

PENGARUH PERCEPATAN DURASI TERHADAP BIAYA PADA PROYEK KONSTRUKSI (STUDI KASUS: TOKO MODISLAND MANADO)

Gaswelly Simangunsong

Deane R. O. Walangitan, Pingkan A. K. Pratisis

Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado

Email: gaswelly@gmail.com

ABSTRAK

Untuk mewujudkan keberhasilan pelaksanaan suatu proyek konstruksi, setiap proyek membutuhkan perencanaan, penjadwalan dan pengendalian yang baik. Maka ada beberapa hal yang harus diperhatikan, yaitu: durasi, biaya, dan sumber daya manusia maupun sumber daya alam. Seringkali terbatasnya sumber daya mengakibatkan terlambatnya pelaksanaan penyelesaian proyek tersebut. Untuk itu perlu diambil tindakan agar proyek tersebut dapat berjalan sesuai rencana. Salah satu tindakan yang dapat diambil adalah dengan cara mengoptimasi, yaitu: bagaimana mempercepat durasi atau yang disebut crashing pada proyek dengan mengeluarkan biaya tambahan.

Data yang digunakan yaitu data pada pembangunan Toko Modisland Manado. Untuk menganalisa durasi digunakan metode jalur kritis (Critical path method/cpm) dengan menggunakan data yang didapat dari lapangan. Sedangkan untuk menghitung durasi dan biaya percepatan digunakan analisa hubungan durasi-biaya.

Dari hasil perhitungan dengan melakukan crashing dapat dilihat dari setiap dilakukan percepatan durasi terdapat kenaikan pada biaya langsung proyek. Diperoleh durasi maksimum pada proyek yaitu 107 hari dengan durasi percepatan sebesar 19 hari, dan biaya maksimum sebesar Rp. 4.159.115.272,26 dengan melakukan percepatan durasi sebanyak 12 tahap.

Kata kunci: *proyek konstruksi, durasi, biaya, sumber daya, jalur kritis*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Dalam pelaksanaan suatu proyek konstruksi membutuhkan suatu perencanaan, penjadwalan dan pengendalian yang baik, dimana kondisinya dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain: sumber daya yang baik kualitas maupun kuantitasnya, ketersediaan material, kondisi alam, letak geografis dan faktor-faktor lainnya yang berpengaruh pada produktivitas tenaga kerja. Faktor-faktor ini dapat menyebabkan terlambatnya penyelesaian pekerjaan, sehingga durasi umur proyek menjadi bertambah dari rencana awal yang sudah ditetapkan.

Biaya merupakan sumber daya yang sangat penting. Jika suatu proyek mengalami masalah, maka akan berdampak pada pelaksanaan proyek tersebut. Dampak tersebut antara lain adalah proyek terlambat. Salah satu langkah dalam perencanaan biaya adalah optimasi biaya. Langkah ini sangat penting tapi kadang diabaikan dalam pelaksanaan proyek konstruksi.

Optimasi biaya ini dapat menekan biaya sampai batas tertentu.

Untuk itu penggunaan sumber daya yang efektif dan efisien sangat dibutuhkan untuk mewujudkan keberhasilan pelaksanaan suatu proyek. Maka perlu diambil tindakan-tindakan agar proyek tersebut dapat berjalan sesuai dengan rencana. Bila proyek dipercepat, maka akan mengubah rencana rencana jadwal pelaksanaan pekerjaan yang berpengaruh pada biaya pelaksanaannya. Pengaruh pada biaya ini kadangkala dilupakan sehingga bisa terjadi pembengkakan biaya dalam percepatan durasi suatu proyek.

Sering juga terjadi penetapan durasi suatu proyek tanpa mempertimbangkan jenis kegiatan dan kompleksnya pekerjaan, sehingga sering dihasilkan suatu jadwal yang tidak efisien dan kadang-kadang tidak realistis. Sehingga salah satu tindakan yang dapat diambil adalah dengan mengoptimasi yaitu bagaimana kita mempercepat durasi pelaksanaan pekerjaan suatu proyek dengan tidak mengabaikan pentingnya biaya

yang akan timbul akibat percepatan durasi tersebut.

Batasan Masalah

1. Pembahasan dilakukan dengan menggunakan metode jalur kritis (critical path metode/ CPM) diagram network.
2. Crashing atau percepatan durasi proyek dilakukan dengan menambah jumlah tenaga kerja dan peralatan.
3. Pembahasan hanya dilakukan pada pekerjaan pondasi, rangka baja dan pekerjaan lantai.
4. Durasi dan biaya setiap kegiatan dalam perhitungan normal, diperoleh berdasarkan data yang ada pada proyek.
5. Proyek dipercepat karena permintaan pemilik
6. Penelitian dilakukan hanya pada gedung Toko Modisland Manado

Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah untuk menghasilkan durasi dan biaya percepatan yang terbesar. Studi kasus pada Toko Modislandt Manado.

Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat mem-berikan masukan informasi dalam perkem-bangan ilmu manajemen Teknik Sipil khususnya di bidang hubungan durasi–biaya, dan juga penelitian ini diharapkan dapat memberi pengetahuan kepada para scheduler dalam menyusun jadwal yang tepat dalam pelaksanaan proyek konstruksi.

TINJAUAN PUSTAKA

Pengertian Waktu

Dalam penetapan waktu pada penyeleng-garaan proyek harus dilakukan analisis waktu, sebab:

1. Analisis waktu merupakan langkah pertama sebelum melakukan analisis lebih lanjut yaitu analisis sumber daya dan analisis biaya.
2. Untuk melakukan analisis waktu pada tahap perencanaan, data yang dibutuhkan relatif tidak terlalu sukar penyediaannya.
3. Untuk melakukan analisis waktu pada tahap pemakaian (operasi), pengumpulan dan pengolahan datanya relatif lebih mudah.

Yang dimaksud dengan analisis waktu dalam penyelenggaraan proyek ini adalah mempelajari tingkah laku pelaksanaan kegiatan

during the project management. With this analysis, it is expected that the scale of priorities at each stage can be determined, and if there is a change in the time of implementation of the activity, it can be estimated that the consequences will be so that the decision that is needed can be taken immediately.

Biaya

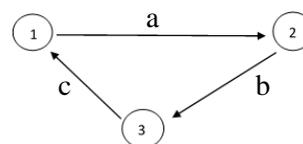
Components of project construction costs can be divided as follows

1. Direct costs are costs that are needed directly to obtain resources that will be used for the completion of the project. When the project duration is determined / accelerated, direct costs will be higher compared to the project duration that is expanded from the normal ideal time for activities.
2. Indirect costs are costs that are related to supervision, administration, consultants, work direction, flowers and general expenses outside of construction costs. These costs are not dependent on the volume of work but are dependent on the time period of the implementation of the work. Indirect costs will increase if the implementation time is longer, but all reductions in time should involve a reduction in direct costs.

Network Planing

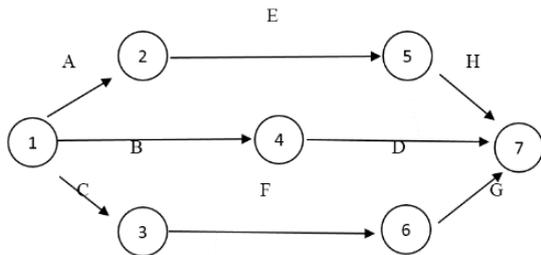
Network Planning is one of the models used in project management that produces information about activities-activities that are in the project network diagram used by activities that are related and information about the schedule of its implementation.

Network Planning is one of the management techniques whose principle is the relationship of dependence between parts-parts of work that is depicted / visualized in the network diagram. With this, it is known which parts of the work that must be prioritized and which work that does not need to be rushed-rushed so that tools, labor and materials can be moved to their respective places.



Gambar 1. Contoh Network Diagram

Kejadian 2 baru terjadi bila aktivitas A sudah selesai, sedangkan aktivitas B baru dapat dimulai bila kejadian 2 sudah terjadi, dan aktivitas c baru dapat dimulai bila kejadian 3 sudah terjadi. Hubungan yang berulang dalam jaringan melingkar (*Network-loops*) tidak diperkenankan karena menyalahi aturan.



Gambar 2. Diagram Kegiatan Seri dan Kegiatan paralel

Diagram harus dimulai pada suatu peristiwa awal (initial) dan selesai pada suatu peristiwa akhir (finish). Di dalam prakteknya jarang sekali kita jumpai suatu kegiatan yang dimulainya harus menunggu kegiatan sebelumnya selesai secara mutlak lebih dahulu. Sebagai contoh pekerjaan membuat pondasi. Menurut logika harus dimulai dengan menggali tanah terlebih dahulu secara keseluruhan, namun pada prakteknya pekerjaan pondasi bisa dimulai sebelum pekerjaan penggalian tanah selesai secara keseluruhan. Hal-hal seperti ini sering kita jumpai dalam membuat proyek-proyek besar dan dikenal sebagai kegiatan seri dan kegiatan paralel.

Kegiatan seri adalah kegiatan yang dikerjakan harus menunggu selesainya dahulu secara mutlak kegiatan sebelumnya sedangkan kegiatan paralel adalah kegiatan yang dikerjakan sudah dapat dimulai tanpa menunggu selesainya kegiatan sebelumnya secara mutlak.

