

Usulan penerapan metode *Lean Project Management* pada pembangunan pelebaran Gedung Gitet Cilegon Baru PT. PLN (Persero)

(Proposed implementation of Lean Project Management Method in the Widening of the New Cilegon Gitet Building PT. PLN (Persero))

Sahrupi^{1#)}, Supriyadi² dan Muhammad Uzan Harisni³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Serang Raya

[#]Corresponding author: sahrupi@gmail.com

Received 26 August 2021, Revised 13 November 2021, Accepted 17 November 2021, Published 30 November 2021

Abstrak. Dalam pengerjaan proyek pembangunan pelebaran 2 lantai gedung GITET Cilegon Baru di PT.PLN (Persero) masih melakukan pekerjaan proyek dengan metode tradisional yang mengakibatkan proses perencanaan proyek yang dikerjakan menjadi tidak efektif dan efisien. Oleh sebab itu, penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengoptimalkan pelaksanaan pekerjaan proyek dan penerapan metode yang tepat dengan cara pendekatan *lean thinking* atau dikenal dengan nama *Lean Project Management*. Hasil penelitian diperoleh nilai efisiensi waktu sebesar 33 hari sehingga waktu pelaksanaan pekerjaan dapat dipercepat menjadi 156 hari dari waktu sebelumnya 189 hari. Efisiensi waktu pekerjaan berkontribusi terhadap biaya proyek dengan nilai efisiensi sebesar Rp.374.400.000. Faktor penyebab terjadinya *delay* pada pelaksanaan proyek yaitu material belum datang, cuaca buruk dan adanya peralatan yang rusak. Potensi resiko terbesar terletak pada masalah *Acts of God and Natural Hazard*, seperti adanya hujan, banjir dan bencana alam. Adapun solusi perbaikan untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan mengganti jenis pekerjaan lain untuk pekerjaan yang terkendala material, melakukan pengalihan pekerjaan jika terjadi cuaca buruk dan melakukan pembelian peralatan baru.

Kata kunci: CCPM, Gantt chart, Lean Project Management, Pembangunan Gedung, Waste.

Abstract. *The project construction of 2nd floors of GITET Cilegon Building at PT. PLN Persero run is not optimal. Delay is one of the waste occurs in the construction. This research aims to optimize the project construction with lean thinking approach. Lean Project Management as a method used to obtain optimal project schedule. Delay factors among others delay in material arrival, bad weather and broken equipment. The highest risk potential was Acts of God and Natural Hazard such as rain, flood or natural disasters. The recommendations for improvements to this problem are switch of work that is material constrained, switch of work if any of bad weather occurs. The results of the study obtained a time efficiency value of 33 days, so that the work execution time could be accelerated to 156 days from the previous 189 days. The time efficiency contributes to project costs with an efficiency value of Rp.374.400.000.*

Keywords: *Lean Project Management, CCPM, Project Construction, GITET, Delay.*

1 Pendahuluan

Proyek konstruksi dapat didefinisikan sebagai suatu kegiatan yang bertujuan untuk mendirikan suatu bangunan yang membutuhkan sumber daya, baik biaya, tenaga kerja, material, dan peralatan (Gould, 2002). Proyek konstruksi dilakukan secara detail dan tidak dilakukan berulang. Proyek merupakan kegiatan yang bersifat sementara (waktu terbatas), tidak berulang, tidak bersifat rutin, mempunyai waktu awal dan waktu akhir, sumber daya terbatas/tertentu dan dimaksudkan untuk mencapai sasaran yang telah ditentukan. Manajemen proyek memiliki arti berbeda karena menggambarkan suatu komitmen sumber daya dan manusia untuk melakukan suatu aktivitas yang penting dalam jangka waktu relatif, di mana setelah selesai manajemen akan dibubarkan. Terdapat tiga fase dalam manajemen proyek, yaitu: perencanaan, penjadwalan dan pengendalian (Heizer & Render, 2014).

Fungsi dari manajemen proyek sebagai suatu proses, manajemen mengenal urutan pelaksanaan yang logis, yang menggambarkan bahwa tindakan manajemen diarahkan pada pencapaian sasaran yang telah ditetapkan karena penetapan tujuan (sasaran) merupakan tindakan manajemen yang pertama, diikuti tindakan perencanaan (planning), organisasi (organizing) dan koordinasi (coordinating), pelaksanaan (actuating) dan pengawasan dan pengendalian (controlling) dengan pemanfaatan sumber daya yang tersedia secara efisien dan efektif (Dimiyati dan Nurjaman, 2014). Tujuan dari manajemen proyek (Handoko, 1999) adalah tepat waktu (on time), tepat anggaran (on budget), dan tepat spesifikasi (on specification).

PT. XYZ adalah salah satu perusahaan yang bergerak di bidang jasa konstruksi dalam pengerjaan proyek pembangunan pelebaran 2 lantai gedung GITET Cilegon Baru di PT.PLN (Persero). Dalam proses pengerjaan proyeknya saat ini masih dilakukan dengan menggunakan metode konvensional sehingga berpotensi terjadinya pemborosan dan mengakibatkan terjadinya *delay* (keterlambatan) pengerjaan proyek. Maka dari itu dalam proyek pembangunan pelebaran 2 lantai gedung GITET Cilegon Baru diperlukan sebuah perencanaan yang terstruktur dan sistematis.

Berdasarkan hasil wawancara dengan pimpinan proyek, diketahui perencanaan waktu pekerjaan proyek pembangunan pelebaran gedung memerlukan waktu selama 189 hari. Keseluruhan anggaran dalam pembangunan pelebaran gedung adalah Rp. 2.057.750.000. Anggaran biaya tersebut meliputi biaya proses pembangunan dan biaya tenaga kerja, sedangkan nilai dari proyek yang dikerjakan sebesar Rp. 2.407.452.750. Hal ini berarti biaya proyek dapat di terima oleh pemilik proyek karena jumlah nilai rencana anggaran pembangunan tidak melampaui nilai proyek yang sudah ditentukan. Masalah utama yang menjadi kendala dan secara potensial terjadi dalam pekerjaan proyek pembangunan pelebaran Gedung GITET Cilegon Baru adalah pekerjaan mengalami *delay*. Adapun hasil identifikasi faktor-faktor penyebab terjadinya *delay* pada pekerjaan proyek pembangunan adalah sebagai berikut: adanya cuaca buruk atau terjadinya bencana alam, peralatan mengalami kerusakan dan material terlambat datang.

Pada dasarnya identifikasi risiko diawali dengan menyusun daftar kejadian-kejadian yang tidak diharapkan pada proyek yang mungkin menyebabkan kegagalan/penghambat dalam mencapai sasaran proyek. Sumber informasi mengenai kejadian-kejadian yang tidak diharapkan diperoleh dari pimpinan proyek melalui wawancara. Dari hasil wawancara dengan pimpinan proyek didapatkan daftar kejadian dan penilaian resiko dari setiap kejadian yang berpotensi terjadi pada proyek pembangunan pelebaran 2 lantai gedung GITET Cilegon Baru sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil identifikasi resiko kejadian dan penilaian resiko

No	Indikator (peristiwa) risiko	Kemungkinan	Dampak	Kesulitan Deteksi
1	<i>Acts of God</i> dan <i>natural hazard</i>	1	5	5
2	Masalah dalam penyediaan sumber daya (material, tenaga kerja, alat)	3	4	2
3	Kondisi keuangan proyek yang buruk	2	5	2
4	Kondisi waktu pelaksanaan proyek yang buruk	3	4	2
5	K3 (Keselamatan dan Kesehatan Kerja)	1	4	3
6	Pencurian, Kelalaian, Ketidak jujur	1	4	2
7	Kerusakan alat, properti, fisik bangunan	2	4	2

Sumber: Data Perusahaan (2019).

