**BAB II**

**LANDASAN TEORI**

# **Tinjauan Pustaka**

Kegiatan proyek konstruksi merupakan suatu proses yang panjang, dimana dalam pelaksanaannya banyak dijumpai masalah dan kendala (Ervianto, 2005). Salah satu permasalahan yang sering terjadi adalah ketidakefisienan dan pemborosan (*waste*) dalam pelaksanaan konstruksinya. Pada kenyataannya construction *waste* terjadi pada seluruh industri konstruksi (Alwi et al., 2002). *waste* pada proyek konstruksi tidak hanya berfokus pada pemborosan material di lokasi proyek, tetapi juga berhubungan dengan sejumlah aktifitas lain seperti tahapan kerja yang tidak dibutuhkan, *repair* dan *rework*, keterlambatan jadwal, penanganan material yang buruk, pemilihan metoda konstruksi, waktu tunggu, perlatan, pergerakan pekerja, dan kurangnya keamanan.

Bilviken dkk (2014) menjelaskan bahwa  *waste* dalam proses konstruksi dapat dibagi menjadi tiga jenis menurut bentuk/wujudnya. *Waste* yang pertama yaitu *waste* berupa kehilangan material (*material loss*), kemudian *waste* yang berupa kehilangan waktu (*time loss*), dan yang terakhir adalah *waste* yang berupa kehilangan nilai (*value loss*).

Salah satu metode yang dapat digunakan dalam usaha mengeliminasi *waste*  adalah *Lean Manufacturing*. Gasperz (2007) menyatakan bahwa *Lean* adalah suatu upaya terus-menerus untuk menghilangkan pemborosan (*waste*) dan meningkatkan nilai tambah (*value added*) produk (barang dan/atau jasa) agar memberikan nilai kepada pelanggan (*customer value*). Konsep *Lean Manufacturing* ini diharapkan dapat memperbaiki sistem produksi dengan menghilangkan pemborosan dan menurunkan *lead time* produksi dari perusahaan sehingga dapat mengurangi keterlambatan dan secara tidak langsung dapat menurunkan biaya produksi sehingga meningkatkan keuntungan yang diperoleh.

Langkah awal dari metoda *Lean Manufacturing* adalah menggambarkan sistem perusahaan secara keseluruhan dengan *current state value stream mapping* (VSM) yang berisi aliran informasi dan material yang terjadi di perusahaan. Aliran informasi yang dipetakan merupakan pemicu terjadinya sistem produksi, sedangkan aliran sistem produksi yang dipetakan menggambarkan proses produksi yang dilalui material mulai dari pengiriman bahan baku dari pemasok sampai dengan penyerahan produk ke konsumen. Dengan menggunakan *current state value VSM* maka dapat diidentitifikasi aktivitas-aktivitas yang memiliki nilai tambah *(value added activities*) maupun yang tidak bernilai tambah (*non value-added activities*) yang merupakan pemborosan. Identifikasi pemborosan yang terjadi pada *current state VSM* dapat dijadikan dasar untuk melakukan perancangan *future state value VSM* didasarkan atas perbaikan yang dapat diimplementasikan pada perusahaan untuk mengeliminasi pemborosan yang terjadi.

# **Landasan Teori**

## **Pengertian Kolom**

Kolom adalah batang tekan vertikal dari rangka struktur yang memikul beban dari balok. Kolom merupakan suatu elemen struktur tekan yang memegang peranan penting dari suatu bangunan, sehingga keruntuhan pada suatu kolom merupakan lokasi kritis yang dapat menyebabkan runtuhnya (*collapse*) lantai yang bersangkutan dan juga runtuh total (*total collapse*) seluruh struktur (Sudarmoko[,](http://www.mediaproyek.com/%22%20%5Ct%20%22_blank) 1996).

