

Analisis Penambahan Tenaga Kerja Menggunakan Metode *Duration Cost Trade Off* Pada Proyek Pembangunan Gedung Kantor Badan Kepegawaian Aceh

Tika Endis Liani¹, Bunyamin², Heru Pramanda³, Jefri⁴, Imransyah Idroes⁵

¹²³⁴⁵Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Iskandar Muda, Banda Aceh, Indonesia

*Koresponden email: tikaendisliani@gmail.com

Diterima: 21 Juli 2024

Disetujui: 31 Juli 2024

Abstract

A construction project is a series of sensitive work mechanisms because each aspect influences each other. The BKA (Aceh Civil Service Agency) office building construction project is one of the construction projects that has an important role in infrastructure development in Aceh, therefore, additional workforce is an alternative to speed up this project. The benefit of this research is that it can be a basis for developing best practices in construction project management which involves analyzing additional workforce. In this study, a comparison of 2 hours overtime and 4 hours overtime along with 2 and 4 additional workers is used, which is more efficient in terms of cost and time. After the data is obtained, it is then processed with *Microsoft Project Software* to obtain the critical path of the work. The critical path obtained will be the focus of analysis and processed using *Microsoft Excel* software. Based on the calculation of each job on the critical path, the result is that after adding 2 hours the *crashing* duration is 291.96 days at a cost of IDR 16,805,938,810, for the addition of 4 hours of work the *crashing* duration is obtained. 257.45 days at a cost of IDR 14,819,782,405. Adding 2 workers costs IDR 8,579,874,024 and adding 4 workers costs IDR 8,579,874,024. Based on the addition of 2 and 4 hours of overtime hours with the addition of 2 to 4 workers, the most effective is the addition of 4 workers from 4 hours of overtime, because it produces the cheapest costs of IDR 8,579,874,024 with a duration of 257.45 days.

Keywords: Additional Labor, Overtime, *Duration Cost Trade Off*.

Abstrak

Proyek konstruksi merupakan rangkaian mekanisme pekerjaan yang sensitif karena setiap aspek saling mempengaruhi antara satu dengan yang lainnya. Proyek pembangunan gedung kantor BKA (Badan Kepegawaian Aceh) merupakan salah satu proyek konstruksi yang memiliki peran penting dalam pengembangan infrastruktur di Aceh, oleh karena itu, penambahan tenaga kerja menjadi salah satu alternatif untuk mempercepat proyek ini. Tujuan penelitian ini memberikan landasan yang kuat bagi manajer proyek dalam mengambil keputusan strategis terkait penambahan atau pengurangan tenaga kerja. Manfaat dari penelitian ini ialah dapat menjadi dasar bagi pengembangan praktik-praktik terbaik dalam manajemen proyek konstruksi yang melibatkan analisis penambahan tenaga kerja. Pada penelitian ini menggunakan perbandingan 2 jam lembur dan 4 jam lembur beserta 2 dan 4 orang penambahan tenaga kerja manakah yang lebih efisien menurut biaya dan waktu. Setelah data didapatkan, kemudian diolah dengan *Software Microsoft Project* untuk mendapatkan lintasan kritis pekerjaan. Lintasan kritis yang didapatkan akan menjadi fokus analisa dan diolah menggunakan *Software Microsoft Excel*. Berdasarkan hitungan dari setiap pekerjaan pada lintasan kritis maka didapatkan hasil bahwa setelah penambahan 2 jam durasi *crashing* 291,96 hari dengan biaya Rp 16.805.938.810, untuk penambahan 4 jam kerja didapatkan durasi *crashing*. 257,45 hari dengan biaya Rp 14.819.782.405. Penambahan 2 tenaga kerja didapatkan biaya Rp 8.579.874.024 dan untuk penambahan 4 tenaga kerja didapatkan biaya Rp 8.579.874.024. Berdasarkan penambahan jam lembur 2 dan 4 jam dengan penambahan 2 sampai 4 tenaga kerja yang paling efektif adalah penambahan 4 tenaga kerja dari waktu lembur 4 jam, karena menghasilkan biaya termurah sebesar Rp 8.579.874.024 dengan durasi sebesar 257,45 hari.

Kata Kunci: Penambahan Tenaga Kerja, Waktu Lembur, *Duration Cost Trade Off*.