Pada Tabel 1 penilaian untuk faktor kemungkinan, dampak dan kesulitan tingkat deteksi masing-masing diberikan nilai 1 sampai dengan 5. Penilaian angka 1 sampai 5 menunjukkan pengertian sebagai berikut (Artika, 2013):

- Kemungkinan, menunjukkan seberapa besar kemungkinan peristiwa risiko terjadi saat pelaksanaan proyek. Semakin besar bobot maka, kemungkinan terjadinya semakin besar
- Dampak, menunjukkan dampak yang mungkin ditimbulkan akibat terjadinya peristiwa risiko. Semakin besar bobot yang diberikan berarti dampak yang ditimbulkan semakin parah

- Kesulitan Deteksi, menunjukkan tingkat kesulitan mendeteksi kejadian atau peristiwa risiko dalam pelaksanaan proyek. Semakin besar bobotnya, maka semakin sulit mendeteksinya.

Untuk menyelesaikan permasalahan yang dialami perusahaan saat ini, diperlukan sebuah metode yang dapat mengatasi munculnya masalah yang mengakibatkan terjadinya *delay* tersebut. *Lean Project Management* merupakan salah satu metode yang sangat berguna untuk mengidentifikasi adanya pemborosan dalam sebuah pekerjaan proyek. Dengan metode ini pemborosan yang menyebabkan terjadinya *delay* hampir dapat diidentifikasi dengan baik, termasuk kemungkinan adanya resiko atau kendala dalam pelaksanaan proyek juga dapat diminimalisir dengan baik. Penggunaan metode *Lean Project Management* diharapkan dapat mencapai efektifitas dan efisiensi dalam pengerjaan proyek pembangunan pelebaran 2 lantai Gedung GITET Cilegon Baru. *Lean Project Management* merupakan metode kerja yang fokus terhadap proses. Menurut Leach (2005) metode *Lean Project Management* ini menggabungkan metode *Critical Chain Project Management* (CCPM) untuk penjadwalan dan *lean tools* untuk identifikasi waste dan penyebabnya sehingga tidak terjadi *delay* yang mengakibatkan pembengkakan biaya dalam pelaksanaan proyek. Di dalam *Lean Project Management* terdapat prinsip-prinsip yang dapat diterapkan dalam perencanaan dan pengerjaan proyek konstruksi. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya *delay* pada proyek pembangunan pelebaran 2 lantai Gedung GITET Cilegon Baru, mengidentifikasi resiko yang muncul pada pengerjaan proyek dan menentukan solusi perbaikan yang tepat untuk menghasilkan jadwal pengerjaan proyek yang optimal dengan menggunakan metode *Lean Project Management*.

2 Metoda

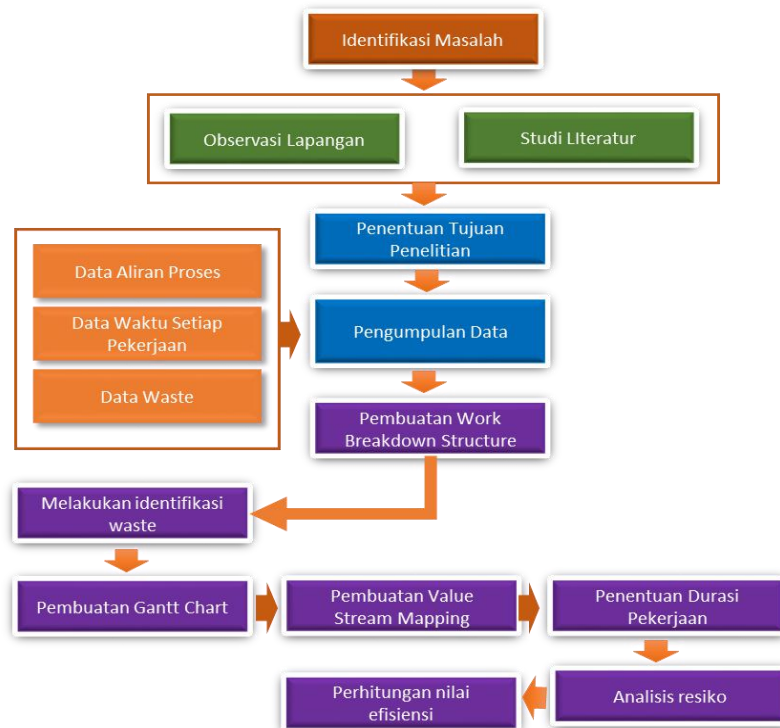
Penelitian dilakukan pada pekerjaan proyek pembangunan pelebaran 2 lantai gedung GITET Cilegon Baru milik PT.PLN. Penelitian dilakukan selama 3 bulan dengan melibatkan pimpinan proyek dan pihak kontraktor. Tahapan penelitian dilakukan dengan terlebih dahulu melakukan penelitian pendahuluan antara lain melakukan identifikasi masalah, studi literatur dan observasi lapangan. Tahap selanjutnya adalah melakukan pengumpulan data, proses pengambilan data dilakukan baik secara langsung maupun tidak langsung. Pengambilan data secara langsung dilakukan melalui proses wawancara sedangkan pengambilan data secara tidak langsung dilakukan dengan mengumpulkan data laporan tentang pekerjaan proyek pembangunan Gedung GITET Cilegon Baru dan beberapa literatur penelitian lain.

Data primer yang dikumpulkan yaitu meliputi data kegiatan yang menyebabkan pemborosan dan penilaian matriks resiko yang diperoleh dari pimpinan proyek dan kontraktor. Sedangkan data sekunder diperoleh dari pihak kontraktor berupa data detail pekerjaan proyek pembangunan 2 lantai Gedung GITET Cilegon Baru. Selanjutnya dilakukan pengolahan data menggunakan metode *Lean Project Management* dengan tahapan sebagai berikut:

- 1) Pembuatan *Work Breakdown Structure* (WBS) untuk menguraikan pekerjaan proyek menjadi elemen-elemen yang lebih kecil sebagai struktur hirarki. Pembuatan WBS memungkinkan pekerjaan secara operasional mudah dilaksanakan, mudah untuk dilakukan estimasi biaya dan waktu pelaksanaannya.
- 2) Pembuatan *Value Stream Mapping* (VSM) untuk mengidentifikasi atau menggambarkan alur pelaksanaan proyek pembangunan gedung GITET Cilegon Baru dan mengetahui waktu proses dalam setiap tahapan serta waktu proses secara keseluruhan (*lead time*).
- 3) Menentukan atau memetakan aktivitas dari pekerjaan meliputi pekerjaan atau kegiatan yang memiliki nilai tambah bagi konsumen (*Value Added Activity*), kegiatan yang tidak memberikan nilai tambah bagi konsumen (*Non Value Added Activity*) dan menentukan kegiatan yang diperlukan namun tidak memberikan nilai tambah bagi konsumen (*Necessary but Non Value Added Activity*).
- 4) Penentuan durasi pekerjaan proyek berguna untuk menghitung *buffer* setelah mengetahui nilai dari masing masing aktivitas pekerjaan, kemudian membuat *ganttt chart* sebagai penjadwalan dan gambaran proses pekerjaan dibuatlah *Value Stream Mapping* sebagai hasil evaluasi jadwal dan target yang harus tercapai.
- 5) Penjadwalan menggunakan *ganttt chart* sebagai acuan agar pekerjaan dapat teratur dan terencana.
- 6) Menganalisa *waste* dan risiko pada proyek dilakukan untuk menjaga proses pembangunan agar berjalan lancar. Dengan membuat tabel identifikasi waste dan respon resiko.

