



JURNAL SIPIL SAINS TERAPAN

- 1. PERENCANAAN GEOMETRIK DAN TEBAL PERKERASAN JALAN AKSES KE LOKASI PON XXI TAHUN 2024**
(Al Fajri, Andrian Kaifan, Deni Iqbal)
- 2. ANALISIS KINERJA LALULINTAS AKIBAT PARKIR DI BADAN JALAN (STUDI KASUS: JALAN PANGERAN DIPONEGORO DEPAN PASAR ATJEH KOTA BANDA ACEH)**
(Beurahmat Meurah Alam, Mulizar, Ibrahim)
- 3. EFEK PENAMBAHAN CARBON ABU ARANG BAKAU KE DALAM BITUMEN DAN CAMPURAN ASPAL POROUS**
(Farah Akifah, Zairipan Jaya, Supardin)
- 4. ALTERNATIF PENGGUNAAN ALAT BERAT PADA PEKERJAAN PENGASPALAN PROYEK PRESERVASI JALAN PAMEU-SIMPANG UNING ACEH TENGAH**
(Indriya Azuar, Zulfikar, Tursina)
- 5. PEMANFAATN LIMBAH PLASTIK HDPE SEBAGAI BAHAN TAMBAH ASPAL PADA CAMPURAN ASPAL CONCRETE WEARING COARSE (AC-WC)**
(M. Fathul Albar, Syarwan, Mirza Fahmi)
- 6. ANALISIS PERCEPATAN WAKTU MENGGUNAKAN METODE TIME COST TRADE OFF PADA PROYEK JEMBATAN**
(Muhammad Dzaky, Munardy, Syarifah Keumala Intan)
- 7. KOMPARASI ANTARA ANALISA EI DAN AHSP BINA MARGA PADA PROYEK PEMELIHARAAN BERKALA JALAN PAYA BAKONG CLUSTER IV**
(Muhammad Zulfansyan, Bakhtiar A, Iponsyahputra bin Amiruddin)
- 8. STABILISASI TANAH LEMPUNG MENGGUNAKAN BAHAN TAMBAH ABU SEKAM PADI DAN PASIR TERHADAP CBR LABORATORIUM**
(Nurul Hajra, Gusrizal, Muhammad Reza)
- 9. PERENCANAAN GELAGAR PRATEGANG JEMBATAN TANJUNG BEURIDI**
(Talitha Nabila, Sukri, Syamsul Bahri)
- 10. STABILISASI TANAH LEMPUNG MENGGUNAKAN BAHAN TAMBAH ABU VULKANIK DAN KAPUR MENGGUNAKAN METODE CBR**
(Teuku Ridzky Moebaraq, Faisal Abdullah, Iskandar)

JURNAL SIPIL SAINS TERAPAN

Jurnal Hasil Skripsi Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil

Penasehat

Direktur Politeknik Negeri Lhokseumawe

Penanggung Jawab

Kepala Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat
Politeknik Negeri Lhokseumawe

Ketua Redaksi

Muhammad Reza, M.Eng.

Sekretaris Redaksi

Erna Yusnianti, S.Si., M.Si.

Dewan Editor:

Dr. Ir. Mochammad Afifuddin, M.Eng.	(Universitas Syiah Kuala)
Dr. Ir. Samsul Bahri, M.Si.	(Politeknik Negeri Lhokseumawe)
Ir. Munardy, M.T.	(Politeknik Negeri Lhokseumawe)
Muliadi, S.T., M.T.	(Universitas Negeri Malikussaleh)
Syarwan, S.T., M.T.	(Politeknik Negeri Lhokseumawe)
Yulius Rief Alkhaly, S.T., M.Eng.	(Universitas Negeri Malikussaleh)

Penyunting Pelaksana

Dr. Ibrahim, S.T., M.T.

Pelaksana Tata Usaha

Hasanuddin, A.Md.

