

Perancangan *Waste Response* Menggunakan Metode *Lean Project Management* pada Proyek *Smart Building* Instalasi Infrastruktur *ICT* Gedung Baru *Field Sangatta*

1st Dimas Ghifari Priandoni
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

dimaspriandoni@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Ika Arum Puspita
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

ikaarumpuspita@telkomuniversity.ac.id

3rd Wawan Tripiawan
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

wawantripiawan@telkomuniversity.ac.id

Abstrak— PT. P yang dimana merupakan perusahaan mitra, akan mengerjakan sebuah proyek *smart building* yaitu instalasi infrastruktur *ICT* (*Information and Communications Technology*). Berdasarkan pengalaman dan data terdahulu mengenai pembangun proyek serupa, ditinjau adanya keterhambatan pelaksanaan proyek yang disebabkan oleh pemborosan (*waste*) atau aktivitas yang tidak memiliki nilai tambah (*non value-added activities*). Hal tersebut terbentuk akibat adanya faktor-faktor yang berpotensi untuk menciptakan *waste* pada proyek. *Lean project management* diterapkan untuk meminimalisir atau menghapus potensi terbentuknya *waste* pada proyek. Dengan mengaplikasikan empat dari delapan prinsip *lean project management* yaitu *project system*, *right solution*, *managing variation*, dan *project risk management*. Identifikasi *waste* dilakukan dengan pengelompokan yang terbagi menjadi delapan kategori menurut Womack dan Jones, dengan hasil didapatkan lima kategori pada kasus ini yaitu *overproduction*, *waiting*, *unappropriate processing*, *unnecessary motion*, dan *unsatisfy goods and services*. *Overproduction* selaku pemborosan yang teridentifikasi paling berpengaruh. Penelitian diharapkan dapat membawa hasil yaitu teridentifikasinya *waste* pada proyek, beserta solusi (*waste response* dan *waste impact cost*) yang perlu dilakukan oleh pihak kontraktor. Selain itu diharapkan juga mampu merancang hasil yaitu *risk response* untuk menentukan *contingency plan* pada seluruh risiko yang teridentifikasi Dengan mengaplikasikan pendekatan metode, proyek memiliki potensi lebih untuk menghindari pembengkakan biaya, keterlambatan kerja, hingga kegagalan proyek.

Kata kunci— *waste*, *lean project management*, *evaluation matrix*, *failure mode and effect analysis*

I. PENDAHULUAN

PT. P merupakan salah satu perusahaan penyedia jasa instalasi dan integrasi yang beroperasi di bidang perangkat dan jaringan yang berfokus pada segmen *IoT* (*Internet of Things*), *Mobility*, dan *CPE Manage* (*Customer-premises Equipment*). Dalam hal terikini PT. P yang dimana

merupakan perusahaan mitra, akan mengerjakan sebuah proyek *smart building* yaitu instalasi infrastruktur *ICT* (*Information and Communications Technology*). Dalam proyek kali ini, infrastruktur *ICT* yang dikerjakan terbagi menjadi empat tipe yaitu perangkat utama, perangkat pendukung, fasilitas *multimedia*, dan fasilitas pendukung *datacenter*.

Berdasarkan pengalaman pengerjaan proyek serupa di waktu lampau, PT. P mengalami beragam problematika yang dinilai mengganggu berjalannya aktivitas proyek. Salah satu problematika yang dinilai menjadi faktor utama keterhambatan adalah pemborosan (*waste*) ataupun *non-value added activities* pada lingkup kerja proyek. Agar proyek dapat dikerjakan sesuai dengan yang sudah direncanakan sebelumnya, maka perlu adanya minimasi ataupun penghapusan terhadap hal – hal yang berpotensi untuk menciptakan terjadinya *waste* pada proyek.

Kolektif data dilakukan dengan melakukan wawancara terhadap pihak Perusahaan selaku kontraktor proyek *smart building*. Dilaksanakan terhadap pihak-pihak yang bersangkutan yaitu manajer proyek dan manajer proyek mitra yang selanjutnya dilakukan proses identifikasi terhadap data dari hasil wawancara tersebut. Berdasarkan hasil identifikasi *waste* pada proyek *smart building*, dapat dikategorikan bahwa terdapat lima dari delapan jenis *waste* menurut Womack dan Jones tahun 1997. Berdasarkan studi kasus, lima kategori *waste* yang teridentifikasi adalah, *overproduction*, *waiting*, *unappropriate processing*, *unnecessary motion*, dan *unsatisfy goods and services*.

