

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Manajemen bila ditinjau sebagai suatu proses adalah merupakan suatu rangkaian tahap kegiatan yang diarahkan pada pencapaian tujuan dengan memanfaatkan semaksimal mungkin sumber-sumber yang ada dan tersedia. Proyek adalah suatu usaha yang mempunyai awal dan akhir, dijalankan untuk memenuhi tujuan yang sudah ditetapkan dalam biaya, jadwal, dan sasaran kualitas.

Manajemen proyek merupakan usaha untuk menggunakan sumber daya terbatas secara efisien, efektif, dan tepat waktu dalam menyelesaikan suatu proyek yang telah ditentukan/direncanakan. Ada 3 (tiga) kegiatan dari fungsi dasar manajemen proyek yaitu perencanaan, pelaksanaan, dan pengendalian. Dari ketiga kegiatan tersebut dilakukan pengendalian terhadap sumber daya pada suatu proyek yang meliputi tenaga kerja (*manpower*), peralatan (*machine*), bahan (*material*), uang (*money*), dan metode (*method*). Setiap proyek memiliki karakteristik yang berbeda dari proyek yang satu dengan proyek lainnya. Karakteristik proyek yang berbeda ini akan berpengaruh kepada progress pekerjaan pelaksanaan dilapangan. Progres pekerjaan dapat mengalami keterlambatan atau sesuai dengan *schedule* atau juga bisa lebih cepat dari yang sudah direncanakan. Oleh karena itu diperlukan manajemen proyek yang baik agar tercapai sasaran tujuan proyek tersebut.

Setiap proyek memiliki tujuan khusus, didalam proses pencapaian tujuan tersebut ada tiga *constraint* yang harus dipenuhi, yang dikenal dengan *Trade-Of Triangle* atau *Triple Constraint*. *Triple Constraint* adalah usaha pencapaian tujuan yang berdasarkan tiga batasan yaitu : tepat biaya, tepat waktu, dan tepat mutu. Beberapa metode telah dikembangkan untuk mengatasi hal ini, diantaranya adalah Metode *Network Planning* seperti Metode Jalur Kritis atau *Critical chain Project Management (CCPM)*, Barchart, dan Kurva S. Metode *Network Planning* tersebut merupakan salah satu yang dapat digunakan guna membantu memutuskan berbagai masalah khususnya perencanaan, penjadwalan, dan pengendalian proyek.

Melihat kondisi permasalahan tersebut, sudah seharusnya dilakukan upaya untuk menghindari kerugian yang semakin membesar dengan mengoptimalkan kinerja proyek dilapangan. Dalam penelitian ini Penulis akan melakukan studi kasus pada proyek pembangunan gedung Inkulturatif GBKP Bukit yang bertempat di Desa Bukit Kecamatan Dolat Rayat. Pembangunan Gedung ini akan menjadi peninggalan bersejarah dan tempat beribadah, dan akan dijadikan destinasi Budaya Karo dan ke kristenan. Dalam mewujudkan hal tersebut maka penulis “Menganalisis Manajemen konstruksi pembangunan gedung Inkulturatif GBKP Bukit”. Analisis ini diharapkan dapat memberikan gambaran kondisi proyek sehingga mempermudah kontraktor dalam melakukan pengambilan keputusan untuk mengoptimalkan kinerja proyek.

1.2 Rumusan Masalah

Dalam Penelitian ini, rumusan masalah yang harus dilakukan yaitu Menganalisis perbandingan waktu antara perencanaan dan pelaksanaan pada proyek pekerjaan struktur pembangunan gedung Inkulturatif GBKP Bukit.

1.3 Tujuan Penelitian

Dalam melakukan penelitian ini, dilakukan dengan tujuan untuk menganalisis manajemen konstruksi Pembangunan gedung Inkulturatif GBKP Bukit, diantaranya :

1. Memperoleh perhitungan waktu pelaksanaan pekerjaan struktur gedung Inkulturatif GBKP Bukit dengan metode *Critical chain Project Management (CCPM)*, *Barchart*, *S Curve*.
2. Untuk mengetahui metode pelaksanaan pekerjaan struktur pembangunan gedung Inkulturatif GBKP Bukit.

1.4 Pembatasan Masalah

Untuk membatasi lingkup permasalahan dan mempermudah pembahasan dalam penelitian ini, maka dilakukan pembatasan masalah sebagai berikut:

1. Tidak menjelaskan pengendalian mutu yang digunakan pada pekerjaan struktur
2. Tidak menjelaskan metode pelaksanaan pekerjaan Arsitektur & MEP

3. Tidak merencanakan ulang struktur, biaya, desain ataupun arsitektur
4. Menganalisis waktu pekerjaan Struktur menggunakan metode *Barchart* dan *S Curve*,
5. Mengidentifikasi jaringan pekerjaan struktur menggunakan metode *Critical chain Project Management (CCPM)*

1.5 Manfaat Penelitian

Dalam melakukan penelitian ini, terdapat beberapa manfaat yang diperoleh. Diantaranya sebagai berikut :

1. Mengetahui metode pelaksanaan proyek (metode konstruksi) yang digunakan pada pembangunan struktur gedung Inkulturatif GBKP Bukit.
2. Dapat memperoleh waktu/durasi pekerjaan dengan menggunakan metode *Critical chain Project Management (CCPM)*.
3. Menambah pemahaman ilmu manajemen konstruksi, dan mengetahui perhitungan volume pekerjaan.
4. Mengetahui kebutuhan Alat (*Machine*), Bahan (*Material*), Tenaga Kerja (*Man*)

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Manajemen Proyek

Manajemen proyek dapat diartikan sebagai pengetahuan, keterampilan, alat dan teknik dalam aktifitas proyek untuk memenuhi kebutuhan proyek (PMBOK, 2004). Dari definisi tersebut terlihat bahwa konsep manajemen proyek dilaksanakan melalui aplikasi dan integrasi tahapan proses manajemen proyek yaitu *initiating, planning, executing, monitoring* dan *controlling* serta akhirnya *closing* keseluruhan proses proyek tersebut. Dalam pelaksanaannya, setiap proyek biasanya dibatasi dengan kendala-kendala yang sifatnya saling mempengaruhi. Menurut Schwalbe dalam buku karya Hamdan Dimiyati dan Kadar Nurjaman berjudul Manajemen Proyek (2014), yaitu: Manajemen proyek adalah suatu penawaran pengelolaan proyek dengan biaya minimal sesuai dengan kesepakatan dan dalam perencanaannya tepat waktu dan mutu.

2.2 Penelitian Terdahulu

2.2.1 Evaluasi Penjadwalan Proyek Konstruksi Yonif 611/AWL Kompi senapan Samarinda Dengan Metode *Critical chain Project Management* (CCPM)

Tampubolon, Rahman, & Haryanto, (2021). Melakukan penelitian mengenai Evaluasi Penjadwalan Proyek Konstruksi Dengan Metode *Critical chain Project Management* (CCPM) (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Pengganti Dan Fasilitas di Yonif 661/AWL Kompi Senapan Samarinda). Penelitian ini bertujuan Untuk menerapkan metode *Critical chain Project Management* dalam mengendalikan kinerja waktu pada penjadwalan proyek konstruksi dan untuk mengetahui durasi optimal setelah dilakukan analisis *critical chain project management* (durasi) parkir tertentu.

Dari hasil penelitian ini, menggunakan metode *critical chain project management*, diperoleh durasi hasil analisis perhitungan pengerjaan proyek pembangunan pengganti bangunan dan fasilitas di Yonif 611/AWL Kompi senapan Samarinda sebelumnya dikerjakan selama 219 hari, sedangkan

perhitungan dengan menggunakan metode CCPM dihasilkan penyelesaian proyek pembangunan pengganti bangunan dan fasilitas di Yonif 611/AWL Kompi senapan Samarinda dalam waktu 206 hari kerja. Maka dapat disimpulkan perbedaan waktu pengerjaan pembangunan pengganti bangunan dan fasilitas di Yonif 611/AWL Kompi senapan Samarinda adalah sebesar 13 hari atau 5,9% lebih cepat dibandingkan dengan durasi rencana proyek.

2.2.2 Evaluasi Penjadwalan Proyek Konstruksi Dengan *Method* Critical chain Project Management (CCPM)

Putra, A. (2018). Melakukan penelitian mengenai Evaluasi Penjadwalan Pada Proyek Konstruksi Dengan Menggunakan Metode *Critical chain Project Management* (Studi Kasus: PT. XYZ). Penelitian ini bertujuan menganalisis jalur kritis pada jaringan kerja, mengidentifikasi indikator pengawasan konsumsi *buffer* akibat potensi timbulnya waste dan mendapatkan perbandingan waktu dan biaya perencanaan penjadwalan sebelum dan sesudah penerapan metode *critical chain project management*.

Dari hasil penelitian ini, menggunakan metode *critical chain project management* diperoleh Kurun waktu penyelesaian proyek 379 hari kerja tanpa konsumsi *buffer* dan Kurun waktu penyelesaian proyek 432 hari kerja dengan penambahan durasi project *buffer* sebesar 53 hari kerja.

2.2.3 Evaluasi Penjadwalan Proyek Konstruksi Pada Reparasi Kapal Bg. Kft 8005 Dengan *Method* Critical chain Project Management (CCPM)

Arjun Muhamad & Minto Basuki (2022). Melakukan penelitian mengenai Evaluasi Penjadwalan Pada Proyek Konstruksi Dengan Menggunakan Metode *Critical chain Project Management* (CCPM) (Studi Kasus: Pada Reparasi Kapal Bg. Kft 8005). Metode ini ditempuh dengan cara mengurangi durasi dengan C&PM, menghilangkan multitasking serta memberi *buffer* di waktu persimpangan menuju rantai kritis dan di waktu akhir proyek. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan waktu dan biaya tenaga kerja langsung pada metode CPM dengan metode CCPM. Pada metode CPM menghasilkan durasi pengerjaan proyek selama 76 hari dengan biaya tenaga kerja langsung sebesar Rp.

86.670.000,-. Pada metode CCPM menghasilkan durasi pengerjaan proyek selama 61 hari dengan biaya tenaga kerja langsung sebesar Rp. 69,078,000,-. Apabila *buffer time* digunakan sepenuhnya maka durasi pengerjaan proyek menjadi 68 hari dengan biaya tenaga kerja langsung sebesar Rp. 79,089,166.67,-. Dengan adanya metode CCPM terjadi selisih waktu pengerjaan lebih cepat 15 hari atau 19,74% dengan biaya tenaga kerja langsung lebih rendah Rp. 17,592,000,- atau 20,3% (tanpa *buffer time*) dan selisih waktu pengerjaan lebih cepat 8 hari atau 10,53% dengan biaya tenaga kerja langsung lebih rendah Rp. 7,580,833.33,- atau 8,75% (dengan *buffer time*).

