



ANALISIS KOMPARATIF PERHITUNGAN PERCEPATAN DURASI DAN BIAYA DENGAN METODE LCA DAN SOFTWARE LINDO PADA GEDUNG SDI AL- AZHAR 56 MALANG

Niswatul Fitriana¹, Bambang Djatmiko² dan N. Bambang Revantoro³

¹ Universitas Negeri Malang, niswatul.fitriana.1905216@students.um.ac.id

² Universitas Negeri Malang, bambang.djatkiko.ft@um.ac.id

³ Universitas Negeri Malang, bambang.revantoro.ft@um.ac.id

Abstrak

Percepatan durasi merupakan usaha menyelesaikan pekerjaan lebih awal dari durasi normal yang digunakan untuk mengantisipasi masalah keterlambatan proyek konstruksi. Upaya percepatan durasi harus mempertimbangkan biaya tambahan seminimum mungkin, sehingga tetap dapat memberikan keuntungan kepada pelaksana konstruksi. Beberapa metode yang dapat digunakan untuk menyelesaikan keterlambatan dengan percepatan durasi dan biaya antara lain metode *Least Cost Analysis* (LCA) dan penggunaan *software* LINDO. Tujuan penelitian ini yaitu, mendeskripsikan percepatan durasi, biaya, dan mengetahui tingkat perbandingan uji beda kedua metode tersebut. Penelitian ini menggunakan rancangan penelitian deskriptif, komparatif, eksperimen dengan pendekatan kuantitatif. Langkah penelitian yang dilakukan adalah: (1) Melakukan studi literatur, (2) Penyusunan instrumen penelitian, (3) Penilaian para ahli dan pengujian validitas serta reliabilitas, (4) Pengumpulan data penelitian, (5) Penentuan jalur kritis menggunakan CPM, (6) Perhitungan percepatan durasi dan biaya menggunakan metode LCA dan *software* LINDO, (7) Pengujian normalitas hasil percepatan durasi dan biaya, (8) Melakukan uji beda dengan uji t untuk mengetahui tingkat perbedaan percepatan durasi dan biaya menggunakan metode LCA dan *software* LINDO. Hasil penelitian yaitu: (1) Hasil percepatan durasi menggunakan metode LCA adalah 37 hari, lebih cepat 19 hari dari durasi normal, (2) Hasil percepatan durasi menggunakan *software* LINDO adalah 41 hari, lebih cepat 15 hari dari durasi normal, (3) Hasil biaya percepatan menggunakan metode LCA sebesar Rp. 2.841.356.010,13, terdapat kenaikan biaya sebesar Rp. 343.468.265,06, (4) Hasil biaya percepatan menggunakan *software* LINDO sebesar Rp. 2.777.260.045,07, terdapat kenaikan biaya sebesar Rp. 279.372.300,00, (5) Hasil uji beda percepatan durasi antara metode LCA dan *software* LINDO tidak berbeda secara signifikan, (6) Hasil uji beda biaya percepatan antara metode LCA dan *software* LINDO tidak berbeda secara signifikan.

Kata kunci: Percepatan Durasi, Percepatan Biaya, Metode *Least Cost Analysis* (LCA), *software* LINDO

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Upaya mengantisipasi masalah keterlambatan proyek konstruksi dengan melakukan percepatan durasi (Petra H et al., 2017). Percepatan durasi merupakan usaha menyelesaikan pekerjaan lebih awal dari durasi normal (Malifa et al., 2019). Semakin lama proyek mengalami keterlambatan maka semakin besar pula terjadinya pembengkakan biaya (Darmanto et al., 2020). Perubahan durasi berpengaruh terhadap peningkatan biaya langsung dan berkurangnya biaya tidak langsung yang dikeluarkan proyek (Priyono & Aulia,

2015). Oleh karena itu upaya percepatan durasi harus mempertimbangkan biaya tambahan seminimum mungkin, sehingga tetap dapat memberikan keuntungan kepada pelaksana konstruksi (Frederika, 2010).

Berdasarkan survey pendahuluan pada Pembangunan Gedung SDI Al-Azhar 56 Malang memiliki nilai kontrak sebesar Rp. 40.667.000.000,00 dengan jangka waktu pelaksanaan 420 hari atau 61 minggu dimulai dari tanggal 1 November 2021 hingga 28 Januari 2023. Menurut penjelasan konsultan pengawas proses pelaksanaan proyek terlambat selama 26 minggu, awal keterlambatan terjadi pada minggu ke-35 sebesar 8,02%. Keterlambatan proyek disebabkan pengiriman material besi pada pekerjaan struktur lantai 2 (dua) melebihi batas waktu yang ditentukan. Untuk mengatasi keterlambatan pihak pelaksana telah melakukan percepatan durasi dengan penambahan 4 jam lembur dalam sehari selama 8 minggu, namun tidak dilakukan pada pekerjaan yang berada pada jalur kritis, sehingga pada minggu ke-61 masih terjadi keterlambatan sebesar 8,66%.

