

PEMODELAN PERCEPATAN DURASI DENGAN PENAMBAHAN JAM KERJA PADA PEMBANGUNAN JALAN PROVINSI DI DI YOGYAKARTA

*Muhammad Heri Zulfiar¹,

¹Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

*) Email: herizulfiar@umy.ac.id

ABSTRACT

In a construction project, some things must be considered, including the construction costs incurred, the quality of the work, the execution time that must be right, research on work operations, and so on. However, in construction projects, there are usually problems and obstacles such as delays in project work which will also affect other aspects such as rising costs and fines. To reduce the risk of project delays, efforts can be made to accelerate the duration. In this research, the acceleration of the project was carried out using the Duration Cost Trade-Off (DCTO) method with an alternative to speed up the duration of the project using additional working hours (overtime) for workers and tools for 1 until 3 hours. After analyzing the accelerated duration of the project in this study, the results obtained were faster than the normal duration is 238 days with a total project cost is Rp. 28,875,644,000.00. With the addition of 1 hour, the duration of the project is 225 days and get a total project cost of Rp. 28,744,930,454.86. With the addition of 2 hours, the duration of the project is 216 days and get a total project cost of Rp. 28,659,255,554.45. With the addition of 3 hours, the duration of the project is 209 days and get a total project cost of Rp. 28,592,645,293.80.

Keyword: Duration Cost Trade Off (DCTO), over time, road projects

ABSTRAK

Dalam sebuah proyek konstruksi terdapat beberapa hal yang harus diperhitungkan, antara lain mengenai biaya konstruksi yang dikeluarkan, kualitas mutu pada pekerjaan, waktu pelaksanaan yang harus tepat, riset operasi pekerjaan, dan lain sebagainya. Namun pada proyek konstruksi biasanya terdapat permasalahan dan juga kendala seperti terlambatnya waktu pekerjaan proyek yang juga akan memengaruhi ke aspek lainnya seperti membengkaknya biaya dan dapat dikenai denda. Untuk mengurangi resiko terlambatnya proyek, dapat diupayakan percepatan durasi pada proyek. Upaya percepatan proyek dilakukan dengan metode Duration Cost Trade-Off (DCTO) menggunakan alternatif untuk mempercepat durasi proyek dengan tambahan jam kerja untuk tenaga kerja dan alat selama 1 jam hingga 3 jam. Setelah dianalisa mempercepat durasi proyek pada penelitian ini didapatkan hasil lebih cepat dibandingkan dengan durasi normal 238 hari dengan biaya total normal proyek senilai Rp. 28.875.644.000,00. Dengan ditambahkan 1 jam kerja didapatkan durasi proyek selama 225 hari dengan biaya total proyek sebesar Rp. 28.744.930.454,86. Dengan ditambahkan 2 jam kerja didapatkan durasi proyek selama 216 hari dengan biaya total proyek sebesar Rp. 28.659.255.554,45. Dengan ditambahkan jam kerja 3 jam kerja didapatkan durasi proyek selama 209 hari dengan biaya total proyek sebesar Rp. 28.592.645.293,80.

Kata kunci: Duration Cost Trade Off (DCTO), penambahan jam kerja, proyek jalan

1. PENDAHULUAN

Pelaksanaan proyek konstruksi harus dikelola sesuai kaidah atau ketentuan yang telah direncanakan dan disepakati. Namun seringkali proyek konstruksi mengalami permasalahan antaralain keterlambatan pelaksanaan pekerjaan yang berakibat terhadap biaya dan timbulnya perselisihan. Keterlambatan waktu pekerjaan proyek konstruksi adalah penyelesaian durasi pekerjaan pada proyek konstruksi yang tidak sesuai dengan rencananya. Dengan terlambatnya pekerjaan proyek konstruksi maka akan menimbulkan kerugian seperti harus membayar denda yang nantinya diperhitungkan jumlahnya sesuai dengan lama keterlambatannya. Faktor keterlambatan dapat dikarenakan dari berbagai hal seperti kesalahan dalam manajemen proyek dan permasalahan teknis, kondisi lokasi proyek yaitu cuaca, dan lingkungan. Dengan terjadinya keterlambatan pada suatu pelaksanaan proyek konstruksi dapat mengakibatkan kerugian atau dapat berakibat fatal yaitu terhentinya proyek. Untuk mengatasi keterlambatan pekerjaan yang umum terjadi atau percepatan proyek. Percepatan durasi proyek merupakan cara untuk mengejar keterlambatan pada proyek konstruksi [21].

