

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Deduktif

2.1.1 Konstruksi Konvensional

Proses konstruksi konvensional atau yang umum dilakukan saat ini yaitu proses konstruksi dimana pekerjaan konstruksi bangunan yang proses pengecorannya dilakukan secara langsung di tempat elemen struktur berada (Khakim et al., 2011). Tahapan pembangunan rumah secara konvensional berdasarkan petunjuk teknis Standar Nasional Indonesia:

1. Perataan tanah

Kondisi permukaan tanah yang beragam membuat proses persiapan pembangunan menjadi lebih panjang. Karena dengan permukaan tanah yang tidak rata, mengharuskan dilakukan proses perataan tanah untuk mempermudah proses pekerjaan pembangunan. Proses perataan tanah bisa dilakukan dengan melakukan urugan atau galian tanah sesuai dengan kondisi yang dikehendaki.

2. Pemasangan *Bowplank* (peil bangunan)

Pemasangan papan bangunan ini penting untuk dilakukan, karena digunakan sebagai patokan ukuran secara vertikal maupun horizontal. Sehingga papan bangunan ini harus dipasang dengan baik dan benar.

3. Galian tanah

Proses penggalian tanah harus menyesuaikan kedalaman yang tertera pada gambar spesifikasi teknik (bestek). Dan apabila terjadi kendala dalam proses penggalian, harus segera dilaporkan kepada kepala proyek.

4. Urugan pasir

Penggunaan pasir harus sesuai mutu maupun kedalaman yang telah tertera dalam gambar dan persyaratan.

5. Urugan dan timbunan tanah

Pelaksanaan urugan ataupun penimbunan tanah harus dilakukan secara selapis demi selapis, dimana setiap lapisan dengan tebal kurang lebih 20 cm.

6. Pemasangan Pondasi

Pondasi merupakan salah satu unsur utama bangunan yang menghubungkan bangunan dengan tanah, sehingga harus mampu menjamin kestabilan bangunan atas beban berat bangunan, beban hidup, maupun gaya-gaya luar pada bangunan (Frick, 1999). Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pekerjaan pondasi yaitu profil-profil pemasangan pondasi dibuat sesuai ukuran pondasi. Selain itu jenis ahan yang digunakan harus sesuai dengan rencana desain. Sehingga spesifikasi pondasi pun sesuai dengan yang telah ditetapkan.

7. Pekerjaan Dinding

Pekerjaan dinding merupakan salah satu tahap vital dalam proses pembangunan. Sehingga perlu diperhatikan beberapa hal dalam pemasangan dinding:

- Penggunaan bahan yang digunakan harus sesuai spesifikasi persyaratan
- Propil-propil harus dipasang secara tegak lurus.
- Pembentukan sudut dinding harus sesuai dengan gambar proyek.
- Campuran bahan adukan yang homogen
- Pemasangan dinding dengan batas 1,2 m

8. Kolom Beton Praktis

Kolom beton praktis yang merupakan bagian dari struktur bangunan berfungsi untuk memperkokoh kesatuan pasangan dinding. Ukuran besi beton, bengkokan besi maupun ikatannya harus disesuaikan dengan spesifikasi sesuai desain yang ditentukan. Begitupula untuk bekisting dalam pemasangannya harus dilakukan dengan baik dan mengatur untuk ketegakan kolom.

9. Pemasangan Kusen Pintu dan Jendela

Sebelum dilakukan pemasangan kusen, perlu dilakukan beberapa pengecekan pada kusen. Pertama perlu diperhatikan apakah mutu kusen baik, dilihat dari bahan maupun kerapihan hasil pekerjaan kusen. Selain kualitas, juga perlu diperiksa siku pada kusen. Sehingga sebelum kusen dipasang, bisa diberikan

silang penguat sementara apabila kusen tidak benar-benar bersiku dan bagian yang berhubungan langsung dengan batako atau adukan pada tembok harus dimeni terlebih dahulu dan juga dipasang angker-angker dan dook.

Proses pemasangan kusen pada dinding dilakukan menggunakan alat bantu berupa kayu sebagai penopang dan proses penyetelannya menggunakan unting-unting dan selang air. Kegiatan pengecekan siku kusen terlebih dahulu ini bertujuan untuk mempercepat dan mempermudah penyetelan.

10. Pekerjaan Atap

Atap merupakan salah bagian dari bangunan yang berfungsi sebagai penutup bangunan. Atap ini berfungsi untuk melindungi apapun yang ada di dalam bangunan dari panas dan dinginnya lingkungan diluar (Rifai, 2010). Berikut merupakan tahapan proses pekerjaan atap:

- Proses pembuatan dan pemasangan kuda-kuda atap.
- Pemasangan gordeng
- Pemasangan rangka ata kaso-kaso dan reng.
- Pemasangan atap asbes gelombang, dimana saat pemasangan atap ini perlu memperhatikan arah angin untuk menghindari kecelakaan.
- Langkah yang terakhir yaitu pemasangan bubungan. Pemasangan bubungan ini dilakukan setelah pemasangan atap selesai.

