

EVALUASI PENJADWALAN WAKTU DAN BIAYA PROYEK MENGGUNAKAN METODE CPM DAN KURVA S (STUDI KASUS: MODIFIKASI PEMBUATAN TANGKI P-4)

Siska Ayu Kartika¹, Dias Indrayana², Gunawan³

^{1,2,3}Universitas Balikpapan

e-mail :¹siska.ayukartika@uniba-bpn.ac.id,²Indradias042@gmail.com, ³gun.salsa@uniba-bpn.ac.id

ABSTRACT

The project development process related to scheduling and cost budgeting in the project scheduling process is often not in accordance with field conditions, causing delays in its completion. Budget costs related to progress are generally directly proportional to scheduling. The tank construction project currently underway is the Refinery Development Master Plan (RDMP) project, namely Tank Modification carried out by contractor PT XYZ. The construction of the tank that will be evaluated is the P-4 tank with a duration of 252 days. The P-4 tank is a tank that functions as a container of crude oil with a diameter of 39 meters by 12.8 meters, and has been used for approximately 30 years, so it requires rejuvenation or modification that requires special handling considering that the modification of the tank is in the middle of the area or operating refinery unit. The method in the evaluation uses work scheduling and the budget for the construction of the P4 tank. The scheduling method takes into account the factors of rainfall intensity, labor and the Critical Path Method. Meanwhile, the additional cost budget will be reviewed in the S curve (S-curve) of the project. In evaluating scheduling, the rainfall factor is the main contributor resulting in the delay of the completion schedule or work completion date as much as 16%. Based on the analysis using the Critical Path Method (CPM), the realization of the project was 22 days late from the initial planning of the work. Despite the delay in the tank construction schedule, this does not affect the budget.

Keywords : budget, schedule, critical path method

INTISARI

Proses pembangunan proyek berkaitan dengan penjadwalan serta anggaran biaya dalam proses penjadwalan proyek sering tidak sesuai dengan kondisi lapangan sehingga menyebabkan mundurnya penyelesaiannya. Anggaran biaya berkaitan dengan progress umumnya berbanding lurus dengan penjadwalan. Proyek pembangunan tangki yang saat ini sedang berjalan adalah proyek Refinery Development Master Plan (RDMP) yaitu Modifikasi Tangki yang dikerjakan oleh kontraktor PT XYZ. Pembangunan tangki yang akan di evaluasi adalah tangki P-4 dengan durasi pengerjaan 252 hari. Tangki P-4 merupakan tangki yang berfungsi sebagai wadah dari minyak crude dengan diameter 39 meter dengan 12,8 meter, dan telah digunakan kurang lebih selama 30 tahun, sehingga memerlukan pememajaan atau modifikasi yang memerlukan penanganan khusus mengingat modifikasi tangka tersebut berada di tengah area atau unit refinery yang sedang beroperasi. Metode dalam evaluasi menggunakan penjadwalan pekerjaan serta anggaran biaya pembangunan tangki P4. Metode penjadwalan dengan memperhatikan faktor intensitas curah hujan, tenaga kerja dan Metode Jalur Kritis (Critical Path Method). Sedangkan penambahan anggaran biaya akan ditinjau dalam kurva S (S-curve) proyek. Dalam mengevaluasi penjadwalan, faktor curah hujan menjadi kontirbutor utama mengakibatkan mundurnya jadwal penyelesaian atau tanggal penyelesaian pekerjaan sebanyak 16%. Berdasarkan analisis dengan menggunakan Metode Jalur Kritis (CPM) realisasi proyek terlambat 22 hari dari perencanaan awal pekerjaan. Meskipun terjadi mundurnya jadwal pembangunan tangki, namun hal ini tidak berpengaruh terhadap anggaran biaya.

Kata kunci : anggaran biaya, penjadwalan, metode jalur kritis

1. PENDAHULUAN

Proses pembangunan proyek berkaitan dengan penjadwalan serta anggaran biaya dalam proses penjadwalan proyek sering tidak sesuai dengan kondisi lapangan sehingga menyebabkan mundurnya penyelesaiannya. Anggaran biaya berkaitan dengan progress umumnya berbanding lurus dengan penjadwalan. Proyek pembangunan tangki yang saat ini sedang berjalan adalah proyek Refinery Development Master Plan

(RDMP) yaitu Modifikasi Tangki yang dikerjakan oleh kontraktor PT XYZ. Pembangunan tangki yang akan di evaluasi adalah tangki P-4 dengan durasi pengerjaan 252 hari. Tangki P-4 merupakan tangki yang berfungsi sebagai wadah dari minyak crude dengan diameter 39 meter dengan 12,8 meter, dan telah digunakan kurang lebih selama 30 tahun, sehingga memerlukan peremajaan atau modifikasi yang memerlukan penanganan khusus mengingat modifikasi tangka tersebut berada di tengah area atau unit refinery yang sedang beroperasi.