Percepatan durasi dilakukan pada pekerjaan yang berada pada jalur kritis (Laksana et al., 2014). Menurut Akbar & Aini (2022) jalur kritis digunakan untuk menentukan prioritas pekerjaan yang harus dipercepat. Percepatan durasi dilakukan pada strukturatas karena paling beresiko terhadap biaya dan durasi, pengaruh terhadap biaya yaitu adanya biaya tambah akibat pekerjaan yang tertunda sedangkan pengaruh terhadap durasi adalah terjadinya penambahan durasi pelaksanaan karena penundaan beberapa pekerjaan (Maddeppungeng & Aditya, 2019).

Beberapa metode yang dapat digunakan untuk menyelesaikan persoalan keterlambatan dengan percepatan durasi dan biaya antara lain metode *Time Cost Trade Off Analysis* (TCTO), metode *Crashing*, metode *Fast Track*, metode *Least Cost Analysis* (LCA) (Nandiwardhana et al., 2019). Guna menghasilkan perhitungan durasi dan biaya yang efisien dan mudah dipahami maka digunakan metode LCA, karena perhitungannya dimulai dari biaya terendah sehingga kecil kemungkinan terjadi kesalahan (Yusanti et al., 2016). Selain menggunakan metode secara manual, penerapan *linier programming* dengan bantuan *software* LINDO juga dapat menentukan durasi percepatan serta menemukan pekerjaan yang harus dipercepat sehingga menghasilkan biaya percepatan yang minimum (Handayasari & Salida, 2018). Penggunaan *software* LINDO membantu mempercepat dan mempermudah penyelesaian perhitungan (Andoko, 2016).

Beberapa penelitian terdahulu yang mengimplementasikan metode LCA untuk percepatan waktu dan biaya, yaitu: 1) Pratiwi (2020) didapatkan hasil efisiensi waktu percepatan sebesar 3,33% dan efisiensi biaya sebesar 0,23%, 2) Setiawan et al. (2020) didapatkan hasil efisiensi waktu percepatan sebesar 8,98% dan efisiensi biaya sebesar 0,9%, 3) Putra & Hartati (2017) didapatkan hasil efisiensi waktu percepatan sebesar 0,11% dan efisiensi biaya sebesar 0,08%, 4) Dewi et al. (2020) didapatkan hasil efisiensi waktu percepatan sebesar 36,84% dan efisiensi biaya sebesar 0,705%, 5) Frendiko et al. (2019) didapatkan hasil efisiensi waktu percepatan sebesar 18,94 % dan efisiensi biaya sebesar 1,3%.

Beberapa penelitian terdahulu mengenai *software* LINDO untuk percepatan waktu dan biaya, yaitu: 1) Elsina et al. (2013) didapatkan hasil percepatan durasi optimal sebesar 16,45%, 2) Handayasari & Salida (2018) didapatkan hasil percepatan optimal sebesar 41% dan tambahan biaya sebesar 5,9%, 3) Andoko (2016) didapatkan durasi optimal sebesar 11,94% dengan kenaikan biaya sebesar 0,46%, 4) Prawiro (2014) didapatkan hasil durasi optimal sebesar 10,56 % dan efisiensi biaya sebesar 0,28 %, 5) Amat Prawiro (2015) diperoleh hasil waktu percepatan optimal sebesar 1,48% dan efisiensi biaya sebesar 0,051%.

Berdasarkan kajian empiris metode LCA dan *software* LINDO diatas, maka dihitung percepatan durasi dan biaya pada Pembangunan Gedung SDI Al-Azhar 56 Malang, pada penelitian ini dilakukan simulasi perbandingan perhitungan kedua metodetersebut guna mengetahui perhitungan hasil percepatan durasi paling cepat dengan biaya terendah.

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

- 1) Mendeskripsikan percepatan durasi menggunakan metode LCA
- 2) Mendeskripsikan percepatan durasi menggunakan *software* LINDO
- 3) Mendeskripsikan biaya percepatan menggunakan metode LCA
- 4) Mendeskripsikan biaya percepatan menggunakan metode *software* LINDO
- 5) Mengetahui tingkat perbandingan uji beda percepatan durasi antara LCA dan
- 6) *software* LINDO
- 7) Mengetahui tingkat perbandingan uji beda biaya percepatan antara metode LCAdan *software* LINDO