Proses pekerjaan atap perlu diperhatikan beberapa pekerjaan:

- Penggunaan bahan atap harus disesuaikan dengan bestek, dimana sesuai dari segi kualitas maupun dimensi
- Pemasangan kaso-kaso dan juga reng, perlu diperhatikan kerataanya agar pemasangan genteng dapat terlihat rapi. Selain agar rapi, penyusunan kaso dan reng yang rata juga dapat menghindari terjadinya kebocoran.

11. Pemasangan Instalasi Listrik

Pemasangan instalasi listrik ini seperti pemasangan pipa-pipa sebagai jalur kabel pada dinding. Sehingga pemasangan instalasi listrik ini dilakukan sebelum dinding diplester. Selain itu untuk memudahkan pengontrolan kedepannya, maka disarankan untuk melakukan pemasangan eternit sebelum pemasangan kabel. Dan proses terakhir yaitu pengujian keseluruhan jaringan instalasi tersambung dengan PLN.

12. Pemasangan instalasi air bersih

Perencanaan penyediaan air bersih dalam sebuah bangunan merupakan salah hal penting dalam kehidupan di dalamnya. Proses pemasangan instalasi ini meliputi pemasangan pipa-pipa air yang memperhatikan arah air, sehingga sambungan tidak terbalik. Selanjutnya dilakukan tes untuk melihat kondisi saluran sebelum pekerjaan selanjutnya dimulai, sehingga apabila terjadi kebocoran pada saluran air bisa diperbaiki terlebih dahulu.

13. Pemasangan instalasi air kotor

Selain pekerjaan instalasi air bersih, juga perlu dilakukan pekerjaan untuk instalasi air kotor atau saluran pembuangan. Pada pemasangan instalasi air kotor perlu diperhatikan kemiripan saluran, karena saluran air kotor memiliki arus dengan saluran sistem gravitasi. Sehingga diharapkan aliran air lancar tanpa ada sumbatan dan juga dilakukan tes instalasi air untuk memastikan saluran pembuangan lancar sebelum pipa-pipa ditutup.

14. Pemasangan lantai

Pemasangan lantai merupakan salah satu pekerjaan finishing. Pekerjaan lantai ini diselesaikan setelah semua pekerjaan instalasi selesai dilakukan. Langkah pertama dalam pekerjaan lantai dimulai dengan pemadatan lantai dengan tanah urug. Apabila lantai menggunakan keramik, maka perlu dilakukan pengerasan dengan bahan adukan komposisi 1 PC: 7 pasir dan waktu tunggu hingga pemasangan keramik yaitu sekitar 3 hari. Saat pemasangan keramik.

15. Pemasangan pintu dan jendela

Tahapan akhir selanjutnya yaitu pemasangan pintu dan jendela pada setiap kusen yang telah dipasang sebelumnya. Pemasangan pintu dan jendela harus mempertahankan toleransi, sehingga pintu dan jendela bisa dibuka maupun ditutup. Selain itu dalam pemasangan kaca harus memperhatikan toleransi untuk mengantisipasi adanya pemuaian dikemudian hari.

16. Pengecatan

Tahap pengecatan merupakan tahapan finishing yang penting dilakukan untuk memperindah suatu bangunan. Tahapan ini memerlukan ketelitian maupun kerapian dalam pengerjaannya, yang mana menunjukkan tampilan awal profil sebuah rumah.

17. Pekerjaan pembersihan

Pekerjaan terakhir sebelum proses penyerahan bangunan kepada *client* yaitu kegiatan pembersihan. Kegiatan pembersihan ini meliputi pembersihan bahan-bahan sisa maupun alat-alat selama pembangunan, pembongkaran bangunan direksikit, gudang peralatan dan bahan baku.

2.1.2 Pracetak

Pracetak merupakan sebuah proses produksi elemen atau struktur bangunan pada suatu tempat yang berbeda dengan tempat dimana elemen struktur tersebut akan digunakan (Ervianto, 2006). Selanjutnya produk-produk pracetak tersebut siap dirakit atau dipasang di lokasi pembangunan. Salah satu produk pracetak yang banyak tersedia yaitu beton. Sehingga beton pracetak dapat diartikan sebagai beton dari hasil metode fabrikasi atau proses produksinya dilakukan di tempat yang berbeda dengan lokasi proyek pembangunan (Ervianto, 2006). Dengan begitu sistem pada beton pracetak memiliki beberapa manfaat keunggulan dibandingkan dengan sistem konstruksi konvensional berdasarkan beberapa hal antara lain waktu, biaya, kualitas, predictability, keandalan, produktivitas pekerja, keselamatan dan kesehatan pekerja, kondisi lingkungan, koordinasi, inovasi, reusability dan relocability (Nugroho, 2012).