2.2.4 Evaluasi Penjadwalan Proyek Konstruksi Pada Pembangunan Gedung RSUD Sidoarjo Dengan Metode *Critical chain Project Management* (CCPM)

Arjun Muhamad & Minto Basuki (2022). Melakukan penelitian mengenai Evaluasi Penjadwalan Pada Proyek Konstruksi Dengan Menggunakan Metode *Critical chain Project Management* (CCPM) (Studi Kasus: Pada Pembangunan Gedung RSUD Sidoarjo). Berdasarkan evaluasi dengan penerapan *critical chain project management* diperoleh *feeding buffer* berdurasi 29 hari dan *project buffer* berdurasi 63 hari, sehingga waktu yang diperoleh untuk menyelesaikan proyek pembangunan Gudang Umum RSUD Sidoarjo adalah 128 hari lebih cepat 22 hari dari waktu penjadwalan proyek yaitu 150 hari. Terjadi penghematan biaya tenaga kerja sebesar Rp.237,793,387.61. Tanpa konsumsi *Buffer* biaya proyek menjadi Rp.2,088,063,612.39, dengan pendanaan perencanaan awal proyek pembangunan Gudang Umum RSUD Sidoarjo sebesar Rp.2,325,857,000.00.

2.3 Manajemen Proyek

Kata manajemen berasal dari kata *manos*, *managio*, *manage*, yang artinya melatih kuda mengangkat kaki, merupakan kutipan dari bahasa Latin/Italia/Perancis. Selanjutnya dapat dipahami bahwa dalam melatih kuda mengangkat kaki diperlukan langkah-langkah yang teratur dan dilakukan secara bertahap, sehingga manajemen identik dengan mengatur atau menata sesuatu dengan fungsinya.

Manajemen proyek (*project management*) merupakan salah satu ilmu yang sangat penting dalam pengelolaan sebuah proyek agar pelaksanaan proyek dapat diselesaikan dengan efisien dan efektif. Untuk mencapai target pekerjaan pembangunan yang ingin dicapai dengan potensi sumber daya dan waktu yang terbatas, maka harus diterapkan perencanaan, pelaksanaan evaluasi, dan tindak lanjut dari pelaksanaan yang telah dievaluasi. Maka dalam dunia konstruksi manajemen dapat disebut sebagai suatu teknik yang terdiri dari ilmu, keterampilan, dan seni yang dilakukan di lingkungan proyek, dalam rangka untuk mengkoordinasi antar pihak yang ada serta mengelola sumber daya proyek. Pada dasarnya suatu proyek terdiri dari aspek pokok, yaitu :

1. Biaya (*Money*)
2. Mutu (*Quality*)
3. Waktu (*Time*)

Selain itu unsur-unsur yang harus dikelola oleh pelaksana proyek itu sendiri meliputi :

1. Tenaga Kerja (*Man*)
2. Peralatan (*Machine*)
3. Material (*Material*)
4. Metode (*Method*)
5. Biaya (*Money*)

2.3.1 Manajemen

Manajemen proyek adalah yang mencakup semua perencanaan, pelaksanaan, pengendalian, dan koordinasi semua proyek dari awal perencanaan hingga berakhirnya proyek untuk menjamin pelaksanaan proyek secara tepat mulai dari waktu, biaya dan mutu. Dari beberapa pengertian tentang manajemen dapat diketahui unsur-unsur manajemen yaitu perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan, serta pengendalian secara sistematis, terarah serta mempunyai sasaran dan tujuan yang jelas sehingga dapat menjamin pelaksanaan proyek secara tepat waktu, biaya, dan tepat mutu, sehingga proyek dapat berhasil sesuai dengan harapan.

2.3.2 Proyek

Proyek adalah kegiatan yang dilakukan dalam waktu tertentu dan sumber daya yang terbatas untuk mencapai suatu hasil akhir yang telah direncanakan. Dalam proses mencapai hasil akhir kegiatan proyek dibatasi oleh penjadwalan waktu pengerjaan, anggaran dan kualitas atau mutu. Kegiatan proyek bersifat dinamis, nonrutin, multi kegiatan, dengan intensitas yang tidak menentu serta memiliki siklus yang terbatas. Meskipun ada beragam jenis proyek tetapi semuanya mengikuti pola tertentu yang dinamika sepanjang siklus proyek. Intensitas kegiatan dimulai dari awal meningkatnya secara teratur sampai ke puncak, kemudian turun dan pada akhirnya berhenti.

2.3.3 Prinsip Umum Manajemen Proyek

1. **Planning (Perencanaan)** *Planning* adalah proses yang secara sistematis mempersiapkan kegiatan guna mencapai tujuan dan sasaran tertentu. Kegiatan diartikan sebagai kegiatan dilakukan dalam rangka pekerjaan konstruksi, baik yang menjadi tanggung jawab pelaksana (kontraktor) maupun pengawas (konsultan).
2. **Scheduling (Penjadwalan)** Menurut Widiyanti & Lenggogeni (2013) penjadwalan proyek konstruksi merupakan alat untuk menentukan waktu yang dibutuhkan oleh suatu kegiatan dalam menyelesaikannya. Di samping itu, penjadwalan juga sebagai alat untuk menentukan kapan mulai dan selesainya kegiatan tersebut. Perencanaan penjadwalan pada suatu proyek konstruksi, secara umum terdiri dari perencanaan waktu, tenaga kerja, peralatan, material, dan keuangan. Ketepatan penjadwalan dalam pelaksanaan proyek sangat berpengaruh pada terhindarnya banyak kerugian, misalnya pembengkakan biaya konstruksi, keterlambatan penyerahan proyek, dan perselisihan atau klaim.
3. **Organizing (Pengorganisasian)** *Organizing* yaitu sebagai pengaturan atas suatu kegiatan yang dilakukan oleh sekelompok orang, dipimpin oleh pimpinan kelompok dalam suatu wadah organisasi. Wadah organisasi ini menggambarkan hubungan-hubungan struktural dan fungsional yang diperlukan untuk menyalurkan tanggung jawab, sumber daya maupun data.

4. **Actuating (Pergerakan)** *Actuating* diartikan sebagai fungsi manajemen untuk menggerakkan orang yang tergabung dalam organisasi agar melakukan kegiatan yang telah ditetapkan di dalam *planning*. Pada tahap ini diperlukan kemampuan pimpinan kelompok untuk menggerakkan, mengarahkan, dan memberi motivasi kepada anggota kelompoknya untuk secara bersama-sama memberikan kontribusi dalam mensukseskan manajemen proyek mencapai tujuan dan sasaran yang telah ditetapkan.
5. **Controlling (Pengendalian)** *Controlling* adalah sebagai kegiatan guna menjamin pekerjaan yang telah dilaksanakan sesuai dengan rencana. Didalam manajemen proyek, controlling terhadap pekerjaan kontraktor dilakukan oleh konsultan melalui kontrak supervisi, dimana pelaksanaan pekerjaan konstruksinya dilakukan oleh kontraktor. Pengawas umum berkewajiban melakukan pengendalian secara berjenjang terhadap pekerjaan yang dilakukan oleh staf dibawah kendalinya untuk memastikan masing-masing staf sudah melakukan tugasnya dengan baik dalam koridornya. Sehingga, tahaptahap pencapaian sasaran yang direncanakan dapat dipenuhi. Menurut Soeharto (2001) pengendalian biaya merupakan langkah akhir dari proses pengelolaan biaya proyek, yaitu mengusahakan agar penggunaan dan pengeluaran biaya sesuai dengan perencanaan, berupa anggaran yang telah ditetapkan. Dengan demikian, aspek dan objek pengendalian biaya akan identik dengan perencanaan biaya, sehingga berbagai jenis kegiatan di kantor pusat dan lapangan harus selalu dipantau dan dikendalikan agar hasil implementasinya sesuai dengan anggaran yang telah ditentukan. Kemudian ada juga komponen biaya proyek yang perlu dipertimbangkan sebelum proyek selesai dan siap dioperasikan, yaitu modal tetap (*Fixed Capital*). Modal tetap adalah bagian dari biaya proyek yang dipakai untuk membangun instalasi atau menghasilkan produk proyek yang diinginkan. Modal tetap dibagi menjadi biaya langsung (*Direct Cost*) dan biaya tidak langsung (*Indirect Cost*).

2.4 Kesesuaian Jadwal Waktu Perencanaan dengan Pelaksanaan (*Realisasi*)

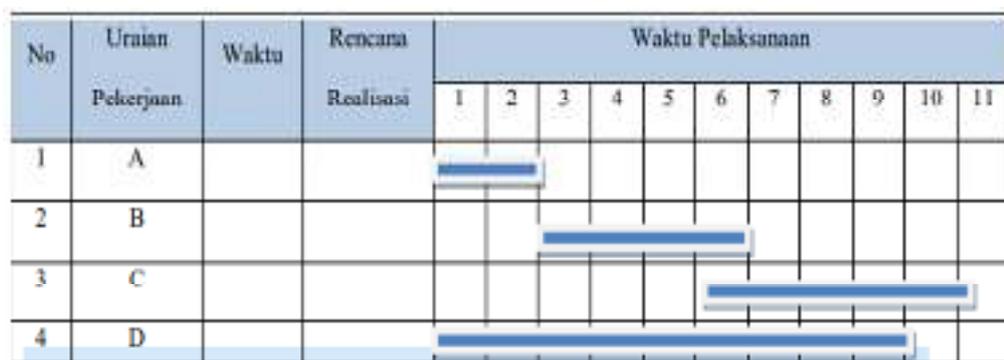
Time Schedule adalah suatu kegiatan terhadap rencana waktu yang telah di tetapkan dalam proses pelaksanaan pekerjaan proyek, meliputi semua item pekerjaan yang ada.

Dalam konteks penjadwalan, terdapat dua perbedaan, yaitu waktu (*Time*) dan kurun waktu (*duration*). Bila waktu menyatakan siang/malam, sedangkan kurun waktu atau durasi menunjukkan lama waktu yang dibutuhkan dalam melakukan suatu kegiatan, seperti lamanya waktu kerja dalam satu hari adalah 8 Jam). Maka dari itu penulis membuat *time schedule* selama penulis dilokasi tersebut dalam bentuk:

2.4.1 Diagram *Bar Chart*

Diagram batang (*Bar chart*) atau *gant chart* adalah sekumpulan daftar kegiatan yang disusun dalam kolom arah vertikal, sedangkan kolom arah horisontal menunjukkan skala waktu. Saat dimulai dan akhir dari sebuah kegiatan dapat dilihat dengan jelas sedangkan durasi kegiatan digambarkan oleh panjangnya diagram batang (*Bar Chart*).

Rencana kerja yang paling sering dan banyak digunakan adalah diagram batang (*Bar Chart*) atau *gant chart*. Diagram batang digunakan secara luas dalam proyek konstruksi karena sederhana, mudah pembuatannya, dan mudah dimengerti oleh pemakainya.



