

BAB IV METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Pengumpulan Data

Pada penelitian ini metode pengumpulan data menggunakan cara *Kualitatif (non-human resource)*. Pengambilan data dilakukan tanpa melalui observasi atau wawancara namun menggunakan data yang telah ada. Data tersebut adalah data sekunder. Pengambilan data dilakukan langsung kepada instansi terkait yaitu kontraktor pelaksana kegiatan proyek peningkatan jalan boter-simpang kumu tahun anggaran 2019.

4.2 Desain Penelitian

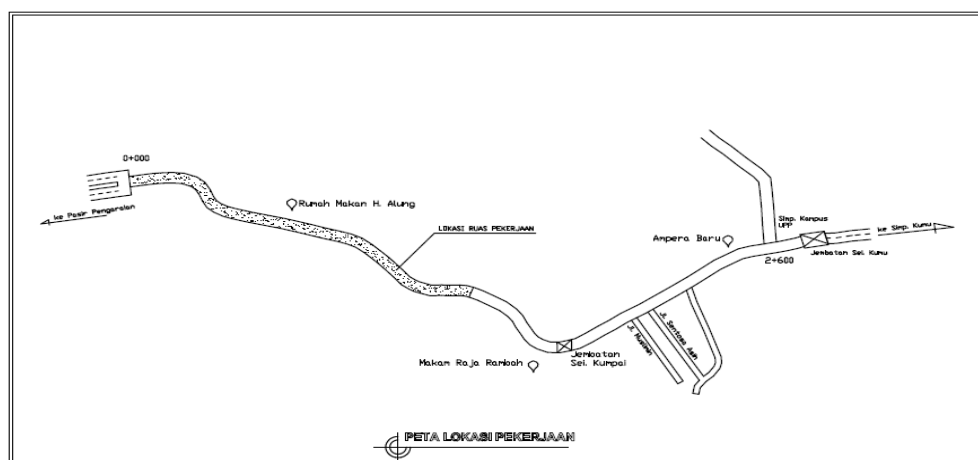
4.2.1 Studi Pustaka

Adapun data-data yang diperlukan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut :

1. Jadwal pelaksanaan pekerjaan (*time schedule*).
2. Rencana anggaran biaya (RAB).
3. Daftar harga satuan upah tenaga kerja dan bahan.

4.2.2 Peta Lokasi Proyek Penelitian

Peta lokasi penelitian merupakan letak lokasi proyek yang dijadikan tempat studi kasus penelitian. proyek terletak di jalan boter-simpang kumu. Gambar 4.1 berikut ini adalah peta lokasi proyek:



Gambar 4.1 Peta Dan Lokasi Penelitian

4.2.3 Alat Dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam mengolah data pada penelitian ini yaitu sebagai berikut :

1. Alat tulis (pulpen, buku).
2. Alat hitung (kalkulator).
3. Laptop (aplikasi pendukung *microsoft project 2016, microsoft excel*).
4. Buku-buku referensi yang berkaitan dengan penelitian.
5. Data sekunder (data proyek).

4.3 Menyusun Komponen-Komponen Kegiatan Sesuai Urutan Logika Ketergantungan.

Penyusunan komponen-komponen kegiatan pada penelitian ini dibuat sesuai dengan urutan logika ketergantungan (kegiatan pendahulu dan sumber daya yang digunakan). selanjutnya juga dilengkapi dengan durasi penyelesaian untuk setiap masing-masing item kegiatan. Pemberian durasi dilakukan dengan cara melihat data-data yang ada.

4.4 Menyusun Jaringan Kerja Dengan *Software Microsoft Project*

Penyusunan jaringan kerja pada penelitian ini menggunakan software *Microsoft Project*, dan jaringan kerja yang dibentuk adalah diagram preseden. Dalam penyusunan jaringan kerja dengan menggunakan Metode Preseden Diagram terdapat empat hubungan ketergantungan antara kegiatan satu dengan lainnya yang disebut sebagai konstrain. Keempat konstrain itu adalah konstrain dari awal ke awal (SS), awal ke akhir (SF), akhir ke akhir (FF), dan akhir ke awal (FS).

4.5 Menentukan Jalur Kritis (*Critical Path*)

Setelah diketahui hubungan ketergantungan antar kegiatan dan durasi tiap kegiatan maka dapat disusun gambar Diagram Preseden dengan menggunakan bantuan program computer *Microsoft Project*. Program ini dapat membantu mempercepat dalam proses pembuatan jaringan kerja. Setelah durasi dan ketergantungan untuk masing-masing kegiatan dimasukkan, maka akan diperoleh jaringan kerja berupa diagram preseden yang lengkap berisikan waktu mulai

paling cepat (ES), waktu selesai paling awal (EF), waktu mulai paling lambat (LS), dan waktu selesai paling lambat (LF) dari satu kegiatan, untuk mengidentifikasi kegiatan kritis, jalur kritis, *float*, dan waktu penyelesaian proyek.

4.6 Menganalisis Durasi Pekerjaan Dengan Metode *Crashing*

Ada empat faktor yang dapat di optimumkan untuk melaksanakan percepatan pada suatu aktivitas yaitu meliputi penambahan jumlah tenaga kerja, penambahan penggunaan peralatan berat dan penambahan jam kerja lembur. Pada penelitian ini usaha yang dilakukan untuk melaksanakan percepatan pada suatu aktivitas adalah menggunakan penambahan jam kerja lembur. Adapun rencana yang dilakukan dalam mempercepat durasi pekerjaan dengan metode jam kerja lembur adalah sebagai berikut:

1. Aktivitas normal memakai 7 jam kerja dan 1 jam istirahat (08.00-16.00) sedangkan kerja lembur dilakukan setelah waktu kerja normal.
2. Harga upah pekerja untuk kerja lembur menurut keputusan menteri tenaga kerja Nomor KEP: 102/MEN/VI/2004 pasal 11 diperhitungkan sebagai berikut:
 - 1). Untuk jam kerja lembur pertama, harus dibayar upah lembur sebesar 1,5 (satu setengah) kali upah satu jam normal.
 - 2). Untuk setiap jam kerja lembur berikutnya harus dibayar upah lembur sebesar 2 (dua) kali upah satu jam normal.

Biaya lembur per hari =

$$(\text{jam kerja lembur pertama} \times 1,5 \times \text{upah satu jam normal}) + (\text{jam kerja lembur berikutnya} \times 2 \times \text{upah satu jam normal}) \dots\dots\dots(1)$$

Produktivitas Harian =

$$\frac{\text{volume}}{\text{durasi normal}} \dots\dots\dots(2)$$

Produktivitas Tiap Jam =

$$\frac{\text{produktivitas harian}}{7 \text{ jam}} \dots\dots\dots(3)$$

Produktivitas Harian Akibat Kerja Lembur =

$$(a \times b \times \text{prod.tiap jam}) \dots\dots\dots(4)$$

Dimana: a= jumlah jam kerja lembur;
b= koefisien penurunan produktivitas kerja lembur

Produktivitas Harian Sesudah Crash =
 $(7 \text{ jam} \times \text{prod. tiap jam}) + (a \times b \times \text{prod. tiap jam}) \dots\dots\dots(5)$

Dimana: a= jumlah jam kerja lembur,
 b= koefisien penurunan produktivitas

Kerja Lembur *Crash Duration* =
 $\frac{\text{volume}}{\text{prod. harian sesudah crash}} \dots\dots\dots(6)$

Normal cost pekerja perjam =
 $(\text{harga per satuan pek.} \times \text{prod. tiap jam}) \dots\dots\dots(7)$

Normal Cost Pekerja Perhari =
 $(7 \text{ jam} \times \text{normal cost tiap jam}) \dots\dots\dots(8)$

Normal Cost =
 $(\text{normal duration} \times \text{normal cost pekerja perhari}) \dots\dots\dots(9)$

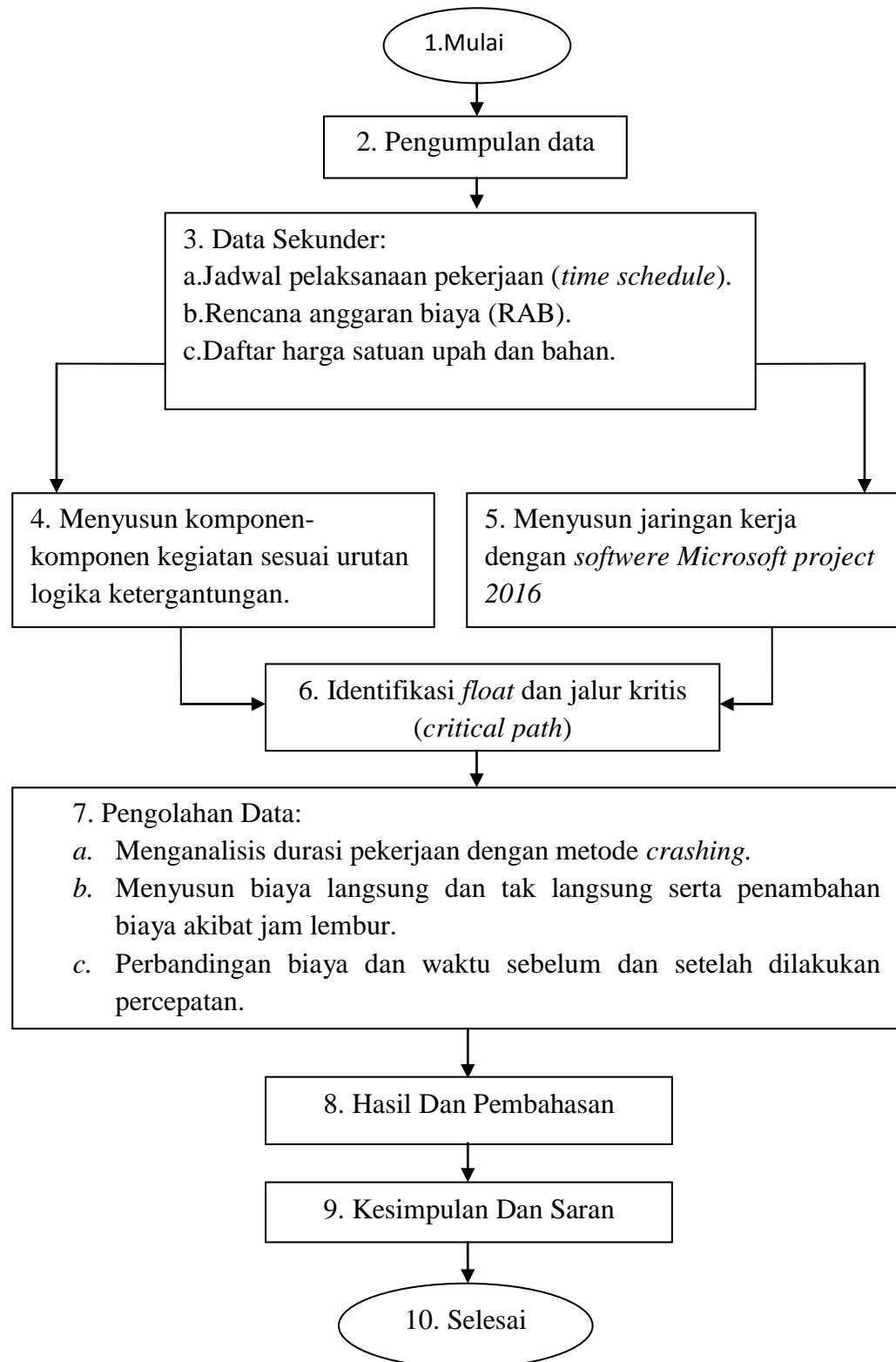
Crash Cost Pekerja =
 $(\text{normal cost pekerja perhari} + \text{biaya lembur perhari}) \dots\dots\dots(10)$

Crash Cost =
 $(\text{crash duration} \times \text{crash cost pekerja perhari}) \dots\dots\dots(11)$

Cost Slope =
 $\frac{\text{crash cost} - \text{normal cost}}{\text{normal duration} - \text{crash duration}} \dots\dots\dots(12)$

4.7 Flow Chart Penelitian

Untuk memperjelas mengenai urutan metode penelitian, maka dibuatlah *flow chart* seperti dibawah ini:



Gambar 4.2 Bagan Alir Penelitian

BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 *Time Schedule* dan kurva “S”

Time schedule adalah pembagian waktu yang disediakan untuk masing-masing bagian item pekerjaan. dimulai dari bagian pekerjaan awal sampai dengan bagian pekerjaan akhir. Selanjutnya juga dibubuhkan penjelasan mengenai tanggal, bulan, serta nilai bobot pekerjaan pada masing-masing item pekerjaan yang jika dijumlahkan harus mencapai 100%.

Kurva “S” merupakan suatu kurva yang disusun untuk menunjukkan hubungan antara nilai komulatif biaya atau jam-orang (*man hours*) yang telah digunakan atau persentase (%) penyelesaian pekerjaan terhadap waktu. Dengan demikian pada kurva “S” dapat digambarkan kemajuan volume pekerjaan yang diselesaikan sepanjang berlangsungnya proyek atau pekerjaan dalam bagian dari proyek. Sumbu mendatar menunjukkan waktu kalender, dan sumbu vertikal menunjukkan nilai komulatif biaya atau persentase penyelesaian pekerjaan. Kurva yang berbentuk huruf “S” tersebut lebih banyak terbentuk karena kelaziman dalam pelaksanaan proyek yaitu:

- a. Kemajuan pada awal-awalnya bergerak lambat.
- b. Kemudian diikuti oleh kegiatan yang bergerak cepat dalam kurun waktu yang lebih lama. Pada akhirnya kegiatan menurun kembali dan berhenti pada titik akhir.

Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 5.1 berikut ini;

| No. Item Pembayar | URAIAN | SAT | VOLUME | BOBOT (%) | MASA PELAKSANAAN PEKERJAAN 150 HARI KALENDER | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Masa Pemeliharaan ** | | | |
|--|--|--------------------------|-------------------------------------|------------------------------|--|------|------|------|------|------|------|------|---------|-------|-------|-------|-----------|-------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|----------|--------|-------------------------|-------|-------|--|
| | | | | | JUNI | | | | JULI | | | | AGUSTUS | | | | SEPTEMBER | | | | OKTOBER | | | | NOVEMBER | | | | | |
| | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | | | | |
| 1.1 | DIVISI 1. MOBILISASI Mobilisasi | Ls | 1.00 | 0.23 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | | | | | | | | | | | | | | | | | 180 HK | | | | | |
| 3.1(1a) 3.2(2) | DIVISI 3. PEKERJAAN TANAH DAN GEOSINTETIK Galian Binau Tambuan Pilihan dari Sumber Galian | M3 M3 | 4.486.47 311.23 | 3.30 0.95 | | | | | 0.83 | 0.83 | 0.83 | 0.83 | | | | | | | | | | | | 0.48 | 0.48 | | | | | |
| 5.1(1) 5.1(2) | DIVISI 5. PERKERASAN BERBUTIR DAN PERKERAS Lapis Pondasi Agregat Kelas A Lapis Pondasi Agregat Kelas B | M3 M3 | 1.952.38 2.440.48 | 21.40 25.90 | | | | | | | | | 6.47 | 6.47 | 6.47 | 6.47 | 5.35 | 5.35 | 5.35 | 5.35 | | | | | | | | | | |
| 6.1(1)(a) 6.3(6a) | DIVISI 6. PERKERASAN ASPAL Lapis Resap Pengikat Lapis Lapis Antara (AC-BC) | Lr Ton | 12.462.00 1.719.76 | 3.22 38.98 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1.07 | 1.07 | 1.07 | 12.99 | 12.99 | 12.99 | |
| 7.1 (8) 7.2 (5b) 7.2 (6b) 7.3 (1) | DIVISI 7. STRUKTUR Beton mutu rendah f'c 15 Mpa Pencampuran Unit Pracetak Gelagar Box Bentang 1.0 X 1.0 m Pemasangan Unit Pracetak Gelagar Box Bentang 1.0 X 1.0 m Baja Tulangan U24 Polos | M3 Bmsh Bmsh Kg | 40.90 78.00 78.00 1.200.40 | 0.74 4.59 0.44 0.26 | | | | | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | JUMLAH | | | 100.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B | KEMAJUAN PEKERJAAN MINGGUAN | | | | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 1.19 | 2.25 | 2.25 | 2.25 | 1.10 | 6.64 | 6.64 | 6.47 | 6.47 | 5.35 | 5.35 | 5.35 | 5.35 | 14.07 | 14.07 | 14.07 | 0.48 | 0.48 | 0.05 | | | | |
| C | KEMAJUAN PEKERJAAN KOMULATIF | | | | 0.05 | 0.09 | 0.14 | 1.33 | 3.57 | 5.82 | 8.07 | 9.17 | 15.81 | 22.45 | 28.92 | 35.39 | 40.75 | 46.10 | 51.45 | 56.80 | 70.87 | 84.94 | 99.00 | 99.48 | 99.95 | 100.00 | | | | |

Gambar 5.1 *Time Schedule* dan kurva “S” Proyek peningkatan jalan boter - simpang kumu (Sumber: Penelitian 2020)

Dari Gambar 5.1 diatas disimpulkan bahwa waktu pelaksanaan pekerjaan adalah 150 hari kalender. Jumlah hari bekerja dalam satu minggu adalah tujuh hari kerja dan tanpa memperhitungkan hari libur. Nilai bobot pekerjaan telah diperhitungkan pada setiap item pekerjaan yang merupakan biaya pada satu item pekerjaan tersebut dibagi dengan jumlah biaya total (tidak termasuk PPN) dikalikan 100%. Selanjutnya pada kolom bar chart juga telah dijelaskan mengenai durasi pelaksanaan pekerjaan sehingga persentase bobot rencana mingguan dapat diketahui.