Penerbit

Politeknik Negeri Lhokseumawe

Alamat:

Jurusan Teknik Sipil
Politeknik Negeri Lhokseumawe
Jl. Banda Aceh–Medan Km 280,3 Buketrata
Lhokseumawe 24301 P.O. Box 90
Website: sipil.pnl.ac.id, email: pjj@pnl.ac.id

JURNAL SIPIL SAINS TERAPAN

Jurnal Hasil Skripsi Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil

DAFTAR ISI

Dewan Redaksi.....	i
Daftar Isi	ii
Pengantar Redaksi	iii
1. PERENCANAAN GEOMETRIK DAN TEBAL PERKERASAN JALAN AKSES KE LOKASI PON XXI TAHUN 2024 (Al Fajri, Andrian Kaifan, Deni Iqbal).....	1-8
2. ANALISIS KINERJA LALULINTAS AKIBAT PARKIR DI BADAN JALAN (STUDI KASUS: JALAN PANGERAN DIPONEGORO DEPAN PASAR ATJEH KOTA BANDA ACEH) (Beurahmat Meurah Alam, Mulizar, Ibrahim).....	9-15
3. EFEK PENAMBAHAN CARBON ABU ARANG BAKAU KE DALAM BITUMEN DAN CAMPURAN ASPAL POROUS (Farah Akifah, Zairipan Jaya, Supardin)	16-24
4. ALTERNATIF PENGGUNAAN ALAT BERAT PADA PEKERJAAN PENGASPALAN PROYEK PRESERVASI JALAN PAMEU-SIMPANG UNING ACEH TENGAH (Indriya Azuar, Zulfikar, Tursina)	25-34
5. PEMANFAATN LIMBAH PLASTIK HDPE SEBAGAI BAHAN TAMBAH ASPAL PADA CAMPURAN ASPAL CONCRETE WEARING COARSE (AC-WC) (M. Fathul Albar, Syarwan, Mirza Fahmi).....	35-43
6. ANALISIS PERCEPATAN WAKTU MENGGUNAKAN METODE TIME COST TRADE OFF PADA PROYEK JEMBATAN (Muhammad Dzaky, Munardy, Syarifah Keumala Intan).....	44-50
7. KOMPARASI ANTARA ANALISA EI DAN AHSP BINA MARGA PADA PROYEK PEMELIHARAAN BERKALA JALAN PAYA BAKONG CLUSTER IV (Muhammad Zulfansyan, Bakhtiar A, Iponsyahputra bin Amiruddin).....	51-55
8. STABILISASI TANAH LEMPUNG MENGGUNAKAN BAHAN TAMBAH ABU SEKAM PADI DAN PASIR TERHADAP CBR LABORATORIUM (Nurul Wilda, Supardin, Yuhanis Yunus)	56-63
9. PERENCANAAN GELAGAR PRATEGANG JEMBATAN TANJUNG BEURIDI (Talitha Nabila, Sukri, Syamsul Bahri)	64-68
10. STABILISASI TANAH LEMPUNG MENGGUNAKAN BAHAN TAMBAH ABU VULKANIK DAN KAPUR MENGGUNAKAN METODE CBR (Teuku Ridzky Moebaraq, Faisal Abdullah, Iskandar).....	69-74
Petunjuk Penulisan Artikel Ilmiah	75

JURNAL SIPIL SAINS TERAPAN

Jurnal Hasil Skripsi Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil

PENGANTAR REDAKSI

Assalamualaikum wr wb.

Puji dan syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga Jurnal Sipil Sains Terapan Volume 07 Nomor 01 Edisi Maret 2024 dapat diterbitkan. Jurnal Sipil Sains Terapan ini merupakan jurnal hasil Skripsi dari Mahasiswa Program Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konstruksi Jalan dan Jembatan, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Lhokseumawe.

Jurnal Sipil Sains Terapan ini terbit secara berkala dengan frekuensi terbitan sebanyak 2 (dua) kali dalam setahun. Pada Volume 07 Nomor 01 Edisi Maret 2024 ini terdapat 10 (sepuluh) artikel. Artikel-artikel yang tergabung di dalam Jurnal Sipil Sains Terapan ini meninjau dari sisi teknik maupun manajemen dalam perencanaan jalan dan jembatan.

Redaksi mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah berperan serta dalam penerbitan Jurnal Sipil Sains Terapan ini. Kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi perbaikan terhadap Jurnal Sipil Sains Terapan pada edisi-edisi yang berikutnya untuk memperkaya keilmuan terkait perencanaan jalan dan jembatan.

Redaksi

ANALISIS PERCEPATAN WAKTU MENGGUNAKAN METODE *TIME COST TRADE OFF* PROYEK PENGGANTIAN JEMBATAN BLANG CUT II KECAMATAN BLANG MANGAT KOTA LHOKSEUMAWE

Muhammad Dzaky¹, Munardy², Syarifah Keumala Intan³.

