

OPTIMASI BIAYA & WAKTU PADA PENJADWALAN PROYEK PERUMAHAN DENGAN MICROSOFT PROJECT (Studi kasus : Perumahan Cluster Pamulang)

Muhammad Banu Resta

Jurusan Teknik Sipil, Universitas Yama Jagakarsa, Jakarta Selatan, Indonesia

feedbackfutama@gmail.com

Abstract

Cost and time are benchmarks for project success and failure. This is evidenced by the fact that the quality of the work is not compromised, and is completed in a short time at minimal cost. Therefore, time and cost optimization efforts are very important when planning a project. One way to optimize time and costs is the crash method. Crashing is a deliberate, systematic, and analytical process through which testing accelerates all activities in a project focusing on activities that are on the critical path. In this study, we used the Microsoft Project 2021 program to optimize time and costs. By entering survey data into the program, this Microsoft Project will automatically perform calculations, resulting in more accurate calculations. Faster and More Accurate Findings from the Pamrang Cluster Housing Project show that the accelerated implementation has resulted in a reduction in indirect and overall project costs. From the calculation results, the optimal project completion time is 115.96 working days (144 calendar days) and the total project cost is IDR 361,005,732.00. While the normal completion time is 136.08 working days (68 calendar days) and the total project cost is IDR 364,091,924. -. This will reduce runtime for 24 days and reduce costs by IDR 3,086,192.00.

Keywords: Cost Optimization and Construction Time, Microsoft Project 2021, Crash Method

Abstrak

Biaya dan waktu adalah tolok ukur keberhasilan dan kegagalan proyek. Hal ini dibuktikan dengan fakta bahwa kualitas pekerjaan tidak terganggu, dan diselesaikan dalam waktu singkat dengan biaya minimal. Oleh karena itu, upaya optimasi waktu dan biaya sangat penting ketika merencanakan suatu proyek. Salah satu cara untuk mengoptimalkan waktu dan biaya adalah metode crash. Crashing adalah proses yang disengaja, sistematis, dan analitis melalui pengujian dengan mempercepat semua aktivitas dalam sebuah proyek yang fokus pada aktivitas yang berada di jalur kritis. Dalam penelitian ini, kami menggunakan program Microsoft Project 2021 untuk mengoptimalkan waktu dan biaya. Dengan memasukkan data survei ke dalam program, Microsoft Project ini akan secara otomatis melakukan perhitungan, sehingga perhitungan lebih akurat. Lebih Cepat dan Lebih Akurat Temuan dari Proyek Perumahan Cluster Pamrang menunjukkan bahwa percepatan yang diterapkan menyebabkan pengurangan biaya proyek tidak langsung dan keseluruhan. Dari hasil perhitungan diperoleh waktu penyelesaian proyek yang optimal adalah 115,96 hari kerja (144 hari kalender) dan total biaya proyek sebesar Rp361.005.732,00. Sedangkan waktu penyelesaian normal adalah 136,08 hari kerja (68 hari kalender) dan total biaya proyek adalah Rp.364.091.924,-. Hal ini akan mengurangi runtime selama 24 hari dan mengurangi biaya sebesar Rp 3.086.192,00.

Kata Kunci : Optimasi Biaya dan Waktu Konstruksi, Microsoft Project 2021, Metode Crash

PENDAHULUAN

Pemberlakuan pembatasan kegiatan masyarakat yang mulai sejak awal maret 2020 akibat pandemi yang telah terjadi di Indonesia membuat sejumlah proyek di dunia konstruksi terhambat. Hal ini mengakibatkan produsen bahan bangunan & pabrik-pabrik mengurangi kegiatan operasional. Sedangkan masuknya konstruksi sebagai pekerjaan esensial membuat permintaan akan produk

bahan bangunan tetap harus berjalan, inilah alasan utama dari naiknya harga bahan bangunan / inflasi.

Ketika datang ke implementasi, keberhasilan atau kegagalan sering disebabkan oleh kegiatan proyek yang tidak direncanakan serta kontrol yang tidak efektif. Hal ini akan mengakibatkan keterlambatan, penurunan kualitas pekerjaan, dan peningkatan biaya pelaksanaan, yang kesemuanya merupakan akibat dari kegiatan proyek yang tidak efisien. Kondisi yang sangat tidak menguntungkan adalah kondisi dimana terjadi keterlambatan penyelesaian proyek secara keseluruhan. Dampak langsung dari pandemi Covid-19 telah menyebabkan kenaikan harga berbagai komoditas, termasuk harga sejumlah barang bahan bangunan, seperti semen, besi, beton, dan paku. Ini terkait dengan fakta bahwa harga ini telah meningkat secara signifikan.

Menurut situs Sistem Pengawasan Pasar dan Kebutuhan Pokok yang dijalankan Kementerian Perdagangan (Kemendag), biaya pembelian 50 kilogram semen meningkat selama minggu keempat Desember 2021 jika dibandingkan dengan biaya selama minggu sebelumnya (Laucereno, 2021) . Kira-kira naik 2%. Bahkan, harga Semen Tonasa 50 kg naik 16,60%.