- 7) Menghitung perkiraan nilai efisiensi yang diperoleh apabila hasil penelitian berhasil dilaksanakan sepenuhnya oleh kontraktor proyek.

Gambar 1 menunjukkan tahapan penelitian yang dilakukan pada pekerjaan proyek pembangunan pelebaran 2 lantai gedung GITET Cilegon Baru milik PT. PLN.



Gambar 1 Tahapan penelitian.

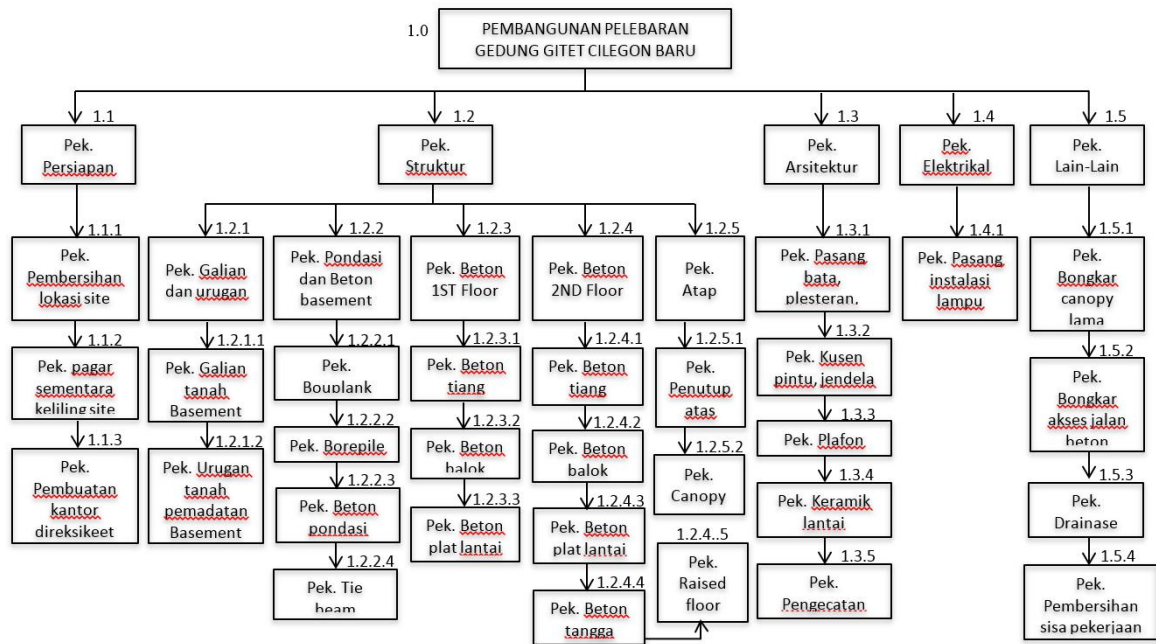
3 Hasil dan Pembahasan

Work Breakdown Structure (WBS)

Pada dasarnya, pengelompokan pekerjaan (WBS) adalah garis besar proyek dengan tingkat detail yang berbeda (Gray & Larson, 2006). Ketika ruang lingkup dan sasaran telah diidentifikasi, pekerjaan proyek dapat dibagi dalam unsur-unsur pekerjaan yang lebih kecil dan lebih kecil. Pembuatan WBS adalah untuk pengorganisasian aktivitas dari utama sampai unit terkecil agar memudahkan perencanaan maupun pengendalian aktivitas proyek. WBS pembangunan pelebaran 2 lantai gedung GITET Cilegon Baru merupakan perancangan awal dari proyek yang dikerjakan agar aktivitas pekerjaan menjadi terstruktur. WBS disusun dalam 4 (empat) kelompok pekerjaan yaitu pekerjaan persiapan, pekerjaan struktur, pekerjaan arsitektur, pekerjaan elektrikal dan pekerjaan lain-lain. Masing-masing kelompok pekerjaan diuraikan berdasarkan tahapan-tahapannya sebagaimana pada Gambar 2.

Identifikasi dan Analisa Waste

Setelah WBS dibuat, selanjutnya dilakukan identifikasi waste yang dapat terjadi pada pelaksanaan proyek. Proses identifikasi dilakukan melalui wawancara dengan pimpinan proyek berdasarkan kondisi di lapangan, karakteristik proyek dan pengalaman dari proyek serupa sebelumnya yang dikerjakan. Adapun hasil wawancara diketahui waste yang berpotensi muncul adalah menunggu atau *waiting*. Adapun faktor penyebab terjadinya waste pada pelaksanaan proyek yaitu menunggu material belum datang, cuaca buruk atau adanya bencana alam dan peralatan rusak, sebagaimana yang terdapat pada Tabel 2.



Gambar 2 Work Breakdown Structure pembangunan pelebaran 2 lantai gedung GITET Cilegon Baru.

Tabel 2 Faktor-faktor penyebab timbulnya waste

No	Faktor Penyebab Waste	Waste	Dampak
1	Material belum datang	Menunggu (waiting)	koordinasi dengan pihak distributor material sering mengalami ketidak sesuaian material, mobilisasi yang lambat dan ketidak sesuaian waktu yang direncanakan mengakibatkan aktivitas pekerjaan delay.
2	Cuaca buruk/Bencana Alam	Menunggu (waiting)	Pekerjaan yang dilakukan pada musim penghujan menjadi kendala utama delaynya pekerjaan
3	Peralatan Rusak	Menunggu (waiting)	Pekerjaan yang memiliki durasi panjang akan membuat peralatan mudah rusak

Ketiga faktor penyebab tersebut kemudian diolah ke dalam matriks evaluasi untuk mendapatkan solusi terbaik menurut beberapa kriteria. Berdasarkan matriks evaluasi, didapatkan solusi terbaik untuk faktor cuaca buruk atau bencana alam adalah mengalihkan pekerjaan lain dengan skor 224 sebagaimana pada Tabel 3. Solusi terbaik untuk faktor peralatan rusak adalah membeli peralatan baru dengan skor 236 sebagaimana pada Tabel 4. Solusi untuk faktor material belum datang adalah melakukan pekerjaan yang tidak menggunakan material yang ditunggu sebagai alternatif terbaik dengan skor 205 sebagaimana pada Tabel 5. Sedangkan untuk kriteria yang “NOT GO” dapat digunakan sebagai solusi alternatif jika solusi utama tidak dapat di implementasikan.

Tabel 3 Matriks evaluasi pengambilan solusi terbaik untuk faktor cuaca buruk atau bencana alam

Kriteria	Weight Factor	Cuaca Buruk / Bencana Alam			
		Meliburkan Pekerjaan		Mengalihkan Pekerjaan Lain	
		Ranking	Weighted Score	Ranking	Weighted Score
Biaya	9	8	72	7	63
Waktu	9	5	45	9	81
Dampak terhadap hasil	8	4	32	6	48
Resiko	8	5	40	4	32
TOTAL			189		224
GO/ NOT GO			NOT GO (GO II)		GO

Tabel 4 Matriks evaluasi pengambilan solusi terbaik untuk faktor peralatan rusak

Kriteria	Weight Factor	Peralatan Rusak			
		Melakukan Perbaikan		Membeli Peralatan Baru	
		Ranking	Weighted Score	Ranking	Weighted Score
Biaya	9	6	54	8	36
Waktu	9	8	72	8	72
Dampak terhadap hasil	8	7	56	8	64
Resiko	7	6	42	4	56
TOTAL			224		236
GO/ NOT GO			NOT GO (GO II)		GO

Tabel 5 Matriks evaluasi pengambilan solusi terbaik untuk faktor material belum datang