1.3. Manfaat

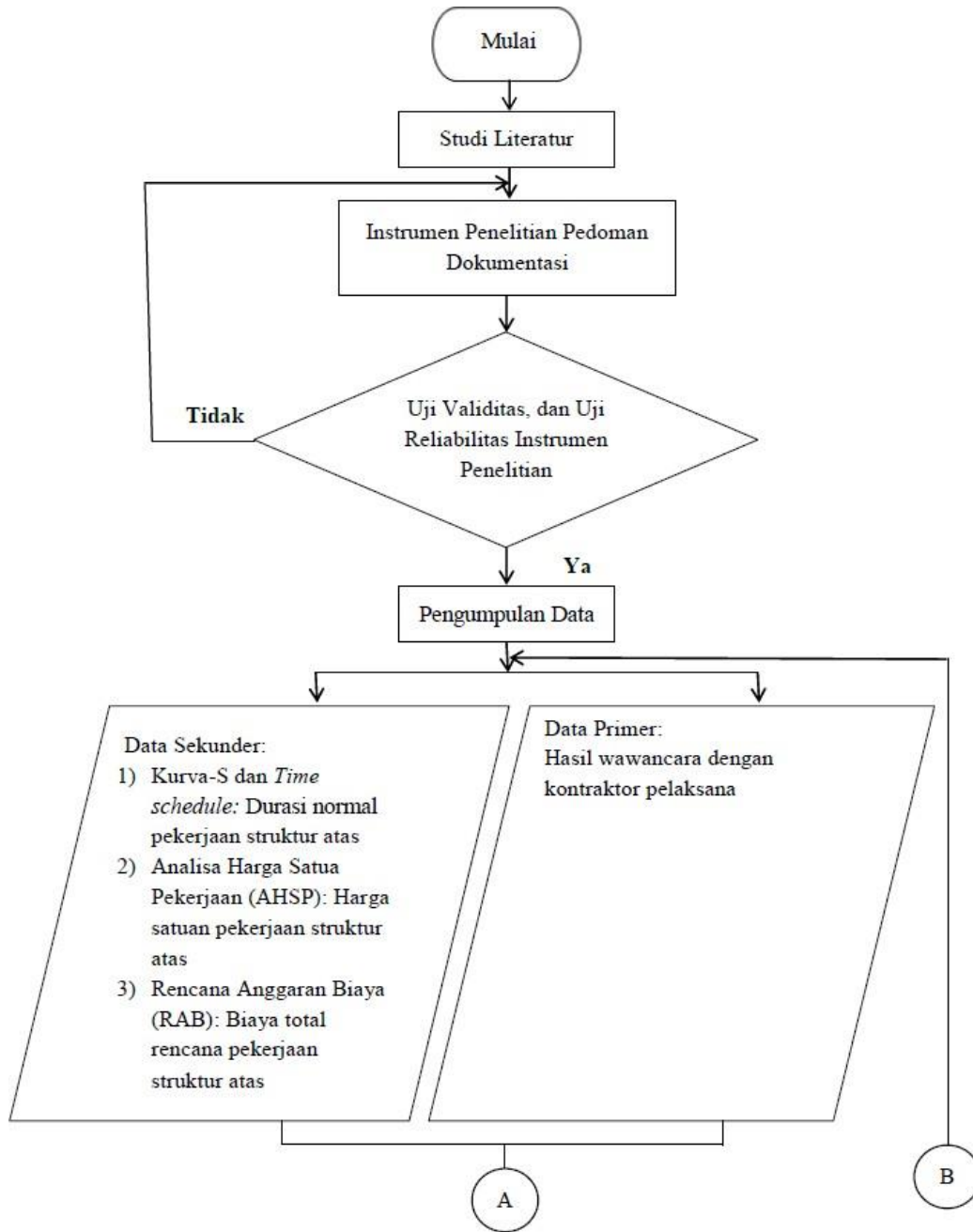
Manfaat dilakukannya penelitian ini yaitu sebagai berikut:

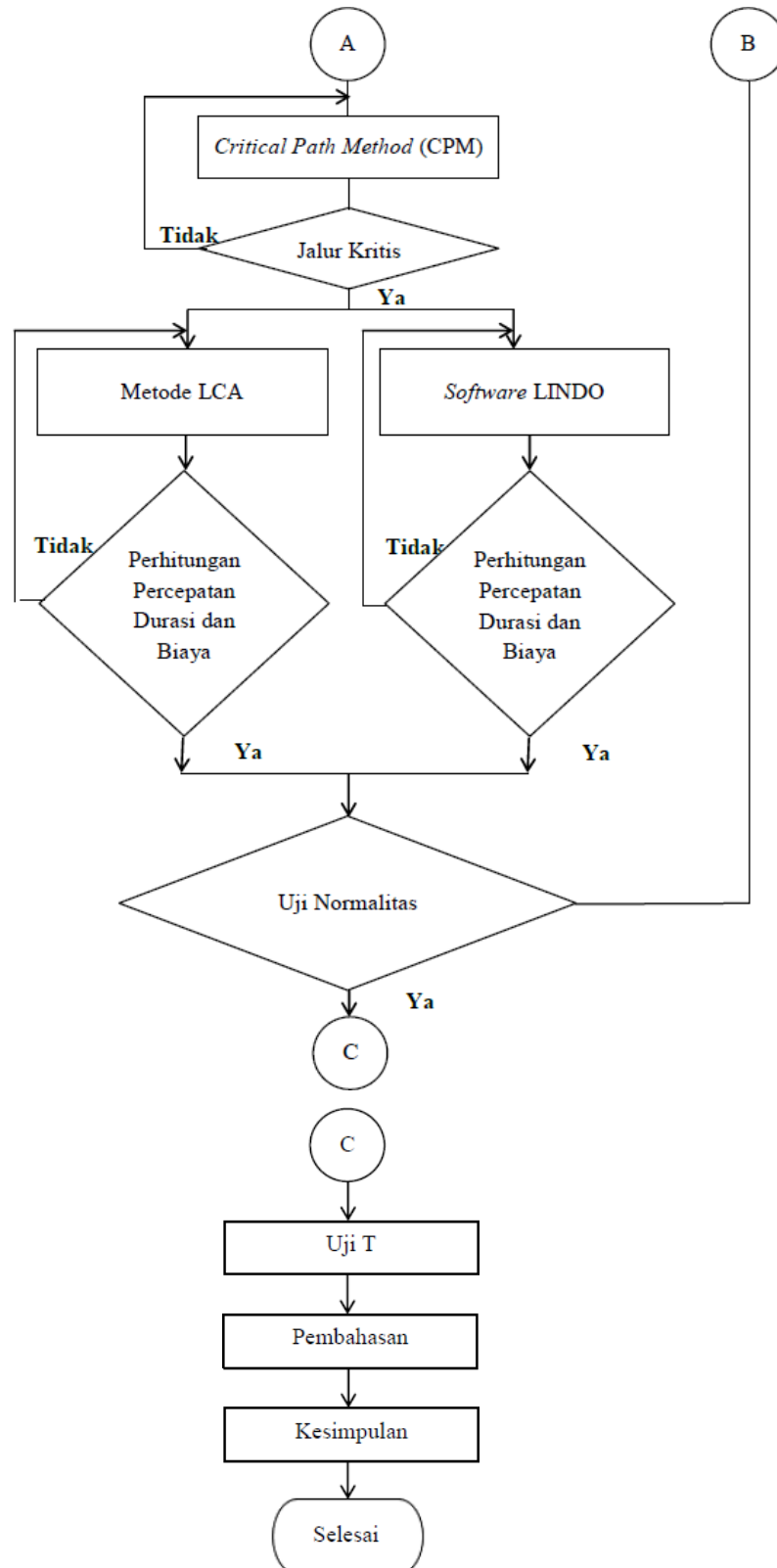
- 1) Manfaat Teoritis
Secara teoritis penelitian ini diharapkan dapat menjadi refrensi pengembangan ilmu untuk mengatasi persoalan percepatan durasi pelaksanaan pembangunan konstruksi menggunakan metode LCA dan *software* LINDO.
- 2) Manfaat Praktis
 - 1) Untuk kontraktor pelaksana sebagai solusi perhitungan percepatan durasi dengan pertimbangan tambahan biaya percepatan menggunakan metode LCA dan *software* LINDO.
 - 2) Untuk mahasiswa teknik sipil sebagai penggunaan metode LCA dan *software* LINDO untuk menghitung persoalan percepatan durasi dan biaya proyek konstruksi.

2. METODE

Metode penelitian ini menggunakan deskriptif, komparatif, eksperimen dengan pendekatan kuantitatif. Pengambilan sampel pada penelitian ini menggunakan *purposivesampling* yaitu teknik sampling yang digunakan apabila terdapat pertimbangan- pertimbangan tertentu dalam penentuan sampelnya (Santina et al., 2021). Sampel yang ditinjau yaitu pekerjaan yang belum dilaksanakan setelah terjadinya keterlambatan proyek. Sumber data yang digunakan antara lain, data primer melalui wawancara tak terstruktur kepada kontraktor pelaksana, data sekunder meliputi kurva-s, time schedule proyek, Rencana Anggaran Biaya (RAB), Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP). Instrumen penelitian yang digunakan berupa pedoman dokumen yang diuji validitas ahli dan uji reliabilitas *test-retest*.

Bagan alir penelitian dapat dilihat pada **Gambar 1** dibawah ini.