Berikut ini beberapa proyek yang mengalami permasalahan antara lain proyek fasilitas pendukung kawasan swering di Desa Mangon juga mengalami kendala dalam hal keterlambatan penyelesaian pekerjaan. Badan Pemeriksa Keuangan menyebut masalah keterlambatan proyek terjadi akibat dari belum optimalnya dalam mengawasi pelaksanaan anggaran oleh pengguna anggaran Organisasi Perangkat Daerah dan juga tidak cermatnya pengawasan serta pengendalian ketika dilaksanakannya pekerjaan fisik di lapangan [16]. Pada proyek konstruksi ini terjadi keterlambatan selama 91 hari dan dikenai denda senilai Rp. 36.062.631,60. Selanjutnya Pemerintah Provinsi Riau memberikan denda kepada kontraktor karena mengalami keterlambatan dalam proyek flyover simpang SKA (Sentral Komersial Arengka) dan dikenai denda sebesar Rp. 7,5 miliar, dan untuk proyek flyover pasar pagi Arengka dikenai denda sebesar Rp. 4 miliar [5]. Selain itu, pada proyek pembangunan gedung olahraga di Wates, Kulonprogo terjadi keterlambatan. Dengan keterlambatannya

yang baru mencapai 94% pekerjaan, kontraktor pelaksana mendapatkan sanksi dari Pemkab Kulonprogo sebesar Rp. 12,8 juta per hari [13].

Berdasarkan permasalahan adanya fakta keterlambatan proyek seperti yang disebutkan di atas beserta dampaknya, perlu dilakukan penelitian dengan tujuan penelitian adalah untuk mengetahui nilai percepatan durasi proyek dengan konsekuensi penambahan atau pengurangan biaya dengan menggunakan metode *Duration Cost Trade Off* (DCTO). Metode ini merupakan upaya optimasi dalam penyesuaian waktu terhadap biaya yang memberikan dampak bertambahnya anggaran proyek akibat percepatan durasi proyek [1] [2] [3] [6]. Metode DCTO juga mengacu pada kompresi jadwal dengan tujuan mempercepat waktu dan mengoptimalkan anggaran proyek dengan cara memampatkan proyek ke dalam batas waktu yang dapat diterima dan mengurangi total biaya proyek dengan memilih pekerjaan tertentu [8]. Dalam upaya percepatan durasi, dapat dilakukan analisis dengan beberapa analisis, antara lain menambah jam kerja, meningkatkan jumlah pekerja, meningkatkan jumlah peralatan, menggunakan pekerja yang lebih berkualitas dan penggunaan metode konstruksi [10] [12].

Beberapa penelitian terkait dengan percepatan waktu dan konsekuensi biaya proyek konstruksi telah dilakukan [1] [2] [3] [6] [8] [10] [12] [17] [18] [19], sehingga keterbaruan dalam penelitian ini adalah obyek penelitian yang baru dilaksanakan tahun 2022 yaitu Proyek Ruas Jalan Tawang – Ngalang Segmen IV. Proyek ini berada di Kabupaten Gunung Kidul, DIY.

2. METODE PENELITIAN

Metode dalam penelitian ini, percepatan durasi proyek dianalisa menggunakan metode *Duration Cost Trade Off* (DCTO) dengan penambahan jam kerja. Perubahan pada durasi penyelesaian pekerjaan proyek, maka akan berubah juga anggaran yang diperlukan [4] [17] [18] [19] [21]. Penelitian ini menggunakan data sekunder untuk dibuat pemodelan percepatan durasi pada Proyek Pembangunan Ruas Jalan Tawang-Ngalang Segmen IV. Alternatif dalam mempercepat durasi proyek menggunakan menambah jam kerja atau lembur untuk pekerja dan alat selama 1 jam hingga 3 jam untuk mencari titik nilai optimum dari durasi dan jumlah biaya yang diperlukan pada proyek.

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada Proyek Ruas Jalan Tawang – Ngalang Segmen IV. Proyek ini berada di Kabupaten Gunung Kidul, DIY. Konstruksi jalan flexible pavement, panjang jalan 1375 meter dan waktu penyelesaian 240 hari.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Tahapan penelitian meliputi langkah-langkah: identifikasi kegiatan, *network planning*, melakukan percepatan durasi pada lintasan kritis, menampilkan hasil grafik *duration trade off* [21].

Identifikasi Kegiatan

Identifikasi kegiatan konstruksi menggunakan pendekatan WBS (*Work Breakdown Structure*). WBS adalah suatu cara atau metode mengelompokkan atau pengorganisasian suatu proyek menjadi struktur pelaporan yang hierarkis. Fungsi dari WBS adalah untuk menguraikan atau membagi setiap item pekerjaan menjadi level yang lebih terperinci dan terstruktur [21]. Jumlah kegiatan yang dapat diidentifikasi untuk pekerjaan jalan sejumlah 38 kegiatan utama