¹Mahasiswa, Program Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kontruksi Jalan dan Jembatan, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Lhokseumawe, Email: dzakymuhammd@gmail.com

²Dosen, Program Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kontruksi Jalan dan Jembatan, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Lhokseumawe, Email: munardy@pnl.ac.id

³Dosen, Program Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kontruksi Jalan dan Jembatan, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Lhokseumawe, Email: intansipil@pnl.ac.id

ABSTRAK

Pelaksanaan mempunyai batas waktu (*deadline*) yang terikat di dalam kontrak, yang berarti proyek harus diselesaikan sebelum atau dalam waktu yang ditentukan. Keterlambatan pengerjaan proyek dapat dicegah dengan percepatan pelaksanaan. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis perubahan biaya dan mendapatkan waktu optimal yang dibutuhkan. Metode yang dipakai adalah *Time Cost Trade Off* (TCTO) dengan 4 skenario jam lembur yaitu 1 jam, 2 jam, 3 jam, dan 4 jam. Data yang digunakan adalah data sekunder berupa data RAB dan *Time Schedule* dari pekerjaan yang ditinjau yaitu "Penggantian Jembatan Blang Cut II Kec. Blang Mangat, Kota Lhokseumawe". Program Primavera P6 digunakan untuk perencanaan waktu pelaksanaan untuk mengetahui total waktu proyek dan mendapatkan lintasan kritis. Dari hasil pembahasan mekanisme pengendalian waktu dengan metode *Time Cost Trade Off* (TCTO) diperoleh bahwa biaya dan waktu yang optimal yakni sebesar Rp1,307,720,769.46 dari biaya normal sebesar Rp1,301,233,570.00 dengan durasi 168 hari dari durasi normal 178 hari.kerja. Dengan melakukan penambahan waktu lembur 1 jam. Persentase kenaikan biaya total proyek sebesar 0.5% dan mempercepat durasi total sebesar 6%.

Kata Kunci : Optimalisasi, Biaya, Waktu, *Primavera P6*

I. PENDAHULUAN

Dalam dunia konstruksi peraturan mengenai biaya, mutu, dan waktu penyelesaian pekerjaan konstruksi terikat dengan kontrak kerja dan ditetapkan sebelum pelaksanaan pekerjaan konstruksi. Seperti diketahui, waktu penyelesaian yang dibutuhkan untuk proses konstruksi selalu dicantumkan dalam dokumen kontrak, karena memiliki pengaruh signifikan terhadap nilai lelang dan biaya biaya pekerjaan. Oleh karena itu manajemen proyek sangat diperlukan dalam suatu proyek konstruksi.

Pengendalian proyek konstruksi adalah kegiatan atau upaya yang sistematis untuk menentukan standar sesuai dengan tujuan perencanaan, membandingkan perencanaan dengan pelaksanaan, dan melakukan koreksi yang diperlukan agar biaya, sumber daya, dan waktu dapat digunakan secara efektif dan efisien untuk mencapai tujuan. Dengan adanya manajemen proyek, penyimpangan proyek konstruksi, kerugian yang terjadi, dan kemungkinan keterlambatan proyek dapat dihindari.

Metode *Time Cost Trade Off* adalah metode proses analitis yang digunakan untuk mempercepat penyelesaian proyek dengan berfokus pada kegiatan jalur kritis. Metode ini mencari efek pengurangan waktu dengan menambahkan biaya pada aktivitas untuk mencapai percepatan sebesar mungkin dengan biaya seminimal mungkin. Pada penelitian ini, aplikasi Primavera 6 digunakan untuk mempermudah pengelolaan dan pengendalian pekerjaan konstruksi.

Perumusan masalah dalam penelitian ini adalah berapa lama waktu dan biaya yang dibutuhkan selama pengerjaan Proyek Penggantian Jembatan Blang Cut II Kecamatan Blang Mangat, Kota Lhokseumawe jika menggunakan *Time Cost Trade Off* (TCTO), berapa selisih antara biaya dan durasi keseluruhan proyek pada biaya dan durasi yang optimal, dan berapa persentase kenaikan biaya dan durasi optimal.