Selain itu, biaya baja dan beton naik 1% menjadi 2%, yang diikuti oleh kenaikan biaya paku 2 cm sebesar 5,60%. Menurut tradingeconomics.com, mulai pertengahan Desember 2021, ada tren kenaikan umum harga aluminium di pasar internasional. Atau, kira-kira dua bulan setelah mencapai level tertinggi pada 15 Oktober 2021, yaitu sekitar dua tahun dari sekarang. Badan Pusat Statistik (BPS) mencatat Indeks Harga Perdagangan Besar (IHPB) untuk kelompok bangunan/bangunan pada September 2021. Indeks ini menunjukkan adanya kenaikan sebesar 0,29%, atau mengalami perubahan indeks, dari 107,66 pada Agustus 2021. menjadi 107,97 pada bulan September 2021. Kelompok bangunan/bangunan terdiri dari lima kelompok jenis bangunan. Menurut informasi yang diberikan oleh Kepala BPS Margo Yuwono (IHPB, 2021, halaman 179), perubahan IHPB Kelompok Bangunan/Bangunan selama tahun kalender 2021 adalah 4,14%, dan perubahan IHPB Kelompok Bangunan/Bangunan meningkat 4,73 poin persentase dari satu tahun ke tahun berikutnya.

Harga perlengkapan konstruksi naik lebih dari 5-10%, mencerminkan kenyataan bahwa, di lapangan, harga meningkat secara signifikan. Padahal, jika berbicara tentang ekonomi, adalah hal yang wajar untuk mengatakan bahwa jika ada kelangkaan barang, harga akan meroket. Namun, penting untuk dicatat bahwa dalam situasi sulit seperti ini, di mana orang diharuskan bekerja dari rumah, ada juga orang yang diberhentikan dari pekerjaannya, yang berarti keadaan ini sangat sulit bagi perekonomian di Indonesia. Komunitas.

Karena harga bahan bangunan melonjak naik akibatnya makin marak saja proyek yang terhambat dan bahkan terlantar. Masih lebih banyak lagi penyebab keterlambatan pelaksanaan pekerjaan konstruksi. Perihal tersebut menuntut perencana untuk membuat penjadwalan proyek yang efisien & efektif supaya meminimalisir kerugian dan membuat proyek konstruksi berjalan normal sampai sukses. Perencanaan proyek yang baik merupakan pondasi dari suksesnya pembangunan konstruksi dan merupakan pedoman kepada pelaksana yang terlibat di dalam proyek. Segala resiko dan hambatan sudah di perhitungkan didalam perencanaan.

Ketika datang ke implementasi, alasan keberhasilan atau kegagalan sering ditelusuri kembali ke kegiatan proyek yang tidak direncanakan selain kontrol yang tidak efisien. Hal ini akan mengakibatkan keterlambatan, penurunan kualitas pekerjaan, dan peningkatan biaya pelaksanaan, yang kesemuanya merupakan akibat dari kegiatan proyek yang tidak efisien. Kegiatan proyek yang

tidak efisien akan menyebabkan hasil ini. Situasi di mana ada keterlambatan dalam penyelesaian keseluruhan proyek adalah salah satu yang dianggap sangat tidak menguntungkan. Dampak langsung dari pandemi Covid-19 telah menyebabkan kenaikan harga berbagai komoditas, termasuk harga sejumlah barang bahan bangunan, seperti semen, besi, beton, dan paku. Hal ini karena pandemi telah menyebabkan peningkatan permintaan barang-barang tersebut sebagai akibat langsung dari peningkatan permintaan yang disebabkan oleh pandemi. Hal ini terkait dengan fakta bahwa harga ini telah meningkat secara signifikan selama beberapa tahun terakhir.

Menurut situs Sistem Pengawasan Pasar dan Kebutuhan Pokok yang dioperasikan Kementerian Perdagangan (Kemendag), biaya pembelian 50 kilogram semen meningkat selama minggu keempat Desember 2021 jika dibandingkan dengan biaya selama seminggu sebelumnya untuk itu (Laucereno, 2021). Kira-kira setara dengan kenaikan 2%. Bahkan, terjadi kenaikan biaya pembelian Semen Tonasa 50 kg sebesar 16,60%.

Selain itu, harga baja dan beton naik satu hingga dua persen, yang diikuti dengan kenaikan harga paku dua sentimeter sebesar lima setengah persen. Menurut tradingeconomics.com, tren kenaikan harga aluminium secara umum di pasar internasional dimulai sekitar pertengahan Desember 2021. Tren ini berlanjut hingga akhir Desember 2021. Atau, sekitar dua bulan setelah mencapai puncaknya pada 15 Oktober, 2021, yang akan menjadi sekitar dua tahun dari sekarang. Pada September 2021, Indeks Harga Perdagangan Besar (IHPB) tercatat oleh Badan Pusat Statistik (BPS). Indeks ini berkaitan dengan kelompok bangunan dan konstruksi. Indeks ini mengungkapkan bahwa terjadi kenaikan sebesar 0,29%, atau perubahan indeks, dari 107,66 pada Agustus 2021 menjadi 107,97 pada September 2021, bergerak dari nilai sebelumnya 107,66. Ada lima kelompok berbeda dari jenis bangunan yang membentuk kelompok bangunan dan konstruksi. Menurut data yang disampaikan Kepala BPS Margo Yuwono (IHPB, 2021, halaman 179), perubahan IHPB Kelompok Bangunan/Bangunan selama tahun kalender 2021 sebesar 4,14%. Selanjutnya, perubahan IHPB untuk Kelompok Bangunan/Bangunan meningkat 4,73 poin persentase dari satu tahun ke tahun berikutnya.