Pemodelan Network Planning

Penjadwalan proyek dalam hal ini sebagai acuan perencanaan yang menyediakan informasi mengenai rencana dan jalannya suatu proyek, termasuk alokasi sumber daya seperti biaya, pekerja, bahan, hingga rencana durasi pekerjaan dan kemajuan waktu yang diperlukan dalam menyelesaikan proyek. Menurut Ganda Penjadwalan proyek adalah proses untuk menentukan durasi yang diperlukan untuk menyelesaikan setiap item pekerjaan proyek, termasuk bahan, tenaga kerja, dan waktu yang dibutuhkan [7]. Penjadwalan proyek memiliki tujuan untuk mempermudah identifikasi masalah dalam proyek, menentukan metode yang tepat, meningkatkan organisasi dan kelancaran pelaksanaan kegiatan, serta mencapai hasil yang optimal. Pembuatan pemodelan network planning pada penjadwalan dapat disusun dengan tahapan sebagai berikut: setelah teridentifikasi kegiatan melalui WBS, selanjutnya dilakukan analisis durasi melalui analisis produktivitas, volume dan sumberdaya yang direncanakan [9] [21]. Keterkaitan kegiatan melalui identifikasi tahapan atau metode konstruksi [20]. Penyusunan network planning dan analisis perhitungan maju dan mundur serta total float dilakukan agar didapat nilai waktu serta lintasan kritis. Perhitungan untuk mencari nilai produktivitas serta hasil percepatan durasi akibat dari menambahkan jam kerja [15] [22], dapat diperoleh dari persamaan:

$$P = \frac{V}{d_n} \quad (1)$$

dengan P = produktivitas, V = Volume Pekerjaan, d_b = durasi normal.

$$P_j = \frac{P_h}{7 \text{ jam}} \quad (2)$$

dengan P_j = produktivitas perjam, P_h = Produktivitas harian.

$$P_h = (7 \text{ jam} \times P_j) \times (a \times b \times P_j) \quad (3)$$

dengan P_h = Produktivitas harian, P_j = Produktivitas perjam, a = Lama waktu penambahan pekerja, b = Koefisien penurunan produktivitas akibat dari penambahan lembur

Langkah Percepatan Durasi Proyek

Perhitungan untuk mencari percepatan durasi akibat dari menambahkan jam kerja [10] [15] dapat diperoleh dari persamaan:

$$C_d = \frac{V}{P_h} \quad (4)$$

dengan C_d = Crash Duration, V = Volume Pekerjaan, P_h = Produktivitas harian

$$U_{jam} = \frac{U}{J_h} \quad (5)$$

dengan U_{jam} = Upah Normal Per-jam, U = Upah Kerja, J_h = Jam Kerja perhari

$$\text{Biaya Pekerja} = \text{Upah} \times \text{Jumlah Pekerja} \quad (6)$$

$$\text{Biaya Lembur} = (1,5 \times \text{Upah Normal Per-jam}) + (2n \times \text{Upah normal perjam}) \quad (7)$$

$$\text{Biaya total lembur harian} = \text{Upah Pekerja} + (\text{Biaya lembur} \times \text{jumlah Pekera}) \quad (8)$$

$$\text{Biaya normal} = \text{Biaya Pekerja} \times \text{Durasi Normal} \quad (9)$$

$$\text{Biaya Percepatan} = \text{Biaya Kerja Lembur} \times \text{Crash Duration} \quad (10)$$

Untuk menambah jam kerja lembur harus mengikuti pada peraturan dari Keputusan Menteri Tenaga Republik Indonesia [11]. Dengan penambahan durasi jam kerja, maka produktivitas pada tenaga kerja akan semakin menurun. Berikut merupakan tabel nilai koefisien penurunan produktivitas pada tenaga kerja [15]

Tabel 1. Koefisien penurunan produktivitas

Jam Lembur	Koefisien Penurunan Produktifitas	Prestasi Kerja (%)
1 jam	0,1	90
2 jam	0,2	80
3 jam	0,3	70
4 jam	0,4	60

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Lintasan Kritis

Berdasarkan analisis lintasan kritis pada *network planning* pada Proyek Ruas Jalan Tawang – Ngalang Segmen IV yang ada pada lintasan kritis yaitu dengan total float = 0, meliputi kegiatan: mobilisasi, relokasi utilitas, saluran drainasi, galian biasa, timbunan, penyiapan badan jalan, pemotongan pohon, lapis pondasi, lapis resap, lapis perekat, Laston, beton, pasangan batu, marka jalan, patok, rel pengaman, kerb, paku jalan, dan pengecatan kerb. Berdasarkan tabel identifikasi Durasi ketiga tertinggi berturut-turut kegiatan pemasangan batu, beton dan saluran drainasi.

Penambahan Jam Kerja

Alternatif percepatan durasi proyek pada penelitian ini menambahkan jam kerja dan jam alat. Jam kerja normal pekerja dilakukan selama 7 jam dengan durasi istirahat 1 jam. Durasi tambahan jam kerja selama 1-3 jam yaitu dari pukul 17.00-20.00 setelah jam kerja normal selesai. Berikut tabel 2 merupakan hasil upah harian tenaga kerja yang lembur.