Proses pelaksanaan dalam penerapan teknologi pracetak pada proyek konstruksi mengikuti beberapa urutan yang dimulai dari *planning*, dilanjutkan dengan design and engineering, procurement, *fabrication* dan tahapan terakhir yaitu *transportation, handling and erection* (Ervianto, 2006). Selain banyaknya keunggulan dan manfaat dari pembangunan sistem pracetak, sistem ini tetap memiliki beberapa kelemahan antara lain (Ervianto, 2006):

1. Timbulnya kerusakan selama proses transportasi
2. Membutuhkan peralatan lapangan dengan kapasitas angkat yang cukup untuk mengangkat dan menempatkan komponen konstruksi pada posisi tertentu.
3. Diperlukannya biaya tambahan transportasi
4. Diperlukannya fasilitas gudang yang luas untuk *curing*

5. Diperlukannya fasilitas ruang yang luas untuk produksi dalam jumlah yang besar
6. Adanya permasalahan teknis dan biaya yang dibutuhkan untuk menyatukan komponen-komponen beton pracetak
7. Diperlukan perencanaan yang detail untuk sambungan beton

Proses pembangunan yang menggunakan sistem beton pracetak memiliki keunggulan dibandingkan dengan metode konvensional yang sudah umum saat ini. Penggunaan beton pracetak mampu memberikan pemangkasan durasi waktu pengerjaan proyek dibandingkan dengan metode konvensional. Selain itu kondisi alam atau cuaca tidak terlalu berpengaruh dalam pelaksanaan konstruksi atau pembangunan. Selain itu beberapa penghematan dalam penggunaan teknologi pracetak antara lain:

1. Upah tenaga pabrik relatif lebih murah dari pada upah tenaga lapangan
2. Penggunaan bekisting yang lebih sedikit
3. Waktu penyelesaian proyek yang lebih singkat
4. Produktivitas pekerja yang lebih besar, karena sebagian besar bekerja di permukaan tanah

2.1.3 Rumah Subsidi

Rumah merupakan salah satu kebutuhan pokok manusia sebagai tempat tinggal maupun berlindung. Selain itu rumah merupakan salah satu faktor yang dapat meningkatkan harkat martabat seorang manusia (Keputusan Menteri, 2002). Salah satu program pemerintah kepada masyarakat dengan daya beli rendah atau MBR dalam mendapatkan hunian tempat tinggal yaitu dengan memberikan bantuan pembiayaan. Sebagaimana menurut Undang-undang Nomor 1 tahun 2011 Pasal 54 ayat 3, disebutkan bahwa bantuan maupun kemudahan pembangunan serta perolehan rumah bagi MBR yaitu:

1. Subsidi dalam perolehan rumah
2. Stimulan rumah swadaya
3. Insentif perpajakan sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan di bidang perpajakan
4. Proses perizinan
5. Asuransi dan penjaminan

6. Penyediaan tanah serta sertifikasi tanah
7. Prasarana, sarana, dan utilitas umum

Program perumahan subsidi diwujudkan atas kerjasama antar pemerintah dengan para pihak pengembang nasional maupun swasta. Dimana dalam menjalankan usaha perumahan subsidi, seluruh peraturan maupun ketentuan sudah diatur oleh pemerintah dan dijalankan oleh pihak pengembang nasional maupun swasta. Salah satu ketentuan yang ditetapkan dalam rumah subsidi yaitu ketentuan harga jual maksimal yang memungkinkan setiap tahunnya mengalami perubahan. Berikut merupakan beberapa ketentuan yang diberikan kepada pengembang yang lebih lengkapnya pada lampiran (Keputusan Menteri, 2002):

1. Batasan biaya penjualan yang di tentukan oleh pemerintah setiap tahunnya.
2. Ketentuan rumah meliputi luas bangunan dan luas lahan
3. Ketentuan material pembentuk bangunan meliputi pondasi, dinding, kerangka bangunan dan kuda-kuda.