II. KAJIAN TEORI

A. Lean Project Management

Lean management merupakan metode integratif juga sistematis yang diaplikasikan dengan beruntun guna meminimasi dan menangkal terjadinya pemborosan ataupun beragam hal yang tidak memiliki nilai tambah (Non Value-Added) dengan cara perbaikan berkelanjutan (Continuous Improvement) dalam pemetaan value stream (peta yang memvisualisasikan proses nyata yang lebih spesifik, terdapat informasi komplit contohnya proses per tahap, lead time, queue, dan semacamnya), yang melibatkan semua karyawan mulai dari kelas top management hingga kelas yang paling rendah (Nurfitriansyah dkk., 2018).

B. Lean Project Management Principle

1. Project System

Project System dilakukan untuk mendeteksi dan menganalisis waste yang berpotensi terbentuk pada berjalannya aktivitas proyek.

- a. Mendeteksi dan menganalisis adanya waste pada proyek dengan memanfaatkan tools seperti *if then formulation* dan *fishbone diagram*.
- b. Mengidentifikasi dan menganalisis rinci aktivitas kerja dengan *tools work breakdown structure (WBS)*.

2. Leading People

Menganalisis *stakeholder* yang memiliki keterpautan dengan proyek.

3. Chartering

Chartering adalah sebuah fase penjabaran visi dan tujuan proyek, serta memposisikan wewenang kepada top management proyek untuk project planning.

4. Right Solution

Right solution dimanfaatkan dalam penentuan solusi guna mengatasi *waste* yang memiliki potensi untuk tercipta ketika pelaksanaan proyek. Penentuan solusi bisa dirancang dengan matriks evaluasi. Matriks evaluasi berfungsi guna mengidentifikasi pemecahan masalah manakah yang lebih sesuai dipilih dimana ditinjau dari kriteria - kriteria yang telah dipilih terdahulu dengan melaksanakan pembobotan.

5. Managing Variation

Variation pada proyek berarti tidak adanya kepastian, maka dari itu pihak pelaksana perlu mengelola *project variation*, dengan melakukan perikraan sebelum menjalankan proyek dari aspek *funds*, *time (scheduling)* dan *source* yang diaplikasikan. Estimasi berfungsi agar *project management* mampu memperhitungkan atau mengestimasi *time*, *funds*, dan *source* yang dibutuhkan saat aktivitas proyek dilaksanakan. hingga penutupan.

- a. Estimasi Biaya
- b. Estimasi Sumber Daya

sebaliknya.

6. Project Risk Management

Manajemen risiko adalah proses berulang terdiri dari langkah-langkah yang terdefinisi dengan baik dimana proses dilakukan secara berurutan untuk mendukung pengambilan keputusan yang lebih baik dengan memberikan kontribusi wawasan yang lebih besar tentang risiko dan dampaknya.

7. Project Plan

Hasil integrasi dari prinsip lean project management menghasilkan yang disebut dengan project plan.

8. Execution

- c. Aktivitas mengendalikan proyek.
- d. Pemantuan kinerja waktu dengan monitor.
- e. Melakukan pengembangan integrasi jadwal ataupun sistematis biaya.

C. Waste (Non-Value Added Activites)

Waste atau pemborosan adalah aktivitas yang mengkonsumsi sumberdaya dan / ataupun waktu tanpa memiliki nilai tambah (Project Management Institute, 2021). Menurut (Womack & Jones, 2003) pada proyek *smart building* macam-macam *waste* yang dapat tercipta pada lingkup proyek *smart building* terdapat delapan golongan pengelompokan *waste*, yaitu :

1. Defects (in production)

Defects adalah kesalahan yang membutuhkan reparasi ataupun pengerjaan ulang, ketidaksempurnaan ataupun kualitas produk yang buruk. Dapat diakibatkan oleh buruknya performansi pengiriman produk, kekurangan tenaga kerja dalam proses kerja, atau minimnya keterampilan pekerja.

2. Overproduction (of items no one wants)

Overproduction merupakan pelaksanaan pekerjaan ulang ataupun aktivitas produksi barang yang tidak diinginkan pihak manapun sehingga barang sisa dan persediaan menumpuk di penyimpanan. Alokasi sumber daya berlebih akibat produksi yang melebihi permintaan.

3. Waiting (people waiting for input to work on)

Waiting yaitu sekelompok orang dalam aktivitas *downstream* menunggu akibat aktivitas *upstream* tidak selesai dengan tepat waktu. Proses menunggu datangnya *material*, *machine*, *tools*, dan / ataupun *information*.

4. Unappropriate Processing (steps aren't actually needed)

Unappropriate processing adalah tahapan proses yang sebenarnya tidak dibutuhkan. Ketidak sempurnaan proses kerja ataupun metode pengerjaan produksi, dapat disebabkan oleh kesalahan penggunaan peralatan, kesalahan sistem operasi, dan / ataupun kesalahan prosedur kerja.