Gambar 1. Diagram Alir

Berdasarkan diagram alir penelitian pada **Gambar 1**, tahapan penelitian dijabarkan sebagai berikut:

- 1) Melakukan *studi literatur* terkait topik penelitian

- 2) Melakukan penyusunan instrumen penelitian pedoman dokumentasi guna pengambila data proyek
- 3) Penilaian oleh para ahli sebagai validator pada kursorer penilaian mengenai relevansi indikator percepatan durasi dan biaya dengan sumber data, pengujian validitas dan reliabilitas guna menghasilkan instrumen yang valid dan reliabel. Apabila instrumen sudah valid maka lanjut ke tahap berikutnya, namun apabila belum maka dilakukan perbaikan kembali terhadap instrumen penelitiannya.
- 4) Mengumpulkan data penelitian
 - 5) Sumber data penelitian berupa data primer yaitu hasil wawancara dengan pihak kontraktor pelaksana dan data sekunder yang berupa: (1) kurva-s dan *time schedule*, (2) Analisa Harga Satua Pekerjaan (AHSP), (3) Rencana Anggaran Biaya (RAB).
- 6) Perhitungan CPM
- 7) Dihasilkan pekerjaan yang termasuk kedalam jalur kritis, jika jalur kritis belum sesuai maka memperbaiki kembali hubungan antar pekerjaan pada perhitungan CPM.
- 8) Melakukan perhitungan percepatan durasi dan biaya dengan metode LCA serta *software* LINDO yang merupakan variabel bebas (independen)
- 9) Dihasilkan percepatan durasi dan biaya, jika belum sesuai maka dilakukan perbaikan pada perhitungannya. Hasil perhitungan percepatan durasi dan biayamenggunakan metode LCA dan *software* LINDO merupakan variabel terikat (dependen) atau *treatment* desain penelitian eksperimen.
- 10) Pengujian normalitas hasil percepatan durasi dan biaya, apabila data tidak berdistribusi normal maka dilakukan revisi kembali pada perhitungan percepatan durasi dan biaya.
- 11) Melakukan uji beda dengan uji t untuk mengetahui tingkat perbedaan percepatan durasi dan biaya menggunakan metode LCA dan *software* LINDO. Pengujian ini merupakan *post-test* dari desain penelitian eksperimen.
- 12) Melakukan pembahasan mengenai hasil percepatan durasi dan biaya perhitungan kedua metode tersebut dan hasil uji t.
- 13) Menyusun kesimpulan mengenai hasil penelitian

3. HASIL

3.1. Mendeskripsikan Percepatan Durasi Menggunakan Metode LCA

Hasil perhitungan percepatan durasi menggunakan metode LCA dengan alternatif penambahan 4 jam lembur per hari selama 37 hari untuk 35 pekerja pada **Tabel 1** dibawah ini.

Tabel 1. Hasil Perhitungan Percepatan Durasi Metode LCA

| Keadaan | Durasi (Hari) |
|-------------------|----------------------|
| Durasi normal | 56 |
| Durasi percepatan | 37 |
| Selisih | 19 |

Berdasarkan **Tabel 1** durasi normal proyek 56 hari sedangkan durasi percepatan 37 hari, sehingga selisih durasi normal dan durasi percepatan adalah 56 hari – 37 hari = 19 hari sebagai batas maksimum percepatan durasi (Andoko, 2016).

3.2. Mendeskripsikan Percepatan Durasi Menggunakan *Software* LINDO

Hasil perhitungan percepatan durasi menggunakan *software* LINDO dengan alternatif penambahan 4 jam lembur per hari selama 41 hari untuk 35 pekerja pada **Tabel 2** dibawah ini.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Percepatan Durasi *Software* LINDO

| Keadaan | Durasi (Hari) |
|-------------------|---------------|
| Durasi normal | 56 |
| Durasi percepatan | 41 |
| Selisih | 15 |

Berdasarkan **Tabel 2** durasi normal proyek 56 hari sedangkan durasi percepatan 41 hari, sehingga selisih durasi normal dan durasi percepatan adalah 56 hari – 41 hari = 15 hari sebagai batas maksimum percepatan durasi (Andoko, 2016).

3.3. Mendeskripsikan Biaya Percepatan Menggunakan Metode LCA

Hasil perhitungan biaya percepatan menggunakan metode LCA dengan alternatif penambahan 4 jam lembur per hari selama 37 hari untuk 35 pekerja pada **Tabel 3** dibawah ini.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Biaya Percepatan Metode LCA

| Keadaan | Biaya (Rp) |
|-------------------|---------------------|
| Durasi normal | Rp 2.497.887.745,07 |
| Durasi percepatan | Rp 2.841.356.010,13 |
| Selisih | Rp 343.468.265,06 |

Berdasarkan **Tabel 3** biaya normal proyek sebesar Rp. 2.497.887.745,07 sedangkan biaya percepatan Rp. 2.841.356.010,13, selisih biaya normal dan biaya percepatan adalah Rp. 2.497.887.745,07 – Rp. 2.841.356.010,13 = Rp. 343.468.265,06 maka terdapat kenaikan biaya akibat percepatan durasi (Oetomo et al., 2017).