5.2 Volume pekerjaan

Volume pekerjaan merupakan besaran nilai pekerjaan yang biasanya dalam satuan M³, M², M, liter, Kg dan Ton. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada tabel 5.1 berikut ini;

Tabel 5.2 Volume pekerjaan

| NO MATA PEMBA YARAN | URAIAN PEKERJAAN | SATUAN | KUANTIT AS | HARGA SATUAN (Rp) | JUMLAH HARGA (Rp) |
|---------------------|---|----------------|------------|-------------------|-------------------------|
| | DIVISI 1. UMUM | | | | |
| 1.2 | Mobilisasi | Ls | 1.00 | 13,958,324.39 | 13,958,324.39 |
| | DIVISI 3. PEKERJAAN TANAH DAN GEOSINTETIK | | | | |
| 3.1.(1a) | Galian Biasa | M ³ | 4,486.47 | 45,350.79 | 203,464,958.81 |
| 3.2 (2a) | Timbunan Pilihan dari Sumber Galian | M ³ | 311.23 | 188,061.18 | 58,530,281.05 |
| | DIVISI 5. PERKERASAN BERBUTIR DAN PERKERASAN BETON ASPAL | | | | |
| 5.1.(1) | Lapis Pondasi Agregat Kelas A | M ³ | 1,952.38 | 675,403.52 | 1,318,644,324.38 |
| 5.1 (2) | Lapis Pondasi Agregat Kelas B | M ³ | 2,440.48 | 653,717.93 | 1,595,385,533.81 |
| | DIVISI 6. PERKERASAN ASPAL | | | | |
| 6.1.(1a) | Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair | Liter | 12,462.00 | 15,938.19 | 198,621,723.78 |
| 6.3(6a) | Laston Lapis Antara (AC-BC) | Ton | 1,719.76 | 1,396,457.71 | 2,401,572,111.35 |
| | DIVISI 7. STRUKTUR | | | | |
| 7.1 (8) | Beton mutu rendah fc'15 Mpa | M ³ | 40.90 | 1,108,625.00 | 45,342,762.50 |
| 7.2 (5) | Penyediaan Unit Pracetak Gelagar Box Bentang 1.0 X 1.0 m | Buah | 78.00 | 3,622,080.00 | 282,522,240.00 |
| 7.2 (6) | Pemasangan Unit Pracetak Gelagar Box Bentang 1.0 X 1.0 m | Buah | 78.00 | 343,867.40 | 26,821,657.20 |
| 7.3 (1) | Baja Tulangan U24 Polos | Kg | 1,200.40 | 13,222.00 | 15,871,688.80 |
| A | JUMLAH | | | | 6,160,735,606.07 |
| B | PPN 10% | | | | 616,073,560.61 |
| C | JUMLAH (A+B) | | | | 6,776,809,166.67 |
| D | DIBULATKAN | | | | 6,776,809,166.67 |

Sumber: Penelitian (2020)

Pada Tabel 5.1 diatas dapat disimpulkan bahwa pada setiap item pekerjaan mempunyai nilai kuantitas dan harga satuan. Nilai jumlah total pekerjaan adalah Rp.6.160.735.606,07 (tidak termasuk PPN 10%).

5.3 Jaringan Kerja (*network planning*)

Jaringan kerja merupakan hubungan ketergantungan antara kegiatan yang satu dengan kegiatan lainnya. Pada penelitian ini jaringan kerja yang di bentuk menggunakan metode preseden diagram (PDM). Penyusunan jaringan kerja disesuaikan dengan logika ketergantungan. Setelah diketahui hubungan ketergantungan antara kegiatan dan durasi pada setiap kegiatan, maka dapat disusun gambar diagram preseden dengan menggunakan bantuan *Microsoft project* untuk mengidentifikasi kegiatan kritis, jalur kritis, *float* dan waktu penyelesaian proyek. Untuk lebih jelas mengenai hubungan ketergantungan antar kegiatan dan durasi dapat dilihat pada tabel 5.2 berikut ini:

Tabel 5.3 Hubungan ketergantungan antara kegiatan dan durasi

| ID | Task Mod | Task Name | Duration | Start | Finish | Predecessors |
|----|----------|---|----------|----------|----------|--------------|
| 1 | ✈ | PENINGKATAN JALAN BOTER - SIMPANG KUMU | 150 days | 6/18/19 | 11/14/19 | |
| 2 | ➡ | DIVISI 1. UMUM | 150 days | 6/18/19 | 11/14/19 | |
| 3 | ✈ | Mobilisasi | 27 days | 6/18/19 | 7/14/19 | |
| 4 | ✈ | Mobilisasi | 4 days | 11/11/19 | 11/14/19 | 7 |
| 5 | ➡ | DIVISI 3. PEKERJAAN TANAH DAN GEOSINTETIK | 119 days | 7/15/19 | 11/10/19 | |
| 6 | ✈ | Galian Biasa | 28 days | 7/15/19 | 8/11/19 | 3 |
| 7 | ✈ | Timbunan Pilihan dari Sumber Galian | 14 days | 10/28/19 | 11/10/19 | 13 |
| 8 | ➡ | DIVISI 5. PERKERASAN BERBUTIR DAN PERKERASAN BETON ASPAL | 56 days | 8/12/19 | 10/6/19 | |
| 9 | ✈ | Lapis Pondasi Agregat Kelas A | 28 days | 9/9/19 | 10/6/19 | 10 |
| 10 | ✈ | Lapis Pondasi Agregat Kelas B | 28 days | 8/12/19 | 9/8/19 | 6,17 |
| 11 | ➡ | DIVISI 6. PERKERASAN ASPAL | 21 days | 10/7/19 | 10/27/19 | |
| 12 | ✈ | Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair | 21 days | 10/7/19 | 10/27/19 | 9 |
| 13 | ✈ | Laston Lapis Antara (AC-BC) | 21 days | 10/7/19 | 10/27/19 | 9,12SS |
| 14 | ➡ | DIVISI 7. STRUKTUR | 50 days | 7/8/19 | 8/26/19 | |
| 15 | ✈ | Beton mutu rendah fc'15 Mpa | 42 days | 7/15/19 | 8/25/19 | 16SS+7 days |
| 16 | ✈ | Penyediaan Unit Pracetak Gelagar Box Bentang 1.0 X 1.0 m | 28 days | 7/8/19 | 8/4/19 | 3FS-7 days |
| 17 | ✈ | Pemasangan Unit Pracetak Gelagar Box Bentang 1.0 X 1.0 m | 28 days | 7/15/19 | 8/11/19 | 16SS+7 days |
| 18 | ✈ | Baja Tulangan U24 Polos | 43 days | 7/15/19 | 8/26/19 | 16SS+7 days |

Sumber: Penelitian (2020)

5.4 Kegiatan Pendahulu (*Predecessors*)

Kegiatan pendahulu (*predecessors*) adalah hubungan antar kegiatan yang berkembang menjadi beberapa kemungkinan dari node terdahulu ke node berikutnya. Kemungkinan hubungan itu merupakan awal ke awal (SS), awal ke akhir (SF), akhir ke akhir (FF) dan akhir ke awal (FS). Serta dibubuhkan penjelasan mengenai waktu mendahului (*lead*) atau terlambat/ tertunda (*lag*) bila kegiatan (i) mendahului kegiatan (j) dan satuan waktu adalah hari. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Tabel 5.3 berikut ini;

Tabel 5.4 Kegiatan pendahulu (*predecessors*).

| ID | Task Mode | Task Name | Predecessors |
|----|-----------|---|--------------|
| 1 | ➤ | PENINGKATAN JALAN BOTER - SIMPANG KUMU | |
| 2 | ➡ | DIVISI 1. UMUM | |
| 3 | ➤ | Mobilisasi | |
| 4 | ➤ | Mobilisasi | 7 |
| 5 | ➡ | DIVISI 3. PEKERJAAN TANAH DAN GEOSINTETIK | |
| 6 | ➤ | Galian Biasa | 3 |
| 7 | ➤ | Timbunan Pilihan dari Sumber Galian | 13 |
| 8 | ➡ | DIVISI 5. PERKERASAN BERBUTIR DAN PERKERASAN BETON ASPAL | |
| 9 | ➤ | Lapis Pondasi Agregat Kelas A | 10 |
| 10 | ➤ | Lapis Pondasi Agregat Kelas B | 6,17 |
| 11 | ➡ | DIVISI 6. PERKERASAN ASPAL | |
| 12 | ➤ | Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair | 9 |
| 13 | ➤ | Laston Lapis Antara (AC-BC) | 9,12SS |
| 14 | ➡ | DIVISI 7. STRUKTUR | |
| 15 | ➤ | Beton mutu rendah f'15 Mpa | 16SS+7 days |
| 16 | ➤ | Penyediaan Unit Pracetak Gelagar Box Bentang 1.0 X 1.0 m | 3FS-7 days |
| 17 | ➤ | Pemasangan Unit Pracetak Gelagar Box Bentang 1.0 X 1.0 m | 16SS+7 days |
| 18 | ➤ | Baja Tulangan U24 Polos | 16SS+7 days |

Sumber : Penelitian (2020)

Pada penelitian yang dilakukan, hubungan antar kegiatan berkembang menjadi beberapa konstrain. Berikut ini adalah penjelasan secara detail mengenai kegiatan pendahulu (*Predecessors*):

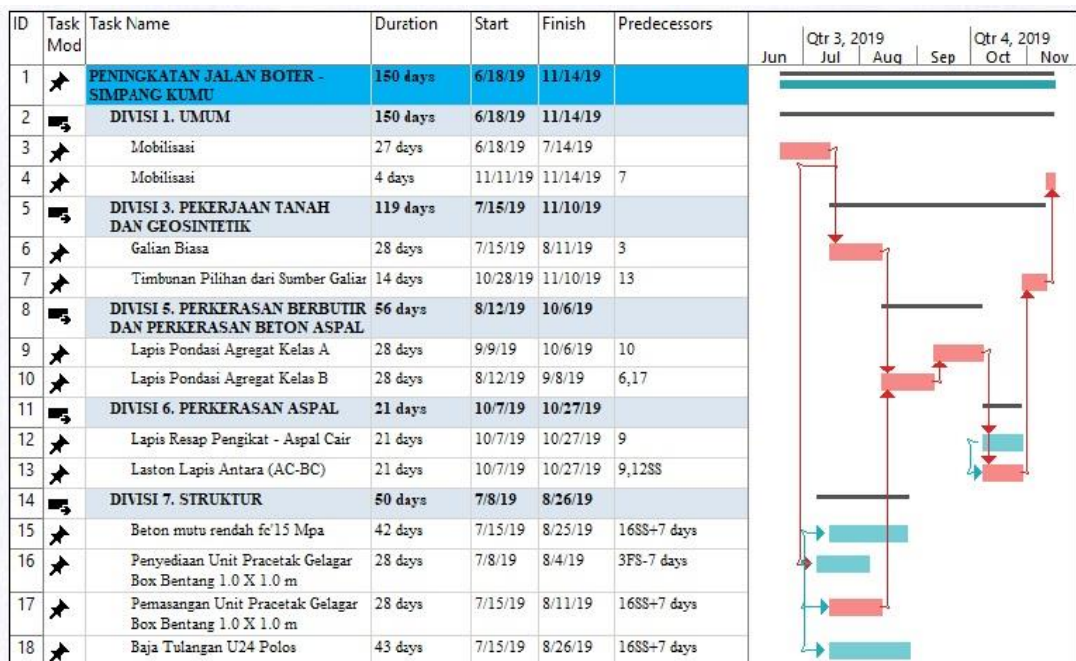
1. *Predecessors* 3FS adalah pekerjaan nomer 6 galian biasa boleh dilaksanakan setelah pekerjaan nomer 3 mobilisasi peralatan selesai.

2. *Predecessors* 3FS-7days adalah pekerjaan nomer 16 penyediaan unit pracetak gelagar box bentang 1.0 x 1.0 meter dilaksanakan setelah pekerjaan nomer 3 mobilisasi selesai kurang dari 7 hari.
3. *Predecessors* 3FS-7days adalah pekerjaan nomer 16 penyediaan unit pracetak gelagar box bentang 1.0 x 1.0 meter dilaksanakan setelah pekerjaan nomer 3 mobilisasi selesai kurang dari 7 hari.
4. *Predecessors* 16SS+7days adalah pekerjaan nomer 17 pemasangan unit pracetak gelagar box bentang 1.0 x 1.0 meter dilaksanakan bersamaan setelah pekerjaan nomer 16 penyediaan unit pracetak gelagar box bentang 1.0 x 1.0 meter berjalan 7 hari.
5. *Predecessors* 16SS+7days adalah pekerjaan nomer 15 beton mutu rendah $F_c' 15\text{Mpa}$ boleh dilaksanakan bersamaan setelah pekerjaan nomer 16 penyediaan unit pracetak gelagar box bentang 1.0 x 1.0 meter berjalan 7 hari.
6. *Predecessors* 16SS+7days adalah pekerjaan nomer 18 baja tulangan U24 polos boleh dilaksanakan bersamaan setelah pekerjaan nomer 16 penyediaan unit pracetak gelagar box bentang 1.0 x 1.0 meter berjalan 7 hari.
7. *Predecessors* 6FS,17FS adalah pekerjaan nomer 13 Lapis pondasi agregat kelas B dilaksanakan setelah pekerjaan nomer 6 galian biasa dan nomer 17 pemasangan unit pracetak gelagar box bentang 1.0 x 1.0 meter selesai.
8. *Predecessors* 10FS adalah pekerjaan nomer 9 lapis pondasi agregat kelas A dilaksanakan setelah pekerjaan nomer 10 lapis pondasi agregat kelas B selesai.
9. *Predecessors* 9FS adalah pekerjaan nomer 12 lapis resap pengikat-aspal cair dilaksanakan setelah pekerjaan nomer 9 lapis pondasi agregat kelas A selesai.
10. *Predecessors* 9FS,12SS adalah pekerjaan nomer 13 laston lapis antara (AC-BC) dilaksanakan setelah pekerjaan nomer 9 Lapis pondasi agregat kelas A selesai atau pekerjaan laston lapis antara (AC-BC) boleh dilaksanakan di hari yang sama dengan Lapis resap pengikat-aspal cair
11. *Predecessors* 13FS adalah pekerjaan nomer 7 timbunan pilihan dari sumber galian dilaksanakan setelah pekerjaan nomer 13 laston lapis antara (AC-BC) selesai.

12. *Predecessors* 7FS adalah demobilisasi peralatan dilaksanakan setelah pekerjaan timbunan dari sumber galian selesai atau seluruh pekerjaan terselesaikan.