Gambar 2.1 Penjadwalan Dengan Diagram *Bar Chart*
(Sumber : Evrianto 2005)

2.4.2 Kurva - S

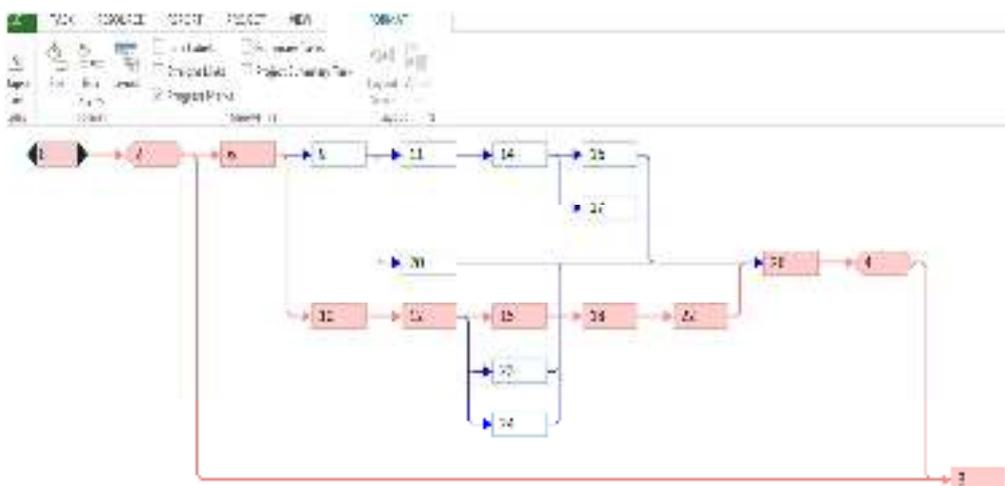
Kurva S adalah kurva yang menggambarkan komulatif progress pada setiap waktu dalam pelaksanaan pekerjaan. Kurva tersebut dibuat berdasarkan rencana atau pelaksanaan (*actual*) progress pekerjaan dari setiap kegiatan. Dengan kurva S dapat diketahui progress pada setiap waktu, progress tersebut dapat berupa rencana dan pelaksanaan (*actual*).



Gambar 2.2 Kurva S
(Sumber : Agustina Felisia 2023)

2.4.3 Network Diagram

Jaringan kerja merupakan penyempurnaan dari metode bagan balok. Pada jaringan kerja, telah terjawab pertanyaan-pertanyaan seperti seberapa lama kurun waktu penyelesaian proyek tercepat, kegiatan mana yang bersifat kritis dan non kritis.



Gambar 2.3 Network Diagram Menggunakan Microsoft Project
(Sumber : Ten Six 2015)

2.4.4 *Critical Chain Project Management (CCPM)*

a) *Latar Belakang Critical chain Project Management*

Pada tahun 1997, Eliyahu Goldratt memperkenalkan suatu metode penjadwalan baru untuk manajemen proyek yaitu *Critical chain Project Management (CCPM)*. *Critical chain Project Management* adalah metode penjadwalan dan pengendalian proyek yang dikembangkan dari sebuah metodologi yang disebut *Theory of Constraints* diberlakukan bagi proyek – proyek untuk memperbaiki kinerja proyek kedepan. Pendekatan *Theory of Constraints* memfokuskan pada sukses penyelesaian pekerjaan yang tepat waktu pada proyek secara keseluruhan.

Hakekat dari *Theory of Constraints* adalah untuk memfokuskan pada model batasan kunci yang mana secara langsung berkontribusi ke sistem kinerja, mengatur *buffer* sumber daya untuk mengoptimalkan proses dan membuat optimal penggunaan kapasitas yang sudah ada. Menurut *Theory of Constraints* setiap proyek akan dipengaruhi oleh satu atau beberapa batasan – batasan sumber daya dimana kapasitas batasan didalam aktivitas mempengaruhi keseluruhan durasi – durasi proyek. Untuk menjabarkan penyelesaian masalah digunakan pendekatan *Theory of Constraints*, Goldratt mengaplikasikan 5 langkah sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi batasan sistem.
2. Memutuskan bagaimana cara memanfaatkan batasan sistem.
3. Turunkan yang lainnya kepada keputusan tersebut.
4. Naikan batasan sistem.
5. Kembali ke langkah awal dan tidak membiarkan keterlambatan yang menyebabkan batasan sistem.

Secara umum, sasaran dari perencanaan proyek dan pengendalian jadwal adalah untuk menghasilkan penyelesaian pekerjaan yang tepat waktu dari tiap – tiap aktivitas didalam proyek. Batasan utama di dalam setiap proyek adalah perkiraan waktu penyelesaian aktivitas yang kritis. Oleh karena itu, penekanan dilakukan pada penyelesaian aktivitas di dalam rantai kritis tanpa adanya pemborosan waktu.

b) Prosedur *Critical chain Scheduling*

Metode *Critical chain Project Management* didefinisikan sebagai rantai terpanjang dari kejadian-kejadian yang saling berkaitan, dimana keterkaitan tersebut terletak pada pekerjaan atau sumber daya yang saling berhubungan satu sama lain. Persyaratan dalam metode *Critical chain Project Management* ini adalah tidak adanya *Multitasking*, *Student's Syndrome*, *Parkinson's law*, *As late as possible*, menghilangkan *hidden safety* dan memindahkannya dalam bentuk *buffer* dibelakang proyek, dan menitik beratkan pada penyelesaian akhir proyek. Sehingga pekerjaan yang dilaksanakan dapat memenuhi syarat teknis yang dibutuhkan. Metode CCPM ini yaitu dengan memotong 50% duration pekerjaan sebelumnya untuk dapat memperoleh hasil efisiensi dengan metode *critical chain project management* keseluruhan. Filosofi CCPM terdiri dari tiga (3) bagian, yaitu:

1. Perkiraan waktu tiap aktivitas
2. Mendefinisikan dan menghitung Jalur Kritis
3. Mendefinisikan, menempatkan dan menentukan besarnya *buffer*

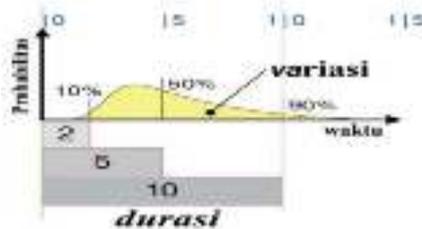
Menurut Kasidi (2008), Proses utama dalam menerapkan penyangga/*buffer* di dalam proyek konstruksi adalah:

- a. Rencanakan jadwal konstruksi menggunakan pendekatan CPM/PDM
- b. Identifikasi dan estimasi waktu pengaman untuk masing-masing aktifitas
- c. Potong setengah waktu perkiraan pengerjaan dengan probabilitas 50% dengan menggunakan metode *Cut and Paste* (C&PM) dengan memindahkan waktu pengaman untuk masing-masing aktifitas
- d. yang berada pada jalur tidak kritis ke waktu mulai pelaksanaan paling akhir (*As Late As Possible*) dalam hubungan ketergantungan dengan jalur kritis
- e. Identifikasi jaringan yang kritis (jaringan yang terpanjang waktu pelaksanaannya) dari kejadian yang saling ketergantungan
- f. Sisikan *Buffer* Proyek. Masukkan waktu pengaman (*buffer proyek*) separuh waktu pengerjaan proyek yang diambil dari masing-masing pekerjaan rantai kritis

- g. Tambahkan atau sisipkan *feeding buffer* di suatu jaringan yang tidak kritis pada dalam
- h. hubungan ketergantungan dengan jaringan kritis Tempatkan atau sisipkan *buffer* sumber daya untuk memastikan aktifitas tersebut ketersediaan sumber daya.

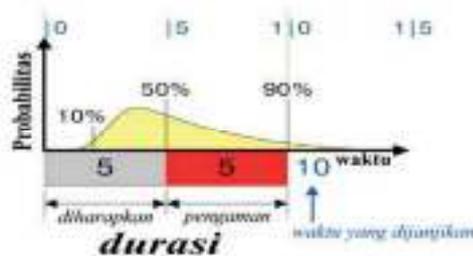
c) Estimasi Waktu Pengaman

Menurut Kasidi (2008) dalam Leach (2000), Dalam mengestimasi durasi proyek harus didasarkan pada pengalaman perencana, dimana kebanyakan dari perencana penjadwalan cenderung untuk menambahkan durasi keamanan yang tersembunyi ke dalam penilaian-penilaian mereka untuk setiap ketidakpastian pada kinerja aktual.



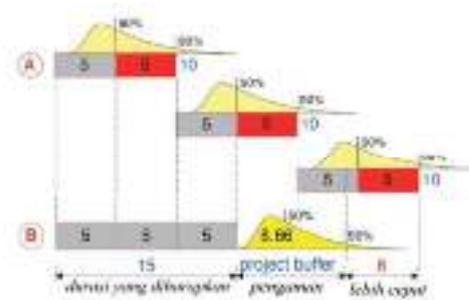
Gambar 2.4 Estimasi Variasi Pekerjaan
(Sumber : Richard, 2003)

Seperti yang diperlihatkan di dalam Gambar 2.7 ada kemungkinan 10% menyelesaikan pekerjaan dalam waktu 5 hari, dan kemungkinan 90% menyelesaikan pekerjaan dalam waktu 10 hari. Jika diambil estimasi sembilan diantara sepuluh hari, lalu perkiraan yang diambil tidak 50% kemungkinan waktu yang diharapkan, tetapi 90% kemungkinan waktu yang dijanjikan. Hal inilah yang kemudian orang gunakan ketika diminta untuk mengestimasi suatu pekerjaan.



Gambar 2.5 Estimasi Variasi Pekerjaan
(Sumber : Richard, 2003)

Seperti yang diperlihatkan didalam Gambar 2.9 Untuk memenuhi waktu penyelesaian pekerjaan yang telah dijanjikan, maka seseorang memberi waktu keamanan yang signifikan untuk memberikan perlindungan pada waktu pelaksanaan karena ia harus mempertimbangkan kondisi kerja aktual termasuk banyaknya berbagai pekerjaan mendesak yang akan timbul atau pekerjaan tersebut bisa menjadi lebih sulit dibanding kelihatannya ketika dilakukan, dan untuk mengantisipasi hal-hal yang tidak terduga. Seperti pada umumnya, kebanyakan *software* penjadwalan memperkirakan 90% kemungkinan waktu yang dijanjikan dan sekitar separuh jangka waktu itu adalah waktu keamanan atau perlindungan untuk memastikan pekerjaan tersebut dapat selesai tepat waktu.



Gambar 2.6 Perbedaan waktu pengaman pada tiga proyek
(Sumber : Richard, 2003)

- a. suatu proyek dengan tiga pekerjaan serupa dengan waktu yang dijanjikan 10 hari termasuk keamanan di masing-masing pekerjaan. Manager proyek mencoba untuk memastikan bahwa proyek dapat selesai tepat waktu dengan menjaga setiap pekerjaan agar selesai tepat pada waktunya.
- b. penjadwalan yang menggunakan metode CCPM.

d) *Manager Buffer*

Menurut Kasidi (2008) dalam Harold (2006) Manajemen *Buffer* adalah kunci untuk mengatur aktifitas pada rantai kritis jadwal proyek. Metodologi rantai kritis tidak dapat terlaksana tanpa manajemen *buffer*. Ada tiga macam ke tidak pastian waktu aktifitas, ke tidak pastian waktu alur, dan ke tidak pastian sumber daya (Leach, 2000). Untuk mengatur ke tidak pastian di dalam proyek-proyek konstruksi maka digunakan manajemen *buffer* untuk membuat penilaian atas kebutuhan dari *buffer* pada setiap aktifitas. Di dalam metode

Critical chain Project Management, *buffer* ditambahkan pada durasi yang digunakan pada penjadwalan proyek untuk melindungi *critical chain* bagi suksesnya proyek. *Buffer* yang digunakan di dalam *critical chain* adalah sebagai berikut:

1. *Project Buffer*

Pada akhir rantai kritis, terdapat penyangga yang diletakkan pada akhir *critical chain*, dimana besarnya ditentukan 30-50% panjang *critical chain*. Namun karena standar deviasi *buffer* tidak terlalu lebar, maka penentuannya dilakukan dengan menjumlahkan *buffer* pada masing-masing aktivitas di lintasan kritis. Besarnya *buffer* proyek yang terbentuk pada setiap proyek berbeda, meskipun ketiganya memiliki struktur yang hampir *identical*.