3.4. Mendeskripsikan Biaya Percepatan Menggunakan Metode *Software* LINDO

Hasil perhitungan biaya percepatan menggunakan *software* LINDO dengan alternatif penambahan 4 jam lembur per hari selama 41 hari untuk 35 pekerja pada **Tabel 4** dibawah ini.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Biaya Percepatan *Software* LINDO

| Keadaan | Biaya (Rp) |
|-------------------|----------------------|
| Durasi normal | Rp. 2.497.887.745,07 |
| Durasi percepatan | Rp. 2.777.260.045,07 |
| Selisih | Rp. 279.372.300,00 |

Berdasarkan **Tabel 4** biaya normal proyek sebesar Rp. 2.497.887.745,07 sedangkan biaya percepatan Rp. 2.777.260.045,07, sehingga selisih biaya normal dan percepatan adalah Rp. 2.497.887.745,07 - Rp. 2.777.260.045,07= Rp. 279.372.300,00 maka terdapat kenaikan biaya akibat percepatan durasi (Oetomo et al., 2017).

3.5. Mengetahui Tingkat Perbandingan Uji Beda Percepatan Durasi antara LCA dan *Software* LINDO

Uji beda durasi percepatan dengan cara manual dan komputasi dihasilkan nilai sebagai berikut:

- 1) Uji beda Cara Manual
 Uji beda cara manual didapatkan hasil nilai $t_{hit} (1) < t_{tabel} (2,262)$ (Nuryadi et al., 2017), sehingga berarti tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara durasi percepatan metode LCA dan *software* LINDO.
- 2) Uji Beda Cara Komputasi Menggunakan IBM SPSS Statistics 25

Uji beda cara komputasi menggunakan IBM SPSS Statistics 25 didapatkan hasil nilai sig. (2-tailed) $0,347 > 0,05$ (Nuryadi et al., 2017), maka tidak ada perbedaan yang signifikan antara hasil perhitungan durasi percepatan metode LCA dan *software* LINDO.

3.6. Mengetahui Tingkat Perbandingan Uji Beda Biaya Percepatan antara Metode LCA dan Software LINDO

Uji beda biaya percepatan dengan cara manual dan komputasi dihasilkan nilai sebagai berikut:

1) Uji beda Cara Manual

Uji beda cara manual sesuai didapatkan hasil nilai $t_{hit} (1) < t_{tabel} (2,262)$ (Nuryadi et al., 2017), sehingga berarti tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil perhitungan biaya percepatan metode LCA dan *software* LINDO.

2) Uji Beda Cara Komputasi Menggunakan IBM SPSS Statistics 25

Uji beda cara komputasi menggunakan IBM SPSS Statistics 25 didapatkan hasil nilai sig. (2-tailed) $0,407 > 0,05$ (Nuryadi et al., 2017), maka tidak ada perbedaan yang signifikan antara hasil perhitungan biaya percepatan metode LCA dan *software* LINDO.

4. PEMBAHASAN

4.1. Mendeskripsikan Percepatan Durasi Menggunakan Metode LCA

Berdasarkan **Tabel 1** durasi normal proyek adalah 56 hari dan durasi percepatan 37 hari yang lebih cepat 19 hari dari durasi normal karena dilakukan penambahan 4 jam kerja lembur per hari selama 37 hari dengan jumlah pekerja 35 orang. Pemilihan alternatif penambahan jam lembur karena keterbatasan sumber daya manusia pada proyek. Hasil ini sesuai dengan penelitian Bagus et al. (2021) durasi dapat dipercepat 3 hari dari durasi normal karena penambahan jam kerja lembur.

4.2. Mendeskripsikan Percepatan Durasi Menggunakan Software LINDO

Berdasarkan **Tabel 2** durasi normal proyek adalah 56 hari dan durasi percepatan 41 hari yang lebih cepat 15 hari dari durasi normal karena dilakukan penambahan 4 jam kerja lembur per hari selama 41 hari dengan jumlah pekerja 35 orang. Pemilihan alternatif penambahan jam lembur karena keterbatasan sumber daya manusia pada proyek. Hasil ini sesuai dengan penelitian Handayasari & Salida (2018) durasi dapat dipercepat 50 hari dari durasi normal karena penambahan jam kerja lembur.

4.3. Mendeskripsikan Biaya Percepatan Menggunakan Metode LCA

Berdasarkan **Tabel 3** biaya normal proyek sebesar Rp. 2.497.887.745,07 sedangkan biaya percepatan Rp. 2.841.356.010,13, terjadi kenaikan biaya sebesar Rp. 343.468.265,06 yang lebih mahal dari biaya normal karena terdapat tambahan biaya untuk pekerja yang lembur. Nilai *cost slope* per hari sebesar Rp. 18.077.277,11, sedangkan nilai denda keterlambatan per hari Rp. 40.667.000,00, artinya kenaikan biaya percepatan lebih murah dibandingkan besarnya nilai denda per hari. Hasil ini sesuai dengan penelitian Hardiyanti et al. (2022) yang mengalami kenaikan biaya sebesar Rp. 26.577.649,57 setelah dilakukan percepatan.