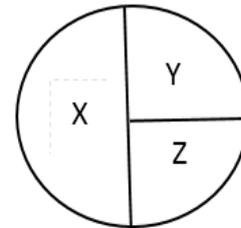
Critical Path Method

Critical Path Method (Metode Jalur Kritis) merupakan dasar dari sistem pengendalian kemajuan pekerjaan. CPM adalah salah satu teknik perencanaan yang didasarkan pada jaringan kerja yang dikembangkan dari upaya riset yang diprakarsai pada tahun 1956 oleh Departemen Jasa Rekayasa dari perusahaan E.I du Pont de Memours. Menurut CPM kebanyakan pekerjaan dapat dikurangi waktu pelaksanaannya, jika sumber daya tenaga manusia, mesin-mesin, uang dan sebagainya ditambah untuk melaksanakannya. Apabila kondisi ini lebih menguntungkan maka pekerjaan tersebut harus dimajukan waktu

penyelesaiannya. Sebaliknya bila tidak ada alasan untuk memperpendek suatu pekerjaan tersebut harus dilaksanakan secara biasa atau normal. Pekerjaan efektif (*effective work*), yaitu disaat pekerja melakukan pekerjaannya di zona pekerjaan.

Analisa Waktu dalam Sebuah Network

Setelah kita mempelajari simbol-simbol yang digunakan untuk membentuk sebuah network, kita menentukan network diagram dengan logika ketergantungan tiap kegiatan satu dengan yang lain maka sekarang kita harus meninjau waktu pelaksanaan tiap-tiap kegiatan dan menganalisa seluruh network diagram untuk mendapatkan waktu-waktu terjadinya masing-masing peristiwa (kejadian). simbol dan even (kejadian) yaitu berupa sebuah lingkaran seperti gambar dibawah ini.



Gambar 3. Simbol dan Even

Bila suatu lingkaran kejadian dibagi menjadi 3 ruang yang mempunyai arti sebagai berikut:

- Ruang X, Yang terletak disebelah kiri disediakan untuk nomor lingkaran kejadian(Number OF event)
- Ruang Y, yang terletak di bagian kanan atas disediakan untuk menunjukkan waktu paling awal peristiwa itu dapat dikerjakan (EET – Earliest event Time)
- Ruang Z, yang terletak di kanan bawah disediakan untuk menunjukkan waktu paling akhir peristiwa itu dapat dikerjakan (LET – Latest Event Time)

Pengertian Crashing

Pada hakekatnya terdapat hubungan antara durasi dan biaya yaitu apabila proyek dilakukan lambat, biaya relatif rendah. Apabila proyek dilakukan secara normal, biaya relatif normal sedangkan jika proyek dipercepat biaya kemungkinan akan menjadi mahal.

Salah satu cara untuk mempercepat durasi proyek dalam istilah asingnya adalah crashing.

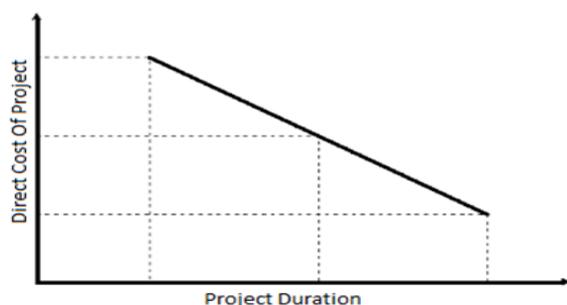
Proses crashing itu sendiri itu sendiri merupakan proses mereduksi atau mengurangi durasi suatu pekerjaan yang akan berpengaruh terhadap waktu penyelesaian proyek. *Crashing* adalah suatu proses yang disengaja, sistematis dan analitik dengan cara melakukan pengujian dari semua kegiatan dalam suatu proyek yang dipusatkan pada kegiatan yang berada pada jalur kritis.

Proses *crashing* dengan cara melakukan perkiraan dari variable cost dalam menentukan pengurangan durasi maksimal dan paling ekonomis dari suatu kegiatan yang masih mungkin untuk diwujudkan. Proses ini kelihatannya sederhana, tetapi pada kenyataannya sangat kompleks. Ada berbagai cara untuk mereduksi durasi suatu proyek dan banyak kombinasi dari durasi kegiatan dan biaya yang harus diperhatikan dalam menganalisis secara detail.

Proses *Crashing*

Mempercepat pelaksanaan suatu proyek harus dirancang terlebih dahulu. Hal ini dapat menghasilkan suatu percepatan durasi yang baik. Perlu diperhatikan keseimbangan dalam merancang walaupun mungkin dengan konsekuensi menambah sumber daya manusia. Tetapi selama menambah sumber daya manusia masih lebih murah dibandingkan dengan pembayaran extra akibat keterlambatan proyek, maka penambahan sumber daya manusia tersebut kiranya dapat diperhitungkan.

