

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kapal *Barge* dan Data Utama *Barge*

Tongkang atau yang biasa dikenal dengan sebutan *Barge* merupakan jenis kapal dengan karakteristik lambung datar atau kotak besar yang mengapung. Kapal tongkang biasanya digunakan sebagai alat angkut muatan atau barang dan sebagai dermaga apung. Tongkang sendiri memiliki bentuk lambung yang menyerupai balok, dimana C_b mendekati 1, dan tidak ada system propulsi, listrik, ataupun perpipaan yang mendukung tongkang ini (Hasil Karya Ilmiah et al., 2020).



Gambar 2. 1 Kapal Tongkang (Barge)

Pada table 2.1 merupakan data utama kapal barge Lintas Tama 3306 yang digunakan dalam penelitian ini merupakan dasar teknis yang sangat penting dalam penerapan metode CCPM untuk menghitung kebutuhan manpower dan durasi pembangunan kapal di Galangan PT. X, karena dimensi dan karakteristik utama kapal—yang meliputi panjang keseluruhan (LOA) sebesar 330 kaki, lebar (Breadth) 98 kaki, tinggi (Depth) 20 kaki, sarat air (Draft) 17 kaki, jarak gading (Frame Space) 6 kaki, serta kapasitas beban geladak (Deck Load) sebesar 8 ton per meter persegi—secara langsung menentukan ruang lingkup pekerjaan, kompleksitas struktur, pembagian aktivitas produksi, serta intensitas penggunaan tenaga kerja pada setiap tahapan pembangunan, sehingga penyajian data ini menjadi acuan utama dalam penyusunan perencanaan proyek, penjadwalan pekerjaan, dan perhitungan kebutuhan sumber daya yang akurat dan dapat dipertanggungjawabkan secara teknis maupun manajerial.

Tabel 2.1 Data Utama Barge

| | | |
|-------------|---|-------------|
| LOA | : | 330' - 0,0" |
| BREADTH | : | 98' - 0,0" |
| DEPTH | : | 20' - 0,0" |
| DRAFT | : | 17' - 0,0" |
| Frame Space | : | 6' - 0,0" |
| Deck Load | : | 8 T/sqr M |

2.2 Management Proyek dalam Pembangunan *Barge*

Manajemen proyek dipahami sebagai suatu kerangka kerja sistematis yang mengintegrasikan fungsi perencanaan, pelaksanaan, dan pengendalian sumber daya guna mencapai sasaran proyek secara efisien dalam menyusun waktu, biaya, dan mutu yang telah ditentukan, dimana keberhasilan proyek sangat bergantung pada kemampuan manajer proyek dalam mengelola ketergantungan antar aktivitas serta dinamika sumber daya manusia yang terlibat (Herroelen & Leus, n.d.). Dalam konteks pembangunan *barge*, proyek biasanya bersifat “heavy construction” yang sarat antar pekerjaan (misalnya fabrikasi-assembly-erection-outfitting), sehingga gangguan kecil pada satu titik bisa merambat menjadi keterlambatan di banyak titik lain (Li et al., 2024)

Literatur konstruksi dan proyek menunjukkan bahwa keterlambatan paling sering bukan hanya mengenai teknis, tetapi juga akibat kombinasi perencanaan yang kurang realistis, koordinasi lapangan yang lemah, serta keputusan sumber daya yang tidak sinkron dengan urutan kerja (Leach, n.d.). Karena itu, proyek pembangunan *barge* menggunakan metode penjadwalan yang tidak hanya memetakan urutan kerja, tetapi juga memperhitungkan fakta bahwa manpower serta tim kerja adalah sumber daya terbatas yang menjadi kendala utama dilapangan. (Herroelen & Leus, n.d.)

Dalam praktik PT. X, manajemen proyek pembangunan *barge* umumnya disusun dengan mengacu pada jadwal dasar (*baseline schedule*) yang diturunkan dari pengalaman proyek sebelumnya, sehingga fokus pengendalian proyek masih bertumpu pada pencapaian target waktu setiap pekerjaan utama. Pendekatan tersebut sejalan dengan temuan literatur bahwa banyak galangan kapal masih mengandalkan metode manajemen proyek konvensional karena dianggap praktis dan mudah diterapkan, meskipun metode tersebut belum sepenuhnya mengakomodasi keterbatasan *manpower* sebagai kendala utama proyek (Ghozzi et al., n.d.).