Selain ketentuan yang diberikan kepada pihak pengembang perumahan, beberapa persyaratan dan peraturan juga diterapkan kepada pembeli rumah subsidi. Adapun beberapa persyaratan kepada calon pembeli untuk dapat membeli rumah subsidi yaitu sebagai berikut (Bank Tabungan Nasional):

1. Warga negara Indonesia yang telah berusia 21 tahun atau telah menikah dan tidak berusia lebih dari 65 tahun saat kredit jatuh tempo. Khusus peserta ASABRI yang mendapatkan rekomendasi dari YKPP, yaitu usia pemohon sampai dengan 80 tahun pada saat kredit jatuh tempo
2. Pemohon tidak memiliki rumah dan belum pernah menerima subsidi pemerintah untuk pemilikan rumah. Terkecuali 2 kali untuk TNI/Polri/PNS yang mengalami pindah tugas.
3. Gaji atau penghasilan pokok tidak lebih dari Rp 4.000.000,00 untuk Rumah Sejahtera Tapak dan Rp 7.000.000,00 untuk Rumah Sejahtera Susun.
4. Memiliki e-KTP dan terdaftar di Dukcapil
5. Telah memiliki NPWP dan SPT Tahunan PPh orang pribadi sesuai perundang-undangan yang berlaku
6. Pengembang wajib terdaftar di Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
7. Spesifikasi rumah sesuai dengan peraturan pemerintah.

Berbagai syarat maupun ketentuan yang diberikan kepada calon penghuni rumah subsidi diharapkan agar bantuan pemerintah tepat kepada sasaran target yang dituju.

2.1.4 Waste (Pemborosan)

Kata *waste* atau pemborosan dapat diartikan sebagai sesuatu yang negatif, dimana *waste* merupakan segala sesuatu yang tidak memberi nilai tambah maupun manfaat terhadap sebuah proses (Sugiantri et al., 2015). Munculnya *waste* sendiri diakibatkan oleh ketidakefisienan dan pemborosan dalam penggunaan material, pemanfaatan SDM, dan waktu dalam melakukan sebuah proses (Mudzakir et al., 2017). Berikut merupakan tipe *waste*:

1. Produksi berlebih (*overproduction*)
Melakukan produksi yang berlebih yaitu melakukan kegiatan produksi terhadap produk-produk yang belum dipesan. Hal ini menyebabkan pemborosan pada tenaga kerja dan juga harus menyediakan tempat penyimpanan lebih.
2. Waktu menunggu (*waiting*)
Kegiatan pekerja yang tidak melakukan aktivitas apapun dikarenakan menunggu material untuk proses selanjutnya ataupun menunggu setting alat dan lainnya
3. Proses yang berlebih (*overprocessing*)
Melakukan proses berlebih atau melakukan proses secara salah. Hal ini menyebabkan pekerjaan ulang karena harus memperbaiki proses yang telah dilakukan (*rework*).
4. Transportasi (*transportation*)
Kegiatan perpindahan yang tidak diperlukan seperti memindahkan material ataupun alat dalam jarak yang jauh.
5. Persediaan berlebih (*inventory*)
Melakukan penyimpanan pada material, produk *work in process*, ataupun produk jadi menyebabkan beberapa hal seperti peningkatan biaya penyimpanan, adanya risiko barang rusak. Dan hal ini disebabkan oleh perencanaan yang tidak tepat.

6. Gerakan yang tidak perlu (*motion*)

Pekerja banyak melakukan gerakan yang tidak diperlukan dalam melakukan pekerjaannya seperti aktivitas mencari alat ataupun peletakan alat yang jauh dari jangkauan sehingga memerlukan gerakan yang sebenarnya tidak diperlukan.

7. Produk cacat (*defect*)

Hasil produksi yang tidak sesuai dengan standard atau spesifikasi yang telah ditentukan menyebabkan proses perbaikan atau pengerjaan ulang yang berarti harus menambah aktivitas ataupun waktu.

Istilah pemborosan atau waste ini pertama dikenalkan pada industri manufaktur. Namun dengan perkembangan keilmuan yang ada dan juga banyaknya tujuan yang ingin tercapai, maka mulai dikenalkanlah istilah *waste* ini dalam bidang konstruksi. Beberapa pemborosan yang banyak terjadi dalam proses konstruksi yaitu produk cacat, aktivitas rework, kesalahan desain, kehilangan, banyaknya perubahan, keselamatan atau keamanan, dan penggunaan material yang berlebih (Koskela, 1992). Sedangkan menurut Bilviken dalam (Syahri et al., 2017), macam *waste* dalam bidang konstruksi terbagi menjadi tiga yaitu kehilangan material (*material loss*), kehilangan waktu (*time loss*), dan kehilangan nilai (*value loss*).