1. Introduction

Pada sebuah proyek pembangunan yang sudah terdapat manajemen konstruksi yang sudah terstruktur, maka proyek tersebut memiliki peluang lebih besar untuk mendapatkan kesuksesan dalam pelaksanaan konstruksinya. Oleh karenanya dalam jasa konstruksi dituntut untuk mampu bersaing melaksanakan proyek secara tepat waktu (on schedule), anggaran yang terkendali (on budget) dan mutu sesuai spesifikasi pekerjaan (on specification). Adapun proyek konstruksi merupakan rangkaian mekanisme pekerjaan yang sensitif karena setiap aspek dalam proyek konstruksi saling mempengaruhi antara satu dengan yang lainnya. Maka alternatif yang biasa digunakan untuk menunjang percepatan aktivitas adalah dengan penambahan jam kerja dan penambahan tenaga kerja sehingga berpengaruh pada biaya total proyek. Adanya potensi keterlambatan yang signifikan dalam penyelesaian pengerjaan proyek tersebut, maka perlu dilakukan penelitian mengenai analisis Duration Cost Trade Off untuk mengejar keterlambatan pelaksanaan proyek tersebut. Dengan penerapan analisis tersebut, harapannya adalah hasil akhir penyelesaian proyek akan mencapai kesuksesan untuk mengejar keterlambatan dan proyek selesai dengan tepat waktu (on schedule). Proyek pembangunan gedung kantor BKA (Badan Kepegawaian Aceh) merupakan salah satu proyek konstruksi yang memiliki peran penting dalam pengembangan infrastruktur di Aceh.

2. Material and Methods

2.1 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan langkah awal setelah tahap persiapan dalam proses pelaksanaan evaluasi dan perencanaan yang sangat penting sehingga dapat ditentukan permasalahan dan rangkaian penentuan alternatif pemecahan masalah yang akan diambil.

Metode yang digunakan dalam pengumpulan data adalah pengamatan secara langsung di lapangan dengan jalan melakukan survei lapangan. Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari dua jenis yaitu data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang didapat langsung dari lapangan melalui survei. Sedangkan data sekunder merupakan data yang diambil dari data yang telah ada dari referensi dan instansi-instansi terkait untuk mendukung data primer. Adapun data yang dibutuhkan baik primer dan sekunder adalah sebagai berikut.

2.1.1 Data Primer

Data primer pada penelitian ini diperoleh melalui metode pengolahan data dan analisis yang hasilnya merupakan biaya pelaksanaan proyek setelah dilakukan perbandingan penambahan tenaga kerja terhadap biaya pelaksanaan proyek.

2.1.2 Data Sekunder

1. Peta Banda Aceh
2. Peta lokasi penelitian
3. Data cumulative progress (kurva-S)
4. Rencana Anggaran Biaya (RAB)
5. Kontrak Proyek

2.2 Alat Penelitian

Dalam penelitian ini menggunakan beberapa alat untuk menunjang pelaksanaan sebagai berikut :

1. Laptop untuk menginput data dari lapangan
2. *Camera digital/smartphone*, digunakan untuk mengambil dokumentasi data di lapangan.

3. Results and Discussion

3.1 Biaya langsung

Biaya langsung (*direct cost*) merupakan biaya yang langsung berhubungan dengan pekerjaan konstruksi di lapangan. Biaya langsung ini diperoleh dengan mengalikan volume pekerjaan dengan harga satuan pekerjaan tersebut. Yang dipilih sebagai biaya langsung pada proyek ini yaitu biaya upah pekerja dan material atau sama dengan harga satuan pada RAB x 88%. Hal ini dikarena profit atau keuntungan Kontraktor pada proyek ini diasumsikan sebesar 12%. Perhitungan besarnya biaya langsung sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya Langsung} &= 88\% \times \text{Rencana Anggaran Biaya} \\
 &= 88\% \times \text{Rp.15.202.208.000,-} \\
 &= \text{Rp.13.377.943.040,-}
 \end{aligned}$$

3.2 Biaya Tidak Langsung

Biaya tidak langsung (*indirect cost*) adalah biaya yang tidak secara langsung berhubungan dengan konstruksi, tetapi harus ada dan tidak dapat dilepaskan dari proyek tersebut. Yang dipilih sebagai biaya tidak langsung pada proyek ini sebagai berikut :

1. Profit

Berdasarkan surat perjanjian pemborongan (kontrak), profit untuk kontraktor besarnya adalah 12% dari Harga Satuan RAB (*direct cost*). Perhitungan besarnya profit sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah harga total pekerjaan} &= \text{Rp.15.202.208.000,-} \\
 \text{Total biaya langsung} &= \text{Rp.13.377.943.040,-} \\
 \text{Profit} &= \text{Rp.1.824.264.960,-}
 \end{aligned}$$

2. Pertambahan Pajak Nilai (PPN)

Berdasarkan surat perjanjian pemborongan (kontrak), Pertambahan Pajak Nilai (PPN) sebesar 10% dari real cost ditanggung oleh kontraktor. Perhitungan besarnya PPN sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{PPN (12\% dari Real Cost)} &= 12\% \times \text{Jumlah harga total pekerjaan} \\
 &= 12\% \times \text{Rp.15.202.208.000,-} \\
 &= \text{Rp.1.824.264.960,-}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Total biaya tidak langsung} &= \text{Profit} + \text{PPN} \\
 &= \text{Rp.1.824.264.960} + \text{Rp.1.824.264.960} \\
 &= \text{Rp.3.648.529.920,-}
 \end{aligned}$$

