

**PERENCANAAN DAN PENGENDALIAN PROYEK
KONSTRUKSI MENGGUNAKAN *CRITICAL CHAIN PROJECT
MANAGEMENT* DAN *LEAN CONSTRUCTION* UNTUK
MEMINIMASI WASTE
(STUDI KASUS : PEMBANGUNAN GEDUNG BPPKB TAHAP 2)**

Nama Mahasiswa : MOHAMMAD BUSYRAL KARIM
NRP : 2507 100 044
Jurusan : Teknik Industri FTI-ITS
**Dosen Pembimbing : PUTU DANA KARNINGSIH S.T,
M.EngSc Ph.D**

Abstrak

Perusahaan konstruksi memiliki suatu keterkaitan langsung dengan berbagai macam industri lainnya yang dapat dikategorikan dengan dua hal, yakni membeli bahan baku dari industri lain atau mendirikan sebuah konstruksi bangunan untuk industri lainnya. Salah satu akibat permasalahan yang terjadi adalah keterlambatan dan pembengkakan biaya. Permasalahan tersebut dapat diakibatkan adanya *non value added activity* yang mengindikasikan terjadinya *waste*. Maka dengan mengeliminasi *waste*, diyakini dapat mengurangi permasalahan yang terjadi. Oleh karena itu, perusahaan konstruksi mengadaptasi konsep *Lean Production* yang diterapkan pada industri manufaktur yang dalam hal ini dikenal dengan istilah *Lean Construction*. *Tools* yang digunakan untuk penerapan konsep *lean* adalah *Big Picture Mapping*, *Root Cause Analysis*, dan *Project Risk Management*

Pada prakteknya dalam menjalankan suatu proyek konstruksi, perusahaan membutuhkan penjadwalan yang dapat dijadikan acuan. Permasalahan yang ada adalah penjadwalan tersebut tidak dapat mengakomodasi atau mengurangi dampak terjadinya ketidak pastian yang terjadi. Oleh sebab itu, penulis mencoba merancang penjadwalan proyek menggunakan metode *Critical Chain Project Management* yang berfungsi untuk menghindarkan proyek dari *student's syndrome* dan mengendalikan proyek agar tetap selesai tepat waktu.

Hasil dari penelitian ini adalah masih terdapat *non-value added activity* yang mengindikasikan terjadinya *waste* pada pengerjaan proyek. *Waste* tersebut menyebabkan terjadinya risiko yang harus ditanggung oleh pihak pelaksana. Dari risiko tersebut dirumuskan rekomendasi alternatif mitigasi pada kejadian risiko. Dengan diterapkannya metode penjadwalan CCPM dapat diketahui bahwa durasi pengerjaan menjadi lebih pendek dengan mempertimbangkan waktu penyangga dan sumberdaya yang digunakan.

Kata Kunci: *Lean Construction, RCA, Project Risk Management Waste, Critical Chain Project Management.*

**CONSTRUCTION PROJECT PLANNING AND CONTROL
USING CRITICAL CHAIN PROJECT MANAGEMENT AND
LEAN CONSTRUCTION TO MINIMIZE WASTE
(CASE STUDY : BPPKB BUILDING CONSTRUCTION PHASE 2)**

Nama Mahasiswa : MOHAMMAD BUSYRAL KARIM
NRP : 2507 100 044
Jurusan : Teknik Industri FTI-ITS
Dosen Pembimbing : PUTU DANA KARNINGSIH S.T,
M.EngSc Ph.D

Abstrak

Construction company have relation with other companies, whether the other comppany supply the resources or hiring construction company to build their plant. Construction company hve many problems to be solved. One of the impact of the problem is late delivery project for its customer. The problem may be caused by non value added activity that indicates wastes. So, eliminating waste is one of problem solving in construction company. If it about waste, then there is phylosopical approach that called Lean Construction. In this research, the author use tools such as Big Picture Mapping, Root Cause Analysis and project risk management.

In practice, project need scheduling to ensure the workflow. The problem is, not all scheduling can accommodate or reduce the impact of uncertainty. This paper try to plan the scheduling for construction project using Critical Chain Project Management which avoid th student's syndrome and controlling project with its buffer management so it can be done on time.

The results of this research is, there still non value added activity that indicates wastes in project execution. Waste generate risks for contractor. From that risks, the company needs mitigation solution to minimize the impat and reduce probability of its occurance. And implementation of Critical Chain Project Management scheduling indicates that the project duration can be reduced considering it resources and project buffer consumption.

Key word : *Lean Construction, RCA, Project Risk Management Waste, Critical Chain Project Management.*

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka menguraikan teori, temuan, dan bahan penelitian lain yang diperoleh dari acuan yang akan dijadikan landasan untuk melakukan kegiatan penelitian tugas akhir. Uraian dalam tinjauan pustaka ini diarahkan untuk menyusun kerangka pemikiran atau konsep yang akan digunakan dalam penelitian.

2.1 Konsep *Lean*

Filosofi *Lean* pertama kali diterapkan oleh perusahaan otomotif asal jepang (Toyota). Konsep *lean* terfokus pada *customer value* (nilai-nilai yang berdasar dari perspektif *customer*) yakni memenuhi nilai-nilai diharapkan oleh *customer*. Konsep ini meyakini bahwa dengan mengidentifikasi dan mengeliminasi *waste* bersamaan dengan mengefisiensikan proses dapat mencapai suatu fase dimana *customer value* terpenuhi.

Konsep *lean* diprakarsai oleh sistem produksi perusahaan otomotif asal jepang yakni Toyota. Prinsip-prinsip *lean* adalah sebagai berikut (Hines & Taylor, 2000)

Specify Value

Menentukan nilai-nilai yang harus dipenuhi dan dapat dispesifikasikan yang didasarkan dari sudut pandang konsumen, bukan dari sudut pandang perusahaan

Identify whole value stream

Mengidentifikasi tahapan-tahapan yang diperlukan, mulai dari proses desain, pemesanan dan pembuatan produk berdasarkan keseluruhan *value stream* untuk menemukan pemborosan yang tidak memiliki nilai tambah.

Flow

Melakukan aktivitas yang dapat menciptakan suatu nilai tanpa adanya gangguan, proses *rework*, aliran balik, aktivitas menunggu (*waiting*) maupun sisa produksi

Pulled

Hanya membuat apa yang diinginkan oleh konsumen

Perfection

Mengejar kesempurnaan dengan mengidentifikasi dan mengeliminasi *waste* secara bertahap dan berkelanjutan.

2.1.1 Lean construction

Lean construction merupakan proses implementasi filosofi *lean* pada perusahaan konstruksi. Konstruksi sendiri merupakan tipe sistem produksi yang berkaitan dengan proyek, dan dapat dikategorikan sebagai *fixed-position manufacturing* yakni dimana produk berada di posisi yang tetap dan produk dikerjakan ditempat yang sama sampai produk tersebut selesai dan diserahkan kepada *customer*.

Para peneliti yang tergabung dalam organisasi non-profit *Lean construction Institute* meneliti tentang potensi penerapan konsep *lean* pada manajemen konstruksi yang pada awal tahun 1990-an disebut *Architecture Engineering Construction* (AEC). Hasil penelitian tersebut adalah konsep *lean* sangat berpotensi untuk diimplementasikan pada perusahaan konstruksi guna meningkatkan efisiensi perusahaan dalam memenuhi nilai yang telah ditetapkan oleh konsumen.

Berikut ini adalah beberapa *tools* yang dikembangkan untuk penerapan konsep *lean* pada perusahaan konstruksi :

1. *The Last Planner System*

Lean construction Institute (LCI) yang dipromotori oleh Glenn Ballard mengembangkan sebuah model yang disebut the last planner system (LPS). LPS merupakan sistem yang dirancang untuk mengontrol produksi dengan mengurangi variabilitas proyek, meningkatkan produktivitas. Variabilitas proyek merupakan kondisi yang tidak dapat diprediksi, baik dari segi alur kerja maupun resiko dan permasalahan yang mungkin terjadi. LPS memiliki 4 urutan proses :

- a. *Master Schedule*
- b. *Phase schedule*
- c. *Look ahead Plan*
- d. *Weekly Plan*
- e. *Percent plan complete*
- f. *Constraint analysis*

2. Increased visualitation

Increased visualitation atau yang dapat diartikan sebagai peningkatan visualisasi merupakan *tool* yang digunakan agar informasi-informasi penting baik mengenai bentuk fisik proyek konstruksi maupun informasi-informasi penting lainnya dapat lebih mudah untuk dikenali oleh seluruh tim yang bekerja untuk mengerjakan sebuah proyek konstruksi. Hal tersebut dapat diimplementasikan dengan label-label dan peringatan maupun visualisasi dari proyek. Label peringatan tersebut berhubungan dengan keselamatan, jadwal dan kualitas proyek konstruksi.

3. *The 5s Process*

5s process merupakan tool yang banyak diterapkan di perusahaan manufaktur. Secara sederhana tool ini dapat dipecah menjadi 5 yakni sort yakni memisahkan peralatan dan material sesuai dengan jenisnya dan membuang material yang tidak digunakan lagi. Yang kedua adalah set in order yakni menyusun peralatan dan menempatkan material supaya lebih mudah dalam penggunaannya. “S” yang ke tiga adalah shine atau membersihkan lingkungan kerja. Yang keempat adalah standardize yakni menstandarisasikan 3s supaya menjadi hal-hal yang tetap harus dilakukan selama pengerjaan proyek. Dan yang terakhir adalah sustain yakni tetap melakukan 5s sampai seterusnya. Pengertian 5s pada proyek konstruksi tidak memiliki perbedaan yang signifikan dengan 5s yang ada di perusahaan manufaktur.

2.1.2 Tipe Aktivitas

Salah satu tahapan penting dalam pendekatan *lean* adalah identifikasi aktivitas-aktivitas mana yang memberikan nilai tambah dan tidak. Aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah sebaiknya dikurangi untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas perusahaan. Dalam konteks ini, tipe aktivitas dalam organisasi dapat dibedakan menjadi tiga yaitu (Hines dan Taylor,200) :

1. *Value adding activity* (VA), aktivitas ini memberikan nilai tambah terhadap proses, baik pada aliran informasi dan aliran fisik proses. Misalnya pada proses pengecoran.
2. *Non-value adding activity* (NVA), aktivitas ini tidak memberikan nilai tambah terhadap produk. Aktivitas ini dapat dikategorikan sebagai *waste* yang dapat menyebabkan proses tidak berjalan secara efisien.
3. *Non-value adding but necessary activity* (NNVA) yakni aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah akan tetapi tetap dibutuhkan untuk menjalankan seluruh rangkaian proses. Aktivitas ini tidak dapat dihilangkan dan hanya bisa diminimalisir. Misalnya adalah waktu set-up mesin.

2.1.3 Waste

Waste sendiri merupakan setiap kegiatan yang tidak memberikan nilai apa-apa baik kepada *customer* maupun *owner*. *Waste* hanya bisa diketahui apabila nilai-nilai dari sudut pandang konsumen diketahui atau diidentifikasi terlebih dahulu. Jadi, secara teoritis tidak ada definisi pasti mengenai jenis-jenis kegiatan yang dapat dikategorikan menjadi sebuah *waste*.

Menurut Gasperz (2006) dalam buku “*Continuous Cost Reduction Trough Lean Sigma Approach*” terdapat sembilan *waste* yang dapat diidentifikasi dalam sebuah perusahaan atau yang biasa disingkat dengan E-DOWNTIME. Pada E-DOWNTIME ini terdapat pengembangan jenis *waste* yang sudah ada sebelumnya dimana pendefinisian *waste* sebelumnya terbagi menjadi *seven waste*. Yang membedakan antara *seven waste* dengan E-DOWNTIME adalah penambahan *waste* baru yaitu *Environmental, Health and Safety* dan *Not Utilizing employees knowledge, skill and abilities*. Berikut ini adalah penjabaran dari E-DOWNTIME :

1. *Overproduction*

Overproduction merupakan salah satu jenis *waste* akibat dari melakukan produksi kebutuhan material konstruksi precast terlalu awal. Kondisi tersebut menyebabkan adanya Inventory level yang berlebih.

2. *Defects*

Secara terminologi bahasa, *defects* berarti cacat, akan tetapi pada proyek konstruksi, *defects* dapat berupa kesalahan yang terjadi pada proses pengerjaan konstruksi yang disebabkan dari formulasi material yang tidak terinspeksi maupun kesalahan pengerjaan proyek yang menyebabkan pengerjaan ulang

3. *Waiting*

Dasar dari *waiting* adalah penggunaan waktu yang tidak efektif, seperti misalnya menunggu mesin, peralatan, bahan baku dan supplier sehingga menimbulkan idle time. Penyebab terjadinya *waiting* dapat bermacam-macam, seperti kesalahan dalam pengiriman, keterlambatan pengiriman dan sebagainya.

4. *Unnecessary Motion*

Dapat didefinisikan sebagai segala hal yang berkaitan dengan pengaturan tempat kerja dan peralatan yang tidak ergonomis sehingga dapat menyebabkan rendahnya produktivitas pekerja baik diakibatkan kesulitan dalam pekerjaan maupun output yang dihasilkan.

5. *Excessive transportation*

Pergerakan dari orang, material dan informasi yang berlebihan sehingga menyebabkan pemborosan biaya, waktu dan usaha. Sebab utama dari *waste* ini adalah layout lingkungan kerja dan fasilitas penyimpanan atau inventory.

6. *Inappropriate processing*

Penambahan aktivitas yang terjadi dikarenakan proses berjalan tidak efisien akan tetapi tidak memberikan nilai tambah pada pengerjaan yang dilakukan. Hal tersebut dapat disebabkan oleh proses kerja dengan peralatan sistem yang tidak sesuai dan ketidaksesuaian prosedur kerja dengan kenyataan dilapangan.

7. *Unnecessary inventory*

Waste ini merupakan persediaan barang yang tidak perlu terjadi sehingga dapat menimbulkan aktivitas penanganan tambahan yang seharusnya tidak diperlukan. Beberapa penyebabnya adalah penjadwalan proyek yang kurang bagus, kehilangan inventory, keterlambatan pengiriman dan sebagainya.

8. *Environmental, Health and Safety*

Jenis *waste* yang terjadi apabila prinsip-prinsip environmental, health and safety tidak dijalankan. Misalnya adalah kecelakaan kerja yang berakibat fatal dikarenakan tidak menggunakan peralatan K3.

9. *Not Utilizing employees knowledge, skill and abilities*

Jenis pemborosan sumber daya manusia yang terjadi karena tidak menggunakan pengetahuan, ketrampilan dan kemampuan karyawan secara optimal. Pada proyek konstruksi misalnya adalah pekerja yang menganggur karena tidak ada yang dapat dikerjakan.

Pada perusahaan konstruksi, *waste* yang mungkin terjadi dapat diklasifikasikan berdasarkan aktivitas mana yang menjadi sumber terjadinya *waste*. Terdapat 6 jenis aktivitas pada konstruksi yang dapat dikategorikan sebagai sumber *waste* (Bossink and brouwers, 1996) :

1. *Design*
2. *Procurement*
3. *Material handling*
4. *Operation*
5. *Residual*
6. *Other*

Persebaran jenis *waste* di proyek konstruksi berbeda-beda pada setiap negara. Di Indonesia sendiri, pernah dilakukan penelitian mengenai persebaran *waste* baik dari jenis maupun penyebab terjadinya *waste*. Menurut penelitian yang dilakukan S alwi, K Hampson dan S Mohamed berdasarkan 99 kuesioner yang kembali dari 125 yang disebar, berikut ini adalah beberapa jenis *waste* dan frekuensi terjadinya di Indonesia :

Tabel 2.1 Pengelompokan dan ranking frekuensi *waste* di Indonesia (S.alwi et al, 2002)

NO.	WASTE VARIABLES	n	Mean	SD	p	Group	Category
A3	Repair on finishing works	96	10.21	5.64	0.00	1	Repair
E2	Waiting for materials	97	9.36	5.54	0.27	1	Waiting Periods
E4	Delays to schedule	96	9.25	5.75	0.21	1	Operations
D2	Tradesmen slow/ineffective	97	9.04	5.60	0.11	1	Human Resource
C1	Waste of raw materials on site	97	9.01	6.20	0.07	1	Material
D1	Lack of supervision/poor quality	97	8.94	6.40	0.11	1	Human Resource
E1	Waiting for instructions	96	8.71	6.11	0.00	2	Waiting Periods
C3	Loss of materials on site	98	8.24	4.93	0.69	2	Material
A1	Repair on structural works	96	7.85	5.73	0.30	2	Repair
A4	Repair on formwork/falsework	97	7.31	5.44	0.07	2	Repair
E2	Equipment frequently break down	97	7.29	4.73	0.00	3	Operations
D5	Waiting for labour	97	6.92	5.00	0.57	3	Waiting Periods
E3	Waiting for equipment repair	97	6.75	4.43	0.21	3	Waiting Periods
E4	Waiting for equipment to arrive	98	6.51	5.01	0.17	3	Waiting Periods
C6	Damaged materials on site	96	6.49	5.06	0.09	3	Material
C4	Too much material inventory on site	97	6.28	4.52	0.00	4	Material
C2	Material does not meet specification	97	6.18	5.27	0.85	4	Material
D3	Idle tradesmen	98	5.93	5.12	0.58	4	Human Resource
E3	Unreliable equipment	98	5.89	4.48	0.47	4	Operations
C5	Unnecessary material handling	95	5.81	4.71	0.13	4	Material
A2	Repair on foundation works	98	5.43	5.73	0.23	4	Repair
E1	Excessive accidents on site	96	4.14	3.04	0.00	5	Operations

Dari tabel 2.1 pada pengelompokan 1 yakni *repair on finishing work, waiting for materials, delays to schedule, tradesman slow/ineffective, waste of raw materials on site dan lack of supervision/poor quality* merupakan variabel yang paling penting. Dari beberapa variabel yang paling penting tersebut, 3 ranking teratas merupakan *waste* yang paling sering terjadi pada perusahaan konstruksi.

