

BAB II

KAJIAN LITERATUR

2.1. Kajian Induktif

Penelitian yang dilakukan E.P., Nurcahyo, & R.W. (2015) bertujuan untuk membandingkan metode konstruksi baja konvensional dan *pre-engineering building* dari aspek biaya dan waktu. Hasil dari penelitian ini adalah diperoleh biaya dan waktu yang harus dikeluarkan untuk masing – masing metode pengerjaan. Pekerjaan dengan sistem *pre-engineering building* memiliki tahapan pekerjaan dimulai dari pekerjaan pra fabrikasi, pengiriman material, dan *erection*. Sedangkan pekerjaan dengan sistem konvensional memiliki tahapan pengadaan material, pekerjaan fabrikasi, dan *erection*. Dari hasil analisa didapatkan hasil untuk pekerjaan konstruksi baja dengan sistem *pre-engineering building* membutuhkan biaya yang lebih kecil jika dibandingkan dengan sistem konvensional. Dari aspek waktu pekerjaan konstruksi dengan sistem *pre-engineering building* waktu yang dibutuhkan adalah 40 hari sedangkan sistem konvensional adalah 78 hari. Dengan sistem *pre-engineering building* menghasilkan implementasi yang efisien dan cepat.

Trijeti, et al., (2017) melakukan perbandingan pekerjaan dinding yang menggunakan bata konvensional dan dinding rumah prefabrikasi. Perbandingan dilakukan untuk mengetahui mana yang lebih ekonomis pada keseluruhan pekerjaan dinding menggunakan *prefab cement wall* dengan menggunakan dinding bata (konvensional). Perbandingan juga ditinjau dari segi durasi pekerjaan, mana yang lebih cepat dan efektif penggunaan metode dinding *cement wall* dengan menggunakan dinding bata konvensional. Dari hasil penelitian dengan membandingkan analisa terhadap biaya dan durasi untuk masing-masing pekerjaan dinding, dinding menggunakan *prefab cement*

wall lebih murah 4,72% dibanding bata konvensional. Durasi pekerjaan *prefab cement wall* lebih cepat 6 minggu dibanding bata konvensional. Dapat disimpulkan bahwa pekerjaan menggunakan metode dinding *prefab cement wall* lebih cepat dan efisien dibandingkan menggunakan dinding bata konvensional.

Penelitian Rahayu & Manalu (2015) mengenai perbandingan konstruksi rangka atap kayu dengan baja ringan terhadap mutu, biaya, dan waktu. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis mutu rangka atap baja ringan dan rangka kayu, menghitung besaran biaya pemasangan rangka atap baja ringan dan rangka atap kayu dan membandingkan waktu (efisiensi) pengerjaan rangka baja ringan dan rangka kayu. Hasil analisis mutu menunjukkan rangka atap baja ringan memiliki mutu yang lebih baik daripada mutu material kayu. Hasil analisis biaya untuk konstruksi rangka atap baja ringan didapat total biaya sebesar Rp 17.660.845, sedangkan rangka kayu Rp 19.941.324. Hasil analisis waktu rangka atap baja ringan memerlukan waktu selama 3,9 hari pengerjaan dengan 3,4 pekerja, sedangkan rangka atap kayu memerlukan 5,8 hari lama waktu dengan 3,8 pekerja. Dari hasil analisis penelitian diketahui bahwa rangka atap baja ringan lebih baik dari segi mutu, biaya, dan waktu dibandingkan dengan rangka atap kayu.

Desai & Shelat (2014) melakukan penelitian tentang implementasi *value stream mapping* sebagai alat yang dapat digunakan pada bidang konstruksi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi *waste* pada industri konstruksi di India. Penelitian ini dilakukan dengan mengidentifikasi aktivitas yang memberikan nilai tambah dan menghasikan pemborosan material, serta aliran informasi dan tenaga kerja. Hasilnya adalah terdapat pemborosan material karena pekerjaan yang dilakukan di lapangan sehingga membutuhkan waktu pekerjaan yang lama dan membutuhkan banyak tenaga kerja. Dari hal tersebut menyebabkan biaya yang diperlukan juga tinggi. Dari proses yang ada tidak terdapat proses yang tidak memberikan nilai tambah namun terdapat ruang perbaikan yang dapat dilakukan. Usulan perbaikan yang diberikan adalah dengan melakukan pekerjaan *off site* yang dapat memotong pekerjaan di lapangan. Dengan perbaikan terjadi pemangkasan proses pemotongan karena material besi dikirim sudah sesuai dengan ukuran yang dibutuhkan walaupun biayanya lebih tinggi 2%, namun terdapat penghematan waktu pekerjaan dan biaya tenaga kerja.