## **Pengertian *Shearwall***

*Shear Wall* adalah jenis struktur dinding yang berbentuk beton bertulang yang biasanya dirancang untuk menahan geser[,](http://www.mediaproyek.com/%22%20%5Ct%20%22_blank) gaya lateral akibat gempa bumi. Dengan adanya *Shear Wall* / dinding geser yang kaku pada bangunan, sebagian besar beban gempa akan terserap oleh dinding geser tersebut (Kirun Wae, 2013).

## **Pengertian *Waste Time* (Pemborosan Waktu)**

*Waste time* (Pemborosan waktu) yang diidentifikasi adalah non value-adding activities/ketidakproduktifan pada proyek konstruksi dan juga pemborosan fisik yang terjadi pada lokasi proyek konstruksi material (*direct waste*), tenaga kerja, dll. *Waste* dalam bidang konstruksi dapat diartikan sebagai kehilangan atau kerugian berbagai sumber daya, yaitu material, waktu, dan modal/materi, yang diakibatkan oleh kegiatan-kegiatan yang membutuhkan biaya secara langsung maupun tidak langsung tetapi tidak menambah nilai.

## **Kategori *Waste***

Ohno (1988) dalam bukunya *Toyota Production System: Beyond Large Scale Production* mengklasifikasi pemborosan (*waste*) dalam 7 kategori:

1. *Waste of Waiting*, waktu menunggu adalah pemborosan (misalnya: Menunggu material yang datang, menunggu keputusan/instruksi).
2. *Waste of Overproduction*, membuat produk yang lebih banyak dari permintaan pelanggan adalah pemborosan (misalnya: *supplier* membuat produk melebihi kapasitas yang diinginkan oleh *customer*).
3. *Waste of Overprocessing*, proses yang lebih dari yang diinginkan pelanggan adalah pemborosan. (misalnya: inventory yang rusak akibat penyimpanan atau transportasi sehingga memerlukan proses tambahan re-packing).
4. *Waste of Defect*, *reject* atau *repair* merupakan pemborosan yang dapat secara langsung bisa dilihat (misalnya: konsultan manajemen menolak adanya pekerjaan dan meminta untuk memperbaiki pekerjaan yang telah selesai).
5. *Waste of Motion*, gerakan yang tidak perlu dan tidak ergonomi sehingga menambah waktu proses adalah pemborosan (misalnya: pekerja bercerita dengan pekerja yang lain sehingga membuanng waktu selama beberapa menit).
6. *Waste of Inventory*, semakin banyak persediaan disimpan, akan makin banyak pemborosan terjadi (misalnya: nilai persediaan yang diam (tidak produktif), nilai ruang yang harus disediakan untuk menyimpan, beban administrasi pengelolaan, beban kerja untuk proses penerimaan, penyimpanan, pengeluaran kembali, barang yang rusak atau kadaluwarsa selama penyimpanan, dan lain-lain).
7. *Waste of Transportation*, pemborosan yang disebabkan oleh transportasi yang tidak teratur (misalnya: kedatangan truck mixer yang banyak sehingga menyebabkan saling menunggu dan pengaturan lahan parker untuk transportasi tersebut).

## ***Waste* (Pemborosan) pada Proyek Konstruksi**

Menurut Alwi et al. (2002), *construction waste* dapat berupa *Physical Construction Waste* dan Non Value-Adding *Activity* yang terjadi pada seluruh industri konstruksi terlepas dari:

1. Ukuran organisasi proyek;
2. Besar dan durasi kontrak;
3. Jenis bangunan;
4. Keadaan bangunan (pembangunan bangunan baru maupun bangunan yang direnovasi atau dalam perawatan).

## **Physical Construction Waste**

Alwi et al. (2002), *Physical Construction Waste* didefinisikan sebagai pemborosan bersifat fisik yang tidak memberi nilai tambah pada produk akhir, yang dapat berupa pemborosan material di lokasi proyek, pembelian material berlebih, tenaga kerja berlebih, dll.