Waste yang berarti sesuatu yang tidak bermanfaat ataupun memberi nilai tambah ini juga biasa disebut sebagai *non value added activity*. *Non value added activity* merupakan sebuah aktivitas yang memerlukan waktu, sumber daya atau biaya namun tidak memberikan nilai tambah pada sebuah proses atau hasil akhir dari sebuah produk (Koskela, 1992). *Waste* yang merupakan aktivitas yang tidak bermanfaat dan dapat mengganggu jalannya sebuah proses yang ada. Analisa satuan dalam pengukuran waste atau pemborosan sendiri juga beragam, berdasarkan biaya, jenis pengukuran yang berhubungan dengan efisiensi, peralatan ataupun pekerja, dan perhitungan yang lebih sulit dikarenakan belum diketahuinya nilai efisiensi optimal (Aziz & Hafez, 2013). Adapun menurut (Koskela, 1992) hal-hal yang berpengaruh dalam menyebabkan timbulnya *waste* yaitu kualitas dalam bekerja, kemampuan konstruksi, manajemen material, adanya waktu yang tidak produktif dan isu keamanan dalam bekerja.

2.1.5 *Lean Thinking*

Penerapan *lean thinking* pada *lean manufacturing* merupakan sebuah filosofi yang berasal dari perusahaan Jepang yaitu Toyota *Otomotive*. *Lean manufacture* berfokus pada manajemen proses produksi dalam meminimasi *waste* untuk meningkatkan kepuasan konsumen (Ariani, 2004). Sedangkan menurut Gasperz (2007), *lean manufacturing* yaitu sebuah pendekatan yang sistematis yang digunakan untuk mengidentifikasi dan menghilangkan *waste* atau non value added activities melalui peningkatan yang dilakukan secara terus menerus (*continuous improvement*).

Waste atau pemborosan sendiri merupakan aktivitas kerja yang tidak memiliki nilai tambah selama proses perubahan *input* menjadi *output* (Hazmi et al, 2012). Oleh karena itu penting untuk dilakukan analisa pemborosan atau *waste*, sehingga dapat ditentukan sebuah cara untuk meminimasi *waste* yang mana harus dilakukan dalam sebuah tempat produksi.

Penerapan *lean manufacture* sendiri dalam sebuah proses dilakukan dengan sebuah *tool* yang ditetapkan di awal berdasarkan permasalahan dan tujuan analisis yang akan didapat pada akhirnya. Salah satu *tool* dalam *lean manufacturing* yang dapat digunakan untuk melakukan analisa *waste* dalam sebuah rangkaian proses yaitu *Value Stream Mapping* (VSM). VSM merupakan sebuah visual aliran proses dari awal hingga akhir yang digambarkan dengan peta pemborosan (Misbah et al., 2015).

Terdapat alat dalam *lean manufacture* untuk melakukan analisa aliran proses yaitu *Value Stream Mapping Tools*. Berikut merupakan merupakan *mapping tools* yang digunakan dalam analisa *waste* (Liker & Jeffrey, 2006):

1. *Activity Mapping*
2. *Supply Chain Response Matrix*
3. *Production Variety Funnel*
4. *Quality Filter Mapping*
5. *Decision Point Analysis*
6. *Physical Structure*
7. *Demand Amplification Mapping*

Langkah dalam memilih *mapping tool* yang digunakan untuk analisa *waste* yaitu dengan melihat keterkaitan antar *mapping tools* dengan jenis *waste*, dimana *tool* yang paling

terkait dengan *waste* dapat digunakan untuk memetakan *waste* yang ada (Syahri et al., 2017).

Berkembangnya kebutuhan dalam melakukan perbaikan, maka dicetuskanlah sebuah gagasan konsep *lean* dalam bidang konstruksi yang saat ini dikenal dengan istilah *lean construction*. Dengan adanya konsep *lean construction* bertujuan untuk dapat meningkatkan nilai (*value*) yang didapatkan dengan penggunaan *waste* seminimal mungkin (*Lean Construction Institute* Indonesia, 2018). Selain itu perlunya ada konsep *lean construction* dikarenakan adanya perbedaan konsep antara industri manufaktur dengan industri konstruksi dalam hal sifat maupun karakteristik diantara keduanya. Berikut merupakan prinsip-prinsip dalam *lean construction* (*Lean Construction Institute* Indonesia, 2018):

1. Menghilangkan barang sisa
2. Menentukan produk dengan tepat menurut pandangan konsumen
3. Mengidentifikasi aliran material dan mengurangi aktivitas tak bernilai tambah
4. Penyimpanan sisa material
5. Membuat produk saat dibutuhkan
6. Perbaikan secara terus menerus

2.1.6 Precedence Diagram Method

Precedence diagram methode (PDM) merupakan salah satu metode dalam melakukan perencanaan penjadwalan pekerjaan. PDM ditunjukkan dengan diagram panah, dimana setiap aktivitasnya dilambangkan dalam bentuk kotak. Beberapa informasi yang dapat diketahui dari PDM pada setiap aktivitasnya meliputi durasi aktivitas (D), nama aktivitas, nomor identitas aktivitas, mulai dan selesainya aktivitas yaitu ES, LS, EF, dan LF. Berikut merupakan visual node pada PDM.