5. Unnecessary Motion (movement of people)

Unnecessary motion merupakan pergerakan pekerja dan proses logistik barang secara berpindah tempat tanpa maksud dan tujuan yang jelas. Segala perilaku, kegiatan, metode, dan prinsip yang tidak menanamkan ataupun minim nilai ergonomis dalam pelaksanaannya.

6. Excessive Transportation (transport of goods)

Excessive transportation yaitu mobilisasi material dengan jarak yang sangat jauh, hal tersebut dapat membuat bertambahnya waktu penanganan material. Adapaun hal – hal lain yang pada akhirnya akan berefek mengakibatkan waktu untuk menangani material bertambah.

7. Unnecessary Inventory (inventory to be processed)

Unnecessary inventory adalah pergudangan yang tidak efektif diakibatkan oleh penyimpanan persediaan yang berlebihan hingga melampaui volume gudang yang sudah ditentukan, material melebihi masa pakai, dan kerusakan material akibat sistem penyimpanan yang kurang baik. Umumnya aktivitas yang mengakibatkan hal tersebut adalah lintasan tidak mulus, *batch* terlalu besar, *change over* terlalu lama, dan estimasi serta perhitungan yang kurang akurat.

8. *Unsatisfy Goods and Services (design don't matches customer)*

Unsatisfy goods and services merupakan kondisi desain sistem ataupun alur terkait jasa dan produk yang tidak dapat memenuhi kebutuhan konsumen. Perencanaan yang kurang matang dan perancangan yang tidak sesuai sering kali menjadi alasan terbesar kondisi terkait.

III. METODE

Pengolahan data terkait data yang sudah dikolektif bertujuan untuk mencari atau menciptakan solusi dari problematika yang dihadapi proyek. Pengolahan data diproses dengan menggunakan prinsip *lean management* yang dijabarkan seperti berikut :

A. *Project System*

Dengan melakukan *project system*, *waste* yang memiliki potensi untuk tercipta pada aktivitas proyek akan dapat diidentifikasi. Proses registrasi dan identifikasi menggunakan tiga *tools* berikut ini :

1. *Fishbone Diagram*

Waste yang teridentifikasi akan divisualisasikan kedalam sebuah diagram. Diagram tersebut akan terbagi menjadi beberapa fokus kategori *waste*, mulai dari *waiting*, *defects*, dan sebagainya. Klasifikasi yang dilakukan akan membuat pencarian solusi lebih mudah.

2. *If Then Formulation*

Identifikasi jika terjadi sebuah kasus maka apa yang harus dilakukan untuk mengatasi problematika tersebut beserta waktu pelaksanaan dibentuk kedalam formulasi *if then*. Tabel rancangan ini akan membantu dan simplifikasi setiap konsekuensi dari sebuah aktivitas atau momen.

B. *Right Solution*

Menentukan solusi terbaik bagi setiap upaya penanggulangan *waste* yang berpotensi terjadi pada sebuah proyek. Dengan menggunakan *tools* yang dikenal dengan nama *evaluation matrix*. *Evaluation matrix* berperan sebagai penentu akan solusi terbaik yang harus dipilih oleh pihak kontraktor, dengan adanya pembobotan nilai berdasarkan setiap opsi solusi yang sudah ditentukan pada tahapan sebelumnya. Nantinya akan didapatkan solusi terbaik dan solusi cadangan dari setiap *waste* yang terbentuk. *Evaluation matrix* merupakan tahap penilaian sebuah area, elemen, atau opsi yang akan selalu memiliki bentuk dan jenis beragam.

| No | WJ Code | Waste | Criteria | Weight Factor | Then | | | |
|--------------------|---------|---------------------------------------|------------------|---------------|---------|--------------|---------|--------------|
| | | | | | Then-1 | | Then-2 | |
| | | | | | Ranking | Weight Score | Ranking | Weight Score |
| 1 | W-1 | Kurangnya pemeliharaan alat dan mesin | Cost | 7 | 9 | 63 | 4 | 28 |
| | | | Time | 9 | 9 | 81 | 3 | 27 |
| | | | Impact on Result | 8 | 9 | 72 | 9 | 72 |
| | | | Risk | 8 | 9 | 72 | 2 | 16 |
| TOTAL | | | | | 288 | | 143 | |
| GO/NOT GO SOLUTION | | | | | GO | | NOT GO | |

GAMBAR 1 (Evaluation Matrix)

Pembobotan dilakukan dengan melakukan input weight factor pada tiap kriteria dengan nilai (1 sd. 10). Penilaian besarnya bobot disesuaikan dengan prioritas suatu kriteria pada berlangsungnya sebuah proyek. Selain pembobotan

pada *weight factor*, diberikan juga penilaian berdasarkan ranking pada setiap kriterianya. Nilai pembobotan akan dikalkulasi dengan rumus perhitungan sebagai berikut :

$$Weight\ Factor \times Ranking = Weight\ Score$$

Selanjutnya maka akan didapatkan nilai total dari setiap opsi yang telah diajukan kedalam perhitungan evaluation matrix. Pada fase ini, dapat ditentukan opsi manakah yang diberikan kesimpulan "GO" dan "NOT GO". Opsi yang mendapatkan "NOT GO" pada dasarnya dijadikan sebagai rencana cadangan jika opsi pilihan utama tidak berjalan dengan baik atau gagal untuk dilaksanakan.