5.5 Jalur Dan Kegiatan Kritis (*critical path*)

Setelah dimasukkan data lengkap mengenai uraian kegiatan, tanggal dimulai dan selesai kegiatan serta kegiatan pendahulu (*predecesors*) pada *microsoft project*, dapat diketahui secara langsung *float*, jalur dan kegiatan kritis pada proyek. Selanjutnya setelah diketahui jalur dan kegiatan kritis dapat dilanjutkan ke tahap analisis *crashing*. Untuk memperjelas mengenai uraian pekerjaan yang berada pada jalur dan kegiatan kritis pada proyek, dapat dilihat pada Gambar 5.5 berikut ini:



Gambar 5.5 Jalur Dan Kegiatan Kritis (Sumber: Penelitian 2020)

Dari Gambar 5.5 dapat disimpulkan bahwa jalur dan kegiatan kritis terjadi pada nomor 3,4,6,7,9,10,13 dan 17 yang ditandai dengan warna merah. sedangkan jalur dan kegiatan tidak kritis terjadi pada nomor 12,15,16 dan 18 yang ditandai dengan warna biru.

5.6 Analisis *Crashing*

Pada penelitian ini usaha yang digunakan untuk mempercepat penyelesaian proyek tersebut adalah dengan menggunakan penambahan jam kerja/lembur dan

tidak menambahkan jumlah alat ataupun jumlah tenaga kerja. Adapun rencana kerja yang akan dilakukan dalam mempercepat durasi sebuah pekerjaan dengan metode lembur adalah sebagai berikut:

1. Aktivitas normal memakai 7 jam kerja dan 1 jam istirahat (08.00-16.00) sedangkan kerja lembur dilakukan setelah waktu kerja normal.
2. Harga upah untuk kerja lembur menurut Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor KEP.102/MEN/VI/2004 pasal 11 diperhitungkan jam lembur pertama dibayar 1,5 kali upah sejam normal, dan untuk setiap jam berikutnya harus dibayar upah sebesar 2 kali upah sejam normal.
3. Produktivitas untuk kerja lembur diperhitungkan mengalami penurunan dari produktivitas normal. Penurunan ini disebabkan oleh kelelahan pekerja, keterbatasan pandangan waktu semakin malam, serta keadaan cuaca yang lebih dingin. Produktivitas kerja lembur diperhitungkan berdasarkan grafik indikasi menurunnya produktivitas karena kerja lembur.

Produktivitas tenaga kerja akan sangat besar pengaruhnya terhadap total biaya proyek, minimal pada aspek jumlah tenaga kerja dan fasilitas yang diperlukan (Soeharto, 1997). Salah satu pendekatan untuk mencoba mengukur hasil guna tenaga kerja adalah dengan memakai parameter indeks produktivitas. Penurunan produktivitas bila jumlah jam perhari dan hari perminggu bertambah dapat dilihat pada Gambar 3.3, dan koefisien pengurangan produktivitas akibat kerja lembur dapat dilihat pada Tabel 5.4 berikut ini:

Tabel 5.6 Koefisien Pengurangan Produktivitas akibat kerja lembur

| Jam Lembur (Jam) | Penurunan Indeks Produktivitas | Prestasi Kerja (Per Jam) | Prosentase Prestasi Kerja(%) | Koefisien Pengurangan Produktivitas |
|------------------|--------------------------------|--------------------------|------------------------------|-------------------------------------|
| a | b | $c = b \cdot a$ | d | $e = 100\% - d$ |
| 1 | 0,1 | 0,1 | 10 | 0,9 |
| 2 | 0,1 | 0,2 | 20 | 0,8 |
| 3 | 0,1 | 0,3 | 30 | 0,7 |

Sumber: Hasil Perhitungan (2020)

5.6.1 *Crash Duration* Akibat Penambahan Jam Kerja

Pada perhitungan *crash duration* akan dicari waktu dipersingkat pada masing-masing kegiatan yang berada pada lintasan kritis. Perhitungan ini mengikuti prosedur perhitungan sebagai berikut:

1. Volume pekerjaan (diketahui).
2. *Normal duration* (diketahui).
3. Produktivitas harian tenaga kerja perhari normal adalah volume kegiatan dibagi dengan waktu kegiatan normal (durasi normal)
4. Produktivitas tiap jam tenaga kerja merupakan produktivitas harian tenaga kerja normal dibagi 7 jam (dalam satu hari digunakan 7 jam kerja normal)
5. Produktivitas harian sesudah *crash* = (7 jam x prod. tiap jam) + (jam lembur x koef.prod. x prod. tiap jam)

Produktivitas harian yang terjadi setelah diadakan *crash program* pada setiap kegiatan yang pada lintasan kritis dengan anggapan bekerja dalam satu hari selama 7 jam kerja normal ditambah lembur. Pada kerja lembur semua pekerja mengikuti kerja lembur dan tidak adanya penambahan pekerja ataupun penambahan alat berat baik pada kerja normal maupun kerja lembur. *Crash Duration* adalah durasi kegiatan setelah diadakan *crash program* pada kegiatan tersebut. *Crash duration* merupakan volume kegiatan dibagi produktivitas harian setelah *crash program*. Berikut ini adalah hasil analisis *crashing* durasi pekerjaan pada masing-masing item pekerjaan yang berada pada lintasan kritis:

No item pekerjaan = 3.1 (1a) galian biasa

Volume = 4.486,47 M³

Durasi normal = 28 hari

Tabel 5.6 Crashing durasi pekerjaan galian biasa

| | Crashing | | | | | |
|---|--|-----------------------------|--|-----------------------------|--|-----------------------------|
| | Crashing 1 | | Crashing 2 | | Crashing 3 | |
| Produktifitas Harian = Volume Durasi Normal | 4.486,47 M ³ | 160,23 M ³ /hari | 4.486,47 M ³ | 160,23 M ³ /hari | 4.486,47 M ³ | 160,23 M ³ /hari |
| | 28 hari | | 28 hari | | 28 hari | |
| Prod. Tiap Jam = $\frac{\text{Produktifitas Harian}}{7 \text{ Jam}}$ | 160,23 M ³ 7 Jam | 22,89 M ³ /Jam | 11,48 M ³ 7 Jam | 22,89 M ³ /Jam | 11,48 M ³ 7 Jam | 22,89 M ³ /Jam |
| Prod. Harian Akibat Kerja Lembur = (a x b x prod. tiap jam) a= jumlah jam kerja lembur; b= koef penurunan prod. kerja lembur | (1 x 0,9 x 22,89 M ³) | 20,60 M ³ | (2 x 0,8 x 22,89 M ³) | 36,62 M ³ | (3 x 0,7 x 22,89 M ³) | 48,07 M ³ |
| Produktifitas Harian Sesudah Crash = (7 Jam x prod. Tiap jam) + (a x b x prod. Tiap jam) a= jumlah jam kerja lembur; b= koef penurunan prod. kerja lembur | (7 Jam x 22,89) + (20,60) | 180,83 M ³ /hari | (7 Jam x 22,89) + (36,62) | 196,86 M ³ /hari | (7 Jam x 11,48) + (3,44) | 208,30 M ³ /hari |
| Kerja Lembur (Crash Duration) = $\frac{\text{volume}}{\text{prod. harian sesudah crash}}$ | 4.486,47 M ³ 180,83 M ³ | 25 Hari | 4.486,47 M ³ 196,86 M ³ | 23 Hari | 4.486,47 M ³ 208,30 M ³ | 22 Hari |

Sumber : Hasil penelitian (2020)

Dari Tabel 5.6 dapat disimpulkan bahwa pekerjaan galian biasa pada durasi normal adalah 28 hari kalender, *crashing* penambahan 1 jam lembur menjadi 25 hari kalender, *crashing* penambahan 2 jam lembur menjadi 23 hari kalender dan *crashing* penambahan 3 jam lembur menjadi 22 hari.

No item pekerjaan = 3.2 (1a) timbunan pilihan dari sumber galian

Volume = 311,23 M³

Durasi normal = 14 hari

Tabel 5.7 Crashing durasi pekerjaan timbunan pilihan dari sumber galian

| | Crashing | | | | | |
|--|--|----------------------------|--|----------------------------|---|----------------------------|
| | Crashing 1 | | Crashing 2 | | Crashing 3 | |
| Produktifitas Harian = $\frac{\text{Volume}}{\text{Durasi Normal}}$ | $\frac{311,23 \text{ M}^3}{14 \text{ hari}}$ | 22,23 M ³ /hari | $\frac{311,23 \text{ M}^3}{14 \text{ hari}}$ | 22,23 M ³ /hari | $\frac{311,23 \text{ M}^3}{14 \text{ hari}}$ | 22,23 M ³ /hari |
| Prod. Tiap Jam = $\frac{\text{Produktifitas Harian}}{7 \text{ Jam}}$ | $\frac{22,23 \text{ M}^3}{7 \text{ Jam}}$ | 3,18 M ³ /Jam | $\frac{22,23 \text{ M}^3}{7 \text{ Jam}}$ | 3,18 M ³ /Jam | $\frac{22,23 \text{ M}^3}{7 \text{ Jam}}$ | 3,18 M ³ /Jam |
| Prod. Harian Akibat Kerja Lembur = $(a \times b \times \text{prod. tiap jam})$ a= jumlah jam kerja lembur; b= koef penurunan prod. kerja lembur | $(1 \times 0,9 \times 3,18 \text{ M}^3)$ | 2,86 M ³ | $(2 \times 0,8 \times 3,18 \text{ M}^3)$ | 5,08 M ³ | $(3 \times 0,7 \times 3,18 \text{ M}^3)$ | 6,67 M ³ |
| Produktifitas Harian Sesudah Crash = $(7 \text{ Jam} \times \text{prod. Tiap jam}) + (a \times b \times \text{prod. Tiap jam})$ a= jumlah jam kerja lembur; b= koef penurunan prod. kerja lembur | $(7 \text{ Jam} \times 3,18) + (2,86)$ | 25,09 M ³ /hari | $(7 \text{ Jam} \times 3,18) + (5,08)$ | 27,31 M ³ /hari | $(7 \text{ Jam} \times 3,18) + (6,67)$ | 28,90 M ³ /hari |
| Kerja Lembur (Crash Duration) = $\frac{\text{volume}}{\text{prod. harian sesudah crash}}$ | $\frac{311,23 \text{ M}^3}{25,09 \text{ M}^3}$ | 12 Hari | $\frac{311,23 \text{ M}^3}{27,31 \text{ M}^3}$ | 11 Hari | $\frac{311,23 \text{ M}^3}{28,9 \text{ M}^3}$ | 11 Hari |

Sumber : Hasil penelitian (2020)

Dari Tabel 5.7 dapat disimpulkan bahwa pekerjaan timbunan pilihan dari sumber galian pada durasi normal adalah 14 hari kalender, dengan adanya penerapan *crashing* penambahan 1 jam lembur pada item pekerjaan tersebut waktu penyelesaian pekerjaan menjadi 12 hari kalender, penerapan *crashing* penambahan 2 jam lembur menjadi 11 hari kalender dan penerapan *crashing* penambahan 3 jam lembur tidak mengalami perubahan yaitu tetap 11 hari kalender.

No item pekerjaan = 5.1 (1) lapis pondasi agregat klas A

Volume = 1.952,38 M³

Durasi normal = 28 hari

Tabel 5.8 Crashing durasi pekerjaan lapis pondasi agregat klas A

| | Crashing | | | | | |
|--|--|----------------------------|--|----------------------------|--|----------------------------|
| | Crashing 1 | | Crashing 2 | | Crashing 3 | |
| Produktifitas Harian = $\frac{\text{Volume}}{\text{Durasi Normal}}$ | $\frac{1.952,38 \text{ M}^3}{28 \text{ hari}}$ | 69,73 M ³ /hari | $\frac{1.952,38 \text{ M}^3}{28 \text{ hari}}$ | 69,73 M ³ /hari | $\frac{1.952,38 \text{ M}^3}{28 \text{ hari}}$ | 69,73 M ³ /hari |
| Prod. Tiap Jam = $\frac{\text{Produktifitas Harian}}{7 \text{ Jam}}$ | $\frac{69,73 \text{ M}^3}{7 \text{ Jam}}$ | 9,96 M ³ /Jam | $\frac{69,73 \text{ M}^3}{7 \text{ Jam}}$ | 9,96 M ³ /Jam | $\frac{69,73 \text{ M}^3}{7 \text{ Jam}}$ | 9,96 M ³ /Jam |
| Prod. Harian Akibat Kerja Lembur = $(a \times b \times \text{prod. tiap jam})$ a= jumlah jam kerja lembur; b= koef penurunan prod. kerja lembur | $(1 \times 0,9 \times 9,96 \text{ M}^3)$ | 8,97 M ³ | $(2 \times 0,8 \times 9,96 \text{ M}^3)$ | 15,94 M ³ | $(3 \times 0,7 \times 9,96 \text{ M}^3)$ | 20,92 M ³ |
| Produktifitas Harian Sesudah Crash = $(7 \text{ Jam} \times \text{prod. Tiap jam}) + (a \times b \times \text{prod. Tiap jam})$ a= jumlah jam kerja lembur; b= koef penurunan prod. kerja lembur | $(7 \text{ Jam} \times 9,96) + (8,97)$ | 78,69 M ³ /hari | $(7 \text{ Jam} \times 9,96) + (15,94)$ | 85,67 M ³ /hari | $(7 \text{ Jam} \times 9,96) + (20,92)$ | 90,65 M ³ /hari |
| Kerja Lembur (Crash Duration) = $\frac{\text{volume}}{\text{prod. harian sesudah crash}}$ | $\frac{1.952,38 \text{ M}^3}{78,69 \text{ M}^3}$ | 25 Hari | $\frac{1.952,38 \text{ M}^3}{85,67 \text{ M}^3}$ | 23 Hari | $\frac{1.952,38 \text{ M}^3}{90,65 \text{ M}^3}$ | 22 Hari |

Sumber : Hasil penelitian (2020)

Dari Tabel 5.8 dapat disimpulkan bahwa pekerjaan lapis pondasi agregat klas A pada durasi normal adalah 28 hari kalender, dengan adanya penerapan *crashing* penambahan 1 jam lembur pada item pekerjaan tersebut waktu penyelesaian pekerjaan menjadi 25 hari kalender, penerapan *crashing* penambahan 2 jam lembur menjadi 23 hari kalender dan penerapan *crashing* penambahan 3 jam lembur mengalami perubahan waktu penyelesaian yaitu menjadi 22 hari kalender.

No item pekerjaan = 5.1 (2) lapis pondasi agregat klas B

Volume = 2.440,48 M³

Durasi normal = 28 hari

Tabel 5.9 Crashing durasi pekerjaan lapis pondasi agregat klas B

| | Crashing | | | | | |
|--|---|----------------------------|--|-----------------------------|--|-----------------------------|
| | Crashing 1 | | Crashing 2 | | Crashing 3 | |
| Produktifitas Harian = $\frac{\text{Volume}}{\text{Durasi Normal}}$ | $\frac{2440,48 \text{ M}^3}{28 \text{ hari}}$ | 87,16 M ³ /hari | $\frac{2440,48 \text{ M}^3}{28 \text{ hari}}$ | 87,16 M ³ /hari | $\frac{2440,48 \text{ M}^3}{28 \text{ hari}}$ | 87,16 M ³ /hari |
| Prod. Tiap Jam = $\frac{\text{Produktifitas Harian}}{7 \text{ Jam}}$ | $\frac{87,16 \text{ M}^3}{7 \text{ Jam}}$ | 12,45 M ³ /Jam | $\frac{87,16 \text{ M}^3}{7 \text{ Jam}}$ | 12,45 M ³ /Jam | $\frac{87,16 \text{ M}^3}{7 \text{ Jam}}$ | 12,45 M ³ /Jam |
| Prod. Harian Akibat Kerja Lembur = (a x b x prod. tiap jam) | (1 x 0,9 x 12,45 M ³) | 11,21 M ³ | (2 x 0,8 x 12,45 M ³) | 19,92 M ³ | (3 x 0,7 x 12,45 M ³) | 26,15 M ³ |
| a= jumlah jam kerja lembur; b= koef penurunan prod. kerja lembur | | | | | | |
| Produktifitas Harian Sesudah Crash = (7 Jam x prod. Tiap jam) + (a x b x prod. Tiap jam) | (7 Jam x 12,45) + (11,21) | 98,37 M ³ /hari | (7 Jam x 12,45) + (19,92) | 107,08 M ³ /hari | (7 Jam x 12,45) + (26,16) | 113,31 M ³ /hari |
| a= jumlah jam kerja lembur; b= koef penurunan prod. kerja lembur | | | | | | |
| Kerja Lembur (Crash Duration) = $\frac{\text{volume}}{\text{prod. harian sesudah crash}}$ | $\frac{2440,48 \text{ M}^3}{98,37 \text{ M}^3}$ | 25 Hari | $\frac{2440,48 \text{ M}^3}{107,08 \text{ M}^3}$ | 23 Hari | $\frac{2440,48 \text{ M}^3}{113,31 \text{ M}^3}$ | 22 Hari |

Sumber : Hasil penelitian (2020)

Dari Tabel 5.9 dapat disimpulkan bahwa pekerjaan lapis lapis pondasi agregat klas B pada durasi normal adalah 28 hari kalender, dengan adanya penerapan *crashing* penambahan 1 jam lembur pada item pekerjaan tersebut waktu penyelesaian pekerjaan menjadi 25 hari kalender, penerapan *crashing* penambahan 2 jam lembur menjadi 23 hari kalender dan penerapan *crashing* penambahan 3 jam lembur mengalami perubahan waktu penyelesaian yaitu menjadi 22 hari kalender.

