0
6	$r \times (\Sigma Xi - \Sigma Wi - m \times r)$	3	60	42	6	0
7	$r \times (\Sigma Xi - \Sigma Wi - m \times r)$	3	70	49	7	0
8	$r \times (\Sigma Xi - \Sigma Wi - m \times r)$	3	80	56	8	0
9	$r \times (\Sigma Xi - \Sigma Wi - m \times r)$	3	90	63	9	0
10	$r \times (\Sigma Xi - \Sigma Wi - m \times r)$	3	100	70	10	0
11	$r \times (\Sigma Xi - \Sigma Wi - m \times r)$	3	110	77	11	0
12	$r \times (\Sigma Xi - \Sigma Wi - m \times r)$	3	120	84	12	0
13	$r \times (\Sigma Xi - \Sigma Wi - m \times r)$	3	130	91	13	0
14	$r \times (\Sigma Xi - \Sigma Wi - m \times r)$	3	140	98	14	0
15	$r \times (\Sigma Xi - \Sigma Wi - m \times r)$	3	150	105	15	0
16	$r \times (\Sigma Xi - \Sigma Wi - m \times r)$	3	160	112	16	0

Nilai IF untuk sumber daya tukang pada aktivitas E, adalah 0, nilai ini derdapat sebelum adanya perbaikan pada aktivitas ini,

Nilai Harga IF untuk Aktifitas yang Mengalami Perbaikan Kedua.

Tabel 5. Nilai IF untuk Aktivitas E (4/4)

No	IF	r	ΣX_i	ΣW_i	m	IF E
1	$r \times (\Sigma X_i - \Sigma W_i - m \times r)$	3	7	10	1	-18
2	$r \times (\Sigma X_i - \Sigma W_i - m \times r)$	3	14	20	2	-36
3	$r \times (\Sigma X_i - \Sigma W_i - m \times r)$	3	21	30	3	-54
4	$r \times (\Sigma X_i - \Sigma W_i - m \times r)$	3	28	40	4	-72
5	$r \times (\Sigma X_i - \Sigma W_i - m \times r)$	3	35	50	5	-90
6	$r \times (\Sigma X_i - \Sigma W_i - m \times r)$	3	42	60	6	-108
7	$r \times (\Sigma X_i - \Sigma W_i - m \times r)$	3	49	70	7	-126
8	$r \times (\Sigma X_i - \Sigma W_i - m \times r)$	3	56	80	8	-144
9	$r \times (\Sigma X_i - \Sigma W_i - m \times r)$	3	63	90	9	-162
10	$r \times (\Sigma X_i - \Sigma W_i - m \times r)$	3	70	100	10	-180
11	$r \times (\Sigma X_i - \Sigma W_i - m \times r)$	3	77	110	11	-198
12	$r \times (\Sigma X_i - \Sigma W_i - m \times r)$	3	84	120	12	-216
13	$r \times (\Sigma X_i - \Sigma W_i - m \times r)$	3	91	130	13	-234
14	$r \times (\Sigma X_i - \Sigma W_i - m \times r)$	3	98	140	14	-252
15	$r \times (\Sigma X_i - \Sigma W_i - m \times r)$	3	105	150	15	-270
16	$r \times (\Sigma X_i - \Sigma W_i - m \times r)$	3	112	160	16	-288

Nilai IF untuk sumber daya tukang pada aktivitas E, sudah terdapat nilai negatif, nilai ini terdapat setelah adanya perbaikan ke dua pada aktivitas ini, dimana nilai ini akan di hitung menggunakan hisdrongram pada perhitungan selanjutnya yang akan menentukan seberapa besar pergeseran hari pada aktivitas pada kegiatan ini.