Critical Path Methode (CPM) merupakan metode yang memiliki otientasi pada waktu yang mengarah pada penentuan jadwal dan estimasi waktunya bersifat deterministik. Metode CPM atau jalur kritis adalah model penggambaran dengan bentuk jaringan kegiatan atau aktivitas-aktivitas proyek. Penggambaran tersebut yaitu dengan membuat titik pada jaringan dan momen atau peristiwa suatu proyek yang menandakan awal atau akhir aktivitas sebagai garis antara titik atau busur. Penelitian ini digunakan metode CPM, karena dengan metode ini diharapkan dapat dipakai untuk mengendalikan koordinasi berbagai kegiatan dalam suatu perkerjaan sehingga proyek dapat diselesaikan dalam jangka waktu yang tepat. Selain itu metode CPM ini juga dapat membantu perusahaan dalam mengadakan perencanaan dan pengendalian proyek dengan waktu dan biaya yang lebih efisien. Evaluasi penjadwalan ini juga menggunakan metode kurva “S” yang bertujuan mengidentifikasi unsur waktu dan urutan untuk merencanakan suatu kegiatan dalam bobot (%) presentase, yang terdiri dari waktu mulai, waktu selesai dan waktu pelaporan. Pemantauan biaya pelaksanaan proyek tersebut harus mengacu pada jadwal proyek yang telah disusun, sehingga diperlukan langkah-langkah pengendalian untuk mengetahui apakah pelaksanaan atau kemajuan kerja proyek sudah sesuai jadwal atau tidak.

Kajian penelitian sebelumnya berkaitan dengan waktu pelaksanaan normal proyek, dengan menambah 3 jam penambahan jam kerja maka dapat mempercepat waktu sebanyak 6 hari dengan biaya tambahan. Penambahan jam kerja sebaiknya dilakukan pada pekerjaan-pekerjaan yang kritis (Agustiar & Handrianto, 2018). Selain itu, dalam penelitian yang lain evaluasi penjadwalan proyek, dengan metode CPM pengoptimalan biaya dapat terjadi sehingga dapat menghemat biaya pengeluaran proyek (Chasan, dkk, 2022). Penggunaan meotde CPM dalam penelitian lain menunjukkan bahwa biaya perbandingan dengan adanya percepatan lebih efisien daripada proyek yang mengalami keterlambatan yang memberikan sanksi penalty dengan denda (Abdillah). Sedangkan penambahan anggaran biaya, penambahan jam kerja dan EVM (*Earned Value Management*) belum ada yang meneliti secara spesifik khususnya mengenai kajian penelitian biaya dan penjadwalan, Sehingga hal ini menjadi pembeda dari penelitian yang telah ada sebelumnya.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui evaluasi pengawasan proyek agar sesuai dengan durasi pengerjaan awal serta anggaran yang telah ditentukan. Adapun batasan dalam penilitian ini yaitu, kebutuhan pembuatan tangki untuk minyak *crude* di lihat dari kualitas material sebagai media penyimpanan yang baik, faktor curah hujan tidak diperhitungkan di kontrak awal, evaluasi proses pembuatan tangki P-4 dibatasi hanya pekerjaan mekanikal, penelitian dikaji dari perencanaan hingga pengendalian proyek, penelitian anggaran biaya hanya meneliti biaya langsung, Penelitian ini tidak membahas *life cycle management* proyek.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian di lakukan di Kota Balikpapan dari bulan September 2021 hingga April 2022, dengan obyek penelitian adalah pembangunan modifikasi tangki P-4 (Gambar 1) yang merupakan tangki yang berfungsi