## **Non Value-Adding Activity**

Koskela (1992) menjelaskan bahwa *value-adding activity* adalah aktifitas dimana mengkonversi material dan informasi yang diminta konsumen, sedangkan *non value-adding activity* (biasa disebut pemborosan) adalah aktifitas dimana menggunakan waktu, sumber daya atau ruang akan tetapi tidak menambah nilai pada produk. m

 Menurut Al Moghany (2006) *Non Value-Adding Activity* dapat dibagi menjadi :

1. *Contributory Activities*

 Merupakan aktifitas / bagian pekerjaan yang tidak secara langsung menambah nilai tambah pada hasil akhir namun dibutuhkan dan terkadang merupakan hal penting dalam proses pelaksanaan.

1. *Unproductive Activities*

 Merupakan aktifitas yang sama sekali tidak dibutuhkan dalam pelaksanaan pekerjaan, dan seharusnya dihindari.

Selain *Non Value-Adding Activity* (NVA-VA) ada juga *Non value adding but necessary* (NVAN) activities yang merupakan kegiatan kontributif dalam sebuah produksi yang tidak menambah nilai sebuah produk secara langsung, tetapi kegiatan tersebut pada umumnya dibutuhkan dan kadang-kadang penting untuk dilakukan dalam menjalankan sebuah proses.

# ***Value Stream Mapping***

*Value Stream Mapping* (VSM) adalah salah satu alat atau metode *lean manufacturing* yang berupa gambar dari seluruh aktivitas *(value added* dan *non-value added)* yang dibutuhkan untuk membawa produk atau jasa sampai kepada pelanggan. Tujuan dari VSM adalah untuk menggambarkan proses, mengidentifikasi, serta mengeliminasi *waste*  yang ada pada suatu proses. Keuntungan dari VSM adalah dapat memvisualisasikan proses, mulai dari aliran material hingga aliran informasi yang dibutuhkan dalam sebuah proses sehingga dapat terlihat atau ditemukan *waste* yang muncul. Menurut Gasperz (2007) terdapat tiga kategori untuk setiap kegiatan yang dilakukan, yaitu :

* *Value added*
* *Non Value added but necessary*
* *Non value added*

# ***Current State Value Stream Mapping* dan *Future State Mapping***

Data yang telah diambil dan diolah akan digunakan sebagai dasar dalam membuat *current state* VSM. Pembuatan *current state value stream mapping* digunakan untuk mengenali dan mengetahui proses yang terjadi pada pekerjaan kolom dan *shearwall*, *current state* juga bertujuan untuk mengetahui seluruah aliran informasi yang terjadi selama proses tersebut berlangsung. Kemudian, merencanakan alternatif pengerjaan yang efisien dengan *future state mapping.*

Setelah melakukan observasi dan semua data diperoleh dan diolah, maka, maka *current state map* dapat digambar sesuai dengan data yang ada. Dengan pemetaan menggunakan (*Current State Map),* dapat dilihat alur pergerakan material dan produktifitas tiap alur tersebut. Dari proses pergerakan material tersebut dapat dilihat *waste* yang terjadi akibat tidak seragamnya produksi tiap proses. Peningkatan peluang inilah, nantinya yang akan diterapkan pada metode (*Future State Map).* Kemudian berkelanjut dengan pemodelan simulasi. Simulasi adalah salah satu metode analisa alternatif karena banyak menawarkan keuntungan. Proses pemodelan ini meniru kondisi real lapangan, sehingga dapat diprediksi dan mengatur kegiatan yang dapat berpotensi *waste* dan penyeragaman alur produksi di lapangan.

# **Pengukuran Waktu**

# ***Stopwatch Time Study***

Dalam metode VSM ada *cycle time* yang akan dihitung dan dimasukkan, yang diperoleh dari hasil observasi lapangan kemudian dari pekerjaan setiap stasiun pekerjaan antara tiap lantai akan dihitung waktu standarnya. Standar *time* yang akan dimasukkan dihitung dengan terlebih dahulu mencari waktu normal (*normal time*).