Adapun batasan masalah dalam penulisan ini adalah analisis dengan menambah jam kerja (lembur) tanpa menambah tenaga kerja dan alat berat, biaya yang dihitung hanya biaya langsung proyek, dan semua aktivitas kerja yang dijadikan topik pembahasan dalam pekerjaan ini didasarkan pada informasi yang diperoleh dari Proyek Penggantian Jembatan Blang Cut II Kecamatan Blang Mangat, Kota Lhokseumawe yaitu pekerjaan tanah dan geosintetik, pekerjaan perkerasan berbutir, pekerjaan perkerasan aspal, dan pekerjaan struktur.

A. *Manajemen Proyek*

Siswanto & Salim, 2019 menyebutkan manajemen adalah ilmu seni mengelola suatu organisasi, yang terdiri dari perencanaan, pelaksanaan dan pengelolaan sumber daya yang terbatas untuk mencapai tujuan yang efektif dan efisien. Tujuannya adalah untuk menemukan metode atau cara teknis terbaik untuk mencapai hasil maksimal dalam hal jangkauan, kecepatan, penghematan, dan keselamatan pekerja dengan sumber daya yang terbatas.

B. *Hubungan Biaya Terhadap Waktu Pelaksanaan Proyek*

Kareth et al., 2012 menyebutkan kurva biaya-waktu aktivitas proyek menunjukkan hubungan antara durasi normal dan durasi yang dipercepat pada sumbu horizontal, dengan biaya langsung dari kegiatan durasi normal dan durasi yang dipercepat pada sumbu vertikal. *Cost Slope* adalah perbandingan antara peningkatan biaya dan percepatan waktu penyelesaian proyek.

$$\text{Kemiringan biaya (cost slope)} = \frac{Cc - Nc}{Nt - Ct}$$

Dimana:

Cc = Biaya *crash* Ct = Durasi *crash*
Nc = Biaya normal Nt = Durasi normal

Ada beberapa istilah untuk menganalisis hubungan antara biaya dan waktu lebih lanjut pada suatu kegiatan, yaitu :

1. Biaya normal/*Normal cost* (Nc) yaitu besarnya biaya langsung yang diperlukan untuk melakukan kegiatan pada waktu yang normal.
2. Biaya untuk durasi yang dipersingkat/*Crash cost* (Cc) yaitu besarnya biaya langsung untuk menyelesaikan pekerjaan dalam waktu sesingkat mungkin.
3. Durasi normal/*Normal time* (Nt) yaitu durasi waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan kegiatan pada produktivitas tenaga kerja normal, tidak termasuk waktu lembur dan faktor lain seperti: menyewa peralatan yang lebih canggih.
4. Durasi yang dipersingkat/*Crash time* (Ct) yaitu waktu tersingkat untuk menyelesaikan kegiatan masih memungkinkan secara teknis, seperti menambah sumber daya dengan menambah jam kerja (lembur), membagi giliran kerja (*shift*), menambah peralatan dan tenaga kerja atau mengubah metode kerja.
5. *Cost Slope* yaitu perbandingan antara peningkatan biaya dan percepatan waktu penyelesaian proyek.

C. *Pengendalian Proyek dengan Time Cost Trade Off (TCTO)*

Pengendalian biaya dan waktu dengan metode *Time Cost Trade Off* pada proyek konstruksi adalah metode manajemen proyek yang digunakan untuk mempertimbangkan hubungan antara waktu dan biaya dalam rangka mengoptimalkan biaya dan waktu proyek.

Dalam metode *Time Cost Trade Off* pada proyek konstruksi, terdapat dua pilihan yaitu mempercepat proyek dengan meningkatkan biaya atau memperlambat proyek dengan menurunkan biaya. Melakukan analisis *Time Cost Trade Off* untuk menentukan biaya dan waktu yang optimal untuk menyelesaikan proyek. Pada umumnya, analisis *Time Cost Trade Off* pada proyek konstruksi terdiri dari tiga tahap yaitu identifikasi aktivitas kritis, menentukan biaya total untuk setiap alternatif, dan menentukan waktu total untuk setiap alternatif.

D. Keistimewaan dari Primavera P6 Professional

(Kareth et al., 2012) menyebutkan keistimewaan dari Primavera P6 Professional antara lain:

1. *Pengoperasian*
 - a. Mampu bekerja dengan program lain.
 - b. Mampu mengatur informasi proyek menggunakan kode aktivitas, sumber daya, dan tanggal sebagai kerangka kerja struktural.
2. *Penggunaan dalam proyek*
 - a. Dapat digunakan untuk proyek dengan 1 hingga 100.000 aktivitas per proyek.
 - b. Mampu membuat dan mengelola jadwal kerja proyek yang kompleks.
 - c. Dapat digunakan dalam satu proyek atau beberapa proyek.
3. *Sumber daya*
 - a. Mampu mengendalikan kegiatan pada setiap durasi dan sumber daya pada setiap sumber daya.
 - b. Alokasi sumber daya.
4. *Biaya*
 - a. Dapat menghitung biaya berdasarkan jenis pekerjaan dan total biaya proyek.
 - b. Mampu mengelola biaya dan jadwal.