Tabel 2. Daftar upah lembur tenaga kerja

No	Tenaga kerja	Upah normal per jam (Rp)	Upah lembur 1 jam (Rp)	Upah lembur 2 jam (Rp)	Upah lembur 3 jam (Rp)
1	Mandor	10.800	16.200,00	18.900,00	19.800,00
2	Kepala Tukang	11.000	16.500,00	19.250,00	20.166,67
3	Tukang	10.800	16.200,00	18.900,00	19.800,00
4	Pekerja	8.600	12.900,00	15.050,00	15.766,67
5	Operator	10.800	16.200,00	18.900,00	19.800,00
6	Asisten Operator	10.800	16.200,00	18.900,00	19.800,00
7	Driver	12.700	19.050,00	22.225,00	23.283,33
8	Mekanik	10.600	15.900,00	18.550,00	19.433,33
9	Asisten Mekanik	10.600	15.900,00	18.550,00	19.433,33

Sumber : Analisis perhitungan

Percepatan Durasi

Dalam bertambahnya jam lembur para tenaga kerja, maka produktivitas yang dihasilkan oleh para pekerja akan semakin menurun. Dalam perhitungan percepatan durasi proyek diperlukan juga mengetahui volume pekerjaan pada setiap unit pekerjaan. Dengan nilai volume dan durasi pekerjaan, kemudian dapat dihitung percepatan durasi proyeknya. Setelah didapatkan hasil durasi percepatan, kemudian dilakukan perhitungan biaya pekerjaan setelah dipercepat dengan lembur. Jika durasi proyek dipercepat, maka biaya akan berubah menjadi lebih banyak yang disebut *cost slope*. Sebelum dihitungnya *cost slope*, diperlukan dahulu nilai *cost variance* dan *duration variance*. Penghitungan ini juga dimaksudkan untuk memperoleh informasi tentang biaya proyek yang langsung, biaya proyek yang tidak langsung, serta total biaya proyek dengan meningkatnya durasi proyek tersebut melalui peningkatan jam kerja lembur tenaga kerja dan penggunaan peralatan tambahan.

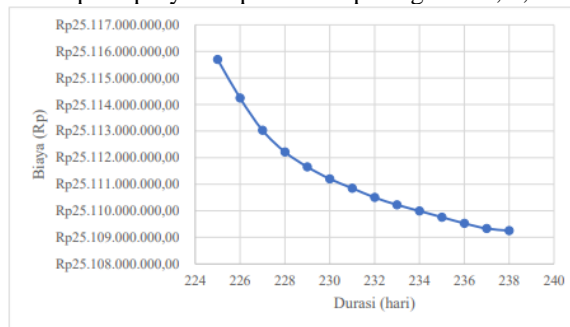
Perhitungan Biaya Total Proyek

Sebelum memperoleh biaya total proyek, nilai biaya langsung dan biaya tidak langsung perlu ditentukan terlebih dahulu. Biaya total proyek dapat dihitung dengan biaya langsung ditambahkan dengan biaya tidak langsung yang terkait dengan proyek tersebut [16]. Tabel berikut memuat hasil dari biaya langsung, tidak langsung, dan total pada proyek dengan durasi normal dan durasi yang dipercepat.

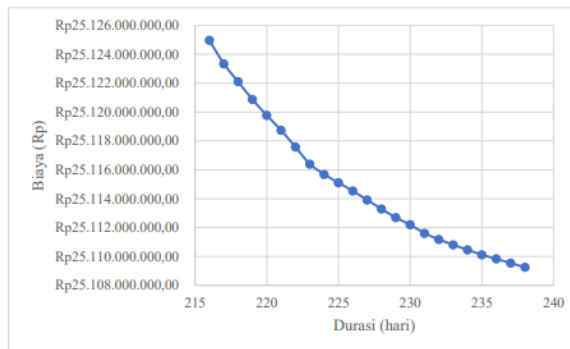
Tabel 3. Biaya langsung, tidak langsung, dan total pada proyek durasi normal dan durasi dipercepat

	Durasi (hari)	Biaya langsung (Rp)	Biaya tidak langsung (Rp)	Biaya total (Rp)
Normal	238	25.109.255.652,17	3.766.388.347,83	28.875.644.000,00
Lembur 1 jam	225	25.115.693.503,46	3.629.236.951,41	28.744.930.454,86
Lembur 2 jam	216	25.124.969.569,79	3.534.285.984,65	28.659.255.554,45
Lembur 3 jam	209	25.132.210.061,07	3.460.435.232,74	28.592.645.293,80

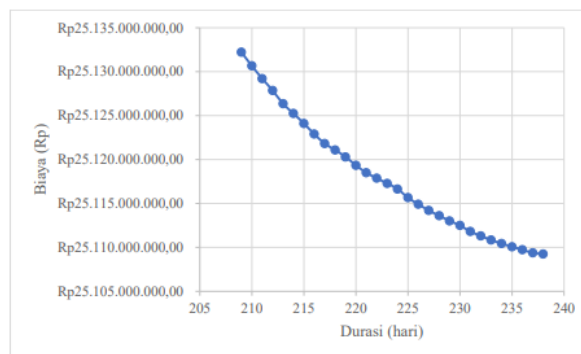
Dengan hasil perhitungan biaya tidak langsung, biaya langsung sehingga didapatkannya biaya total tersebut dengan mempercepat durasi pada proyek menggunakan penambahan jam kerja, didapatkan hubungan biaya terhadap durasi setelah dilakukannya percepatan durasi pada proyek dapat dilihat pada grafik 1, 2, 3 berikut ini.