Umumnya bila waktu pelaksanaan suatu pekerjaan dipersingkat (*crashing*), maka biaya langsung akan naik. Perencanaan atas dasar biaya langsung yang terendah belum tentu merupakan yang terbaik, oleh karena hal ini identik dengan waktu yang lama, padahal total biaya dari proyek termasuk juga biaya tak langsung, juga mempengaruhi waktu pelaksanaan.



Gambar 4. Hubungan Durasi dan Biaya Langsung Proyek

Mempercepat durasi sebuah kegiatan akan mempertinggi biaya, namun belum tentu akan mempersingkat waktu proyek secara keseluruhan, kecuali jika kegiatan tersebut merupakan kegiatan kritis. Itulah sebabnya maka diperlukan kombinasi yang sebaik-baiknya dari kegiatan yang dipercepat durasi pelaksanaannya dalam menghasilkan waktu proyek yang paling ekonomis, dimana tujuan kita menyelesaikan suatu proyek yang teknis dan ekonomis diperlukan suatu perhitungan yang teliti sampai dimanakah kita dapat mempersingkat waktu dengan menambah biaya yang terkecil mungkin.

Analisis Durasi-Biaya

Untuk menentukan durasi dan biaya dari suatu rangkaian kerja yang optimal, harus dilakukan analisa yang cukup agar tidak terjadi kesalahan dalam menentukan crashing dari suatu kegiatan. Konsep yang harus dipahami terlebih dahulu adalah Hubungan antara Sumberdaya dengan Biaya.

Hubungan antara biaya dengan pemakaian jumlah tenaga kerja Yaitu dengan menambahkan tenaga kerja menjadi dua kali, maka biaya yang dikeluarkan menjadi dua kalinya. Pada garis biaya nyata menggambarkan bahwa dengan pemakaian tenaga menjadi dua kalinya, maka biaya nyata yang dikeluarkan akan lebih besar daripada asumsi (R.B Harris, 1978).

Hal ini dikarenakan pada kenyataan bahwa tenaga kerja bekerja secara produktif pada awal dari suatu kegiatan dan berangsur-angsur akan menurun lama kelamaan oleh berbagai faktor. Sehingga, biaya yang dikeluarkan tiap unit pekerjaan akan menjadi lebih besar. Dalam grafik juga dapat dilihat bahwa asumsi atau biaya rencana akan berbeda dengan biaya nyata. Pada saat pelaksanaan proyek biasanya akan terjadi pembekalan biaya yang tidak diduga sebelumnya. Oleh sebab itu perlu adanya perhitungan yang matang dalam penyusunan anggaran, agar tidak terjadi kerugian dalam pelaksanaan proyek.

Hubungan Durasi-Biaya Biaya langsung akan meningkat bila waktu pelaksanaan proyek dipercepat namun biaya langsung ini juga akan meningkat bila keadaan proyek di perlambat. Biaya tidak langsung tidak tergantung pada kuantitas pekerjaan, melainkan tergantung pada jangka waktu pelaksanaan proyek. bila biaya tidak langsung ini di anggap tetap selama umur proyek, maka biaya kumulatif akan naik secara linier menurut umur proyek.

METODOLOGI PENELITIAN

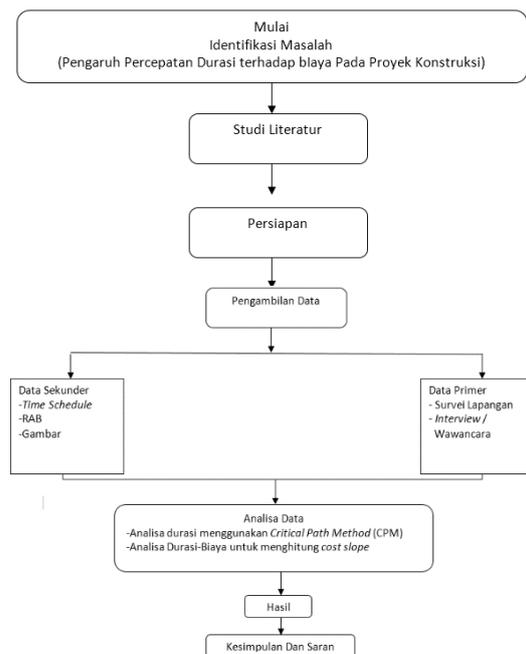
Lokasi Dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada Proyek Pembangunan Toko ModisLand Manado. Pengamatan dilakukan setiap hari selama 1 hari jam kerja selama 7 hari yang dimulai dari jam 08.00 sampai jam 16.00 dengan istirahat selama satu jam yaitu pada pukul 12.00 sampai 13.00. Penelitian ini tidak menutup kemungkinan dilakukan pengamatan pada jam kerja lembur.

Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data adalah cara-cara yang dapat digunakan untuk mengumpulkan data. Data dalam penelitian ini adalah data primer yang bersumber dari pengamatan langsung dan data sekunder didapat dari Rab dan gambar.