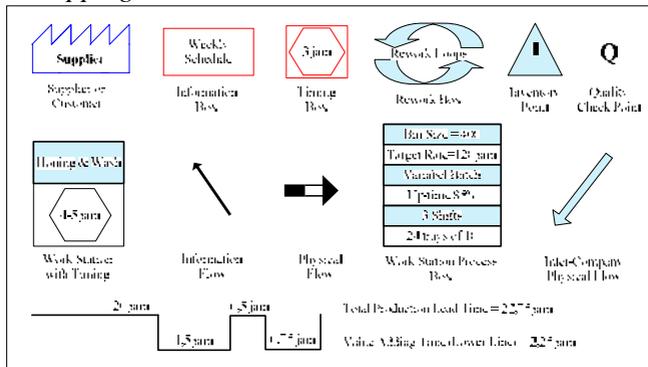
Sedangkan untuk penyebab-penyebab yang mengakibatkan adanya non-value added activity (*waste*) dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 2.2 Persebaran penyebab terjadinya *waste* yang telah dikelompokkan di negara Indonesia(S.alwi et al, 2002)

NO.	WASTE CAUSES VARIABLES	n	Mean	SD	p	Group	Category
C5	Design changes	99	3.62	1.18	0.00	1	Design and Documentation
B4	Slow in making decisions	99	3.59	1.18	0.79	1	Professional Management
A1	Lack of trades' skill	98	3.57	1.10	0.00	1	People
E2	Inappropriate construction methods	99	3.52	1.30	0.44	1	Execution
B3	Poor coordination among project participants	99	3.47	1.15	0.23	1	Professional Management
D2	Delay of material delivery to site	99	3.47	1.15	0.29	1	Material
B1	Poor planning and scheduling	99	3.40	1.31	0.24	1	Professional Management
C4	Slow drawing revision and distribution	99	3.39	1.28	0.00	2	Design and Documentation
A6	Inexperienced inspectors	99	3.37	1.20	0.88	2	People
C3	Unclear site drawings supplied	99	3.34	1.29	0.61	2	Design and Documentation
D4	Poorly scheduled delivery of material to site	99	3.34	1.14	0.67	2	Material
C6	Poor Design	99	3.33	1.32	0.58	2	Design and Documentation
D1	Poor quality of materials	99	3.33	1.31	0.61	2	Material
D5	Inappropriate/misuse of material	99	3.32	1.32	0.67	2	Material
F2	Weather	98	3.32	1.09	0.51	2	External
A5	Lack of subcontractor's skill	99	3.31	1.23	0.51	2	People
C2	Unclear specifications	99	3.30	1.36	0.46	2	Design and Documentation
B2	Poor provision of information to project participants	99	3.28	1.24	0.31	2	Professional Management
E5	Outdated equipment	98	3.24	1.32	0.21	2	Execution
E3	Equipment shortage	98	3.14	1.19	0.00	3	Execution
A4	Too few supervisors/foremen	99	3.10	1.09	0.88	3	People
D6	Poor storage of material	99	3.00	1.22	0.07	3	Material
F1	Site condition	99	3.08	1.17	0.69	3	External
F4	Poor equipment choice or ineffective equipment	99	3.06	1.24	0.44	3	Execution
E1	Too much overtime for labour	98	3.04	1.10	0.45	3	Execution
D3	Poor material handling on site	99	3.03	1.16	0.49	3	Material
E6	Poor site layout	99	3.01	1.27	0.39	3	Execution
A3	Supervision too late	99	2.98	1.21	0.22	3	People
C1	Poor quality site documentation	99	2.88	1.12	0.00	4	Design and Documentation
A2	Poor distribution of labour	99	2.70	0.99	0.12	4	People
F3	Damage by other participants	99	2.52	1.17	0.00	5	External

2.1.4 Big Picture Mapping

Big picture mapping merupakan sebuah *tool* yang diadopsi dari *value stream mapping*, yakni metode untuk memetakan sistem produksi Toyota dan digunakan untuk menggambarkan sistem secara keseluruhan dan *value stream* yang ada di dalamnya. Dari *tool* ini, didapatkan mengenai aliran material dan informasi yang terjadi dalam suatu sistem produksi. Selain itu, *tool* ini juga dapat berfungsi sebagai alat untuk mengidentifikasi dimana terdapat pemborosan dan mengetahui keterkaitan antara aliran informasi dan material (Hines,2000). Berikut ini adalah simbol-simbol yang biasa digunakan dalam *big picture mapping* :



Gambar 2.1 Simbol-simbol *Big Picture Mapping* (Sumber: Hines dan Taylor, 2000)

Pemetaan terhadap aliran informasi dan material dapat dilakukan dengan runtutan sebagai berikut :

1. Identifikasi jumlah dan jenis produk yang diinginkan *customer*, waktu munculnya kebutuhan akan produk tersebut, kapasitas dan frekuensi pengirimannya, serta jumlah persediaan yang disimpan untuk keperluan *customer*.
2. Menggambarkan aliran informasi dari *customer* ke *supplier* yang berisi antara lain : peramalan dan

informasi, berapa lama informasi muncul sampai diproses, informasi apa yang disampaikan kepada supplier serta pesanan yang disyaratkan.

3. Menggambarkan aliran fisik berupa aliran material atau produk, waktu yang diperlukan, titik terjadinya *inventory* dan inspeksi, putaran *rework*, waktu siklus tiap titik, berapa banyak produk yang diperiksa tiap titik, waktu penyelesaian tiap operasi, berapa banyak produk yang diperiksa di tiap titik, berapa banyak orang yang bekerja di stasiun kerja, waktu berpindah di tiap stasiun kerja.
4. Menghubungkan aliran informasi dan aliran fisik dengan anak panah yang berisi informasi jadwal yang digunakan, instruksi pengiriman, kapan dan dimana biasanya terjadi dalam aliran fisik.
5. Melengkapi gambar akurasi informasi dan aliran fisik dengan menambah *project duration* dan *value adding time* dibawah gambar yang dibuat.

2.1.5 Root Cause Analysis (RCA)

RCA adalah suatu metode penyelesaian masalah yang bertujuan untuk mengidentifikasi akar-akar penyebab masalah atau kejadian. RCA digunakan dengan keyakinan bahwa masalah-masalah diselesaikan secara terbaik melalui usaha untuk mengeliminasi akar-akar penyebab. RCA menyediakan klasifikasi penyebab-penyebab yang komprehensif berhubungan dengan 5M yaitu *man, machine, materials, methods and management system* dan membantu membangun suatu ilmu dasar untuk berhubungan dengan masalah-masalah yang berhubungan dengan reliabilitas produk/proses, ketersediaan dan pemeliharaan. Dengan melakukan pengukuran korektif pada akar-akar penyebab, diharapkan bahwa kemungkinan suatu masalah terulang lagi akan diminimasi.

Menurut Jucan (2005), RCA merupakan suatu metodologi untuk mengidentifikasi dan mengoreksi sebab-sebab yang penting dalam permasalahan operasional dan fungsional. Metode RCA sangat berguna untuk menganalisis suatu kegagalan

sistem tentang hal yang tidak diharapkan yang terjadi, bagaimana hal itu bisa terjadi, dan mengapa hal itu bisa terjadi. Tujuan dari penggunaan RCA adalah untuk mengetahui penyebab masalah atau kejadian dengan mengidentifikasi akar-akar penyebab masalah tersebut. Jika akar penyebab dari suatu masalah tidak teridentifikasi, maka hanya akan mengetahui gejalanya saja dan masalah itu sendiri akan tetap ada. Dengan demikian RCA sangat baik digunakan untuk mengidentifikasi akar dari suatu masalah yang berpotensi dapat menimbulkan risiko operasional di bagian produksi.

Langkah-langkah RCA (Faith Chlander, 2004), antara lain:

1. Mengidentifikasi dan memperjelas definisi *undesired outcome*.
2. Mengumpulkan data.
3. Menempatkan kejadian-kejadian dan kondisi-kondisi pada *event and causal factor table* (tabel kejadian dan faktor penyebab).
4. Gunakan tabel penyebab atau metode yang lain untuk mengidentifikasi seluruh penyebab yang berpotensi.
5. Mengidentifikasi mode kegagalan sampai pada mode kegagalan paling bawah.
6. Lanjutkan pertanyaan “mengapa?” untuk mengidentifikasi *root causes* yang paling kritis.

2.1.6 Project Risk Management

Menurut Gray dan Larson (2006), risiko dalam konteks proyek merupakan kondisi ketidakpastian yang muncul dan akan memberikan dampak positif maupun negatif pada tujuan akhir proyek. Setiap risiko memiliki penyebab, dan apabila terjadi pasti akan berdampak pada pelaksanaan proyek. Manajemen risiko digunakan untuk mengenali dan mengelola risiko yang berpotensi terjadi ketika sebuah proyek berjalan. Manajemen risiko mengidentifikasi *risk events* yang mungkin terjadi sebanyak-banyaknya dan meminimalisir dampak yang ditimbulkan sebelum

proyek berjalan serta memberikan respon ketika *risk event* tersebut terjadi ketika proyek berjalan.

Komponen dalam proses manajemen risiko pada proyek adalah sebagai berikut :

1. Identifikasi risiko

Proses manajemen risiko dimulai dengan berusaha menghasilkan daftar semua risiko yang mungkin dapat mempengaruhi proyek. Pada umumnya manajer proyek bekerja sama sepanjang tahap perencanaan. Tim manajemen risiko terdiri dari anggota tim inti dan *Stakeholder* lain yang relevan. Tim menggunakan *brainstorming* dan teknik identifikasi masalah untuk mengidentifikasi masalah potensial. Manajemen proyek didorong untuk terbuka dan menghasilkan sebanyak mungkin risiko yang dapat terjadi. Kemudian sepanjang tahap penilaian, manajemen proyek akan memiliki kesempatan untuk menganalisis dan membuang risiko-risiko yang tidak masuk akal. Salah satu alat efektif untuk mengidentifikasi risiko spesifik adalah *work breakdown structure* (WBS). Penggunaan WBS mengurangi kesempatan luputnya sebuah peristiwa risiko sehingga dapat memetakan apakah risiko termasuk pada risiko yang berdampak besar dan berdampak kecil. Profil risiko juga merupakan alat yang digunakan untuk mengidentifikasi risiko dan pada akhirnya menganalisa risiko. Profil risiko adalah daftar pertanyaan yang menyoroti area ketidakpastian pada sebuah proyek. Pertanyaan tersebut dikembangkan dan ditingkatkan dari proyek-proyek sebelumnya yang serupa.

2. Penilaian risiko

Setelah dilakukan identifikasi risiko, dan daftar risiko maka langkah selanjutnya yaitu memilah-milah risiko mana yang layak mendapatkan perhatian lebih dan mana yang dapat diabaikan. Untuk melakukan hal tersebut, diperlukan sebuah metode sehingga risiko-risiko yang telah didaftar dapat dilihat kelayakannya, mana yang lebih diperhatikan mana yang perlu dieleminasi. Analisis risiko adalah metode paling umum

digunakan untuk menganalisis risiko. Anggota tim dapat menilai masing-masing risiko dalam hal :

- Peristiwa yang tidak diinginkan.
- Semua hasil akhir (konsekuensi) dari kejadian sebuah peristiwa.
- Manfaat penting atau dampak merusak atau merugikan dari sebuah peristiwa.
- Peluang terjadinya peristiwa.
- Kapan peristiwa dapat terjadi pada proyek.
- Interaksi dengan bagian lain dari proyek ini atau dari proyek lainnya.

Analisis skenario dapat dilihat dari berbagai format penilaian yang digunakan perusahaan. Dalam analisa resiko digunakan penilaian untuk masing-masing tingkat dampak (*impact*), frekuensi munculnya dampak (*likelihood*) dan kemudahan untuk dideteksi (*detection*) dengan bobot 1 sampai 5. Berikut ini adalah contoh form penilaian risiko :

Tabel 2.3 Form penilaian risiko (sumber: Gray and Larson, 2006)

Risk event	Likelihood	Impact	Detection Difficulty	When
a				
b				
c				

Tabel 2.3 merupakan contoh form penilaian risiko pada perusahaan. *Risk event* merupakan peristiwa risiko yang mungkin terjadi pada sebuah proyek. Sedangkan *likelihood*, *impact* dan *detection* dibobotkan dengan nilai 1 sampai 5. Sedangkan *when* merupakan kapan waktu terjadinya risiko tersebut. Dari form tersebut, risiko kemudian di petakan pada matriks keparahan risiko (*risk severity matrix*) seperti pada gambar 5.2 berikut ini :

Kemungkinan	5					
	4					
	3					
	2					
	1					
		1	2	3	4	5
		Dampak				

Gambar 2.2 Matriks penilaian risiko

Sumbu X pada matriks keparahan risiko merupakan nilai dampak pada *risk event*. Sedangkan sumbu Y pada matriks keparahan risiko adalah nilai kemungkinan (*likelihood*) pada *risk event*. Matriks penilaian risiko memiliki tiga jenis zona yakni zona hijau, zona kuning dan zona merah. Zona hijau berarti risiko rendah (*minor risk*), zona kuning berarti risiko sedang (*moderate risk*) dan zona merah berarti risiko tinggi (*major risk*).

Manajemen risiko pada proyek juga mengadopsi sistem penilaian *risk priority number* (RPN) dari FMEA dengan memasukkann kesulitan untuk dideteksi pada persamaan untuk menghitung nilai risiko sebagai berikut :

$$\text{Dampak} \times \text{Probabilitas} \times \text{Kemudahan untuk dideteksi} = \text{Nilai} \dots(2)$$

Masing-masing dimensi memiliki bobot dengan skala 1 sampai 5. Misalnya apabila dampak dari risiko terhadap proyek sangat kecil, probabilitas munculnya sangat kecil dan sangat

mudah untuk dideteksi, maka risiko tersebut dapat dinilai dengan $1 \times 1 \times 1 = 1$.

3. Pengembangan respon risiko

Ketika suatu peristiwa risiko telah dikenali dan dinilai, berikutnya adalah membuat sebuah keputusan untuk merespons dengan tepat peristiwa tersebut. Respons terhadap risiko dapat dikelompokkan sebagai respons mitigasi atau pengurangan, penghindaran, pemindahan, berbagi, dan menahan. Mengurangi risiko pada umumnya menjadi alternatif pertama yang dipertimbangkan.

Pada dasarnya ada dua strategi untuk memitigasi risiko, yang pertama yaitu mengurangi kemungkinan terjadinya peristiwa tersebut dan atau yang kedua mengurangi dampak peristiwa tersebut pada proyek. Dalam memitigasi dampak risiko, diperlukan sebuah rencana yang digunakan untuk memperkirakan sebuah risiko sebelum risiko tersebut terjadi yang disebut dengan rencana kongensi (*contingency plan*). Rencana kontingensi tersebut akan menjawab pertanyaan mengenai apa yang harus dilakukan, kapan dilakukan, dimana melakukannya dan aksi-aksi apa saja yang perlu diterapkan untuk memitigasi risiko. Selain itu, rencana kontingensi juga mengevaluasi alternatif solusi mitigasi dan memilih alternatif solusi yang terbaik. Rencana kontingensi tersebut nantinya akan dimasukkan pada matriks respon risiko seperti pada tabel 2.3 berikut ini :

Tabel 2.4 Matriks respon risiko

Risk Event	Rencana kontingensi	Pemicu	Siapa yang bertanggung jawab
a			
b			
c			

Pada tiap-tiap *risk event* terdapat rencana kontingensi untuk memitigasi risiko dan apa yang menjadi pemicu dalam penerapan rencana kontingensi. Hal yang harus diperhatikan adalah

bagaiman merencanakan kembali kontingensi apabila ternyata risiko tertentu masih terjadi sehingga dibutuhkan kerjasama antar bagian pada suatu proyek.

4. Pengendalian respon risiko

Tahap terakhir dalam manajemen risiko pada proyek adalah pengendalian respon risiko yang mencakup mengeksukesi strategi respon risiko, mengawasi peristiwa pemicu, memulai rencana kontingensi dan mengawasi risiko baru. Manajer proyek harus memonitor risiko dan mengawasi kemajuan proyek.

2.2 Manajemen Proyek

Menurut Gray & Larson (2006) manajemen proyek menyediakan sekumpulan piranti yang berdaya guna untuk meningkatkan kemampuan individu dalam melakukan perencanaan, mengimplementasikan dan mengelola berbagai aktivitas untuk mencapai tujuan pelaksanaan proyek. Proyek sendiri merupakan kegiatan kompleks yang dilakukan sekali tempo, dan dibatasi oleh waktu, anggaran atau biaya, sumber daya dan spesifikasi kerja yang dirancang untuk memenuhi kebutuhan pelanggan. Karakteristik proyek membedakan dengan berbagai usaha lainnya, yaitu seperti berikut :

1. Punya sasaran atau tujuan.
2. Ada rentang waktu tertentu (ada awal dan akhir).
3. Melibatkan beberapa departemen dan profesional.
4. Umumnya melakukan sesuatu yang sebelumnya tidak pernah dilakukan.
5. Waktu, biaya, dan persyaratan kinerja yang spesifik.

2.2.1 Work Breakdown Structure (WBS)

Menurut Booz (2001) *Work Breakdown Structure* (WBS) adalah pemecahan atau pembagian pekerjaan ke dalam bagian yang lebih kecil (sub-kegiatan), alasan perlunya WBS adalah :

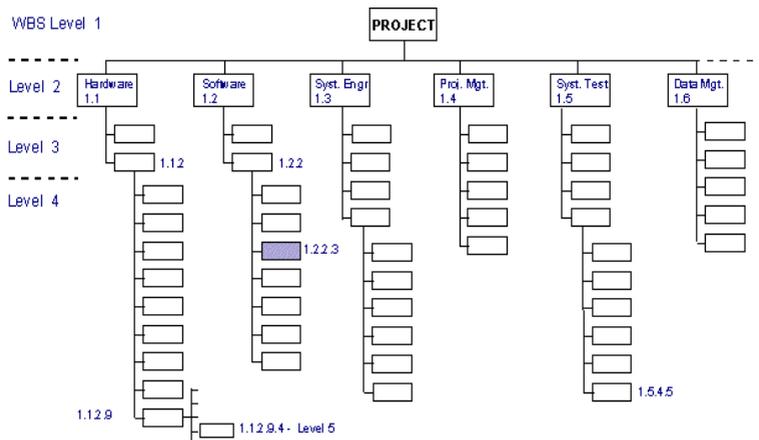
Pengembangan WBS di awal Project Life Cycle memungkinkan diperolehnya pengertian cakupan proyek dengan jelas, dan proses pengembangan WBS ini membantu semua anggota untuk lebih mengerti tentang proyek selama tahap awal.