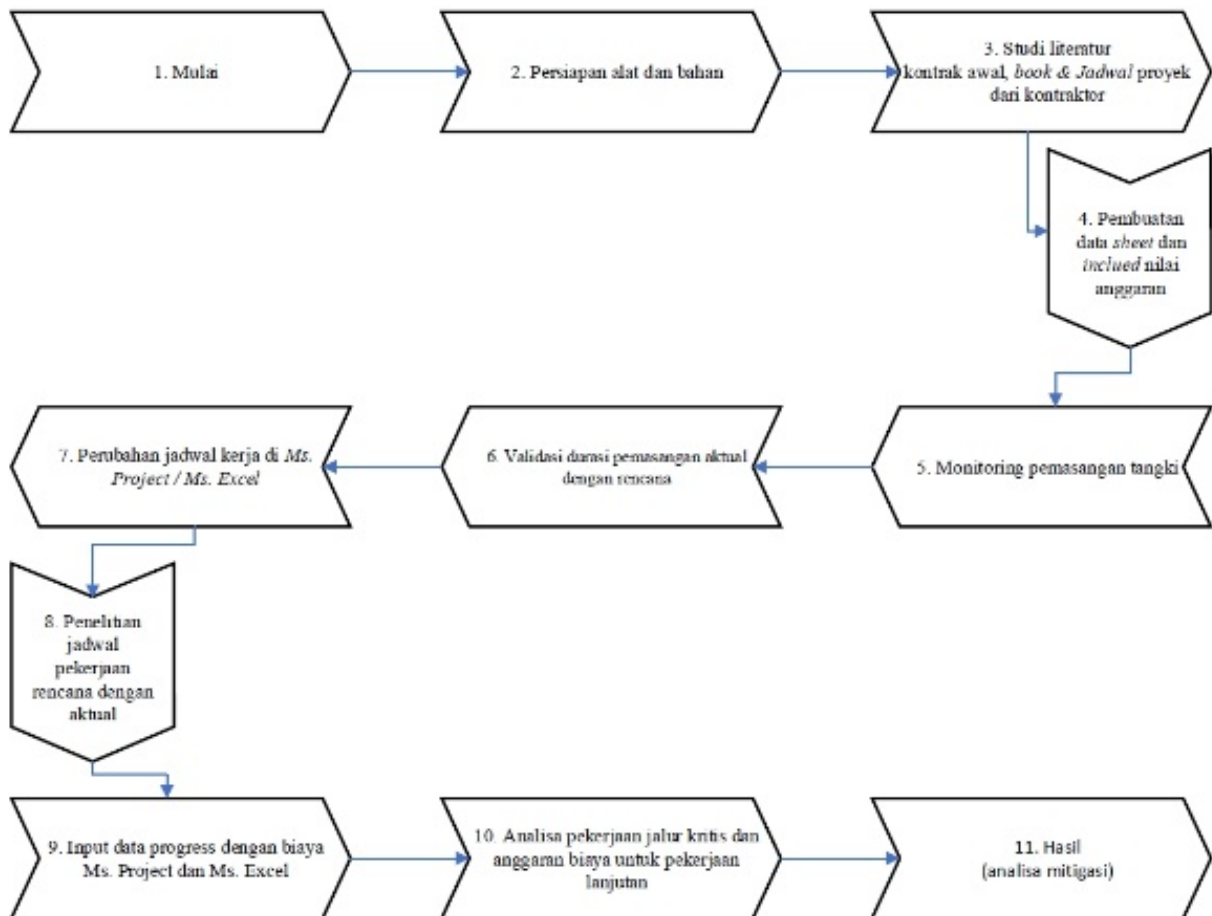
sebagai wadah dari minyak crude dengan diameter 39 meter dengan 12,8 meter. Jenis pekerjaan yang dievaluasi terkait proses pemasangan *bottom plate*, *shell plate*, EFR (*External Floating Roof*), pekerja lapangan dan faktor intensitas curah hujan.



Gambar 1. Tangki P-4 yang Dimodifikasi

Metode penelitian yang dilakukan dalam analisis pembangunan modifikasi tangki P-4 menggunakan alat bantu software yaitu *Microsoft project 2019 license Microsoft® Project 2019 MSO (Version 2202 Build 16.0.14931.20272) 64-bit*, sebagai media *software* analisa penjadwalan, *manpower* dan *progress*. Sedangkan *Microsoft® Excel® 2019 MSO (Version 2202 Build 16.0.14931.20392) 64-bit*, sebagai media *software* analisa anggaran biaya serta untuk menghitung durasi pengerjaan secara relevan. Kedua software yang digunakan tersebut untuk mengetahui dan memonitor agar proyek berjalan sesuai jadwal awal dan tidak terjadi penambahan anggaran atau *cost*. Metode penelitian yang dilakukan dalam penelitian meliputi beberapa tahapan yaitu studi literatur sebagai proses pembelajaran dan pemahaman lingkup pekerjaan dan durasi serta tanggal mulai dan selesai, pengumpulan dan pengolahan data, evaluasi hasil, dan penarikan kesimpulan.