3. Biaya Total Proyek

Rincian biaya total pada Proyek Pembangunan Gedung Kantor Badan Kepegawaian Aceh seperti terlihat pada Tabel 4.1 berikut :

Tabel 4.1 Rincian Biaya Total Proyek

No	Jenis Biaya	Jumlah (Rp)
1	Biaya Langsung	Rp.13.377.943.040,-
2	Biaya Tidak Langsung	Rp.3.648.529.920,-
Total Biaya		Rp. 17.026.472.960,-

3.3 Lintasan Kritis

Lintasan kritis merupakan jalur aktivitas yang apabila aktivitas tersebut mengalami keterlambatan maka akan mempengaruhi durasi proyek secara keseluruhan. Lintasan kritis ini didapat dari bantuan *Microsoft Office Project*. Untuk menyederhanakan dalam mencari lintasan kritis melalui *Microsoft Project*, maka item - item pekerjaan yang dimasukkan dalam *Microsoft Project* berdasarkan dengan rekap Rencana Anggaran Biaya proyek. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada lampiran B halaman . Berikut kegiatan-kegiatan kritis berdasarkan pengolahan data menggunakan *Microsoft Office Project* :

1. Pekerjaan beton bertulang lantai 1.
2. Pekerjaan beton bertulang lantai 2.
3. Pekerjaan beton bertulang lantai 3.

3.4 Penerapan Metode *Duration Cost Trade Off*

3.4.1 Penambahan Jam Kerja

Untuk mempercepat durasi penyelesaian proyek, maka dilakukan percepatan pekerjaan pada kegiatan-kegiatan kritis. Pada tugas akhir ini peneliti melakukan percepatan durasi proyek dengan menggunakan penambahan jam kerja (lembur) dengan dua *shift* yaitu 2 jam kerja (lembur) dan 4 jam

kerja (lembur). Rencana kerja yang akan dilakukan guna untuk mempercepat durasi sebuah pekerjaan dengan alternatif penambahan jam kerja (lembur) sebagai berikut :

1. Waktu kerja normal adalah 8 jam kerja per hari (08.00 – 17.00) dengan 1 jam istirahat (12.00 – 13.00), sedangkan kerja lembur dilakukan setelah waktu kerja normal selama 2 jam per hari (18.00 – 22.00). Dalam seminggu hanya dilakukan 6 hari kerja, yaitu Senin – Sabtu.
2. Menurut keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor KEP.102/MEN/VI/2004 pasal 3, pasal 7 dan pasal 11 standar upah untuk lembur adalah.
 - a. Waktu kerja lembur hanya dapat dilakukan paling banyak 3 (jam) dalam 1 (satu) hari dan 14 (empat belas) jam dalam 1 (satu) minggu.
 - b. Memberikan makanan dan minuman sekurang-kurangnya 1.400 kalori apabila kerja lembur dilakukan selama 3 jam atau lebih.
 - c. Untuk kerja lembur pertama harus dibayar sebesar 1,5 kali upah sejam.
 - d. Untuk setiap jam kerja lembur berikutnya harus dibayar upah sebesar 2 kali lipat upah satu jam.

3. Analisis Biaya Normal

Biaya normal per hari (*standart cost*)

Upah pekerja per hari

$$= \text{Rp. } 150.000,-$$

Upah pekerja per jam

$$= \frac{\text{Upah pekerja per hari}}{\text{Jam kerja normal per hari}}$$

$$= \frac{\text{Rp. } 150.000,-}{8 \text{ Jam}}$$

$$= \text{Rp. } 18.750,-$$

4. Analisis Biaya Lembur

Biaya lembur per hari

Lembur 2 jam

$$= (1,5 \times \text{Upah pekerja normal perjam}) + (2 \times 1 \times \text{Upah}$$

pekerja normal perjam)

$$= (1,5 \times \text{Rp. } 18.750) + (2 \times 1 \times \text{Rp. } 18.750)$$

$$= \text{Rp. } 65.625,-$$

Lembur 4 jam

$$= (1,5 \times \text{Upah pekerja normal perjam}) + (2 \times 3 \times \text{Upah pekerja normal perjam})$$

$$= (1,5 \times \text{Rp. } 18.750) + (2 \times 3 \times \text{Rp. } 18.750)$$

$$= \text{Rp. } 140.625,-$$

Berdasarkan upah harian maka hasil untuk upah lembur tenaga kerja perhari dan upah lembur tenaga kerja 2 – 4 jam dapat dilihat pada Tabel 4.2 sebagai berikut :