WBS membantu dalam pengawasan dan peramalan biaya, jadwal, dan informasi mengenai produktifitas yang meyakinkan anggota manajemen proyek sebagai dasar untuk membuat perundingan.

WBS merupakan elemen penting, karena memberikan kerangka yang membantu, antara lain dalam :

1. Penggambaran program sebagai ringkasan dari bagian-bagian yang kecil.
2. Pembuatan perencanaan
3. Pembuatan network dan perencanaan pengawasan.
4. Pembagian tanggung jawab.
5. Penggunaan WBS ini memungkinkan bagian-bagian proyek terdefinisi dengan jelas

Berikut ini adalah contoh dari WBS :



Gambar 2.3 Work Breakdown Structure (WBS)

(sumber :Leach, 2005)

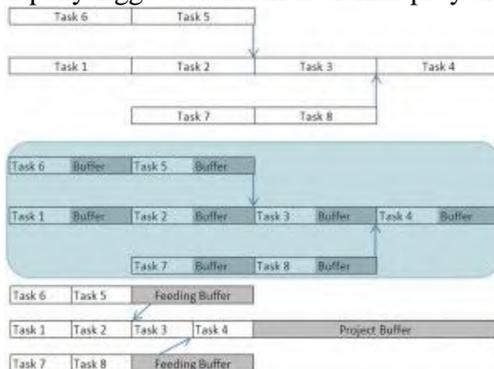
2.2.2 Critical Chain Project Management (CCPM)

Menurut Kerzer (1995) suatu proyek dapat dikatakan sukses bila mampu memenuhi ruang lingkup proyek (*scope*) menyelesaikan proyek dengan tepat waktu atau lebih singkat dari

waktu yang telah disepakati, dan menghemat dana yang tersedia secara bersamaan. Pendekatan menggunakan *critical chain project management* memberikan mekanisme dalam mengidentifikasi dan sesuatu yang kritis dalam kondisi ketidakpastian proyek. Metode *critical chain project management* (CCPM) memungkinkan untuk mengantisipasi kondisi ketidakpastian dan variabilitas yang mungkin terjadi dalam sebuah proyek. Beberapa keuntungan menggunakan metode CCPM adalah (Leach,2005) :

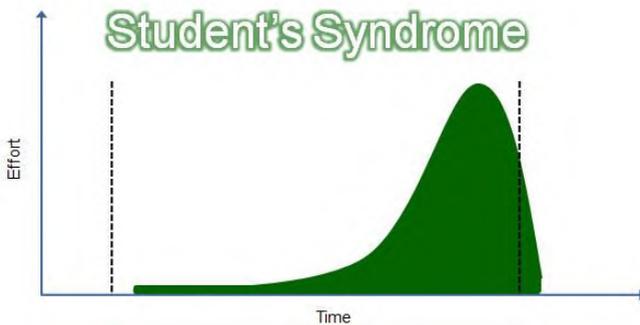
1. Meningkatnya tingkat kesuksesan proyek
2. Proyek berjalan tepat waktu
3. Proyek terselesaikan dengan biaya dibawah yang dianggarkan
4. Mengurangi durasi proyek
5. Penyederhanaan manajemen proyek
6. Peningkatan pencapaian proyek dengan jumlah resource yang sama

Perbedaan mendasar antara metode *critical chain project management* dengan *critical path method* (CPM) adalah waktu penyangga (*buffer time*) yang dialokasikan diakhir proyek. Pada CPM tiap aktivitas memiliki waktu penyangga sedangkan pada CCPM waktu penyangga dialokasikan diakhir proyek.



Gambar 2.4 Perbandingan CPM dan CCPM (sumber : Leach, 2005)

Pada gambar 2.3, daerah yang terletak diatas area biru adalah *simple project critical path*, sedangkan daerah yang berada di area warna biru adalah *critical path method* dengan memberikan *buffer time* pada masing-masing aktivitas. Diagram yang terletak di bawah area biru adalah *critical chain project management*, dimana *buffer time* terletak di akhir proyek dan terdapat *feeding buffer* sebagai waktu penyangga awal. Hal tersebut digunakan untuk mengantisipasi adanya *student's syndrome*, yakni kebiasaan manusia untuk menyelesaikan tugas atau pekerjaan ketika sudah mendekati *deadline* sehingga pengumpulan aktivitas terjadi di periode akhir



Gambar 2.5 Grafik Student's Syndrome (Ron Holohan, 2009)

Pada gambar 2.4, dapat dijelaskan mengenai persebaran frekuensi aktivitas dimana semakin proyek mendekati batas akhir, maka semakin tinggi jumlah aktivitas yang dikerjakan dan kemudian menurun kembali seiring dengan waktu penyelesaian proyek.

Untuk mengetahui panjang waktu aktivitas dan waktu penyangga (*buffer time*) dan umpan penyangga (*feeding buffer*) dapat digunakan beberapa metode, diantaranya adalah metode *50% of the chain*, *Square Root Sum of the Squares (SSQ)* dan *Bias plus SSQ* (leach,2005). Masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangan, sedangkan untuk proyek konstruksi dimana

terdapat *engineer* dalam pelaksanaan proyeknya, maka metode yang paling cocok digunakan adalah SSQ.

2.2.3 The Square Root of the Sum of the Square (SSQ)

Metode ini digunakan untuk menentukan panjang *buffer time* dan panjang aktivitas proyek. Kelebihan dari metode ini adalah dapat mengetahui variabilitas dari sebuah aktivitas. Sedangkan kekurangan dari metode ini adalah terkadang kurang mampu memberikan *buffer time* yang cukup panjang pada proyek yang memiliki rantai aktivitas yang banyak. Hal tersebut disebabkan oleh metode ini mengasumsikan variabilitas proyek terjadi secara stokastik akan tetapi pada prakteknya hak tersebut tidak selalu terjadi. Metode ini menggunakan 2 parameter waktu yakni waktu standar rata-rata yang diasumsikan sebagai waktu yang masih menyimpan cadangan (S) dan waktu tercepat (A) yang diasumsikan tanpa waktu cadangan. Besar *buffer* dapat dilihat dari persamaan (2) seperti berikut :

$$B = 2 \sqrt{\frac{S}{n} + \frac{S^2}{n^2} + \dots + \frac{S_n^2}{n^2}} \dots \dots (2)$$

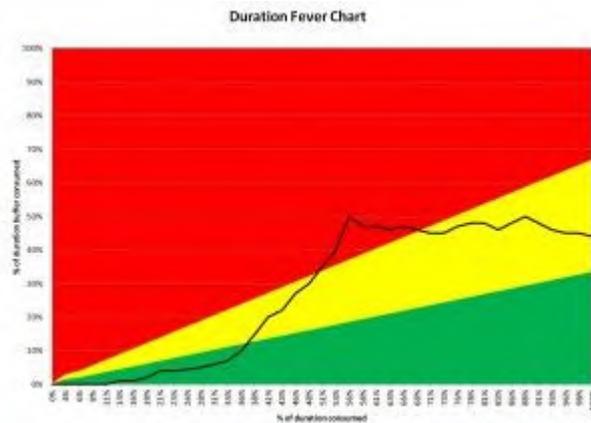
Keterangan :

B = *buffer time*

S = waktu yang memiliki cadangan

A = waktu tercepat, diasumsikan tanpa cadangan

Dalam pengaplikasian metode ini tentunya tetap dibutuhkan pengendalian sehingga dapat mengukur apakah proyek tetap berjalan pada jalurnya. Kondisi idealnya adalah *rate* penggunaan *buffer time* lebih rendah daripada *rate* waktu penyelesaian proyek. *Buffer Management* merupakan metode yang sesuai digunakan dalam menentukan apakah proyek akan keluar dari jalur pada waktu yang akan datang.



Gambar 2.6 Persebaran zona pemakaian *buffer time* untuk penentuan tindakan

(sumber : Herrolem, 2002)

Gambar 2.5 merupakan grafik perbandingan antara penyelesaian proyek dengan penggunaan dari *buffer time*. Sumbu X merupakan persentase penyelesaian proyek, sedangkan sumbu Y adalah persentase penggunaan *buffer time*. Ketiga zona (merah,kuning,hijau) menunjukkan kapan melakukan sebuah tindakan untuk menjaga proyek tetap berada pada jalur aman, yakni untuk menyelesaikan proyek tepat waktu.

Zona hijau menunjukkan bahwa tidak ada sesuatu yang harus dilakukan untuk mengantisipasi keterlambatan proyek , zona hijau merepresentasikan konsumsi dari *buffer time* sebesar 0-33%. Zona kuning menunjukkan konsumsi *buffer time* mencapai angka 33-67% dari total *buffer time* yang tersedia. Pada zona kuning dibutuhkan pengawasan dan perencanaan untuk mengantisipasi habisnya *buffer time*. Sedangkan zona merah menunjukkan pemakaian *buffer time* sebesar 67-100% *buffer time* yang tersedia sehingga dibutuhkan antisipasi agar proyek tetap berjalan sesuai dengan jalurnya sehingga tetap selesai pada waktu yang telah ditetapkan.

2.3 Critical Review

Berikut ini adalah berbagai macam penelitian terdahulu yang menjadi landasan dalam penelitian ini:

1. Diekmann and Krewedl (2002) dalam penelitian yang berjudul “*Application Of Lean Manufacturing Principles To Construction*” yang meneliti tentang penerapan konsep *lean* pada perusahaan konstruksi. Peneliti menjadikan 6 proyek konstruksi sebagai objek amatan. Metode yang digunakan adalah *value stream mapping* dan divalidasi dengan kuesioner dan wawancara. Hasil dari penelitian tersebut adalah konsep *lean* memiliki potensi untuk diterapkan di perusahaan konstruksi.
2. S. Alwi et al (2002) dalam penelitian yang berjudul “*Waste in the Indonesian Construction Projects*” bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengetahui persebaran *waste* pada perusahaan konstruksi di Indonesia. Metode yang digunakan adalah penyebaran kuesioner dan *paired t-test* untuk mengetahui frekuensi dan bobot *waste*. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan grup *waste* yang paling sering terjadi dan hal-hal yang menyebabkan *waste* tersebut. Rekomendasi yang diberikan adalah metode pengidentifikasian *waste* yang dapat diterapkan pada perusahaan konstruksi.
3. Saiful (2008) dalam penelitiannya yang berjudul “Implementasi Lean Construction pada Proyek untuk Mereduksi Non Added Value Activity (Studi Kasus pada Proyek Rusunawa ITS)” melakukan implementasi *lean construction* identifikasi *waste* yang terjadi pada proyek pembangunan rusunawa ITS. Tools yang digunakan adalah Big Picture Mapping untuk mengidentifikasi *waste* yang terjadi selama pengerjaan proyek, RCA untuk mengetahui penyebab terjadinya *waste* dan FMEA sebagai dasar untuk pemberian alternatif solusi. Hasil penelitian tersebut adalah defects merupakan jenis *waste* yang tertinggi.

4. Angraini (2009) dengan penelitian yang berjudul “Penerapan Metode Penjadwalan Critical Chain dan Lean Construction Dalam Perencanaan dan Pengendalian Proyek Konstruksi (Studi Kasus : PT. Adhi Karya (Persero), Tbk)” dengan metodologi yang hampir sama dengan Saiful (2008) dan tambahan berupa perencanaan proyek menggunakan metode CCPM. Hasil dari penelitian tersebut adalah *waste* yang paling berpengaruh adalah *waiting*. Sedangkan dengan pengaplikasian CCPM didapat waktu pelaksanaan proyek yang lebih pendek.
5. Hapsari (2011) dalam penelitian yang berjudul “Penerapan Lean Project Management dalam Perencanaan Proyek Konstruksi Pada Pembangunan Gedung SDN Bektiharjo II Semanding Tuban” dengan penambahan analisis biaya dan manajemen risiko proyek. Hasil yang didapat pada penelitian ini adalah terjadi percepatan waktu 11 hari apabila dibandingkan dengan penjadwalan proyek eksisting dan menentukan jumlah kebutuhan pekerja rata-rata perharinya adalah 19 pekerja.

Penelitian yang dilakukan penulis adalah penerapan lean construction dan critical chain project management dalam proyek pembangunan gedung BPPKB. *Waste* yang diidentifikasi diklasifikasikan berdasarkan 9 *waste* (E-DOWNTIME). Identifikasi *waste* dilakukan dengan wawancara, kuesioner dan observasi langsung. Proyek yang diamati sedang berlangsung dan akan dilakukan evaluasi dalam pelaksanaannya. *Waste* kritis yang teridentifikasi akan dicari risikonya terhadap proyek. Dari masing-masing risiko berdasarkan *waste* kemudian akan dinilai. Perhitungan *risk priority number* menggunakan *project risk management* sehingga bisa membandingkan antara metode penjadwalan eksisting dengan penjadwalan menggunakan metode *critical chain project management*.

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Pada bagian ini diuraikan metode yang digunakan dalam penelitian secara rinci. Secara umum terdapat tiga tahapan yaitu tahap persiapan, tahap pengumpulan dan pengolahan data dan tahap analisa data dan kesimpulan.

3.1 Tahap Identifikasi

Pada tahap ini dijelaskan mengenai tahapan dalam mengidentifikasi permasalahan yang ada di dalam perusahaan dan kerangka umum penyelesaian masalahnya.

1. Identifikasi Masalah

Peneliti menentukan topik penelitian serta masalah yang akan diangkat dan diteliti

2. Penentuan Tujuan Penelitian

Setelah mempunyai suatu permasalahan yang akan diteliti tersebut, ditentukan tujuan penelitian yang akan dilakukan.

3. Studi Pustaka dan Studi Lapangan

Tahap studi tentang perusahaan yang diteliti untuk mendukung tercapainya tujuan penelitian yang telah dirumuskan serta penelusuran referensi yang dapat bersumber dari buku, jurnal, maupun penelitian yang telah ada sebelumnya.

3.2 Pengumpulan dan Pengolahan Data

Pada tahap ini akan dijelaskan tentang tahapan pengumpulan dan pengolahan data dari permasalahan yang ada di perusahaan:

1. Manajemen Proyek

- a. Identifikasi kondisi eksisting proyek yang meliputi *Project Scope Management (project scope dan project objective)*, *Work Breakdown Structure (WBS)* dan *Project Scheduling* sehingga dapat diketahui proses yang terjadi selama pengerjaan proyek
- b. Penjadwalan dan pengendalian proyek menggunakan metode *critical project management* dengan menentukan *critical chain* dan memotong *safety time*

- pada durasi tercepat yang mungkin dicapai dalam penyelesaian pekerjaan.
- c. Menentukan ukuran *buffer time* dan letak *buffer time* yang berupa *feeding buffer* dan *project buffer* yang dialokasikan diakhir proyek untuk melindungi proyek dari ketidaktian yang mungkin terjadi.
 - d. Membandingkan durasi proyek eksisting dan durasi proyek yang menggunakan *critical chain project management*.
2. *Lean Construction*
- a. Identifikasi *waste* untuk menentukan aktivitas-aktivitas apa saja yang termasuk *non-value added activity (waste)* melalui wawancara, kuesioner dan observasi langsung.
 - b. Menentukan *critical waste* atau *waste* yang paling berpengaruh dengan mengidentifikasi bobot masing-masing *waste*. Metode yang dapat digunakan adalah BORDA yakni menyebar kuesioner frekuensi tingkat terjadinya *waste* untuk mengetahui bobot masing-masing *waste*

3.3 Analisa dan Interpretasi Data

Hasil pengumpulan dan pengolahan data pada proyek pembangunan kemudian akan dianalisa berdasarkan identifikasi yang telah dilakukan dan memberikan solusi yang tepat berdasarkan hasil analisa. Hasil pengumpulan dan pengolahan data pada proyek pembangunan kemudian akan dianalisa berdasarkan identifikasi yang telah dilakukan dan memberikan solusi yang tepat berdasarkan hasil analisa. Langkah yang diambil dalam tahap ini adalah sebagai berikut :

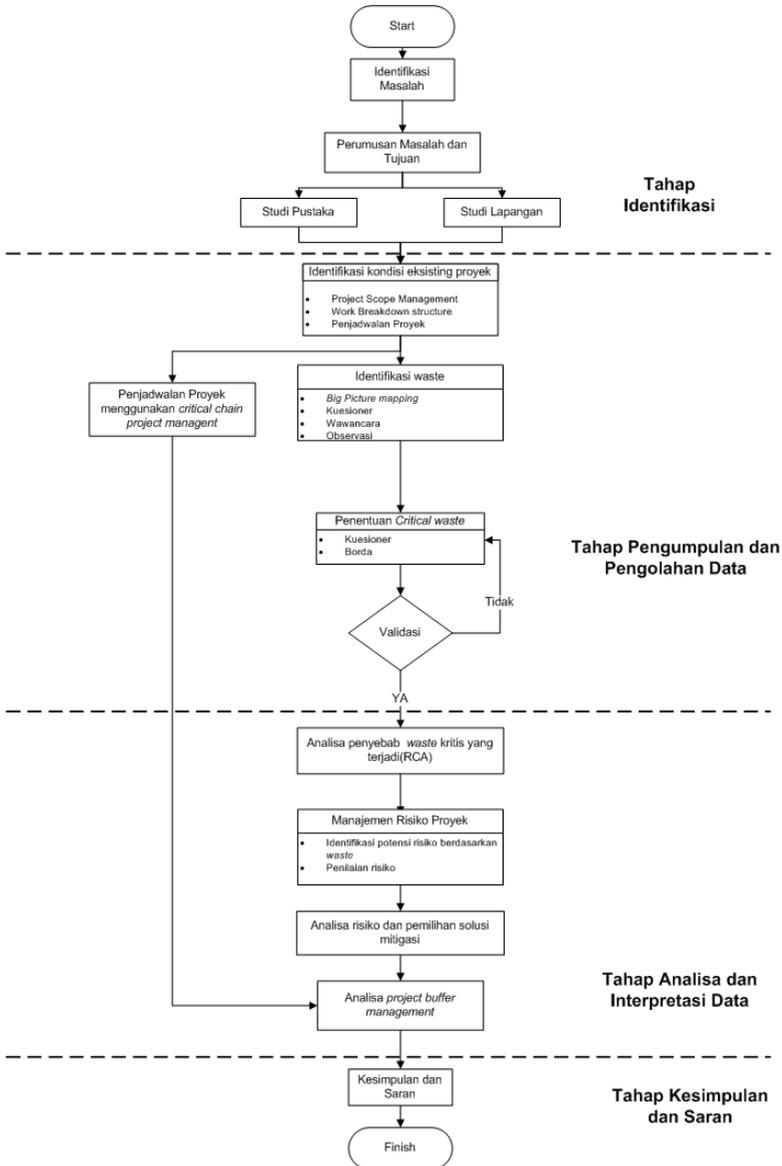
1. Analisa *waste* yang terjadi pada pelaksanaan proyek
2. Mencari penyebab terjadinya *waste* menggunakan *root cause analysis (RCA)* sebagai dasar penentuan tindakan preventif maupun pengendalian proses.
3. *Project risk management* yang mencakup identifikasi risiko, penilaian risiko dengan mempertimbangkan nilai

dampak, probabilitas dan kemudahan untuk dideteksi sehingga menghasilkan nilai risiko .