Gambar 2. Hubungan biaya langsung dengan durasi jika lembur 1 jam

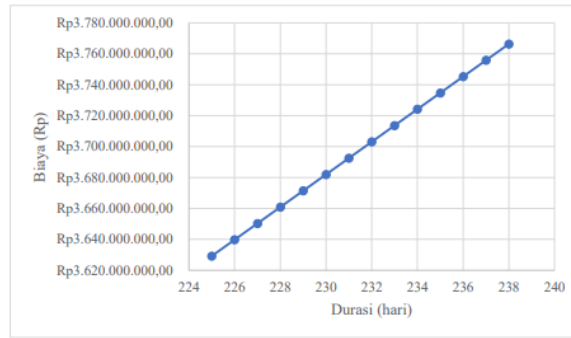


Gambar 3. Hubungan biaya langsung dengan durasi jika lembur 2 jam

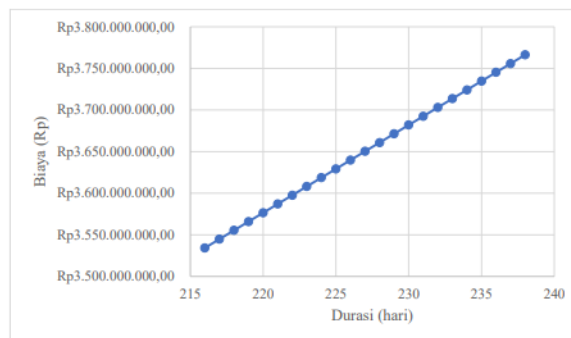


Gambar 4. Hubungan biaya langsung dengan durasi jika lembur 3 jam

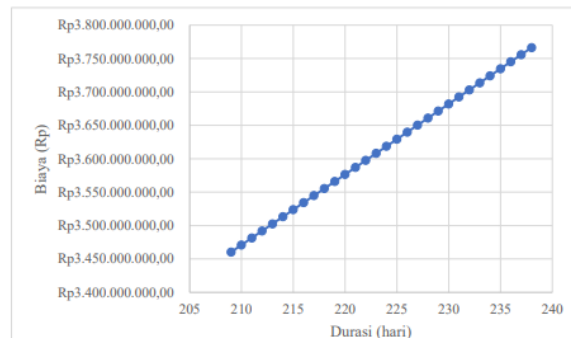
Grafik di atas merupakan grafik hubungan biaya langsung dengan durasi normal proyek dan durasi percepatan pada proyek dengan penambahan lembur 1 hingga 3 jam. Dari grafik tersebut dapat dijelaskan bahwa semakin durasi proyek berkurang, maka biaya langsung akan meningkat yang disebabkan oleh bertambahnya biaya untuk upah tenaga kerja dan biaya alat karena lembur.



Gambar 5. Hubungan biaya tidak langsung dengan durasi pada lembur 1 jam

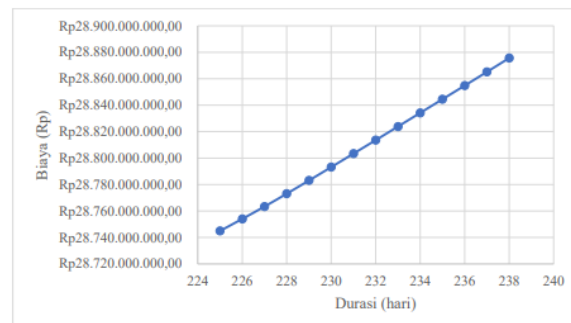


Gambar 6. Hubungan biaya tidak langsung dengan durasi pada lembur 2 jam

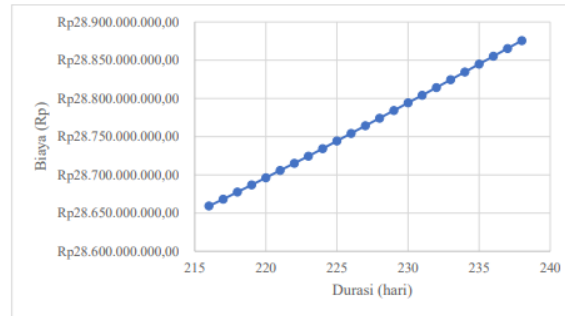


Gambar 7. Hubungan biaya tidak langsung dengan durasi pada lembur 3 jam

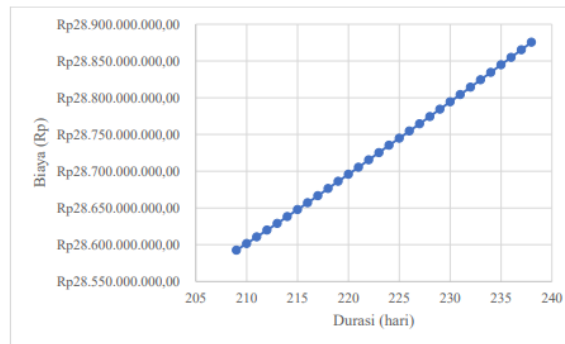
Grafik di atas merupakan grafik hubungan biaya tidak langsung dengan durasi normal proyek dan durasi percepatan pada proyek dengan penambahan lembur 1 hingga 3 jam. Dari grafik tersebut dapat dijelaskan bahwa semakin durasi proyek berkurang, maka biaya tidak langsung akan berkurang juga yang disebabkan karena biaya tidak langsung sebanding dengan durasi proyek dan tidak sebanding dengan volume pekerjaan pada proyek.