Tabel 4.2 Upah Lembur Tenaga Kerja

No	Jenis Pekerja	Upah Kerja Per Hari	Upah Kerja Per Jam	Upah Kerja Lembur	
				2 Jam	4 Jam
1	Mandor	Rp. 180.000,-	Rp. 22.500,-	Rp. 78.750,-	Rp. 168.750,-
2	Kepala Tukang	Rp. 165.000,-	Rp. 20.625,-	Rp. 72.187,-	Rp. 154.687,-
3	Tukang Besi	Rp. 160.000,-	Rp. 20.000,-	Rp. 70.000,-	Rp. 150.000,-
4	Tukang Kayu	Rp. 160.000,-	Rp. 20.000,-	Rp. 70.000,-	Rp. 150.000,-
5	Pekerja	Rp. 150.000,-	Rp. 18.750,-	Rp. 65.625,-	Rp. 140.625,-

5. Analisis Durasi Percepatan

Produktivitas kerja lembur untuk 2 jam per hari diperhitungkan sebesar 80% dan 4 jam per hari diperhitungkan sebesar 60% dari produktivitas normal. Penurunan produktivitas untuk kerja lembur ini disebabkan oleh kelelahan pekerja, keterbatasan pandangan pada malam hari serta keadaan cuaca yang dingin. Untuk kegiatan-kegiatan kritis yang akan dipercepat durasi percepatan dihitung berdasarkan penambahan jam lembur dari durasi normal yang ada. Adapun salah satu contoh perhitungannya adalah perhitungan pekerjaan bekisting beton bertulang lantai 2,3,4 dan 5 sebagai berikut :

- a. Durasi yang bisa di *crash* berdasarkan penambahan 2 jam lembur.

Volume

$$\frac{(\text{Prod. perjam} \times \text{jam kerja}) + (\sum \text{jam lembur} \times \text{penurunan prod.} \times \text{prod perjam})}{\text{Nama pekerjaan}} = \text{Pas. Beton cor Lantai Kerja pondasi}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume pekerjaan} &= 20,21 \text{ M}^3 \\
 \text{Durasi normal} &= 19 \text{ hari} \\
 \text{Produktivitas normal perhari} &= \frac{\text{Volume}}{\text{Durasi Normal}} \\
 &= \frac{20,21 \text{ M}^3}{19} \\
 &= 1,06 \text{ M}^3/\text{hari} \\
 \text{Produktivitas normal perjam} &= \frac{\text{Produktivitas normal perhari}}{\text{Jam kerja}} \\
 &= \frac{1,06 \text{ M}^3}{8 \text{ Jam}} \\
 &= 0,13 \text{ M}^3/\text{jam} \\
 \text{Produktivitas lembur perhari} &= 0,9 \times \text{produktivitas normal perjam} \times \text{jam lembur kerja perjam} + \\
 &\quad 0,8 \times \text{produktivitas normal perjam} \times \text{jam lembur kerja perjam} \\
 &= 0,9 \times 0,13 \times 1 + 0,8 \times 0,13 \times 1 \\
 &= 0,22 \text{ M}^3/\text{hari} \\
 \text{Produktivitas lembur perjam} &= \frac{\text{Produktivitas lembur}}{\text{Jam lembur perhari}} \\
 &= \frac{0,22 \text{ M}^3}{2 \text{ Jam}} \\
 &= 0,11 \text{ M}^3/\text{jam} \\
 \text{Produktivitas per hari setelah lembur 2 jam} &= \text{Produktivitas normal per hari} + \text{Produktivitas lembur 2 jam} \\
 &= 1,06 \text{ M}^3/\text{hari} + 0,11 \text{ M}^3/\text{hari} \\
 &= 1,18 \text{ M}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Maksimal crashing} &= \frac{\text{Volume}}{(\text{Prod. per jam} \times \text{jam kerja}) + (\sum \text{jam lembur} \times \text{penurunan prod.} \times \text{prod per jam})} \\
 &= \frac{20,21}{(0,13 \times 8) + (1 \times 0,9 \times 0,13) + (1 \times 0,8 \times 0,13)} \\
 &= 15,67 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Maka maksimal crashing} &= 19 - 15,67 \\
 &= 3,33 \approx 3 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

- a. Durasi yang bisa di *crash* berdasarkan penambahan 4 jam lembur.