Kenyataan bahwa harga di lapangan telah meningkat dalam jumlah yang signifikan tercermin dalam fakta bahwa harga pasokan konstruksi telah meningkat lebih dari 5-10%. Padahal, jika berbicara tentang ekonomi, adalah hal yang wajar untuk mengatakan bahwa jika ada kelangkaan barang, harga akan meroket. Ini adalah sesuatu yang telah terbukti berkali-kali. Namun, penting untuk diingat bahwa dalam keadaan sulit seperti ini, di mana orang diharuskan bekerja dari rumah, ada juga orang yang harus diberhentikan dari pekerjaannya, yang menunjukkan bahwa keadaan ini sangat menantang bagi perekonomian masyarakat secara keseluruhan.

BAHAN & METODOLOGI PENELITIAN

Nama Perumahan yang menjadi studi kasus ini yaitu *Vinus 88 Residence* dengan alamat di Jl. Pinang Raya, Pamulang Timur, Tangerang Selatan yang mana Developernya PT Multi Sarana Satria dengan jumlah rumah sebanyak 156 unit. Pengumpulan data dilakukan untuk memaksimalkan efisiensi. Penyedia layanan, konsultan pengawas, dan lainnya harus memberikan informasi sekunder sedangkan waktu dan uang adalah kuncinya. Variabel waktu terdiri data cumulative progress yang berupa jenis kegiatan, persentase kegiatan, dan durasi kegiatan. Proses pengumpulan data dilakukan dengan cara mendatangi langsung lokasi proyek dan minta ke bagian kontraktor. Variabel biaya

memerlukan daftar anggaran biaya penawaran yang terdiri dari jumlah biaya normal dan durasi normal. Pengolahan data akan dilakukan dengan bantuan program Microsoft Project 2021. Menyusun jaringan kerja tahapannya terdiri dari a) membuat lembar kerja baru dan membukanya, b) tentukan tanggal mulai proyek, c) Menginput data terkait kegiatan proyek, d) Membangun link dan hubungan antara berbagai pekerjaan, e) buat kalender kerja untuk merencanakan hari dan jam kerja, f) masukkan biaya yang terkait dengan setiap pekerjaan, dan g) gunakan jadwal dan anggaran yang direncanakan sebagai dasar untuk pekerjaan. Pelaksanaan penelitian dibagi menjadi beberapa tahapan diantaranya yaitu tahap 1 (mulai), tahap 2 (masalah), tahap 3 (persiapan), tahap 4 (penentuan objek penelitian), tahap 5 (pengumpulan data), tahap 6 (analisis dan pembahasan), tahap 7 (kesimpulan & saran), dan tahap 8 (selesai).

ANALISIS & PEMBAHASAN

Analisis Data

Proyek yang ditinjau dalam penelitian ini adalah Proyek Rumah di Pamulang dengan :

Nilai Konstrak : Rp. 370.000.000,-

Waktu pelaksanaan : 130 hari kerja

Tanggal pekerjaan mulai : 01 April 2022

Tanggal pekerjaan selesai :

Bab ini juga akan memberikan gambaran rinci tentang optimalisasi biaya dan waktu proyek menggunakan metode crash dengan bantuan aplikasi yang dikenal dengan nama Microsoft Project Professional 2021. Proses analisis data dilakukan dengan cara langsung menginput data ke dalam program yang diketahui sebagai Microsoft Project Professional 2021. Program ini terdiri dari dua tahap, yaitu sebagai berikut:

- (1) *Menyusun rencana jadwal dan biaya proyek.*
- (2) *Optimasi dengan actual overtime work.*

Menyusun Rencana Jadwal dan Biaya Proyek

Beberapa hal penting dalam *setting Microsoft Project* :

- Pengaturan waktu mulai proyek
- Pengaturan kalender
- Pengaturan mode *autoschedule*
- Pengaturan mata uang Rupiah
- Penentuan Jalur Kritis
- Free Slack & Total Slack

Memulai Aplikasi *Microsoft Project*.

1. Membuka lembar kerja baru.
2. Klik tombol Start > Program > Microsoft Office > Microsoft Office Project 2021.
3. Memasukan tanggal dimulainya proyek.
4. Mengaktifkan menu Project Information. Pada kotak dialog Project Information dipilih Schedule From: Project Start Date dan memasukan tanggal dimulainya proyek yaitu 01 April 2022 pada kotak Start Date.

5. Menyusun kalender kerja merencanakan hari kerja dan jam kerja.
Sebelum menginput data sebaiknya lakukan pengaturan waktu kerja (Change Working Time) pada project information. Pada menu Schedule Minggu diawali pada hari senin, waktu mulai kerja pada jam 8 pagi sampai jam 5 sore, maka menjadi 8 jam karena 1 jam untuk istirahat, dalam seminggu jadi $8 \times 5 = 40$ jam, ditambah hari sabtu masuk setengah hari yaitu dari jam 8 pagi sampai dengan jam 1 siang. maka total jam kerja seminggu adalah 40 jam. Selanjutnya hari kerja per-bulan menjadi total 20 hari dengan kerja dihitung per-jam dan mata uang yang digunakan untuk pembayaran yaitu rupiah (IDR). Disini juga diisi tanggal-tanggal merah (libur) yang dapat dilihat pada gambar berikut.
6. Mengisi Kegiatan-Kegiatan Proyek.
Tahap ini kita menginput kegiatan pada proyek juga sembari menyusun lingkup pekerjaan (indentation). Memasukan data kegiatan proyek dengan mengetikannya pada kolom **Task Name** dan waktu kegiatan pada kolom **Durasi**. Setelah kolom durasi diisi, kolom **Start** dan **Finish** akan terisi secara otomatis.
Pada Analisa Harga Satuan Pekerjaan Standar Nasional Indonesia (AHSP SNI) kita dapat menghitung durasi pekerjaan dengan menggunakan indeks upah dengan menggunakan rumus. Rumus untuk menghitung durasi pekerjaan yaitu :