Pengukuran waktu kerja menggunakan jam henti diperkenalkan Frederick W. Taylor pada abad ke-19. Metode ini baik untuk diaplikasikan pada pekerjaan yang singkat dan berulang (repetitive). Dari hasil pengukuran akan diperoleh waktu baku untuk menyelesaikan suatu siklus pekerjaan yang akan dipergunakan sebagai waktu standar penyelesaian suatu pekerjaan bagi semua pekerja yang akan melaksanakan pekerjaan yang sama. (Wignjosoebroto,2000)

**Langkah-langkah pengukuran waktu :**

1. **Perhitungan rata-rata**

x̄ = $\frac{n1+n2+…n3}{\sum\_{}^{}n}$ (rumus 2.1)

1. **Uji keseragaman data**

BKA = x̄ + *k*Ϭ (rumus 2.2)

BKB = x̄ - *k*Ϭx (rumus 2.3)

Dimana nilai k bergantung pada tingkat keyakinan yang ditentukan oleh pengukur, yaitu k = 1 untuk tingkat keyakinan 67%,

k=2 untuk tingkat keyakinan 95%, dan k = 3 untuk tingkat keyakinan 99%.

1. **Uji kecukupan data**

Digunakan ketelitian 5% dan tingkat keyakinan 95% adalah sebagai berikut (Barnes, 1980)



......................................(rumus 2.4)

 (Sutalaksana, 1979)

1. **Perhitungan Waktu Standar**
	1. ***Westinghouse System’s Rating***

Disini selain kecakapan (*skill)* dan usaha (*effort)* ditambahkan lagi kondisi kerja (*working condition)* dan *consistency* dari operator di dalam melakukan pekerjaan.

Tabel 2.1 Tabel *Rating Performances*



*Sumber : Wignjosoebroto (2006)*

* 1. **Penentuan waktu normal**

Rating faktor yang telah diuraikan diaplikasikan untuk menormalkan waktu kerja yang diperoleh dari pengukuran kerja akibat tempo atau kecepatan kerja operator yang berubah-ubah. Untuk maksud ini, maka waktu normal dapat diperoleh dari rumus berikut :

$Waktu Normal=Waktu pengamatan x \frac{Rating Factor \%}{100\%}$ .....(rumus 2.5)

(Wignjosoebroto,2000)

* 1. **Penentuan Waktu Baku**

Waktu baku adalah waktu penyelesaian yang dibutuhkan secara wajar oleh pekerja normal untuk menyelesaikan pekerjaannya yang dikerjakan dalam sistem kerja terbaik pada saat itu.

*Standart Time = Normal Time+(Normal Time x % Allowance) (*rumus 2.6)

*Standart Time = Normal Time x* $\frac{100\%}{100\%-\% Allowance}$ *(*rumus 2.7)

(Wignjosoebroto,2000)

# **Penentuan *Allowance* (Kelonggaran)**

Kelonggaran diberikan untuk tiga hal yaitu untuk kebutuhan pribadi, menghilangkan rasa lelah (*fatigue*), dan hambatan-hambatan yang tidak dapat dihindarkan. Ketiganya ini merupakan hal-hal yang secara nyata dibutuhkan pekerja dan yang selama pengukuran tidak diamati, diukur ataupun dicatat.