C. *Managing Variation*

Pengelolaan variasi yang terdapat pada proyek dibagi menjadi tiga kategori guna mencapai hasil akhir yang lebih maksimal, pengelompokan terbagi menjadi sebagai berikut :

1. *Estimasi Biaya*

Estimasi biaya difokuskan terhadap setiap uraian pekerjaan beserta biaya yang perlu dikeluarkan untuk membayar proses kerja tersebut. Dengan ini rincian dan total biaya dapat dibandingkan dengan biaya yang ditentukan sebelumnya. Pada intinya fase ini bertujuan untuk menghindari pembengkakan biaya.

2. *Estimasi Sumberdaya*

Estimasi sumberdaya berfokus pada sumber daya manusia, dalam proyek konstruksi terdapat pekerja yang beragam jenis. Seperti pekerja spesialis kayu, pekerja cat, mandor, dan sebagainya. Makadari itu setiap jenis pekerjaan perlu dibentuk perancangan yang jelas agar setiap aktivitas kerja pada proyek bisa tetap terkendali.

D. *Project Risk Management*

Manajemen risiko proyek mencakup proses melakukan perencanaan manajemen risiko, identifikasi, analisis, perencanaan respons, implementasi respon, dan pemantauan risiko pada suatu proyek (Project Management Institute, 2017). Model *failure mode and effects analysis (FMEA)* bertujuan untuk mengetahui momen risiko apakah yang berkemungkinan besar untuk terjadi pada kondisi aktual, berdampak buruk pada proyek, dan memiliki level kesulitan penanggulangan yang tinggi.

| No | Risk Indicator | Cause of Failure | Time | Score | | | Risk Priority Number (RPN) | Ranking |
|----|----------------|---|----------------------------------|------------|--------------|-----------|----------------------------|---------|
| | | | | Likelihood | Consequences | Detection | | |
| 1 | Operasional | Indikasi corong tidak terdeteksi | Setiap waktu | 3 | 3 | 3 | 27 | 1 |
| 2 | | Operasional | Setiap waktu | | | | | |
| 3 | | Pemadatan dengan berdasar | Setiap waktu | | | | | |
| 4 | | Serangan binatang buas | Setiap waktu | | | | | |
| 5 | | Salah penanganan | Setiap waktu | | | | | |
| 6 | | Handuk dan alat paku dan tumbuhan lebat | Setiap waktu | 3 | 3 | 2 | 18 | 4 |
| 7 | Environmental | Kendali jumlah limbah tetap | Setiap waktu | | | | | |
| 8 | | Ruangan bersih | Setiap waktu | | | | | |
| 9 | | Lakukan pengumpulan jauh | Ketika pelaksanaan | | | | | |
| 10 | | Keterlambatan penutupan tanggapan proyek | Setelah pelaksanaan | | | | | |
| 11 | | Keterlambatan pembayaran upah kerja | Setelah dan ketika pelaksanaan | | | | | |
| 12 | Financial | Pembayaran secara transportasi melebihi batas waktu | Ketebelan dan ketika pelaksanaan | 2 | 3 | 2 | 12 | 4 |
| 13 | | Pengumpulan data | Setiap waktu | | | | | |
| 14 | | Pengumpulan financial | Setiap waktu | | | | | |
| 15 | | Demak penalti pelanggaran | Setiap waktu | | | | | |
| 16 | | Kerusuhan masa | Setiap waktu | | | | | |
| 17 | | Melaki kerja | Setelah dan ketika pelaksanaan | | | | | |
| 18 | | Substansi | Setiap waktu | | | | | |
| 19 | Human | Human error | Setiap waktu | 2 | 4 | 2 | 16 | 5 |
| 20 | | Kurangnya informasi berkarya | Ketika pelaksanaan | | | | | |
| 21 | | Kemungkinan proses kerja | Ketika pelaksanaan | | | | | |
| 22 | | Pengumpulan penalti barang | Ketebelan dan ketika pelaksanaan | | | | | |
| 23 | | Pemilihan barang efektif | Ketika pelaksanaan | | | | | |