$$\frac{V \cdot OH}{D} = Pax$$

Rumus 1. Durasi Pekerjaan

V = Volume pekerjaan

OH = Indeks upah

D = Durasi pekerjaan

Pax = Jumlah pekerjaan
7. Menyusun Diagram Logika Jaringan Kerja.
Hubungan antara pekerjaan satu dengan lainnya di masukan didalam kolom Predecessors. Memerhatikan hubungan antar aktivitas dan logika hubungan yang terjadi diantara kegiatan yaitu mendahului (Predessor), mengikuti (Successor), dan bersamaan (Concurent). Contoh Pengisian : Pekerjaan urukan pasir (pada baris 5) dimulai setelah pekerjaan galian tanah (pada baris 2) selesai dikerjakan (Finish to Start). Maka pada kolom predecessor pekerjaan urukan pasir diisi 4FS.
8. Memasukan Sumber Daya.
Kita dapat menginput sumber daya pada menu **View > Resource Sheet**. Setelah itu gunakan menu show split untuk mengedit sumber daya pada jaringan kerja.
9. Memasukan biaya untuk tiap pekerjaan.
Untuk memasukan total biaya proyek, maka dilakukan langkah: Klik menu **View > Table > Cost**. Biaya yang dimasukan disini merupakan biaya yang sudah ditetapkan sebelumnya dalam Rencana Anggaran Biaya (RAB). Biaya ini kemudia dimasukan ke dalam kolom **Fixed Cost**, sehingga nilai **Total Cost** sama dengan **Fixed Cost**. Hasil input biaya proyek dapat dilihat pada Gambar dibawah ini.
10. Memasukan besar biaya tidak langsung (Indirect Cost).
Di dalam RAB Proyek Perumahan Pamulang ini tidak terdapat keterangan biaya tidak langsung karena sudah termasuk didalam biaya langsung (direct Cost).

11. Membuat skejul rencana (Baseline).

Menu Project > Set Baseline. Untuk membuat baseline tetap tampil di Gantt chart dapat membuat custom gantt chart menggunakan Gantt Chart Wizard.

Optimalisasi

Optimalisasi dilakukan dengan mengisi data yang telah di optimalkan untuk dibandingkan dengan rencana awal. Langkah-langkah yang dilakukan antara lain :

1. Membagi layar Microsoft Project menjadi dua (atas & bawah) untuk memasukkan data crash perencanaan. Layar atas adalah Gantt chart view sedangkan bawah yaitu Task Usage, lalu klik View > Table ; Cost.
2. Menambahkan baris pada bagian kanan Task Usage dengan menekan mouse kanan, pilih Detail Styles. Membuka tampilan Actual Work, Actual Overtime Work, Actual Cost.
3. Memasukkan durasi lembur dengan Tracking pada baris Actual Overtime Work yaitu dengan klik Task > Task Information > General > Percent complete "100%" > Duration (diisi dengan rencana crash) > Ok.
4. Memasukkan jam lembur resources work pada baris actual overtime work

Dengan cara :

Pekerjaan Dinding pada task 5.1 yaitu Pekerjaan pasang bata ringan (Hebel/celcon) dalam baseline durasi pekerjaannya yaitu 556,48 jam yang berarti pekerjaan dikerjakan dalam 69,56 hari. Pada baris Actual Overtime Work dengan memasukkan jumlah kerja lembur per-jam, maka *Microsoft Project* akan menghitung secara otomatis dalam hari.

Pekerjaan Dinding – Pasang bata ringan (hebel/celcon) :

Data diketahui :

Nd	= 69,56 hari / 70 hari
Cd	= 60 hari
Volume	= 231,85 m ²
Pekerja	= 4 orang, Koef pekerja = 0,2
Mandor	= 1 orang. Koef mandor = 0,05
Produktivitas Normal (Fn)	$= \frac{Pekerja}{Koef\ Pekerja} = \frac{4}{0,2} = 20 \text{ m}^3 / \text{hari}$
Produktivitas (F)	$= \frac{Fn}{8} = 30 \text{ m}^2 / \text{hari} = 1,25 \text{ m}^2 / \text{jam}$
Produktivitas Crash (Fc)	$= 0,91 \times F = 0,91 \times 1,25 = 1,1375 / 1,14 \text{ m}^2 / \text{jam}$
Durasi Crash (Dc)	$= \frac{Volume\ pekerjaan}{Fc} = \frac{231,85}{1,14} = 203,37$
Lembur	= 20 jam
Harga total pekerjaan	= Rp 36.289.162,00

Jam lembur hanya diaplikasikan untuk sumber daya manusia (Pekerja, tukang & mandor). Perlu diketahui setelah disahkan-nya UU Cipta Kerja, perhitungan lembur adalah maksimal 4 jam / hari dan 18 jam / minggu. Langkah menginput jam lembur pada *Microsoft Project* antarlain :

Kolom Actual Overtime di isikan jumlah jam lembur yaitu 4 jam dengan begitu jumlah kerja jadi 8 + 3 = 11 jam.