2.3 Buffer Waktu (Feeding Buffer dan Project Buffer)

Buffer waktu merupakan cadangan waktu yang disediakan secara terencana dalam suatu jadwal proyek untuk mengantisipasi ketidakpastian selama pelaksanaan pekerjaan. Dalam pendekatan penjadwalan konvensional, ketidakpastian umumnya diakomodasi melalui *safety time* yang disisipkan pada setiap aktivitas, sehingga durasi aktivitas menjadi relatif Panjang namun sulit dikendalikan secara sistematis. Sebaliknya, dalam kerangka CCPM, *buffer* waktu diperlakukan sebagai elemen manajemen risiko yang dikonsolidasikan dan ditempatkan secara strategis pada titik-titik tertentu dalam jaringan proyek. Pendekatan ini bertujuan untuk meningkatkan keandalan jadwal proyek tanpa harus memperpanjang seluruh durasi aktivitas.

2.3.1 Feeding Buffer

Feeding buffer adalah buffer waktu yang ditempatkan pada titik pertemuan antara jalur non-kritis dengan *critical chain*. Feeding buffer berfungsi untuk melindungi *critical chain* dari potensi keterlambatan yang berasal dari aktivitas-aktivitas di luar jalur utama proyek. Dengan adanya feeding buffer, keterlambatan pada jalur non-kritis tidak secara langsung mengganggu aktivitas pada *critical chain*, sehingga fokus pengendalian proyek tetap terjaga pada aktivitas yang benar-benar menentukan penyelesaian proyek. Dalam konteks manajemen sumber daya manusia, feeding buffer juga berperan penting dalam

meredam dampak fluktuasi produktivitas tenaga kerja pada aktivitas pendukung agar tidak menimbulkan efek domino terhadap jadwal utama proyek.

2.3.2 Project Buffer

Project buffer merupakan buffer waktu yang ditempatkan di akhir *critical chain*, tepat sebelum tanggal penyelesaian proyek. Project buffer berfungsi sebagai perlindungan utama terhadap keterlambatan yang terjadi sepanjang pelaksanaan *critical chain*. Berbeda dengan *safety time* pada metode konvensional yang tersebar dan sulit dipantau, project buffer memungkinkan manajer proyek untuk memantau kinerja jadwal secara terpusat melalui tingkat konsumsi buffer. Dengan demikian, project buffer tidak hanya berperan sebagai cadangan waktu, tetapi juga sebagai alat pengendalian dan pengambilan keputusan, khususnya dalam menentukan prioritas kerja dan alokasi sumber daya ketika terjadi deviasi dari rencana awal.

2.4 Konsep Durasi Proyek dalam Pembangunan Barge

Durasi proyek didefinisikan sebagai total waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan seluruh rangkaian aktivitas proyek dari tahap awal hingga tahap akhir, dimasa durasi tersebut merupakan hasil interaksi antara hubungan login antar aktivitas, produktivitas, tenaga kerja, serta ketersediaan sumber daya proyek (*Introduction – Project Management for Construction (and Deconstruction) – Fundamental Concepts for Owners, Engineers, Architects and Builders*, n.d.). Pada pembangunan *barge*, durasi proyek menjadi sangat kritis karena Sebagian besar pekerjaan bersifat berurutan dan saling menunggu, sehingga keterlambatan kecil pada satu aktivitas dapat menyebabkan keterlambatan kumulatif pada keseluruhan proyek. Pada konteks PT. X, penentuan durasi proyek pembangunan *barge* umumnya dilakukan berdasarkan durasi historis proyek sejenis, sehingga jadwal awal sering kali tampak realistis pada tahap perencanaan namun mengalami revisi berulang pada tahap pelaksanaan akibat konflik pekerjaan dan keterbatasan tenaga kerja.

2.4.1 Kebutuhan Manpower Dalam Pembangunan Barge

Kebutuhan *manpower* merupakan aspek krusial dalam pembangunan *barge*, termasuk pembangunan *barge*, karena berhubungan langsung dengan penyelesaian pekerjaan secara tepat waktu dan efisiensi penggunaan sumber daya manusia. *Manpower* mencakup jumlah pekerja yang dibutuhkan, jenis tenaga kerja, waktu keterlibatan, keterampilan, hingga produktivitas tenaga kerja yang akan digunakan sepanjang silus proyek. Perencanaan *manpower* yang kurang matang berisiko menghambat ritme kerja, memicu pembengkakan biaya, serta menghasilkan target waktu yang tidak masuk akal. Oleh karena itu, penentuan *manpower* wajib dilandasi oleh data operasional yang valid dan analisis yang mendalam (Srinivasan et al., 2023).