GAMBAR 2 (Failure Mode and Effect Analysis)

Berikut merupakan rumus untuk mengkalkulasi nilai FMEA (Passenheim, 2010):

$$Likelihood \times Consequences \times Detection = Risk\ Priority\ Number$$

Model *FMEA* memiliki kemiripan dengan risiko matriks tetapi memiliki tambahan tentang dampak (*consequences*) dan probabilitas (*likelihood*) berdasarkan deteksi

kemungkinan terjadi, memiliki arti seberapa sulit untuk menyadari risiko yang terjadi.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Waste Reponse

Waste response dirancang berdasarkan proses yang telah dilalui pada fase *project system* dan *right solution*. Terdapat informasi *final* terkait *woman jack code*, *waste*, *response*, dan *time* bagi setiap *non-value added activites* aktual yang teridentifikasi pada proyek.

TABLE 1
(Waste Response)

| No | Waste | | | |
|----|---------|---|---|---------------------|
| | WJ Code | Non-Value Added Activities | Response | Time |
| 1 | UM-1 | Pasif melakukan dokumentasi pekerjaan | Pembagian pekerjaan terhadap tim dan personil dokumentasi pasif | Saat pelaksanaan |
| 2 | W-1 | Kurangnya pemeliharaan alat dan mesin | Program <i>weekly checking</i> di penghujung hari kerja ke-5 | Sesudah pelaksanaan |
| 3 | UP-1 | Tidak ada penanggung jawab untuk maintenance | Personil <i>HSSE</i> untuk pengontrolan dan pemantuan terhadap <i>maintenance</i> | Saat pelaksanaan |
| 4 | UP-2 | Teknik kerja tidak sesuai rancangan <i>shop drawing</i> | Tidak adanya toleransi terhadap ketidak sesuaian | Sebelum pelaksanaan |
| 5 | UP-3 | <i>Shop drawing</i> tidak mengacu pada gambar <i>for construction drawing</i> | Menggunakan rancangan yang sudah disetujui oleh seluruh pihak | Sebelum pelaksanaan |
| 6 | O-1 | Kelangkaan unit <i>Switch CISCO 9600</i> | Menggunakan perangkat temporer dengan spesifikasi serupa | Sebelum pelaksanaan |
| 7 | UGS-1 | Garansi dari pemasok lebih singkat dibanding untuk konsumen | <i>Gentlemen's Agreement</i> terkait garansi produk dan layanan | Sesudah pelaksanaan |

| No | Waste | | | |
|----|---------|--|---|---------------------|
| | WJ Code | Non-Value Added Activities | Response | Time |
| 8 | W-2 | Proyek bangunan konstruksi belum selesai | Menyurati pihak sipil untuk segera menyelesaikan proyek | Saat pelaksanaan |
| 9 | W-3 | Wajib karantina dan antigen akibat pandemi | Menjaga kondisi kesehatan personil dan tim | Sebelum pelaksanaan |
| 10 | W-4 | Akses jalan tidak mendukung untuk kendaraan <i>non-4WD</i> | Pengadaan sementara (rental) kendaraan <i>4WD</i> | Sebelum pelaksanaan |
| 11 | UM-2 | Aksi premanisme warga lokal (ormas) | Pendampingan keamanan dari pihak <i>customer</i> | Saat pelaksanaan |
| 12 | O-2 | Pelubangan plafon ulang untuk jalur kabel | <i>Supervisor</i> lebih aktif untuk berkoordinasi dan peka terhadap <i>stakeholders</i> | Saat pelaksanaan |

B. Waste Cost Impact

Waste cost impact merupakan daftar biaya tambahan yang bersumber pada *waste response*. Beberapa *waste* membutuhkan biaya tambahan untuk mengerjakan perlakuan solusi yang dapat disimak pada tabel berikut:

TABLE 2
(Waste Cost Impact)

| No | Cost Impact | | | |
|-------------------|--|--|--|---------------|
| | Non-Value Added Activities | Solution | Material /Jasa | Biaya |
| 1 | Kelangkaan unit <i>Switch CISCO 9600</i> | Menggunakan perangkat temporer dengan spesifikasi serupa | Pekerjaan Dokumentasi Instalasi | Rp 492,800 |
| 2 | | | Pekerjaan Instalasi Perangkat <i>Switch/Core</i> | Rp 5,243,400 |
| 3 | Akses jalan tidak mendukung untuk kendaraan <i>non-4WD</i> | Spesifikasi material tidak sesuai pesanan | Akomodasi di Sangatta, 10 Orang (60 Hari) | Rp 21,192,000 |
| Cost Impact Total | | | | Rp 26,928,200 |

| | |
|-------------------------------------|------------------|
| Cost Impact Total (Setelah PPN 10%) | Rp 29,621,020 |
|-------------------------------------|------------------|