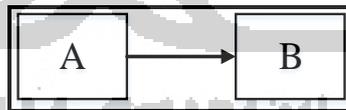


Gambar 2.1 *Node Precedence Diagram Method*

Pembuatan PDM bertujuan untuk menyederhanakan sebuah aktivitas dimana informasi yang terkandung menjadi lebih jelas dan mudah dipahami. Kelebihan dari penggunaan PDM daripada penggunaan *Arrow Diagram* yaitu jaringan lebih sederhana karena pada PDM tidak memerlukan kegiatan fiktif/*dummy* dan mampu membuat hubungan *overlapping* yang berbeda tanpa menambah jumlah aktivitas (Ervianto, 2005). PDM digambarkan dengan bentuk segi empat dengan anak panah yang mewakili ketergantungan dari setiap aktivitas. Berikut merupakan hubungan ketergantungan antar aktivitas pada PDM:

1. *Finish to Start*

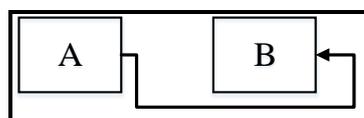
Hubungan *finish to start* menunjukkan bahwa mulainya pekerjaan berikutnya yaitu bergantung pada selesainya aktivitasnya sebelumnya. Sehingga pekerjaan selanjutnya tidak bisa dikerjakan sebelum pekerjaan sebelumnya selesai proses pengerjaan.



Gambar 2.2 Hubungan *Finish to Start* PDM

2. *Finish to Finish*

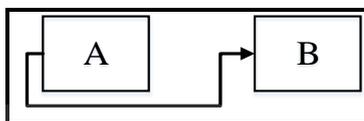
Hubungan *finish to finish* menunjukkan ketergantungan dimana selesainya aktivitas berikutnya bergantung pada aktivitas sebelumnya.



Gambar 2.3 Hubungan *Finish to Finish* PDM

3. *Start to Start*

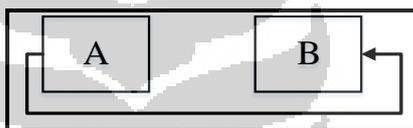
Hubungan ketiga yaitu *start to start* menunjukkan bahwa mulainya aktivitas berikutnya tergantung pada mulainya aktivitas sebelumnya.



Gambar 2.4 Hubungan *Start to Start*

4. *Start to Finish*

Hubungan *start to finish* yang berarti bahwa selesainya aktivitas berikutnya bergantung pada mulainya aktivitas sebelumnya.



Gambar 2.5 Hubungan *Start to Finish*

Precedence diagram method memiliki dua perhitungan yang digunakan untuk menentukan mulai dan selesainya sebuah aktivitas yang selanjutnya digunakan untuk menentukan aktivitas kritis dari sebuah proses (Novitasari et al., 2018). Berikut merupakan perhitungan yang digunakan untuk mengidentifikasi titik kritis:

1. *Forward Calculation*/ Perhitungan Maju

Perhitungan maju merupakan perhitungan penjadwalan yang dimulai dari kegiatan awal. Proses perhitungan maju digunakan untuk menentukan nilai *earliest start* (ES), *earliest finish* (EF), dan durasi waktu proyek (Nurhayati, 2010).

2. *Backward Calculation*/ Perhitungan Mundur

Seperti perhitungan maju, perhitungan mundur dalam penjadwalan dilakukan mulai dari kegiatan terakhir. Perhitungan maju digunakan untuk menentukan nilai *latest start* (LS), *latest finish* (LF), dan waktu *float* (Nurhayati, 2010). Waktu float merupakan waktu yang ada dalam sebuah kegiatan yang memungkinkan suatu kegiatan dapat ditunda atau diperlambat, tetapi tidak menyebabkan proyek menjadi terlambat (Ervianto, 2005).