Prosedur penelitian, seperti terlihat pada gambar 2, dimulai dari pengamatan jadwal proyek sesuai dengan kontrak kerja dan jadwal proyek yang telah disusun oleh kontraktor, dari data tersebut dibuat data *sheet* dan di olah kembali di dalam jadwal *Ms. Project* dan *Ms. Excel*. Alur penelitian dapat dilihat pada Gambar 2. Teknik analisis data dalam penelitian ini adalah (1) menganalisis urutan penjadwalan kegiatan proyek, (2) menganalisis kegiatan atau aktivitas kritis yang dilakukan dengan metode CPM, (3) menganalisis kegiatan atau aktivitas yang dikerjakan di waktu yang sama (4) menganalisis perbandingan total biaya yang ditentukan oleh pihak pengembang proyek dan dengan setelah menggunakan metode CPM. Sedangkan analisis kurva S sebagai salah satu cara untuk mengoptimalisasi waktu dan biaya proyek. Dengan penambahan biaya yang seminimal mungkin serta mempercepat durasi proyek atau dalam istilah asingnya adalah *Crashing*.



Gambar 2. Prosedur Penelitian Proyek Modifikasi Tangki P-4

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Evaluasi *progress* proyek pembuatan tangki P-4 menggunakan biaya dan penjadwalan, penelitian ini dilakukan berdasarkan data aktual yang diperoleh di lapangan dan data laporan proyek dari kontraktor.

Perencanaan Sumber Daya Manusia (SDM) pada proyek pembangunan tangki tidak terdapat rencana maksimal pekerja pembangunan sehingga diperlukan perhitungan maksimal pekerja untuk menyelesaikan pembangunan tangki dalam durasi 252 hari menggunakan persamaan (1) berikut ini.

$$Vx = \frac{K}{X(1+N)} (X + 0,5)(1 - n) - (1 + N) \quad (1)$$

Vx = Rata-rata kumulatif jam – orang

K = 252 hari x 8 jam kerja = 2.016 jam

X = 4 (dibagi menjadi 4 step pekerjaan yang tidak bisa dikerjakan *finish – finish* (FF))

n = 90%

$$N = -0,046$$

$$Vx = \frac{2.016}{4(1+\log 90\%)} (4 + 0,5)(1 - 90\%) - (1 + \log 90\%) \quad (2)$$

$$Vx = 236,78 \text{ orang} - \text{dibulatkan menjadi } 237 \text{ orang}$$

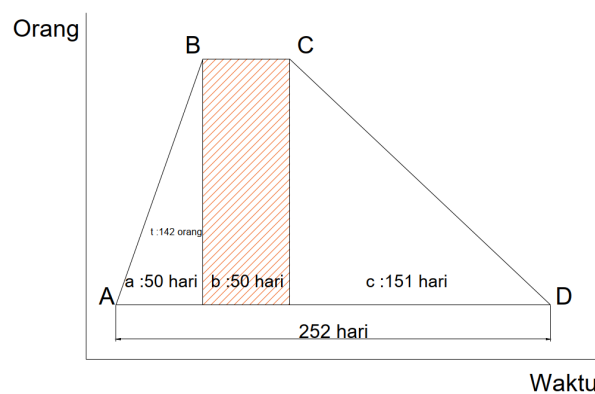
Hasil tersebut masih harus dilakukan pendekatan dengan metode trapesium untuk mengetahui jumlah maksimal tenaga kerja dengan kurun waktu durasi pembangunan tangki dengan metode $a = 20\%$: $b = 20\%$: $c = 60\%$.

$$a = 20\% \times 237 \text{ orang} = 47 \text{ orang}$$

$$b = 20\% \times 237 \text{ orang} = 47 \text{ orang}$$

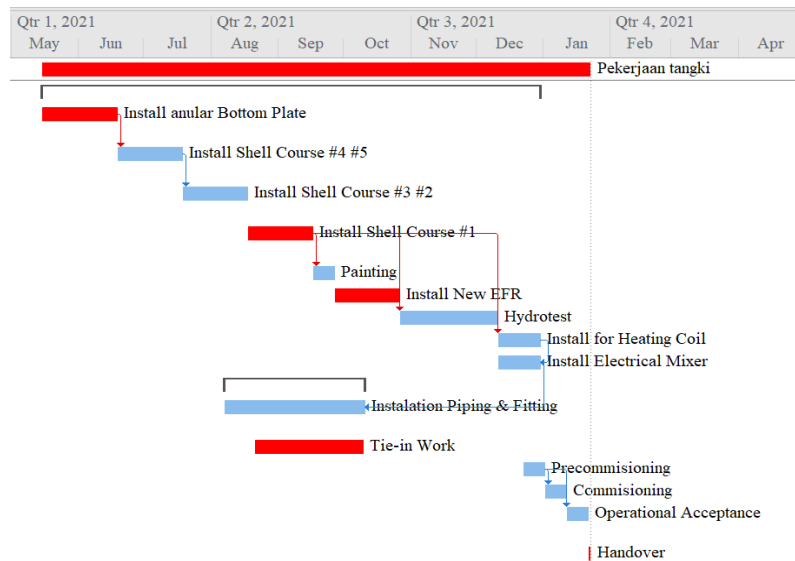
$$c = 60\% \times 237 \text{ orang} = 142 \text{ orang}$$

Pengerjaan pembangunan tangki membutuhkan proses dalam perekrutan tenaga kerja dalam durasi waktu pengerjaan tangki sehingga menghasilkan maksimal tenaga kerja sejumlah 142 orang (dapat dilihat pada Gambar 3).