No item pekerjaan : 6.1(1)(a) lapis resap pengikat- aspal cair

Volume : 12.462,00 Liter

Durasi normal : 21 hari

Tabel 5.10 Crashing durasi pekerjaan lapis resap pengikat- aspal cair)

| | Crashing | | | | | |
|---|--------------------------|-------------------|--------------------------|-------------------|--------------------------|-------------------|
| | Crashing 1 | | Crashing 2 | | Crashing 3 | |
| Produktifitas Harian = Volume | 12.462,00 Liter | 593,43 Liter/hari | 12.462,00 Liter | 593,43 Liter/hari | 12.462,00 Liter | 593,43 Liter/hari |
| Durasi Normal | 21 hari | | 21 hari | | 21 hari | |
| Prod. Tiap Jam = Produktifitas Harian | 593,43 Liter | 84,78 Liter/Jam | 593,43 Liter | 84,78 Liter/Jam | 593,43 Liter | 84,78 Liter/Jam |
| 7 Jam | 7 Jam | | 7 Jam | | 7 Jam | |
| Prod. Harian Akibat Kerja Lembur = (a x b x prod.tiap jam) | (1 x 0,9 x 84,78 Liter) | 76,30 Liter | (2 x 0,8 x 84,78 Liter) | 135,64 Liter | (3 x 0,8 x 84,78 Liter) | 203,46 Liter |
| a= jumlah jam kerja lembur; b= koef penurunan prod. kerja lembur | | | | | | |
| Produktifitas Harian Sesudah Crash = (7 Jam x prod. Tiap jam) + (a x b x prod. Tiap jam) | (7 Jam x 84,78)+(78.30) | 669,73 Liter/hari | (7 Jam x 84,78)+(135.64) | 729,07 Liter/hari | (7 Jam x 84,78)+(203.46) | 796,89 Liter/hari |
| a= jumlah jam kerja lembur; b= koef penurunan prod. kerja lembur | | | | | | |
| Kerja Lembur (Crash Duration) = volume | 12.462,00 Liter | 19 Hari | 12.462,00 Liter | 17 Hari | 12.462,00 Liter | 16 Hari |
| prod. harian sesudah crash | 669,73 Liter | | 729,07 Liter | | 796,89 Liter | |

Sumber : Hasil penelitian (2020)

Dari Tabel 5.10 dapat disimpulkan bahwa pekerjaan lapis resap pengikat-aspal cair pada durasi normal adalah 21 hari kalender, dengan adanya penerapan *crashing* penambahan 1 jam lembur pada item pekerjaan tersebut waktu penyelesaian pekerjaan menjadi 19 hari kalender, penerapan *crashing* penambahan 2 jam lembur menjadi 17 hari kalender dan penerapan *crashing* penambahan 3 jam lembur mengalami perubahan waktu penyelesaian yaitu menjadi 16 hari kalender.

No item pekerjaan = 6.3(6a) laston lapis antara (AC-BC)

Volume = 1.719,76 M³

Durasi normal = 21 hari

Tabel 5.11 Crashing durasi pekerjaan laston lapis antara (AC-BC)

| | Crashing | | | | | |
|---|------------------------------------|----------------------------|------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|-----------------------------|
| | Crashing 1 | | Crashing 2 | | Crashing 3 | |
| Produktifitas Harian = Volume | 1.719,76 M ³ | 81,89 M ³ /hari | 1.719,76 M ³ | 81,89 M ³ /hari | 1.719,76 M ³ | 81,89 M ³ /hari |
| Durasi Normal | 21 hari | | 21 hari | | 21 hari | |
| Prod. Tiap Jam = Produktifitas Harian | 81,89 M ³ | 11,70 M ³ /Jam | 81,89 M ³ | 11,70 M ³ /Jam | 81,89 M ³ | 11,70 M ³ /Jam |
| 7 Jam | 7 Jam | | 7 Jam | | 7 Jam | |
| Prod. Harian Akibat Kerja Lembur = (a x b x prod.tiap jam) | (1 x 0,9 x 11,70 M ³) | 10,53 M ³ | (2 x 0,8 x 11,70 M ³) | 18,72 M ³ | (3 x 0,7 x 11,70 M ³) | 24,57 M ³ |
| a= jumlah jam kerja lembur; b= koef penurunan prod. kerja lembur | | | | | | |
| Produktifitas Harian Sesudah Crash = (7 Jam x prod. Tiap jam) + (a x b x prod. Tiap jam) | (7 Jam x 11,70) + (10.53) | 92,42 M ³ /hari | (7 Jam x 11,70) + (18.72) | 100,61 M ³ /hari | (7 Jam x 11,70) + (24.57) | 106,46 M ³ /hari |
| a= jumlah jam kerja lembur; b= koef penurunan prod. kerja lembur | | | | | | |
| Kerja Lembur (Crash Duration) = volume | 1.719,76 M ³ | 19 Hari | 1.719,76 M ³ | 17 Hari | 1.719,76 M ³ | 16 Hari |
| prod. harian sesudah crash | 92,42 M ³ | | 100,61 M ³ | | 106,46 M ³ | |

Sumber : Hasil penelitian (2020)

Dari Tabel 5.11 dapat disimpulkan bahwa pekerjaan laston lapis antara (AC-BC) pada durasi normal adalah 21 hari kalender, dengan adanya penerapan *crashing* penambahan 1 jam lembur pada item pekerjaan tersebut waktu penyelesaian pekerjaan menjadi 19 hari kalender, penerapan *crashing* penambahan 2 jam lembur menjadi 17 hari kalender dan penerapan *crashing* penambahan 3 jam lembur menjadi 16 hari kalender.

No item pekerjaan = 7.2 (6) pemasangan unit pracetak gelagar box bentang 1.0 x 1.0 meter

Volume = 78 buah

Durasi normal = 28 hari

Tabel 5.12 Crashing durasi pekerjaan pemasangan unit pracetak gelagar box bentang 1.0 x 1.0 meter

| | Crashing | | | | | |
|--|-------------------------|--------------|-------------------------|--------------|-------------------------|--------------|
| | Crashing 1 | | Crashing 2 | | Crashing 3 | |
| Produktifitas Harian = $\frac{\text{Volume}}{\text{Durasi Normal}}$ | 78 Bh | 2,79 Bh/hari | 78 Bh | 2,79 Bh/hari | 78 Bh | 2,79 Bh/hari |
| | 28 hari | | 28 hari | | 28 hari | |
| Prod. Tiap Jam = $\frac{\text{Produktifitas Harian}}{7 \text{ Jam}}$ | 2,79 Bh | 0,40 Bh/Jam | 2,79 Bh | 0,40 Bh/Jam | 2,79 Bh | 0,40 Bh/Jam |
| | 7 Jam | | 7 Jam | | 7 Jam | |
| Prod. Harian Akibat Kerja Lembur = $(a \times b \times \text{prod. tiap jam})$ a= jumlah jam kerja lembur; b= koef penurunan prod. kerja lembur | (1 x 0,9 x 0,40 Bh) | 0,36 Bh | (2 x 0,8 x 0,40 Bh) | 0,64 Bh | (3 x 0,7 x 0,40 Bh) | 0,84 Bh |
| Produktifitas Harian Sesudah Crash = $(7 \text{ Jam} \times \text{prod. Tiap jam}) + (a \times b \times \text{prod. Tiap jam})$ a= jumlah jam kerja lembur; b= koef penurunan prod. kerja lembur | (7 Jam x 0,40) + (0,36) | 3,14 Bh/hari | (7 Jam x 0,40) + (0,64) | 3,42 Bh/hari | (7 Jam x 0,40) + (0,84) | 3,62 Bh/hari |
| Kerja Lembur (Crash Duration) = $\frac{\text{volume}}{\text{prod. harian sesudah crash}}$ | 78 Bh | 25 Hari | 78 Bh | 23 Hari | 78 Bh | 22 Hari |
| | 3,14 Bh | | 3,42 Bh | | 3,62 Bh | |

Sumber : Hasil penelitian (2020)

Dari Tabel 5.12 dapat disimpulkan bahwa pemasangan unit pracetak gelagar box bentang 1.0 x 1.0 meter pada durasi normal adalah 28 hari kalender, dengan adanya penerapan *crashing* penambahan 1 jam lembur pada item pekerjaan tersebut waktu penyelesaian pekerjaan menjadi 25 hari kalender, penerapan *crashing* penambahan 2 jam lembur menjadi 23 hari kalender dan penerapan *crashing* penambahan 3 jam lembur menjadi 22 hari kalender.

Untuk memperjelas mengenai kegiatan-kegiatan yang diadakan kerja lembur pada lintasan kritis dapat dilihat pada Tabel 5.13 berikut ini;

Tabel 5.13 *Crash Duration* Akibat Penambahan Jam Kerja

| No | Uraian Pekerjaan | Durasi Normal (hari) | <i>Crashing</i> 1 (hari) | <i>Crashing</i> 2 (hari) | <i>Crashing</i> 3 (hari) |
|-----------|--|----------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 3.1(1a) | Galian Biasa | 28 | 25 | 23 | 22 |
| 3.2(1a) | Timbunan Pilihan Dari Sumber Galian | 14 | 12 | 11 | 11 |
| 5.1(1) | Lapis Pondasi Aggregate Klas A | 28 | 25 | 23 | 22 |
| 5.1(2) | Lapis Pondasi Aggregate Klas B | 28 | 25 | 23 | 22 |
| 6.1(1)(a) | Lapis Resap Pengikat-Aspal Cair | 21 | 19 | 17 | 16 |
| 6.3(6a) | Laston Lapis Antara (AC-BC) | 21 | 19 | 17 | 16 |
| 7.2 (6) | Pemasangan Unit Pracetak Gelagar Box Bentang 1.0x1.0 Meter | 28 | 25 | 23 | 22 |

Sumber: penelitian (2020)

Dari Tabel 5.13 dapat disimpulkan bahwa *crash duration* terbaik dilakukan pada penambahan 1 jam kerja. Semakin banyak dilakukan penambahan jam kerja lembur, produktivitas kerja lembur tidak akan maksimal. hal tersebut disebabkan karena adanya faktor penurunan produktivitas akibat kerja lembur yang diasumsikan pekerja mengalami kelelahan, keterbatasan pandangan waktu malam, serta keadaan cuaca yang semakin dingin.

5.6.2 *Crash Cost* Pekerja Dan *Cost Slope* Akibat Penambahan Jam Kerja

Crash cost pekerja adalah besarnya biaya atau upah pekerja yang diperlukan untuk menyelesaikan kegiatan dengan kurun waktu dipercepat (*crash duration*), dalam analisis ini percepatan dilakukan dengan metode lembur. Adapun perhitungan *crash cost* pekerja dapat ditulis sebagai berikut:

1. Harga satuan upah pekerja (diketahui).
2. Durasi normal (diketahui).

3. *Normal cost* pekerja perjam = jumlah pekerja x harga satuan upah pekerja.
4. *Normal cost* pekerja perhari = 7 jam x *Normal cost* pekerja perjam.
5. Biaya lembur pekerja per hari = (jam kerja lembur pertama x 1,5 x upah sejam normal) + (jam kerja lembur berikutnya x 2 upah sejam normal).
6. *Crash cost* pekerja perhari = (*Normal cost* pekerja perhari) + (biaya lembur perhari)
7. *Crash cost* total yang dimaksud adalah *crash cost* total dari sebuah aktivitas *duration* pada kegiatan tersebut atau besarnya biaya atau upah pekerja yang diperlukan untuk menyelesaikan kegiatan dengan kurun waktu dipercepat (*crash duration*). Uraian perhitungan *crash cost* ini dapat ditulis sebagai berikut:
8. *Crash cost* = *crash cost* pekerja per hari x *crash duration*. Perhitungan *crash cost* ini hanya dilakukan pada aktivitas pada jalur kritis saja. *Cost slope* adalah penambahan biaya langsung (*direct cost*) untuk mempercepat suatu aktivitas persatuan waktu. Atau dapat dirumuskan sebagai berikut:
9.
$$\text{Cost slope} = \frac{(\text{crash cost} - \text{normal cost})}{(\text{normal duration} - \text{crash duration})}$$

Sebelum diadakan *crash cost* pekerja dan *cost slope* akibat penambahan jam kerja lembur, berikut ini adalah *normal cost* pekerja yang diperlukan untuk menyelesaikan kegiatan dengan kurun waktu normal pada masing-masing pekerjaan yang berada pada lintasan kritis;

- 1) No item pekerjaan = 3.1 (1a) Galian Biasa
Durasi normal = 28 hari
Normal cost pekerja perjam
= (2 pekerja x Rp12.000,00) + (1 mandor x Rp15.500,00)
= Rp 39.500,00
Normal cost pekerja perhari
= (7 jam x Rp 39.500,00)
= Rp 276.500,00
Normal cost
= (28 hari x Rp 276.500,00)
= Rp 7.742.000,00

- 2) No item pekerjaan = 3.2 (1a) Timbunan Pilihan Dari Sumber Galian
Durasi normal = 14 hari
Normal cost pekerja perjam
= (4 pekerja x Rp12.000,00) + (1 mandor x Rp15.500,00)
= Rp 63.500,00
Normal cost pekerja perhari
= (7 jam x Rp 63.500,00)
= Rp 444.500,00
Normal cost
= (14 hari x Rp 444.500,00)
= Rp 6.223.000,00
- 3) No item pekerjaan = 5.1 (1) Lapis Pondasi Agregat Klas A
Durasi normal = 28 hari
Normal cost pekerja perjam
= (7 pekerja x Rp12.000,00) + (1 mandor x Rp15.500,00)
= Rp 99.500,00
Normal cost pekerja perhari
= (7 jam x Rp 99.500,00)
= Rp 696.500,00
Normal cost
= (28 hari x Rp 696.500,00)
= Rp 19.502.000,00
- 4) No item pekerjaan = 5.1 (1) Lapis Pondasi Agregat Klas B
Durasi normal = 28 hari
Normal cost pekerja perjam
= (7 pekerja x Rp12.000,00) + (1 mandor x Rp15.500,00)
= Rp 99.500,00
Normal cost pekerja perhari
= (7 jam x Rp 99.500,00)
= Rp 696.500,00
Normal cost
= (28 hari x Rp 696.500,00)
= Rp 19.502.000,00