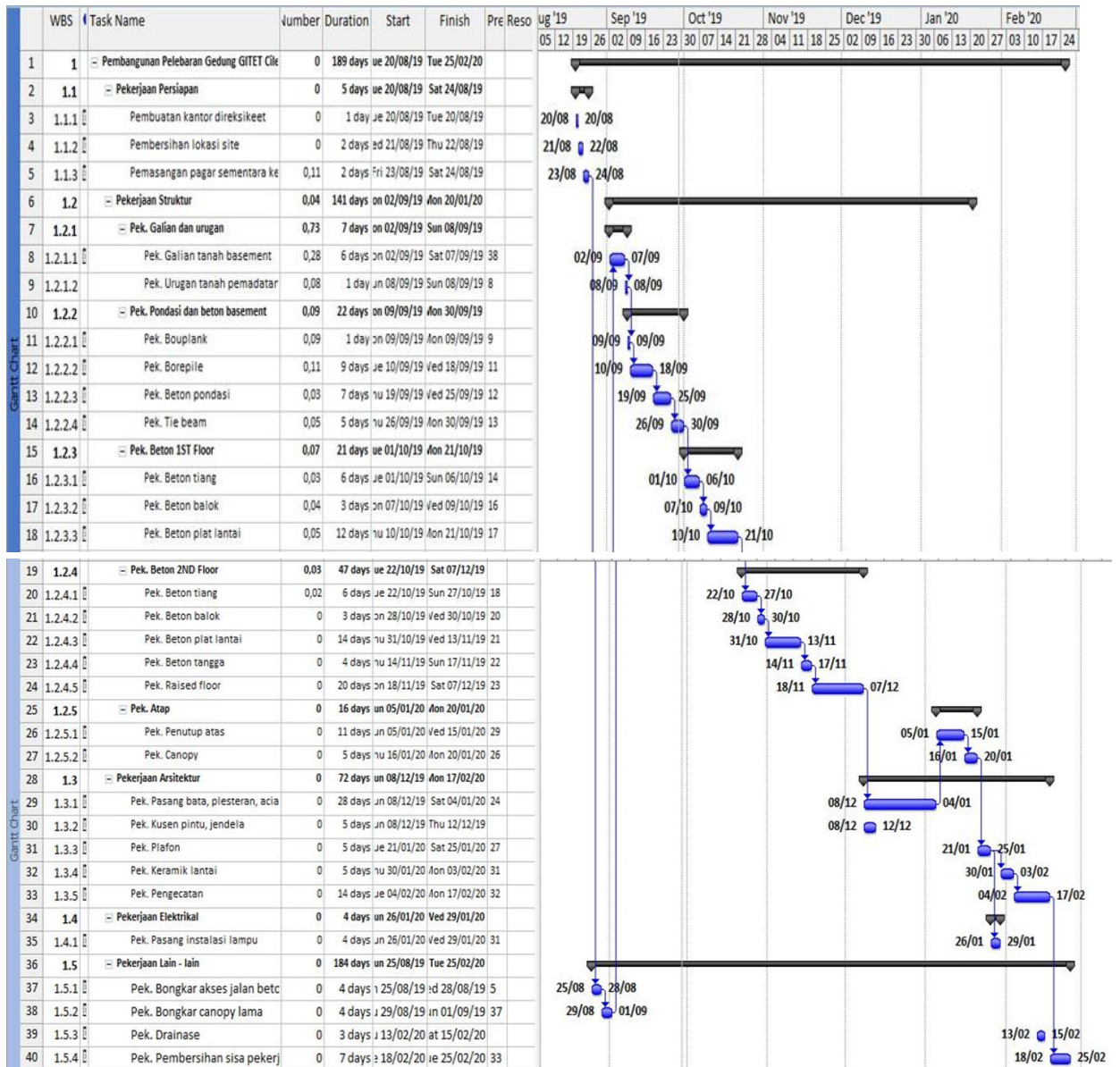
Kriteria	Weight Factor	Material Belum Datang			
		Melakukan pekerjaan yang tidak menggunakan material yang ditunggu		Menunggu material untuk menyelesaikan pekerjaan	
		Ranking	Weighted Score	Ranking	Weighted Score
Biaya	7	8	56	4	28
Waktu	8	9	72	4	32
Dampak terhadap hasil	5	7	35	3	15
Resiko	6	7	42	4	24
TOTAL			205		99
GO/ NOT GO			GO		NOT GO (GO II)

Gantt Chart

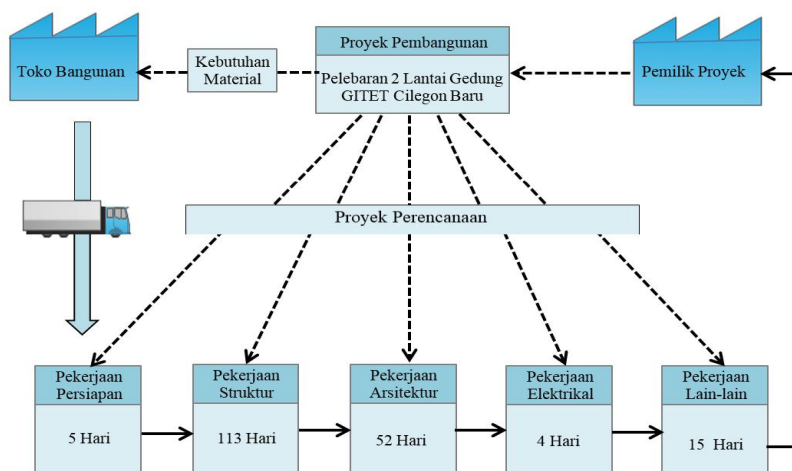
Perencanaan jadwal pekerjaan saat ini hanya dibuat dalam bentuk *block diagram* dan mengakibatkan penjadwalan menjadi kurang efektif. Oleh karena itu, perlu dibuat perencanaan penjadwalan proyek dengan menggunakan Gantt Chart agar mempermudah perencanaan aktivitas pekerjaan proyek yang akan dilaksanakan. Menurut Heizer & Render (2014), Gantt Chart dapat membantu penggunaannya untuk memastikan bahwa semua kegiatan telah direncanakan, urutan kinerja telah diperhitungkan, perkiraan waktu kegiatan telah tercatat dan keseluruhan waktu proyek telah dibuat. Berdasarkan data jadwal *existing* pelaksanaan proyek pembangunan pelebaran 2 lantai gedung GITET yang diperoleh dari pimpinan proyek yaitu 189 hari. Gambar 3 merupakan *Gantt Chart* Pembangunan Pelebaran 2 Lantai Gedung GITET Cilegon Baru Sebelum Perbaikan.

Value Stream Mapping (VSM)

Setelah penjadwalan pekerjaan dibuat dalam bentuk *gantt chart*, maka selanjutnya dibuat *value stream mapping* (VSM) untuk mengetahui aliran proses dan informasi pekerjaan pembangunan pelebaran 2 lantai Gedung GITET Cilegon Baru. VSM juga dibuat untuk mengetahui waktu siklus tiap-tiap pekerjaan, *value added time* dan *lead time* dalam pelaksanaan pekerjaan tersebut. Dari hasil pembuatan VSM selanjutnya dibuat perincian aktivitas dari setiap proses untuk menentukan atau memetakan aktivitas pekerjaan yang memiliki nilai tambah bagi konsumen (*Value Added Activity*), pekerjaan yang tidak bernilai tambah bagi konsumen (*Non Value Added Activity*) dan pekerjaan yang dibutuhkan dalam proses tetapi tidak memberikan nilai tambah bagi konsumen (*Necessary but Non Value Added Activity*). Pada Tabel 6 terdapat 28 aktivitas terdiri dari pekerjaan yang memiliki nilai tambah bagi konsumen (*Value Added Activity*) sebanyak 11 aktivitas atau sebesar 14%, pekerjaan yang dibutuhkan dalam proses tetapi tidak memberikan nilai tambah bagi konsumen (*Necessary but Non Value Added Activity*) sebanyak 17 aktivitas atau sebesar 59% dan aktivitas yang tidak bernilai tambah (*Non Value Added activity*) sebesar 0%. Pekerjaan *Necessary but Non Value Added Activity* dapat dilakukan pengurangan durasi sedangkan aktivitas *Value Added Activity* dapat dilakukan aktivitasnya secara bersamaan dan digabung.