Gambar 3. Grafik trapesium *load* tenaga kerja

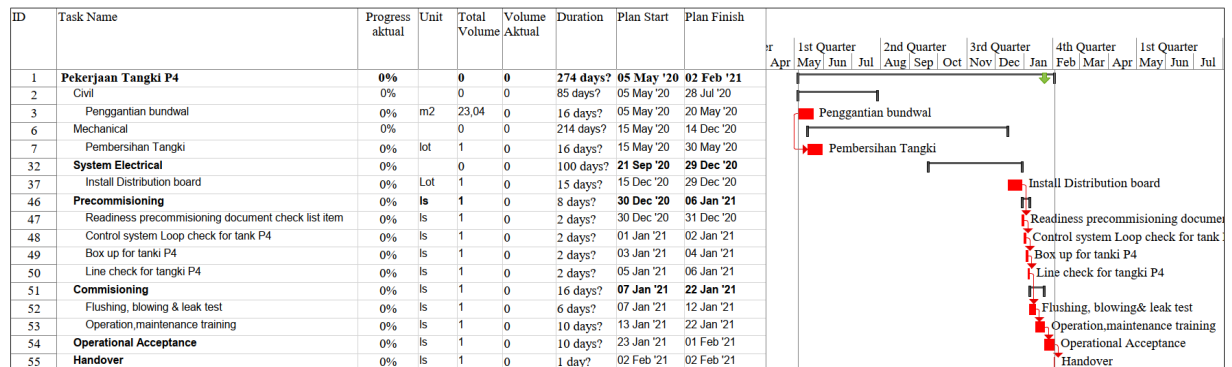
Bagan balok pembangunan tangki P-4 dengan jadwal awal dapat dilihat pada Gambar 4 berikut ini.



Gambar 4. Bagan Balok Jadwal Awal

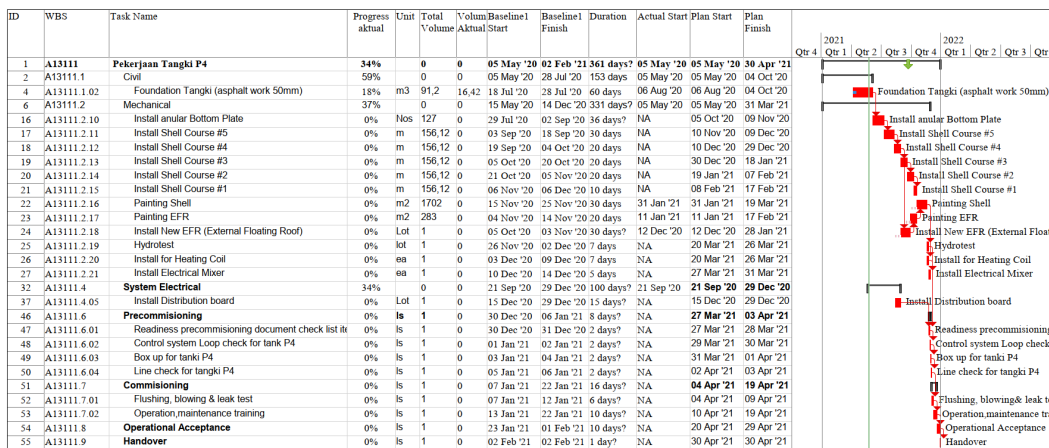
Bagan balok diatas merupakan bagan balok yang disajikan oleh kontraktor namun belum dilakukan analisa penjadwalan, analisa penjadwalan akan disajikan dalam rentan waktu 1 tahun :

Bagan balok awal sesudah diverifikasi



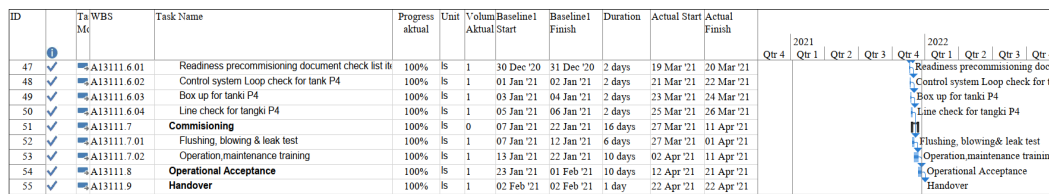
Gambar 5. Jadwal Awal Tangki P4 Sesudah Diverifikasi

Setelah dilakukan analisa awal pada gambar tersebut merupakan aktifitas jalur kritis dengan menyesuaikan kondisi pekerjaan, pembangunan tangki P4 mundur selama 22 hari sehingga selesai pada 02 Februari 2020, terlihat pada Gambar 5.