Penelitian Syahri et al (2017) berjudul analisis *waste* dengan *value stream mapping* pada pekerjaan kolom gedung bertingkat. Penelitian ini menganalisis *waste (time loss)* berdasarkan pekerja, peralatan, dan material pada pekerjaan kolom. *Waste*

yang terjadi dikategorikan kedalam NVA dan NNVA. Pada proses pekerjaan kolom Gedung bertingkat persentase aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah adalah 4,35% NVA dan 1,23% NNVA, dengan waste yang diklasifikasikan pada *construction waste* yang terdiri dari material, pekerja, dan peralatan. Faktor teknologi, peralatan yang digunakan, kemampuan pekerja, dan kondisi lapangan merupakan faktor utama dari persentase *waste*.

Penelitian dilakukan oleh Adlin et al (2017) pada proyek pembangunan *showroom Auto 2000* bertujuan untuk mengevaluasi jenis *waste material* yang dihasilkan dalam proyek konstruksi, untuk mengidentifikasi proses yang menghasilkan limbah (sumber limbah) pada proyek konstruksi dengan menggunakan metode *lean construction*, dan untuk mengetahui *waste level* tertinggi dan terendah yang ada di proyek. Dari hasil identifikasi material yang berpotensi menimbulkan *waste* didapat 4 material yang berpotensi menimbulkan *waste* yang besar yaitu Besi D10mm, Atap *zinc aluminium*, Besi D19mm, dan Besi D16mm. Dari hasil analisa *waste level*, didapat persentase limbah dari yang terbesar sampai yang terkecil yaitu : Besi D10mm sebesar = 3.69%, Atap *Zinc Aluminium* sebesar = 2.06%, Besi D16mm sebesar = 0.90%, dan Besi D19mm sebesar = 0.19%. Dari identifikasi proses yang menghasilkan limbah, didapatkan *defect* (cacat produk konstruksi), *over production*, dan *Inventory* merupakan penyebab dari *waste material* di proyek pembangunan *Showroom Auto 2000*.

2.2. Kajian Deduktif

2.2.1. Rumah Subsidi

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia definisi rumah ialah bangunan untuk tempat tinggal. Undang – Undang Nomor 4 Tahun 1992 Pasal 1 menguraikan rumah adalah bangunan yang berfungsi sebagai tempat tinggal atau hunian dan sarana pembinaan keluarga. Pemerintah memiliki program yang ditujukan kepada masyarakat dengan daya beli rendah atau masyarakat berpenghasilan rendah (MBR) dengan memberikan bantuan pembiayaan untuk mendapatkan hunian tempat tinggal. Kredit pemilikan rumah (KPR) subsidi merupakan program untuk pemilikan rumah dari pemerintah melalui Kementerian PUPR dan Bank pelaksana dengan para pihak pengembang perumahan swasta.

Berdasarkan Peraturan Pemerintah mengenai KPR Bersubsidi bahwa harga rumah subsidi maksimal adalah Rp 140.000.000. Pada program rumah subsidi terdapat ketentuan yang telah diatur oleh pemerintah sebagai pedoman pengembang dalam menjalankan usahanya. Berikut merupakan ketentuan bagi para pengembang perumahan subsidi:

- 1) Pengembang harus terdaftar pada aplikasi Sistem Registrasi Pengembang (Sireng) milik Kementerian PUPR.
- 2) Memiliki dokumen legalitas tanah dari lahan yang akan dibangun rumah subsidi.
- 3) Memiliki Surat Pernyataan Pengelolaan Lingkungan (SPPL), mengurus izin prinsip, dan melakukan Analisis Mengenai Dampak Lingkungan.
- 4) Memiliki sheet plan yang telah disahkan.
- 5) Memiliki IMB dari Pemerintah Daerah.
- 6) Memiliki surat izin dari PDAM dan PLN untuk penyediaan layanan pembangunan rumah subsidi.