2. *Feeding Buffer*

Feeding buffer adalah untuk melindungi dan menjaga kinerja aktifitas jaringan *critical chain* dari perubahan karena ketidakpastian jadwal di dalam aktifitas dari jaringan-jaringan yang tidak kritis sehingga tidak mengganggu aktifitas di dalam jaringan kritis dalam hubungan ketergantungan. Hanya ketika 100% dari *feeding buffer* dihabiskan untuk mengerjakan pekerjaan pada rantai yang tidak kritis baru akan berpengaruh pada *critical chain* dan *project buffer*. *Feeding buffer* ditempatkan pada persimpangan (sambungan-sambungan) antara rantai yang tidak kritis dengan *critical chain*.

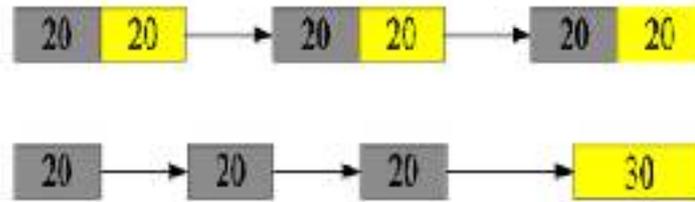
e) **Metode Pengukuran *Buffer***

Menurut Herroelen (2001), di dalam *literature*, metode pendekatan yang sering digunakan dalam menentukan ukuran *buffer* yang sederhana untuk menentukan *buffer* proyek dan *feeder buffer* yaitu Cut and Paste Method (C&PM juga disebut 50% aturan) dan RSEM (*Root Square Error Method*).

1. C&PM (*Cut and Paste Method*)

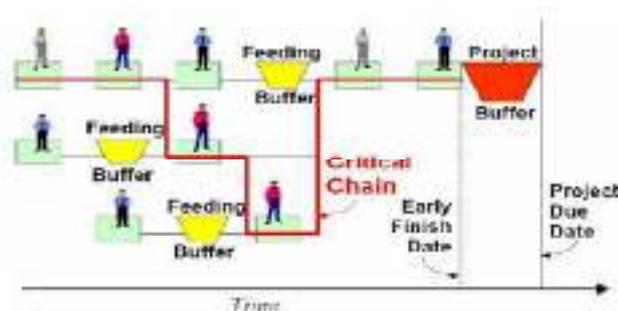
C&PM merupakan aturan perekat yang digunakan untuk menentukan *buffer* proyek dan *feeding buffer* di dalam C&PM pada dasarnya memotong 50% dari durasi untuk semua aktivitas, dan untuk melekatkan *buffer* proyek dengan separuh durasi rantai kritis (*critical chain*) pada akhir rantai, seperti halnya untuk melekatkan *buffer* pengisi dengan separuh durasi aktivitas ke

aktivitas pada jalur yang tidak rantai kritis (*non critical chain*) yang membawa kepada rantai kritis. (Ryan Ramanda dan Ary Arvianto, 2015).



Gambar 2.7 Perhitungan Buffer C&PM
(Sumber : Leach, 2000)

Feeding Buffer terletak pada rangkaian *non critical chain*, atau disebut dengan bukan rantai krisis. Buffer di sini dimaksud untuk menjaga rantai *critical chain* dari pengaruh variasi rantai non krisis tadi. Pada rangkaian CCPM yang baru dibentuk dengan durasi tanpa aktivitas cadangan, diteruskan dengan penempatan *buffer*, yang diimbangi dengan membuat stabil beban pekerja terlebih dahulu. Pada perencanaan dengan menggunakan metode ini, *feeding buffer* diletakkan pada tiap akhir rantai non kritis yang akan menuju rantai kritis. Berikut perhitungan besaran *feeding buffer*. Project Buffer terletak pada akhir rantai kritis, terdapat penyangga yang diletakkan pada akhir *critical chain*, Perhitungan besaran *project buffer* diletakkan pada akhir rantai. Namun karena standar deviasi *buffer* tidak terlalu lebar, maka penentuannya dilakukan dengan menjumlahkan *buffer* pada masing-masing aktivitas di lintasan kritis. Besarnya *buffer* proyek yang terbentuk pada setiap proyek berbeda, meskipun ketiganya memiliki struktur yang hampir identik. Berikut perhitungan besaran *project buffer*.



Gambar 2.8 Feeding Buffer Dan Project Buffer
(Sumber : Ryan Ramanda dan Ary Arvianto, 2015)

2. Root Square Error Method (RSEM)

(Leach, 1999) Aturan perekat yang digunakan untuk menentukan *buffer* proyek dan *feeding buffer* di dalam (RSEM) memerlukan 2 estimasi durasi tugas, pertama estimasi aman (S) mempunyai cukup pengaman untuk melindungi dari semua kemungkinan besar sumber keterlambatan, dan yang kedua estimasi rata-rata (A). ukuran *buffer* ditetapkan sebagai 2 standar deviasi.

$$B = 2 \times \sqrt{\left(\frac{S_1 - A_1}{2}\right)^2 + \left(\frac{S_2 - A_2}{2}\right)^2 \dots + \left(\frac{S_n - A_n}{2}\right)^2} \quad (2.1)$$

Keterangan :

b = *buffer time*

S_i = waktu kegiatan yang memiliki *safety time*

A_i = waktu kegiatan setelah *safety time* dipotong

n = banyak kegiatan pada rantai kritis

Pada penelitian kali ini perhitungan Perbandingan waktu antara perencanaan dan pelaksanaan menggunakan aplikasi *microsoft project*.

2.4.5 Software Microsoft Project

Project adalah suatu paket program system perencanaan suatu proyek. Dengan bantuan program ini seorang pimpinan proyek akan dibantu untuk memperhitungkan jadwal suatu proyek secara terperinci pekerjaan demi pekerjaan. Kita dapat memperkirakan kapan sebuah proyek akan dapat diselesaikan jika pekerjaan dimulai hari ini. Jika proyek yang dikerjakan tersebut adalah sebuah proyek besar, maka *Microsoft Project* mampu menghubungkan antara satu subproyek yang saling berkaitan dan kemudian diolah dalam bentuk file. Tahapan-tahapan penggunaan aplikasi *microsoft project* sebagai berikut :

1. Menyusun Jadwal

Untuk dapat menyusun jadwal proyek, dibutuhkan masukkan berupa daftar pekerjaan dan durasi waktu yang dibutuhkan untuk masing-masing pekerjaan. Dalam *Microsoft Project* satu jenis pekerjaan dapat dikelompokkan lagi menjadi bagian-bagian kecil yang berupa tugas-tugas dengan rincian

waktunya masing-masing. Setelah itu dilakukan penentuan tugas mana yang harus diselesaikan lebih dahulu sebelum tugas yang lainnya. Microsoft Project akan menghitung kebutuhan waktu total yang dibutuhkan untuk penyelesaian proyek serta akan merangkai kerangka jadwal menjadi satu kesatuan yang utuh.

2. Memasukkan Personil dan Peralatan

Setelah jadwal tersusun, proses selanjutnya adalah memasukkan data personil dan peralatan yang dibutuhkan untuk masing-masing tugas.

3. Menepatkan Jadwal

Dengan menggunakan *software Microsoft Project*, proses evaluasi ulang dan pengoreksian jadwal yang telah tersusun akan sangat mudah dilakukan. Bila jadwal yang telah ditetapkan sebelumnya akan mengakibatkan melesetnya pencapaian tujuan maka yang perlu dilakukan adalah menganalisa susunan pekerjaan, mengubah urutan pekerjaan atau meagsesuaikan durasinya. Setelah hal tersebut dilakukan *Microsoft Project* akan menyusun ulang jadwal secara seluruhan.

4. Publikasi Informasi *Project*

Microsoft Project akan dengan mudah memperbarui informasi tentang proyek. Hal-hal khusus mengenai kemajuan proyek dapat ditampilkan dengan lebih baik menggunakan fasilitas yang ada dalam *Microsoft Project*, misalnya mengenai jadwal, laporan keuangan, tanggung jawab suatu tugas.

5. Pengontrolan Kemajuan Proyek

Data-data baru mengenai kemajuan pelaksanaan tugas akan diproses oleh Microsoft Project sehingga kemajuan itu akan dapat menggambarkan persentase pekerjaan yang tefcih diselesaikan. Bila ada tugas yang pelaksanaannya tersendat-sendat, Microsoft Project akan segera memberi informasi tentang tugas yang sifatnya kritis ini, sehingga keseluruhan proyek tidak mengalami keterlambatan.

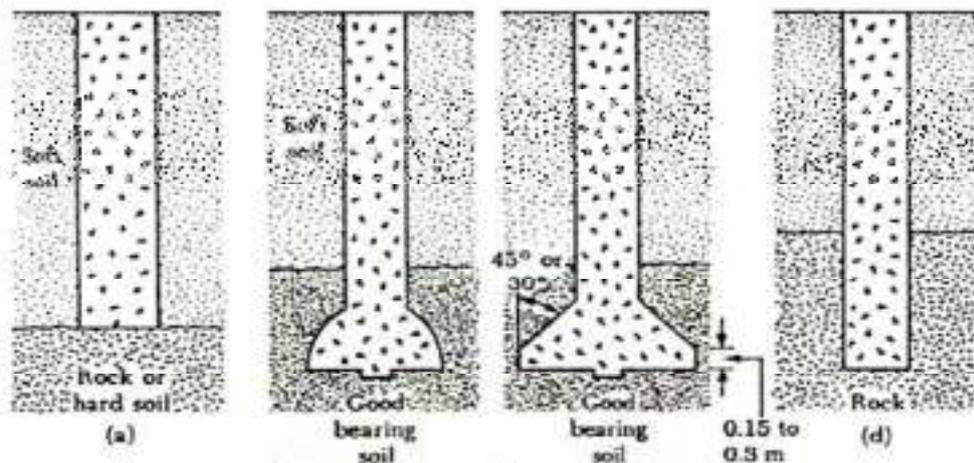
2.5 Metode Pelaksanaan Pekerjaan Struktur

2.5.1 Metode Pelaksanaan Pekerjaan Pondasi *Bor Pile*

Pondasi *bore pile* adalah struktur bawah yang menahan beban yang ada di atasnya. Oleh karena itu, dalam proses pekerjaannya pasti telah direncanakan planing dan waktu/penjadwal untuk dapat menyelesaikan target yang diharapkan. Fungsi dari pondasi bore pile sama dengan pondasi tiang pancang, tapi memiliki perbedaan pada proses pengerjaannya yaitu dimulai dengan pelubangan tanah sampai pada kedalaman yang sudah direncanakan, kemudian pemasangan tulangan besi yang dilanjutkan dengan pengecoran beton. *Bored pile* adalah alternatif lain apabila dalam pelaksanaan pembuatan pondasi tidak memungkinkan untuk menggunakan tiang pancang (*spoon pile*), dikarenakan dampak yang ditimbulkan terhadap lingkungan sekitar (getaran, kebisingan, dan lain-lain), lokasi yang sempit dan kondisi lain yang dapat mengganggu atau mempengaruhi pekerjaan aktifitas disekitar proyek pembangunan.