Contoh : Lembur pekerjaan pasangan bata

$$\text{Jam lembur / hari} = \frac{20 \text{ jam}}{5} = 4 \text{ jam}$$

Jumlah jam lembur per-hari = 4 jam x 4 pekerja = 16 jam (berlaku untuk sumber daya manusia lain dan secara otomatis *Microsoft Project* akan menghitung dalam bentuk days)

Kolom Actual Cost terisi jumlah biaya yang otomatis terhitung jika kolom Actual Work dan Actual Overtime telah diisi.

Kolom Work terisi jumlah dari Actual Work dan Actual Overtime.

Percepatan proyek

Percepatan bisa dilakukan dengan berbagai metode, antara lain menambah pekerja terampil, pekerjaan lembur, mengatur ulang jadwal yang terlambat juga bisa saling tukar tenaga kerja terampil. Namun, pada penelitian ini hanya akan dilakukan percepatan dengan metode penambahan jam kerja (lembur).

Berdasarkan diagram Gantt pada software *Microsoft Project* Lintasan kritis dapat dilihat dengan mudah. Pada penelitian ini akan dilakukan crash sebanyak 3x sampai pekerjaan jenuh. Pekerjaan yang dilakukan oleh sub-kontraktor tidak akan dilakukan percepatan.

Tahap-Tahap Percepatan

Uraian tahap-tahap percepatan dapat dilihat di dalam sub-bab berikut ini :

1. Penentuan durasi tipikal berdasarkan jaringan dan biaya proyek tipikal.
2. Tentukan jalur kritis untuk durasi proyek normal.
3. Tabel semua biaya untuk periode normal dan dipercepat dan semua aktivitas.
4. Hitung dan tabulasi kenaikan biaya untuk setiap aktivitas.
5. Mempersingkat durasi aktivitas kritis, dimulai dengan aktivitas kritis dengan kombinasi nilai kenaikan biaya terendah.
6. Setiap aktivitas kritis dipercepat sampai waktu percepatan yang diinginkan tercapai atau jalur kritis baru terbentuk. Setelah membentuk jalur kritis baru, mempersingkat waktu aktivitas kritis sehingga nilai kenaikan biaya minimal. Jika ada beberapa jalur kritis, aktivitas di jalur kritis harus dikurangi pada saat yang sama jika durasi proyek secara keseluruhan akan dipersingkat.
7. Pada setiap langkah, periksa apakah setiap aktivitas memiliki masa tenggang atau buffer. Jika demikian, kegiatan dapat ditunda untuk mengurangi biaya proyek.
8. Pada setiap siklus percepatan, biaya proyek dihitung dari durasi proyek baru, ditabulasi, dan diplot pada grafik biaya proyek versus waktu.
9. Lanjutkan sampai Anda tidak bisa lagi berakselerasi. Ini disebut titik percepatan.
10. Plot overhead proyek pada grafik biaya versus waktu yang sama.
11. Jumlahkan biaya langsung dan tidak langsung dari total biaya proyek untuk setiap periode.
12. Gunakan kurva total biaya proyek untuk menentukan waktu terbaik untuk menyelesaikan dengan biaya terendah atau proyek sesuai dengan jadwal yang Anda inginkan.

Hampir setiap proyek pada suatu saat akan dihadapkan pada situasi kritis dimana kinerja proyek tidak dapat dicapai dalam batasan waktu dan biaya yang direncanakan. Ada kemungkinan tidak perlu ada kompromi jika semuanya berjalan sesuai rencana dengan proyek. Proses mencapai kompromi berlanjut sepanjang siklus hidup proyek dan terus dipengaruhi oleh

lingkungan internal dan eksternal, serta reputasi perusahaan, kondisi pasar, dan tingkat keuntungan yang diantisipasi. Untuk tujuan melakukan penelitian tambahan tentang korelasi antara waktu aktivitas dan biaya.

Kondisi Normal

Pada kondisi normal waktu pelaksanaan proyek adalah 136 hari dan terdapat beberapa jalur kritis yang terlihat di dalam diagram Gantt *Microsoft Project*. Lintasan kritis yang ditunjukkan di dalam diagram Gantt merupakan Task di Outline Number nomor 5, 6 & 10 yaitu pekerjaan dinding, pekerjaan plesteran / acian, dan pekerjaan penutup atap.

Tabel 1. Penambahan jam lembur dari kondisi normal

Outline Number	Uraian Pekerjaan	Durasi	
		Normal	Crash
5.1	Pasang bata ringan (hebel/celcon)	69,56	49,56
6.1	Plesteran campuran 1 pc : 3 psr tebal 1,5 cm	87,39	77,39
10.1	Pasang atap genting beton	15,09	12,09
10.2	Pasang nok genting beton	2,4	1,4
10.3	Pasang rangka atap baja ringan (pabrikasi)	11,32	8,32

Contoh perhitungan biaya akibat chrashing pada penambahan jam kerja.