Pemerintah juga memiliki ketentuan bagi masyarakat sebagai pembeli rumah subsidi. Berdasarkan Peraturan Menteri PUPR syarat dan ketentuan bagi pembeli rumah subsidi adalah sebagai berikut :

- 1) WNI berusia 21 tahun atau telah menikah.
- 2) Usia pemohon tidak melebihi 65 tahun pada saat kredit jatuh tempo.
- 3) Pemohon maupun pasangan (suami/isteri) tidak memiliki rumah dan belum pernah menerima subsidi pemerintah untuk pemilikan rumah.
- 4) Gaji atau penghasilan pokok tidak melebihi:
 - a. Rp 4 juta untuk rumah sejahtera tapak.
 - b. Rp 7 juta untuk rumah sejahtera susun.
- 5) Memiliki e-KTP dan terdaftar di Dukcapil.
- 6) Memiliki NPWP dan SPT Tahunan PPh orang pribadi sesuai perundang-undangan yang berlaku.
- 7) Pengembang wajib terdaftar di Kementerian PUPR.
- 8) Spesifikasi rumah sesuai dengan peraturan pemerintah.

2.2.2. Prefabrikasi

Teknologi rumah prefabrikasi merupakan suatu teknologi dimana sebagian besar komponen – komponen yang digunakan untuk membangun rumah diproduksi secara *off site* atau dipabrik. Sehingga dengan sistem prefabrikasi saat waktu pelaksanaan proyek komponen siap digunakan dan dipasang. Pada dasarnya prefabrikasi adalah suatu cara membangun yang mudah dipahami secara konsep dan tidak terlalu sulit diterapkan secara teknis. Prefabrikasi meminimalisir segala sesuatu dalam tahap konstruksi, baik itu tenaga pembangun dan lamanya waktu konstruksi, sehingga segala sesuatu berjalan efektif dan efisien (Amalia, 2008). Keuntungan dari sistem prefabrikasi adalah waktu dapat diperpendek dalam pelaksanaan, tenaga kerja yang dibutuhkan dapat dikurangi, dan kualitas baik dan produk terkontrol (Akhmad & Fachruddin, 2008). Menurut Sunaryo & Rianny (2016) Sistem prefabrikasi mampu mempercepat dalam proses pembangunan dengan didukung komponen modular. Jika dibandingkan dengan metode membangun konvensional, sistem prefabrikasi ini memiliki keunggulan dengan pengeluaran biaya yang lebih murah dikarenakan proses konstruksi yang lebih cepat. Biaya yang lebih murah juga disebabkan oleh sedikitnya pekerja yang dibutuhkan dilokasi proyek, karena sebagian komponen bangunan sudah dirakit terlebih dulu diluar lokasi proyek.

2.2.3. Rangka Atap

Atap tersusun dari tiga komponen penyusun yaitu rangka atap, penutup atap, dan pelengkap atap (talang dan lisplang). Rangka atap merupakan salah satu bagian paling atas dari suatu bangunan yang berfungsi sebagai penahan/pelindung dari panas matahari, air hujan, dan angin. Penutup atap merupakan bagian yang menutupi atap secara keseluruhan. Pelengkap atap berfungsi sebagai struktural dan estetis. Atap berperan sebagai pelindung penghuninya dari paparan langsung cuaca yang sering berubah – ubah dan gangguan alam. Menurut Oktarina & Darmawan (2015) atap adalah komponen yang terletak di atas bangunan yang melindungi bagian bawahnya dari cuaca, panas, hujan, dan terik matahari.

Rangka atap berfungsi menahan beban dari penutup atap berupa susunan batang secara vertikal dan horizontal. Penopang atap adalah batang yang disusun membentuk segitiga atau disebut kuda – kuda. Menurut Rahayu & Manalu (2015) rangka atap adalah

bagian atas dari suatu bangunan yang merupakan struktur rangka batang yang diletakkan pada sebuah bidang dan saling dihubungkan dengan sendi pada ujungnya. Rangka atap merupakan suatu susunan rangka batang yang berfungsi untuk mendukung beban atap termasuk juga berat sendiri dan sekaligus memberikan bentuk pada atap. Pada dasarnya kuda-kuda terdiri dari rangkaian batang yang membentuk segitiga. Dengan mempertimbangkan berat atap serta bahan penutup atap, maka konstruksi kuda-kuda akan berbeda satu sama lain. Setiap susunan rangka batang haruslah merupakan satu kesatuan bentuk yang kokoh yang nantinya mampu memikul beban yang bekerja padanya tanpa mengalami perubahan.