Gambar 8. Hubungan biaya total dengan durasi pada lembur 1 jam



Gambar 9. Hubungan biaya total dengan durasi pada lembur 2 jam



Gambar 10. Hubungan biaya total dengan durasi pada lembur 3 jam

Dari grafik tersebut dapat disimpulkan bahwa penurunan durasi proyek melalui penggunaan lembur mengakibatkan penurunan biaya total proyek. Dengan penambahan lembur 1 jam, durasi proyek menurun dari 238 hari menjadi 225 hari dengan biaya total proyek normal sebesar Rp. 28.875.644.000,00 turun menjadi Rp. 28.740.510.274,22. Dengan penambahan lembur 2 jam, durasi proyek menjadi 216 hari dengan biaya total proyek sebesar Rp. 28.646.251.921,24. Dengan penambahan lembur 3 jam, durasi proyek menjadi 209 hari dengan biaya total proyek sebesar Rp. 28.572.883.102,58.

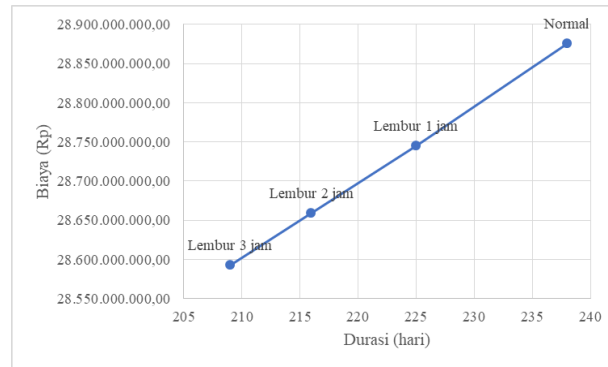
Perhitungan Efisiensi Durasi dan Biaya Proyek

Nilai efisiensi durasi dan biaya proyek dari nilai durasi dan biaya normal, penambahan lembur 1, 2, 3 jam didapatkan nilai efisiensi waktu, hasil perhitungan akhir percepatan durasi proyek dan penambahan biaya proyek tersebut dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. Efisiensi waktu, efisiensi biaya, dan biaya total proyek dengan penambahan jam kerja

	Durasi (hari)	Efisiensi Waktu (%)	Efisiensi Biaya (%)	Biaya Total (Rp)
Normal	238	-	-	28.875.644.000,00
Lembur 1 Jam	225	5,4622	0,4527	28.744.930.454,86
Lembur 2 Jam	216	9,2437	0,7494	28.659.255.554,45
Lembur 3 Jam	209	12,1849	0,9801	28.592.645.293,80

Berdasarkan perhitungan akhir percepatan durasi proyek dan penambahan biaya proyek tersebut dapat digambar pada gambar berikut.