Gambar 3 Gantt Chart Pembangunan Pelebaran 2 Lantai Gedung GITET Cilegon Baru Sebelum Perbaikan.



Gambar 4 Value Stream Mapping (VSM) pembangunan pelebaran 2 lantai Gedung GITET Cilegon Baru sebelum perbaikan.

Tabel 6 Jenis aktivitas pekerjaan pembangunan pelebaran 2 lantai Gedung GITET Cilegon Baru

No.	Uraian Pekerjaan	VA	NNVA	NVA
1.1	Pekerjaan Persiapan			
1.1.1	Pembuatan kantor direksikeet	√		
1.1.2	Pembersihan lokasi site	√		
1.1.3	Pemasangan pagar sementara keliling site plan	√		
1.2	Pekerjaan Struktur			
1.2.1	Pek. Galian dan urugan			
1.2.1.1	Pek. Galian tanah basement		√	
1.2.1.2	Pek. Urugan tanah pemadatan basement	√		
1.2.2	Pek. Pondasi dan beton basement			
1.2.2.1	Pek. Bouplank	√		
1.2.2.2	Pek. Borepile		√	
1.2.2.3	Pek. Beton pondasi		√	
1.2.2.4	Pek. Tie beam		√	
1.2.3	Pek. Beton 1ST Floor			
1.2.3.1	Pek. Beton tiang		√	
1.2.3.2	Pek. Beton balok		√	
1.2.3.3	Pek. Beton plat lantai		√	
1.2.4	Pek. Beton 2ND Floor			
1.2.4.1	Pek. Beton tiang		√	
1.2.4.2	Pek. Beton balok		√	
1.2.4.3	Pek. Beton plat lantai		√	
1.2.4.4	Pek. Beton tangga		√	
1.2.4.5	Pek. Raised floor		√	
1.2.5	Pek. Atap			
1.2.5.1	Pek. Penutup atas		√	
1.2.5.2	Pek. Canopy		√	
1.3	Pekerjaan Arsitektur			
1.3.1	Pek. Pasang bata, plesteran, acian		√	
1.3.2	Pek. Kusen pintu, jendela	√		
1.3.3	Pek. Plafon		√	
1.3.4	Pek. Keramik lantai		√	
1.3.5	Pek. Pengecatan		√	
1.4	Pekerjaan Elektrikal			
1.4.1	Pek. Pasang instalasi lampu	√		
1.5	Pekerjaan Lain – lain			
1.5.1	Pek. Bongkar akses jalan beton	√		
1.5.2	Pek. Bongkar canopy lama	√		
1.5.3	Pek. Drainase	√		
1.5.4	Pek. Pembersihan sisa pekerjaan	√		
Jumlah Aktivitas		11	17	0

Penentuan Durasi

Selanjutnya yaitu melakukan penjadwalan dengan metode *Critical Chain Project Management* (CCPM). Di dalam CCPM terdapat *buffer time* yaitu waktu penyangga. *Buffer time* digunakan untuk melindungi ketidakpastian yang berpotensi menimbulkan keterlambatan target penyelesaian proyek. Penentuan ukuran *buffer time* dapat dilakukan melalui metode *Square Root of the Sum of Square* (SSQ). Terdapat dua variabel dalam perhitungan *buffer time* yaitu variabel A dan S. variabel S merupakan waktu yang masih menyimpan cadangan sedangkan variabel A merupakan waktu tanpa cadangan. Perhitungan waktu *buffer time* tiap pekerjaan sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 7.

Perhitungan *buffer time* dihitung menggunakan melalui metode *Square Root of the Sum of Square* (SSQ), sebagai berikut:

$$\sqrt{\left(\frac{S-A}{2}\right)^2}$$

$$\sqrt{10,75} = 6,55 \text{ hari}$$

Tabel 7 Perhitungan *buffer time* pekerjaan pelebaran 2 lantai Gedung GITET Cilegon Baru