E. Peraturan Pemerintah Tentang Jam Kerja Lembur

Pada Perpu no 2 tahun 2022 pasal 78 Bab IV Ketenagakerjaan Halaman 548 ayat 1 menyebutkan “waktu kerja lembur hanya dapat dilakukan paling lama 4 (empat) jam dalam 1 (satu) hari dan 18 (delapan belas) jam dalam 1 (satu) minggu” peraturan ini berlaku mulai tanggal 30 Desember 2022.

F. Mempersingkat Waktu Proyek (Crashing Project)

(Fardila & Adawyah, 2021) Menyebutkan salah satu strategi untuk mempercepat waktu penyelesaian proyek adalah dengan lembur (menambah jam kerja pekerja). Penambahan jam kerja (lembur) sering dilakukan karena dapat memberdayakan sumber daya yang ada di lapangan dan cukup mengefisienkan biaya tambahan yang dikeluarkan oleh kontraktor. Biasanya, waktu kerja normal karyawan adalah 7 jam (mulai jam 9 pagi dan berakhir pada jam 17 malam, dengan istirahat 1 jam di antaranya), kemudian bekerja lembur setelah jam kerja normal berakhir. Menambah lebih banyak tenaga kerja tidak selalu memungkinkan, karena tidak mudah menemukan tenaga kerja yang tepat. Oleh karena itu, lembur sering dilakukan dengan memanfaatkan tenaga kerja yang ada. Terlebih lagi jika tenaga kerja berasal dari daerah terpencil sehingga harus tinggal di lokasi proyek, pekerjaan di luar jam kerja dianggap sebagai solusi praktis untuk mempercepat proyek.

Semakin banyak jam kerja lembur, semakin rendah produktivitasnya. Indikasi penurunan produktivitas pekerja terhadap penambahan jam kerja (lembur) dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Koefisien Penurunan Produktivitas

Jam Lembur	Penurunan Indeks Produktivitas	Prestasi Kerja (%)
1 Jam	0.1	90
2 Jam	0.2	80
3 Jam	0.3	70
4 Jam	0.4	60

Sumber : (Soeharto, 1997)

Berdasarkan uraian diatas dapat ditulis sebagai berikut:

- Produktivitas harian = $\frac{\text{Volume}}{\text{Durasi}}$
- Produktivitas per jam = $\frac{\text{Prod. harian}}{7 \text{ jam}}$
- Produktivitas *crash* = (Prod. per jam x jam kerja efektif) + (a x b x Prod. tiap jam)
Dimana:
a = Jumlah jam kerja (lembur)
b = Koefisien penurunan produktivitas jam kerja normal 7 jam/hari
- Crash* durasi = $\frac{\text{Volume}}{\text{Prod. harian crash}}$

II. METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan pada Proyek Penggantian Jembatan Blang Cut II Kec. Blang Mangat, Kota Lhokseumawe. Penelitian ini juga didukung dengan penggunaan aplikasi komputer Primavera P6. Studi literatur dilakukan dengan membaca literatur yang berkaitan dengan penulisan dan juga dengan mempelajari kegunaan program yang digunakan. Studi lapangan dilakukan dengan mengumpulkan informasi untuk proses desain.

A. Mempersingkat kurun waktu

Jika penyelesaian proyek dipercepat dengan mempersingkat durasi operasi, harus diperhatikan agar kenaikan biaya seminimal mungkin. Pengendalian biaya yang akan diterapkan adalah biaya langsung, karena biaya ini meningkat seiring dengan berkurangnya durasi. Alternatif percepatan diterapkan dengan menambah jam kerja (lembur) 1 jam, 2 jam, 3 jam dan 4 jam untuk jalur kritis tanpa menambah tenaga kerja, alat, dan lainnya, sehingga hasilnya terlihat biaya dan waktu yang optimal. Kompresi ini dilakukan pada aktivitas yang berada pada jalur kritis dan memiliki kenaikan biaya yang paling rendah. Lalu langkah dihentikan bila terdapat salah satu lintasan kritis dimana aktivitas - aktivitasnya telah jenuh seluruhnya (tidak mungkin dikompres lagi) sehingga pengendalian biaya telah optimum.