Gambar 6. Penjadwalan Tangki Bulan September 2020

Pada bulan September aktifitas pekerjaan jalur kritis bertambah dengan perpanjangan waktu menjadi 109 hari selesai pada tanggal 30 April 2020.



Gambar 7. Jadwal Pembangunan Tangki P4 Selesai

Selesai pembangunan tangki pada tanggal 22 April 2021, sehingga perpanjangan waktu selama 101 hari.

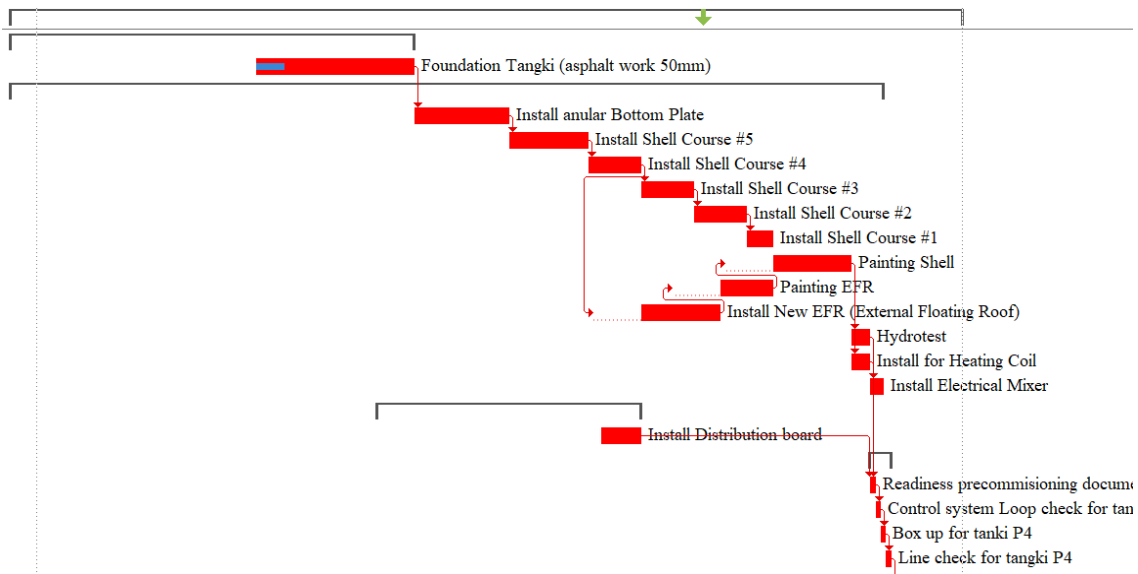
Evaluasi pembangunan tangki P-4 dilakukan dengan beberapa faktor yaitu faktor curah hujan dengan pendekatan
FAKTOR CURAH HUJAN : 16%

Rencana progress di bulan Feb-2022: 100%

Perhitungan: (Progress bulan Februari 2021) 100% – 16% (Faktor curah hujan)

Evaluasi rencana kemajuan pekerjaan terhadap faktor cuaca: 84%, dibandingkan dengan data progress aktual sebesar 87%, sehingga diketahui faktor utama mundurnya penyelesaian pembangunan tangki P4 ialah faktor curah hujan.

Dengan metode CPM (*Critical Path Method*) dapat mengetahui pekerjaan lain yang berpotensi atau berdampak mendorongnya target penyelesaian pekerjaan dengan metode ini diketahui terdapat 18 item pekerjaan yang berperan mendorong durasi penyelesaian pembangunan tangki P4 dapat dilihat pada Gambar 8. Bagan balok jalur kritis. Sehingga manajemen proyek dapat segera menentukan mitigasi pekerjaan agar proyek kembali berjalan sesuai rencana.