1. **Kelonggaran Untuk Kebutuhan Pribadi**

Yang termasuk kedalam kebutuhan pribadi disini adalah hal-hal seperti minum sekadarnya untuk menghilangkan rasa haus, ke kamar kecil, bercakap-cakap dengan teman sekerja. Kebutuhan-kebutuhan ini jelas terlihat sebagai sesuatu yang mutlak.Besarnya kelonggaran yang diberikan untuk kebutuhan pribadi seperti itu berbeda-beda dari satu pekerjaan ke pekerjaan lainnya karena setiap pekerjaan mempunyai karakteristik sendiri-sendiri dengan tuntutan yang berbeda-beda. Berdasarkan penelitian trenyata besarnya kelonggaran ini bagi pekerja pria berbeda dari pekerja wanita; misalnya untuk pekerjaan-pekerjaan ringan pada kondisi-kondisi kerja normal pria memerlukan 2 – 2,5 dan wanita 5%.

1. **Kelonggaran Untuk Menghilangkan Rasa Lelah**

Rasa lelah tercermin antara lain dari menurunnya hasil produksi baik jumlah maupun kualitas. Karenanya salah satu cara untuk menentukan besarnya kelonggran ini adalah dengan melakukan pengamatan sepanjang hari kerja dan mencatat pada saat-saat mana menurunnya hasil produsi disebabkan oleh timbulnya raa lelah karena masih banyak kemungkinan lain yang dapat menyebabkannya.

Jika rasa lelah telah datang dan pekerja harus bekerja untuk menghasilkan performance normalnya, maka usaha yang dikeluarkan pekerja lebih besar dari normal dan ini akan menambah rasa lelah. Bila hal ini berlangsung terus pada akhirnya akan terjadi kelelahan total yaitu jika anggota badan yang bersangkutan sudah tidak melakukan gerakan kerja sama sekali walaupun sangat dikehendaki.

1. **Kelonggaran untuk Hambatan-hambatan Tak terhindarkan**

Dalam melaksanakan pekerjaanya, pekerja tidak aakan lepas dari berbagai hambatan. Beberapa contoh yang termasuk kedalam hambatan tak terhindarkan adalah:

* Menerima atau meminta petunjuk kepada pengawas.
* Melakukan penyesuaian-penyesuaian mesin.
* Memperbaiki kemacetan-kemacetan singkat seperti mengganti alat potong yang patah, memasang kembali ban yang lepas dan sebagainya.
* Mengasah peralatan potong.
* Mengambil alat-alat khusus atau bahan-bahan khusus dari gudang.
* Hambatan-hambatan karena kesalahn pemakainan alat ataupun bahan.