Kemudian dirinci juga prosedur mempersingkat waktu dengan uraian sebagai berikut:

- Menghitung waktu penyelesaian proyek.
- Menentukan biaya normal dari setiap aktivitas.
- Menentukan biaya dipercepat dari setiap kegiatan.
- Menghitung *cost slope* untuk setiap komponen aktivitas.
- Mempersingkat kurun waktu kegiatan.

B. Langkah-langkah analisis Time Cost Trade Off (TCTO)

- Menyusun jaringan kerja proyek, mencari lintasan kritis dengan menggunakan aplikasi Primavera P6

2. Memisahkan antara kegiatan kritis dan non kritis.
3. Menghitung produktivitas normal.
4. Menghitung percepatan dengan penambahan alternatif percepatan pada kegiatan yang termasuk dalam lintasan kritis.
5. Menghitung *Crash Duration* (CD), *Crash Cost* (CC), *Crash Total* (CT).
6. Menyusun kembali jaringan proyek dengan menginput data setelah dilakukan percepatan dalam aplikasi Primavera P6.
7. Setelah itu, dilanjutkan menghitung perbandingan biaya dan waktu normal dan *crash*.
8. Menghitung dan mempersentasikan hasil pengaruh perubahan biaya dan waktu normal dengan waktu dan biaya *crash*.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

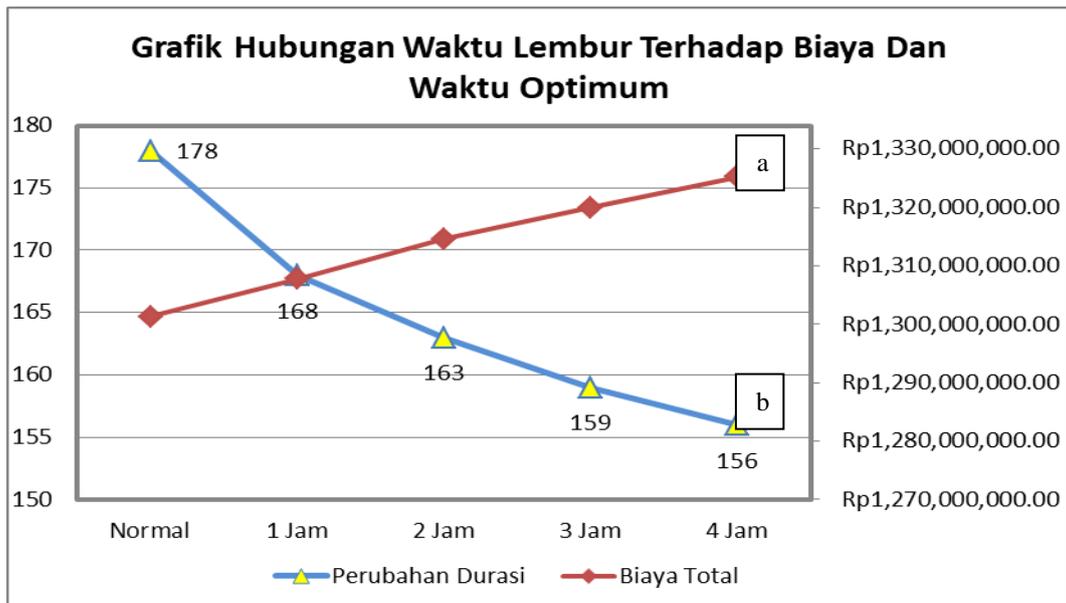
Berikut adalah hasil perhitungan menggunakan dengan Primavera meningkatkan efisiensi waktu sebagai berikut:

Tabel 2. Rekapitulasi biaya dan waktu untuk masing – masing waktu lembur

Jam Lembur	Durasi crash (Hari)	Percepatan Durasi (Hari)	Persentase Percepatan Durasi (%)	Total Biaya (Rp.)	Perubahan Total Biaya (Rp.)	Persentase Perubahan Total Biaya (%)
Normal	178	-	-	Rp 1,301,233,570.00	-	-
1 Jam	168	10	6%	Rp 1,307,720,769.46	Rp 6,487,199.46	0.50%
2 Jam	163	15	8%	Rp 1,314,568,368.89	Rp 13,334,798.89	1.02%
3 Jam	159	19	11%	Rp 1,319,922,882.73	Rp 18,689,312.73	1.44%
4 Jam	156	22	12%	Rp 1,325,174,425.15	Rp 23,940,855.15	1.84%