Secara umum, di Indonesia terdapat berbagai jenis rangka atap yang digunakan berdasarkan materialnya. Menurut Susanta (2008) terdapat beberapa bahan yang biasa digunakan sebagai material rangka atap, yaitu:

a. Kayu

Kayu banyak digunakan sejak dahulu dalam bangunan rumah. Kayu dapat menambah keindahan apabila digunakan sebagai bahan rangka dan kuda – kuda tanpa plafon. Saat ini harga kayu relatif mahal karena merupakan bahan alam yang semakin sulit diperoleh dan rentan terhadap rayap.

b. Baja

Baja biasa biasa digunakan pada bangunan bentang besar. Baja biasa harganya mahal, kurang sesuai apabila digunakan pada rumah tinggal, dan tidak semua orang bisa mengerjakannya.

c. Baja Ringan

Baja ringan terbuat dari campuran aluminium dan zink. Bahan ini lebih ringan dibandingkan material lain, tidak memuai, tahan terhadap karat, anti rayap, dan tahan lama. Saat ini baja ringan sangat berkembang sangat pesat karena lebih efisien dari segi biaya dan waktu.

d. Beton Bertulang

Beton bertulang biasanya digunakan sebagai bahan rangka atap bangunan dengan bentang besar dan tinggi seperti auditorium, gedung olahraga, masjid, dan sebagainya. Beton bertulang memiliki bobot cukup berat dan pengerjaannya melalui pengecoran yang membutuhkan waktu lama.

2.2.4. Rangka Atap Baja Ringan

Rangka atap baja ringan merupakan suatu sistem rangka atap yang materialnya dari bahan baja ringan atau sering disebut *truss*. Syamsudin et al (2018) menguraikan profil baja ringan adalah jenis baja yang terbuat dari logam campuran yang terdiri atas beberapa unsur metal, merupakan komponen yang berkualitas struktural dari lembaran baja yang dibentuk model tertentu dengan proses *press-braking* atau *roll forming*. Produk baja ringan yang ada di pasaran Indonesia dilapisi oleh dua komposisi bahan yang berfungsi sebagai lapisan anti karat. Pertama galvanis, dengan komposisi 98% *zinc* dan 2% alumunium. Kedua *zincalume*, dengan komposisi 55% alumunium, 43,5% *zinc* dan 1,5% silikon. Galvanis yang sebagian besar dibentuk oleh *zinc* (seng) tahan korosi terhadap air adukan semen, namun tidak tahan terhadap air garam. Sedangkan *zincalume* bersifat sebaliknya, tahan terhadap korosi air garam namun lemah terhadap air adukan semen. Untuk mencapai taraf ketahanan yang relatif setara, ketebalan lapisan *zinc* yang dipakai harus lebih tebal daripada alumunium *zinc*.

Baja ringan memiliki berat sekitar 6-7 kg/m² merupakan bahan yang paling ringan jika dibandingkan dengan kayu yang beratnya bisa mencapai 20 kg/m², atau bahkan dibandingkan dengan beton yang beratnya mencapai 30 kg/m². Baja ringan adalah Baja *High Tensile G-550* (*Minimum Yield Strength* 5500 kg/m²) dengan standar bahan ASTM A792, JIS G3302, SGC 570. Di Indonesia ketebalan baja ringan antara 0,4–1 mm. Meskipun tipis baja ringan memiliki derajat kekuatan tarik antara 500–550 MPa, sementara baja konvensional sekitar 300 MPa. Untuk rangka atap standar kualitas baja ringan yang digunakan adalah G550, artinya memiliki nilai kuat tarik minimal 550 MPa. (Tisnawan & Hadi, 2016). Tidak seperti material kayu yang bersifat getas dan lebih cepat hancur. Kekuatan tegangan ini membuat rangka atap baja ringan mampu menahan keruntuhan dan menjaga kestabilan bangunan. Karena sifat materialnya yang ringan pemasangan rangka atap baja ringan dapat menghemat waktu dan biaya pengerjaan. Selain karena bobotnya yang ringan sehingga mempermudah proses konstruksi, rangka atap baja ringan juga memiliki sistem sambungan yang sederhana.