C. Risk Response

Risk response merupakan dokumen yang berisi risk indicator, cause of failure, possibility, dan contingency plan bagi setiap risiko yang sudah terdaftar. Dengan ini perlakuan setiap risiko dapat diketahui pada tabel berikut:

TABLE 3
(Risk Response)

| No | Failure | | | |
|----|----------------|---|-------------|---|
| | Risk Indicator | Cause of Failure | Possibility | Contingency Plan |
| 1 | Diseases | Infeksi corona virus | Mitigate | Wajib vaksinasi dan swab test rutin |
| 2 | | Penyakit demam berdarah | Mitigate | Memperhatikan kebersihan dan kerapian area mess |
| 3 | Environmental | Serangan binatang buas | Mitigate | Instalasi pagar di area proyek |
| 4 | | Jalan berlumpur | Mitigate | Menggunakan kendaraan untuk medan berlumpur |
| 5 | | Hambatan akibat pohon dan tumbuhan lebat | Mitigate | Berangkat lebih cepat untuk kegiatan mobilisasi |
| 6 | | Kondisi tanah terlalu keras | Transfer | Menggunakan alat berat |
| 7 | | Ruangan lembab | Mitigate | Mengatur pencahayaan alami ruangan |
| 8 | | Lokasi penyimpanan jauh | Mitigate | Menyiapkan waktu lebih untuk proses pemindahan material |
| 9 | Financial | Keterlambatan penurunan anggaran proyek | Mitigate | Mengadakan contingency funds pada perencanaan |
| 10 | | Keterlambatan pembayaran upah kerja | Mitigate | Mengatur waktu pembayaran dengan baik |
| 11 | | Pembayaran sewa transportasi melewati batas waktu | Mitigate | Melakukan pembayaran di awal waktu |
| 12 | | Penipuan finansial | Mitigate | Mengadakan kontrak detil dengan dokumentasi resmi |
| 13 | Human | Mogok kerja | Mitigate | Menetapkan kontrak kerja yang resmi pada seluruh tim dan personil |
| 14 | | Sabotase | Mitigate | Menetapkan peraturan dan sanksi |

| No | Failure | | | |
|----|-------------------|---|-----------------------------|---|
| | Risk Indicator | Cause of Failure | Possibility | Contingency Plan |
| 15 | | Human error | Mitigate | Kontrol dan pemantauan proyek lebih intensif |
| 16 | | Kurang teliti dalam bekerja | Mitigate | Aktivitas pekerjaan dikerjakan oleh personil yang bersertifikat |
| 17 | | Lambatnya proses kerja | Mitigate | Pemeriksaan progress pekerjaan secara rutin |
| 18 | | Pengalaman pekerja kurang | Mitigate | Mengadakan pelatihan kerja terhadap calon personil |
| 19 | | Pekerjaan kurang efektif | Mitigate | PIC Lapangan standby di lokasi untuk setiap pekerjaan |
| 20 | Natural hazards | Cuaca tidak mendukung | Retain | Mengutamakan pekerjaan indoor |
| 21 | | Infrastruktur terkikis hujan | Retain | Pemeriksaan dan perbaikan rutin |
| 22 | | Tanah longsor | Mitigate | Memperhatikan struktur dan cara penggalian FO |
| 23 | | Banjir | Retain | Melindungi fasilitas dengan pipa atau bahan anti air |
| 24 | | Occupational health and safety | Keamanan yang tidak memadai | Mitigate |
| 25 | | Manajemen keselamatan yang buruk | Mitigate | Menggunakan personil K3 yang bersertifikat |
| 26 | | Terperosok ke dalam galian FO | Mitigate | Memakai pengaman dan aksesoris kerja |
| 27 | | Ketidaksuaian standarisasi K3 | Mitigate | Penetapan K3 sesuai standar yang berlaku |
| 28 | | Minim disiplin terhadap K3 | Mitigate | PIC Lapangan memperhatikan kedisiplinan K3 pekerja |
| 29 | | Sebelum bekerja tidak terdapat safety induction | Mitigate | Mengadakan safety induction sebelum aktivitas kerja dimulai |
| 30 | Product liability | Kesalahan desain | Mitigate | Konfirmasi dan validasi desain sebelum eksekusi |
| 31 | | Quality control di bawah standar | Mitigate | Melakukan kontrol kualitas sesuai standar |
| 32 | | Pengujian yang tidak memadai | Mitigate | SAT dilakukan oleh ahli teknis |
| 33 | | Teknik kerja proses instalasi kurang baik | Mitigate | Mengadakan tutorial pekerjaan instalasi |