Tabel 2 menunjukkan pada lembur 1, 2, 3 dan 4 jam terjadi pengurangan durasi proyek yaitu masing-masing sebesar 6%, 8%, 11% dan 12%. Selanjutnya, grafik hubungan waktu lembur terhadap biaya dan waktu dapat dilihat pada Gambar 4.1. Harga RAB waktu normal yang didapat di aplikasi primavera yaitu Rp1,301,233,711.40 selisih Rp 141.40 dari harga RAB manual yaitu Rp1,301,233,570.00

Pada grafik Gambar 2 dibawah dapat diketahui bahwa semakin banyak penambahan waktu lembur pekerjaan maka semakin naik biayanya yang ditunjukkan oleh garis berwarna merah (a) dan semakin banyak penambahan jam kerja lembur yang digunakan semakin besar pula pengaruh waktu penyelesaiannya yang ditunjukkan oleh garis berwarna biru (b). Kondisi optimal hubungan waktu lembur terhadap biaya dan waktu pada jam kerja lembur 1 jam yang terjadi pengurangan waktu selama 10 hari dari waktu pelaksanaan normal proyek selama 178 hari menjadi 168 hari yaitu 6% lebih cepat, dengan penambahan biaya sebesar Rp6,487,199.46 dari biaya total normal Rp1,301,233,711.40 menjadi Rp1,307,720,769.46 yaitu 0,50% penambahan biaya dari biaya normal.



Gambar 2. Grafik hubungan waktu lembur terhadap biaya dan waktu

Pada penambahan 1 jam kerja terjadi pengurangan waktu selama 10 hari dari waktu pelaksanaan normal proyek selama 178 hari menjadi 168 hari, dengan penambahan biaya sebesar Rp6,487,199.46 dari biaya total normal Rp1,301,233,711.40 menjadi Rp1,307,720,769.46 dan pada penambahan 2 jam kerja terjadi pengurangan waktu selama 15 hari dari waktu normal 178 hari menjadi 163 hari, dengan penambahan biaya sebesar Rp13,334,798.89 dari biaya normal Rp1,301,233,711.40 menjadi Rp1,314,568,368.89 dan pada penambahan 3 jam kerja terjadi pengurangan waktu selama 19 hari dari waktu normal 178 hari menjadi 159 hari, dengan penambahan biaya sebesar Rp18,689,312.73 dari biaya normal Rp1,301,233,711.40 menjadi Rp1,319,922,882.73 dan pada penambahan 4 jam kerja terjadi pengurangan waktu selama 22 hari dari waktu normal 178 hari menjadi 156 hari, dengan penambahan biaya sebesar Rp23,940,855.15 dari biaya normal Rp1,301,233,711.40 menjadi Rp1,325,174,425.15.

Tabel 3. Harga Satuan Komponen Pekerjaan pada Waktu Lembur

Uraian Pekerjaan	Komponen Pekerjaan	Jumlah Tenaga kerja	Harga Lembur 1 Jam (Rp)	Harga Lembur 2 Jam (Rp)	Harga Lembur 3 Jam (Rp)	Harga Lembur 4 Jam (Rp)
BjTS Pondasi Sumuran	Pekerja	3	84,985.71	198,300.00	311,614.29	424,928.57
	Tukang	1	34,735.71	81,050.00	127,364.29	173,678.57
	Mandor	1	34,735.71	81,050.00	127,364.29	173,678.57
	BjTS					
	Kawat Beton					
Total Harga Pekerjaan			154,457.14	360,400.00	566,342.86	772,285.71
BjTS Gelagar	Pekerja	3	84,985.71	198,300.00	311,614.29	424,928.57
	Tukang	1	34,735.71	81,050.00	127,364.29	173,678.57
	Mandor	1	34,735.71	81,050.00	127,364.29	173,678.57
	BjTS					
	Kawat Beton					
Total Harga Pekerjaan			154,457.14	360,400.00	566,342.86	772,285.71
BjTP Talud	Pekerja	3	84,985.71	198,300.00	311,614.29	424,928.57
	Tukang	1	34,735.71	81,050.00	127,364.29	173,678.57
	Mandor	1	34,735.71	81,050.00	127,364.29	173,678.57
	BjTS					
	Kawat Beton					
Total Harga Pekerjaan			154,457.14	360,400.00	566,342.86	772,285.71