Dalam penjelasannya ada berbagai jenis dari tiang, yaitu:

- Tiang bor (*bored pile*) lurus untuk tanah keras.
- Tiang bor (*bored pile*) yang ujungnya diperbesar berbentuk bel.
- Tiang bor (*bored pile*) yang ujungnya diperbesar berbentuk trapesium.
- Tiang bor (*bored pile*) lurus untuk tanah berbatu-batuan.



Gambar 2.9 Jenis-Jenis Pondasi *Bore Pile*

(Sumber : Braja M.Das, 1941)

Terdapat beberapa alasan digunakannya pondasi tiang bor (*bored pile*) dalam konstruksi, antara lain:

- a. Pondasi tiang bor (*bored pile*) tunggal dapat digunakan pada tiang kelompok atau pile cap.
- b. Kedalaman tiang dapat divariasikan.
- c. Ketika proses pemancangan dilakukan, getaran tanah akan mengakibatkan kerusakan pada bangunan yang ada di dekatnya, tetapi dengan penggunaan pondasi tiang bor (*bored pile*) hal ini dapat dicegah.
- d. Pada pondasi tiang pancang, proses pemancangan pada tanah lempung akan membuat tanah bergelombang dan menyebabkan tiang pancang sebelumnya bergerak ke samping. Hal ini tidak terjadi pada konstruksi pondasi tiang bor (*bored pile*).
- e. Selama pelaksanaan pondasi tiang bor (*bored pile*) tidak ada suara yang ditimbulkan oleh alat pancang seperti yang terjadi pada tiang pancang.
- f. Karena dasar dari pondasi tiang bor (*bored pile*) dapat diperbesar, hal ini memberikan ketahanan yang besar untuk gaya ke atas.
- g. Permukaan di atas dimana tiang bor (*bored pile*) didirikan dapat diperiksa secara langsung.
- h. Pondasi tiang bor (*bored pile*) mempunyai ketahanan yang tinggi terhadap beban lateral.

Beberapa kelemahan dari pondasi tiang bor (*bored pile*) antara lain:

- a. Keadaan cuaca yang buruk dapat mempersulit pengeboran dan pengecoran, dapat diatasi dengan cara menunda pengeboran dan pengecoran sampai keadaan cuaca memungkinkan atau memasang tenda sebagai penutup.
- b. Pengeboran dapat mengakibatkan gangguan kepadatan, bila tanah berupa pasir atau tanah berkerikil maka menggunakan bentonit esbagai penahan longsor.
- c. Pengecoran beton sulit bila dipengaruhi air tanah karena mutu beton tidak dapat dikontrol dengan baik maka diatasi dengan cara ujung pipa tremie berjarak 25-50 cm dari dasar lubang pondasi.
- d. Air yang mengalir ke dalam lubang bor dapat mengakibatkan gangguan tanah, sehingga mengurangi kapasitas dukung tanah terhadap tiang, maka air yang mengalir langsung dihisap dan dibuang kembali ke dalam kolam air.

- e. Akan terjadi tanah runtuh (*ground loss*) jika tindakan pencegahan tidak dilakukan, maka dipasang casing untuk mencegah kelongsoran.
- f. Karena diameter tiang cukup besar dan memerlukan banyak beton dan material, untuk pekerjaan kecil mengakibatkan biayanya sangat melonjak maka ukuran tiang bor (*bored pile*) disesuaikan dengan beban yang dibutuhkan.
- g. Walaupun penetrasi sampai ke tanah pendukung pondasi dianggap telah terpenuhi, kadang-kadang terjadi bahwa tiang pendukung kurang sempurna karena adanya lumpur yang tertimbun di dasar, maka dipasang pipa paralon pada tulangan tiang bor untuk injeksi semen dasar.

Pada saat ini ada dua metode dasar pengeboran yang dilakukan pada suatu proyek konstruksi yaitu metode pengeboran basah (*wash Boring Method*) dan metode pengeboran kering (*Dry Hole Method*).

a) Metode Pengeboran Basah (*Wash Boring Method*)

Metode basah umumnya dilakukan bila pengeboran melewati muka air tanah, sehingga lubang bor biasanya longsor bila dindingnya tidak ditahan. Agar lubang tidak longsor, di dalam lubang bor diisi dengan larutan tanah lempung atau larutan polimer, jadi pengeboran dilakukan dalam larutan. Jika kedalaman yang diinginkan telah tercapai, lubang bor dibersihkan dan tulangan yang telah dirangkai dimasukkan ke dalam lubang bor yang masih berisi cairan bentonite (polimer). Adukan beton dimasukkan ke dalam lubang bor dengan pipa tremie, larutan bentonite akan terdesak dan terangkut ke atas oleh adukan beton. Larutan yang keluar dari lubang bor, ditampung dan dapat digunakan lagi untuk pengeboran di lokasi selanjutnya. Pelaksanaan pondasi tiang bor (*bored pile*) dengan Sistem Basah dapat dilaksanakan dengan beberapa sistem (cara) pengeboran yaitu :

- a. Pengeboran Sistem Basah dengan menggunakan *Temporary Casing*

Casing digunakan jika jenis tanah di lapangan beresiko runtuh/ longsor di lubang hasil bor sehingga akan menutup lubang tersebut. Urutan pelaksanaan *Bore pile* dengan system *Temporary Casing* :

1. Marking posisi pile oleh surveyor.

Kontraktor pelaksana harus menyediakan *license surveyor* dalam membuat *setting out point*/titik *bored pile* yang akan dibor. Kemudian 4 poin sebagai referensi yang dipasang (*offset*) tidak kurang dari 1 m dari titik posisi *pile*.

2. *Setting Alat Bore*

Setelah penentuan titik selesai dilakukan oleh tim *surveyor* kemudian dilakukan *setting* alat bore, apakah alat bore sudah sesuai dengan titik kelurusan pada titik pengeboran.

3. Mulai melakukan pengeboran (*boring*).

Soil auger dan *soil bucket* dipakai untuk pengeboran tanah yang halus (*soft*), pasir (*sand*) sampai tanah keras (*hard layer*). Apabila dalam pengeboran ditemukan batu (*rock*) bisa dipakai *rock auger* atau *core barrel*. *Chisel* tidak diijinkan dalam pengeboran jika tidak disetujui oleh pengawas lapangan.

4. Persiapan disekitar titik bor (Isi Polimer dilubang *bore*)

Pada pengeboran ini, polimer diisi kedalam lubang pengeboran dengan bantuan pump untuk membantu mempercepat terjadinya pengendapan pengeboran pada tanah keras dan untuk menjaga diinding tanah agar tidak terjadi kelongsoran.

5. *Cleaning Bore Pile Lowering steelcage* ke dalam lubang bor.

Setelah selesai melakukan pengeboran pada dengan kedalam yang telah ditentukan, kemudian akan dilakukan pembersihan sisa endapan didalam lubang *bore* menggunakan *bucket cleaning*.

6. Koden

Setelah pengeboran selesai, dilakukan cek koden untuk mengetahui apakah kedalaman sudah sesuai dengan yang direncanakan, kemudian untuk mengetahui apakah didalam lubang telah terjadi kelongsoran atau tidak

7. *Install* Pembesian

Install besi dilakukan dengan menggunakan alat *crane* untuk mengangkat besi yang sudah dirakit sebelumnya kedalam lubang *bore*.

8. Pemasangan Pipa Tremi

Kemudian setelah pembesian selesai dilakukan, kemudian akan dilakukan pemasangan pipa tremi kedalam lubang bore yang bertujuan untuk proses penyaluran beton kedalam lubang.

9. Pengecoran

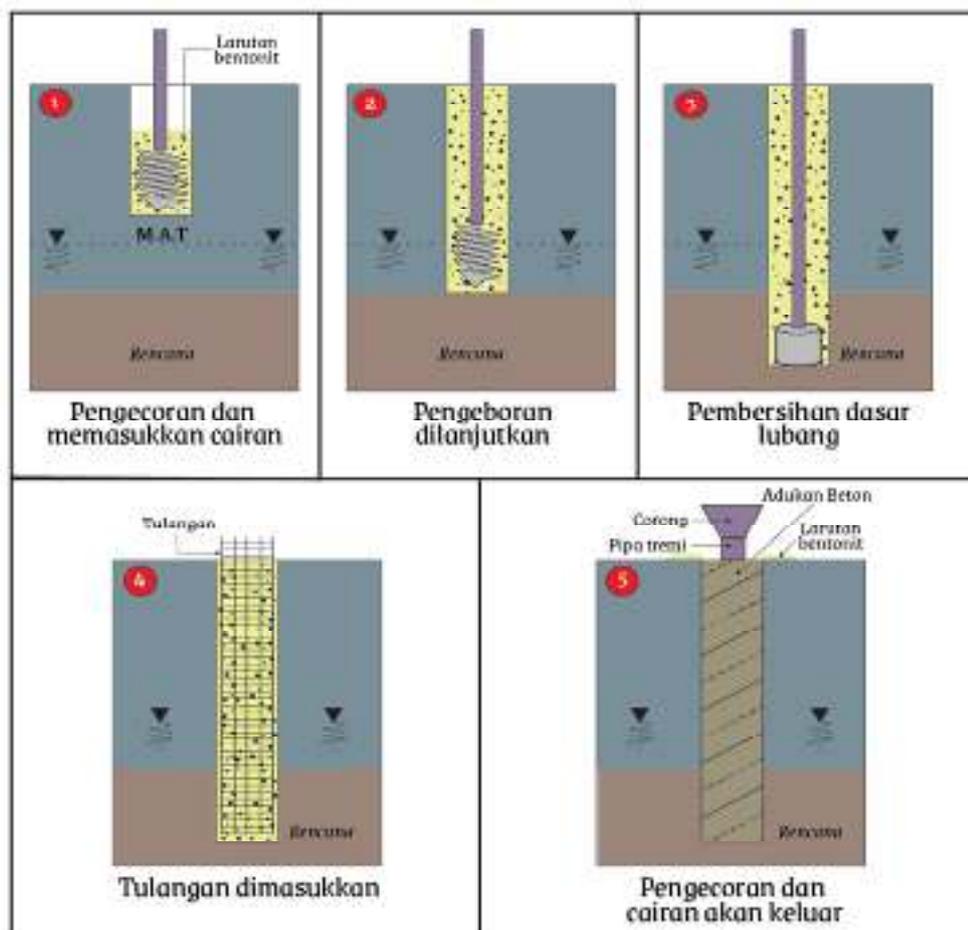
Setelah pipa tremi terpasang, kemudian akan dilaksanakan pengecoran pada lubang bore.

10. *Cabut Casing*

Pekerjaan terakhir adalah Pencabutan *casing* dilakukan secara bertahap, apabila beton sudah hampir mendekati permukaan tanah, dilakukan pencabutan *casing*.

b. Pengeboran Sistem Basah tanpa *Casing*

Untuk jenis tanah yang cukup kuat dan padat dimana resiko longsor / runtuh bisa diabaikan, maka tidak diperlukan *Casing*.