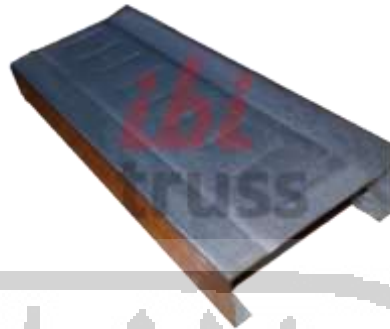
Gambar 2.1 Rangka Atap Baja Ringan

(Sumber: <https://primajaya-mandiri.com/produk/konstruksi-baja-ringan-atap-taso/>)

Rangka atap baja ringan memiliki beberapa elemen seperti kuda – kuda, reng, sekrup, dan dynabolt. Kuda-kuda merupakan struktur utama dalam konstruksi atap baja ringan. Kuda – kuda terbagi atas beberapa bagian, antara lain: *top chord* (elemen atas), *bottom chord* (elemen bawah) dan *webb* yaitu elemen yang tersusun secara vertikal dan diagonal yang terhubung pada *chord*. Jarak pemasangan antar kuda – kuda ditentukan berdasarkan penutup atap yang digunakan. Semakin berat bobot atap yang digunakan maka semakin dekat jarak antar kuda – kuda baja ringan tersebut. Reng ialah pengikat kuda – kuda yang posisinya melintang di atas kuda – kuda yang berfungsi mengikat kuda – kuda tersebut hingga membentuk suatu kerangka yang kokoh. Lempengan reng berfungsi sebagai penahan genteng. Tamrin (2008). Terdapat beberapa jenis bahan yang digunakan pada rangka atap baja ringan. Bahan – bahan yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Baja Ringan Profil C

Baja ringan profil c adalah material yang paling umum ada di lapangan, biasa digunakan sebagai material kuda – kuda. Profil C memiliki ukuran panjang 6 m dengan ketebalan bervariasi mulai 0,40 – 1,00 mm.



Gambar 2.2 Profil C

(Sumber: <https://www.bukalapak.com/p/rumah-tangga/home-stuff/jeisgj-jual-canal-75-x-1mm-x-6-0-ibi-truss?keyword=>)

2. Reng

Reng berbahan baja ringan berbentuk trapezium, berfungsi sebagai peletakan genteng. Reng berukuran panjang 6 m dan pada umumnya memiliki ketebalan 0,45 mm dengan memiliki tinggi mulai dari 28 mm sampai dengan 40 mm.

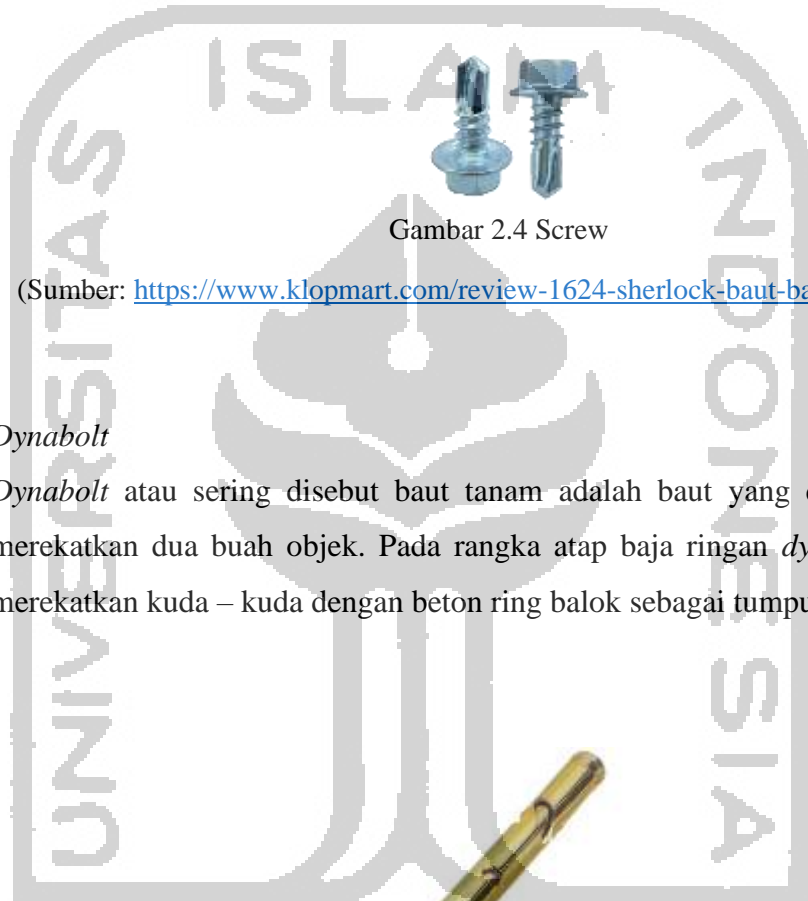


Gambar 2.3 Reng

(Sumber: <https://www.bukalapak.com/p/rumah-tangga/home-stuff/jeit0y-jual-reng-i-100-a-x-o-45-mm-lipat?keyword=>)

3. Screw

Screw merupakan salah satu material paling penting dalam rangka atap baja ringan. screw berfungsi sebagai perekat elemen – elemen rangka atap baja ringan. Screw yang dipakai untuk rangka atap baja ringan adalah jenis *self drilling screw*.