Pekerjaan dinding (Outline 5.1)

Nd = 69,56 hari

Volume = 231,85 m²

SDM = Pekerja (P1) :556,48 jam. 1 Koef. Pekerja :0,75

Tukang batu terampil (Tb1) :370,96 jam 1 Koef. Tukang :0,025

Biaya kerja (Data sesuai proyek)

Pekerja (P2) = Rp 150.000 / hari = Rp 18.750 / jam

Tukang batu terampil (Tb1) = Rp 206.000 / hari = Rp 25.750 / jam

Harga Total = Rp 36.289.162 (Lihat RAB)

Harga material = Rp 0 (Lihat AHSP)

Harga Non-material = H. Total – H. Material
= Rp 36.289.162 – Rp 0
= Rp 36.289.162

Biaya lembur kerja (data sesuai analisa harga satuan standar nasional Indonesia).

Pekerja = Rp 30.000 / jam (1,5 x harga normal)

Tukang batu terampil = Rp 40.000 / jam (1,5 x harga normal)

Harga Total = Rp 70.000 / jam

Produktivitas Normal (Fn) = $\frac{Pekerja}{Koef\ Pekerja} = \frac{4}{3} = 1,33 \text{ m}^3 / \text{hari}$

Produktivitas (F) = $\frac{Fn}{8} = \frac{1,33}{8} = 0,166 \text{ m}^2 / \text{jam}$

Produktivitas Crash (Fc) = 0,91 x F = 0,91 x 0,166 = 0,151 m² / jam

Durasi Crash (Dc) = $\frac{Volume\ Pekerjaan}{Fc} = \frac{1,5}{0,151} = 9,93 / 10 \text{ jam}$

Dc = 10, berarti pekerjaan boleh dikerjakan 8 jam (sehari) dengan tambahan kerja lembur 2 jam.

Cd = 20 hari

$$\begin{aligned}
\text{Lembur (L)} &= D_c - (C_d \times 8 \text{ jam}) = 10 \text{ jam} - (20 \times 8 \text{ jam}) = 2 \text{ jam} \\
\text{Harga Non-material crash} &= (C_d \times P_1 \times \text{jumlah pekerja}) + (C_d \times T_1 \times \text{Jumlah tukang}) + (L \times P_2 \times \text{jumlah tukang}) + (L \times T_2 \times \text{jumlah tukang}) \\
&= (20 \times 18.750 \times 4) + (20 \times 25.750 \times 1) + (2 \times 30.000 \times 4) + (2 \times 40.000 \times 1) \\
&= 1.500.000 + 515.000 + 240.000 + 80.000 \\
&= \text{Rp } 2.335.000 \\
\text{Harga total crash} &= \text{Harga Non-material Crash} + \text{Harga Material} \\
&= \text{Rp } 2.335.000 - \text{Rp } 0 \\
&= \text{Rp } 2.335.000
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Slope} &= \frac{(\text{Harga Nonmaterial crash} - \text{Harga Nonmaterial})}{(N_d - C_d)} \\
&= \frac{(\text{Rp } 36.289.162 - \text{Rp } 2.335.000)}{(20 - 10)} \\
&= \text{Rp } 3.395.416,20
\end{aligned}$$

Contoh perhitungan perubahan biaya akibat crashing pada penambahan tenaga kerja :
Pekerjaan Dinding – Pasang bata ringan (hebel/celcon) Task 5.1

Name: Pasang bata ringan (hebel/celcon)		Duration: 69,56 days	☐ Effort driven	☐ Manually Scheduled	Previous	Next
Start: Tue 10/05/22	Finish: Fri 05/08/22	Task type: Fixed Duration	% Complete: 25%			
ID	Resource Name	Units	Cost	Baseline Cost	Act. Cost	Rem. Cost
30	Bata ringan (hebel/celcon)	1.854,82 bh	Rp10.357.315	Rp10.357.315	Rp10.357.315	Rp0
80	Semen instan	2.654,7 kg	Rp5.946.528	Rp5.946.528	Rp5.946.528	Rp0
1	Pembantu tukang terampil (Pekerja)	1	Rp10.872.750	Rp10.434.000	Rp3.879.072	Rp6.993.678
4	Tukang batu terampil	1	Rp9.552.220	Rp9.552.220	Rp3.582.340	Rp5.969.880

Gambar 1 Sumber daya pekerjaan dinding

$$\begin{aligned}
N_d &= 69,56 \text{ hari} \\
\text{Volume} &= 231,85 \text{ m}^2 \\
\text{Kebutuhan rencana :} & \\
\text{Pekerja} &= 4 \text{ orang} \\
\text{Tukang batu terampil} &= 1 \text{ orang} \\
\text{Harga Total} &= \text{Rp } 36.289.162 \\
\text{Harga Material} &= \text{Rp } 16.303.843 \\
\text{Harga non-material} &= \text{Harga total} - \text{Harga material} \\
&= \text{Rp } 36.289.162 - \text{Rp } 16.303.843 = \text{Rp } 19.985.319 \\
\text{Direncanakan CD} &= 20 \text{ hari} \\
\text{Kebutuhan crash :} & \\
\text{Pekerja} &= 4 \text{ orang} \times \text{Rp } 150.000 \times 20 \text{ hari} = \text{Rp } 12.000.000 \\
\text{Tukang} &= 1 \text{ orang} \times \text{Rp } 206.000 \times 20 \text{ hari} = \text{Rp } 4.120.000 \\
\text{Harga non-material crash} &= \text{Rp } 16.120.000 \\
\text{Harga total crash} &= \text{Harga non-material crash} + \text{Harga material} \\
&= \text{Rp } 16.120.000 + 16.303.843 \\
&= \text{Rp } 32.423.843 \\
\text{Slope} &= \frac{(\text{Harga nonmaterial cash} - \text{Harga nonmaterial})}{(N_d - C_d)}
\end{aligned}$$

$$= \frac{(Rp\ 32.423.843 - Rp\ 19.985.319)}{(69,56 - 20)}$$

$$= Rp\ 250.979,09$$

Keseluruhan perubahan biaya akibat crashing dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2 Perhitungan crashing 1 metode lembur