2.1.7 Key Performance Indicator

Pengukuran Kinerja merupakan sebuah kegiatan yang dilakukan untuk melakukan evaluasi pada kinerja manajemen, sumber daya manusia, dan strategi perusahaan (Pinheiro, 2011). Kegiatan pengukuran kinerja sangat penting untuk dilakukan dalam sebuah organisasi ataupun perusahaan untuk menjadi sebuah organisasi yang lebih baik kedepannya. Saat ini banyak dilakukan pengukuran kinerja menggunakan tolak ukur tertentu. *Key performance indicator* (KPI) merupakan sebuah alat yang digunakan dalam melakukan perhitungan kinerja sebuah organisasi yang banyak digunakan saat ini. Penggunaan KPI mampu digunakan sebagai alat untuk mengukur kinerja sebuah organisasi dan juga memastikan bahwa visi dan strategi organisasi dapat berjalan dengan selaras (Rokhim, 2017).

Selain itu KPI juga bisa digunakan sebagai alat bantu pengukuran kinerja yang efektif bagi manajer dalam melakukan pengukuran kinerja tahunan tanpa adanya subjektivitas dalam proses penilaian (Rokhim, 2017). Penyusunan KPI penting dilakukan untuk mengetahui dan meningkatkan tujuan dari pengukuran kinerja (Mayasari et al., 2012).

2.2 Kajian Induktif

Berikut merupakan beberapa hasil dari penelitian terdahulu yang telah dilakukan terkait dengan penelitian yang saat ini dilakukan. Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Purwanti (2014) tentang analisa perbandingan waktu dan biaya dalam penggunaan bata merah dengan m-panel. Penelitian yang dilakukan pada proyek bangunan seluas 1041 m². Diketahui bahwa berdasarkan kriteria biaya material dinding, batu bata merah menghasilkan biaya yang lebih murah. Namun untuk biaya tenaga kerja, penggunaan dinding m-panel menghasilkan upah kerja yang lebih murah. Hal ini dikarenakan waktu pengerjaan menggunakan m-panel yang lebih cepat dari pada penggunaan bata merah.

Selain itu penelitian perbandingan waktu dan biaya antara pembangunan metode konvensional dan precast juga dilakukan oleh Frederika et al. (2014) dengan objek

penelitian pada pelaksanaan balok struktur beton gedung. Setelah dilakukan analisis dari jumlah tenaga kerja, biaya dan waktu pengerjaan diketahui bahwa biaya pembangunan metode precast lebih mahal sebesar 20,47%. Sedangkan untuk jumlah tenaga kerja metode pracetak membutuhkan lebih sedikit daripada konvensional dan waktu pengerjaannya pun metode pracetak lebih cepat hingga 20% dari waktu pengerjaan metode konvensional.

Penelitian selanjutnya yaitu tentang analisis perbandingan pengerjaan dinding antara bata ringan, sandwich panel dan beton precast dengan kriteria waktu, biaya, material dan tata laksana. Penelitian ini dilatarbelakangi oleh keterbatasan waktu yang dimiliki dalam pengerjaan proyek. Sehingga dilakukan analisis terhadap alternatif material yang dapat membantu pengerjaan proyek dengan kriteria tersebut. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa penggunaan beton *precast* merupakan alternatif terbaik berdasarkan keempat kriteria, dengan keunggulan pada tata laksana dan durasi waktu pengerjaan (Hidayat & Irvan, 2018).

Penelitian lain tentang perbandingan antara konstruksi konvensional dan prefabrikasi juga dilakukan oleh Tanjaya et al. (2018) dengan objek perbandingan biaya antara penggunaan lantai konvensional dan pra cetak pada rumah kantor. Alasan dilakukan penelitian ini yaitu karena masih sedikitnya pelaku konstruksi yang menggunakan sistem pracetak yang mana memiliki kelebihan dengan sedikitnya waktu pembangunan. Oleh karenanya dilakukan analisa perbedaan biaya antara penggunaan sistem portal lantai konvensional dengan sistem portal lantai pracetak. Hasil analisa ini menunjukkan bahwa biaya lantai pracetak lebih murah daripada lantai konvensional pada bagian pelat, balok, kolom maupun biaya struktur bagian atas untuk semua tipe (bentang 4m, 5m, dan 6m).

Penelitian yang telah dilakukan tentang perbandingan proyek pembangunan konvensional dan pracetak juga dilakukan oleh Mao et al. (2016). Pada penelitian tersebut menjelaskan bahwa analisa perbandingan metode konstruksi yang dilakukan di China menunjukkan bahwa biaya total pembangunan sistem pracetak lebih besar daripada metode konvensional. Dimana pembiayaan terbesar terjadi pada proses fabrikasi yang meliputi bahan baku, transportasi, dan proses desain. Sedangkan untuk pembiayaan proses pertukangan batu, plaster, dan biaya tenaga kerja lebih rendah dibandingkan dengan sistem konvensional.