Gambar 2.4 Screw

(Sumber: <https://www.klopmart.com/review-1624-sherlock-baut-baja-ringan-.html>)

4. Dynabolt

Dynabolt atau sering disebut baut tanam adalah baut yang digunakan untuk merekatkan dua buah objek. Pada rangka atap baja ringan *dynabolt* berfungsi merekatkan kuda – kuda dengan beton ring balok sebagai tumpuannya.



Gambar 2.5 Dynabolt

(Sumber: https://www.bunnings.co.nz/ramset-dynabolt-hex-m20-x-80mm-zinc-passivated_p00648619)

2.2.5. Waste

Waste atau *non adding value activity* merupakan pekerjaan yang tidak memberikan nilai tambah. Ohno (1995) berpendapat bahwa *waste* adalah pergerakan pekerja yang tidak menambah nilai dan tidak diperlukan dalam suatu proses. Menurut Womack & Jones (1996) *waste* dapat juga digambarkan sebagai segala aktivitas manusia yang menyerap sumber daya dalam jumlah tertentu tetapi tidak menghasilkan nilai tambah, seperti kesalahan yang membutuhkan pembetulan, hasil produksi yang tidak diinginkan oleh pengguna, proses atau pengolahan yang tidak perlu, pergerakan tenaga kerja yang tidak berguna dan menunggu hasil akhir dari kegiatan-kegiatan sebelumnya. *Waste* dapat diartikan sebagai kehilangan atau kerugian berbagai sumber daya, yaitu material, waktu (yang berkaitan dengan tenaga kerja dan peralatan) dan modal, yang diakibatkan oleh kegiatan-kegiatan yang membutuhkan biaya secara langsung maupun tidak langsung tetapi tidak menambah nilai kepada produk akhir bagi pihak pengguna jasa konstruksi (Formoso, et al., 2002). Ohno (1995) 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.
3. *Waste of Overprocessing*, proses yang lebih dari yang diinginkan pelanggan adalah pemborosan. Misal inventory yang rusak akibat penyimpanan atau transportasi sehingga memerlukan proses tambahan re-packing.
4. *Waste of Defect, reject* atau cacat merupakan pemborosan yang dapat secara langsung bisa dilihat.
5. *Waste of Motion*, gerakan yang tidak perlu dan tidak ergonomi sehingga menambah waktu proses adalah pemborosan.
6. *Waste of Inventory*, semakin banyak persediaan disimpan, akan makin banyak pemborosan terjadi. Pemborosan itu berupa : 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 selamapenyimpanan, dan lain-lain.

7. *Waste of Transportation*, pemborosan yang disebabkan oleh transportasi yang tidak teratur.

2.2.6. *Construction Waste*

Dalam proyek konstruksi, *waste* dapat dibagi dalam tiga kelompok dasar dilihat dari sumbernya yaitu tenaga kerja, material, dan peralatan (Bolviken, et al., 2014). Dalam penelitiannya Alwi, et al (2002) membagi *waste* dalam lima kelompok yaitu pekerjaan perbaikan (*repair*), waktu tunggu, material, sumber daya manusia, dan pelaksanaan/operations. *Waste* pada bidang konstruksi dapat berupa *non value-adding activity* dan *physical construction waste*. *Non value-adding activity* (biasa disebut pemborosan) adalah aktivitas dimana menggunakan waktu, sumber daya atau ruang akan tetapi tidak menambah nilai pada produk. *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 (Alwi, et al., 2002).