Gambar 2.10 Pengeboran Metode Basah
(Sumber : <https://www.academia.edu/9217084/>)

b) Metode Pengeboran Kering (Dry Hole Method)

Cara ini sesuai dengan jenis tanah kohesif dan pada tanah dengan muka air tanah yang berada pada kedalaman di bawah dasar lubang bor atau jika permeabilitas tanahnya sangat kecil, sehingga pengecoran beton dapat dilakukan sebelum pengaruh air terjadi. Pada metode kering yang pertama dilakukan adalah sumuran digali (dan dasarnya dibentuk lonceng jika perlu). Kemudian sumuran diisi sebagian dengan beton dan kerangka tulangan dipasang dan setelah itu sumuran telah selesai dikerjakan. Kerangka tulangan tidak boleh dimasukkan sampai mencapai dasar sumuran karena diperlukan pelindung beton minimum, tetapi kerangka tulangan boleh diperpanjang sampai akhir mendekati kedalaman penuh dari pada hanya mencapai kira – kira setengahnya saja. Metode ini membutuhkan tanah tempat proyek yang tak berlekuk (kohesif) dan permukaan air di bawah dasar sumuran atau jika permeabilitasnya cukup rendah, sumuran bisa digali (mungkin juga dipompa) dan dibeton sebelum sumuran terisi air cukup banyak sehingga bisa mempengaruhi kekuatan beton.

2.5.2 Metode Pelaksanaan Pekerjaan *Pile cap*

Pile cap merupakan suatu cara untuk mengikat pondasi sebelum didirikan kolom di bagian atasnya. *Pile cap* tersusun atas tulangan baja berdiameter 16mm, 19mm dan 25mm yang membentuk suatu bidang dengan ketebalan 50 mm dan lebar yang berbeda-beda tergantung dari jumlah tiang yang tertanam.

Fungsi dari *pile cap* adalah untuk menerima beban dari kolom yang kemudian akan terus disebarkan ke tiang pancang dimana masing-masing pile menerima $1/N$ dari beban oleh kolom dan harus \leq daya dukung yang diijinkan (Y ton) (N= jumlah kelompok pile). Jadi beban maksimum yang bisa diterima oleh *pile cap* dari suatu kolom adalah sebesar $N \times (Y \text{ ton})$.

Metode pelaksanaan konstruksi merupakan penjabaran tata cara dan teknik-teknik pelaksanaan pekerjaan dan menjadi inti dari seluruh kegiatan dalam sistem manajemen konstruksi (Jawat, 2015). Lebih lanjut lagi, metode pelaksanaan pekerjaan konstruksi mempunyai peran untuk menyusun cara-cara kerja dalam melaksanakan suatu pekerjaan dan suatu cara untuk memenuhi, menentukan sarana-sarana pekerjaan yang mendukung terlaksananya suatu pekerjaan tersebut

(Jawat, 2015). Hal ini juga dapat membantu dalam menentukan urutan pekerjaan dan menyusun jadwal pekerjaan tersebut. Pelaksanaan pekerjaan *pile cap* tentunya juga memiliki metode yang telah disusun agar dapat terselesaikan sesuai rencana. Metode tersebut terdiri dari beberapa pekerjaan sebagai berikut.

a. Pekerjaan Persiapan

Pekerjaan persiapan terdiri dari beberapa pekerjaan berikut:

1. Pembacaan gambar yang dilakukan dengan membaca *shop drawing* dari konsultan perencana. Shop drawing merupakan dokumen yang sangat penting dikarenakan terdapat detail informasi dari pekerjaan yang akan dilakukan;
2. Pekerjaan pembersihan lapangan terdiri dari pembersihan lahan dari sisa galian, besi, sampah, air, bahan lainnya yang dapat mengganggu proses pelaksanaan *pile cap*;
3. Pekerjaan pengukuran yang memiliki tujuan untuk mengatur titik as *pile cap* berdasarkan shop drawing dengan memasang patok as *pile cap* untuk mendapatkan posisi yang tepat saat pengeboran. Pekerjaan ini dibantu dengan menggunakan alat Theodolite dan *Water pass*.
4. Persiapan alat dan bahan yang akan digunakan dicek terlebih dulu agar tidak terjadi kendala saat proses pelaksanaan.
5. Persiapan perlengkapan K3 (Keselamatan dan Kesehatan Kerja) yang digunakan untuk mencegah dan mengurangi risiko pekerja dari kecelakaan dan kebakaran saat proses pelaksanaan konstruksi.

b. Pekerjaan Galian

Pekerjaan galian tanah dilakukan secara manual. Langkah kerja pekerjaan ini meliputi:

1. Pekerjaan penggalian memiliki kedalaman yang disesuaikan dengan dimensi *pile cap*.
2. Penggalian dilakukan di sekeliling *Pile cap* menggunakan manual dengan bentuk galian yang disesuaikan dengan gambar rencana.

c. Pekerjaan Pembobokan

Alat yang digunakan: Theodolite, Gergaji besi, Hammer, Bor beton, Meteran, dan Pahat.

Langkah kerja pekerjaan ini terdiri dari:

1. Galian tanah yang telah mencapai elevasi yang telah ditentukan, dilakukan proses selanjutnya yaitu memotong kepala tiang pancang (pembobokan). Proses ini dilakukan setelah tiang pancang stabil dan tidak menunjukkan indikasi pergerakan.
2. Pembobokan dilakukan dengan menggunakan hand *tools* berupa hammer, pahat, dan bor beton.

d. Pekerjaan Urugan dan Lantai Kerja

Alat yang digunakan dalam pekerjaan urugan dan lantai kerja terdiri dari: Cangkul, Sekop, Ember, dan *Concrete mixer*. Bahan yang digunakan yaitu: Pasir urug, Pasir beton, Kerikil, Semen, dan Air.

Langkah kerja dari pekerjaan ini meliputi:

1. Penyedotan air/*dewatering* dari lubang galian menggunakan pompa air. Dasar tanah harus dipastikan kering atau terbebas dari kelebihan air agar dapat dilakukan pengurugan pasir di atas permukaan tanah asli.
2. Mengurug permukaan tanah asli menggunakan pasir urug setebal 10 cm membuat lantai kerja dari beton cor dengan campuran 1 PC: 3 PS: 5 KR

e. Pekerjaan Pembesian

Alat yang digunakan yaitu: Bar cutter, Bar bender, Kunci pembengkok baja, dan Martil. Bahan yang digunakan terdiri dari: Besi tulangan dan kawat pengikat 1 mm. Langkah kerja pekerjaan ini meliputi:

1. Memotong tulangan sesuai spesifikasi di *shop drawing* dengan menggunakan *Car cutter*.
2. Membengkokkan tulangan sesuai spesifikasi di *shop drawing* dengan menggunakan bar *bender*.
3. Memasang tulangan *pile cap* dengan jarak yang telah diatur dalam *shop drawing*.

f. Pekerjaan Bekisting

Alat yang digunakan yaitu: Gergaji, palu, Benang, dan Meteran. Bahan yang digunakan: Kayu ukuran 5/7, Paku, dan Papan multiplek.

Langkah kerja pekerjaan ini meliputi:

1. Memotong multiplek dengan spesifikasi pada *shop drawing* menggunakan gergaji.
2. Membentuk multiplek menjadi *bekisting* sesuai dengan perencanaan dan dikontrol pada kesikuannya dengan alat penyiku.

g. Pekerjaan Pengecoran *Pile Cap*

Alat yang digunakan yaitu: *Mixer* beton, Gerobak sorong, Sekop, Cangkul, dan Timbangan. Bahan yang digunakan meliputi: Agregat kasar, Agregat Halus, Semen, Air, dengan campuran beton yang di rencanakan $f'c = 25$ Mpa setara dengan K300.

Langkah kerja pekerjaan ini meliputi:

1. Masukkan secara berturut-turut ke dalam mesin molen di mulai dari kerikil, lalu pasir, dan kemudian semen. Pastikan takaran bahan-bahan pembentuk campuran beton tersebut sesuai rekomendasi di atas. Ingat ukuran semen, pasir, dan kerikil dihitung berdasarkan berat bukan per sekop. Sedangkan penghitungan air menurut volume.
2. Setelah semen, pasir, dan kerikil masuk ke dalam mesin molen, selanjutnya putar mesin tersebut untuk mencampurkan bahan-bahan di dalamnya. Tandanya adukan beton ini telah tercampur rata ialah butiran-butiran pasirnya sudah tidak ada yang kelihatan lagi.
3. Berikutnya tambahkan air sedikit demi sedikit ke dalam mesin molen hingga takarannya terpenuhi. Usahakan selama penuangan air ini, mesin tetap dalam keadaan berputar. Operasikan mesin tersebut hingga adukan beton yang Anda inginkan sudah selesai dibuat.
4. Untuk pekerjaan pembuatan adukan beton skala kecil, Anda boleh memakai sekop dan cangkul saja tanpa bantuan molen. Namun pastikan seluruh prosesnya dilakuakn di tempat yang datar dan bersih.
5. Caranya yaitu campurkan semen, pasir, dan kerikil hingga merata. Setelah itu, buat campuran bahan-bahan ini membentuk gundukan. Pada pucak

gundukan lalu digali seperti danau dan tuangkan air secukupnya. Langkah terakhir adalah mengaduk campuran bahan-bahan ini hingga menjadi adukan beton.

6. Membersihkan konstruksi *pile cap* yang akan dicor dari sampah kawat atau sampah lainnya agar tidak mengurangi kualitas beton yang digunakan.

h. Pekerjaan Perawatan Beton

Alat yang digunakan yaitu pompa air dan selang air. Bahan yang digunakan yaitu air bersih. Langkah kerja pekerjaan ini meliputi:

1. Membasahi permukaan beton yang permukaannya sudah kering dengan air agar tetap lembab.
2. Proses ini dilakukan sebanyak 2 kali sehari selama 7 hari.

2.5.3 Metode Pelaksanaan Pekerjaan Balok *Sloof*

Balok *Sloof* adalah struktur dari bangunan yang terletak di atas pondasi dan memiliki fungsi untuk meratakan beban pondasi. *Sloof* berfungsi untuk bisa memikul beban dinding, sehingga dinding tersebut dapat berdiri pada beton yang cukup kuat, tak terjadi penurunan dan juga pergerakan yang dapat mengakibatkan dinding rumah tinggal anda jadi retak ataupun pecah. Adapun fungsi dari penggunaan *sloof* pada bangunan sebagai berikut:

1. Sebagai pengikat kolom
2. Meratakan gaya beban dinding pada pondasi
3. Menahan gaya beban dinding
4. Sebagai balok penahan gaya reaksi tanah yang telah disalurkan dari pondasi.

Pelaksanaan pekerjaan Balok *sloof* tentunya juga memiliki metode yang telah disusun agar dapat terselesaikan sesuai rencana. Metode tersebut terdiri dari beberapa pekerjaan sebagai berikut.

1. Hal pertama yang bisa Anda lakukan dalam membuat struktur *sloof* adalah menyiapkan papan *bekisting*, besi beton, *job mix design* sekaligus *job mix formula*.