| No | Failure | | | | |
|----|----------------------------|--|---|--|---|
| | Risk Indicator | Cause of Failure | Possibility | Contingency Plan | |
| 34 | | Spesifikasi material tidak sesuai pesanan | Mitigate | Kontrak pemesanan material yang detil | |
| 35 | | Material datang terlambat | Mitigate | Pekerjaan dilakukan dengan percepatan waktu | |
| 36 | | Kualitas material buruk | Mitigate | Quality control untuk material yang datang | |
| 37 | | Adendum perubahan <i>design/requirements</i> | Mitigate | Melampirkan regulasi dan kebijakan pada <i>Work order</i> | |
| 38 | | Berkurangnya ketahanan material | Mitigate | Pemeriksaan rutin dan perbaikan jika diperlukan | |
| 39 | | Instalasi berlebih | Mitigate | Checklist pekerjaan instalasi | |
| 40 | | Perubahan volume material | Mitigate | Material yang datang melalui proses quality control | |
| 41 | | Ketersediaan material berlebih | Mitigate | Jumlah material yang dimobilisasi harus sesuai kontrak | |
| 42 | | Professional liability | Kelalaian <i>monitoring & controlling</i> | Mitigate | Aktivitas kontrol dan pemantauan dilakukan oleh ahli |
| 43 | | | Pihak pelaksana minim persiapan | Mitigate | Analisa kebutuhan <i>resource</i> dengan baik pada fase perencanaan |
| 44 | | | Tidak terdapat SOP yang jelas | Mitigate | Menetapkan prosedur dan standar yang jelas |
| 45 | Koordinasi kurang maksimal | | Mitigate | Selalu berkoordinasi dalam seluruh keputusan dan aktivitas pekerjaan | |
| 46 | Property damage | Kebakaran | Transfer | Instalasi alarm api dan pemadam kebakaran otomatis | |
| 47 | | Kerusakan air | Transfer | Pemeriksaan dan perbaikan saluran air rutin | |
| 48 | | Kerusakan peralatan dan mesin | Mitigate | Mengadakan peraturan pemakaian alat dan mesin | |
| 49 | | Peralatan hilang | Mitigate | Kolektif peralatan dan mesin pada penyimpanan yang aman | |
| 50 | | Kerusakan properti | Mitigate | Menetapkan peraturan dan sanksi untuk properti proyek | |

| No | Failure | | | |
|----|----------------|---|-------------|---|
| | Risk Indicator | Cause of Failure | Possibility | Contingency Plan |
| 51 | Security | Vandalisme | Transfer | Roaming keamanan di area proyek |
| 52 | | Pencurian material | Transfer | Memperketat keamanan tempat penyimpanan |
| 53 | | Penyalahgunaan informasi | Mitigate | Informasi penting hanya dikomunikasikan kepada PIC proyek |
| 54 | | Tress passing | Mitigate | Aktivitas keluar dan masuk perlu izin khusus |
| 55 | | Kondisi site kurang aman | Transfer | Program dan personil keamanan ditingkatkan |
| 56 | | Tidak ada penjaga keamanan | Transfer | Rekrutasi personil pengamanan <i>site</i> |
| 57 | Technological | Keusangan perangkat | Mitigate | Maintenance rutin |
| 58 | | Ketergantungan teknologi dalam bekerja | Mitigate | Personil memiliki <i>contingency plan</i> pekerjaan secara manual |
| 59 | | Perangkat <i>overheat</i> | Mitigate | Memperhatikan sistem sirkulasi udara untuk perangkat |
| 60 | | Perangkat terkena retas | Mitigate | Mengaplikasikan <i>security system</i> pada perangkat dan jaringan yang terinstal |
| 61 | | Jaringan tidak terkoneksi dengan internet | Mitigate | Mengadakan perangkat cadangan untuk koneksi internet |

V. KESIMPULAN

A. Kesimpulan

Berikut merupakan kesimpulan yang diperoleh berdasarkan perancangan *waste response* pada proyek *smart building* infrastruktur ICT gedung baru *field* Sangatta:

1. Perancangan *waste response* pada dua belas aktual *non-value added activities* proyek telah menghasilkan respon perlakuan solusi untuk setiap *waste* yang teridentifikasi pada proyek *smart building* infrastruktur ICT. Setiap solusi perlakuan yang terbentuk sudah melewati konsultasi dan penilaian dengan *expert judgment* pada proyek tersebut. *Waste* yang memiliki dampak dominan terhadap proyek adalah kelangkaan *switch CISCO 9600 (O-1)* yang dimana material tersebut merupakan salah satu komponen utama dalam pekerjaan instalasi pada proyek PT. XYZ.
2. Berdasarkan proses *right solution* terbentuk perlakuan solusi pada dua belas *waste* aktual yang sudah teridentifikasi. Beberapa *non-value added*

activites tersebut menyebabkan biaya tambahan pada berlangsung pekerjaan proyek. Maka informasi tersebut dirangkup kedalam *waste impact cost*, dimana dibutuhkan biaya tambahan dengan total Rp 26.621.020 untuk pekerjaan dokumentasi instalasi, pekerjaan instalasi perangkat *switch/core*, dan akomodasi di Sangatta untuk 10 personel.