$$\begin{aligned}
 &\frac{\text{Volume}}{(\text{Prod. per jam} \times \text{jam kerja}) + (\sum \text{jam lembur} \times \text{penurunan prod.} \times \text{prod per jam})} \\
 \text{Nama pekerjaan} &= \text{Pas. Beton cor Lantai Kerja pondasi} \\
 \text{Volume pekerjaan} &= 20,21 \text{ M}^3 \\
 \text{Durasi normal} &= 19 \text{ hari} \\
 \text{Produktivitas normal perhari} &= \frac{\text{Volume}}{\text{Durasi Normal}} \\
 &= \frac{20,21 \text{ M}^3}{19} \\
 &= 1,06 \text{ M}^3/\text{hari} \\
 \text{Produktivitas normal perjam} &= \frac{\text{Produktivitas normal perhari}}{\text{Jam kerja}} \\
 &= \frac{1,06 \text{ M}^3}{8 \text{ Jam}} \\
 &= 0,13 \text{ M}^3/\text{jam} \\
 \text{Produktivitas lembur perhari} &= 0,9 \times \text{produktivitas normal perjam} \times \text{jam lembur kerja perjam} + \\
 &\quad 0,8 \times \text{produktivitas normal perjam} \times \text{jam lembur kerja perjam} + 0,7 \times \text{produktivitas} \\
 &\quad \text{normal perjam} \times \text{jam lembur kerja perjam} + 0,6 \times \\
 &\quad \text{produktivitas normal perjam} \times \text{jam lembur kerja perjam} \\
 &= 0,9 \times 0,13 \times 1 + 0,8 \times 0,13 \times 1 + 0,7 \times 0,13 \times 1 + 0,6 \times 0,13 \times \\
 &\quad 1 \\
 &= 0,40 \text{ M}^3/\text{hari} \\
 \text{Produktivitas lembur perjam} &= \frac{\text{Produktivitas lembur}}{\text{Jam lembur perha}}
 \end{aligned}$$

$$= \frac{0,40 \text{ M}^3}{4 \text{ Jam}}$$

$$= 0,10 \text{ M}^3/\text{jam}$$

Produktivitas per hari setelah lembur 4 jam
 = Produktivitas normal per hari + Produktivitas lembur 4 jam
 = $1,06 \text{ m}^2/\text{hari} + 0,10 \text{ m}^2/\text{hari}$
 = $1,16 \text{ m}^2/\text{hari}$

Maksimal *crashing*

$$= \frac{\text{Volume}}{(\text{Prod.per jam} \times \text{jam kerja}) + (\sum \text{jam lembur} \times \text{penurunan prod.} \times \text{prod per jam})}$$

$$= \frac{20,21}{(0,13 \times 8) + (1 \times 0,9 \times 0,13) + (1 \times 0,8 \times 0,13) + (1 \times 0,7 \times 0,13) + (1 \times 0,6 \times 0,13)}$$

$$= 13,82 \text{ hari}$$

Maka maksimal *crashing* = $19 - 13,82 = 5,18 \approx 5 \text{ hari}$

6. Analisis Biaya Percepatan

Biaya percepatan merupakan biaya yang dihasilkan akibat adanya durasi percepatan yang disebabkan oleh lembur 2 – 4 jam dalam sehari. Untuk kegiatan-kegiatan kritis yang akan dihitung biaya percepatannya berdasarkan penambahan jam lembur dan durasi percepatan. Berikut perhitungan total biaya percepatan :

a. Kondisi 2 jam lembur

Volume pekerjaan = $20,21 \text{ M}^3$
 Durasi normal = 19 hari (dengan jam kerja 8 jam/hari)
 Durasi percepatan = 15,67 hari (jam kerja 10 jam/hari)
 Selisih durasi = 3,33 hari

Jumlah tenaga kerja yang digunakan = $\frac{\text{Koefisien} \times \text{volume}}{\text{Durasi}}$

Pekerja = $\frac{0,66 \times 20,21}{19} = 0,70 \text{ oh}$

Tukang Besi = $\frac{0,33 \times 20,21}{19} = 0,35 \text{ oh}$

Kepala Tukang = $\frac{0,033 \times 20,21}{19} = 0,04 \text{ oh}$

Mandor = $\frac{0,033 \times 20,21}{19} = 0,04 \text{ oh}$

Biaya lembur 2 jam = Jumlah tenaga kerja x Harga upah lembur

Pekerja = $0,70 \times \text{Rp } 62.625,- = \text{Rp } 43.965,-$

Tukang = $0,35 \times \text{Rp } 70.000,- = \text{Rp } 24.571,-$

Kepala tukang = $0,04 \times \text{Rp } 72.187,- = \text{Rp } 2.534,-$

Mandor = $0,04 \times \text{Rp } 78.750,- = \text{Rp } 2.764,-$

Total upah lembur 2 jam = $\text{Rp } 73.834,-$

b. Kondisi 4 jam lembur

Volume pekerjaan = $20,21 \text{ M}^3$
 Durasi normal = 19 hari (dengan jam kerja 8 jam/hari)
 Durasi percepatan = 13,82 hari (jam kerja 12 jam/hari)
 Selisih durasi = 5,18 hari

Jumlah tenaga kerja yang digunakan = $\frac{\text{Koefisien} \times \text{volume}}{\text{Durasi}}$