Kategori *waste* yang utama dalam bidang konstruksi adalah *reworks / repairs*, rusak / cacat, pemborosan material, keterlambatan, menunggu, alokasi material yang buruk, penanganan material yang tidak perlu, pergerakan atau perpindahan yang tidak perlu, ketidaktepatan dalam pemilihan metode kerja, dan manajemen peralatan. *Waste* sebagai material yang perlu dipindahkan dari lokasi proyek atau berada di lokasi proyek yang tidak digunakan dalam pelaksanaan pekerjaan karena kerusakan, kelebihan, tidak sesuai dengan spesifikasi, atau merupakan sisa pelaksanaan pekerjaan. Sisa material tersebut dapat berupa beton, batu bata, plesteran, kayu, komponen listrik, dll (Ekanayke & Ofori, 2000). Menurut Hapsari dalam Prisilia & Purnomo (2018) menguraikan perbandingan 8 *waste* pada proses manufaktur dan proyek konstruksi seperti pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Perbandingan waste manufaktur dan konstruksi

| <i>Waste</i> | Manufaktur | Proyek Konstruksi |
|---------------|--|---|
| <i>Defect</i> | Terjadinya cacat atau penurunan kualitas <i>output</i> . | Material yang masih dibutuhkan mengalami kerusakan akibat kesalahan |

| <i>Waste</i> | Manufaktur | Proyek Konstruksi |
|---------------------------------|---|---|
| | | proses pemasangan, pembuatan atau penyimpanan. |
| <i>Overproduction</i> | Produksi berlebihan dibandingkan <i>demand</i> . | <i>Repair</i> atau <i>rework</i> bangunan. |
| | | Menunggu material, peralatan, dan pekerja datang. |
| <i>Waiting</i> | Adanya personel atau material yang tidak aktif dalam waktu yang lama. | Menunggu peralatan yang diperbaiki. |
| | | Cuaca tidak mendukung untuk melakukan aktivitas. |
| | | Menunggu interuksi dari pimpinan lapangan. |
| <i>Unappropriate Processing</i> | Peralatan atau mesin yang tidak sesuai. | Peralatan atau prosedur pekerjaan yang tidak sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. |
| <i>Unnecessary Motion</i> | Adanya gerakan yang tidak perlu. | Pergerakan pekerja yang tidak produktif (berpindah, mencari, dan berjalan). |
| <i>Excessive Transportation</i> | Adanya perpindahan transportasi yang berlebihan. | Perpindahan aliran fisik material yang terlalu berlebihan. |
| <i>Unnecessary Inventory</i> | Efek dari <i>overproduction</i> yang menyebabkan meningkatnya inventory <i>finished good</i> dan sisa material yang berlebih. | Menyediakan material yang lebih dari kebutuhan |

| <i>Waste</i> | Manufaktur | Proyek Konstruksi |
|-------------------------|--|---|
| <i>Defective Design</i> | Desain barang yang tidak sesuai dengan design awal produk. | Desain bangunan yang tidak sesuai dengan permintaan pelanggan |

2.2.7. Konsep *Lean*

Menurut Gaspersz (2008) *lean* adalah suatu upaya terus menerus (*continuous improvement effort*) untuk menghilangkan pemborosan (*waste*), meningkatkan nilai tambah (*value added*) produk (barang dan/ jasa) dan memberikan nilai kepada pelanggan (*customer value*). Pada dasarnya konsep *lean* adalah konsep perampingan atau efisiensi. Konsep ini dapat diterapkan pada perusahaan manufaktur ataupun jasa, karena pada dasarnya konsep efisiensi akan menjadi suatu target yang ingin dicapai oleh perusahaan.

Prinsip dari *lean thinking* adalah mencari cara untuk proses penciptaan nilai dengan urutan terbaik yang dimungkinkan, menyusun aktivitas ini tanpa interupsi, dan menjelaskan secara lebih dan lebih efektif. *Lean thinking* menyediakan cara untuk lebih dengan sedikit manusia, peralatan, waktu, dan ruang, tetapi semakin dekat dengan konsumen. (Hines & Taylor, 2000).

Lean construction merupakan suatu terjemahan dan adaptasi dari konsep *lean manufacturing* dari *lean production* yang dikembangkan Toyota oleh Ohno. *Lean manufacturing* merupakan metode optimal dalam proses produksi dengan menghilangkan pemborosan atau *waste* dan penerapan *flow* atau aliran sebagai pengganti *batch* dan antrian. *Lean manufacturing* merupakan filosofi manajemen proses yang berasal dari *Toyota Production System* (TPS) yang dikenal karena menitikberatkan untuk menghilangkan pemborosan atau *waste* dengan tujuan meningkatkan kepuasan pelanggan atau konsumen secara keseluruhan (Liker & Jeffrey, 2004). Tidak sama seperti *lean manufacturing*, *lean construction* berfokus terhadap proses produksi suatu proyek. Konsep pendekatan ini mencoba untuk mengatur dan meningkatkan proses konstruksi dengan cara mendapatkan nilai maksimum dengan biaya minimum yang berhubungan dengan kebutuhan *customer*. *Lean Construction* merupakan suatu cara untuk merancang sistem produksi yang dapat meminimalisasi pemborosan (*waste*) dari pemakaian material,

waktu (*time*) dan usaha dalam rangka menghasilkan jumlah nilai yang maksimum. (Lubis & Syairudin, 2016).