Table 2.1 Kelonggaran (*Allowances*)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Faktor | Contoh Pekerjaan | Kelonggaran (%) |
| **Tenaga yang dikeluarkan** |  | Ekuivalen Beban | Pria | Wanita |
| Dapat diabaikan | Bekerja di meja, duduk | Tanpa beban | 0,0-6,0 | 0,0-6,0 |
| Sangat Ringan | Bekerja di meja, berdiri | 0,00-2,25 Kg | 0,0-7,5 | 0,0-7,5 |
| Ringan  | Menyekop, ringan | 2,69-9,00 | 7,5-12,0 | 7,5-16,0 |
| Sedang | Mencangkul |  |  |  |
| Berat | Mengayun palu yang berat |  |  |  |
| Sangat Berat | Memanggul beban |  |  |  |
| Luar biasa berat | Memanggul karung berat |  |  |  |
| **Sikap Kerja** |  |  |  |
| Duduk | Bekerja duduk, ringan |  | 0,0-1,0 |
| Berdiri diatas dua kaki | Badan tegak, ditumpuk dua kaki |  | 1,0-2,5 |
| Berdiri diatas satu kaki | Satu kaki mengerjakan alat kontrol |  | 2,5-4,0 |
| Berbaring | Pada sisi bagian depan atau belakang badan |  | 2,5-4,0 |
| Membungkuk | Badan dibungkukan bertumpu pada kedua kaki |  | 4,0-10,00 |
| **Gerakan Kerja** |  |  |  |
| Normal | Ayunan bebas dari palu |  | 0 |
| Agak Terbatas | Ayunan terbatas dari palu |  | 0,0-5,0 |
| Sulit | Membawa beban berat pada satu tangan |  | 0,0-5,0 |
| Pada anggota-anggota badan terbatas | Bekerja dengan tangan diatas kepala |  | 5,0-10,0 |
| Seluruh anggota badan terbatas | Bekerja di lorong pertambangan yang terbatas |  | 10,0-15,0 |
| **Kelelahan Mata** |  |  | **Cahaya Baik** | **Cahaya Buruk** |
| Pandangan yang terputus-putus | Membawa alat ukur |  | 0,0-6,0 | 0,0-6,0 |
| Pandangan yang sampai terus menerus | Pekerjaan yang teliti |  | 6,0-7,5 | 6,0-7,5 |
| Pandangan terus menerus dengan fokus berubah-ubah | Memeriksa cacatnya pada kain |  | 7,5-12,012,0-19,0 | 7,5-16,0 |
| Pandangan terus menerus dengan fokus tetap | Pemeriksaan yang sangat teliti |  | 19,00-30,030,0-50,0 | 16,0-30,0 |
| **Keadaan Temperatur Tempat Kerja** |  | **Temperatur**  | **Normal** | **Berlebihan** |
| Beku |  | Dibawah 0 | Diatas 10 | Diatas 12 |
| Rendah  |  | 0-13 | 10-0 | 12-5 |
| Sedang |  | 13-22 | 5-0 | 8-0 |
| Normal |  | 22-28 | 0-5 | 0-8 |
| Tinggi |  | 28-28 | 5-40 | 8-100 |
| Sangat Tinggi |  | Diatas 38 | Diatas 40 | Diatas 100 |
| **Keadaan Atmosfer** |  |  |  |  |
| Baik | Ruang yang berventilasi baik, udara segar |  | 0 |
| Cukup | Ventilasi kurang baik ada bau-bauan (Tidak bercahaya) |  | 0-5 |
| Kurang Baik | Adanya debu beracun, atau tidak beracun tetapi banyak |  | 5-10 |
| Buruk | Adanya bau-bauan yang berbahaya yang mengharuskan menggunakan alat-alat pernapasan |  | 10-20 |
| **Keadaan lingkungan yang baik** |  |  |  |
| Bersih, sehat, cerah dengan kebisingan rendah |  |  | 0 |
| Siklus kerja berulang-ulang antara 5-10 detik |  |  | 0,0-1,0 |
| Siklus kerja berulang-ulang antara 0-5 detik |  |  | 1,0-3,0 |
| Sangat bising |  |  | 0,0-5,0 |
| Jika faktor-faktor yang pengaruh dapat menurunkan kualitas  |  |  | 0,0-5,0 |
| Terasa adanya getaran lantai |  |  | 5,0-10,0 |
| Keadaan-keadaan yang luar biasa (bunyi, kebisingan, dll) |  |  | 5,0-15,0 |

*Sumber : Sutalaksana 1979*

# **Faktor Penyebab *Waste Time***

Dalam penelitiannya mengenai *waste* Alwi et al. (2002) membagi faktor penyebab *waste* dalam enam kelompok, yaitu manusia, manajemen, desain dan dokumentasi, material, pelaksanaan, dan eksternal. Hasil analisis *waste time* yang terjadi pada proyek konstruksi menunjukan bahwa menunggu material adalah *waste* yang sering terjadi yang diikuti dengan perbaikan pada pekerjaan *finishing*. Sedangkan *waste* yang menyebabkan dampak/efek tertinggi adalah menunggu material, diikuti dengan menunggu tenaga kerja, menunggu instruksi, perbaikan pada pekerjaan pondasi, menunggu perbaikan alat-alat.

Serta faktor-faktor penyebab *waste* atau frekuensi kejadian tertinggi adalah perubahan desain, diikuti dengan revisi dan distribusi gambar yang lambat, waktu lembur yang berlebihan, gambar kerja yang tidak jelas dan kondisi lokasi.