3. *Non-added value activites* yang bersifat potensial dapat menghambat berjalannya sebuah proyek, maka dari itu terbentuk *risk response* pada proyek *smart building* instalasi ICT dengan sebelas kategori *risk indicator*. Berdasarkan penilaian *risk priority number*, didapatkan kategori *natural hazards* sebagai resiko prioritas pertama dengan nilai RPN sebesar 75 dan diklasifikasikan sebagai risiko level E yaitu “*Extreme risk; immediate action required*” berdasarkan standar AS/NZS 4360.

REFERENSI

1. Apanaviciene, R., Vanagas, A., & Fokaidis, P. A. (2020). Smart building Integration into a smart city (SBISC): Development of a New Evaluation Framework. *Energies*, 13(9). <https://doi.org/10.3390/en13092190>
2. Artika, D. (2014). Penerapan Metode Lean Project Management dalam Proyek Konstruksi pada Pembangunan Gedung DPRD Kabupaten Ogan Ilir. *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 2(1).
3. Bourquard, K., Israël, D., Picard, R., Brouard, H., Delay, V., Faure, M., Fraudet, B., & Gatineau, T. (2018). Evaluations and Effectiveness. *Connected Healthcare for the Citizen*, 141–158. <https://doi.org/10.1016/B978-1-78548-298-4.50011-7>
4. Buah, S. (2021). *The Non-Project Manager’s Guide to Project Management*.
5. Hamdy, M. I., Hatpito, & Anwardi. (2019). Identifikasi Waste Proyek Konstruksi Jalan dengan Menggunakan Metode Lean Project Management. *Jurnal Teknik Industri*, 5(2).
6. Hanggoro, E. (2013). *Critical Chain Project Management (CCPM)*. <http://wartawarga.gunadarma.ac.id>
7. Maitimu, N. E., & Pattiapon, M. L. (2018). Penerapan Lean Constructon Pada Proyek PT. Pesona Graha Mandiri Ambon Guna Mereduksi Non Added Value Activity. *Seminar Nasional “Archipelago Engineering” (ALE)*.
8. Nurfitriansyah, M., Mulyani, E., & Indrayadi, M. (2018). *Mengaplikasikan Metode Lean Project Management dan Metode Penjadwalan CCPM dalam Tahap Perencanaan Proyek Konstruksi*.
9. Passenheim, O. (2010). *Enterprise Risk Management*.
10. Prisilia, H., & Purnomo, D. A. (2018). Aplikasi Metode Lean Project Management Dalam Perencanaan Proyek Kosntruksi pada Pembangunan Gedung SMU Negeri 1 Giri Kabupaten Banyuwangi. In *Jurnal Teknik WAKTU* (Vol. 16).
11. Project Management Institute. (2017). *A Guide To The Project Management Body Of Knowledge PMBOK Guide Sixth Edition* (Sixth Edition).
12. Project Management Institute. (2021). *The standard for project management and a guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide)*.
13. Standards Association of Australia, & Madill, K. (2003). *AS/NZS 4360: Risk Management*.
14. Sugiyanto. (2020). *Manajemen Pengendalian Proyek*.
15. Susanti, A. R. (2021). *Evaluasi Waste dan Implementasi Lean Construction (Studi Kasus: Proyek Gedung Kampus Universitas Islam Internasional Indonesia) Depok*.
16. Tanjung, L. S., Harpito, & Anwardi. (2018a). Evaluasi Perencanaan dan Pengendalian Proyek Pembangunan Air Bersih Dengan Menggunakan Metode Lean Project Management. *Jurnal Teknik Industri*, 4(2).
17. Tanjung, L. S., Harpito, & Anwardi. (2018b). Evaluasi Perencanaan dan Pengendalian Proyek Pembangunan Air Bersih Dengan Menggunakan Metode Lean Project Management. In *Jurnal Teknik Industri* (Vol. 4, Issue 2).
18. Untu, H. S. S., Dundu, A. K. T., & Mandagi, R. J. M. (2014). Penerapan Metode Lean Project Management dalam Perencanaan Proyek Konstruksi (Studi Kasus: Pembangunan Gedung Mantos Tahap III). *Jurnal Sipil Statik*, 2(6), 320–329.
19. Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). *Lean Thinking Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*.