Gambar 8. Bagan Balok Jalur Kritis

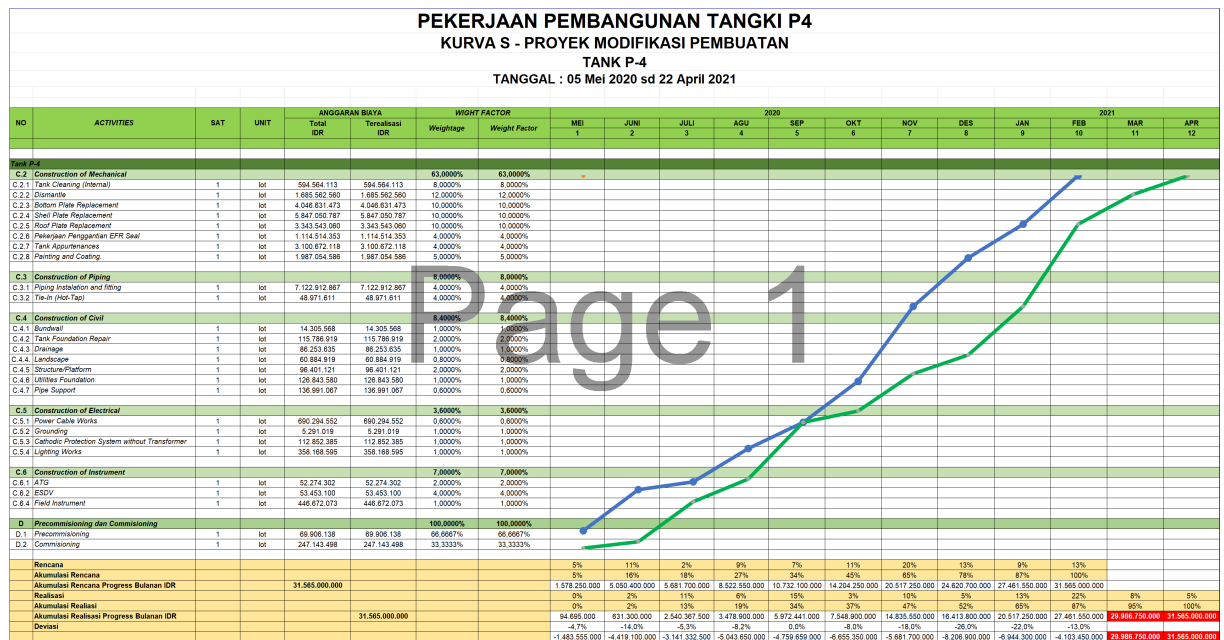
Setelah dilakukan uji penjadwalan pekerjaan serta evaluasi progress proyek pembangunan tangki menggunakan metode anggaran biaya, didapatkan hasil bahwa faktor curah hujan terhadap progress pekerjaan sangatlah tinggi, di bandingkan dengan data tenaga kerja lapangan tidak memiliki perbedaan yang jauh meski memiliki perbedaan tenaga kerja aktual lapangan dengan rencana.

Dapat di lihat dalam tabel di bawah faktor yang paling besar dalam menghambat progress pekerjaan.

Tabel 1. Hasil Faktor Kendala Pekerjaan

Menggunakan rencana penjadwalan awal kontrak										
No	Analisa Faktor a	Nilai Faktor b	Progress Plan c	Progress Actual d	Nilai e = c - b	Tenaga kerja rencana f	Tenaga kerja aktual g	Selisih dengan progress actual h = d - e	Bulan	Tahun
1	Curah hujan	16%	100%	87%	84%			3%	periode pekerjaan	2020-2021
2	Tenaga kerja (b = g / f)	24%	100%	87%	76%	142	34	11%	periode pekerjaan	2020-2021
	Jumlah (b1+b2)	40%	100%	87%	60%			27%	periode pekerjaan	2020-2021

Dari nilai tersebut faktor paling besar yang menjadi kendala pembangunan tangki merupakan faktor tenaga kerja namun tidak sesuai dengan nilai aktual kemajuan pekerjaan sehingga hasil yang paling mendekati ialah faktor curah hujan. Faktor tenaga kerja bisa menjadi dasar kendala jika menggunakan penjadwalan awal (selesai di 15 Mei 2022) sebelum di verifikasi, untuk faktor keuangan tidak berpengaruh selama tidak menimbulkan kerja tambah (pekerjaan diluar scope of work). Sedangkan hasil dari Analisa kurva S dapat dilihat pada gambar 9 berikut ini.