4. Analisa risiko dan pemilihan alternatif solusi mitigasi risiko
5. Analisa *buffer time management* apabila terjadi *waste*

3.4 Kesimpulan dan Saran

Setelah analisa dilakukan, dapat diperoleh kesimpulan dari penelitian *Lean construction* dan juga diajukan beberapa saran atau rekomendasi yang nantinya menunjang kontinuitas pelaksanaan alternatif solusi terpilih.



Gambar 3.1 Flowchart pengerjaan proyek

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai proses dan hasil dari pengumpulan data. Data dikumpulkan dari wawancara, data sekunder perusahaan, dan observasi langsung di proyek pembangunan. Data-data yang dikumpulkan akan diolah berdasarkan metodologi penelitian seperti yang tertera pada bab sebelumnya.

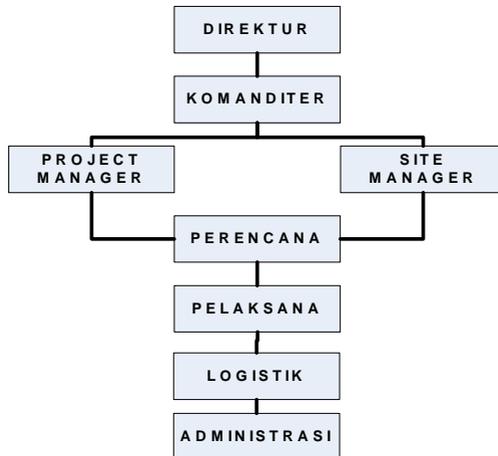
4.1 Gambaran Umum Perusahaan

CV. Catur Putra Utama berdiri sejak 28 Januari 2002 beralamat di Jalan Karang Menur II / 21 Surabaya dan bergerak di bidang jasa konstruksi. CV. Catur Putra Utama merupakan anak perusahaan dari PT. Royan Jaya yang lebih dulu berdiri dan bergerak di bidang yang sama.

Bidang pekerjaan yang dikerjakan oleh CV. Catur Putra adalah sebagai berikut :

1. Bidang arsitektural :
 - Bangunan Pergudangan dan Industri, termasuk perawatannya.
 - Bangunan non perumahan lainnya, termasuk perawatannya.
2. Bidang sipil :
 - Jalan raya, jalan lingkungan, termasuk perawatannya.
3. Pelabuhan atau dermaga.
 - Bendungan, irigasi, dan drainase.

Perusahaan ini dipimpin oleh seorang direktur yakni Maududi Qutb Muchlis, S.T dan komanditer yaitu Dyah Ayu Kusumaningtyas, SH. Gambar 4.1 Berikut ini adalah struktur organisasi CV. Catur Putra Utama :



Gambar 4.1 Struktur Organisasi perusahaan

4.2 Gambaran Umum Proyek dan Obyek Penelitian

Proyek pembangunan gedung BPPKB tahap II merupakan proyek pemerintah kota Surabaya dan berlokasi di jl. Ngagel Madya Surabaya dengan nilai proyek sebesar Rp 1.191.598.743,00. Proyek ini merupakan proyek pembangunan tahap II sehingga dapat dikategorikan dalam jenis proyek renovasi. Sumber dana proyek berasal dari APBD pemerintah provinsi Jawa Timur.

Pelaksanaan proyek dimulai pada tanggal 28 Juni 2011 sampai dengan 24 Oktober 2011 atau sekitar 126 hari kalender. Pada proyek ini, terdapat 5 jenis pekerjaan utama, yaitu pekerjaan lantai I, pekerjaan lantai II, pekerjaan pos jaga, pekerjaan pagar dan pekerjaan kawasan. Pengadaan material sepenuhnya dilakukan oleh pihak kontraktor pelaksana dengan membeli bahan baku dari toko bangunan yang terdekat dan memenuhi kriteria harga yang sesuai.



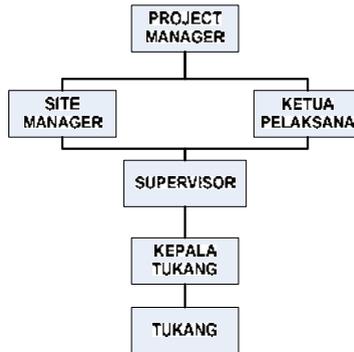
Gambar 4.2 Lokasi Proyek

Dalam pengerjaan proyek ini, terdapat pihak-pihak yang terlibat langsung yakni pihak *customer* atau departemen pemberdayaan perempuan dan keluarga berencana, konsultan perencana, konsultan pengawas, dinas pekerjaan umum (PU) dan kontraktor pelaksana yakni CV. Catur Putra Utama. Sedangkan untuk proyek tahap 1 dikerjakan oleh induk perusahaan yakni PT. Royan Jaya. Desain awal proyek dikerjakan oleh kontraktor perencana yang telah ditunjuk oleh *customer* sehingga kontraktor pelaksana hanya melaksanakan proses pengerjaan dengan mengacu pada detail yang telah disusun sebelumnya oleh konsultan perencana. Detail-detail proyek yang disusun oleh kontraktor perencana meliputi gambar bangunan dan bahan-bahan yang digunakan.



Gambar 4.3 Rencana realisasi gedung

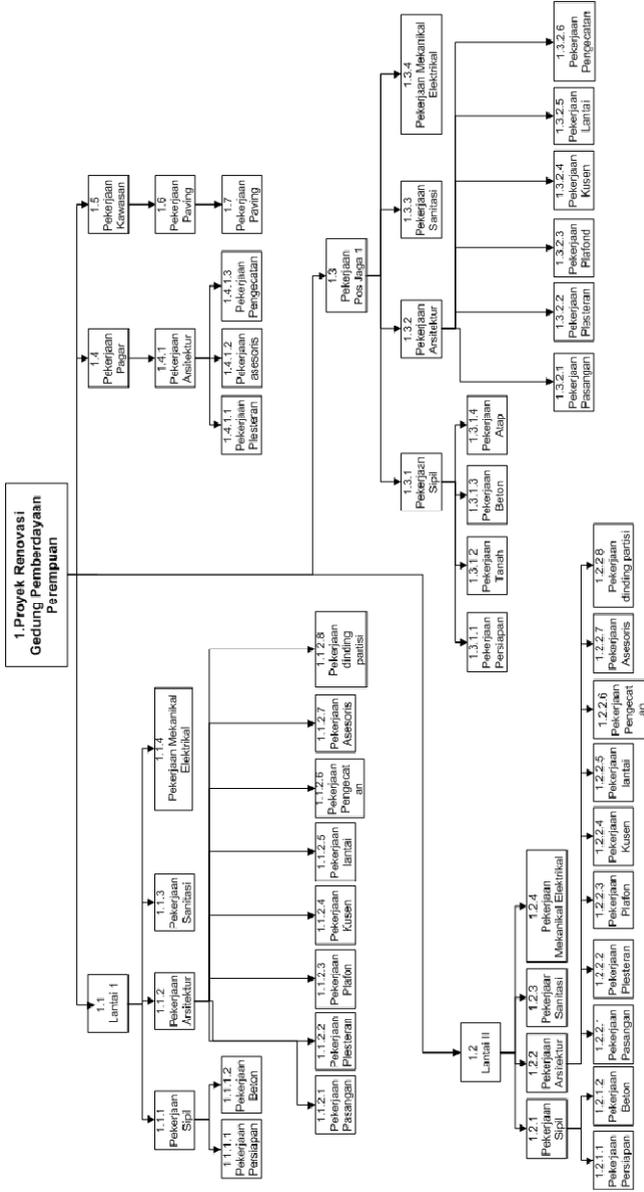
Selama proses pengerjaan, kontraktor pelaksana diawasi oleh konsultan pengawas yang ditunjuk oleh *customer* dan biasa disebut sebagai pihak ke-3. Fungsi pengawasan tersebut adalah supaya realisasi proyek tetap mengacu pada detail proyek yang telah disepakati sebelumnya. Apabila terjadi hal-hal yang menyimpang dari detail proyek, kontraktor pelaksana akan memberikan laporan berita acara sebagai penjelasan mengapa hal tersebut terjadi.



Gambar 4.4 Struktur organisasi proyek

4.2.1 Work Breakdown Structure (WBS)

Pengelompokan aktivitas-aktivitas proyek harus dikerjakan dan ditentukan berdasarkan gambar struktural dan gambar arsitektural, gambar struktural yang dimaksud adalah dengan menggunakan sistem *Work Breakdown Structure* (WBS). WBS menunjukkan aktivitas-aktivitas proyek secara keseluruhan, yang digunakan sebagai dasar penentuan *volume*, durasi aktivitas, biaya proyek, dan juga digunakan sebagai pedoman penjadwalan. Di dalam WBS dilakukan pemecahan dari proyek secara utuh hingga subderiverabel paling rendah (material / bahan baku) yang dibutuhkan. Bagan WBS proyek pembangunan gedung BPPKB tahap II secara umum dapat dilihat pada gambar 4.5



Gambar 4.5 Work Breakdown Structure

Pengerjaan proyek terdiri dari beberapa pekerjaan yaitu :

1. Pekerjaan persiapan

Pekerjaan pembersihan lahan maupun bangunan karena proyek ini merupakan proyek tahap 2, jadi sudah berbentuk bangunan. Pada sub-pekerjaan pos satpam, dilakukan pekerjaan uitzelt dan blowpank.

2. Pekerjaan beton

Meliputi pekerjaan kolom lapis, pekerjaan meja beton dan pembuatan balok latei sehingga memiliki bentuk beton yang sesuai dengan spesifikasi.

3. Pekerjaan pasangan

Fokus pekerjaan ini adalah penyusunan bata yang dibedakan berdasarkan jenis bata yakni bata tasraam dan bata 1 PC. Pekerjaan pasangan dikerjakan untuk masing-masing lantai dan pos jaga.



Gambar 4.6 Pekerjaan pasangan

4. Pekerjaan plesteran

Melapisi dinding bangunan dengan campuran antara pasir, semen dan air. Dikerjakan pada lantai 1, lantai 2 dan pos satpam.



Gambar 4.7 Pekerjaan plesteran

5. Pekerjaan Plafond

Secara umum, pekerjaan ini dibagi menjadi 2 yakni, pemasangan rangka plafond dan pemasangan plafond. Plafond akan dipasang di atap masing-masing lantai dan pos jaga.

6. Pekerjaan Kusen

Pemasangan kusen pada jendela dan pintu sesuai dengan ukuran yang dibutuhkan.

7. Pekerjaan Lantai

Meliputi pemasangan keramik pada lantai 1, lantai 2 dan pos jaga. Pemasangan keramik yang dilakukan pada dinding yang menggunakan keramik seperti di kamar mandi juga termasuk dalam pekerjaan lantai.

8. Pekerjaan pengecatan

Pengecatan pada dinding tembok dalam, tembok luar, dinding partisi, plafond, kalsiplank dan pelapisan cat anti bocor pada atap.

9. Pekerjaan aksesoris

Pekerjaan aksesoris meliputi pekerjaan railing tangga utama, railing tangga darurat, tulisan gedung dan benangan tali air dan jendela kanopi. Railing tangga merupakan pemasangan arsitektur pegangan tangga yang terbuat dari besi.



Gambar 4.8 Pekerjaan asesoris

10. Pekerjaan atap

Pekerjaan ini bertujuan untuk mengerjakan atap yang meliputi pemasangan rusuk atap dan pemasangan genteng pada lantai 2 dan pos jaga.

11. Pekerjaan sanitasi

Yakni pekerjaan yang berhubungan dengan sanitasi atau saluran pembuangan dan kamar mandi atau toilet yang meliputi pemasangan bak mandi, pemasangan kloset jongkok, pemasangan kloset duduk, dan sebagainya.

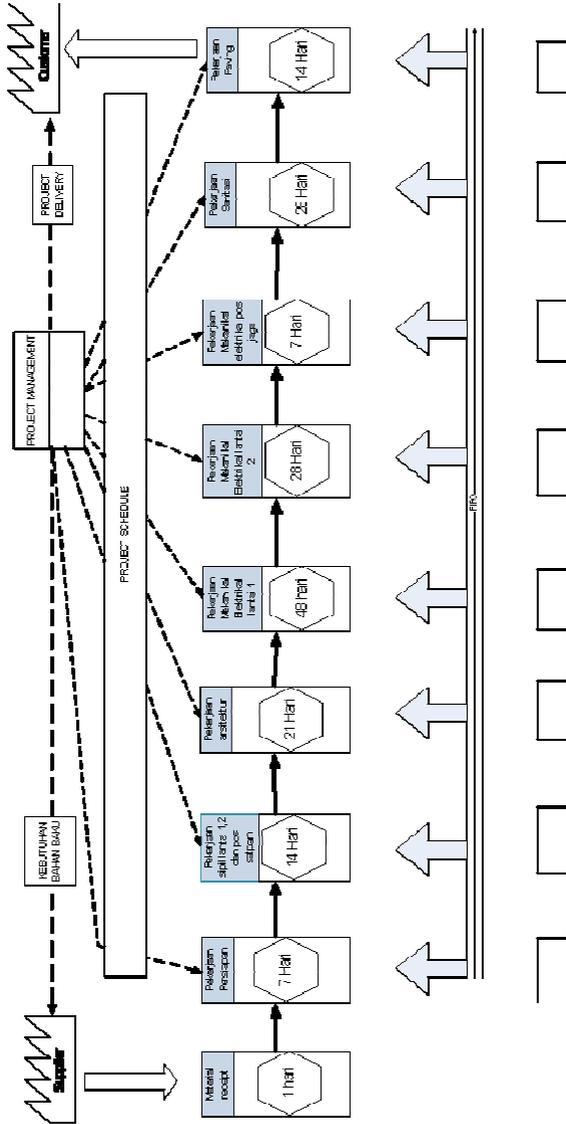
4.2.2 Big Picture Mapping

Big Picture Mapping merupakan sebuah *tools* yang digunakan untuk menggambarkan sistem secara keseluruhan dan *value stream* yang ada di dalam suatu organisasi dan industri. Sehingga *Big Picture Mapping* dapat diperoleh secara jelas gambaran mengenai aliran informasi dan aliran fisik dari perusahaan yang diamati. Selain itu, dengan menggunakan *Big Picture Mapping*, dapat diperoleh informasi mengenai *lead time* tiap proses dalam *value stream mapping* serta dapat juga digunakan untuk mengidentifikasi dimana terdapat *waste* serta keterkaitan dari setiap aliran fisik dan aliran informasi.

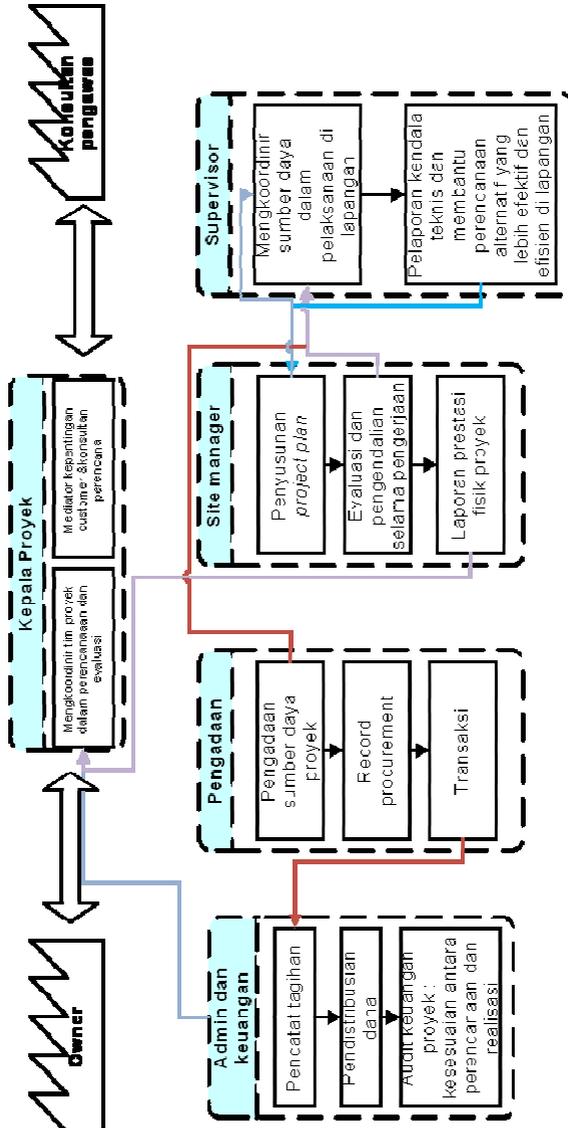
1. Aliran fisik

Berdasarkan hasil pengamatan, aliran fisik yang terjadi pada proyek pembangunan gedung BPPKB adalah sebagai berikut :

1. Aliran fisik dimulai dengan pengadaan sumber daya, baik material maupun tenaga kerja. Material yang didatangkan berasal supplier yang bertempat di sekitar proyek. Material tersebut didatangkan sesuai dengan jadwal kebutuhan yang berdasar pada jenis kegiatan.
2. Material yang datang akan diterima oleh bagian logistik dan disimpan di tempat penyimpanan. Dalam hal ini, gudang atau tempat penyimpanan berada di tempat-tempat kosong atau yang belum dikerjakan. Material tersebut akan diambil sesuai dengan kebutuhan. Sedangkan material yang diletakkan di tempat pengerjaan dapat langsung digunakan oleh pelaksana. Pekerja dialokasikan pada pekerjaan sesuai dengan ketrampilan masing-masing.
3. Apabila ada material yang membutuhkan pengerjaan lebih lanjut akan dilakukan pengerjaan terlebih dahulu kemudian baru dipasang, misalnya adalah kusen yang dipotong terlebih dahulu kemudian dipasang sesuai dengan tempat pemasangannya.