- 5) No item pekerjaan = 6.1 (1)(a) Lapis Resap Pengikat – Aspal Cair
Durasi normal = 21 hari
Normal cost pekerja perjam
= (10 pekerja x Rp12.000,00) + (2 mandor x Rp15.500,00)
= Rp 151.000,00
- Normal cost* pekerja perhari
= (7 jam x Rp 151.000,00)
= Rp 1.057.000,00
- Normal cost*
= (21 hari x Rp 1.057.000,00)
= Rp 22.197.000,00
- 6) No item pekerjaan = 6.3(6a) Laston Lapis Antara (AC-BC)
Durasi normal = 21 hari
Normal cost pekerja perjam
= (10 pekerja x Rp12.000,00) + (1 mandor x Rp15.500,00)
= Rp 135.500,00
- Normal cost* pekerja perhari
= (7 jam x Rp 135.500,00)
= Rp 948.500,00
- Normal cost*
= (21 hari x Rp 948.500,00)
= Rp 19.918.500,00
- 7) No item pekerjaan = Pemasangan Unit Pracetak Gelagar Box Bentang
1.0x1.0 Meter
Durasi normal = 28 hari
Normal cost pekerja perjam
= (8 pekerja x Rp12.000,00) + (1 mandor x Rp15.500,00)
= Rp 111.500,00
- Normal cost* pekerja perhari
= (7 jam x Rp 111.500,00)
= Rp 780.500,00

Normal cost

= (28 hari x Rp 780.500,00)

= Rp 21.854.000,00

Untuk memperjelas *normal cost* pekerja pada item pekerjaan yang berada di lintasan kritis dapat dilihat Tabel 5.14 berikut ini;

Tabel 5.14 *Normal Cost* Pekerja

| No | Uraian Pekerjaan | <i>Normal Cost</i> |
|-----------|--|--------------------|
| 3.1(1a) | Galian Biasa | Rp 7.742.000,00 |
| 3.2(1a) | Timbunan Pilihan Dari Sumber Galian | Rp 6.223.000,00 |
| 5.1(1) | Lapis Pondasi Aggregate Klas A | Rp 19.502.000,00 |
| 5.1(2) | Lapis Pondasi Aggregate Klas B | Rp 19.502.000,00 |
| 6.1(1)(a) | Lapis Resap Pengikat-A spal Cair | Rp 22.197.000,00 |
| 6.3(6a) | Laston Lapis Antara (AC-BC) | Rp 19.918.500,00 |
| 7.2 (6) | Pemasangan Unit Pracetak Gelagar Box Bentang 1.0x1.0 Meter | Rp 21.854.000,00 |

Sumber: penelitian (2020)

Selanjutnya apabila akan dilaksanakan *crash cost* pekerja pada item pekerjaan yang berada di lintasan kritis, maka akan ada biaya upah tambahan pekerja (*cost slope*). Semakin banyak jumlah penambahan jam kerja lembur akan semakin besar pula penambahan biaya upah pekerja yang harus dikeluarkan. Harga upah pekerja untuk kerja lembur mengikuti prosedur menurut Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor KEP.102/MEN/VI/2004 pasal 11 diperhitungkan jam lembur pertama dibayar 1,5 kali upah sejam normal, dan untuk setiap jam berikutnya harus dibayar upah sebesar 2 kali upah sejam normal. Berikut ini adalah hasil analisis *crash cost dan cost slope* pada masing-masing penambahan jam kerja lembur;

1. *Crash Cost Dan Cost Slope* Akibat Penambahan 1 Jam Kerja

1) No item pekerjaan = 3.1 (1a) Galian Biasa

Durasi *Crashing* 1 = 25 hari

Biaya lembur pekerja per hari

$$= (1 \text{ jam} \times 1,5 \times \text{Rp } 39.500,00)$$

$$= \text{Rp } 59.250,00$$

Crash cost pekerja per hari

$$= (\textit{normal cost} \text{ pekerja perhari} + \text{biaya lembur pekerja per hari})$$

$$= (\text{Rp } 276.500,00 + \text{Rp } 59.250,00)$$

$$= \text{Rp } 335.750,00$$

Crash Cost

$$= (\textit{crash duration} \times \textit{crash cost} \text{ pekerja per hari})$$

$$= (25 \text{ hari} \times \text{Rp } 335.750,00)$$

$$= \text{Rp } 8.393.750,00$$

Cost Slope

$$= (\textit{crash cost} - \textit{normal cost}) / (\textit{normal duration} - \textit{crash duration})$$

$$= (\text{Rp } 8.393.750,00 - \text{Rp } 7.742.000,00) / (28 \text{ hari} - 25 \text{ hari})$$

$$= \text{Rp } 217.250,00$$

2) No item pekerjaan = 3.2 (1a) Timbunan Pilihan Dari Sumber Galian

Durasi *Crashing* 1 = 12 hari

Biaya lembur pekerja per hari

$$= (1 \text{ jam} \times 1,5 \times \text{Rp } 63.500,00)$$

$$= \text{Rp } 95.250,00$$

Crash cost pekerja per hari

$$= (\textit{normal cost} \text{ pekerja perhari} + \text{biaya lembur pekerja per hari})$$

$$= (\text{Rp } 444.500,00 + \text{Rp } 95.250,00)$$

$$= \text{Rp } 539.750,00$$

Crash Cost

$$= (\textit{crash duration} \times \textit{crash cost} \text{ pekerja per hari})$$

$$= (12 \text{ hari} \times \text{Rp } 539.750,00)$$

$$= \text{Rp } 6.477.000,00$$

Cost Slope

$$= (\textit{crash cost} - \textit{normal cost}) / (\textit{normal duration} - \textit{crash duration})$$

$$= (\text{Rp } 6.477.000,00 - \text{Rp } 6.223.000,00) / (14 \text{ hari} - 12 \text{ hari})$$

$$= \text{Rp } 127.000,00$$

3) No item pekerjaan = 5.1 (1) Lapis Pondasi Agregat Klas A

Durasi *Crashing* 1 = 25 hari

Biaya lembur pekerja per hari

= (1 jam x 1,5 x Rp 99.500,00)

= Rp 149.250,00

Crash cost pekerja per hari

= (*normal cost* pekerja perhari + biaya lembur pekerja per hari)

= (Rp 696.500,00 + Rp 149.250,00)

= Rp 845.750,00

Crash Cost

= (*crash duration* x *crash cost* pekerja per hari)

= (25 hari x Rp 845.750,00)

= Rp 21.143.750,00

Cost Slope

= (*crash cost- normal cost*) / (*normal duration- crash duration*)

= (Rp 21.143.750,00– Rp 19.502.000,00) / (28 hari – 25 hari)

= Rp 547.250,00

4) No item pekerjaan = 5.1 (2) Lapis Pondasi Agregat Klas B

Durasi *Crashing* 1 = 25 hari

Biaya lembur pekerja per hari

= (1 jam x 1,5 x Rp 99.500,00)

= Rp 149.250,00

Crash cost pekerja per hari

= (*normal cost* pekerja perhari + biaya lembur pekerja per hari)

= (Rp 696.500,00 + Rp 149.250,00)

= Rp 845.750,00

Crash Cost

= (*crash duration* x *crash cost* pekerja per hari)

= (25 hari x Rp 845.750,00)

= Rp 21.143.750,00

Cost Slope

= (*crash cost- normal cost*) / (*normal duration- crash duration*)

= (Rp 21.143.750,00– Rp 19.502.000,00) / (28 hari – 25 hari)

= Rp 547.250,00

5) No item pekerjaan = 6.1 (1)(a) Lapis Resap Pengikat – Aspal Cair

Durasi *Crashing* 1 = 19 hari

Biaya lembur pekerja per hari

= (1 jam x 1,5 x Rp 151.000,00)

= Rp 226.500,00

Crash cost pekerja per hari

= (*normal cost* pekerja perhari + biaya lembur pekerja per hari)

= (Rp 1.057.000,00 + Rp 226.500,00)

= Rp 1.283.500,00

Crash Cost

= (*crash duration* x *crash cost* pekerja per hari)

= (19 hari x Rp 1.283.500,00)

= Rp 24.386.500,00

Cost Slope

= (*crash cost- normal cost*) / (*normal duration- crash duration*)

= (Rp 24.386.500,00– Rp 22.197.000,00) / (21 hari – 19 hari)

= Rp 1.094.750,00

6) No item pekerjaan = 6.3(6a) Laston Lapis Antara (AC-BC)

Durasi *Crashing* 1 = 19 hari

Biaya lembur pekerja per hari

= (1 jam x 1,5 x Rp 135.500,00)

= Rp 203.250,00

Crash cost pekerja per hari

= (*normal cost* pekerja perhari + biaya lembur pekerja per hari)

= (Rp 948.500,00 + Rp 203.250,00)

= Rp 1.151.750,00

Crash Cost

= (*crash duration* x *crash cost* pekerja per hari)

= (19 hari x Rp 1.151.750,00)

= Rp 21.883.250,00

Cost Slope

$$= (\text{crash cost} - \text{normal cost}) / (\text{normal duration} - \text{crash duration})$$

$$= (\text{Rp } 21.883.250,00 - \text{Rp } 19.918.500,00) / (21 \text{ hari} - 19 \text{ hari})$$

$$= \text{Rp } 982.375,00$$

- 7) No item pekerjaan = Pemasangan Unit Pracetak Gelagar Box Bentang
1.0x1.0 Meter

Durasi *Crashing* 1 = 25 hari

Biaya lembur pekerja per hari

$$= (1 \text{ jam} \times 1,5 \times \text{Rp } 111.500,00)$$

$$= \text{Rp } 167.250,00$$

Crash cost pekerja per hari

$$= (\text{normal cost pekerja perhari} + \text{biaya lembur pekerja per hari})$$

$$= (\text{Rp } 780.500,00 + \text{Rp } 167.250,00)$$

$$= \text{Rp } 947.750,00$$

Crash Cost

$$= (\text{crash duration} \times \text{crash cost pekerja per hari})$$

$$= (25 \text{ hari} \times \text{Rp } 947.750,00)$$

$$= \text{Rp } 23.693.750,00$$

Cost Slope

$$= (\text{crash cost} - \text{normal cost}) / (\text{normal duration} - \text{crash duration})$$

$$= (\text{Rp } 23.693.750,00 - \text{Rp } 21.854,00) / (28 \text{ hari} - 25 \text{ hari})$$

$$= \text{Rp } 613.250,00$$

Untuk memperjelas *crash cost* dan *cost slope* akibat penambahan 1 jam kerja lembur pada lintasan kritis dapat dilihat pada Tabel 5.15 berikut ini;

Tabel 5.15 *Crash Cost* Dan *Cost Slope* Akibat Penambahan 1 Jam Kerja

| No | Uraian Pekerjaan | <i>Crashing</i> 1 | <i>Cost Slope</i> |
|-----------|-------------------------------------|-------------------|-------------------|
| 3.1(1a) | Galian Biasa | Rp 8.393.750,00 | Rp 217.250,00 |
| 3.2(1a) | Timbunan Pilihan Dari Sumber Galian | Rp 6.447.000,00 | Rp 127.000,00 |
| 5.1(1) | Lapis Pondasi Aggregate Klas A | Rp 21.143.750,00 | Rp 547.250,00 |
| 5.1(2) | Lapis Pondasi Aggregate Klas B | Rp 21.143.750,00 | Rp 547.250,00 |
| 6.1(1)(a) | Lapis Resap Pengikat-Aspal Cair | Rp 24.386.500,00 | Rp1.094.750,00 |

| | | | |
|---------|--|------------------|---------------|
| 6.3(6a) | Laston Lapis Antara (AC-BC) | Rp 21.883.250,00 | Rp 982.375,00 |
| 7.2 (6) | Pemasangan Unit Pracetak Gelagar Box Bentang 1.0x1.0 Meter | Rp 23.693.750,00 | Rp 613.250,00 |

Sumber: Penelitian (2020)

2. *Crash Cost* Dan *Cost Slope* Akibat Penambahan 2 Jam Kerja

1) No item pekerjaan = 3.1 (1a) Galian Biasa

Durasi *Crashing* 2 = 23 hari

Biaya lembur pekerja per hari

$$= (1 \text{ jam} \times 1,5 \times \text{Rp } 39.500,00) + (1 \text{ jam} \times (2 \times \text{Rp } 39.500,00))$$

$$= \text{Rp } 138.250,00$$

Crash cost pekerja per hari

$$= (\textit{normal cost} \text{ pekerja perhari} + \text{biaya lembur pekerja per hari})$$

$$= (\text{Rp } 276.500,00 + \text{Rp } 138.250,00)$$

$$= \text{Rp } 414.750,00$$

Crash Cost

$$= (\textit{crash duration} \times \textit{crash cost} \text{ pekerja per hari})$$

$$= (23 \text{ hari} \times \text{Rp } 414.750,00)$$

$$= \text{Rp } 9.539.250,00$$

Cost Slope

$$= (\textit{crash cost} - \textit{normal cost}) / (\textit{normal duration} - \textit{crash duration})$$

$$= (\text{Rp } 9.539.250,00 - \text{Rp } 7.742.000,00) / (28 \text{ hari} - 23 \text{ hari})$$

$$= \text{Rp } 359.450,00$$

2) No item pekerjaan = 3.2 (1a) Timbunan Pilihan Dari Sumber Galian

Durasi *Crashing* 2 = 11 hari

Biaya lembur pekerja per hari

$$= (1 \text{ jam} \times 1,5 \times \text{Rp } 63.500,00) + (1 \text{ jam} \times (2 \times \text{Rp } 63.500,00))$$

$$= \text{Rp } 222.250,00$$

Crash cost pekerja per hari

$$= (\textit{normal cost} \text{ pekerja perhari} + \text{biaya lembur pekerja per hari})$$

$$= (\text{Rp } 444.500,00 + \text{Rp } 222.250,00)$$

$$= \text{Rp } 666.750,00$$

Crash Cost

$$= (\text{crash duration} \times \text{crash cost pekerja per hari})$$

$$= (11 \text{ hari} \times \text{Rp } 666.750,00)$$

$$= \text{Rp } 7.334.250,00$$

Cost Slope

$$= (\text{crash cost} - \text{normal cost}) / (\text{normal duration} - \text{crash duration})$$

$$= (\text{Rp } 7.334.250,00 - \text{Rp } 6.223.000,00) / (14 \text{ hari} - 11 \text{ hari})$$

$$= \text{Rp } 370.416,67$$

3) No item pekerjaan = 5.1 (1) Lapis Pondasi Agregat Klas A

Durasi *Crashing* 2 = 23 hari

Biaya lembur pekerja per hari

$$= (1 \text{ jam} \times 1,5 \times \text{Rp } 99.500,00) + (1 \text{ jam} \times (2 \times \text{Rp } 99.500,00))$$

$$= \text{Rp } 348.250,00$$

Crash cost pekerja per hari

$$= (\text{normal cost pekerja perhari} + \text{biaya lembur pekerja per hari})$$

$$= (\text{Rp } 696.500,00 + \text{Rp } 348.250,00)$$

$$= \text{Rp } 1.044.750,00$$

Crash Cost

$$= (\text{crash duration} \times \text{crash cost pekerja per hari})$$

$$= (23 \text{ hari} \times \text{Rp } 1.044.750,00)$$

$$= \text{Rp } 24.029.250,00$$

Cost Slope

$$= (\text{crash cost} - \text{normal cost}) / (\text{normal duration} - \text{crash duration})$$

$$= (\text{Rp } 24.029.250,00 - \text{Rp } 19.502.000,00) / (28 \text{ hari} - 23 \text{ hari})$$

$$= \text{Rp } 905.450,00$$

4) No item pekerjaan = 5.1 (2) Lapis Pondasi Agregat Klas B

Durasi *Crashing* 2 = 23 hari

Biaya lembur pekerja per hari

$$= (1 \text{ jam} \times 1,5 \times \text{Rp } 99.500,00) + (1 \text{ jam} \times (2 \times \text{Rp } 99.500,00))$$

$$= \text{Rp } 348.250,00$$

Crash cost pekerja per hari

$$\begin{aligned}
&= (\textit{normal cost} \text{ pekerja perhari} + \text{biaya lembur pekerja per hari}) \\
&= (\text{Rp } 696.500,00 + \text{Rp } 348.250,00) \\
&= \text{Rp } 1.044.750,00
\end{aligned}$$

Crash Cost

$$\begin{aligned}
&= (\textit{crash duration} \times \textit{crash cost} \text{ pekerja per hari}) \\
&= (23 \text{ hari} \times \text{Rp } 1.044.750,00) \\
&= \text{Rp } 24.029.250,00
\end{aligned}$$

Cost Slope

$$\begin{aligned}
&= (\textit{crash cost} - \textit{normal cost}) / (\textit{normal duration} - \textit{crash duration}) \\
&= (\text{Rp } 24.029.250,00 - \text{Rp } 19.502.000,00) / (28 \text{ hari} - 23 \text{ hari}) \\
&= \text{Rp } 905.450,00
\end{aligned}$$