3.6 Histogram sumber daya manusia

Berdasarkan hasil perhitungan faktor perbaikan (IF) maka dapat dibuat histogram sumber daya manusia yang baru yaitu yang telah mengalami perbaikan. Perbaikan yang terjadi hanya pada aktifitas yang mempunyai *free float*. Histogram sumber daya yang didapat telah sesuai dengan tolak ukur dari metode MMA yaitu pada saat harga IF telah mencapai harga negatif.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data dan pembahasan dapat diperoleh suatu kesimpulan yang merupakan hasil akhir dari penulisan ini dan juga saran yang perlu disampaikan. Dari hasil perencanaan dengan menggunakan metode minimum moment algorithm (MMA), maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Dari hasil Perencanaan Penjadwalan Tenaga Kerja diperoleh durasi proyek selama 127 hari.
2. Dari hasil Perencanaan didapatkan aktivitas yang memiliki *free float* yaitu kegiatan :
 - a. Urugan tanah kembali (I)
 - b. Pasangan batu kali (J)
 - c. Kosen pintu dan jendela (S)
3. Dari hasil akhir perbaikan dengan faktor *improvement factor* (IF) didapatkan aktifitas yang mempunyai *free float* telah mencapai harga negatif dan ini menandakan bahwa alokasi tenaga kerja yang digunakan telah relatif merata sesuai dengan tolak ukur harga IF telah mencapai harga negatif semua.

5. Saran

1. Untuk perencanaan lebih lanjut, perhitungan faktor perbaikan (IF) dapat dikembangkan dengan memanfaatkan waktu ambang total (*Total Float*) atau penambahan waktu proyek bila dipandang menguntungkan dalam hal pemerataan sumber daya dalam rangka mencapai solusi seoptimal mungkin.
2. Sebaiknya durasi tiap-tiap pekerjaan dan hubungan antar pekerjaan ditentukan berdasarkan pengamatan langsung dilapangan pada saat proses pembangunan sedang berjalan, sehingga hasil penjadwalan tenaga kerja menjadi lebih realitis.

3. untuk mempermudah penjadwalan para perencana sudah seharusnya menggunakan program aplikasi personal komputer, karena selain dapat menghemat waktu juga dapat langsung diperoleh gambaran berapa jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan.

6. References

- [1] Niko Saputra. 2021, *Analisa Penjadwalan Proyek dengan Metode Critical Path Method (CPM)*, Fakultas Teknik Universitas Batanghari
- [2] Elfira Safitri. 2019, *Optimasi Penjadwalan Proyek menggunakan CPM dan PDM*, Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sultan Syarif Kasim Riau.
- [3] Neor Karina Tika. 2022, *Penetapan Manajemen Proyek Dengan Metode CPM dan PERT*, Universitas Borneo Tarakan.
- [4] Stefanus, S, 2007 *Perencanaan dan Evaluasi*, Bumi Airlangga University, Surabaya
- [5] Faizal, H 2013, *Prinsip-Prinsip Network Planning*, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah, surakarta.
- [6] Bachtiar, I 2020, *Rencana Dan Estimate Real of Cost*, Bumi Aksara, Jakarta
- [7] Badri, S, 2001, *Dasar-dasar Network Planning*, Penerbit PT. Rika Cipta, Jakarta.
- [8] Ervianto, W. I., 2005, *Construction Project Schedulling*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- [9] Ervianto, W. I., 2002, *Manajemen Proyek Konstruksi*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- [10] Ervianto, W. I., 2004, *Teori Aplikasi Manajemen Proyek Konstruksi*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- [11] Soeharto, I., 1999, *Manajemen Proyek (Dari Konseptual sampai Operasional)*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- [12] Husen. 2009, *Manajemen Proyek*, Gramedia Pustaka, Jakarta
- [13] Armaini Akhirson Karaini, 1994. *Pengantar Manajemen Proyek*. Gunadarma, Depok
- [14] Sugiyono, 2012. *Metode Penelitian Kuantitatif*. Bandung: ALFABET
- [15] Fa Safitri. 2021. Analisis Penjadwalan Proyek Gedung Menggunakan Metode CPM-PERT (Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung APSLC Universitas Gadjah Mada). Universitas Islam Indonesia