Gambar 4.9 Aliran fisik



Gambar 4.10 Aliran informasi

2. Aliran informasi

Berdasarkan hasil pengamatan, aliran informasi yang terjadi pada proyek pembangunan gedung BPPKB adalah sebagai berikut :

1. Aliran informasi dimulai ketika manajer proyek (kepala proyek) menyusun tim pelaksana yang bertugas untuk menjadi eksekutor pengerjaan proyek dan yang bertanggung jawab di lapangan (ketua pelaksana (*site manager*), *supervisor* (mandor) dan pekerja). Selain itu, manajer proyek juga membentuk bagian administrasi dan keuangan, logistik dan pengadaan yang merupakan bagian yang sama dalam perusahaan.
2. Instruksi berupa *project plan* yang tertuang dalam rencana anggaran biaya (RAB) diserahkan kepada *site manager* yang kemudian dijadikan pegangan dalam pelaksanaan proyek. Dalam pelaksanaan di lapangan, site manager dibantu oleh supervisor yang berpengalaman untuk mengevaluasi dan merubah metode pelaksanaan sehingga berjalan lebih efektif dan efisien.
3. Pihak pengadaan menjadwalkan kedatangan material dan tenaga kerja sesuai dengan urutan proses pengerjaan yang terlebih dahulu dirancang dalam rencana anggaran biaya (RAB). Pihak pengadaan secara teratur akan melakukan pelaporan pembelian barang dan penyediaan tenaga kerja kepada pihak administrasi dan keuangan untuk kemudian dicairkan dananya. Selain itu, pihak administrasi dan keuangan akan mengaudit keuangan bersama dengan project manager, apakah jumlah uang yang dikeluarkan sesuai dengan perencanaan sebelumnya yang tertuang dalam RAB. Apabila ada ketidaksesuaian maka hal-hal yang menyebabkan ketidaksesuaian tersebut untuk kemudian dilakukan pelaporan mengenai hal tersebut.
4. Pengendalian yang dilakukan oleh site manager merupakan evaluasi prestasi fisik yang tertera dalam

master schedule dan memuat kurva S yang memiliki bobot prestasi dan bobot nilai proyek dalam tiap harinya. Dalam pelaksanaan proyek, terdapat pengendalian yang dilakukan berupa rapat mingguan dan evaluasi bulanan yang berfungsi untuk menentukan langkah-langkah pengerjaan selanjutnya agar proyek selesai sesuai dengan *deadline* dan mengevaluasi tingkat pencapaian proyek sesuai dengan prestasi fisik yang tertera dalam *master schedule*.

Berdasarkan tipe aktivitas dalam organisasi (Hines dan Taylor, 2000) maka aktivitas-aktivitas pada proyek pembangunan gedung BPPKB tahap II dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

Tabel 4.1 Tipe aktivitas

No.	Nama	VA	NNVA	NVA
A	Perencanaan awal		√	
B	Pengadaan sumber daya		√	
C	Material Receipt		√	
D	Pekerjaan persiapan tanah			
D.1	Pembersihan lapangan		√	
D.2	Pengangkutan tanah		√	
D.3	Pengurugan pasir		√	
D.4	Pengurugan Sirtu		√	
E	Pekerjaan sipil			
E.1	Pekerjaan beton	√		
E.2	Pekerjaan atap	√		
F	Pekerjaan arsitektur			
F.1	Pekerjaan pasangan	√		
F.2	Pekerjaan plesteran	√		
F.3	Pekerjaan plafond	√		
F.4	Pekerjaan kusen	√		
F.5	Pekerjaan asesoris	√		
F.6	Pekerjaan dinding partisi	√		
F.7	Pekerjaan pengecatan	√		
G	Pekerjaan mekanikal elektrikal	√		
H	Pekerjaan sanitasi	√		
I	Pekerjaan kawasan	√		

Berdasarkan keseluruhan aktivitas pengerjaan proyek yang dilakukan, diperoleh 63% merupakan *value added activity* dan 37 % merupakan *non-value added activity*

4.3 Identifikasi waste

Identifikasi *waste* proyek dilakukan berdasarkan wawancara, kuesioner dan observasi langsung. Berikut ini merupakan *waste* yang terjadi selama tahap implementasi proyek, dimana *waste* yang terjadi diklasifikasikan berdasarkan 9 *waste (E-DOWNTIME)*.

1. *Environment, health and safety*

Waste yang berhubungan dengan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) dan kesejahteraan pekerja di lingkungan proyek. Pada pelaksanaan proyek pembangunan gedung BPPKB tahap 2 ini prinsip-prinsip EHS sudah diterapkan cukup baik. Dimana kesejahteraan pekerja diperhatikan dengan membangun pondok tempat tinggal dan toilet untuk pekerja. Namun, masih terdapat beberapa kondisi dimana pekerja tidak menggunakan peralatan K3 dalam melakukan aktivitas sehingga terjadi kecelakaan minor seperti tertusuk paku. Pada proyek ini, jenis pekerjaan yang memiliki risiko tinggi untuk kecelakaan kerja sangat sedikit.

2. *Defect*

Waste yang disebabkan oleh kondisi pada material yang dibutuhkan mengalami kerusakan akibat proses pemasangan, pembuatan atau penyimpanan. Selain itu, dapat juga disebabkan oleh hasil pengerjaan proyek tidak sesuai dengan standar yang ditetapkan. Antara lain:

- Material yang dikirim oleh *supplier* mengalami kerusakan baik diakibatkan oleh proses pengiriman maupun proses penyimpanan.
- Hasil pengerjaan yang tidak sesuai dengan standard pengerjaan yang telah ditetapkan.

3. *Overproduction*

Waste yang disebabkan karena menyediakan dan memproduksi material yang melebihi kebutuhan atau yang belum dibutuhkan, sehingga material tersebut tidak dapat digunakan. Antara lain:

- Material *precast concrete* yang diolah melebihi kebutuhan sehingga terdapat sisa.
- Pemotongan kayu, keramik maupun bahan lainnya sebelum dibutuhkan sehingga terjadi ketidaksesuaian antara yang dibutuhkan dengan yang dikerjakan.

4. *Waiting*

Waste yang terjadi akibat penggunaan waktu yang tidak efektif sehingga menyebabkan tertundanya pekerjaan. Antara lain:

- Menunggu kedatangan material
- Menunggu instruksi dari pihak *customer* dan konsultan perencana bersama dengan *project manager*
- Menunggu ketersediaan sumber daya manusia
- Menunggu proses pengerjaan ulang

5. *Not utilizing employee, knowledge and skill*

Kondisi dimana pekerja tidak dipekerjakan secara maksimal, semisal adanya kelebihan jumlah pekerja dan tidak diterapkannya prinsip *right man in the right place*. Antara lain :

- Terdapat beberapa pekerja yang melakukan pekerjaan yang tidak sesuai dengan bidangnya. Seperti tukang kayu mengerjakan pekerjaan tukang batu.

6. *Transportation*

Pergerakan aliran fisik dan informasi yang berlebihan pada proses pengerjaan atau pemindahan material yang menyebabkan pemborosan waktu, tenaga dan biaya. Antara lain :

- Pemindahan bahan baku dari tempat penyimpanan menuju tempat kerja (*jobsite*) dan ke *jobsite* yang lain.

7. *Inventory*

Waste yang muncul akibat persediaan material yang berlebih (melebihi yang dibutuhkan), sehingga menambah penanganannya dan tambahan biaya penanganannya. Antara lain:

- Jumlah material yang dipesan melebihi yang seharusnya dibutuhkan sehingga menyebabkan penumpukan material di tempat penyimpanan.
- Material yang digunakan pada aktivitas tertentu berada terlalu lama di tempat penyimpanan dikarenakan waktu pelaksanaan aktivitas tersebut mengalami kemunduran.

8. *Motion*

Dapat diartikan sebagai pergerakan pekerja yang tidak produktif atau tidak memberikan nilai tambah. Aktivitas yang tergolong *unnecessary motion* adalah:

- Pekerja melakukan gerakan yang tidak diperlukan seperti mondar mandir untuk melihat detail pekerjaan dan bersenda gurau.

9. *Excess processing*

Penambahan aktivitas yang terjadi dikarenakan proses berjalan tidak efisien akan tetapi tidak memberikan nilai tambah pada pengerjaan yang dilakukan. Antara lain:

Pembelian ulang material dikarenakan terjadi perubahan detail proyek.

- Redesain detail pekerjaan karena permintaan *customer*.
- Proses pengerjaan ulang (*rework*)

4.3.1 Pengukuran *waste* yang paling berpengaruh

Untuk mengidentifikasi *waste* paling berpengaruh pada proyek dilakukan dengan menggali informasi dari pelaksana proyek melalui penyebaran kuesioner. Kuesioner berisi pertanyaan yang ditujukan untuk mengetahui seberapa sering terjadinya *waste* pada pengerjaan proyek. Hal ini dilakukan dengan menggunakan metode BORDA yaitu dengan memberikan peringkat untuk masing-masing jenis *waste* serta mengalikkannya dengan bobot yang telah sesuai yaitu peringkat 1 mempunyai bobot tertinggi yaitu $(n - 1)$

demikian seterusnya. Dimana *waste* yang mempunyai nilai tertinggi adalah *waste* yang sering terjadi pada proses pengerjaan proyek gedung BPPKB.

Kuesioner ini diberikan kepada 5 responden yang menjadi tim pelaksana pengerjaan proyek yakni :

1. Bapak Devin Nuruddin, ST sebagai manajer proyek
2. Bapak Isnaini Aji Waluyo, ST sebagai *site manager*.
3. Bapak Miftachul Maqna sebagai ketua pelaksana lapangan.
4. Bapak Feroji sebagai supervisor proyek
5. Bapak Eko Cahyono sebagai supervisor proyek

Tabel 4.2 Rekap kuesioner

No.	Jenis Waste	Peringkat									Rangking	Bobot
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1	Environmental health and safety	0	0	0	0	0	1	0	2	2	5	0.027778
2	Defect	0	1	2	2	0	0	0	0	0	29	0.161111
3	Overproduction	0	1	2	2	0	0	0	0	0	29	0.161111
4	waiting	2	1	1	1	0	0	0	0	0	34	0.188889
5	not utilizing employee knowledge and skill	0	0	0	0	2	2	1	0	0	16	0.088889
6	transportation	0	0	0	0	1	2	1	1	0	13	0.072222
7	Inventory	0	0	0	0	1	0	1	1	2	7	0.038889
8	motion	0	0	0	0	1	0	2	1	1	9	0.05
9	excess processing	3	2	0	0	0	0	0	0	0	38	0.211111
	Bobot	8	7	6	5	4	3	2	1	0	180	

Tabel 4.3 Urutan *waste* berdasarkan bobot

No.	Waste	Bobot
1	excess processing	0.21111
2	waiting	0.18889
3	Defect	0.16111
4	Overproduction	0.16111
5	not utilizing employee knowledge and skill	0.08889
6	transportation	0.07222
7	motion	0.05
8	Inventory	0.03889
9	Environmental health and safety	0.02778

4.4 Penjadwalan proyek menggunakan metode *critical chain project management*

Penjadwalan *critical chain project management* bertujuan untuk menghindari masalah-masalah yang mungkin terjadi seperti *student's syndrome*, *parkinson law* dan keterbatasan sumberdaya yang dapat mengakibatkan keterlambatan proyek. Pada penjadwalan yang dibuat oleh pihak perusahaan saat ini, waktu cadangan ditempatkan pada masing-masing aktivitas sehingga dapat menyebabkan terjadinya *student's syndrome*.

Pada proyek pembangunan gedung BPPKB, terdapat alat pengendali proyek yang berfungsi untuk memonitoring kinerja proyek. Alat pengendali proyek biasa digunakan adalah sebagai berikut :

1. Jadwal Pelaksanaan

Jadwal pelaksanaan yang digunakan berupa *master schedule* yang merupakan kombinasi antara bagan balok yang menunjukkan waktu yang dipergunakan pada proyek kurva-s yang menunjukkan prestasi pekerjaan, dari gambar tersebut dapat diketahui bahwa lebih lambat maupun lebih cepat sekaligus menunjukkan prestasi fisik yang dicapai pada pengerjaan proyek dari jadwal yang telah direncanakan.

2. Laporan kegiatan

Laporan kegiatan merupakan hasil *monitoring* terhadap pekerjaan yang telah dilaksanakan, dimana terdapat dua jenis laporan, yaitu laporan lisan dan laporan tertulis (laporan mingguan, laporan bulanan dan evaluasi progres mingguan).

3. Rapat proyek

Rapat proyek berfungsi sebagai sarana komunikasi antara pihak-pihak yang terlibat dalam pengerjaan proyek yang berupa rapat eksternal (koordinasi) dan rapat internal kontraktor.

4.4.1 Penjadwalan awal proyek

Sebelum melakukan penjadwalan dengan metode critical chain project management, dapat dilihat penjadwalan eksisting proyek yang telah disusun oleh pihak perusahaan pada *Ms. Project* yaitu sebagai berikut:

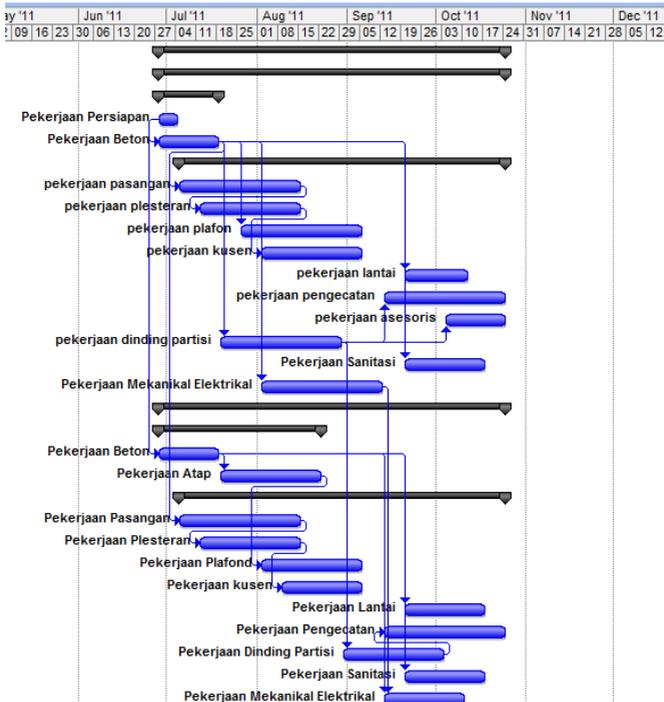
	WBS	Task Name	Duration	Start	Finish
1	1	Proyek Renovasi Gedung	119 days?	Tue 28/06/11	Mon 24/10/11
2	1.1	Lantai 1	119 days?	Tue 28/06/11	Mon 24/10/11
3	1.1.1	Pekerjaan Sipil	21 days?	Tue 28/06/11	Mon 18/07/11
4	1.1.1.1	Pekerjaan Persiapan	7 days?	Tue 28/06/11	Mon 04/07/11
5	1.1.1.2	Pekerjaan Beton	21 days?	Tue 28/06/11	Mon 18/07/11
6	1.1.2	Pekerjaan arsitektur	112 days?	Tue 05/07/11	Mon 24/10/11
7	1.1.2.1	pekerjaan pemasangan	42 days?	Tue 05/07/11	Mon 15/08/11
8	1.1.2.2	pekerjaan plesteran	35 days?	Tue 12/07/11	Mon 15/08/11
9	1.1.2.3	pekerjaan plafon	42 days?	Tue 26/07/11	Mon 05/09/11
10	1.1.2.4	pekerjaan kusen	35 days?	Tue 02/08/11	Mon 05/09/11
11	1.1.2.5	pekerjaan lantai	22 days?	Tue 20/09/11	Tue 11/10/11
12	1.1.2.6	pekerjaan pengecatan	42 days?	Tue 13/09/11	Mon 24/10/11
13	1.1.2.7	pekerjaan asesoris	21 days?	Tue 04/10/11	Mon 24/10/11
14	1.1.2.8	pekerjaan dinding parti	42 days?	Tue 19/07/11	Mon 29/08/11
15	1.1.3	Pekerjaan Sanitasi	28 days?	Tue 20/09/11	Mon 17/10/11
16	1.1.4	Pekerjaan Mekanikal Elektr	42 days?	Tue 02/08/11	Mon 12/09/11
17	1.2	Lantai 2	119 days?	Tue 28/06/11	Mon 24/10/11
18	1.2.1	Pekerjaan Sipil	56 days?	Tue 28/06/11	Mon 22/08/11
19	1.2.1.1	Pekerjaan Beton	21 days?	Tue 28/06/11	Mon 18/07/11
20	1.2.1.2	Pekerjaan Atap	35 days?	Tue 19/07/11	Mon 22/08/11
21	1.2.2	Pekerjaan Arsitektur	112 days?	Tue 05/07/11	Mon 24/10/11
22	1.2.2.1	Pekerjaan Pemasangan	42 days?	Tue 05/07/11	Mon 15/08/11
23	1.2.2.2	Pekerjaan Plesteran	35 days?	Tue 12/07/11	Mon 15/08/11
24	1.2.2.3	Pekerjaan Plafond	35 days?	Tue 02/08/11	Mon 05/09/11
25	1.2.2.4	Pekerjaan kusen	28 days?	Tue 09/08/11	Mon 05/09/11
26	1.2.2.5	Pekerjaan Lantai	28 days?	Tue 20/09/11	Mon 17/10/11
27	1.2.2.6	Pekerjaan Pengecatan	42 days?	Tue 13/09/11	Mon 24/10/11
28	1.2.2.7	Pekerjaan Dinding Parti	35 days?	Tue 30/08/11	Mon 03/10/11
29	1.2.3	Pekerjaan Sanitasi	28 days?	Tue 20/09/11	Mon 17/10/11
30	1.2.4	Pekerjaan Mekanikal Elektr	28 days?	Tue 13/09/11	Mon 10/10/11

Gambar 4.11 Durasi pekerjaan

Durasi proyek yang direncanakan adalah 119 hari kalender dan berada pada rentang waktu 28 juni 2011 – 24 oktober 2011.