2.5 Penentuan Kebutuhan Manpower

Penentuan kebutuhan *manpower* dalam pembangunan *barge* dilakukan untuk memastikan jumlah dan jenis tenaga kerja digunakan sesuai dengan kebutuhan pekerjaan serta target waktu penyelesaian proyek. Proses diawali indentifikasi aktivitas dan tahapan pekerjaan

ppembangunan barge, mulai dari persiapan hingga launching. Selanjutnya, volume pekerjaan dan produktivitas tenaga kerja menjadi dasar dalam menentukan jumlah tenaga kerja yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan dalam durasi yang telah direncanakan. Selain itu, penentuan keutuhan manpower juga harus mempertimbangkan ketersediaan dan jenis tenaga kerja digalangan kapal agar perencanaan yang dilakukan bersifat realistis dan dapat mendukung kelancaran pelaksanaan proyek (Rahman et al., n.d.).

2.6 Metode CCPM (Critical Chain Project Managemnt)

Critical Chain Project Mangement (CCPM) merupakan metode penjadwalan proyek yang dikembangkan oleh Goldratt dengan mengintegrasikan prisin Theory of Constraints (TOC) untuk mengatasi ketidakpastian dan keterbatasan sumber daya dalam proyek. Berbeda dengan metode Critical Path Method (CPM) yang hanya mempertimbangkan urutan aktivitas, CCPM juga memasukkan ketergantungan sumber daya sebagai factor utama dalam penentuan jalur kritis proyek. Dalam CCPM, durasi aktivitas direncanakan berdasarkan probabilitas penyelesaian 50%, kemudian ketidakpastian waktu yang dihilangkan dari aktivitas individu dikonsolidasikan kedalam project buffer dan feeding buffer untuk melindungi jadwal proyek secara keseluruhan (Ghaffari & Emsley, 2015).

Dalam konteks pembangunan barge, penerapan CCPM memiliki peran penting dalam perencanaan kebutuhan manpower karena hamper seluruh aktivitas produksi bergantung pada ketersediaan dan produktivitas tenaga kerja. CCPM menempatkan manpower sebagai sumber daya yang berpotensi menjadi kendala utama proyek, sehingga alokasi tenaga kerja difokuskan pada aktivitas yang berada pada rantai kritis. Dengan adanya buffer waktu, flukstasi produktivitas tenaga kerja, keterbatasan jumlah pekerja, serta potensi multitasking dapat dikendalikan secara lebih efektif. Oleh karena itu, penggunaan metode CCPM dalam pembangunan barge tidak hanya berfungsi untuk menentukan durasi proyek yang lebih realistis, tetapi juga membantu perencanaan kebutuhan manpower yang lebih optimal dan terkendali, sehingga mendukung pencapaian target waktu pembangunan kapal secara efisien (Ghaffari & Emsley, 2015).

2.7 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu bertujuan agar mendapatkan dan mengetahui perbandingan atau acuan pada penelitian saat ini, Selain itu agar menghindari kesamaan dengan penelitian yang lalu. Oleh sebab itu dalam Tinjauan Pustaka ini peneliti mencantumkan hasil dari penelitian terdahulu sebagai berikut :

Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu

| NO | Judul Penelitian | Tahun Penelitian | Metode Penelitian | Hasil Penelitian |
|----|--|------------------|------------------------------------|--|
| 1 | “Redesign Road Project Using Critical Chain Project Managemnt Methode and Crashing Method” – | 2021 | Kuantitatif (Studi Kasus Analitis) | CCPM dipakai untuk memetakan ulang jalur kritis berbasis kendala sumber daya, lalu crashing digunakan sebagai opsi percepatan ; hasilnya menunjukkan durasi dapat dipangkas (lebih cepat |

| | | | | |
|---|---|------|---|---|
| | Sulistyo, Ipan, Khadijah | | | beberapa hari) sekaligus biaya upah tenaga kerja bisa ditekan, karena fokusnya bukan “mempercepat semua aktivitas” melainkan menekan aktivitas yang benar-benar menahan penyelesaian proyek. |
| 2 | “Penerapan Metode CPM dan CCPM untuk Perencanaan Sumber Daya dan waktu Penyelesaian Multi Proyek” – Rahayu, Yuliana, Kelvin | 2022 | Kuantitatif, Perbandingan CPM vs CCPM untuk multi – project scheduling | CCPM ditunjukkan lebih “tahan gangguan” pada konteks banyak proyek berjalan bersamaan karena penjadwalan mempertimbangkan keterbatasan resource dan mengonsolidasi safety time menjadi buffer ; implikasinya kuat untuk perhitungan manpower karena bottleneck tenaga/skill tertentu bisa terlihat lebih dini, sehingga alokasi orang dapat dibuat lebih realistis dari pada sekedar mengikuti CPM. |
| 3 | “Optimization of Schedule and Direct Labor Cost Using CCPM on Warehouse Project” – Sugiyanto | 2024 | Kuantitatif dengan perbandingan durasi dan biaya tenaga kerja | Penerapan metode CCPM berhasil mengurangi durasi proyek dari 98 hari menjadi 61 hari serta menurunkan biaya tenaga kerja, menunjukkan bahwa CCPM efektif dalam optimasi waktu dan efisiensi <i>manpower</i> . |
| 4 | “Penggunaan CCPM Method terhadap Perencanaan Waktu Pelaksaaan Fly Over Jalan Tol” – Nugroho & Suroso | 2023 | Kuantitatif, CCPM (cut & paste) untuk penjadwalan proyek infrastruktur. | Penelitian menunjukkan CCPM dapat merapikan urutan kerja dengan mengurangi kebiasaan “menimbun waktu aman” pada tiap pekerjaan; dampaknya, jadwal jadi lebih rapat dan prioritas kerja lebih jelas, sehingga pengambilan keputusan tenaga kerja cenderung lebih tegas. |