Diagram Alir Penelitian



Gambar 5. Diagram Alir Penelitian

Metode Pelaksanaan Penelitian

Dalam pelaksanaan penelitian disusun suatu lingkup perencanaan yang meliputi:

- Identifikasi masalah, dalam penulisan ini masalah yang dikemukakan adalah mengoptimalkan biaya, dalam hal ini ditinjau dari cara mempercepat durasi pekerjaan.
- Studi literatur, mencari bahan pustaka yang berkaitan dengan judul untuk menunjang penulisan.

- Persiapan, menentukan data yang akan diperlukan dalam penelitian.
- Pengambilan data, terbagi menjadi data primer dan data sekunder.
- Analisis data, analisis durasi dengan CPM dan analisis durasi-biaya untuk menghitung cost slope.
- Kesimpulan dan saran digunakan untuk mendukung pengumpulan data yang sistematis yaitu alat tulis, lembar pengamatan dan pemantauan, stopwatch, dan komputer untuk mengolah data.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Durasi Normal dan Biaya Normal

Durasi normal adalah durasi yang diperlukan untuk melakukan pekerjaan sampai selesai dengan cara efektif, tetapi di luar adanya penambahan tenaga kerja dan usaha kusus lainya seperti menyewa peralatan tambahan. Sedangkan biaya normal adalah biaya langsung yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu kegiatan dengan durasi normal. Dalam perhitungan ini durasi dan biaya normal berdasarkan data yang ada.

Tabel 1. Data Kegiatan Proyek Toko Modisland Manado dan Biaya Langsung (Normal)

| Kegiatan | Uraian Pekerjaan | Jumlah Biaya |
|----------|---|--------------|
| A1 | PRELIMINARIES | 389686065.8 |
| A | Galian tanah | 13189500 |
| B | Pek. Pondasi | 113852019 |
| C | Pek. Tie Beam dan Pile Cap (K250) | 178812274.8 |
| D | Urugan Kembali | 3817920 |
| E | Buang tanah | 7639140 |
| F | Urugan pasir bawah lantai 10 cm & dibawah pondasi | 9619025.5 |
| G | Cor lantai rabat 1 : 3 : 5 | 36472500 |
| H | Kolom pedestal (K250) | 47799533.33 |
| I | Angkur 25 mm ST41 | 13650000 |
| J | Kolom H - BEAM 300 | 272916933.3 |
| K | Balok Lantai 2 | 617175758.2 |
| L | Balok Lantai 3 | 585005749 |
| M | Balok Lantai 4 | 572825623 |
| N | Cor Plat lantai 02 t= 13 cm (K250) | 125776489.9 |
| O | Cor Plat lantai 03 t= 13 cm (K250) | 142315207.5 |
| P | Cor Plat lantai 04 t= 13 cm (K250) | 161503774.8 |
| Q | Pek. Tangga 1 - 2 | 22755612.75 |
| P1 | Pek. Tangga 2 - 3 | 10502590.5 |
| R | Pek. Tangga 3 - 4 | 10502590.5 |
| S | Pekerjaan Dinding | 323840290.4 |
| U2 | Pekerjaan tangga | 23958750 |
| T | Pekerjaan Lantai | 275544130.8 |
| U1 | Pekerjaan Pengecatan | 62949821.09 |
| U3 | Pekerjaan Sanitair | 1000000 |
| U | PEK. BONGKARAN dan RENOVASI RG SPG | 85359181.85 |
| V | PEK. PLUMBING | 27378250 |
| TOTAL | | 4136549232 |

Tujuan dari analisa durasi adalah untuk mengetahui saat mulai dan saat selesai pelaksanaan semua kegiatan, sehingga bila terjadi keterlambatan dapat diketahui bagaimana pengaruhnya dan selanjutnya diketahui tindakan apa yang akan diambil. Lama pekerjaan dapat ditentukan dengan memperhatikan volume pekerjaan dan kemampuan tenaga kerja, jumlah tenaga kerja dan alat kerja atau alat bantu yang tersedia. Tujuan analisa biaya adalah untuk mengetahui kebutuhan biaya agar selalu dalam keadaan siap pakai dalam pelaksanaan pekerjaan. Biaya yang dihitung adalah biaya langsung.

Menyusun Network Diagram

Dengan ditentukan hubungan antar kegiatan dan durasi kegiatan, maka dapat dirangkaikan berbagai kegiatan yang berkaitan sehingga keseluruhan kegiatan dapat tersusun menjadi jaringan kerja (network diagram) yang mencerminkan proyek secara keseluruhan.