Pada penjadwalan eksisting proyek, beberapa aktivitas pekerjaan yang berjenis sama di kerjakan secara bersamaan.

Misalnya adalah paket pekerjaan beton, plesteran kusen dan lantai. Pekerjaan-pekerjaan tersebut merupakan pekerjaan berjenis sama (tipikal) akan tetapi berada pada sub kegiatan yang berbeda yakni di lantai 1, lantai 2 dan pos jaga. Terdapat juga pekerjaan yang tumpang tindih salah satunya adalah pekerjaan pasangan yang mulai dikerjakan sebelum pekerjaan pasangan sebagai *predecessornya* selesai 100%.



Gambar 4.12 Gantt chart awal proyek

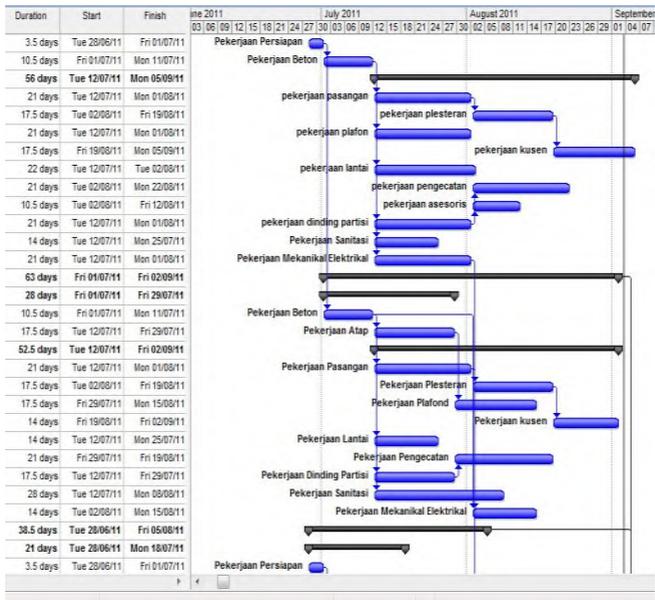
Hubungan antar pekerjaan memiliki ketergantungan yang disebabkan oleh sifat kegiatan itu sendiri. Terdapat beberapa paket pekerjaan yang memiliki ketergantungan yang disebabkan oleh sifatnya sendiri. Sebagai contoh untuk memulai paket pekerjaan dinding partisi lantai 2, pekerjaan

dinding partisi lantai 1 harus selesai 100%. Begitu pula untuk memulai pekerjaan dinding partisi lantai 1, pekerjaan beton harus selesai 100%.

Dalam hal sumberdaya yang berasal dari *resource pool* (tenaga kerja) yang sama, khususnya pada pekerjaan tipikal seperti yang telah dijelaskan sebelumnya tidak mengalami masalah sehingga memungkinkan untuk dilakukan pekerjaan yang tumpang tindih. Misalnya pada pekerjaan plesteran lantai 1 dan pekerjaan plesteran lantai 2, *resource pool* dibagi menjadi 2 grup. Grup 1 mengerjakan pekerjaan plesteran lantai 1 dan grup 2 mengerjakan pekerjaan plesteran lantai 2.

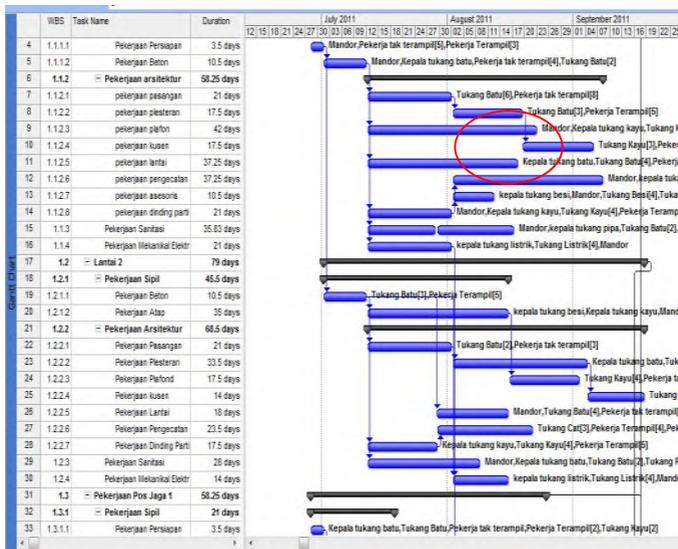
4.4.2 Penjadwalan ulang menggunakan *Critical Chain Project Management* (CCPM)

Dalam pembuatan jadwal pengerjaan proyek pembangunan gedung BPPKB tahap II dengan metode CCPM, hubungan pekerjaan dilakukan dengan *Finish to start* dan langkah pertama yang perlu dilakukan adalah menghilangkan waktu pengaman (*hidden safety*) menggunakan 50% probabilitas waktu pelaksanaan untuk menyelesaikan setiap pekerjaan. Sebagai gambaran dari proses yang dilakukan dapat dilihat pada gambar 4.13 sebagai berikut :



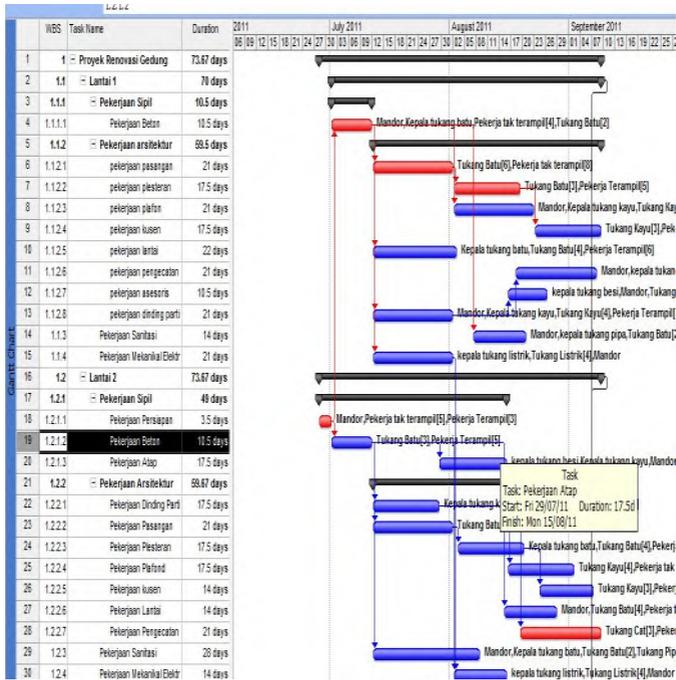
Gambar 4.13 *gant* chart pekerjaan setelah dilakukan pemotongan durasi menggunakan probabilitas 50%

Setelah dilakukan pemotongan durasi menggunakan 50% probabilitas, langkah selanjutnya adalah mengidentifikasi yang menjadi batasan kapasitas proyek sehingga untuk mengatasi ketersediaan sumberdaya maka semua pekerjaan yang mengalami konflik sumber daya dari *resource pool* yang sama harus dipisahkan dengan meninjaunya dari pekerjaan yang paling akhir menuju pekerjaan yang paling awal. Hal tersebut disebabkan untuk menghindari adanya *multi-tasking* yang tidak diperkenankan oleh metode *critical chain*. *Multitasking* yang dimaksud apabila ada satu sumberdaya yang mengerjakan lebih dari satu jenis pekerjaan.



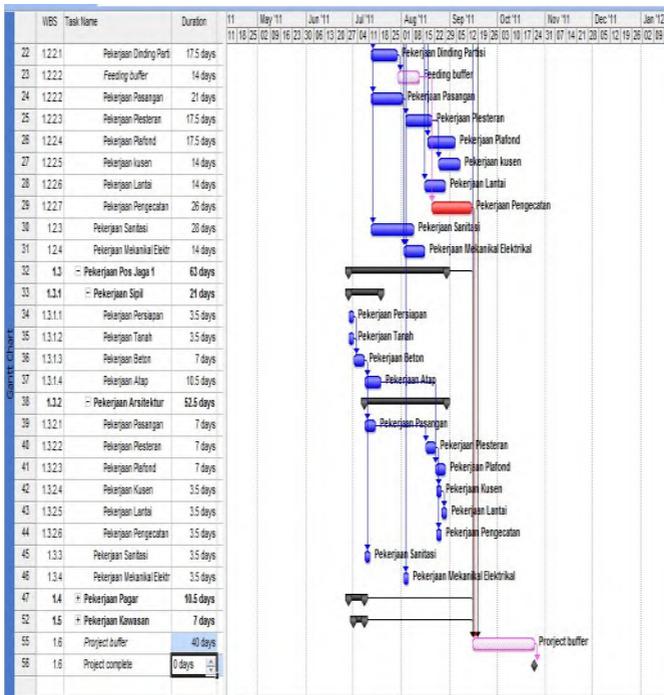
Gambar 4.14 Konflik sumber daya

Setelah menghilangkan konflik sumber daya maka langkah selanjutnya adalah mengidentifikasi *critical chain* (rangkaian kegiatan yang durasinya mewakili durasi proyek) yang merupakan rangkaian kegiatan terpanjang. Pada proyek pembangunan gedung BPPKB ini, *critical chain* terdiri dari aktivitas pekerjaan persiapan, pekerjaan atap lantai 2, pekerjaan pemasangan lantai 2, pekerjaan plesteran lantai 2 dan pekerjaan kusen lantai 2.



Gambar 4.15 Identifikasi rantai kritis

Langkah terakhir adalah memasukkan *buffer time* (waktu penyangga) baik sebagai *project buffer* dan *feeding buffer*. *Project buffer* digunakan untuk melindungi pekerjaan-pekerjaan yang berada pada rantai kritis. Sedangkan *feeding buffer* digunakan untuk melindungi rantai kritis apabila ada pekerjaan non rantai kritis menjadi *precedence activity*. Panjang dari *project buffer* dapat dihitung dengan pemotongan panjang rantai kritis menjadi setengah. Dimana panjang rantai kritis adalah sebesar 79 hari, sehingga panjang *project buffer* adalah sebesar 39,5 hari.



Gambar 4.16 Alokasi *project buffer* dan *feeding buffer*

Dari gambar 4.16 diatas, dapat diketahui bahwa *feeding buffer* ditempatkan setelah pekerjaan dinding partisi lantai 2 dan sebelum menuju ke salah satu pekerjaan yang terdapat pada rantai kritis yakni pekerjaan pengecatan. Durasi penyelesaian proyek apabila *project buffer* terkonsumsi secara keseluruhan adalah 119 hari, atau sama dengan jumlah durasi awal.

BAB V

ANALISIS DAN INTEPRETASI DATA

5.1 Analisa Penyebab Waste Yang Paling Berpengaruh

Setelah waste yang paling berpengaruh (*critical waste*) telah teridentifikasi, maka langkah selanjutnya adalah mengidentifikasi faktor-faktor penyebab terjadinya waste tersebut. Dalam menganalisa penyebab terjadinya waste yang terjadi selama pengerjaan proyek, metode yang digunakan adalah *Root Cause Analyze (RCA)*.

RCA adalah suatu metode untuk mencari akar penyebab dari permasalahan yang terjadi. Untuk mencari akar permasalahan ini digunakan metode 5 *Why*.

Tabel 5.1 RCA *sub-waste excess processing*

Waste	Sub waste	Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5
Excess processing	Proses pengerjaan ulang (rework)	Hasil pengerjaan tidak sesuai spesifikasi	Terjadi kesalahan pengerjaan	kesalahan pekerja	Tidak ada jadwal briefing secara pasti	Manajer proyek tidak menyusun jadwal briefing
				Metode pengerjaan salah	Konsultan perencanaan salah memperkirakan standard/metode pengerjaan	Penyelarasan detail pekerjaan antara konsultan perencana, kontraktor dan
	Pembelian ulang material	Kebutuhan akan material yang tidak sesuai	penambahan detail pekerjaan karena permintaan owner			
	desain ulang detail pekerjaan	Perubahan detail pekerjaan	detail pengerjaan tidak dapat direalisasikan	Kesalahan dalam perancangan awal		
			Penyesuaian dengan perkembangan kondisi proyek	Perubahan keinginan customer		

Pada tabel 5.1 dapat diketahui bahwa waste excess processing memiliki sub waste, dan masing-masing sub waste memiliki akar penyebab.

- Sub waste proses pengerjaan ulang (*rework*)

Apabila hasil pengerjaan tidak sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan sesuai dalam rencana anggaran biaya (RAB)

proyek, maka harus dilakukan pengerjaan ulang. Pengerjaan ulang dapat berupa pembongkaran jika kesalahan baru diketahui ketika material sudah terpasang dengan bangunan. Selain itu, pengerjaan ulang dapat berupa pengerjaan kembali jika kesalahan telah terdeteksi sebelum material tersebut telah terpasang pada bangunan. Hal yang menyebabkan hasil pengerjaan tidak sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan adalah kesalahan dari pekerja. Hal tersebut tentu saja terjadi dari adanya *human error* dan ketrampilan pekerja yang tidak sesuai dengan harapan. Akan tetapi hal tersebut dapat diminimalisir dengan pengawasan dan pengarahan yang diberikan dilapangan sehingga akar permasalahan dari *sub waste* ini yang pertama adalah tidak adanya briefing kepada pekerja mengenai metode pengerjaan. Hal tersebut seharusnya dapat diterjemahkan oleh manajer proyek sehingga pekerja mengerti apa standard pengerjaannya. Yang kedua adalah apabila detail pengerjaan yang telah disusun pada RAB tidak dapat direalisasikan atau tidak sesuai dengan kondisi eksisting yang terjadi dalam pengerjaan proyek. Hal tersebut disebabkan kurangnya penyelarasan detail pekerjaan antara konsultan perencanaan, kontraktor dan konsumen.

- Pembelian ulang material

Pembelian ulang material yang dimaksud adalah pembelian material yang berbeda ataupun pembelian material yang sama. Penyebab pembelian ulang material pada proyek ini adalah perubahan jenis material yang digunakan. Material yang dirubah adalah material untuk jenis pekerjaan yang membutuhkan material jadi. Misalnya adalah pintu kaca, plafond dan sebagainya. Pembelian ulang material disebabkan oleh perubahan keinginan oleh konsumen yang dalam hal ini adalah departemen pemberdayaan perempuan dan keluarga berencana.

- Desain ulang detail pekerjaan

Penyebab desain ulang detail pekerjaan adalah keharusan untuk merubah detail pekerjaan karena tidak relevan dengan kondisi eksisting proyek. Detail yang berubah dapat berupa ukuran, jenis material yang digunakan dan rincian bobot campuran. Terdapat

dua penyebab yang mengakibatkan detail suatu pekerjaan dapat berubah, yang pertama adalah metode pengerjaan eksisting tidak dapat direalisasikan sesuai kondisi proyek. Apabila detail pekerjaan awal tidak dapat direalisasikan, maka diperlukan penyesuaian yang dalam hal ini adalah proses perancangan ulang. Sebab yang kedua adalah perubahan keinginan konsumen seperti yang telah dijelaskan pada *sub waste* sebelumnya.

Tabel 5.2 RCA *waste waiting*

Waste	Sub waste	Why 1	Why 2	Why 3	Why 4
Waiting	Menunggu kedatangan material	pengiriman material mengalami keterlambatan	ketidaktepatan jadwal kedatangan material	replacement material Kesalahan dalam memperkirakan jadwal pemesanan	material awal tidak sesuai spesifikasi
	Menunggu instruksi detail proyek	Perubahan detail pekerjaan setelah proyek berjalan	metode pengerjaan tidak sesuai dengan realisasi Penyesuaian dengan perkembangan kondisi proyek	Kesalahan dalam perancangan awal Perubahan keinginan customer	Kurangnya keterlibatan kontraktor dalam perancangan awal
	Menunggu ketersediaan sumber daya manusia	Shortage tenaga kerja pada aktivitas-aktivitas tertentu	Kurangnya relasi dengan sumber tenaga kerja		
	Menunggu proses pengerjaan ulang	Pengerjaan sebelumnya masih dalam proses penyelesaian	Terjadi pengerjaan ulang pada aktivitas sebelumnya	Terjadi kesalahan pengerjaan	

Tabel 5.2 merupakan RCA dari *waste waiting* yang memiliki sub waste dan masing-masing sub waste memiliki akar penyebab.

- Menunggu kedatangan material

Menunggu kedatangan material merupakan *non-value added activity* yang diakibatkan oleh pengiriman material yang mengalami keterlambatan. Keterlambatan pengiriman dapat disebabkan oleh keterlambatan pemesanan sebagai akibat dari ketidaktepatan jadwal kedatangan material. Semisal *lead time* pengiriman adalah dua hari dan material harus datang pada hari jum'at, akan tetapi pesanan kepada supplier atau pencarian material pada toko bangunan di sekitar proyek dilakukan pada

hari kamis sehingga menyebabkan keterlambatan. Selain itu, dapat disebabkan pula oleh *replacement* material yang disebabkan material awal tidak sesuai spesifikasi sehingga nantinya akan menyebabkan pemesanan kembali material.

- Menunggu instruksi

Menunggu instruksi dapat terjadi pada berbagai level organisasi proyek. Instruksi yang dimaksud adalah mengenai metode pengerjaan dan standard pengerjaan yang ingin dicapai. Penyebab utamanya adalah perubahan detail pekerjaan. Detail pekerjaan yang berubah dapat meliputi spesifikasi material, metode pengerjaan dan standard hasil pengerjaan. Perubahan detail pekerjaan sendiri dapat disebabkan oleh penyesuaian dengan kondisi proyek sekarang. Akar permasalahan dari sub waste menunggu instruksi yang pertama adalah kurangnya keterlibatan kontraktor dalam proses perancangan. Hal tersebut dapat memicu tidak dapat direalisasikan rancangan yang dibuat oleh konsultan perencana. Selain itu, perubahan keinginan konsumen juga turut andil dalam akar penyebab sub waste menunggu instruksi. Apabila konsumen menghendaki perubahan detail pekerjaan, maka konsumen akan menghubungi pihak manajer proyek, baru kemudian manajer proyek menginformasikan hal tersebut kepada bawahannya.

- Menunggu ketersediaan sumberdaya manusia

Akar permasalahan dari ketersediaan sumberdaya manusia atau pekerja adalah kelangkaan pekerja pada penyedia tenaga kerja yang menjadi rujukan utama kontraktor. Hal tersebut tidak akan terjadi apabila kontraktor memiliki alternatif sumber pekerja yang lainnya.