2.2.8. *Value Stream Mapping*

Metode *Value Stream Mapping* merupakan salah satu alat dalam konsep *lean* untuk memetakan aliran produksi yang ada serta mengidentifikasi proses yang mengandung pemborosan sehingga pemborosan yang ada dapat dihilangkan (Khannan & Haryono, 2015). Venkataraman *et al* (2014) mendefinisikan *Value Stream Mapping* adalah representasi secara visual yang dapat digunakan untuk menganalisa *waste* yang terjadi. *Value Stream Map* dimanfaatkan untuk mengukur proses sekarang dan membuat proses yang ideal di masa akan datang. Tujuan dari *value stream mapping* adalah untuk mengetahui dengan jelas sumber-sumber pemborosan dan aktivitas-aktivitas yang tidak bernilai tambah serta membantu membuat area target bagi proses perbaikan secara nyata (Yuniarti, 2010). Konsep dasar dari *tools* ini adalah untuk memetakan setiap tahap aktivitas yang terjadi. 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 (Yansen & Bendatu, 2013). *Value stream mapping* (VSM) merupakan alat dalam konsep *lean* untuk memetakan aliran proses yang ada mencakup setiap aktivitas yang terjadi serta mengidentifikasi *waste* pada proses. VSM berbeda dengan teknik perekaman sederhana, hal ini dikarenakan VSM mengumpulkan segala informasi pada tiap prosesnya. VSM juga mencakup informasi tentang pekerjaan yang bernilai tambah (*value adding activities*) begitu juga dengan pekerjaan yang tidak bernilai tambah (*non-value adding activities*) (Bhosale, et al., 2015).

Hines & Taylor (2000) mengelompokkan aktivitas dalam suatu proses produksi atau pekerjaan menjadi tiga yaitu *value added* (VA), *non value added* (NVA), dan *necessary but non value added* (NNVA). Aktivitas VA adalah aktivitas yang termasuk memberikan nilai tambah kepada produk dan bagi konsumen. Sedangkan aktivitas NVA merupakan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah kepada produk ataupun konsumen dan membutuhkan sumber daya yang berpengaruh terhadap biaya yang dikeluarkan. Diantara aktivitas VA dan NNVA terdapat aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah tetapi diperlukan. Menurut Gaspersz (2008) aktivitas NNVA sebisa mungkin dikurangi atau dihilangkan sedangkan NVA diprioritaskan untuk dihilangkan.

Dalam *value stream mapping* terdapat dua tipe pemetaan yaitu *current state map* dan *future state map*.

1. *Current State Map*, merupakan kondisi *value stream* saat ini dimana digunakan untuk mengidentifikasi pemborosan yang terjadi untuk perbaikan dan *improvement*. *Current state map* akan menggambarkan seluruh proses dari awal hingga akhir, sehingga memudahkan dalam pemahaman proses produksi dan sumber inisiatif *improvement*.
2. *Future State Map*, merupakan gambaran *value stream* yang akan digunakan di masa yang akan datang dan sudah diperbaiki dari *current state map*. *Future state map* didapatkan dari hasil pengurangan atau penghilangan pemborosan pada *current state map*. Namun pemetaan *future state* tetap mengacu pada pemetaan awal atau *current state map* (Fernando & Noya, 2014).

Value stream mapping digunakan untuk membantu menganalisa aliran material dan informasi yang diperlukan pada setiap pekerjaan. Langkah – langkah yang digunakan adalah:

- a. Mengidentifikasi pekerjaan yang akan dilakukan.
- b. Menggambar kondisi di lapangan kerja kondisi saat ini, yang menampilkan langkah – langkah proses, penundaan, dan aliran informasi yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut.
- c. Memberi penilaian kondisi VSM saat ini. Mencari kegiatan yang menyebabkan pemborosan.
- d. Menggambar VSM kondisi yang akan datang dengan menghilangkan langkah – langkah yang terdapat pemborosan.
- e. Melakukan perbaikan untuk mencapai VSM kondisi yang akan datang.