2. Penggunaan sepatu kolom adalah agar bekersting tetap berada di titik awal sesuai dengan gambar perencanaan. Pembuatan sepatu kolom kebanyakan terbuat dari besi stek yang menggunakan sistem pengeboran pada lantai.
3. Proses perakitan pada besi perakitan besi ini akan disesuaikan dengan soft drawing.
4. Pemasang bekisting *sloof* Pada proses ini diperlukan sebuah beton penyangga atau beton *decking*. Tujuan adanya beton penyangga adalah agar jarak yang dimiliki oleh selimut beton tidak mengalami perubahan ketika proses pengecoran sedang dilakukan.
5. Pemasangan sabuk *sloof* ini adalah pada material bekisting kolom. Tujuan penggunaan sabuk *sloof* adalah agar bekisting kolom menjadi lebih kuat.
6. Pemasangan pipa support ini diharapkan menjaga sisi horizontal pada *sloof* untuk kolom. Agar bisa mendapatkan bentuk *sloof* yang sempurna dan presisi. Maka pemasangan bekisting *sloof* tidak boleh mengalami kemiringan. Bahkan dalam proses pengecoran juga tidak boleh ada goyangan pada bekisting *sloof*.
7. Proses pengecoran ini akan disesuaikan dengan bentuk beton yang diinginkan.
Selain itu Anda juga perlu tahu jika proses pengecoran struktur *sloof* bisa mendapatkan hasil terbaik harus menggunakan bantuan *concrete vibrator*.
8. Buat adukan coran yang digunakan.
9. Lakukan proses pengecoran secara merata. Pastikan semua bagian struktur *sloof* bisa terisi dengan pengecoran yang dilakukan.
10. Ketika semua cara sudah dilakukan, terakhir Anda hanya perlu mendiamkan struktur *sloof* selama satu hingga tiga hari agar bisa kering dengan sempurna.

2.5.4 Metode Pelaksanaan Pekerjaan Kolom

Struktur kolom merupakan elemen yang sangat penting pada konstruksi, kolom adalah struktur yang menahan gaya aksial dan momen lentur yang berfungsi sebagai penerus beban bangunan dari balok menyalurkan kedalam tanah

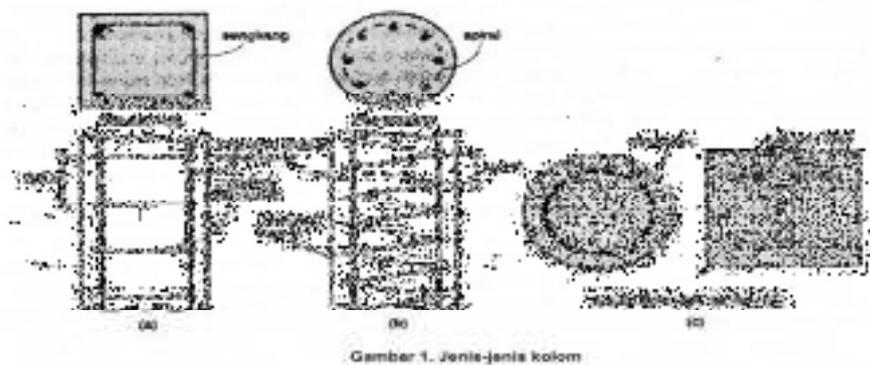
melalui pondasi bangunan. Kolom yang digunakan pada proyek pembangunan gedung Inkulturatif GBKP Bukit adalah kolom bulat (*spiral*).

Kegagalan struktur kolom sangat berakibat fatal dalam sebuah bangunan yang dapat mengakibatkan runtuhnya struktur lain yang saling berhubungan. Dengan demikian, dalam merencanakan struktur kolom harus dilakukan penelitian terhadap tanah dan beban bangunan baik beban mati maupun beban hidup dengan memberikan cadangan kekuatan pada bangunan. Tugas kolom bukan hanya menahan beban aksial melainkan juga menahan beban terhadap momen dan hal hal yang timbul dari luar bangunan.

Dalam konstruksi kolom beton di bagi berbagai jenis menurut Wang (1986) dan Forguson (1986) jenis jenis kolom ada tiga yaitu :

1. Kolom ikat (*tie column*)
2. Kolom spiral (*spiral colomn*)
3. Kolom komposit (*composite column*)

Berikut ini gambar jenis jenis kolom di atas:



Gambar 2.11 Gambar Jenis Kolom
Sumber : Wang(1986) dan Forguson (1986)

Prinsip dan syarat perancangan kolom menurut SNI-03-2874-2002 ada beberapa persyaratan terhadap perhitungan kolom. Dasar dasar perhitungan kolom sebagai berikut: kuat keperluan, kuat perancangan. Didalam merancang sebuah kolom sebuah bangunan harus diperhatikan beberapa hal berikut: tinggi bentang kolom, jarak antar kolom, besar beban yang di terima oleh kolom.

a. Metode pelaksanaan kolom:

1. Penentuan As kolom yang diperoleh dari hasil pengukuran yaitu *marking* yang digunakan sebagai titik letak kolom.
2. Pemasangan tulangan kolom dilakukan sesuai dengan shop drawing
3. Pemasangan sepatu kolom yang berfungsi untuk menjaga dimensi bekisting agar tidak bergeser akibat tekanan beton saat pengecoran.
4. Pemasangan bekisting kolom menggunakan Plat besi yang terbuat dari Drum minyak pertamina sehingga bekisting bisa berulang kali di pakai.
5. Pengecoran pada kolom harus dilakukan secara merata pada bagian kolom tersebut, pengecoran dilakukan setelah mendapatkan izin dari direksi/pengawas lapangan yang dilaksanakan oleh kontraktor.
6. Pembakaran bekisting kolom di lakukan minimal 3 hari setelah pengecoran dilakukan.

2.5.5 Metode Pelaksanaan Pekerjaan Balok dan Plat Lantai

a) Balok Lantai

Balok Merupakan struktur melintang yang menopang beban horizontal dari bangunan dan bersifat kaku. Elemen yang satu ini khusus dirancang supaya dapat menanggung serta mentransfer beban menuju elemen – elemen kolom penopang lainnya. Balok terdiri dari dua macam, yaitu balok utama (induk) dan balok anak. Balok induk adalah semua balok yang melintang tanpa topang pada seluruh lebar bangunan dan pada kedua ujungnya bertumpu pada kolom, sedangkan balok anak adalah balok yang pada kedua ujungnya bertumpu pada balok induk dan digunakan untuk memperkecil petak – petak lantai disetiap ruangan. Semua pekerjaan balok dilakukan langsung dilokasi yang direncanakan, mulai dari pembesian, pemasangan bekisting, sampai pengecoran.

b) Plat Lantai

Pelat lantai adalah suatu konstruksi yang tidak terletak di atas tanah langsung merupakan lantai tingkat pembatas antara tingkat yang satu dengan tingkat yang lain. Pelat lantai didukung oleh balok-balok yang bertumpu pada kolom-kolom bangunan. Pelat lantai adalah struktur yang pertama kali menerima beban, baik itu beban mati maupun beban hidup yang kemudian menyalurkannya

ke sistem struktur rangka yang lain. Pekerjaan pelat lantai ini haruslah kokoh, kaku, mempunyai ketinggian yang sama dan nyaman untuk berpijak (Menurut Fatin, 2014). Ketebalan pelat lantai ini disesuaikan dengan beberapa hal, diantaranya:

1. Beban yang akan ditumpu
2. Lebar bentangan atau jarak antara balok-balok penumpu
3. Bahan material konstruksi pelat lantai
4. Besar lendutan yang diinginkan.

c) Metode pelaksanaan Balok dan Plat Lantai

1. Pemasangan perancang menggunakan bambu/kayu dan balok suri – suri berukuran 5×7 cm serta perlengkapannya berjarak ± 50 cm pemasangan harus benar benar kokoh dan tidak berubah tempat sebelum dan selama pengecoran.
2. Pemasangan papan bodeman, untuk setting elevasi balok dan plat lantai 2 serta dudukan tulangan saat dimulainya perakitan tulangan balok dan plat lantai.
3. Pemasangan tembereng dan siku bekisting balok dan plat lantai yang terbuat dari kayu kelas II tebal 3 cm dan *plywood* 12 mm dengan permukaan yang rata dan diketam halus diatas balok suri suri kemudain dikakukan dengan siku kayu.
4. Pemasangan tulangan balok dan plat lantai harus di sesuaikan dengan shop drawing, dengan menentukan jumlah tulangan dan sengkang serta jarak.
5. Pengecoran balok dan plat lantai harus mendapat persetujuan dari direksi yang dilaksanakan oleh kontraktor.
6. Pembokarang bekisting balok dan plat lantai.
7. Perawatan beton balok dan plat lantai.

2.5.6 Metode Pelaksanaan Pekerjaan Ring Balok

Ring Balok atau juga biasa dikenal dengan Balok Ring adalah struktur bangunan yang terletak di atas dinding dan menjadi tumpuan atau dudukan dari rangka atap. Kontur Ring balok sendiri biasanya dibuat seperti kontur *sloof*.

Berikut adalah metode pelaksanaan Ring Balok :

1. Pemasangan perancang menggunakan bambu/kayu dan balok suri – suri berukuran 5×7 cm serta perlengkapannya berjarak ± 50 cm pemasangan harus benar benar kokoh dan tidak berubah tempat sebelum dan selama pengecoran.
2. Pemasangan papan bodeman, untuk setting elevasi ring balok serta dudukan tulangan saat dimulainya perakitan tulangan balok dan plat lantai.
3. Pemasangan tembereng dan siku bekisting ring balok yang terbuat dari kayu kelas II tebal 3 cm dan *plywood* 12 mm dengan permukaan yang rata dan diketam halus diatas balok suri suri kemudain dikakukan dengan siku kayu.
4. Pemasangan tulangan ring balok harus di sesuaikan dengan shop drawing, dengan menentukan jumlah tulangan dan sengkang serta jarak.
5. Pengecoran ring balok dan plat lantai harus mendapat persetujuan dari direksi yang dilaksanakan oleh kontraktor.
6. Pembongkaran bekisting ring balok.
7. Perawatan beton ring balok.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Data proyek yang dibahas pada penelitian ini adalah proyek pembangunan gedung Inkulturatif GBKP Bukit, Jl. Desa Bukit, Kec. Dolat Rayat, Kabanjahe- Sumatra Utara, yang terdiri dari 3 lantai dengan mangangkat konsep bentuk bangunan rumah adat Karo. Dengan data sebagai berikut :



Gambar 3.1 Peta Lokasi Pembangunan Gedung Inkulturatif GBKP Bukit

(Sumber : PT. Archa Studio Arsitektur)