Gambar 10. Grafik hubungan biaya total proyek dengan durasi proyek

Gambar 10 di atas, menjelaskan nilai efisiensi durasi dan biaya proyek dari nilai durasi dan biaya normal, penambahan lembur 1 jam didapatkan pemendekan 13 hari nilai efisiensi waktu sebesar 5,462 % dan pengurangan biaya sebesar Rp.130.713.546,00 nilai efisiensi biaya sebesar 0,4527 %. Dengan penambahan lembur 2 jam didapatkan pemendekan 22 hari nilai efisiensi waktu sebesar 9,2437 % dan pengurangan biaya sebesar Rp.216.388.446,00 nilai efisiensi biaya sebesar 0,7494 %. Dengan penambahan lembur 3 jam didapatkan pemendekan 29 hari nilai efisiensi waktu sebesar 12,1849 % dan pengurangan biaya sebesar Rp.282.998.707,00 nilai efisiensi biaya sebesar 0,9801 %.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan analisis di atas yaitu semakin dipercepat Proyek Ruas Jalan Tawang – Ngalang Segmen IV, biaya langsung meningkat, biaya tidak langsung menurun dan total biaya menurun. Adapun kesimpulan detail dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Biaya total proyek sebesar Rp. 28.875.644.000,00 dengan durasi proyek normal selama 238 hari. Setelah dilakukannya percepatan durasi didapatkan nilai biaya total proyek menurun. Pada penambahan lembur 1 jam, biaya total proyek sebesar Rp. 28.744.930.454,86 dengan durasi proyek selama 225 hari. Pada penambahan lembur 2 jam, biaya total proyek sebesar Rp. 28.659.255.554,45 dengan durasi proyek selama 216 hari. Pada penambahan lembur 3 jam, biaya total proyek sebesar Rp. 28.592.645.293,80 dengan durasi proyek selama 209 hari.
- Biaya langsung proyek sebesar Rp. 25.109.255.652,17 dengan durasi proyek normal selama 238 hari, didapatkan nilai biaya langsung proyek membesar. Pada penambahan lembur 1 jam, biaya langsung proyek sebesar Rp. 25.115.693.503,46 dengan durasi proyek selama 225 hari. Pada penambahan lembur 2 jam, biaya langsung proyek sebesar Rp. 25.124.969.569,79 dengan durasi proyek selama 216 hari. Pada penambahan lembur 3 jam, biaya langsung proyek sebesar Rp. 25.132.210.061,07 dengan durasi proyek selama 209 hari.
- Biaya tidak langsung proyek sebesar Rp. 3.766.388.347,83 dengan durasi proyek normal selama 238 hari. Setelah dilakukannya percepatan durasi didapatkan nilai biaya tidak langsung proyek menurun. Pada penambahan lembur 1 jam, biaya tidak langsung proyek sebesar Rp. 3.629.236.951,41 dengan durasi proyek selama 225 hari. Pada penambahan lembur 2 jam, biaya tidak langsung proyek sebesar Rp. 3.534.285.984,65 dengan durasi proyek selama 216 hari. Pada penambahan lembur 3 jam, biaya 68 tidak langsung proyek sebesar Rp. 3.460.435.232,74 dengan durasi proyek selama 209 hari.
- Penambahan lembur 1, 2, dan 3 jam didapatkan nilai efisiensi waktu sebesar 5,462 %, 9,2437 % dan 12,1849 %. Nilai efisiensi biaya sebesar 0,4527 %, 0,7494 %, dan 0,9801 %.

Saran Penelitian

Beberapa saran yang dapat mengembangkan penelitian selanjutnya sebagai berikut:

- Dikarenakan pekerjaan jalan adalah proyek pada modal dan membutuhkan peralatan berat, percepatan durasi proyek dapat dilakukan dengan penambahan jumlah peralatan alat atau metode konstruksinya.
- Objek penelitian dapat dilakukan pada pembangunan jalan di provisini lainnya, atau jalan nasional atau kabupaten, proyek jalan lainnya
- Metode ini dapat dilakukan penelitian pada proyek gedung, jembatan, sungai, dan yang lainnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih terutama kepada pihak proyek yang telah memberikan data serta saudara Zain Zaidan yang ikut mensukseskan yaitu membantu pengambilan data dan melakukan analisis untuk penelitian tugas akhir.