Tabel 2. Hubungan Antara Kegiatan dan Lama Kegiatan.

| KEGIATAN | KEGIATAN PENGIKUT | LAMA KEGIATAN |
|----------|-------------------|---------------|
| A1 | A | 15 |
| A | B | 9 |
| B | C | 12 |
| C | D | 12 |
| D | G | 1 |
| E | G | 1 |
| F | G | 1 |
| G | H | 1 |
| H | I | 7 |
| I | J | 3 |
| J | K | 4 |
| K | L | 6 |
| L | M | 6 |
| M | N | 5 |
| N | O,Q | 7 |
| O | P,P1 | 7 |
| P | R | 7 |
| Q | U2 | 3 |
| P1 | U2 | 3 |
| R | U2 | 3 |
| S | U1 | 3 |
| U2 | - | 2 |
| T | - | 3 |
| U1 | - | 2 |
| U3 | U | 3 |
| U | V | 7 |
| V | - | 10 |

Tabel 3. Kegiatan, Durasi, Total Float dan Free Float umur Proyek 126 hari

| Kegiatan | | | Paling Awal | | Paling Akhir | | Float | | |
|----------|----|------|-------------|--------|--------------|--------|--------|------------|------------|
| I | j | Nama | (Dij) | (EETi) | (EETj) | (LETi) | (LETj) | Total (TF) | Bebas (FF) |
| 1 | 2 | A1 | 15 | 15 | 0 | 15 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 3 | A | 9 | 15 | 24 | 15 | 24 | 0 | 0 |
| 3 | 4 | B | 12 | 24 | 36 | 24 | 36 | 0 | 0 |
| 4 | 5 | C | 12 | 36 | 48 | 36 | 48 | 0 | 0 |
| 5 | 9 | H | 7 | 48 | 55 | 48 | 55 | 0 | 0 |
| 9 | 10 | I | 3 | 55 | 58 | 55 | 58 | 0 | 0 |
| 5 | 6 | D | 1 | 48 | 49 | 48 | 50 | 1 | 0 |
| 5 | 7 | E | 1 | 48 | 49 | 48 | 49 | 0 | 0 |
| 5 | 8 | F | 1 | 48 | 49 | 48 | 50 | 1 | 0 |
| 6 | 12 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 7 | 12 | G | 1 | 49 | 50 | 49 | 58 | 0 | 0 |
| 8 | 12 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 12 | 10 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 10 | 11 | J | 4 | 58 | 62 | 58 | 62 | 0 | 0 |
| 11 | 12 | K | 6 | 62 | 68 | 62 | 68 | 0 | 0 |
| 12 | 13 | L | 6 | 68 | 74 | 68 | 74 | 0 | 0 |
| 13 | 14 | M | 5 | 74 | 79 | 74 | 79 | 0 | 0 |
| 14 | 15 | N | 7 | 79 | 86 | 79 | 86 | 0 | 0 |
| 15 | 17 | O | 7 | 86 | 93 | 86 | 93 | 0 | 0 |
| 15 | 16 | Q | 3 | 86 | 89 | 86 | 93 | 0 | 0 |
| 16 | 17 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 17 | 19 | P | 7 | 93 | 100 | 93 | 100 | 0 | 0 |
| 17 | 18 | P1 | 3 | 93 | 96 | 93 | 100 | 0 | 0 |
| 18 | 19 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 19 | 20 | R | 3 | 100 | 103 | 100 | 103 | 0 | 0 |
| 20 | 21 | S | 3 | 103 | 106 | 103 | 106 | 0 | 0 |
| 21 | 23 | T | 3 | 106 | 109 | 106 | 109 | 0 | 0 |
| 23 | 26 | U | 7 | 109 | 116 | 109 | 116 | 0 | 0 |
| 21 | 22 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 22 | 26 | U1 | 2 | 106 | 116 | 114 | 116 | 8 | 0 |
| 21 | 24 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 24 | 26 | U2 | 2 | 106 | 116 | 114 | 116 | 8 | 0 |
| 21 | 25 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 25 | 26 | U3 | 3 | 106 | 116 | 113 | 116 | 7 | 0 |
| 26 | 27 | V | 10 | 116 | 126 | 116 | 126 | 0 | 0 |

Perhitungan Koefisien Arah Biaya (Cost Slope)

Perhitungan cost slope pada pembahasan ini, adalah perhitungan cost slope kegiatan-kegiatan pada jalur kritis dan biaya yang dimaksud adalah biaya langsung. Percepatan durasi kegiatan dilakukan dengan menambah tenaga kerja dan peralatan yang disesuaikan dengan jumlah tenaga kerja. Jumlah jam kerja perhari tetap yaitu 8 jam per hari, dan tiap minggu terdiri dari 6 hari kerja. Berdasarkan produktivitas tenaga kerja yang digunakan adalah besar produktifitas tukang dan jumlah pekerjaan disesuaikan dengan jumlah tukang.