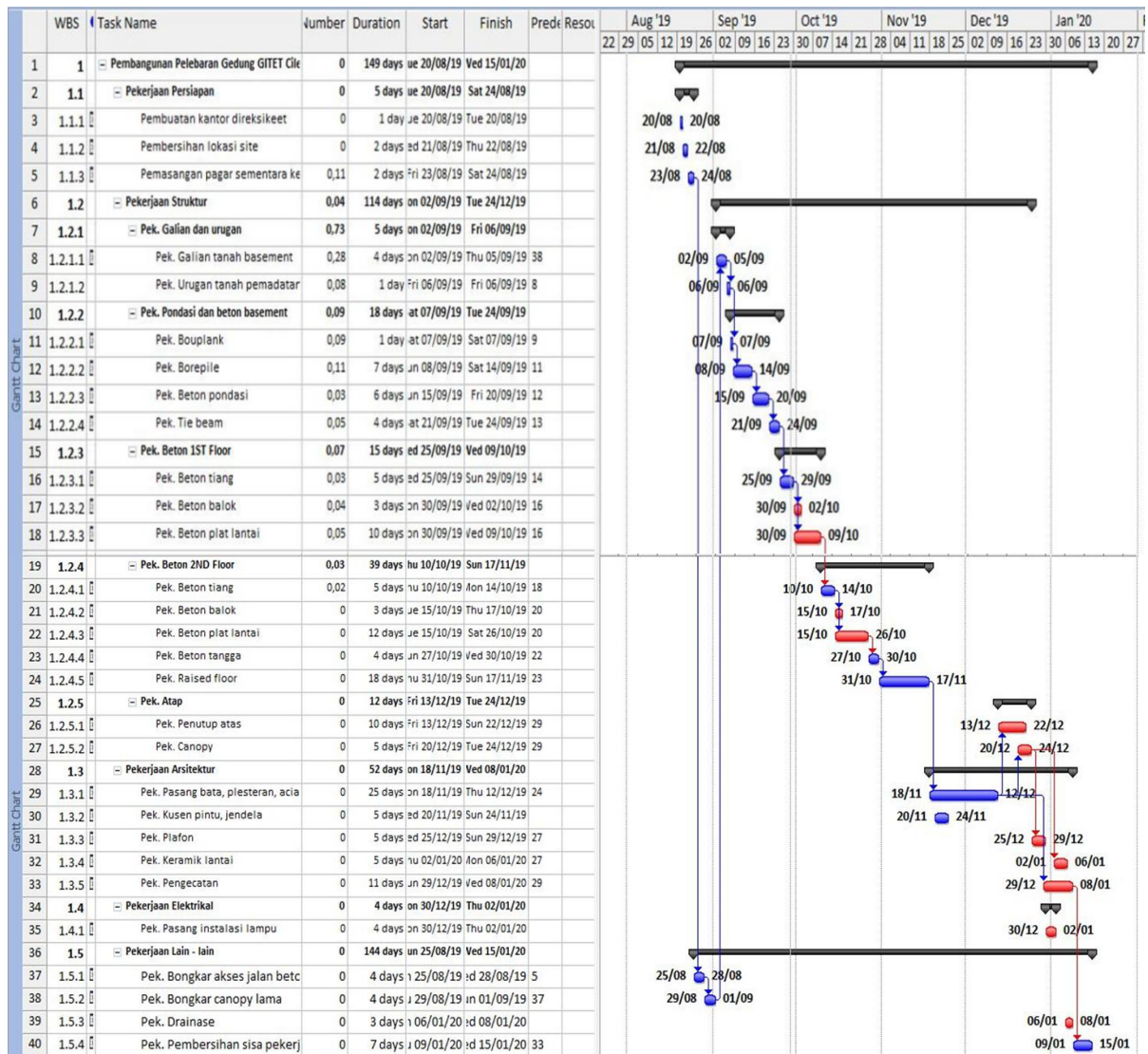
No.	Uraian Pekerjaan	Waktu Tercepat (A)	Waktu Paling Lama (S)	$\left(\frac{S-A}{2}\right)$	$\left(\frac{S-A}{2}\right)^2$	Buffer Project
1.1	Pekerjaan Persiapan					
1.1.1	Pembuatan kantor direksikeet	1	1	0	0	
1.1.2	Pembersihan lokasi site	2	2	0	0	
1.1.3	Pemasangan pagar sementara keliling site plan	2	2	0	0	
1.2	Pekerjaan Struktur					
1.2.1	Pek. Galian dan urugan					
1.2.1.1	Pek. Galian tanah basement	4	6	1	1	
1.2.1.2	Pek. Urugan tanah pemadatan basement	1	1	0	0	
1.2.2	Pek. Pondasi dan beton basement					
1.2.2.1	Pek. Bouplank	1	1	0	0	
1.2.2.2	Pek. Borepile	7	9	1	1	
1.2.2.3	Pek. Beton pondasi	6	7	0,5	0,25	
1.2.2.4	Pek. Tie beam	4	5	0,5	0,25	
1.2.3	Pek. Beton 1ST Floor					
1.2.3.1	Pek. Beton tiang	5	6	0,5	0,25	
1.2.3.2	Pek. Beton balok	3	3	0	0	
1.2.3.3	Pek. Beton plat lantai	10	12	1	1	
1.2.4	Pek. Beton 2ND Floor					
1.2.4.1	Pek. Beton tiang	5	6	0,5	0,25	
1.2.4.2	Pek. Beton balok	3	3	0	0	
1.2.4.3	Pek. Beton plat lantai	12	14	1	1	
1.2.4.4	Pek. Beton tangga	4	4	0	0	
1.2.4.5	Pek. Raised floor	18	20	1	1	
1.2.5	Pek. Atap					
1.2.5.1	Pek. Penutup atas	10	11	0,5	0,25	
1.2.5.2	Pek. Canopy	5	5	0	0	
1.3	Pekerjaan Arsitektur					
1.3.1	Pek. Pasang bata, plesteran, acian	25	28	1,5	2,25	
1.3.2	Pek. Kusen pintu, jendela	5	5	0	0	
1.3.3	Pek. Plafon	5	5	0	0	
1.3.4	Pek. Keramik lantai	5	5	0	0	
1.3.5	Pek. Pengecatan	11	14	1,5	2,25	
1.4	Pekerjaan Elektrikal					
1.4.1	Pek. Pasang instalasi lampu	4	4	0	0	
1.5	Pekerjaan Lain – lain					
1.5.1	Pek. Bongkar akses jalan beton	4	4	0	0	
1.5.2	Pek. Bongkar canopy lama	4	4	0	0	
1.5.3	Pek. Drainase	3	3	0	0	
1.5.4	Pek. Pembersihan sisa pekerjaan	7	7	0	0	
Total					10,75	6,55

Dari hasil perhitungan *project buffer* untuk pembangunan pelebaran 2 lantai gedung GITET Cilegon Baru adalah 6,55 hari dibulatkan menjadi 7 hari. Waktu tercepat pada perhitungan *buffer time* diketahui melalui evaluasi bersama pimpinan proyek berdasarkan nilai NNVA atau aktivitas pekerjaan yang masih memiliki waktu lebih. Setelah perhitungan *buffer time* didapatkan pengurangan waktu pada aktivitas pekerjaan selama 21 hari dan adanya penghematan waktu pekerjaan karena adanya pekerjaan yang dilakukan secara bersamaan pada proses pembangunan yaitu penghematan selama 19 hari. Tabel 8 memperlihatkan rincian pengurangan waktu dan pekerjaan yang dilakukan secara bersamaan.

Dari hasil perhitungan *buffer time* dan pekerjaan yang dilakukan secara bersamaan pada Tabel 8, menghasilkan total penghematan selama 40 hari. Hasil perhitungan waktu pelaksanaan pekerjaan pelebaran 2 lantai gedung GITET Cilegon Baru, yang semula dilakukan selama 189 hari berkurang menjadi 149 hari. Gambar 5 menunjukkan *ganttt chart* pelebaran gedung setelah perhitungan *buffer time* dan pekerjaan yang dilakukan secara bersamaan.

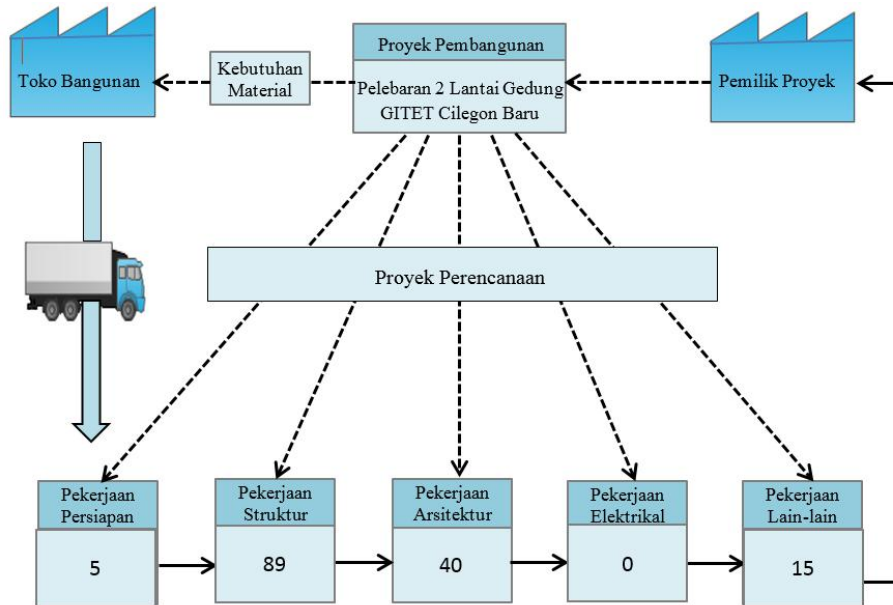
Tabel 8 Evaluasi pekerjaan yang dilaksanakan secara bersamaan

No.	Jenis Aktivitas Pekerjaan	Pengurangan Waktu (Hari)	Bersamaan Dengan Pekerjaan	Penghematan (Hari)
1.2.1.1	Pek. Galian tanah basement	2	-	2
1.2.2.2	Pek. Borepile	2	-	2
1.2.2.3	Pek. Beton Pondasi	1	-	1
1.2.2.4	Pek. Tie beam	1	-	1
1.2.3.1	Pek. Beton tiang 1ST floor	1	-	1
1.2.3.2	Pek. Beton plat lantai 1ST floor	2	-	2
1.2.4.1	Pek. Beton tiang 2ND floor	1	-	1
1.2.4.2	Pek. Beton plat lantai 2ND floor	2	-	2
1.2.4.5	Pek. Raised Floor	2	-	2
1.2.5.1	Pek. Penutup atas	1	-	1
1.3.1	Pek. Pasang bata, plesteran, acian	3	-	3
1.3.5	Pek. Pengecatan	3	-	3
1.2.3.2	Pek. Beton balok 1ST floor	-	Pek. Beton plat lantai 1ST floor	3
1.2.4.2	Pek. Beton balok 2ND floor	-	Pek. Beton plat lantai 2ND floor	3
1.2.5.2	Pek. Canopy	-	Pek. Pengecatan	3
1.5.2	Pek. Plafon	-	Pek. Pengecatan	1
1.5.3	Pek. Keramik Lantai	-	Pek. Pengecatan	5
1.5.4	Pek. Instalasi lampu	-	Pek. Pengecatan	4
Total penghematan (Hari)				40