4.4. Mendeskripsikan Biaya Percepatan Menggunakan Metode Software LINDO

Berdasarkan **Tabel 4** biaya normal proyek sebesar Rp. 2.497.887.745,07 sedangkan biaya percepatan Rp. 2.777.260.045,07, terjadi kenaikan biaya sebesar Rp. 279.372.300,00 yang lebih mahal dari biaya normal karena terdapat tambahan biaya untuk pekerja yang lembur. Nilai *cost slope* per hari sebesar Rp. 18.624.820,00, sedangkan nilai denda

keterlambatan per hari Rp 40.667.000,00, artinya kenaikan biaya percepatan lebih murah dibandingkan besarnya nilai denda per hari. Hasil ini sesuai dengan penelitian Handayasari & Salida (2018) yang mengalami kenaikan biaya Rp. 10.480.990,00 setelah dilakukan percepatan.

4.5. Mengetahui Tingkat Perbandingan Uji Beda Percepatan Durasi antara LCA dan Software LINDO

Nilai uji beda percepatan durasi adalah sig. (2-tailed) 0,347 > 0,05, maka tidak ada perbedaan yang signifikan antara metode LCA dan *software* LINDO (Nuryadi et al., 2017). Hasil perhitungan kedua metode tersebut tidak berbeda secara signifikan karena percepatan durasi dilakukan pada jalur kritis dan menggunakan alternatif percepatan yang sama, adapun perbedaan dari kedua metode tersebut karena percepatan durasi menggunakan metode LCA terdapat penambahan jalur kritis berdasarkan cost slope terkecil. Hasil tersebut sama dengan penelitian oleh Pratiwi et al. (2020) pada aspek percepatan durasi menggunakan metode LCA diperoleh percepatan sebesar 3,33%, Amat Pawiro (2015) terutama pada aspek percepatan durasi menggunakan *software* LINDO diperoleh percepatan sebesar 1,48%, Berdasarkan kedua penelitian tersebut didapatkan hasil percepatan durasi yang tidak jauh berbeda karena menggunakan parameter yang sama percepatan durasi yaitu dilakukan pada jalur kritis, adapun perbedaan dari ketiga penelitian tersebut karena volume setiap pekerjaan pada proyek ketiganya berbeda (Ismananta, 2018).

4.6. Mengetahui Tingkat Perbandingan Uji Beda Biaya Percepatan antara Metode LCA dan Software LINDO

Nilai uji beda biaya percepatan adalah sig. (2-tailed) 0,407 > 0,05, maka tidak ada perbedaan yang signifikan antara metode LCA dan *software* LINDO (Nuryadi et al., 2017). Hasil perhitungan kedua metode tersebut tidak berbeda secara signifikan karena biaya percepatan hanya diperhitungkan pada jalur kritis dan menggunakan alternatif percepatan yang sama, adapun perbedaan kenaikan biaya percepatan karena jumlah percepatan durasinya berbeda. Hasil tersebut sama dengan penelitian oleh Pratiwi (2020) pada aspek biaya percepatan menggunakan metode LCA diperoleh penambahan biaya sebesar 0,23%, Pawiro (2015) terutama pada aspek biaya percepatan menggunakan *software* LINDO diperoleh penambahan biaya sebesar 0,28%, Berdasarkan kedua penelitian tersebut didapatkan hasil biaya percepatan yang tidak jauh berbeda karena menggunakan parameter yang sama percepatan durasi yaitu dilakukan pada jalur kritis, adapun perbedaan dari ketiga penelitian tersebut karena volume setiap pekerjaan pada proyek ketiganya berbeda (Ismananta, 2018).

5. SIMPULAN

Berdasarkan pembahasan diperoleh kesimpulan sebagai berikut: (1) percepatan durasi menggunakan metode LCA selama 37 hari dari durasi normal proyek 56 hari, (2) percepatan durasi menggunakan *software* LINDO selama 41 hari dari durasi normal

proyek 56 hari, (3) biaya percepatan menggunakan metode LCA sebesar Rp. 2.841.356.010,13 dari biaya normal proyek Rp. 2.497.887.745,07, maka terdapat kenaikan biaya percepatan sebesar Rp. 343.468.265,06, (4) biaya percepatan menggunakan *software* LINDO sebesar Rp. 2.656.936.532,74 dari biaya normal proyek Rp. 2.777.260.045,07, maka terdapat kenaikan biaya percepatan sebesar Rp. 279.372.300,00, (5) tingkat perbandingan uji beda dihasilkan percepatan durasi antara LCA dan *software* LINDO tidak berbeda secara

signifikan, (6) tingkat perbandingan uji beda dihasilkan biaya percepatan antara metode LCA dan *software* LINDO tidak berbeda secara signifikan.