- Menunggu proses pengerjaan ulang

Sub waste ini merupakan hasil dari *waste excessive processing* dimana hal tersebut telah dijelaskan pada bagian *sub waste* proses pengerjaan ulang (*rework*). Akibat adanya pengerjaan ulang adalah *delay* pada aktivitas selanjutnya sehingga dapat mempengaruhi durasi proyek secara umum. Akar permasalahan dari *sub waste* ini yang pertama adalah tidak adanya briefing

kepada pekerja mengenai metode pengerjaan. Hal tersebut seharusnya dapat diterjemahkan oleh manajer proyek sehingga pekerja mengerti apa standard pengerjaannya. Yang kedua adalah apabila detail pengerjaan yang telah disusun pada RAB tidak dapat direalisasikan atau tidak sesuai dengan kondisi eksisting yang terjadi dalam pengerjaan proyek. Hal tersebut disebabkan kurangnya penyesuaian detail pekerjaan antara konsultan perencana, kontraktor dan konsumen.

5.2 Analisa Risiko Berdasarkan Waste

Dalam menentukan risiko terjadinya *waste*, alat yang digunakan adalah *project risk management*. Risiko dan waste sangat erat kaitannya. Dimana risiko dalam proyek merupakan segala sesuatu yang terjadi maupun yang belum terjadi dan memberikan dampak baik negatif maupun positif pada tujuan akhir proyek. Waste sendiri merupakan segala pemborosan atau aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah kepada *customer*. Sehingga dapat dikatakan waste sendiri merupakan salah satu atau beberapa jenis risiko yang terjadi selama pengerjaan proyek pembangunan gedung BPPKB tahap II.

5.2.1 Identifikasi risiko

Langkah pertama yang dilakukan adalah mengidentifikasi kejadian risiko (*risk event*) yang terjadi dan yang berhubungan dengan waste kritis selama pengerjaan proyek. Faktor risiko (*risk factor*) adalah penyebab terjadinya kejadian risiko dimana peluang terjadinya risiko ditentukan oleh hal ini. Sedangkan, pengaruh risiko (*risk effect*) adalah dampak kejadian risiko terhadap obyektif proyek. Pada bagian ini, kejadian risiko, faktor risiko dan pengaruh risiko diidentifikasi. Berikut ini merupakan daftar kejadian risiko yang diidentifikasi berdasarkan tabel RCA waste kritis proyek. Pada proyek pembangunan gedung BPPKB ini, terdapat dua waste kritis, yakni *excessive processing* dan *waiting*. Dari masing-masing waste tersebut akan diidentifikasi risiko yang berpotensi terjadi. kejadian risiko (*risk event*) yang teridentifikasi terbatas hanya pada risiko yang

mengakomodasi terjadinya waste maupun sub-waste dalam pengerjaan proyek.

Berdasarkan hasil wawancara dan *brainstorming*, maka didapatkan daftar kejadian risiko beserta faktor risiko dan dampaknya pada proyek seperti dijelaskan pada tabel 5.3 berikut ini :

Tabel 5.3 Potensi risiko pada proyek

No.	Risk event	Risk factor	Risk effect
1	Kesalahan pengerjaan	Kesalahan pekerja	desain dan pengerjaan ulang, delay pada aktivitas, penambahan jam kerja dan biaya
		Penyelarasan detail pekerjaan antara konsultan perencana, kontraktor dan konsumen kurang	
2	Perubahan pada detail pekerjaan	Permintaan <i>customer</i>	Pembelian ulang material, penambahan jam lembur
		Detail pekerjaan eksisting tidak dapat di realisasikan	Desain ulang detail pekerjaan, penundaan pekerjaan, pengerjaan ulang
3	Keterlambatan kedatangan material	replacement material	Delay dalam proses pengerjaan, penambahan jam kerja
		Kesalahan dalam memperkirakan jadwal pemesanan	
4	ketidaktersediaan sumber daya	Kurangnya relasi dengan sumber tenaga kerja	Durasi pengerjaan menjadi lebih dari yang diperkirakan

Kejadian risiko (*risk event*) yang pertama adalah kesalahan pengerjaan dengan faktor risiko (*risk factor*) kelalaian pekerja dan penyelarasan detail pekerjaan antara konsultan perencana,

kontraktor dan konsumen kurang. Risk event ini merupakan penyebab terjadinya *sub waste* pengerjaan ulang dan *sub waste* menunggu proses pengerjaan ulang. Karena hasil pengerjaan mengalami kesalahan atau tidak memenuhi standart yang ditetapkan harus dikerjakan ulang, sehingga efek risikonya adalah desain dan pengerjaan ulang, dan berujung pada penambahan jam kerja dan pembengkakan biaya.

Kejadian risiko yang kedua adalah perubahan detail pekerjaan yang disebabkan oleh keinginan konsumen dan detail pekerjaan tidak dapat direalisasikan sehingga membutuhkan penyesuaian. Kejadian risiko ini mengakomodasi *sub waste* desain ulang pekerjaan, pembelian ulang material dan menunggu instruksi pengerjaan. Efek dari kejadian risiko ini adalah penundaan pekerjaan dan penambahan jam lembur.

Kejadian risiko yang ketiga adalah keterlambatan kedatangan material baik yang diakibatkan oleh penjadwalan kedatangan material yang jelek maupun adanya replacement material dikarenakan material awal tidak sesuai dengan standard yang ditetapkan. Kejadian risiko ini berefek pada penundaan proses pengerjaan dan penambahan jam kerja (*overtime*).

Kejadian risiko yang terakhir adalah ketidaktersediaan sumber daya pada beberapa aktivitas selama pengerjaan proyek. Hal tersebut dapat disebabkan kurangnya sumber tenaga kerja yang dimiliki oleh kontraktor. Kejadian risiko tersebut akan berefek pada peningkatan durasi penyelesaian pekerjaan karena kekurangan jumlah tenaga kerja yang dipekerjakan.

5.2.2 Penilaian risiko

Setelah dilakukan identifikasi risiko, selanjutnya dilakukan penilaian risiko pada *risk event* yang telah diidentifikasi. Parameter yang dinilai adalah probabilitas kejadian risiko dan dampak risiko dengan nilai satu sampai dengan 5. Dimana tiap-tiap bobot memiliki deskripsi seperti pada tabel 5.4 dan 5.5

Tabel 5.4 Parameter probabilitas risiko (Carbone et al, 2004)

Probabilitas		
Nilai	Keterangan	Deskripsi
1	Sangat jarang terjadi	Hampir tidak pernah terjadi
2	Mungkin terjadi	Jarang terjadi
3	Antara terjadi dan tidak	Probabilitas antara terjadi dan tidak 0.5
4	Sering terjadi	Berulang kali terjadi
5	Hampir selalu terjadi	Hampir selalu terjadi dalam pengerjaan proyek

Tabel 5.5 Parameter dampak risiko (Carbone et al, 2004)

Dampak		
Nilai	Keterangan	Deskripsi
1	Tidak signifikan	Penambahan biaya dan waktu tidak terlalu signifikan
2	Kecil	Kerugian finansial kecil, penambahan waktu <5%
3	sedang	Kerugian finansial sedang, penambahan waktu 5-10% pada lintasan kritis
4	besar	Kerugian finansial 10-20% dari nilai proyek, penambahan waktu sebesar 10-20% pada lintasan kritis
5	sangat signifikan	Kerugian finansial >20%, penambahan waktu sebesar 20% pada lintasan kritis

Penilaian risiko dilakukan oleh pihak yang benar-benar mengetahui kondisi lapangan dan lingkungan yang dapat mempengaruhi proyek yakni bapak Miftachul selaku ketua pelaksana lapangan. Pada tabel 5.6 dapat dilihat penilaian untuk masing-masing kejadian risiko.

Tabel 5.6 form penilaian risiko

No.	Risk event	Risk factor	Risk effect	Likelihood	Impact	Nilai risiko
1	Kesalahan pengerjaan	Kesalahan pekerja	desain dan pengerjaan ulang, delay pada aktivitas, penambahan jam kerja dan biaya	4	4	16
		Penyelarasan detail pekerjaan antara konsultan perencana, kontraktor dan konsumen kurang				
2	Perubahan pada detail pekerjaan	Permintaan <i>customer</i>	Pembelian ulang material, penambahan jam lembur	2	5	10
		Detail pekerjaan eksisting tidak dapat di realisasikan	Desain ulang detail pekerjaan, penundaan pekerjaan, pengerjaan ulang			
3	Keterlambatan kedatangan material	replacement material	Delay dalam proses pengerjaan, penambahan jam kerja	2	3	6
		Kesalahan dalam memperkirakan jadwal pemesanan				
4	ketidaktersediaan sumber daya	Kurangnya relasi dengan sumber tenaga kerja	Durasi pengerjaan menjadi lebih dari yang diperkirakan	3	4	12

Dari tabel 5.6, nilai risiko untuk masing-masing kejadian risiko. Selanjutnya adalah melakukan pemetaan dengan matriks keparahan risiko untuk masing-masing kejadian risiko sesuai dengan nilai probabilitas kejadian (*likelihood*) dan dampaknya (*impact*) terhadap pengerjaan proyek. matriks penilaian risiko memiliki tiga jenis zona yakni zona hijau, zona kuning dan zona merah. Zona hijau berarti risiko rendah (*minor risk*), zona kuning berarti risiko sedang (*moderate risk*) dan zona merah berarti risiko tinggi (*major risk*). Matriks keparahan risiko (*risk severity matrix*) dari risk event yang telah teridentifikasi dapat dilihat pada gambar 5.1

Kemungkinan	5					
	4				1	
	3				4	
	2			3		2
	1					
		1	2	3	4	5
		Dampak				

Gambar 5.1 Matriks keparahan risiko

Berdasarkan matriks keparahan risiko pada gambar 5.1, kejadian risiko yang dikategorikan sebagai *high risk* (berada pada zona merah) adalah kejadian risiko nomor satu dan nomor dua dengan nilai risiko 16 untuk kejadian risiko satu dan 10 untuk kejadian risiko dua. Kejadian risiko yang pertama adalah kesalahan pengerjaan dengan nilai probabilitas atau kemungkinan terjadinya cukup tinggi dan dampaknya terhadap pelaksanaan proyek juga cukup tinggi dengan nilai dampak terhadap proyek sebesar 4. Kejadian risiko yang kedua adalah perubahan detail pada proyek dengan nilai kemungkinan 2 yang berarti hal tersebut jarang terjadi namun berdampak besar pada pelaksanaan proyek yang ditunjukkan dengan nilai dampak 5. Sedangkan untuk kejadian risiko nomor tiga dan empat tergolong dalam *medium risk* (zona kuning) dengan nilai risiko masing-masing 12 dan 6. Sehingga risiko yang diprioritaskan untuk dilakukan mitigasi adalah kejadian risiko nomor satu atau kesalahan pengerjaan dan perubahan detail pekerjaan.

5.2.3 Pengembangan respon risiko

Apabila suatu peristiwa risiko telah dikenali dan dinilai, berikutnya adalah membuat keputusan untuk merespons peristiwa

risiko tersebut. Pada dasarnya, ada dua strategi untuk memitigasi risiko, yang pertama adalah mengurangi kemungkinan terjadinya peristiwa risiko dan yang kedua adalah mengurangi dampak peristiwa risiko tersebut pada proyek. berdasarkan analisa alternatif kebijakan perbaikan, diperoleh beberapa solusi mitigasi yang dapat diterapkan oleh perusahaan untuk mengurangi waste dan meningkatkan efisiensi.

Tabel 5.7 Pengembangan respon risiko

No.	Risk event	Risk factor	Rencana kontingensi
1	Kesalahan pengerjaan	Kesalahan pekerja	<i>Daily Huddle Meeting</i>
		Penyelarasan detail pekerjaan antara konsultan perencana, kontraktor dan konsumen kurang	Penerapan SOP perencanaan sebelum eksekusi proyek
2	Perubahan pada detail pekerjaan	Permintaan <i>customer</i>	Penekanan kontrak dan penjelasan konsekuensi perubahan desain
		Detail pekerjaan eksisting tidak dapat di realisasikan	Penerapan SOP perencanaan sebelum eksekusi proyek
3	Keterlambatan kedatangan material	<i>Replacement material</i> karena perubahan detail pekerjaan	Penekanan kontrak dan penjelasan konsekuensi perubahan desain
			Penerapan SOP perencanaan sebelum eksekusi proyek
		Kesalahan dalam memperkirakan jadwal pemesanan	Membangun <i>long term relationship</i> dengan supplier
			Penereapan SOP baru dalam penyiapan material
4	ketidakterediaan sumber daya	Kurangnya relasi dengan sumber tenaga kerja	Pengembangan relasi sumber tenaga kerja

Penjelasan solusi mitigasi :

1. *Daily huddle meeting*

Tujuan utama dari *briefing* harian atau *daily huddle meeting* adalah keterlibatan pekerja dalam memecahkan suatu permasalahan. Pekerja melaporkan progres pekerjaan dan kepala pelaksana proyek memberikan *briefing* atau pengetahuan dasar tentang apa

yang harus dilakukan sesuai dengan metode pengerjaan proyek atau detail pekerjaan (Salem et al, 2005). Dengan penerapan hal tersebut, diharapkan pekerja mengerti cara pengerjaan sehingga meminimasi kemungkinan kesalahan dalam pengerjaan. Selain itu pekerja dapat menyikapi permasalahan yang mungkin terjadi selama proses pengerjaan.

2. Penambahan relasi sumber tenaga kerja

Ketidakterersediaan tenaga kerja merupakan ketidakpastian yang terjadi selama pengerjaan proyek. Untuk mengatasi hal tersebut dapat dilakukan dengan penambahan relasi sumber tenaga kerja sub kontrak. Penambahan relasi sumber tenaga kerja dapat dilakukan dalam bentuk pencarian alternatif sumber pekerja. Hal tersebut dapat dilakukan dengan mencari sumber tenaga kerja baru yang memiliki kualifikasi ketrampilan yang dibutuhkan melalui forum atau perhimpunan kontraktor regional. Dengan pencarian alternatif sumber tenaga kerja, diharapkan kontraktor mampu mengatasi masalah dalam penyediaan tenaga kerja pada masing-masing aktivitas.

Tindakan preventif yang dapat dilakukan adalah dengan memperkirakan (estimasi) kebutuhan tenaga kerja sebelum aktivitas berjalan. Hal tersebut dilakukan agar ketika aktivitas berjalan, tenaga kerja yang dibutuhkan sudah tersedia. Dan apabila terdapat sebab-sebab yang mengakibatkan tenaga kerja tersebut tidak dapat memenuhi panggilan, maka kontraktor masih memiliki waktu toleransi untuk pencarian alternatif sumber tenaga kerja.

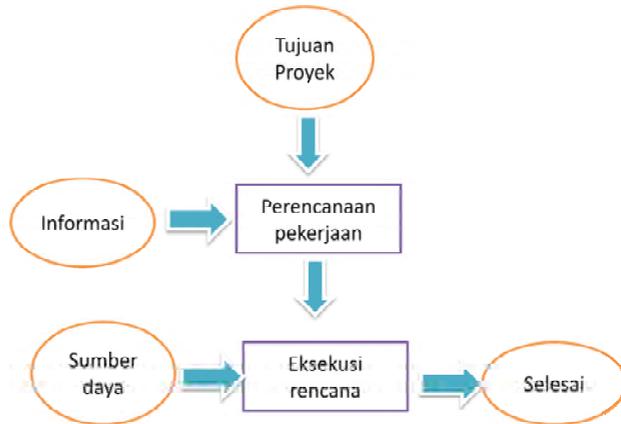
3. Membangun *Long term relationship* dengan *supplier*

Untuk menghindari keterlambatan kedatangan material, dapat dilakukan dengan membangun hubungan jangka panjang dengan *supplier*, sehingga pihak kontraktor tidak

perlu mencari supplier baru setiap melaksanakan proyek. hal tersebut dapat dilakukan dengan mencari *supplier* yang mampu memenuhi spesifikasi umum yang ditetapkan pada material untuk kesinambungan pengerjaan proyek-proyek selanjutnya sehingga dapat memastikan tingkat kepercayaan dan keandalan dari *supplier*. Dan apabila terjadi keterlambatan dalam melakukan pemesanan, pihak supplier yang terpercaya dapat mengurangi dampaknya dengan melakukan pengiriman yang lebih cepat.

4. *Lookahead*

Metode *lookahead* merupakan *Standard Operating Procedure* (SOP) perencanaan pekerjaan yang disusun oleh *Lean Construction Institute* (Ballard, 2000). . Didalam skema *lookahead*, tugas yang harus dikerjakan direncanakan mulai 6 minggu sebelum pelaksanaan pekerjaan untuk menjamin bahwa suatu pekerjaan dapat dieksekusi tepat pada waktunya dengan mengurangi nilai konstrain yang ada dan memastikan pekerjaan yang belum selesai sudah dapat diselesaikan sebelum eksekusi (Ballard, 2000). Dengan penerapan metode ini, diharapkan kontraktor dapat merencanakan tentang hal-hal yang harus dilakukan dan mengetahui penyebab kesalahan yang terjadi pada pengerjaan sebelumnya.



Gambar 5.2 SOP perencanaan saat ini

Pada kondisi saat ini, kontraktor melakukan perencanaan berdasarkan informasi mengenai metode dan sumber daya yang digunakan untuk kemudian dilakukan eksekusi rencana sesuai dengan tujuan proyek. SOP perencanaan ini tidak mempertimbangkan mengenai kesalahan pengerjaan dan penyebabnya. Selain itu, perencanaan ini juga tidak menjelaskan mengenai prosentase penyelesaian pekerjaan pada setiap minggunya.



Gambar 5.3 Rekomendasi SOP perencanaan

Pada perencanaan *lookahead*, terdapat penambahan mengenai detail perencanaan yang meliputi kondisi saat ini di perusahaan, pengukuran pekerjaan untuk kemudian di eksekusi 6 minggu selanjutnya. Hal tersebut dapat memastikan apakah suatu pekerjaan siap atau tidak untuk dieksekusi.