Pekerja = $\frac{0,66 \times 20,21}{19} = 0,70 \text{ oh}$

Tukang Besi = $\frac{0,33 \times 20,21}{19} = 0,35 \text{ oh}$

Kepala Tukang = $\frac{0,033 \times 20,21}{19} = 0,04 \text{ oh}$

Mandor = $\frac{0,033 \times 20,21}{19} = 0,04 \text{ oh}$

Biaya lembur 4 jam = Jumlah tenaga kerja x Harga upah lembur

Pekerja = $0,70 \times \text{Rp } 140.625,- = \text{Rp } 98.723,-$

Tukang kayu = $0,35 \times \text{Rp } 150.000,- = \text{Rp } 52.625,-$

Kepala tukang = $0,04 \times \text{Rp } 154.687,- = \text{Rp } 5.430,-$

Mandor = $0,04 \times \text{Rp } 168.750,- = \text{Rp } 5.923,-$

Total upah lembur 4 jam = Rp 162.729.-

4.4.2 Penambahan Tenaga Kerja

Penambahan tenaga kerja dilakukan dengan cara menghitung ulang kebutuhan tenaga kerja dari masing-masing kegiatan berdasarkan durasi percepatan atau durasi *crashing* yang akan dilakukan dengan tanpa melakukan penambahan jam kerja per hari. Berikut ini contoh perhitungan penambahan pekerja dan biaya penambahan pekerja :

1. Perhitungan penambahan tenaga kerja berdasarkan durasi normal

Nama pekerjaan = Pas. Beton cor Lantai Kerja pondasi
 Volume pekerjaan = 20,21 M³
 Durasi normal = 19 hari (dengan jam kerja 8 jam/hari) Kapasitas tenaga kerja adalah :

Pekerja = 0,66 oh @ 150.000,-
 Tukang Kayu/Besi = 0,33 oh @ 160.000,-
 Kepala Tukang = 0,033 oh @ 165.000,-
 Mandor = 0,033 oh @ 180.000,-

Perhitungan jumlah tenaga kerja per hari :

Jumlah tenaga kerja = $\frac{\text{Koefisien tenaga kerja} \times \text{volume}}{\text{Durasi Normal}}$

a. Pekerja = $\frac{0,66 \times 20,21}{19 \times 8}$
 = 0,088 orang/jam
 Upah Pekerja = 0,088 x Rp150.000,-
 = Rp 13.163,-

b. Tukang Kayu = $\frac{0,33 \times 20,21}{19 \times 8}$
 = 0,044 orang/jam
 Upah Tukang Kayu = 0,044 x Rp160.000,-
 = Rp 7.020,-

c. Kepala Tukang = $\frac{0,033 \times 20,21}{19 \times 8}$
 = 0,004 orang/jam
 Upah Kepala Tukang = 0,004 x Rp165.000,-
 = Rp 724,-

d. Mandor = $\frac{0,033 \times 20,21}{19 \times 8}$
 = 0,004 orang/jam
 Upah Pekerja = 0,004 x Rp180.000,-
 = Rp 790,-

Jadi upah tenaga kerja dengan durasi normal (19 hari) adalah :

= (upah pekerja + upah tukang kayu + upah kepala tukang + upah mandor) x jam kerja perhari x durasi normal

= (Rp 13.163 + Rp 7.020 + Rp 724 + Rp 790) x 8 x 19

= Rp 3.297.968,-

2. Perhitungan penambahan tenaga kerja berdasarkan durasi percepatan

Untuk penambahan 2 tenaga kerja

Nama pekerjaan = Pas. Beton cor Lantai Kerja bawah pondasi

Volume pekerjaan = 20,21 M³

Durasi normal = 19 hari (dengan jam kerja 8 jam/hari)

Durasi *Crashing* = 15,67 hari

Durasi percepatan = 3,33 hari

Kapasitas tenaga kerja adalah :

Pekerja = 0,66 oh @ 150.000,-

Tukang Kayu = 0,33 oh @ 160.000,-

Kepala Tukang = 0,033 oh @ 165.000,-

Mandor = 0,033 oh @ 180.000,-

Perhitungan jumlah tenaga kerja per hari :

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah tenaga kerja} &= \frac{\text{Koefisien tenaga kerja} \times \text{volume}}{\text{Durasi 2 Jam Lembur}} \\
 &= \frac{0,66 \times 20,21}{15,67 \times 8} \\
 &= 0,106 \text{ orang/jam} \\
 \text{Upah Pekerja} &= 0,106 \times \text{Rp}150.000,- \\
 &= \text{Rp} 15.960,- \\
 \text{b. Tukang Kayu} &= \frac{0,33 \times 20,21}{15,67 \times 8} \\
 &= 0,053 \text{ orang/jam} \\
 \text{Upah Tukang Kayu} &= 0,053 \times \text{Rp}160.000,- \\
 &= \text{Rp} 8.512,- \\
 \text{c. Kepala Tukang} &= \frac{0,033 \times 20,21}{15,67 \times 8} \\
 &= 0,005 \text{ orang/jam} \\
 \text{Upah Kepala Tukang} &= 0,005 \times \text{Rp}165.000,- \\
 &= \text{Rp} 878,- \\
 \text{d. Mandor} &= \frac{0,033 \times 20,21}{15,67 \times 8} \\
 &= 0,005 \text{ orang/jam} \\
 \text{Upah Pekerja} &= 0,005 \times \text{Rp}180.000,- \\
 &= \text{Rp} 958,-
 \end{aligned}$$