DAFTAR PUSTAKA DAN PENULISAN PUSTAKA

- [1] Aji, M. T., Triwuryanto, & Sari, S. N. (2020). Analisis Biaya Percepatan dengan Metode Time Cost Trade Off di Pasar Klewer Surakarta. *EQUILIB*, Vol. 01, No. 01, 63-72.
- [2] Asmaroni, D., & Fendi, A. (2019). Analisis Percepatan Durasi Terhadap Pekerjaan Proyek Konstruksi Time Cost Trade Off Method Studi Kasus: Pembangunan gedung Dinas Perdagangan dan Perindustrian Kabupaten Sampang. *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil Universitas Madura*, Vol. 4 No.2, 29-35.
- [3] Atmaja, J., Suhelmidawati, E., Alexander, H., Natalia, M., Misriani, M., & Hanika, R. N. (2020). Analisa Kinerja Proyek Menggunakan Metoda Earned Value Management dan Pengendalian dengan Metoda Time Cost Trade Off (Studi Kasus Proyek Pembangunan Jembatan Silaosinan Kabupaten Mentawai). *Jurnal Teknik Sipil ITP*, Vol. 7 No.2, 85-95.
- [4] Callahan, Michael T. Quackenbush, Daniel G. and Rowings, James E. 1992, *Contruccion Project Scheduling*. McGraw-Hill Inc.
- [5] Dewi, R. S. (2018, Desember 31). Ini Denda Bagi Kontraktor yang Terlambat Selesaikan Proyek Strategis Pemprov Riau. Retrieved from [goriau.com: https://www.goriau.com/berita/baca/ini-denda-bagi-kontraktor-yang-terlambat-selesaikan-proyek-strategis-pemprov-riau.html](https://www.goriau.com/berita/baca/ini-denda-bagi-kontraktor-yang-terlambat-selesaikan-proyek-strategis-pemprov-riau.html)
- [6] Fazri, M., Widiastuti, M., & Jamal, M. (2020). Analisis Percepatan Waktu dengan Menggunakan Metode Time Cost Trade Off pada Proyek Pembangunan Rusun 1 Kota Samarinda Kalimantan Timur. *Jurnal Teknologi Sipil*, Vol. 3 No. 2, 1-14.
- [7] Ganda, S. (2021). Perencanaan Penjadwalan Proyek dengan Menggunakan Metode CPM (Critical Path Method) pada Proyek Kontraktor Alumunium dan Kaca (Studi Kasus Pembangunan Auditorium). *Jurnal Teknosain*, Vol. 18 No. 3, 29-43.
- [8] Hendriyani, I., Pratiwi, R., & Qadri, N. (2020). Optimasi Waktu dan Biaya pada Pelaksanaan Proyek Peningkatan Jalan Bina Bakti Kelurahan Gunung Seteleng Kabupaten Penajam Paser Utara dengan Metode Time Cost Trade Off (TCTO). *Jurnal TRANSUKMA*, Vol. 03 No.1, 65-76.
- [9] Henong, S. B., & Lake, R. C. (2019). Analisis Faktor-Faktor Eksternal Yang Mempengaruhi Produktivitas Tenaga Kerja Pada Pekerjaan Pembuatan Batako. *Jurnal Rekayasa Konstruksi Mekanika Sipil*, Vol. 2 No. 2, 133-140.
- [10] Kasmawati, Ninuk, 2002, Analisis Perencanaan Waktu dengan Penambahan Jumlah Tenaga Kerja Pengaruhnya Terhadap Biaya Proyek, Tugas Akhir UMY, Yogyakarta.
- [11] Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia No. KEP. 102/MEN/VI/2004 tentang Waktu Kerja Lembur dan Upah Kerja Lembur
- [12] Kisworo, R. W., Handayani, F. S., & Sunarmasto. (2017). Analisis Percepatan Proyek Menggunakan Metode Time Cost Trade Off dengan Penambahan Jam Kerja Lembur dan Jumlah Alat. *Matriks Teknik Sipil*, Vol.5 No.3, 766-776.
- [13] Kuntadi. (2019). Proyek GOR Cangkring Kulonprogo Terlambat, Kontraktor Dikenakan Denda Mulai Besok. Retrieved from [inewsjateng.id \(2019, Desember 23\): https://jateng.inews.id/berita/proyek-stadion-cangkring-kulonprogo-terlambat-kontraktor-dikenakan-denda-mulai-besok](https://jateng.inews.id/berita/proyek-stadion-cangkring-kulonprogo-terlambat-kontraktor-dikenakan-denda-mulai-besok)
- [14] Prasetyo, H., Poernomo, Y. S., & Candra, A. I. (2020). Studi Perencanaan Perkerasan Lentur Dan Rencana Anggaran Biaya (Pada Proyek Ruas Jalan Karangtalun – Kalidawir Kabupaten Tulungagung). *JURMATEKS: Jurnal Manajemen Teknologi & Teknik Sipil*, Vol. 3 No. 2, 347-361.
- [15] Priyo, M., & Aulia, M. R. (2015). Aplikasi Metode Time Cost Trade Off Pada Proyek Konstruksi: Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung Indonesia. *Jurnal Ilmiah Semesta Teknika*, Vol. 18 No. 1, 30-43.
- [16] Rudy. (2021, Juni 21). Proyek Terlambat, BPK Temukan Kontraktor Proyek Pembangunan Fasilitas Pendukung Kawasan Swering. Retrieved from [beritalima.com: https://beritalima.com/proyek-terlambat-bpk-temukan-kontraktor-proyek-pembangunan-fasilitas-pendukung-kawasan-swering/](https://beritalima.com/proyek-terlambat-bpk-temukan-kontraktor-proyek-pembangunan-fasilitas-pendukung-kawasan-swering/)
- [17] Salim, A. K., Darmawan, M. A., & Wibowo, H. (2020). Analisa Perbandingan Biaya Perkerasan Kaku dan Perkerasan Lentur Pada Proyek Jalan Middle Ring Road Kota Makassar. *Jurnal Teknik Sipil MACCA*, Vol. 5 No.1, 41-47.

- [18] Salindeho, C. G., Pratisis, P. A., & Sumanti, F. P. (2022). Optimasi Waktu Dan Biaya Menggunakan Metode Time Cost Trade Off Pada Proyek Peningkatan Ruas Jalan Tondano–Kembes–Manado Seksi II. *TEKNO*, Vol. 20 No. 81, 135-143.
- [19] Subakir, A. H., & Sugiyanto. (2022). Analisis Duration Cost Trade Off Untuk Mengejar Keterlambatan Pelaksanaan Proyek (Studi Kasus: Peningkatan Jalan Simorejo – Baureno Kabupaten Bojonegoro Jawa Timur). *Rang Teknik Journal*, 8-23.
- [20] Zulfiar, M. H. (2020). *Metode Konstruksi Jalan dan Jembatan.*: UMY Press, Yogyakarta
- [21] Zulfiar, M. H. (2022). *Manajemen Konstruksi Lingkup Waktu dan Biaya.*: UMY Press. Yogyakarta.
- [22] Zulfiar, M. H., Ekoprasetyo, Y., & Jayady, A. (2021). Analisis Produktifitas Kerja dengan Time Study Method, *Jurnal Karkasa*, Vol. 7 No. 1, 15-21.