Gambar 5 Gantt Chart Pembangunan Pelebaran 2 Lantai Gedung GITET Cilegon Baru setelah dilakukan perbaikan

Setelah pembuatan *gant chart* dengan penentuan durasi maka langkah selanjutnya adalah membuat *Value Stream Mapping* yang telah dievaluasi dan menggunakan waktu tercepat. Pelaksanaan proyek direncanakan akan selesai selama 149 hari dengan waktu 40 hari lebih cepat dari penjadwalan sebelumnya. Gambar 6 merupakan VSM setelah dilakukan perbaikan yaitu proyek dengan waktu pelaksanaan selama 149 hari. Berdasarkan Gambar 6 VSM pembangunan pelebaran 2 lantai Gedung GITET Cilegon Baru setelah perbaikan, didapatkan waktu paling cepat pelaksanaan proyek yaitu selama 149 hari dan ditambah dengan waktu penyangga selama 7 hari, sehingga total waktu optimal dalam pelaksanaan proyek pembangunan pelebaran 2 lantai gedung GITET Cilegon Baru menjadi 156 hari.



Gambar 6 Value Stream Mapping (VSM) pembangunan pelebaran 2 lantai Gedung GITET Cilegon Baru setelah perbaikan.

Perhitungan Total Anggaran

Adanya pengurangan waktu pelaksanaan proyek pembangunan pelebaran 2 lantai gedung GITET Cilegon Baru maka biaya yang dibutuhkan untuk pembangunan juga menjadi berkurang (efisien). Adapun efisiensi biaya pembangunan diperoleh dari pengurangan biaya upah tenaga kerja selama 33 hari. Biaya tenaga kerja berkurang sebesar Rp.79,200,000 dari sebelumnya sebesar Rp.453,600,000 menjadi sebesar Rp.374,400,000.

Tabel 8 Rincian anggaran biaya pekerja sesudah pengoptimalan jadwal pekerjaan

No	Jenis Aktivitas Pekerjaan	Jumlah Sebelum (Hari)	Biaya Sebelum	Jumlah Sesudah (Hari)	Biaya Sesudah
1	Pek. Pendahuluan	5	12,000,000	5	12,000,000
2	Pek. Struktur	113	271,200,000	89	213,600,000
3	Pek. Arsitektur	52	124,800,000	40	96,000,000
4	Pek. Electrical	4	9,600,000	0	0
5	Pek. Lain-Lain	15	36,000,000	18	43,200,000
6	Waktu Penyangga	0	0	7	16,800,000
Total Hari		189	-	156	-
Total Biaya			453,600,000		374,400,000

Analisa Risiko

Dari hasil wawancara dengan pimpinan proyek, didapatkan daftar kejadian-kejadian yang tidak diharapkan yang berpotensi terjadi pada proyek pembangunan pelebaran 2 lantai gedung GITET Cilegon Baru. Kemudian dilakukan analisis menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) sebagaimana pada Tabel 9. Dari hasil evaluasi penilaian resiko terjadinya kegagalan untuk penilaian antara kemungkinan, dampak, dan kesulitan deteksi, dapat dilihat nilai tertinggi untuk risiko dengan nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi yaitu risiko terjadinya kegagalan *Acts of God* dan *natural hazard* dengan nilai RPN 50. Sedangkan potensi kegagalan

dengan penilaian risiko paling rendah yaitu Pencurian, Kelalaian, Ketidajujuran dengan nilai RPN 8. Semakin tinggi nilai RPN, maka pihak pelaksana proyek harus semakin waspada terhadap peristiwa risiko tersebut.

Tabel 9 Matriks Penilaian Risiko Setelah

Failure (Peristiwa Risiko)	Effect of Failure (Dampak)	Cause of Failure (Penyebab)	Skor			RPN	Ranking
			Kemungkinan	Dampak	Kesulitan Deteksi		
Acts of God dan natural hazard	Berdampak buruk pada pekerja, Kerusakan material dan alat	Cuaca buruk (tidak menentu)	2	5	5	50	1
Masalah dalam penyediaan sumber daya (material, tenaga kerja, alat)	Memperlambat pekerjaan dan pekerjaan tidak teratur	Kordinasi yang kurang dan ketidak sesuaian perekrutan pekrja	3	4	3	36	2
Kondisi keuangan proyek yang buruk	Memperlambat pekerjaan dan pekerjaan tidak teratur	Analisa perencanaan biaya sebelum pelaksanaan tidak sesuai	2	4	2	16	4
Kondisi waktu pelaksanaan proyek yang buruk	Memperlambat pekerjaan dan pekerjaan tidak teratur	Penjadwalan yang kurang efisien dan optimal	3	4	2	24	3
K3 (Keselamatan dan Kesehatan Kerja)	Berdampak buruk pada pekerja	Tidak ada safety induction sebelum bekerja	1	4	3	12	6
Pencurian, Kelalaian, Ketidak jujuran	Berkurangnya material maupun alat kerja	Tidak ada pihak keamanan	1	4	2	8	7
Kerusakan alat, properti, fisik bangunan	Memperlambat pekerjaan dan mempengaruhi kualitas hasil pekerjaan	Tidak ada pemeliharaan berkala atau lanjutan	2	4	2	16	5

Setelah dilakukan analisis FMEA kemudian tiap-tiap peristiwa risiko dikelompokan ke dalam matriks tingkat keparahan risiko, yang berfungsi untuk mengetahui posisi zona risiko tersebut. Matriks dibuat dengan memasukkan dampak dan kemungkinan peristiwa risiko, dan dibuat sesuai dengan pembobotan penilaian risiko sebelumnya, dengan masing-masing unsur mewakili serangkaian dampak yang berbeda. Matriks dibagi menjadi zona merah, kuning, dan hijau yang mewakili risiko utama, sedang, dan minor secara berturut-turut sebagaimana pada Gambar 7. Berdasarkan Gambar 7, hasil matriks tingkat keparahan risiko di atas peristiwa *Acts of God* dan *natural hazard* ada pada zona merah, yaitu peristiwa yang kemungkinan terjadi dan berdampak buruk pada jalannya proyek. Sedangkan masalah dalam penyediaan sumber daya (material, tenaga kerja, alat), Kondisi waktu pelaksanaan proyek yang buruk, Kondisi keuangan proyek yang buruk, Kerusakan (alat, properti, fisik bangunan), K3 (Keselamatan dan Kesehatan Kerja), dan Pencurian, Kelalaian, Ketidak jujuran berada pada zona kuning yaitu peristiwa yang kemungkinan terjadi dan berdampak tidak terlalu buruk.

KEMUNGKINAN	1	1	2	3	Acts of God dan natural hazard	
	2	1	2	3		
	3	1	2	3		1) Masalah dalam penyediaan sumber daya 2) Kondisi waktu pelaksanaan proyek buruk
	4	1	2	3		1) Kondisi keuangan proyek buruk 2) Kerusakan alat, properti, fisik bangunan
	5	1	2	3		1) K3 (Keselamatan dan Kesehatan Kerja) 2) Pencurian, Kelalaian, Ketidak jujuran
	1	2	3	4		DAMPAK
	5					

Gambar 7 Matriks Tingkat Keparahannya Risiko.