Jadi upah tenaga kerja dengan durasi lembur 2 jam (15,67 hari) adalah :
 = (upah pekerja + upah tukang kayu + upah kepala tukang + upah mandor) x jam kerja perhari x durasi lembur 2 jam
 = (Rp 15.960 + Rp 8.512 + Rp 878 + Rp 958) x 8 x 15,67
 = Rp 3.297.968,-

Untuk penambahan 4 tenaga kerja

Nama pekerjaan= Pas. Beton cor Lantai Kerja bawah pondasi

$$\begin{aligned}
 \text{Volume pekerjaan} &= 20,21 \text{ M}^3 \\
 \text{Durasi normal} &= 19 \text{ hari (dengan jam kerja 8 jam/hari)} \\
 \text{Durasi Crashing} &= 13,82 \text{ hari} \\
 \text{Durasi percepatan} &= 5,18 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Kapasitas tenaga kerja adalah :

$$\begin{aligned}
 \text{Pekerja} &= 0,66 \text{ oh @ } 150.000,- \\
 \text{Tukang Kayu} &= 0,33 \text{ oh @ } 160.000,- \\
 \text{Kepala Tukang} &= 0,033 \text{ oh @ } 165.000,- \\
 \text{Mandor} &= 0,033 \text{ oh @ } 180.000,-
 \end{aligned}$$

Perhitungan jumlah tenaga kerja per hari :

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah tenaga kerja} &= \frac{\text{Koefisien tenaga kerja} \times \text{volume}}{\text{Durasi 4 Jam Lembur}} \\
 &= \frac{0,66 \times 20,21}{13,82 \times 8} \\
 \text{a. Pekerja} &= 0,121 \text{ orang/jam} \\
 \text{Upah Pekerja} &= 0,121 \times \text{Rp}150.000,- \\
 &= \text{Rp} 18.099,- \\
 \text{b. Tukang Kayu} &= \frac{0,33 \times 20,21}{13,82 \times 8} \\
 &= 0,060 \text{ orang/jam} \\
 \text{Upah Tukang Kayu} &= 0,060 \times \text{Rp}160.000,- \\
 &= \text{Rp} 9.653,- \\
 \text{c. Kepala Tukang} &= \frac{0,033 \times 20,21}{13,82 \times 8} \\
 &= 0,006 \text{ orang/jam} \\
 \text{Upah Kepala Tukang} &= 0,006 \times \text{Rp}165.000,- \\
 &= \text{Rp} 995,- \\
 \text{d. Mandor} &= \frac{0,033 \times 20,21}{13,82 \times 8} \\
 &= 0,006 \text{ orang/jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Upah Pekerja} &= 0,006 \times \text{Rp}180.000,- \\ &= \text{Rp } 1.086,-\end{aligned}$$

Jadi upah tenaga kerja dengan durasi lembur 4 jam (13,82 hari) adalah :

$$\begin{aligned}&= (\text{upah pekerja} + \text{upah tukang kayu} + \text{upah kepala tukang} + \text{upah mandor}) \times \text{jam kerja perhari} \times \\ &\text{durasi lembur 4 jam} \\ &= (\text{Rp } 18.099 + \text{Rp } 9.653 + \text{Rp } 995 + \text{Rp } 1.086) \times 8 \times 13,82 \\ &= \text{Rp } 3.298.402,-\end{aligned}$$

4. Conclusion

Berdasarkan data serta hasil analisis dan pembahasan yang dilakukan pada Proyek Pembangunan Gedung Kantor Badan Kepegawaian Aceh maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Waktu dan biaya proyek pada kondisi normal sebesar 354 hari dengan biaya Rp 20.377.200.807
2. Setelah penambahan 2 jam kerja (lembur) didapatkan durasi *crashing* 291,96 hari dengan biaya Rp 16.805.938.810, untuk penambahan 4 jam kerja (lembur) didapatkan durasi *crashing* 257,45 hari dengan biaya Rp. 14.819.782.405.
3. Setelah dilakukan penambahan 2 tenaga kerja didapatkan durasi *crashing* 291,96 hari dengan biaya Rp 8.579.874.024 dan untuk penambahan 4 tenaga kerja didapatkan durasi *crashing* 257,45 hari dengan biaya Rp 8.579.874.024.
4. Berdasarkan penambahan jam lembur 2 dan 4 jam dengan penambahan 2 sampai 4 tenaga kerja yang paling efektif adalah penambahan 4 tenaga kerja dari waktu lembur 4 jam, karena menghasilkan biaya termurah sebesar Rp 8.579.874.024 dengan durasi sebesar 257,45 hari.
5. Biaya untuk mempercepat durasi proyek pada penambahan jam lembur atau penambahan tenaga kerja lebih murah dibandingkan dengan biaya yang harus dikeluarkan apabila proyek mengalami keterlambatan.