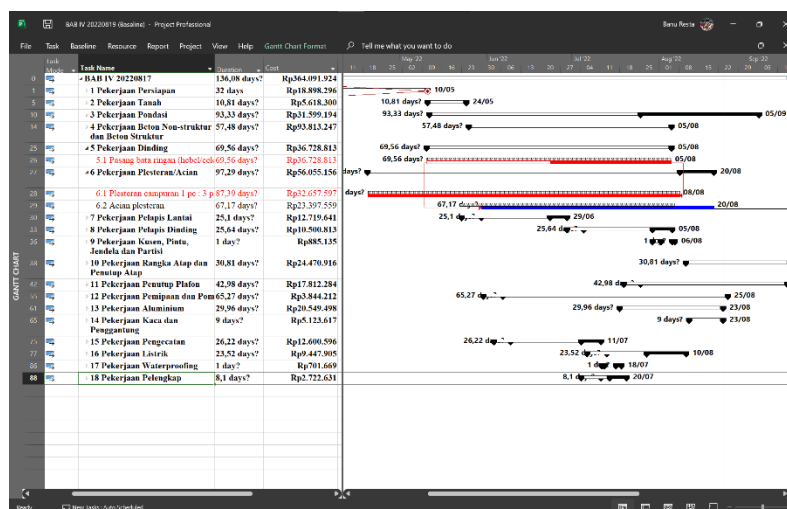
No.	Task Name	Duration		VOL. SAT.	SDM							
		Normal	Crash		Pekerja		kayu		batu		besi profil/las	
					Jml	Koef	Jml	Koef	Jml	Koef	Jml	Koef
5	Pekerjaan Dinding											
5.1	Pasang bata ringan (hebel/celcon)	69,6	49,6	232 m ²	4	2,52	0,00	0,00	1,00	0,03	0,00	0,00
6	Pekerjaan Plesteran/Acian											
6.1	Plesteran campuran 1 pc : 3 psr tebal 1,5 cm	87,4	77,4	437 m ²	2	2,95	0,00	0,00	1,00	0,03	0,00	0,00
10	Pekerjaan Rangka Atap dan Penutup Atap											
10.1	Pasang atap genting beton	15,1	12,1	75,5 m ²	2	0,46	1,00	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00
10.2	Pasang nok genting beton	2,4	1,4	6 m ¹	1	0,13	1,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
10.3	Pasang rangka atap baja ringan (pabrikasi)	11,3	8,32	75,5 m ²	2	0,42	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,21

Fn m ³ /ha ri	Fn m ³ /ja m	H.Total	H.Material	H.non-material	Fc	Dc (jam)	Duration		
							Biaya non- material crash	Slope	Biaya total crash
1,59	0,20	Rp36.289.162	Rp16.303.843	Rp19.985.319	0,18	8	Rp19.756.551	Rp 3.395.416	Rp36.060.394
0,68	0,08	Rp32.658.045	Rp 6.047.857	Rp26.610.188	0,08	3	Rp25.915.934	Rp 69.425	Rp31.963.791
4,34	0,54	Rp12.548.598	Rp 8.729.017	Rp 3.819.581	0,49	5	Rp 3.038.821	Rp 260.253	Rp11.767.838
7,49	0,94	Rp 1.321.060	Rp 713.539	Rp 607.521	0,85	1	Rp 879.259	-Rp 271.738	Rp 1.592.798
4,73	0,59	Rp11.323.292	Rp 7.557.911	Rp 3.765.381	0,54	6	Rp 3.716.104	Rp 16.426	Rp11.274.015

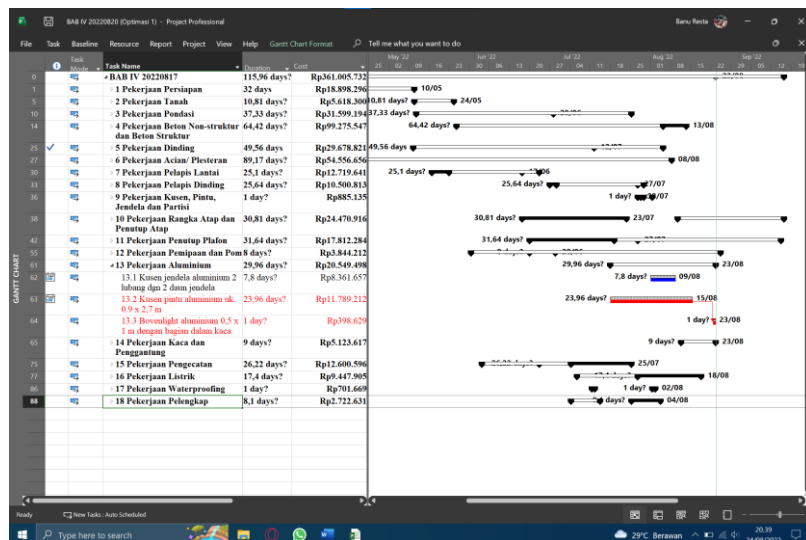
Catatan : Besaran slope yang ditulis merah berarti bernilai positif atau mendapatkan keuntungan dari perlakuan crashing, hal ini dimungkinkan terjadi akibat perencanaan awal proyek produktivitas tenaga kerja di baseline kurang maksimal.