Penelitian selanjutnya tentang analisa penggunaan lean pada proses konstruksi sistem precast yang dilakukan oleh Ahmad et al. (2019) secara eksplanatori dan deskriptif. Penggunaan pendekatan lean pada proses pembangunan mampu menunjukkan aktivitas pemborosan (*non value added*) yang terjadi. Meskipun sistem pabrikasi dapat meningkatkan produktivitas pekerja, kecepatan pembangunan dan meningkatkan kulaitas, sistem pabrikasi masih memberikan aktivitas pemborosan.

Penelitian analisa perbandingan yang telah dilakukan oleh Gao & Mao (2017) yaitu analisa berdasarkan emisi gas karbon yang dihasilkan antara konstruksi konvensional dan sistem pracetak. Kegiatan konstruksi menggunakan sumber daya alam yang besar dan menghasilkan limbah untuk lingkungan yang tidak sedikit. Sehingga hal ini perlu diperhatikan untuk menjaga keseimbangan antara sisi ekonomi dan juga pengaruh terhadap lingkungan yang fokus dalam masalah emisi karbon yang dihasilkan. Hasil analisa perbandingan menunjukkan bahwa proses konstruksi pracetak menghasilkan efisiensi jumlah emisi karbon yang lebih besar hingga 25% dari pada proyek konvensional.

Penelitian perbandingan selanjutnya dari sisi efisiensi konstruksi oleh Spak et al. (2016), dari hasil penilaian menunjukkan bahwa metode konstruksi pracetak memberikan nilai keuntungan yang lebih daripada metode konvensional. Beberapa keuntungan yang diberikan yaitu durasi waktu konstruksi, energi dan peralatan yang harus disediakan di lokasi proyek, jumlah pekerja keseluruhan proses, dampak terhadap lingkungan dan efisiensi kontrol dari struktur. Dilihat berdasarkan sudut pandang ekonomi, biaya material pada beberapa bagian proses konstruksi pracetak lebih mahal daripada metode konvensional. Selanjutnya dari faktor kualitas dan *durability* (ketahanan), berdasarkan strukturnya konstruksi pracetak memiliki nilai yang lebih tinggi. Sehingga meskipun membutuhkan biaya yang lebih besar, namun memiliki keunggulan dalam faktor kualitas dari sisi utilisasi maupun performansi yang ada.

Penelitian tentang *key performance indicator* yang digunakan sebagai metode dalam pengukuran kinerja karyawan dalam industri makanan. Penggunaan KPI bertujuan untuk meningkatkan kinerja karyawan sehingga mampu mencapai target yang ingin dicapai. Pencapaian target tersebut menggunakan strategi pemberian reward kepada pekerja, pemberian pelatihan kerja, pemberian jenjang karir sehingga pekerja lebih giat dan lebih nyaman berada di tempat kerja (Lubis & Kusumanto, 2018).

Pada penelitian yang dilakukan oleh Suherman & Ilma (2016) tentang pengendalian proyek menggunakan tiga metode yaitu *precedence diagram method*, PERT, dan *Crash Project*. PDM digunakan sebagai metode untuk mengetahui durasi pekerjaan dengan memperhatikan hubungan yang terjadi antar setiap aktivitas. Sedangkan PERT digunakan untuk perhitungan durasi yang disertai kemungkinan ketidakpastian yang terjadi dalam perhitungan durasi proyek. Dan metode yang digunakan untuk melakukan analisa percepatan proyek yaitu *crash project* yang berhubungan dengan adanya pemberian kerja lembur yang dikhususkan pada pekerjaan dengan durasi yang lama dan termasuk dalam aktivitas kritis. Ketiga metode tersebut dapat digunakan secara berkesinambungan untuk menghasilkan pengendalian proyek secara lebih nyata dengan adanya faktor probabilitas dan menjadi lebih efisien dengan usaha percepatan yang dilakukan dengan memperhatikan faktor biaya.

Berdasarkan studi literatur yang telah dilakukan sebelumnya, pada penelitian ini penulis bertujuan untuk memberikan usulan proses pembangunan untuk mengatasi permasalahan dalam proses pembangunan yang ada dalam membantu program pemerintah yaitu pembangunan rumah subsidi. Usulan pembangunan yang diberikan menggunakan kaidah pembangunan prefabrikasi. Sehingga pada penelitian ini juga dilakukan perbandingan pembangunan awal dengan hasil pembangunan usulan untuk mengetahui keberhasilan atau peningkatan dari hasil usulan yang diberikan. Dimana dalam membantu analisa perbandingan digunakan *Key Performance Indicator* untuk menganalisa keberhasilan usulan. Dalam pengolahan data digunakan *precedence diagram* untuk perhitungan durasi pembangunan, analisa aktivitas menggunakan *Process Activity Mapping*, dan perhitungan rencana anggaran biaya.