5.3 Analisa Penerapan Metode Penjadwalan CCPM

Dari hasil penjadwalan menggunakan metode CCPM, dapat diketahui bahwa proyek dapat terselesaikan dalam durasi waktu 119 hari kerja termasuk dengan *buffer time*. Apabila dibandingkan dengan penjadwalan eksisting proyek, Apabila *buffer time* tidak dikonsumsi sama sekali, maka durasi penyelesaian yang dapat dicapai adalah selama 79 hari.

Dari sisi perusahaan, percepatan penyelesaian proyek dapat berakibat berkurangnya biaya yang harus dikeluarkan perusahaan untuk membayar tenaga kerja. Berikut ini merupakan estimasi rata-rata biaya tenaga kerja yang dikeluarkan perusahaan untuk upah tenaga kerja langsung

Tabel 5.8 Rincian biaya tenaga kerja per minggu

Pekerja	Rata-rata kebutuhan per minggu	Gaji per hari	Gaji per minggu	Rata-rata biaya tenaga kerja per minggu
Tukang Batu	5	Rp50,000.00	Rp350,000.00	Rp1,750,000.00
Tukang Kayu	4	Rp37,500.00	Rp262,500.00	Rp1,050,000.00
Tukang Besi	3	Rp35,000.00	Rp245,000.00	Rp735,000.00
Tukang Cat	1	Rp50,000.00	Rp350,000.00	Rp350,000.00
Tukang Listrik	1	Rp37,500.00	Rp262,500.00	Rp262,500.00
Tukang Pipa	0.8	Rp35,000.00	Rp245,000.00	Rp196,000.00
Tukang Las	1	Rp35,000.00	Rp245,000.00	Rp245,000.00
Pekerja Terampil	12	Rp40,000.00	Rp280,000.00	Rp3,360,000.00
Mandor	5	Rp60,000.00	Rp420,000.00	Rp2,100,000.00
Kepala tukang kayu	1	Rp39,500.00	Rp276,500.00	Rp276,500.00
Kepala tukang batu	1	Rp55,000.00	Rp385,000.00	Rp385,000.00
kepala tukang besi	0.6	Rp37,000.00	Rp259,000.00	Rp155,400.00
kepala tukang cat	0.25	Rp55,000.00	Rp385,000.00	Rp96,250.00
kepala tukang listrik	1	Rp38,500.00	Rp269,500.00	Rp269,500.00
kepala tukang pipa	0.6	Rp37,000.00	Rp259,000.00	Rp155,400.00
kepala tukang las	0.8	Rp37,000.00	Rp259,000.00	Rp198,058.82
Pekerja tak terampil	14	Rp37,200.00	Rp260,400.00	Rp3,645,600.00
			Biaya tenaga kerja per minggu	Rp15,230,208.82

Dari perhitungan tabel 5.9 dapat diketahui biaya yang dikeluarkan perusahaan setiap minggunya. Apabila durasi penyelesaian proyek dengan asumsi project buffer tidak terkonsumsi adalah 79 hari, atau selisih 39 hari (6 minggu) dari penjadwalan saat ini, maka biaya yang dapat dikurangi perusahaan adalah $Rp\ 15.230.208,82 \times 6 = Rp\ 91.381.252,94$.

5.3.1 Analisa pengaruh risiko terjadinya *waste* terhadap proyek

Adapun tiap penyebab *waste* akan mengakibatkan bertambahnya waktu kerja yang dapat mengakibatkan keterlambatan penyelesaian aktivitas. Untuk tiap-tiap penyebab terjadinya *waste* perlu diperkirakan waktu yang dibutuhkan. Berdasarkan hasil diskusi dengan pihak CV. Catur Putra Utama, Dampak dari terjadinya *waste* pada rantai kritis yang terjadi selama proyek

berlangsung berpengaruh pada durasi penyelesaian pekerjaan dapat dilihat pada tabel 5.10 sebagai berikut :

Tabel 5.9 Estimasi penambahan waktu yang disebabkan oleh *waste*

Jenis waste	waktu yang dibutuhkan
Menunggu kedatangan material	2 hari
Menunggu ketersediaan tenaga kerja	3 hari
Menunggu pengerjaan ulang	6 hari
Menunggu instruksi	1 hari

Total estimasi durasi proyek yang dapat dikurangi apabila *waste* yang terjadi pada proyek dapat dieliminasi dengan mempertimbangkan penundaan pekerjaan dan terjadinya *overtime* adalah sebesar 12 hari.

5.3.2 Analisa Perhitungan Zona Konsumsi Project Buffer

Dalam menganalisa pengaruh risiko terhadap proyek, dibutuhkan alat pengendalian penjadwalan. Pada metode CCPM, alat tersebut berupa buffer management yang berfungsi sebagai monitoring konsumsi *buffer time*. Konsumsi *buffer time* tersebut akan menentukan kapan pihak pelaksana proyek melakukan tindakan berdasarkan pemetaan jumlah *buffer time* yang dikonsumsi. Jumlah *buffer time* yang dikonsumsi akan dipetakan pada zona konsumsi *buffer* seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya. Perhitungan pdurasi pemakaian *buffer* dapat dilihat pada tabel 5.10 berikut ini :

Tabel 5.10 Zona konsumsi *buffer time*

Zona pemakaian <i>buffer</i>	Project Buffer	Durasi yang telah terpakai (hari)
0%-33%	40	0-13
34%-66%	40	14-26
67%-100%	40	27-40

Apabila konsumsi *buffer* telah terpakai sebesar 0-13 hari, maka posisi pemakaian durasi tersebut masih berada pada zona hijau yang berarti belum ada yang harus dilakukan. Sedangkan apabila konsumsi *buffer* berada pada posisi zona kuning, maka pihak

pelaksana sudah harus merencanakan langkah yang harus ditempuh agar *buffer* tidak terpakai seluruhnya. Langkah tersebut akan diimplementasikan ketika pemakaian *buffer* berada pada zona merah.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini diuraikan beberapa kesimpulan yang berdasarkan pada penelitian yang telah dilakukan serta saran-saran bagi pihak manajemen perusahaan serta penelitian berikutnya.

6.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diberikan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. *Waste* yang sering terjadi (*waste* kritis) pada proyek pembangunan gedung BPPKB adalah menunggu kedatangan material, menunggu instruksi, menunggu ketersediaan tenaga kerja, menunggu proses pengerjaan ulang, Redesain detail pekerjaan, pembelian ulang material dan pengerjaan ulang.
2. Estimasi durasi proyek yang dapat dikurangi apabila semua *waste* tereliminasi adalah sebanyak 12 hari. Estimasi tersebut mempertimbangkan faktor penundaan pekerjaan dan *overtime* yang terjadi selama proyek berlangsung.
3. Dari hasil penjadwalan menggunakan metode CCPM, didapatkan waktu penyangga sebesar 39.5 hari. Sehingga estimasi durasi penyelesaian proyek apabila waktu penyangga atau *buffer time* tidak terkonsumsi adalah 79 hari.
4. Berdasarkan perhitungan nilai risiko terhadap *waste*, didapatkan kejadian risiko yang termasuk kategori *High Risk* adalah perubahan detail pekerjaandan kesalahan pengerjaan. Risiko tersebut diprioritaskan untuk dilakukan mitigasi.

5. Rekomendasi solusi mitigasi yang dapat direkomendasikan untuk memitigasi masing-masing potensi risiko adalah penggunaan penerapan *daily huddle meeting*, perubahan SOP perencanaan, pengembangan relasi sumber tenaga kerja dan membangun hubungan jangka panjang dengan supplier

6.2 Saran

Beberapa saran dan masukan yang dapat diberikan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Pada penelitian selanjutnya, diharapkan menggunakan studi kasus yang mempertimbangkan konstrain *multi-project*, membahas alokasi sumber daya manusia per harinya dan pengaruh penjadwalan CCPM jika terjadi kekurangan sumber daya.
2. Risiko yang diidentifikasi untuk kedepannya tidak hanya risiko berdasarkan *waste* kritis, tetapi untuk keseluruhan *waste* yang teridentifikasi.

Nama :
Jabatan :

Dimohon untuk Bapak/ibu untuk mengisi kuesioner mengenai frekuensi terjadinya waste selama pengerjaan proyek renovasi gedung eks asrama putri.

1. *Environment, health and safety*

Segala hal yang berkaitan dengan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) dan kesejahteraan pekerja di lingkungan proyek. Misalnya :

- Kecelakaan kerja
- Kesejahteraan pekerja tidak diperhatikan

2. *Defect*

Kondisi pada material yang masih dibutuhkan mengalami kerusakan akibat proses pemasangan, pembuatan atau penyimpanan. Hasil pengerjaan proyek tidak sesuai dengan standar yang ditetapkan. Misalnya :

- Material yang dikirim oleh *supplier* mengalami kerusakan. Baik diakibatkan oleh proses pengiriman maupun proses penyimpanan.
- Kesalahan pemasangan

3. *Overproduction*

Menyediakan dan memproduksi material yang melebihi kebutuhan atau yang belum dibutuhkan, sehingga material tersebut tidak dapat digunakan atau menjadi rusak. Misalnya:

- Material *cast in situ* dan *precast concrete* yang diolah melebihi kebutuhan sehingga terdapat sisa.
- Pemotongan kayu, keramik maupun bahan lainnya sebelum dibutuhkan sehingga terjadi

ketidaksiuaian antara yang dibutuhkan dengan yang dikerjakan.

4. *Waiting*

Penggunaan waktu yang tidak efektif sehingga menyebabkan tertundanya pekerjaan. Antara lain:

- Menunggu perijinan pendirian bangunan
- Menunggu perijinan kedatangan alat-alat berat
- Menunggu *precedence activity* atau aktivitas sebelumnya yang belum selesai dikerjakan atau tidak memenuhi *deadline*.

5. *Not utilizing employee, knowledge and skill*

Kondisi dimana pekerja tidak dipekerjakan secara maksimal, semisal adanya kelebihan jumlah pekerja dan tidak diterapkannya prinsip *right man in the right place*.

Misalnya :

- Terdapat beberapa pekerja yang melakukan pekerjaan yang tidak sesuai dengan bidangnya. Seperti tukang kayu mengerjakan pekerjaan tukang bangunan.

6. *Transportation*

Pergerakan aliran fisik dan informasi yang berlebihan pada proses pengerjaan atau pemindahan material yang menyebabkan pemborosan waktu, tenaga dan biaya.

Antara lain :

- Pemindahan bahan baku dari tempat penyimpanan menuju tempat kerja (*jobsite*) dan ke *jobsite* yang lain.

7. *Inventory*

Dapat diartikan sebagai persediaan material yang berlebih (melebihi yang dibutuhkan), sehingga

menambah penanganan dan tambahan biaya penanganan.
Antara lain:

- Jumlah material yang dipesan melebihi yang seharusnya dibutuhkan sehingga menyebabkan penumpukan material di tempat penyimpanan.

8. *Motion*

Dapat diartikan sebagai pergerakan pekerja yang tidak produktif. Aktivitas yang tergolong *unnecessary motion* adalah:

- Pekerja melakukan gerakan yang tidak diperlukan seperti mondar mandir untuk melihat detail pekerjaan dan bersenda gurau.

9. *Excess processing*

Penambahan aktivitas yang terjadi dikarenakan proses berjalan tidak efisien akan tetapi tidak memberikan nilai tambah pada pengerjaan yang dilakukan. Antara lain:

- Proses pengerjaan ulang pada beberapa pekerjaan
- Pembelian ulang material

No.	Jenis Waste	Peringkat
1	Environmental health and safety	
2	Defect	
3	Overproduction	
4	waiting	
5	not utilizing employee knowledge and skill	
6	transportation	
7	Inventory	
8	motion	
9	excess processing	

Keterangan: 1= paling berpengaruh 9=paling tidak berpengaruh

TIME SCHEDULE

NO.	JENIS PEKERJAAN	JUMLAH HARGA	BOBOT	MASA PELAKSANAAN																	KETER.
				20 Jun s/d	5 Jul s/d	12 Jul s/d	19 Jul s/d	26 Jul s/d	2 August s/d	9 August s/d	16 August s/d	23 August s/d	30 August s/d	6 Sept s/d	13 Sept s/d	20 Sept s/d	27 Sept s/d	4 Okt s/d	11 Okt 2011	18 Sept s/d	
				4-Jul-2011	11-Jul-2011	18-Jul-11	25-Jul-11	1-Agust-11	8-Agust-11	15-Agust-11	22-Agust-11	29-Agust-11	05-Sep-11	12-Sep-11	19-Sep-11	26-Sep-11	3 Okt 2011	10 Okt 2011	17 Okt 2011	24-Sep-11	
	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-7	M-8	M-9	M-10	M-11	M-12	M-13	M-14	M-15	M-16	M-17				
A LANTAI 1																					
I PEKERJAAN SIPIL																					
	Pekerjaan Persiapan	1,213,549.56	0.102	0.102																	
	Pekerjaan Beton	7,990,490.24	0.671	0.224	0.224	0.224															
II PEKERJAAN ARSITEKTUR																					
	Pekerjaan Pasangan	30,149,199.71	2.530		0.422	0.422	0.422	0.422	0.422	0.422											
	Pekerjaan Plesteran	22,969,196.98	1.928			0.306	0.306	0.306	0.306	0.306											
	Pekerjaan Plafond	60,556,696.47	5.082					0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047								
	Pekerjaan Kusen	51,300,795.42	4.313					0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063								
	Pekerjaan Lantai	65,447,263.65	5.492												1.373	1.373	1.373	1.373			
	Pekerjaan Pengcatan	44,670,993.58	3.749											0.628	0.628	0.628	0.628	0.628			
	Pekerjaan Accesoris	16,687,183.44	1.400														0.467	0.467			
	Pekerjaan Dinding Partisi	52,149,322.50	4.376				0.729	0.729	0.729	0.729	0.729	0.729	0.729								
III PEKERJAAN SANITASI																					
		0,877,320.00	0.745													0.186	0.186	0.186			
IV PEKERJAAN MEKANIKAL ELEKTRIKAL																					
		247,403,936.00	20.762						3.460	3.460	3.460	3.460	3.460	3.460							
B LANTAI 2																					
I PEKERJAAN SIPIL																					
	Pekerjaan Beton	30,409,404.39	2.552	0.051	0.051	0.051															
	Pekerjaan Atap	0,943,463.24	0.781				0.150	0.150	0.150	0.150	0.150										
II PEKERJAAN ARSITEKTUR																					
	Pekerjaan Pasangan	0,757,457.99	0.735		0.122	0.122	0.122	0.122	0.122	0.122											
	Pekerjaan Plesteran	20,897,191.38	1.754			0.351	0.351	0.351	0.351	0.351											
	Pekerjaan Plafond	57,199,263.43	4.800					0.800	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800								
	Pekerjaan Kusen	23,544,702.97	1.976						0.494	0.494	0.494	0.494	0.494								
	Pekerjaan Lantai	61,268,490.62	5.142												1.285	1.285	1.285	1.285			
	Pekerjaan Pengcatan	47,415,146.70	3.979											0.663	0.663	0.663	0.663	0.663			
	Pekerjaan Dinding Partisi	72,090,230.55	6.050											1.210	1.210	1.210	1.210	1.210			
III PEKERJAAN SANITASI																					
		7,263,130.00	0.610												0.152	0.152	0.152	0.152			
IV PEKERJAAN MEKANIKAL ELEKTRIKAL																					
		122,148,100.00	10.251												2.563	2.563	2.563	2.563			
C PEKERJAAN POS JAGA 1																					
I PEKERJAAN SIPIL																					
	Pekerjaan Persiapan	829,657.31	0.070	0.070																	
	Pekerjaan Tanah	3,003,177.54	0.326	0.326																	
	Pekerjaan Beton	25,550,349.70	2.145	1.052	1.052																
	Pekerjaan Atap	9,610,311.60	0.807					0.269	0.269	0.269											
II PEKERJAAN ARSITEKTUR																					
	Pekerjaan Pasangan	8,670,535.69	0.728		0.364	0.364															
	Pekerjaan Plesteran	15,671,633.23	1.315			0.658	0.658														
	Pekerjaan Plafond	2,731,911.75	0.229							0.110	0.110										
	Pekerjaan Kusen	3,034,206.39	0.255								0.202	0.202									
	Pekerjaan Lantai	3,170,590.59	0.266									0.266									
	Pekerjaan Pengcatan	5,913,750.06	0.496										0.496								
III PEKERJAAN SANITASI																					
		535,460.00	0.045											0.045							
IV PEKERJAAN MEKANIKAL ELEKTRIKAL																					
		7,140,041.00	0.599												0.299						
D PEKERJAAN PAGAR																					
I PEKERJAAN ARSITEKTUR																					
	Pekerjaan Plesteran	1,230,651.00	0.103					0.052	0.052												
	Pekerjaan Accesoris	12,910,976.64	1.084															1.084			
	Pekerjaan Pengcatan	2,512,425.13	0.211															0.211			
E PEKERJAAN KAWASAN																					
I PEKERJAAN PAVING																					
	Pekerjaan Paving	10,746,439.00	1.573														0.787	0.787			
PEKERJAAN PARKIR SEPEDA MOTOR																					
PEKERJAAN HANDICAPPED GEDUNG UTAMA																					
PEKERJAAN TIANG BALEHO																					
		1,191,598,743.45	100.00																		
PRESTASI FISIK				2.64	2.69	2.72	3.10	4.52	0.45	0.09	7.73	7.56	7.94	5.21	5.66	0.06	0.06	0.10	5.54	3.05	
KOMULATIF PRESTASI FISIK				2.64	5.34	8.05	11.24	15.75	24.20	33.09	40.82	48.38	56.32	61.54	67.20	75.25	83.31	91.41	96.95	100.00	
REALISASI PRESTASI FISIK																					
KOMULATIF PRESTASI FISIK																					

KETERANGAN :

Masa Pelaksanaan = 120 Hari
 Masa Pemeliharaan = 180 Hari

Dimas PU, Cipta Karya Dan Tata Ruang
 Provinsi Jawa Timur
 Pejabat Pembina Komitmen
 Pada Tata Bangunan

Mengetahui,
 Komisariat Pengawasan
 CV. ADHARAJASA KONSULTAN

Surabaya, 01 Juni 2011
 Dibuat Oleh:
 Kontraktor Pelaksana
 CV. GATUT PUTEKA UTAMA

SPK : Tanggal 28 Juni s/d 25 Oktober 2011 menunjukkan kemajuan pekerjaan sesuai pekerjaan fisik di lapangan