5) No item pekerjaan = 6.1 (1)(a) Lapis Resap Pengikat – Aspal Cair

Durasi *Crashing* 2 = 17 hari

Biaya lembur pekerja per hari

$$\begin{aligned}
&= (1 \text{ jam} \times 1,5 \times \text{Rp } 151.000,00) + (1 \text{ jam} \times (2 \times \text{Rp } 151.000,00)) \\
&= \text{Rp } 528.500,00
\end{aligned}$$

Crash cost pekerja per hari

$$\begin{aligned}
&= (\textit{normal cost} \text{ pekerja perhari} + \text{biaya lembur pekerja per hari}) \\
&= (\text{Rp } 1.057.000,00 + \text{Rp } 528.500,00) \\
&= \text{Rp } 1.585.500,00
\end{aligned}$$

Crash Cost

$$\begin{aligned}
&= (\textit{crash duration} \times \textit{crash cost} \text{ pekerja per hari}) \\
&= (17 \text{ hari} \times \text{Rp } 1.585.500,00) \\
&= \text{Rp } 26.953.500,00
\end{aligned}$$

Cost Slope

$$\begin{aligned}
&= (\textit{crash cost} - \textit{normal cost}) / (\textit{normal duration} - \textit{crash duration}) \\
&= (\text{Rp } 26.953.500,00 - \text{Rp } 22.197.000,00) / (21 \text{ hari} - 17 \text{ hari}) \\
&= \text{Rp } 1.189.125,00
\end{aligned}$$

6) No item pekerjaan = 6.3(6a) Laston Lapis Antara (AC-BC)

Durasi *Crashing* 2 = 17 hari

Biaya lembur pekerja per hari

$$\begin{aligned}
&= (1 \text{ jam} \times 1,5 \times \text{Rp } 135.500,00) + (1 \text{ jam} \times (2 \times \text{Rp } 135.500,00))
\end{aligned}$$

$$= \text{Rp } 474.250,00$$

Crash cost pekerja per hari

$$= (\text{normal cost pekerja perhari} + \text{biaya lembur pekerja per hari})$$

$$= (\text{Rp } 948.500,00 + \text{Rp } 474.250,00)$$

$$= \text{Rp } 1.422.750,00$$

Crash Cost

$$= (\text{crash duration} \times \text{crash cost pekerja per hari})$$

$$= (17 \text{ hari} \times \text{Rp } 1.422.750,00)$$

$$= \text{Rp } 24.186.750,00$$

Cost Slope

$$= (\text{crash cost} - \text{normal cost}) / (\text{normal duration} - \text{crash duration})$$

$$= (\text{Rp } 24.186.750,00 - \text{Rp } 19.918.500,00) / (21 \text{ hari} - 17 \text{ hari})$$

$$= \text{Rp } 1.067.062,50$$

- 7) No item pekerjaan= Pemasangan Unit Pracetak Gelagar Box Bentang 1.0x1.0
Meter

$$\text{Durasi Crashing 2} = 23 \text{ hari}$$

$$= (1 \text{ jam} \times 1,5 \times \text{Rp } 111.500,00) + (1 \text{ jam} \times (2 \times \text{Rp } 111.500,00))$$

$$= \text{Rp } 390.250,00$$

Crash cost pekerja per hari

$$= (\text{normal cost pekerja perhari} + \text{biaya lembur pekerja per hari})$$

$$= (\text{Rp } 780.500,00 + \text{Rp } 390.250,00)$$

$$= \text{Rp } 1.170.750,00$$

Crash Cost

$$= (\text{crash duration} \times \text{crash cost pekerja per hari})$$

$$= (23 \text{ hari} \times \text{Rp } 1.170.750,00)$$

$$= \text{Rp } 26.927.250,00$$

Cost Slope

$$= (\text{crash cost} - \text{normal cost}) / (\text{normal duration} - \text{crash duration})$$

$$= (\text{Rp } 26.927.250,00 - \text{Rp } 21.854.000,00) / (28 \text{ hari} - 23 \text{ hari})$$

$$= \text{Rp } 1.014.650,00$$

Untuk memperjelas *crash cost* dan *cost slope* akibat penambahan 2 jam kerja lembur pada lintasan kritis dapat dilihat pada Tabel 5.16 berikut ini;

Tabel 5.16 *Crash Cost* Dan *Cost Slope* Akibat Penambahan 2 Jam Kerja

| No | Uraian Pekerjaan | <i>Crashing</i> 2 | <i>Cost Slope</i> |
|-----------|--|-------------------|-------------------|
| 3.1(1a) | Galian Biasa | Rp 9.539.250,00 | Rp 359.450,00 |
| 3.2(1a) | Timbunan Pilihan Dari Sumber Galian | Rp 7.334.250,00 | Rp 370.416,67 |
| 5.1(1) | Lapis Pondasi Aggregate Klas A | Rp 24.029.250,00 | Rp 905.450,00 |
| 5.1(2) | Lapis Pondasi Aggregate Klas B | Rp 24.029.250,00 | Rp 905.450,00 |
| 6.1(1)(a) | Lapis Resap Pengikat-Aspal Cair | Rp 26.953.500,00 | Rp 1.189.125,00 |
| 6.3(6a) | Laston Lapis Antara (AC-BC) | Rp 24.186.750,00 | Rp 1.067.062,50 |
| 7.2 (6) | Pemasangan Unit Pracetak Gelagar Box Bentang 1.0x1.0 Meter | Rp 26.927.250,00 | Rp 1.014.650,00 |

Sumber: Penelitian (2020)

3. *Crash Cost* Dan *Cost Slope* Akibat Penambahan 3 Jam Kerja

1) No item pekerjaan = 3.1 (1a) Galian Biasa

Durasi *Crashing* 2 = 22 hari

Biaya lembur pekerja per hari

$$= (1 \text{ jam} \times 1,5 \times \text{Rp } 39.500,00) + (2 \text{ jam} \times (2 \times \text{Rp } 39.500,00))$$

$$= \text{Rp } 217.250,00$$

Crash cost pekerja per hari

$$= (\text{normal cost} \text{ pekerja perhari} + \text{biaya lembur pekerja per hari})$$

$$= (\text{Rp } 276.500,00 + \text{Rp } 217.250,00)$$

$$= \text{Rp } 493.750,00$$

Crash Cost

$$= (\text{crash duration} \times \text{crash cost} \text{ pekerja per hari})$$

$$= (22 \text{ hari} \times \text{Rp } 493.750,00)$$

$$= \text{Rp } 10.862.500,00$$

Cost Slope

$$= (\text{crash cost} - \text{normal cost}) / (\text{normal duration} - \text{crash duration})$$

$$= (\text{Rp } 10.862.500,00 - \text{Rp } 7.742.000,00) / (28 \text{ hari} - 22 \text{ hari})$$

$$= \text{Rp } 520.083,33$$

2) No item pekerjaan = 3.2 (1a) Timbunan Pilihan Dari Sumber Galian

Durasi *Crashing* 2 = 11 hari

Biaya lembur pekerja per hari

$$= (1 \text{ jam} \times 1,5 \times \text{Rp } 63.500,00) + (2 \text{ jam} \times (2 \times \text{Rp } 63.500,00))$$

$$= \text{Rp } 349.250,00$$

Crash cost pekerja per hari

$$= (\text{normal cost pekerja perhari} + \text{biaya lembur pekerja per hari})$$

$$= (\text{Rp } 444.500,00 + \text{Rp } 349.250,00)$$

$$= \text{Rp } 793.750,00$$

Crash Cost

$$= (\text{crash duration} \times \text{crash cost pekerja per hari})$$

$$= (11 \text{ hari} \times \text{Rp } 793.750,00)$$

$$= \text{Rp } 8.731.250,00$$

Cost Slope

$$= (\text{crash cost} - \text{normal cost}) / (\text{normal duration} - \text{crash duration})$$

$$= (\text{Rp } 8.731.250,00 - \text{Rp } 6.223.000,00) / (14 \text{ hari} - 11 \text{ hari})$$

$$= \text{Rp } 836.083,33$$

3) No item pekerjaan = 5.1 (1) Lapis Pondasi Agregat Klas A

Durasi *Crashing* 2 = 22 hari

Biaya lembur pekerja per hari

$$= (1 \text{ jam} \times 1,5 \times \text{Rp } 99.500,00) + (2 \text{ jam} \times (2 \times \text{Rp } 99.500,00))$$

$$= \text{Rp } 547.250,00$$

Crash cost pekerja per hari

$$= (\text{normal cost pekerja perhari} + \text{biaya lembur pekerja per hari})$$

$$= (\text{Rp } 696.500,00 + \text{Rp } 547.250,00)$$

$$= \text{Rp } 1.243.750,00$$

Crash Cost

$$= (\text{crash duration} \times \text{crash cost pekerja per hari})$$

$$= (22 \text{ hari} \times \text{Rp } 1.243.750,00)$$

$$= \text{Rp } 27.362.500,00$$

Cost Slope

$$\begin{aligned} &= (\text{crash cost} - \text{normal cost}) / (\text{normal duration} - \text{crash duration}) \\ &= (\text{Rp } 27.362.500,00 - \text{Rp } 19.502.000,00) / (28 \text{ hari} - 22 \text{ hari}) \\ &= \text{Rp } 1.310.083,33 \end{aligned}$$

- 4) No item pekerjaan = 5.1 (2) Lapis Pondasi Agregat Klas B
Durasi *Crashing* 2 = 22 hari

Biaya lembur pekerja per hari

$$\begin{aligned} &= (1 \text{ jam} \times 1,5 \times \text{Rp } 99.500,00) + (2 \text{ jam} \times (2 \times \text{Rp } 99.500,00)) \\ &= \text{Rp } 547.250,00 \end{aligned}$$

Crash cost pekerja per hari

$$\begin{aligned} &= (\text{normal cost} \text{ pekerja per hari} + \text{biaya lembur pekerja per hari}) \\ &= (\text{Rp } 696.500,00 + \text{Rp } 547.250,00) \\ &= \text{Rp } 1.243.750,00 \end{aligned}$$

Crash Cost

$$\begin{aligned} &= (\text{crash duration} \times \text{crash cost} \text{ pekerja per hari}) \\ &= (22 \text{ hari} \times \text{Rp } 1.243.750,00) \\ &= \text{Rp } 27.362.500,00 \end{aligned}$$

Cost Slope

$$\begin{aligned} &= (\text{crash cost} - \text{normal cost}) / (\text{normal duration} - \text{crash duration}) \\ &= (\text{Rp } 27.362.500,00 - \text{Rp } 19.502.000,00) / (28 \text{ hari} - 22 \text{ hari}) \\ &= \text{Rp } 1.310.083,33 \end{aligned}$$

- 5) No item pekerjaan = 6.1 (1)(a) Lapis Resap Pengikat – Aspal Cair
Durasi *Crashing* 2 = 16 hari

Biaya lembur pekerja per hari

$$\begin{aligned} &= (1 \text{ jam} \times 1,5 \times \text{Rp } 151.000,00) + (2 \text{ jam} \times (2 \times \text{Rp } 151.000,00)) \\ &= \text{Rp } 830.500,00 \end{aligned}$$

Crash cost pekerja per hari

$$\begin{aligned} &= (\text{normal cost} \text{ pekerja per hari} + \text{biaya lembur pekerja per hari}) \\ &= (\text{Rp } 1.057.000,00 + \text{Rp } 830.500,00) \\ &= \text{Rp } 1.887.500,00 \end{aligned}$$

Crash Cost

$$= (\text{crash duration} \times \text{crash cost pekerja per hari})$$

$$= (16 \text{ hari} \times \text{Rp } 1.887.500,00)$$

$$= \text{Rp } 30.200.000,00$$

Cost Slope

$$= (\text{crash cost- normal cost}) / (\text{normal duration- crash duration})$$

$$= (\text{Rp } 30.200.000,00 - \text{Rp } 22.197.000,00) / (21 \text{ hari} - 16 \text{ hari})$$

$$= \text{Rp } 1.600.600,00$$

6) No item pekerjaan = 6.3(6a) Laston Lapis Antara (AC-BC)

Durasi *Crashing* 2 = 16 hari

Biaya lembur pekerja per hari

$$= (1 \text{ jam} \times 1,5 \times \text{Rp } 135.500,00) + (2 \text{ jam} \times (2 \times \text{Rp } 135.500,00))$$

$$= \text{Rp } 745.250,00$$

Crash cost pekerja per hari

$$= (\text{normal cost pekerja perhari} + \text{biaya lembur pekerja per hari})$$

$$= (\text{Rp } 948.500,00 + \text{Rp } 745.250,00)$$

$$= \text{Rp } 1.693.750,00$$

Crash Cost

$$= (\text{crash duration} \times \text{crash cost pekerja per hari})$$

$$= (16 \text{ hari} \times \text{Rp } 1.693.750,00)$$

$$= \text{Rp } 27.100.000,00$$

Cost Slope

$$= (\text{crash cost- normal cost}) / (\text{normal duration- crash duration})$$

$$= (\text{Rp } 27.100.000,00 - \text{Rp } 19.918.500,00) / (21 \text{ hari} - 16 \text{ hari})$$

$$= \text{Rp } 1.436.300,00$$

7) No item pekerjaan= Pemasangan Unit Pracetak Gelagar Box Bentang 1.0x1.0
Meter

Durasi *Crashing* 3 = 22 hari

Biaya lembur pekerja per hari

$$= (1 \text{ jam} \times 1,5 \times \text{Rp } 111.500,00) + (2 \text{ jam} \times (2 \times \text{Rp } 111.500,00))$$

$$= \text{Rp } 613.250,00$$

Crash cost pekerja per hari

$$= (\text{normal cost pekerja perhari} + \text{biaya lembur pekerja per hari})$$

$$= (\text{Rp } 780.500,00 + \text{Rp } 613.250,00)$$

$$= \text{Rp } 1.393.750,00$$

Crash Cost

$$= (\text{crash duration} \times \text{crash cost pekerja per hari})$$

$$= (22 \text{ hari} \times \text{Rp } 1.393.750,00)$$

$$= \text{Rp } 30.662.500,00$$

Cost Slope

$$= (\text{crash cost} - \text{normal cost}) / (\text{normal duration} - \text{crash duration})$$

$$= (\text{Rp } 30.662.500,00 - \text{Rp } 21.854.000,00) / (28 \text{ hari} - 22 \text{ hari})$$

$$= \text{Rp } 1.468.083,33$$

Untuk memperjelas *crash cost* dan *cost slope* akibat penambahan 3 jam kerja lembur pada lintasan kritis dapat dilihat pada Tabel 5.17 berikut ini;

Tabel 5.17 *Crash Cost Dan Cost Slope* Akibat Penambahan 3 Jam Kerja

| No | Uraian Pekerjaan | <i>Crashing 3</i> | <i>Cost Slope</i> |
|-----------|--|-------------------|-------------------|
| 3.1(1a) | Galian Biasa | Rp 10.862.500,00 | Rp 520.083,33 |
| 3.2(1a) | Timbunan Pilihan Dari Sumber Galian | Rp 8.731.250,00 | Rp 836.083,33 |
| 5.1(1) | Lapis Pondasi Aggregate Klas A | Rp 27.362.500,00 | Rp 1.310.083,33 |
| 5.1(2) | Lapis Pondasi Aggregate Klas B | Rp 27.362.500,00 | Rp 1.310.083,33 |
| 6.1(1)(a) | Lapis Resap Pengikat-Aspal Cair | Rp 30.200.000,00 | Rp 1.600.600,00 |
| 6.3(6a) | Laston Lapis Antara (AC-BC) | Rp 27.100.000,00 | Rp 1.436.300,00 |
| 7.2 (6) | Pasangan Unit Pracetak Gelagar Box Bentang 1.0x1.0 | Rp 30.662.500,00 | Rp 1.468.083,33 |

Sumber: Penelitian (2020)

Dari hasil analisis dapat disimpulkan bahwa setiap penambahan kerja lembur 1 jam, 2 jam dan 3 jam kerja pada item pekerjaan yang berada di lintasan kritis mengalami kenaikan biaya upah pekerja. Semakin banyak diadakan penambahan jam kerja lembur maka akan semakin besar pula biaya yang akan dibutuhkan. Adapun hasil pada penelitian yang telah dilakukan, penambahan jam kerja lembur *crash cost* dan *cost slope* dengan biaya terendah terjadi pada penambahan 1 jam kerja lembur.