Respon terhadap risiko dapat dikelompokkan sebagai respon pengurangan (*mitigating*), penghindaran (*avoiding*), pemindahan (*transferring*), berbagi (*sharing*) dan menahan (*retaining*). Selain merespon setiap peristiwa risiko juga perlu adanya perencanaan kontingensi yaitu sebuah rencana alternatif yang akan digunakan jika suatu peristiwa risiko yang diperkirakan belum terjadi atau bahkan telah terjadi. Rencana kontingensi diharapkan dapat berperan sebagai tindakan yang dapat mengurangi atau memperkecil dampak negatif dari peristiwa risiko sebagaimana pada Tabel 10.

Tabel 10 Matriks respon risiko

Indikator (peristiwa) risiko	Kemungkinan	Rencana Kontingensi	Pemicu
Acts of God dan natural hazard	Mengurangi	Mengalihkan pekerjaan lain	Cuaca buruk
Masalah dalam penyediaan sumber daya (material, tenaga kerja, alat)	Penghindaran	Berkordinasi saat pembelian material dan menganalisa persediaan material sebelum pelaksanaan	Kurang kordinasi dengan penjual material dan Kurang persiapan dari pihak pelaksana
Kondisi waktu pelaksanaan proyek yang buruk	Penghindaran	Membuat jadwal proyek yang optimal dan efisien sebelum pelaksanaan proyek	Penjadwalan yang kurang efisien dan optimal
Kondisi keuangan proyek buruk	Penghindaran	Menganalisa kebutuhan biaya sebelum pelaksanaan serta menyediakan dana cadangan	Analisa perencanaan biaya sebelum pelaksanaan tidak sesuai
Kerusakan alat, properti, fisik bangunan	Penghindaran	Membuat jadwal pemeliharaan berkala maupun lanjutan	Tidak ada pemeliharaan berkala maupun lanjutan
K3 (Keselamatan dan Kesehatan Kerja)	Mengurangi	Melaksanakan safety induction sebelum pekerjaan dilakukan	Tidak ada safety induction sebelum pekerjaan dilakukan
Pencurian, Kelalaian, Ketidaksihonestan	Penghindaran	Menetapkan staf keamanan	Tidak ada staf keamanan

4 Kesimpulan

Hasil optimalisasi jadwal pekerjaan dengan menggunakan metode *Lean Project Management* dan perhitungan *buffer time* diperoleh efisiensi waktu sebesar 33 hari sehingga waktu pelaksanaan pekerjaan dapat dipercepat menjadi 156 hari dari waktu sebelumnya. Efisiensi waktu pekerjaan berkontribusi terhadap biaya proyek dengan nilai efisiensi sebesar Rp.374.400.000. Faktor penyebab terjadinya *delay* pada pelaksanaan proyek yaitu material belum datang, cuaca buruk dan adanya peralatan yang rusak. Potensi resiko terbesar dalam pelaksanaan proyek disebabkan oleh masalah *Acts of God and Natural Hazard*, seperti adanya hujan, banjir dan bencana alam. Adapun solusi perbaikan untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan mengganti jenis pekerjaan lain untuk pekerjaan yang terkendala material, melakukan pengalihan pekerjaan jika terjadi cuaca buruk dan melakukan pembelian peralatan baru.

Referensi

Andri dan Daniel Sembiring. (2018). Penerapan Lean Manufacturing Dengan Metode VSM (Value Stream Mapping) Untuk Mengurangi Waste Pada Proses Produksi PT.XYZ. *Skripsi*. Jakarta: Jurusan Teknik Informatika Universitas Indraprasta PGRI.

- Archia, I. dan Singgih, M.L. (2013). Penerapan Metode Lean Construction dan Penjadwalan Critical Chain Project Management Dalam Pembangunan Proyek Konstruksi Gedung Universitas Widya Mandala (UWM) Surabaya (Studi Kasus: PT.PP (Persero). Tbk). *Skripsi*. Surabaya: Jurusan Teknik Industri Institut Teknologi Sepuluh November.
- Artika, D. (2013). Penerapan Metode Lean Project Management Dalam Proyek Konstruksi Pada Pembangunan Gedung DPRD Kabupaten Ogan Ilir. *Tugas Akhir*. Palembang: Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.
- Besterfield, D., H., (2004), *Quality Control: Seventh Editions, International Edition.*, Prentice Hall, New York.
- B. Karim M. dan Putu Dana Karningsih. (2012). Perencanaan dan Pengendalian ProyekKonstruksi Menggunakan Critical Chain Project Management Dan Lean Construction Untuk Meminimasi Waste (Studi Kasus : Pembangunan Gedung BPPKB Tahap 2). *Jurnal Teknik Pomits* Vol. 1, No. 1, 1-5.
- Cleland, D. I., & King, W. R. (1987). *Systems Analysis and ProjectManagement*. New York: Mc Graw-Hill.
- Dimiyati, D. H., dan Nurjaman, K. (2014). *Manajemen Proyek*. Yogyakarta : Pustaka Setia.
- Gasperz, V. (2007), *Lean six sigma for Manufacturing and Services Industries*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Gould. F. E. (2002). *Managing the Construction Process (Estimating, Scheduling and Project Control)*: Prentice Hall. New Jersey.
- Gray, C.F and Larson, E. W. (2006). *The Managerial Process 3rd Edition*. McGraw-Hill Company, New York.
- Hapsari, I. (2011). Penerapan Metode Lean Project Management Dalam Perencanaan Proyek Konstruksi Pada Pembangunan Gedung SDN Bektiharjo II Semanding Tuban (Studi Kasus: CV. Chandra Setya Karya), *Tugas Akhir*. Surabaya: Jurusan Teknik Industri ITS.
- Heizer, J. dan Render Barry. (2014). *Operation Manangement* , Jakarta: Salemba Empat.
- Herroelen, W., Leus, R. (2001). On The Merits and Pitfalls of Critical Chain Scheduling, *Journal of Operatons Management*, Vol 19, 559-577.
- Leach, L. (2005). *Lean project management: Eight Principles for Success*. Advanced Projects, 5239 South Pegasus Way Boise, Idaho 83716.
- Lewis, J.P. (2005). *Project Planning, Scheduling, and Control.*, McGraw Hill, New York.
- Prisilia, H. dan Dimas Aji Purnomo. (2018). Aplikasi Metode Lean Project Management Dalam Perencanaan Proyek Konstruksi Pada Pembangunan Gedung SMU Negeri 1 Giri Kabupaten Banyuwangi. *Jurnal Teknik*. Volume 16, Nomor 1.
- Santoso, B. (2009). *Manajemen Proyek Konsep dan Implementasi*, Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Ted Hutchin. (2007). *Execution Management System through the application of Critical Chain Project Management*, TOC–Lean Institute, www.toc-lean.com. Diakses pada 19 April 2019, 18.40 WIB.
- Untu, Silvia Hermina Stevania, Ariestides K.T. Dundu dan Robert J.M. Mandagi (2014). Penerapan Metode Lean Project Management Dalam Perencanaan Proyek Konstruksi (Studi Kasus: Pembangunan Gedung Mantos Tahap III). *Jurnal Sipil Statik*. Vol. 2, No. 6.
- Venn, Y.I. Ilwaru. (2017). Penjadwalan Waktu Proyek Pembangunan Rumah Dengan Menggunakan CPM (*Critical Path Method*) (Studi Kasus: Pembangunan Rumah Tinggal di Desa Amahusu Kota Ambon). *Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan*. Vol. 12, No. 2.
- Womack, J.P., D.T.Jones, et al. (1990). *The machine change that change the world*. New York: Rawson Associates.
- Womack, J. and Jones, D. (1996). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. Simonand Schus, NewYork