5. Acknowledgment

Penelitian ini didukung oleh universitas iskandar muda, Banda aceh, Indonesia. Selanjutnya penulis mengucapkan terima kasih yang tulus kepada Bapak Bunyamin, dan Bapak Heru Pramanda atas bimbingan berharga, dukungan yang tak tergoyahkan, dan masukan yang sangat berarti selama proses penelitian ini.

6. References

- [1] Al Fathoni, M. H., Hidayat, S., Nurhasanah, N., & Aribowo, B. (2023). Optimasi Biaya Dan Waktu Menggunakan Metode *Duration Cost Trade-Off* Pada Proyek Pengecatan Crane Tadano Gr-800ex. *Jurnal Teknik Industri*, 13(3), 238-244..
- [2] Anuari, D. (2018). Pengaruh Upah Minimum Dan Tingkat Pendidikan Terhadap Penyerapan Tenaga Kerja Di Provinsi Lampung Tahun 2010-2016 Perspektif Ekonomi Islam. *Uin Raden Intan Lampung*.
- [3] Febriana, W., & Aziz, U. A. (2021). Analisis Penjadwalan Proyek Dengan Metode *Pert* Menggunakan *Microsoft Project* 2016. *Surya Beton: Jurnal Ilmu Teknik Sipil*, 5(1), 37-45..
- [4] Kusyairi, A., Vitasari, P., & Kiswandono, K. (2020). Analisis Kelayakan Penambahan Tenaga Kerja Menggunakan Metode Work Sampling Dan Break Even Point Pada Usaha Kerupuk Rambak Di Umkm Bagus Surya Mojokerto. *Jurnal Valtech*, 3(2), 183-192.
- [5] Subakir, A. H., & Sugiyanto, S. (2022). Analisis Duration Cost Trade Off Untuk Mengejar Keterlambatan Pelaksanaan Proyek (Studi Kasus: Peningkatan Jalan Simorejo-Baureno Kabupaten Bojonegoro Jawa Timur). *Rang Teknik Journal*, 5(1), 8-23.
- [6] Napsiyana, A.G. (2007). *Perencanaan Dan Pengendalian Jadwal Dengan Menggunakan Microsoft Project Professional 2013* Dalam Pengelolaan Proyek. Fakultas Teknik Universitas Siliwangi. Tasikmalaya..
- [7] Wowor, F. N., Sompie, B. F., Walangitan, D. R. O., & Malingkas, G. Y. (2013). Aplikasi Microsoft Project Dalam Pengendalian Waktu Pelaksanaan Pekerjaan Proyek. *Jurnal Teknik Sipil*, 1(8), 543-548..
- [8] Wartinah, T.A.M.T. Danr.M.Y. (2013). *Penjadwalan proyek Pembangunan Gedung Research Centre Universitas Tadulako Dengan Menggunakan Microsoft Project Scheduling Of Construction*

- Project Research Centre Building Tadulako University By Using Microsoft Project..
- [9] Sedarmayanti. 2018. *Sumber Daya Manusia Dan Produktivitas Kerja*. Bandung: Cv.Mandar Maju..
 - [10] Kasus, S., Rumah, P., Amahusu, D., & Ambon, K. (2018). *Penjadwalan Waktu Proyek Pembangunan Rumah Dengan Menggunakan Cpm (Critical Path Method) Time Schedule Project Of Housing Development Using Cpm (Critical Path Method)* (Study Case : Residential Development In Amahusu Village , Ambon City).12, 61–68..
 - [11] Frederika, A. (2010). *Analisis Percepatan Pelaksanaan Dengan Menambah Jam Kerja Optimum Pada Proyek Kontruksi*. Jurnal Ilmiah Teknik Sipil.
 - [12] Cornelia, B, 2003. *Analisa Produktivitas Tenaga Kerja Dalam Kaitannya Terhadap Waktu Dan Pelaksanaan Proyek Kontruksi*. Tugas Akhir, Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Udayana, Denpasar..
 - [13] Cleland, D. I., & King, W. R. (2008). *Systems Analysis And Project. Management*. New York: Mc Graw-Hill.
 - [14] Alifen Et Al., 2000 Alifen, Ratna S., Setiawan, Ruben S.,Sunarto, Andi.2000.Analisa What If. Sebagai Metode Antisipasi Keterlambatan Durasi Proyek.Universitas. Kristen Petra.
 - [15] Tjakra, J., & Pratisis, P. A. K. (2016). *Penerapan Metode Cpm Pada Proyek Konstruksi (Studi Kasus Pembangunan Gedung Baru Kompleks Eben Haezar Manado)*. 4(9), 551–558.