Gambar 9. Kurva S – Proyek Modifikasi Pembuatan Tangki P-4

4. KESIMPULAN

Pembangunan modifikasi tangki P-4 telah selesai pada tanggal 22 April 2022 dengan target penyelesaian awal pada tanggal 22 Januari 2022 sehingga mengalami pertambahan durasi pekerjaan selama 101 hari, telah dilakukan evaluasi atas keterlambatan proyek yang diakibatkan adanya faktor curah hujan dalam satu tahun 16%, jumlah tenaga kerja dibulan Agustus 2021 memiliki perbedaan dengan target sebesar 108 orang rencana 142 orang dengan aktual 34 orang. Serta metode jaringan kerja yang tidak sesuai berperan menambah durasi penyelesaian pembangunan tangki P4. Faktor anggaran biaya terhadap penyelesaian tangki P4 tidak ada pertambahan nilai anggaran biaya

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada pimpinan perusahaan PT XYZ yang telah memeberikan kesempatan untuk melakukan penelitian terkait evaluasi progress penjadwalan dan biaya dalam modifikasi Tangki P-4 ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah A.W., “Evaluasi Penjadwalan Proyek dalam Efisiensi Waktu dan Biaya (Studi Kasus Proyek Rehabilitasi Saluran Drainase dan Boezem di Jalan Cumpat Kulon Baru 1 RT 4 Surabaya”, Program Studi Teknik Industri Universitas 17 Agustus 1945, Surabaya.
- Agustiar I., Handriyanto R., “Evaluasi Penjadwalan Proyek Menggunakan Metode CPM dan Kurva S (Studi Kasus : Pembangunan Gedung Perpustakaan SMK N1 “XX”, Gresik”, Jurnal Keilmuan dan Terapan Teknik Wahana Teknik, Vol. 07 (02), 2018.
- Chasan M.F., Fauji D.A.S., Purnomo H., "Evaluasi Penjadwalan Waktu dan Biaya dengan Metode CPM dan Gantt Chart pada Proyek Pembangunan Rumah Tipe 60/72 Griya Keraton Sambirejo Kediri",

- Simposium Manajemen dan Bisnis, Prodi Manajemen FEB UNP Kediri, 2022.
- Misrali, Bambang E., Joko A. "Evaluasi Penjadwalan Waktu dan Biaya pada Proyek Pembangunan Gedung Kelas di Fakultas Ekonomi Universitas Jember dengan Metode PERT", Artikel Ilmiah Mahasiswa, 2015.
- Panguji N.U., Suhartinah, Ilanka Cahya Dewi, "Evaluasi Pelaksanaan Proyek Pembangunan Gedung KPRI Universitas Jember dengan Menggunakan Metode Crashing", e-Journal Teknik Sipil.
- Pinontoan M.D.M., Mandagi R. J. M., Mangare J., "Pengendalian Biaya dan Waktu Dengan Metode Analisis Nilai dan Hasil dengan *Microsoft Project* 2010 (Studi Kasus: Gedung Mantos Tahap III)," Jurnal Sipil Statik, Vol. 3 (12), hal. 787–803, 2015.
- Publisher. Project Management Institute, Includes: The Standard for Project Management, Sixth. Newton Square: Project Management Institute. Inc., 2017.
- Rofii S., Wahyono H., Handriyono, "Evaluasi Penjadwalan Biaya dan Waktu Proyek dengan Metode CPM dan PERT (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Stadion Utama Jember Sport Garden (JSG) Kabupaten Jember, Artikel Ilmiah Mahasiswa, Jurusan Manajemen, Fakultas Ekonomi, Universitas Jember.
- Siregar A.C., Iffiginia, "Penggunaan Critical Path Method (CPM) untuk Evaluasi Waktu dan Biaya Pelaksanaan Proyek", *Teknika : Jurnal Sains dan Teknologi* Vol. 15 (2), 2019.
- Soeharto I., Manajemen Proyek dari Konseptual sampai Operasional. Jakarta: Erlangga, 2017.
- Unas S.E., Hasyim M. H., Negara K. P., "Antisipasi Keterlambatan Proyek Menggunakan Metode *What If* Diterapkan Pada *Microsoft Project*," *Jurnal Rekayasa Sipil*, Vol. 8 (3), No. 167, hal. 192–197, 2014.
- Wowor F.N., Sompie B.F., Walangitan D.R.O, dan Malingkas G. Y., "Aplikasi *Microsoft Project* Dalam Pengendalian Waktu Pelaksanaan Pekerjaan Proyek," *Jurnal Sipil Statik*, Vol. 1 (8), hal. 543–548, 2013.
- Wohon, F.Y., "Analisa Pengaruh Percepatan Durasi Pada Biaya Proyek Menggunakan Program *Microsoft Project* 2013 (Studi Kasus : Pembangunan Gereja GMIM Syaloom Karombasan)", *Jurnal Sipil Statik*, Vol. 3 (2), no. 2337–6732, hal. 141–150, 2015.