| | | | | |
|----|---|------|--|---|
| 5 | “Productivity Analisis Using CCPM on Ship Repair (Geomarin – III 694 DWT)” – Santosa dkk. | 2023 | Kuantitatif, CCPM vs CPM pada proyek ship repair (studi kasus galangan). | Temuan utamanya: CPM sering menyisakan safety time di tiap aktivitas repair sehingga realisasi lapangan tetap rawan molor, sementara CCPM menggeser cadangan waktu menjadi buffer di akhir/percabangan; ini relevan untuk barge karena pola kerja shipyard sangat dipengaruhi ketersediaan tim (welder, fitter, inspector), jadi model CCPM lebih “nyambung” untuk menghitung kebutuhan manpower berdasarkan resource constraint. |
| 6 | “Evaluasi Penjadwalan proyek Konstruksi dengan Metode <i>Critical Chain Project Managament</i> (CCPM)” – Ucok Dzulfitro Tampubolon dkk. | 2021 | Kuantitatif – Analisis penjadwalan proyek menggunakan metode CCPM | Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan CCPM mempercepat durasi proyek dari 219 hari menjadi 206 hari dengan menghilangkan <i>safety time</i> pada aktivitas dan memindahkan ke <i>buffer</i> , sehingga jadwal proyek menjadi lebih terkendali. |
| 7 | “CCPM and Buffer Planning : Case Study on Security Accommodation Vessel Construction” – B.P.D. Samodra dkk. | 2025 | Kualitatif - Kuantitatif | Impelemntasi CCPM dengan perencanaan <i>buffer</i> menurunkan durasi proek dari 790 hari menjadi 678 hari (peningkatan efisiensi 14,5%) |
| 8. | “Implementation of CCPM Method pn Controlling Pipeline Project” – R. Sandora & D. Tridaya | 2025 | Kuantitatif; penerapan CCPM pada proyek pipeline | CCPM mempercepat penyelesaian proyek dari 318 hari menjadi 216 hari, membuktikan efektifitas CCPM dalam pengendalian jadwal proyek. |
| 9 | “Reschedulling od the MSTB T-701D Crude Oil Storage | 2023 | Studi kasus, deskriptif-kuantitatif | Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode CCPM menghasilkan durasi proyek |

| | | | | |
|----|--|------|---|---|
| | Tank Project Using the CPM and CCPM” – Dinda Syafa dkk | | | lebih efisien dan realistis dibandingkan CPM, dimana durasi proyek CPM tercatat 164 hari, sedangkan CCPM durasi aktivitas menjadi 140,1 hari dan setelah penambahan buffr proyek sebesar 5,29 hari total duradi menjadi 145,3 hari. |
| 10 | “Application of CCPM in Shipbuilding Project Scheduling to Improve Manpower Allocation” – Mousave et al. | 2026 | Kuantitatif; simulasi penjadwalan dan alokasi sumber daya | CCPM meningkatkan stabilitas jadwal dan akurasi perhitungan kebutuhan manpower melalui pengelolaan resource constraint dan buffer waktu. |

Kesimpulan:

Bedasarkan kajian penelitian terdahulu, dapat diidentifikasi bahwa penerapan *Critical Chain Project Mangement* (CCPM) secara konsisten menunjukkan keunggulan dibandingkan metode penjadwalan konvensional, khususnya CPM, dalam meningkatkan keandalan jadwal proyek. Metode konvensional umumnya masih menyebarkan *safety time* pada setiap aktivitas sehingga jadwal tampak Panjang namun tetap rentan terhadap keterlambatan, sedangkan CCPM mengonsolidasikan ketidakpastian ke dalam *project buffer* dan *feeding buffer* berbasis kendala sumber daya. Hampir seluruh penelitian melaporkan adanya percepatan durasi proyek yang signifikan serta pengolahan sumber daya manusia lebih realistis, terutama pada proyek yang sangat bergantung pada *manpower* dan memiliki keterbatasan sumber daya.