Pekerjaan Persiapan atau Preliminaires

- (a) Volume pekerjaan= 1 Ls
 - (b) Durasi normal= 15 hari
 - (c) Biaya normal= Rp. 389.686.065,835
- Pekerjaan ini tidak dapat dipercepat, karena detail pekerjaan terlalu umum

Pekerjaan Galian (A)

- (a) Volume pekerjaan= 175,86 M3
- (b) Durasi normal= 9 Hari
- (c) Biaya normal= Rp.13,189,500.00
- (d) Produktivitas normal (a:b)= 19,54 M3/hari
- (e) Produktivitas Tenaga kerja (d/f)
= 3,258 M3/hari

- (f) Jumlah tenaga kerja normal= 6
- (g) jumlah tenaga kerja Crash= 6+2=8
- (h) Produktivitas Crash (g*e) =26,054 M3/hari
- (i) Alat bantu yang tersedia= -
- (j) Durasi Crash (a:h) = 6,75 ≈ 7 hari
Jadi pekerjaan galian keseluruhan menjadi 7 hari.
- (k) Biaya tambahan = (7x2) x 150000 = 2.100.000,00 (upah)
- (L) Biaya pengurangan sewa alat = tidak ada penambahan biaya alat.
- (m) Biaya Crash (c+l+k) = Rp15,289,500.00
Dari perhitungan tersebut dapat dihitung cost slope sebagai berikut:
Pekerjaan persiapan dan pematangan (A1)
SA = 0
Pekerjaan galian (A)
SB = (CC-NC)/(ND-CD) = (15,289,500.00-13,189,500.00)/(9-7) = Rp 525,000 / hari
Pekerjaan pondasi (B)
SC = (CC-NC)/(ND-CD) = (120,852,019.00-113,852,019.00)/(7-5) = Rp 1,125,000 /hari

Tabel 4. Keadaan normal, Keadaan crash dan Cost slope

| kegiatan | nama kegiatan | Normal | | Crash | | cost slope |
|----------|--|-------------|----------------|-------------|----------------|--------------|
| | | Durasi hari | Biaya Rp | Durasi hari | Biaya Rp | |
| A1 | pekerjaan persiapan dan pematangan | 15 | 389,686,065.84 | - | - | - |
| A | pekerjaan galian | 9 | 13,189,500.00 | 7 | 15,289,500.00 | 1,050,000.00 |
| B | pondasi | 12 | 113,852,019.00 | 10 | 116,852,019.00 | 1,500,000.00 |
| C | pile cap dan tie beam | 12 | 178,812,274.82 | 9 | 184,512,274.82 | 1,897,000.01 |
| H | kolom pedestal | 7 | 47,799,533.33 | 5 | 50,799,540.33 | 1,500,003.51 |
| I | Angkur | 3 | 13,650,000.00 | 2 | 14,250,006.00 | 600,006.00 |
| J | kolom H beam | 4 | 272,916,933.33 | 3 | 273,816,939.33 | 900,006.33 |
| K | balok lantai 2 | 6 | 617,175,758.17 | 4 | 618,375,766.17 | 600,004.00 |
| L | balok lantai 3 | 6 | 585,005,748.97 | 4 | 586,205,754.97 | 600,003.00 |
| M | balok lantai 4 | 5 | 572,825,622.97 | 4 | 574,025,628.97 | 1,200,006.00 |
| N | cor lantai 2 | 7 | 125,776,489.95 | - | - | - |
| O | cor lantai 3 | 7 | 142,315,207.48 | - | - | - |
| P | Cor lantai 4 | 7 | 161,503,774.78 | - | - | - |
| R | cor tangga 3-4 | 3 | 10,502,590.50 | 2 | 12,027,590.50 | 1,525,000.50 |
| S | Pekerjaan dinding | 3 | 323,840,290.39 | 2 | 325,390,290.39 | 1,550,000.38 |
| T | pekerjaan lantai pembongkaran dan renovasi ruang spg | 3 | 275,544,130.75 | 2 | 276,144,130.75 | 600,000.00 |
| U | | 7 | 85,359,181.85 | - | - | - |
| V | pelumbing | 5 | 27,378,250.00 | - | - | - |

Perhitungan durasi Crash dan biaya Crash

Tahap 1

Pada tahap ini dilakukan *crashing* pada kegiatan T, dengan *cost slope* sebesar (ST) = Rp 600,000 / hari, dengan waktu percepatan sebesar 1 hari (3 hari – 2 hari).

Durasi dan biaya yang dibutuhkan pada tahap 1 adalah

$$\text{Cost} = 4,136,549,232 + (1 \text{ hari} \times \text{Rp } 600,000) = \text{Rp } 4,137,149,232$$

$$\text{Durasi} = 126 \text{ hari} - 1 \text{ hari} = 125 \text{ hari}$$

Tahap 2

Pada tahap 2 ini dilakukan *crashing* pada kegiatan L, dengan *cost slope* sebesar (SL) = Rp 600,003 / hari, dengan waktu percepatan sebesar 2 hari (6 hari – 4 hari).