Tabel 3 diatas menunjukkan harga satuan komponen pekerjaan pada waktu lembur, didalam tabel terdapat jumlah tenaga kerja yang digunakan dan harga lembur 1 jam, 2 jam, 3 jam dan 4 jam pada pekerjaan BjTS Pondasi Sumuran, BjTS Gelagar dan BjTP Talud.

Tabel 4 dibawah menunjukkan harga dan durasi pekerjaan yang dilemburkan per hari dan total keseluruhan pada pekerjaan BjTS Pondasi Sumuran, BjTS Gelagar dan BjTP Talud serta total durasi pekerjaan pada tiap-tiap skenario jam lembur.

Tabel 4. Harga dan Durasi Pekerjaan yang Dilemburkan

Uraian Pekerjaan	Durasi Pekerjaan (Hari)	Jam Lembur	Harga Pekerjaan Lembur per Hari	Harga Pekerjaan Lembur Total
a	b	c	d	e = b x d
BjTS Pondasi Sumuran	13	Normal	-	-
	11	1 Jam	Rp 154,457.13	Rp 1,699,028.43
	10	2 Jam	Rp 360,399.97	Rp 3,603,999.70
	9	3 Jam	Rp 566,342.81	Rp 5,097,085.29
	8	4 Jam	Rp 772,285.65	Rp 6,178,285.20
BjTS Gelagar	26	Normal	-	-
	23	1 Jam	Rp 154,457.13	Rp 3,552,513.99
	20	2 Jam	Rp 360,399.97	Rp 7,207,999.40
	18	3 Jam	Rp 566,342.81	Rp 10,194,170.58
	17	4 Jam	Rp 772,285.65	Rp 13,128,856.05
BjTP Talud	9	Normal	-	-
	8	1 Jam	Rp 154,457.13	Rp 1,235,657.04
	7	2 Jam	Rp 360,399.97	Rp 2,522,799.79
	6	3 Jam	Rp 566,342.81	Rp 3,398,056.86
	6	4 Jam	Rp 772,285.65	Rp 4,633,713.90

IV. SIMPULAN

Berdasarkan hasil percepatan waktu pada Proyek “Penggantian Jembatan Blang Cut II Kecamatan Blang Mangat, Kota Lhokseumawe” dengan melakukan alternatif percepatan waktu yaitu menggunakan 4 perbandingan waktu lembur sebagai tolak ukur tercapainya hasil dari penggunaan metode *Time Cost Trade Off* (TCTO) berdasarkan tujuan dari *Time Cost Trade Off* (TCTO) mempercepat proyek dengan durasi yang dapat diterima dan meminimalisasi biaya total proyek, maka biaya dan waktu yang optimal yang digunakan adalah sebesar Rp1,307,720,769.46 dari biaya normal Rp1,301,233,570.00 dengan durasi 168 hari dari durasi normal 178 hari. Selisih antara biaya dan durasi keseluruhan proyek pada harga dan durasi optimal adalah Rp6,487,199.46 dan percepatan durasi kerja selama 10 hari. Persentase kenaikan biaya total proyek sebesar 0.5% dan mempercepat durasi total sebesar 6%.

DAFTAR PUSTAKA

- Fardila, D., & Adawyah, N. R. (2021). Optimasi Biaya dan Waktu Proyek Konstruksi dengan Lembur dan Penambahan Tenaga Kerja. *INERSIA: LNformasi Dan Ekspose Hasil Riset Teknik Sipil Dan Arsitektur*, 17(1), 35–46.
- Kareth, M., Tarore, H., Tjakra, J., & Walangitan, D. R. O. (2012). Analisis Optimalisasi Waktu dan Biaya dengan Program Primavera 6.0 (Studi Kasus: Proyek Perumahan Puri Kelapa Gading). *Jurnal Sipil Statik*, 1(1), 53–59.
- Siswanto, A. B., & Salim, M. A. (2019). *Manajemen proyek Manajemen proyek* (Issue November 2019).
- Soeharto, Iman, (1997). *Manajemen Proyek*, Erlangga, Jakarta.