5.7 Biaya Langsung Dan Tidak Langsung Proyek

Biaya langsung adalah biaya pada proyek yang berhubungan langsung dengan pekerjaan dilapangan. Biaya ini merupakan biaya bahan (*material*), alat dan pekerja. Namun biaya langsung ini tidak termasuk biaya *overhead*, *profit* dan pajak pertambahan nilai (PPN). Biaya langsung didapatkan dari jumlah harga pekerjaan dikurang pajak pertambahan nilai (PPN), dikurang biaya *overhead* dan *profit*. Untuk lebih jelas mengetahui biaya langsung proyek dapat dilihat pada Tabel 5.18 Berikut ini:

Tabel 5.18 Biaya Langsung

| No | Uraian Pekerjaan | Biaya |
|---|--|----------------------|
| 1.2 | Mobilisasi | Rp. 13.958.324,39 |
| 3.1(1a) | Galian Biasa | Rp. 203.464.958,81 |
| 3.2(1a) | Timbunan Pilihan Dari Sumber Galian | Rp. 58.530.281,05 |
| 5.1(1) | Lapis Pondasi Aggregate Klas A | Rp. 1.318.644.324,38 |
| 5.1(2) | Lapis Pondasi Aggregate Klas B | Rp. 1.595.385.533,81 |
| 6.1(1)(a) | Lapis Resap Pengikat – Aspal Cair | Rp. 198.621.723,78 |
| 6.3(6a) | Laston Lapis Antara (AC-BC) | Rp. 2.401.572.111,35 |
| 7.1 (8) | Beton mutu rendah fc'15 Mpa | Rp. 45.342.762,50 |
| 7.2 (5) | Penyediaan Unit Pracetak Gelagar Box Bentang 1.0 X 1.0 m | Rp. 282.522.240,00 |
| 7.2 (6) | Pemasangan Unit Pracetak Gelagar Box Bentang 1.0x1.0 Meter | Rp. 26.821.657,20 |
| 7.3 (1) | Baja Tulangan U24 Polos | Rp. 15.871.688,8 |
| A. Jumlah Harga Pekerjaan (termasuk 12% <i>overhead & profit</i>) | | Rp. 6.160.735.606,07 |
| B. Pajak Pertambahan Nilai (PPN) (10% x A) | | Rp. 616.073.560,61 |
| C. Jumlah Total Harga Pekerjaan (A+B) | | Rp. 6.776.809.166,67 |

Sumber: RAB Proyek peningkatan jalan boter - simpang kumu

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya Langsung} &= (\text{Jumlah Total Harga Pekerjaan} - \text{PPN} - \text{Overhead \& Profit}) \\
 &= (\text{Rp. 6.776.809.166,67} - \text{Rp. 616.073.560,61} - \text{Rp. 739.288.272,73}) \\
 &= \text{Rp. 5.421.447.333,34}
 \end{aligned}$$

Biaya tidak langsung adalah biaya proyek yang tidak secara langsung berhubungan terhadap konstruksi di lapangan . Tetapi biaya ini harus tetap ada dan tidak dapat terlepas dari proyek tersebut. Biaya ini merupakan biaya umum (*overhead*) dan keuntungan (*profit*) namun tidak termasuk pajak pertambahan nilai (PPN). Semakin lama penyelesaian proyek maka pengeluaran biaya tidak langsung juga akan semakin besar. Untuk lebih jelas mengetahui biaya tidak langsung proyek dapat dilihat pada Tabel 5.19 Berikut ini:

Tabel 5.19 Biaya Tidak Langsung

| No | Jenis Biaya | Jumlah | Gaji (Per Hari) | Jumlah (Rp) |
|----|---|---------|-----------------|--------------------|
| I | Biaya <i>Overhead</i> 5% | | | |
| | 1.Gaji Staff Proyek | | | |
| | A. <i>Site Manajer</i> Proyek | 1 orang | Rp. 200.000,00 | Rp. 200.000,00 |
| | B.Pelaksana Sipil | 1 orang | Rp. 150.000,00 | Rp. 150.000,00 |
| | C.Logistik | 1 orang | Rp. 140.000,00 | Rp. 140.000,00 |
| | D.Adminitrasi | 1 orang | Rp. 140.000,00 | Rp. 140.000,00 |
| | E. <i>Quality Control</i> | 1 orang | Rp. 140.000,00 | Rp. 140.000,00 |
| | F. <i>Lab Technician</i> | 1 orang | Rp. 140.000,00 | Rp. 140.000,00 |
| | G. <i>Quantity</i> | 1 orang | Rp. 140.000,00 | Rp. 140.000,00 |
| | H. <i>Mechanical</i> | 1 orang | Rp. 140.000,00 | Rp. 140.000,00 |
| | I.Gudang | 1 orang | Rp. 100.000,00 | Rp. 100.000,00 |
| | Total Gaji (Per Hari) | | | Rp.1.290.000,00 |
| | 2. <i>Preeleminaties</i> (Rp. 114.536.780,30) | | | |
| | Fasilitas Per Hari (Rp. 114.536.780,30/ 150 HK) | | | Rp.763.578,54 |
| | TOTAL (Total Gaji Per Hari + Fasilitas Per Hari) | | | Rp.2.053.578,54 |
| II | Profit 7% | | | Rp. 431.251.492,42 |

Sumber: RAB Proyek peningkatan jalan boter - simpang kumu

Jika akan diadakan penambahan kerja lembur, adapun staff proyek yang terlibat dilokasi proyek adalah pelaksana (1 orang) dan logistik (1orang), untuk

selanjutnya dilaporkan ke site manager proyek. Perhitungan biaya untuk staff proyek dilapangan adalah sebagai berikut:

Total gaji per hari untuk 1 orang pelaksana dan 1 orang logistik:

= Rp. 150.000,00 + Rp. 140.000,00

= Rp. 290.000,00 per hari

Total gaji per jam:

= Rp.290.000,00

7 jam

= Rp.41.428,57 per jam

Setelah diketahui upah per jam normal untuk pelaksana dan logistik, Selanjutnya jika diadakan lembur adapun harga upah pekerja untuk kerja lembur mengikuti prosedur menurut Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor KEP. 102/MEN/ VI/ 2004 pasal 11 diperhitungkan sebagai berikut:

1. Untuk jam kerja lembur pertama, harus dibayar upah lembur sebesar 1,5 (satu setengah) kali upah satu jam.
2. Untuk setiap jam kerja lembur berikutnya harus dibayar upah lembur sebesar 2 (dua) kali upah satu jam.

untuk lebih jelas mengenai upah lembur pada setiap masing-masing penambahan jam kerja dapat dilihat pada Tabel 5.20 berikut ini;

Tabel 5.20 Gaji Lembur Biaya Tidak Langsung

| No | Lembur | Biaya | Jumlah |
|----|--------|--|---------------|
| 1 | Normal | (Rp.41.428,57) | Rp.41.428,57 |
| 2 | 1 jam | (1,5 x Rp.41.428,57) | Rp.62.142,86 |
| 3 | 2 jam | (1,5 x Rp.41.428,57) + (1 x (2 x Rp.41.428,57)) | Rp.145.000,00 |
| 4 | 3 jam | (1,5 x Rp.41.428,57) + (2 x (2 x Rp.41.428,57)) | Rp.227.857,14 |

Sumber: Perhitungan (2020)

5.6 Perbandingan Waktu Dan Biaya Sebelum Dan Setelah Dilakukan *Crashing*

Mempercepat penyelesaian suatu proyek dengan melakukan kompresi durasi, diupayakan agar penambahan dari segi biaya seminimal mungkin. Pengendalian biaya dilakukan adalah biaya langsung, karena biaya inilah yang akan bertambah apabila dilakukan pengurangan durasi. Dalam proses mempercepat waktu penyelesaian proyek dengan melakukan penekanan (kompresi) waktu aktivitas, diusahakan agar pertambahan biaya yang ditimbulkan seminimum mungkin. Penekanan (kompresi) durasi proyek dilakukan untuk semua aktivitas yang berada pada lintasan kritis. Dari tahap-tahap kompresi tersebut akan dicari waktu *optimum* dan biaya paling *minimum* digunakan. Pada penelitian ini akan dibandingkan waktu dan biaya pada saat proyek berjalan normal, *crashing* penambahan 1 jam kerja, *crashing* penambahan 2 jam kerja, dan *crashing* penambahan 3 jam kerja. Pengkompresian menyebabkan pengurangan biaya total proyek, hal ini disebabkan karena *slope* pengurangan biaya tak langsung lebih besar daripada *slope* penambahan biaya langsung. Biaya total *optimum* didapat apabila hasil penjumlahan biaya langsung dan tidak langsungnya mencapai nilai terendah.

5.6.1 Waktu Dan Biaya Tahap Normal

Waktu dan biaya tahap normal merupakan durasi (hari) dan biaya yang dibutuhkan pada saat proyek berjalan normal sesuai rencana. Berikut ini adalah uraian waktu dan biaya tahap normal;

| | |
|--------------------------------|--|
| Durasi normal | = 150 hari kalender |
| Biaya umum (<i>overhead</i>) | = Rp. 2.053.578,54 |
| <i>Profit</i> | = Rp. 431.251.492,42 |
| Biaya tak langsung | = (durasi normal x <i>overhead</i>) + <i>profit</i> =(150hari x Rp.2.053.578,54) + Rp.431.251.492,42 = Rp. 739.288.272,73 |
| Biaya langsung normal | = Rp. 5.421.447.333,34 |
| <i>Total Cost</i> | = (Biaya langsung + Biaya tak langsung) = (Rp. 5.421.447.333,34+ Rp. 739.288.272,73) = Rp 6.160.735.606,07 |

5.6.2. Waktu Dan Biaya Tahap Kompresi 1

Waktu dan biaya tahap kompresi 1 merupakan durasi (hari) dan biaya yang dibutuhkan pada saat proyek diadakan *crashing* penambahan 1 jam kerja lembur. Penambahan jam kerja lembur tersebut dipusatkan pada pekerjaan yang berada di lintasan kritis. Berikut ini adalah uraian waktu dan biaya tahap kompresi 1;

Tabel. 5.21 *Crash Duration Dan Cost Slope* Tahap Kompresi 1

| No | Item Pekerjaan | Normal Durasi (hari) | Crash Duration (hari) | Kumulatif Total Crash (hari) | Cost Slope (Rp) | Total Cost Slope (Rp) |
|-----------|--|----------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------|-----------------------|
| 3.1 (1a) | Galian Biasa | 28 | 25 | 3 | Rp217.250,00 | Rp651.750,00 |
| 3.2 (2a) | Timbunan Pilihan Dari Sumber Galian | 14 | 12 | 2 | Rp127.000,00 | Rp254.000,00 |
| 5.1 (1) | Lapis Pondasi Aggregate Klas A | 28 | 25 | 3 | Rp547.250,00 | Rp1.641.750,00 |
| 5.1 (2) | Lapis Pondasi Aggregate Klas B | 28 | 25 | 3 | Rp547.250,00 | Rp1.641.750,00 |
| 6.1(1)(a) | Lapis Resap Pengikat – Aspal Cair | 21 | 19 | 2 | Rp1.094.750,00 | Rp2.189.500,00 |
| 6.3 (6a) | Laston lapis antara(AC-BC) | 21 | 19 | 2 | Rp982.375,00 | Rp1.964.750,00 |
| 72 6) | Pemasangan Unit Pracetak Gelagar Box Bentang 1.0x1.0 Meter | 28 | 25 | 3 | Rp613.250,00 | Rp1.839.750,00 |
| Jumlah | | | | | | Rp10.183.250,00 |

Sumber: Perhitungan (2020)

Kumulatif tambahan biaya = Rp10.183.250,00

Biaya langsung = (biaya langsung normal + kumulatif tambahan biaya)
 = (Rp 5.421.447.333,34 + Rp10.183.250,00)
 = Rp 5.431.630.583,34

Tambahan biaya lembur = (Rp. 62.142,86 x 105 hari)
 = Rp. 6.525.000,00

Kumulatif biaya lembur = Rp. 6.525.000,00

Biaya tidak langsung = ((132 hari Rp.2.053.578,54) + Rp. 6.525.000,00 + Rp.431.251.492,42)

= Rp. 708.848.859,09

Total Cost

= biaya langsung + biaya tidak langsung

= Rp 5.431.630.583,34+ Rp. 708.848.859,09

= Rp. 6.140.479.442,43

5.6.3 Waktu Dan Biaya Tahap Kompresi 2

Waktu dan biaya tahap kompresi 2 merupakan durasi (hari) dan biaya yang dibutuhkan pada saat proyek diadakan *crashing* penambahan 2 jam kerja. Penambahan jam kerja tersebut dipusatkan pada pekerjaan yang berada di lintasan kritis. Berikut ini adalah uraian waktu dan biaya tahap kompresi 2;

Tabel. 5.22 *Crash Duration Dan Cost Slope* Tahap Kompresi 2

| No | Item Pekerjaan | Normal Durasi (hari) | <i>Crash Duration</i> (hari) | <i>Kumulatif Total Crash</i> (hari) | <i>Cost Slope</i> (Rp) | <i>Total Cost Slope</i> (Rp) |
|-----------|--|----------------------|------------------------------|-------------------------------------|------------------------|------------------------------|
| 3.1 (1a) | Galian Biasa | 28 | 23 | 5 | Rp359.450,00 | Rp1.797.250,00 |
| 3.2 (2a) | Timbunan Pilihan Dari Sumber Galian | 14 | 11 | 3 | Rp370.416,67 | Rp1.111.250,00 |
| 5.1 (1) | Lapis Pondasi Aggregate Klas A | 28 | 23 | 5 | Rp905.450,00 | Rp4.527.250,00 |
| 5.1 (2) | Lapis Pondasi Aggregate Klas B | 28 | 23 | 5 | Rp905.450,00 | Rp4.527.250,00 |
| 6.1(1)(a) | Lapis Resap Pengikat – Aspal Cair | 21 | 17 | 4 | Rp1.189.125,00 | Rp4.756.500,00 |
| 6.3 (6a) | Laston lapis antara(AC-BC) | 21 | 17 | 4 | Rp1.067.062,50 | Rp4.268.250,00 |
| 72 6) | Pemasangan Unit Pracetak Gelagar Box Bentang 1.0x1.0 Meter | 28 | 23 | 5 | Rp1.014.650,00 | Rp5.073.250,00 |
| Jumlah | | | | | | Rp26.061.000,00 |

Sumber: Perhitungan (2020)

$$\begin{aligned}
\text{Komulatif tambahan biaya} &= \text{Rp}26.061.000,00 \\
\text{Biaya langsung} &= (\text{biaya langsung normal} + \text{komulatif tambahan biaya}) \\
&= (\text{Rp} 5.421.447.333,34 + \text{Rp}26.061.000,00) \\
&= \text{Rp} 5.447.508.333,34 \\
\text{Tambahan biaya lembur} &= (\text{Rp} 145.000,00 \times 96 \text{ hari}) \\
&= \text{Rp} 13.920.000,00 \\
\text{Komulatif biaya lembur} &= \text{Rp} 13.920.000,00 \\
\text{Biaya tidak langsung} &= ((128 \text{ hari} \times \text{Rp}.2.053.578,54) + \text{Rp}. \\
&13.920.000,00 + \text{Rp}.431.251.492,42) \\
&= \text{Rp}. 708.029.544,95 \\
\text{Total Cost} &= \text{biaya langsung} + \text{biaya tidak langsung} \\
&= \text{Rp} 5.447.508.333,34 + \text{Rp}. 708.029.544,95 \\
&= \text{Rp} 6.155.537.878,29
\end{aligned}$$

5.8.4. Waktu Dan Biaya Tahap Kompresi 3

Waktu dan biaya tahap kompresi 3 merupakan durasi (hari) dan biaya yang dibutuhkan pada saat proyek diadakan *crashing* penambahan 3 jam kerja. Penambahan jam kerja tersebut dipusatkan pada pekerjaan yang berada di lintasan kritis. Berikut ini adalah uraian waktu dan biaya tahap kompresi 3;