Tahap-tahap percepatan

Kompresi disini maksudnya adalah saat kita melakukan tahap percepatan dengan cara memendekan waktu pada pekerjaan yang dihasilkan dari tahap sebelumnya. Perhitungan kebutuhan percepatan pada kondisi normal yang diinputkan pada Micosoft Project menyebabkan timbulnya lintasan kritis baru dengan pengurangan waktu pelaksanaan proyek dari 136 hari kerja menjadi 116 hari kerja. Percepatan pada tahap ini menyebabkan kebutuhan biaya proyek menurun hingga mencapai Rp. 3.086.192 dari biaya rencana sebesar Rp. 364.091.924.



Gambar 2 Baseline Awal



Gambar 3 Setelah dilakukan optimalisasi

Setelah dilakukan percepatan didapatkanlah hasil sebagai berikut.

Durasi pekerjaan proyek berkurang sebesar : $136,08 - 115,96 = 20,12$ hari kerja

Biaya proyek berkurang sebesar $364.091.924 - 361.005.732 = 3.086.192$. Opsi sementara untuk melakukan optimasi biasanya akan dilakukan crash yaitu dengan cara menambah jam kerja. Objek penelitiannya adalah Pembantu Tukang Terampil (Pekerja) yang dibayar Rp 150.000 /hari, dengan biaya lembur sebesar Rp 30.000 /jam. Jadi pekerja bekerja lembur 4 jam per-hari dibayar $4 \times \text{Rp } 30.000 = \text{Rp } 120.000$.

Opsi saran saya yaitu dengan cara menambah pekerja di rasa lebih optimal secara waktu & biaya dibandingkan melakukan lembur yaitu hanya dengan menambah 1 orang pekerja hanya menambah Rp 30.000 dari biaya lembur sudah dapat 8 jam kerja. Kalau dibandingkan:

$\text{Rp } 120.000 = 4 \text{ jam / orang (Biaya lembur per-orang)}$

$\text{Rp } 150.000 = 8 \text{ jam/ orasng (Biaya tambah pekerja)}$

Jika semua pekerja (10 orang) melakukan lembur dalam satu hari :

$\text{Rp } 1.200.000 = 40 \text{ jam /hari}$

Jika menambah pekerja dengan biaya yang sama :

$\text{Rp } 1.200.000 / 150.000 = 8 \text{ orang} = 64 \text{ jam}$. Masih ada surplus durasi tersisa 24 jam kerja.

Dengan kata lain, dapat menghemat 37,5%.

KESIMPULAN

- Penelitian ini telah berhasil membuat jaringan kerja efisien & efektif dengan cara menjadwalkan ulang menggunakan Microsoft Project. Dengan mengatur penggunaan sumber daya yang baik dan seimbang.
- Dengan mengetahui critical path pada jaringan kerja yang telah dibuat untuk selanjutnya di lakukan analisa optimasi menggunakan metode crash. Menerapkan kerja lembur bagi pekerja, tukang terampil & helper.
- Menemukan biaya dan durasi terbaik yang dapat di aplikasikan pada proyek dari hasil penjadwalan ulang menggunakan Microsoft Project. Durasi pekerjaan proyek

berkurang sebesar 20,12 hari kerja & biaya proyek dipangkas sebesar 364.091.924 – 361.005.732 = 3.086.192.

DAFTAR PUSTAKA

- Allen, E., Thallon, R., & Schreyer, A. C. (2017). *Fundamentals of Residential Construction*. New Jersey: John Willey & Sons.Inc.
- IHPB. (2021). *Indeks Harga Perdagangan Besar Indonesia*. Jakarta: Badan Pusat Statistik Indonesia.
- Indriasari, & Mardiaman. (2020). Faktor Penentu Utama Keterlambatan pada Pekerjaan Konstruksi Pabrik. *e-Journal CENTECH*, 1-11.
- Laucereno, S. F. (2021, Oktober 01). *detikFinance*. Retrieved from <https://finance.detik.com/https://finance.detik.com/berita-ekonomi-bisnis/d-5748456/yang-mau-renov-perhatikan-nih-harga-material-mulai-naik/>
- Mardiaman. (2020). *Manajemen Konstruksi*. Cirebon: CV. Syntax Computama.
- Mardiaman. (2022). *Perencanaan dan Penjadwalan Konstruksi*. Jakarta: KBM Indonesia.
- Mardiaman. (2022). *Rekayasa Nilai*. Jakarta: KBM Indonesia.
- Max, T. (2014, 01 13). *Cara menggambar network planing poyek*. Dipetik 07 24, 2022, dari Kampus-Sipil: <http://kampus-sipil.blogspot.com/2014/01/cara-menggambar-network-planing-proyek.html>
- Max, T. (2014, January 12). *Identiikasi Likngup Menjadi Komponen Proyek*. Retrieved from Kamus Sipil: <http://kampus-sipil.blogspot.com/2014/01/identifikasi-lingkup-menjadi-komponen.html>
- Nasution, L. M. (2017, January 1). Statistik Deskriptif. *Jurnal Hikmah*, 14(Statistic), 49-55. Retrieved 2022