Durasi dan biaya yang dibutuhkan pada tahap 2 adalah

$$\text{Cost} = 4,137,149,232 + (2 \text{ hari} \times \text{Rp } 600,003) = \text{Rp } 4,138,349,238$$

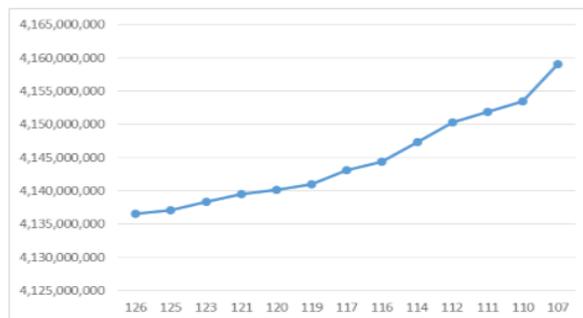
$$\text{Durasi} = 125 \text{ hari} - 2 \text{ hari} = 123 \text{ hari}$$

Hasil Pengolahan Data

Dari hasil perhitungan diatas, terlihat bahwa bila durasi umur proyek semakin dipercepat, maka akan berakibat pada kenaikan biaya langsung.

Tabel 5. Durasi dan Biaya Langsung Proyek.

| | Durasi umur proyek (Hari) | Biaya langsung (Rp) |
|----------|---------------------------|---------------------|
| Normal | 126 | 4,136,549,232 |
| Tahap 1 | 125 | 4,137,149,232 |
| Tahap 2 | 123 | 4,138,349,238 |
| Tahap 3 | 121 | 4,139,549,246 |
| Tahap 4 | 120 | 4,140,149,252 |
| Tahap 5 | 119 | 4,141,049,258.33 |
| Tahap 6 | 117 | 4,143,149,258.33 |
| Tahap 7 | 116 | 4,144,349,264.33 |
| Tahap 8 | 114 | 4,147,349,264.33 |
| Tahap 9 | 112 | 4,150,349,271.36 |
| Tahap 10 | 111 | 4,151,874,271.86 |
| Tahap 11 | 110 | 4,153,424,272.24 |
| Tahap 12 | 107 | 4,159,115,272.26 |



Gambar 6. Grafik Hubungan Durasi-Biaya

PENUTUP

Kesimpulan

Dari hasil perhitungan dengan melakukan percepatan (*crashing*) dapat dilihat bahwa setiap melakukan percepatan durasi, terjadi perubahan pada biaya langsung proyek. Diperoleh durasi maksimum umur proyek yaitu 107 hari dari waktu normal 126 hari dengan waktu percepatan sebesar 19 hari, dan biaya percepatan proyek maksimum sebesar Rp. 4.159.115.272,26 dari biaya normal sebesar Rp. 4.136.549.232

Crash program dilakukan sampai 12 tahap, dimana dalam perhitungan dimulai pada kegiatan T (pekerjaan lantai) dengan *cost slope* terkecil yaitu (ST) = Rp.600.000,00/hari, dan terakhir

atau perhitungan tahap ke-12 adalah kegiatan C (pile cap dan tie beam), dengan *cost slope* (SC) = Rp. 1,897,000.01 /hari.

Saran

Melalui penelitian ini diharapkan para *scheduler* dapat memberikan beberapa alternatif dalam percepatan durasi dengan biaya yang efisien kepada pemilik proyek. Penelitian ini juga dapat memberi masukan kepada pemilik proyek dalam memilih durasi dan biaya percepatan yang paling maksimal dan efisien sesuai dengan kebutuhan percepatan durasi proyek yang sedang dilaksanakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, T. H., 1997. *Prinsip-Prinsip Dasar Network Planning*, Gramedia, Jakarta.
- Badri, S., 1991. *Dasar-Dasar Network Planning*, Rineka Cipta, Yogyakarta.
- Dipohusodo, Istimawan., 1995. *Manajemen Proyek & Konstruksi. Jilid 2*. Badan Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Ervianto, W. I., 2004. *Teori-Aplikasi Manajemen Proyek Konstruksi*. Yogyakarta.
- Ervianto, W. I., 2005. *Manajemen Proyek Konstruksi, Edisi Revisi*. Yogyakarta.
- Husen, Abrar., 2010. *Manajemen Proyek. Serpong*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Soeharto, Iman., 1999. *Manajemen Proyek: Dari Konseptual Sampai Operasional. Jilid 1*, Erlangga, Jakarta.
- Tarore, H., 2002. *Jaringan Kerja dengan Metode CPM, PERT, PDM, Edisi 1*. Universitas Sam Ratulangi. Manado.
- Widiasanti, Irika., 2013. *Manajemen Konstruksi*. Rosda, Bandung.