Tabel. 5.23 *Crash Duration Dan Cost Slope* Tahap Kompresi 3

| No | Item Pekerjaan | Normal Durasi (hari) | Crash Duration (hari) | Kumulatif Total Crash (hari) | Cost Slope (Rp) | Total Cost Slope (Rp) |
|-----------|-------------------------------------|----------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------|-----------------------|
| 3.1 (1a) | Galian Biasa | 28 | 22 | 6 | Rp520.083,33 | Rp3.120.500,00 |
| 3.2 (2a) | Timbunan Pilihan Dari Sumber Galian | 14 | 11 | 3 | Rp836.083,33 | Rp2.508.250,00 |
| 5.1 (1) | Lapis Pondasi Aggregate Klas A | 28 | 22 | 6 | Rp1.310.083,33 | Rp7.860.500,00 |
| 5.1 (2) | Lapis Pondasi Aggregate Klas B | 28 | 22 | 6 | Rp1.310.083,33 | Rp7.860.500,00 |
| 6.1(1)(a) | Lapis Resap Pengikat – Aspal Cair | 21 | 16 | 5 | Rp1.600.600,00 | Rp8.003.000,00 |
| 6.3 (6a) | Laston lapis antara(AC-BC) | 21 | 16 | 5 | Rp1.436.300,00 | Rp7.181.500,00 |

| | | | | | | |
|--------|--|----|----|---|----------------|-----------------|
| 72 6) | Pemasangan Unit Pracetak Gelagar Box Bentang 1.0x1.0 Meter | 28 | 22 | 6 | Rp1.468.083,33 | Rp8.808.500,00 |
| Jumlah | | | | | | Rp45.342.750,00 |

Sumber: Perhitungan (2020)

Kumulatif tambahan biaya = Rp45.342.750,00

Biaya langsung = (biaya langsung normal + kumulatif tambahan biaya)

= (Rp 5.421.447.333,34 + Rp45.342.750,00)

= Rp 5.466.790.083,34

Tambahan biaya lembur = (Rp 227.857,14 x 92 hari)

= Rp 20.962.857,14

Kumulatif biaya lembur = Rp 20.962.857,14

Biaya tidak langsung = ((124 hari Rp.2.053.578,54) + Rp. 20.962.857,14 + Rp.431.251.492,42)

= Rp. 706.858.087,95

Total Cost = biaya langsung + biaya tidak langsung

= Rp 5.466.790.083,34 + Rp. 706.858.087,95

= Rp 6.173.648.171,28

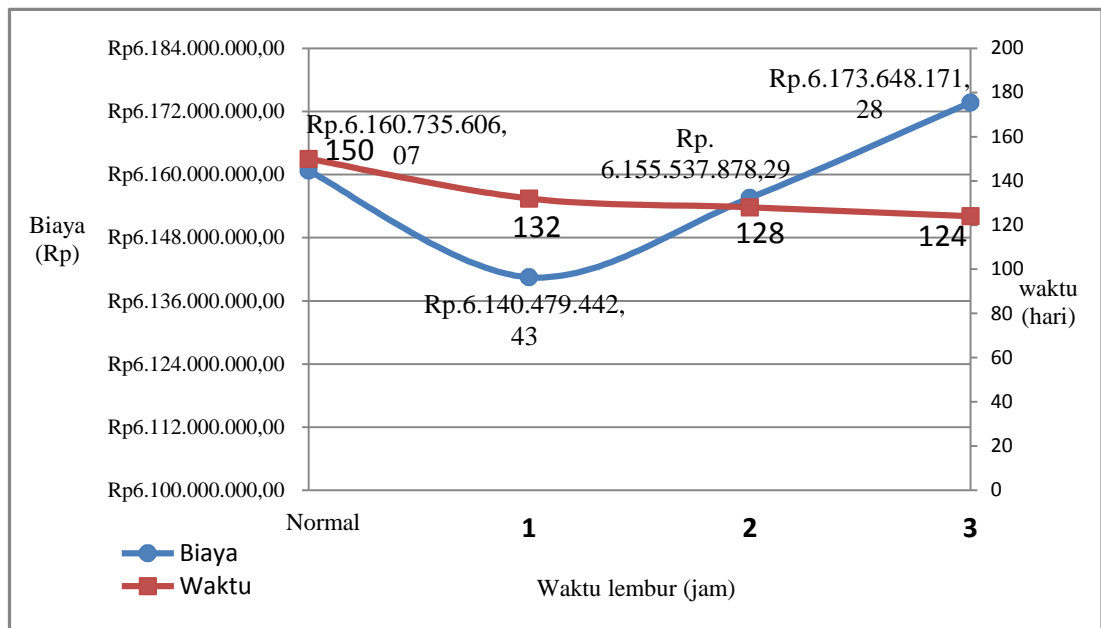
Pada tahap pengkompresian waktu dan biaya menyebabkan pengurangan biaya total proyek, hal tersebut dikarenakan *Cost slope* pengurangan biaya tak langsung lebih besar dari pada *Cost lope* penambahan biaya langsung. Variabel pada penelitian ini adalah membandingkan biaya total proyek pada saat berjalan normal, dipercepat dengan penambahan 1 jam kerja lembur, dipercepat dengan penambahan 2 jam kerja lembur, dan dipercepat dengan penambahan 3 jam kerja lembur yang berada pada lintasan kritis. Hasil analisis waktu dan biaya dari masing- masing waktu lembur dapat dilihat pada Tabel 5.24 berikut ini:

Tabel 5.24 Rekapitulasi Waktu Dan Biaya Untuk Masing-Masing Waktu Lembur

| Jam Lembur (Jam) | Durasi Setelah Kompresi Optimum (Hari) | Perubahan Durasi (Hari) | Prosentase Perubahan Durasi (%) | Biaya Setelah Kompresi Optimum (Rp) | Perubahan Biaya (Rp) | Prosentase Perubahan Biaya (%) |
|------------------|--|-------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|----------------------|--------------------------------|
| Normal | 150 | 0 | 0 | Rp 6.160.735.606,07 | Rp - | 0 |
| 1 | 132 | 18 | 12,00 | Rp 6.140.479.442,43 | Rp 20.256.163,64 | 0,329 |
| 2 | 128 | 22 | 14,66 | Rp 6.155.537.878,29 | Rp 5.197.727,78 | 0,084 |
| 3 | 124 | 26 | 17,33 | Rp 6.173.648.171,28 | -Rp 12.912.565,22 | - 0,021 |

Sumber : Hasil Analisis (2020)

Tabel 5.24 Menunjukkan, biaya total proyek pada saat berjalan normal adalah sebesar Rp 6.160.735.606,07 (tidak termasuk PPN 10%) dengan waktu penyelesaian 150 hari kalender. Penambahan 1 jam kerja lembur pada pekerjaan yang berada di lintasan kritis menghasilkan pengurangan biaya sebesar Rp 20.256.163,64 dari biaya total sebesar Rp 6.160.735.606,07 menjadi Rp 6.140.479.442,43 dengan prosentase perubahan biaya 0,329% dan waktu penyelesaian 132 hari kalender. Penambahan 2 jam kerja lembur pada pekerjaan yang berada di lintasan kritis menghasilkan pengurangan biaya sebesar Rp 5.197.727,78 dari biaya total sebesar Rp 6.160.735.606,07 menjadi Rp 6.155.537.878,29 dengan prosentase perubahan biaya 0,084% dan waktu penyelesaian 128 hari kalender. Penambahan 3 jam kerja lembur pada pekerjaan yang berada di lintasan kritis tidak menghasilkan keuntungan dan terjadi penambahan biaya sebesar Rp 12.912.565,22 dari biaya total sebesar Rp 6.160.735.606,07 menjadi Rp 6.173.648.171,28 dengan waktu penyelesaian 124 hari kalender. Untuk memperjelas hubungan waktu kerja lembur terhadap biaya dan waktu dapat dilihat pada Gambar 5.3;



Gambar 5.6 Grafik Hubungan Waktu Lembur Terhadap Biaya Dan Waktu

Gambar 5.6 merupakan hasil analisis perbandingan biaya total proyek pada saat berjalan normal, dipercepat dengan penambahan 1 jam kerja lembur, dipercepat dengan penambahan 2 jam kerja lembur, dan dipercepat dengan penambahan 3 jam kerja lembur pada item pekerjaan yang berada di lintasan kritis. Dengan adanya keterbatasan jumlah tenaga kerja, maka cara yang bisa digunakan untuk menunjang percepatan aktifitas adalah dengan menambahkan jam kerja atau memaksimalkan sumber daya yang telah ada. Selain itu cara ini dinilai lebih ekonomis dan efisien dibandingkan dengan menambahkan alat kerja ataupun jumlah pekerja. Target lain dari percepatan yang dilakukan diharapkan dapat menyimpan keuntungan tambahan.

Dari evaluasi dan analisis didapatkan hasil pada tahap normal biaya total proyek adalah sebesar Rp 6.160.735.606,07 (tidak termasuk PPN 10%) dengan waktu penyelesaian 150 hari kalender. Penambahan 1 jam kerja lembur pada pekerjaan yang berada di lintasan kritis menghasilkan pengurangan biaya sebesar Rp 20.256.163,64 dari biaya total sebesar Rp 6.160.735.606,07 menjadi Rp 6.140.479.442,43 dengan prosentase perubahan biaya 0,329% dan waktu penyelesaian 132 hari kalender. Penambahan 2 jam kerja lembur pada pekerjaan yang berada di lintasan kritis menghasilkan pengurangan biaya sebesar Rp 5.197.727,78 dari biaya total sebesar Rp 6.160.735.606,07 menjadi Rp

6.155.537.878,29 dengan prosentase perubahan biaya 0,084% dan waktu penyelesaian 128 hari kalender. Penambahan 3 jam kerja lembur pada pekerjaan yang berada di lintasan kritis tidak menghasilkan keuntungan dan terjadi penambahan biaya sebesar Rp 12.912.565,22 dari biaya total sebesar Rp 6.160.735.606,07 menjadi Rp 6.173.648.171,28 dengan waktu penyelesaian 124 hari kalender.

Dari hasil evaluasi dan analisis disimpulkan bahwa penambahan jam kerja lembur pada lintasan kritis sangat berpengaruh terhadap biaya dan waktu. penambahan 1 jam kerja lembur mempunyai biaya paling rendah yaitu sebesar Rp6.140.479.442,43 dan waktu pelaksanaan 132 hari kalender. Dengan keuntungan tambahan sebesar Rp20.256.163,64 dan pengurangan durasi 18 hari.

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Kesimpulan merupakan jawaban dari rumusan masalah dan tujuan penelitian. Berdasarkan hasil evaluasi dan analisis penambahan jam kerja yang dilakukan pada Proyek peningkatan jalan boter - simpang kumu disimpulkan sebagai berikut:

1. Tahap normal biaya total proyek adalah sebesar Rp 6.160.735.606,07 dengan waktu penyelesaian 150 hari kalender.
2. Setelah dilakukan percepatan dengan penambahan 1 jam kerja lembur pada pekerjaan yang berada di lintasan kritis menghasilkan pengurangan biaya sebesar Rp 20.256.163,64 dari biaya total sebesar Rp 6.160.735.606,07 menjadi Rp 6.140.479.442,43 dengan prosentase perubahan biaya 0,329% dan waktu penyelesaian 132 hari kalender. Penambahan 2 jam kerja lembur pada pekerjaan yang berada di lintasan kritis menghasilkan pengurangan biaya sebesar Rp 5.197.727,78 dari biaya total sebesar Rp 6.160.735.606,07 menjadi Rp 6.155.537.878,29 dengan prosentase perubahan biaya 0,084% dan waktu penyelesaian 128 hari kalender. Penambahan 3 jam kerja lembur pada pekerjaan yang berada di lintasan kritis tidak menghasilkan keuntungan tambahan dan terjadi penambahan biaya sebesar Rp 12.912.565,22 dari biaya total sebesar Rp 6.160.735.606,07 menjadi Rp 6.173.648.171,28 dengan waktu penyelesaian 124 hari kalender.
3. Penambahan 1 jam kerja lembur pada lintasan kritis lebih efisien digunakan dibandingkan penyelesaian proyek pada kurun waktu normal. Durasi pelaksanaan proyek paling optimum dan biaya minimum didapat pada penambahan satu jam kerja, dengan pengurangan biaya sebesar Rp20.256.163,64 dari biaya total sebesar Rp 6.160.735.606,07 menjadi Rp 6.140.479.442,43 dengan prosentase perubahan biaya 0,329% dan waktu penyelesaian 132 hari kalender.

6.2 Saran

1. Berdasarkan hasil evaluasi dan analisis pembahasan maka dapat disarankan sebaiknya penambahan jam kerja lembur dilakukan dengan satu jam saja. Jika suatu saat dibutuhkan percepatan penyelesaian untuk mengejar target sasaran proyek tertentu penambahan dua jam kerja lembur lebih cocok untuk digunakan.
2. Pada penelitian ini penulis belum memperluas kajian penelitian dengan membandingkan penambahan alat dan jumlah pekerja.
3. Untuk selanjutnya penelitian ini diharapkan dapat dikembangkan lagi dengan alternatif lain seperti penambahan alat berat dan jumlah pekerja.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardika, O.P.C. 2014. *Analisis Time Cost Trade Off Dengan Penambahan Jam Kerja Pada Proyek Konstruksi*, e-Jurnal Matriks, Matriks.sipil.ft.uns.ac.id/index.php/mateksi/article/viewfile/211/204.
- Djojowiriono, S. 1984. *Manajemen Kontruksi 1 Edisi Kedua*, Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada.
- Frederika A. 2010. *Analisis Percepatan Pelaksanaan Dengan Menambah Jam Kerja Optimum Pada Proyek Konstruksi*, Jurnal Ilmiah Teknik Sipil, Ocs.unud.ac.id.
- Keputusan Menteri Tenaga Kerja Dan Transmigrasi Republik Indonesia. Nomor Kep.102/MEN/VI/2004 Pasal 11. Waktu kerja lembur dan upah kerja lembur.
- Kustanti I, Siregar A.M., Mela A.F. 2017. *Analisis Time Cost Trade Off Untuk Mengejar Keterlambatan Pelaksanaan Proyek (Studi Kasus : Proyek Hotel Zodiak, Hotel Park In By Radisson, dan Proyek Toko Mitra Hasil Sentosa)*, Digilib.Unila.ac.id.
- Oetomo W. 2017. *Analisis Waktu Dan Biaya Dengan Metode Crash Duration Pada Keterlambatan Proyek Pembangunan Jembatan Sei Hanyu Kabupaten Kapuas*. Journal.umpalankaraya.ac.id.
- Saimima A.R. 2017. *Evaluasi Jadwal Pelaksanaan Proyek Kontruksi Jalan Dengan Menambahkan Jam Kerja Menggunakan Metode Crashing (studi kasus peningkatan jalan dusun suka maju lubuk betung desa lubuk betung)*.Skripsi. Tidak Diterbitkan.Fakultas Teknik. Universitas Pasir Pengaraian: Rokan Hulu.
- Sefrina M. 2013. *Penerapan Metode Crashing Pada Penjadwalan Proyek Implementasi Enterprise Resource Planning (Studi Kasus : Proyek PT. Arutmin Indonesia)*. Journal.bakrie.ac.id.
- Soeharto, I. 1997. *Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional*, Erlangga, Jakarta.
- Sudarsana, D.K. 2013. *Studi Penyertaan Faktor Perhitungan Nilai Waktu Dalam Kontrak Proyek Konstruksi Jalan*. Jurnal Ilmiah Teknik Sipil, Ojs.unud.ac.id/index.php/jits/article/view/7526.

- Sukirman, S. 2010. *Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur*, Nova, Bandung.
- Syafriani, 2012. *Evaluasi Penggunaan Alat-Alat Berat Proyek*, Jurnal Teknik Sipil USU, <http://jurnal.usu.ac.id/index.php/jts/article/view/992/521>.
- Yusriansyah, L. 2013. *Evaluasi Jadwal Pelaksanaan Pekerjaan Konstruksi Jalan Dengan Penambahan Jam Kerja Dan Alat Kerja Menggunakan Metode crashing*, Tugas Akhir, Program Studi Teknik Sipil Universitas Jember.