DAFTAR RUJUKAN

- Akbar, Y. R., & Aini, M. (2022). Penentuan Jalur Kritis untuk Manajemen Proyek (Studi Kasus Pembangunan Jalan Selensen- Kota Baru- Bagan Jaya). 2(2), 6–13.
- Amat Pawiro, D. (2015). Optimasi Biaya dan Waktu dalam Penyusunan Jadwal Pelaksanaan Proyek (Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung Pusat Kegiatan Mahasiswa Universitas Diponegoro Semarang). *Media Komunikasi Teknik Sipil*, 20(2), 103–108. <https://doi.org/10.12777/mkts.20.2.103-108>
- Andoko, A. T. (2016). Analisa Penerapan Algoritma Crashing Dalam Permasalahan Percepatan Proyek.
- Bagus, I., Indramanik, G., Pagehgi, J., & Sholi, M. (2021). Optimalisasi Waktu Pelaksanaan Proyek Mark House Sebatu Dengan Metode Least Cost Analysis. 13(02), 37–48. <http://www.ojs.unr.ac.id/index.php/>
- Darmanto, B., Widjayakusuma, J., & Simanjuntak, M. R. A. (2020). Identifikasi Faktor-Faktor yang Menyebabkan Cost Overrun pada Konstruksi Gedung Bertingkat. Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil 2020 Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, 334–342. <http://hdl.handle.net/11617/12165>
- Frederika, A. (2010). Analisis Percepatan Pelaksanaan Dengan Menambah Jam Kerja Optimum Pada Proyek Konstruksi (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Super Villa, Peti Tenget-Badung). *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 14(2), 113–126.
- Handayasari, I., & Salida, N. N. (2018). Aplikasi Program Linier Lindo Pada Akselerasi Proyek Rehabilitasi SDN 16 Pinrang Sulawesi Selatan. *Sainstech: Jurnal Penelitian Dan Pengkajian Sains Dan Teknologi*, 26(1), 21–27. <https://doi.org/10.37277/stch.v26i1.62>
- Hardiyanti, S., Hadi, A. K., & Musa, R. (2022). Perbandingan Fast Tracking dengan Least Cost Analysis pada Proyek Peningkatan Jalan Ruas Beroanging–Bungung- Bungung Kabupaten Jeneponto. *Journal Flyover (JFO)*, 2(1), 56–65.
- Laksana, A. W., Prasetyo, H. S., Wibowo, M. A., & Hidayat, A. (2014). Optimalisasi Waktu dan Biaya Proyek dengan Analisa Crash Program (Optimizing Project Time and Cost Using Crash Program Analysis). *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 3(3), 747– 759.
- Maddeppungeng, A., & Aditya, R. A. (2019). Analisis Risiko Biaya Dan Waktu pada Pelaksanaan Pekerjaan Struktur Atas Proyek Gedung Bertingkat Tinggi (Studi Kasus : Proyek Bangunan Gedung Bertingkat Tinggi di DKI Jakarta dan Sekitarnya). *Fondasi*, 8(2), 109–119.
- Malifa, Y., Dundu, A. K. T., & Malingkas, G. Y. (2019). Analisis Percepatan Waktu dan Biaya Proyek Konstruksi Menggunakan Metode Crashing. *Jurnal Sipil Statik*, 7(6), 681–688.
- Nandiwardhana, A. T. P., Nainggolan, T. H., & Iskandar, T. (2019). Percepatan Penjadwalan Proyek Epc Deraga C Pt. Petrokimia Gresik Dengan Metode Fast Track. *Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang*.
- Nuryadi, Astuti, T. D., Utami, E. S., & Budiantara, M. (2017). *Buku Ajar Dasar-dasar Statistik Penelitian*.
- Petra H, D., Mulyani, E., & Arpan, B. (2017). Mengantisipasi Keterlambatan dan Solusi Percepatan dengan Analisis "What If". *Teknik Sipil, Universitas Tanjungpura*, 4(4), 1–11.
- Pratiwi, K. E., Abdi, F. N., & Budiman, E. (2020). Optimalisasi Biaya Dan Waktu Pelaksanaan Proyek Pada Proyek Dengan Metode Least Cost Analysis (Studi Kasus : Proyek Lanjutan SDN 017 Samarinda). *Teknologi Sipil*, 4(November), 20– 29.
- Priyono, M., & Aulia, M. R. (2015). Aplikasi Metode Time Cost Trade Off Pada Proyek Konstruksi : Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung Indonesia. 18(1), 30–43.
- Yusanti, S. M., Dihadjo, W. S., & Shoffa, S. (2016). Analisis Perbandingan Pengiriman Barang Menggunakan Metode North West Corner dan Least Cost (Studi Kasus : PT. Coca Cola Amatil Indonesia Surabaya). *MUST: Journal of Mathematics Education, Science and Technology*, 2(1), 1. <https://doi.org/10.30651/must.v2i1.243>