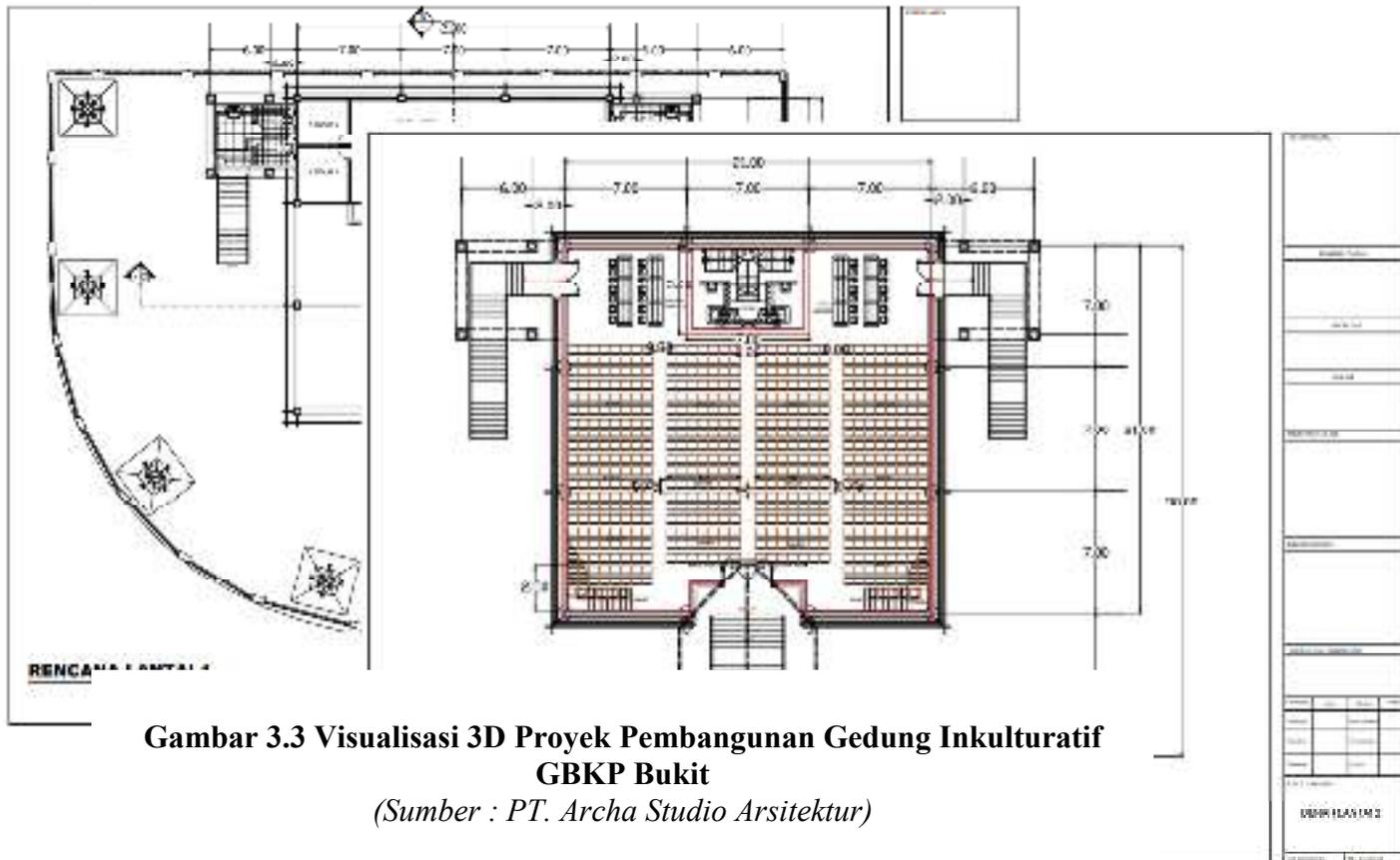
Visualisasi 3D Pembangunan gedung Inkulturatif dapat dilihat pada **Gambar 3.2 dan Gambar 3.3** berikut :



Gambar 3.4 Denah Rencana Lantai 1 Pembangunan gedung Inkulturatif GBKP Bukit

(Sumber : PT. Archa Studio Arsitektur)

(Sumber : P.T. ARCHA STUDIO ARSITEKTUR)



Gambar 3.3 Visualisasi 3D Proyek Pembangunan Gedung Inkulturatif GBKP Bukit

(Sumber : PT. Archa Studio Arsitektur)



Gambar 3.6 Denah Rencana Lantai 3 Pembangunan gedung Inkulturatif GBKP Bukit

(Sumber : PT. Archa Studio Arsitektur)



Gambar 3.8 Pekerjaan *Pile cap* pembangunan gedung Inkulturatif GBKP Bukit

(Sumber : PT. Archa Studio Arsitektur)

Gambar 3.7 Pekerjaan Bor Pile Pembangunan gedung Inkulturatif GBKP Bukit

(Sumber : PT. Archa Studio Arsitektur)



Gambar 3.12 Pekerjaan Plat Lantai 2 Pembangunan gedung Inkulturatif GBKP Bukit

(Sumber : PT. Archa Studio Arsitektur)

(Sumber : PT. Archa Studio Arsitektur)



Gambar 3.11 Pekerjaan Balok Lantai 2 Pembangunan gedung Inkulturatif ? GBKP Bukit

(Sumber : PT. Archa Studio Arsitektur)



Gambar 3.14 Pekerjaan Ring Balok Pembangunan gedung Inkulturatif GBKP Bukit

(Sumber : PT. Archa Studio Arsitektur)

3.2 Gambaran Umum Proyek

Berikut data umum proyek pekerjaan pembangunan gedung GBKP BUKIT adalah:

Nama Proyek : Proyek Pembangunan Gedung Inkulturatif GBKP Bukit
Lokasi Proyek : Jl. Desa Bukit, Kec.Dolat Rayat, Kabanjahe-Sumatra Utara
Pemilik proyek : Gereja GBKP
Kontraktor Pelaksana : CV. ARTHAKASIH

Gambar 3.13 Pekerjaan Kolom Lantai 2 Pembangunan gedung Inkulturatif GBKP Bukit

(Sumber : PT. Archa Studio Arsitektur)

Konsultan Pengawas	: PT. Archa Studio Arsitektur
Penyelidikan Tanah	: PT. Parastya Lasgrama
Jenis Konstruksi	: Konstruksi Gedung
Lingkup Pekerjaan	: Struktur
Jumlah Lantai	: 3 Lantai
Luas Tanah	: 1576.36 M ²
Luas Bangunan	: 1125.00 M ²
Nilai Kontrak	: Rp. ± 4.853.950.000,00

3.3 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode kuantitatif yaitu metode yang dilakukan dengan mengumpulkan dan mempelajari literatur yang berkaitan dengan perencanaan dan analisis perhitungan. Sebagai perbandingan Juga menggunakan Metode *Critical chain Project Management* didefinisikan sebagai rantai terpanjang dari kejadian-kejadian yang saling berkaitan, dimana keterkaitan tersebut terletak pada pekerjaan atau sumber daya yang saling berhubungan satu sama lain. Persyaratan dalam metode *Critical chain Project Mangement* ini adalah tidak adanya *Multitasking*, *Student's Syndrome*, *Parkinson's law*, *As late as possible*, menghilangkan *hidden safety* dan memindahkannya dalam bentuk *buffer* dibelakang proyek, dan menitik beratkan pada penyelesaian akhir proyek.

Untuk memudahkan perhitungan dan untuk kelengkapan kajian pustaka, maka analisis data dilakukan dengan persiapan survey dan identifikasi lapangan. Dan melakukan analisis dari data-data yang didapat melalui identifikasi permasalahan dan membuat perumusan serta menganalisis data menggunakan aplikasi *miscrosoft project 2016* dan *miscrosoft excel*, serta beberapa literature dari buku dan jurnal mengenai management proyek. Pengumpulan data dilapangan dilakukan secara teliti dan memantau setiap pekerjaan yang ada, agar data yang diperoleh dapat akurat dan memenuhi kelengkapan data yang dibutuhkan.

3.3.1 Data Volume Rencana Dan (*Realisasi*) Pada Pekerjaan Struktur

Adapun data volume setiap item pekerjaan struktur yang diperoleh dari pihak kontraktor pelaksanaan dilapangan yang digunakan didalam pekerjaan struktur *bor pile*, *pile cap*, balok *sloof*, kolom, balok lantai 2, plat lantai 2, *ring* balok dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 3.1 Data Volume Rencana Dan (*Realisasi*) Pada Pekerjaan Struktur

No.	Item Pekerjaan	Volume Rencana	Volume Realisasi
1	Pekerjaan Struktur <i>Bore Pile</i>	26.85 M ³	28.25 M ³
2	Pekerjaan Struktur <i>Pile cap</i>	9.05 M ³	16.55 M ³
3	Pekerjaan Struktur Balok <i>Sloof</i>	22.20 M ³	28.10 M ³
4	Pekerjaan Struktur Kolom	39.38 M ³	38.80 M ³
5	Pekerjaan Struktur Balok Lantai	65.88 M ³	70.88 M ³
6	Pekerjaan Struktur Plat Lantai	70.56 M ³	70.56 M ³
7	Pekerjaan Struktur <i>Ring</i> Balok	15.12 M ³	18.50 M ³

(Sumber : CV. Arthakasih)

3.3.2 Data Mutu Beton Dan Mutu Baja Pekerjaan Struktur (*Realisasi*)

Adapun data beton yang diperoleh dari pihak kontraktor pelaksana dilapangan yang digunakan didalam pekerjaan struktur *bor pile*, *pile cap*, balok *sloof*, kolom, balok lantai 2, plat lantai 2, *ring* balok dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 3.2 Data Beton Pekerjaan Sktuktur

No.	Material	Mutu Beton	Mutu Baja
1	Beton <i>Bore Pile</i> (Semen Padang)	$f'c = 21.7$ Mpa	$Fy = 280$ Mpa
2	Beton <i>Pile cap</i> (Semen Padang)	$f'c = 21.7$ Mpa	$Fy = 280$ Mpa
3	Beton Balok <i>Sloof</i> (Semen Padang)	$f'c = 21.7$ Mpa	$Fy = 280$ Mpa
4	Beton Kolom (Semen Padang)	$f'c = 21.7$ Mpa	$Fy = 280$ Mpa
5	Beton Balok Lantai (Semen Padang)	$f'c = 26.4$ Mpa	$Fy = 280$ Mpa
6	Beton Plat Lantai (Semen Padang)	$f'c = 26.4$ Mpa	$Fy = 280$ Mpa
7	Beton <i>Ring</i> Balok (Semen Padang)	$f'c = 21.7$ Mpa	$Fy = 280$ Mpa

(Sumber : CV. Arthakasih)

3.3.3 Deskripsi Alat dan Material

Alat dan material yang digunakan untuk Pekerjaan struktur gedung Inkulturatif GBKP Bukit sebagai berikut :

(a) Deskripsi Alat Perlindungan Diri (*APD*)

Tabel 3.3 Safety Equipment Pelaksanaan (*Realisasi*)

No.	Safety Equipment	Fungsi
1.	Safety Helmet	Melindungi kepala dari benturan atau kejatuhan material atau alat.
		
2.	Safety Shoes	Alat pelindung kaki dari kemungkinan kejatuhan material atau alat dan kemungkinan terinjak material – material berbahaya seperti paku, besi, dll. Juga dapat melindungi dari percikan – percikan api dari alat las.
		
3.	Safety Romp 	Sebagai tanda pengenal bahwa kami termasuk orang-orang yang akan berlalu – lalang dan keluar masuk areal proyek.

(b) Deskripsi Alat Pekerjaan Struktur (*Realisasi*)

Berikut daftar dan fungsi alat yang digunakan didalam melakukan pekerjaan struktur gedung Inkulturatif, Alat kerja yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 3.4 berikut :

Tabel 3.4 Daftar Alat

NO	Gambar	Nama Alat	Fungsi
1		Kapur	Sebagai penanda

2		Meteran	Untuk melakukan kegiatan pengukuran
3		Kakatua	Sebagai pengikat untuk pemasangan kawat beton
4		Kunci besi	Pembengkok tulangan besi
5		Gunting pemotong besi	Untuk memotong tulangan secara manual
6		Tali tambang	Pengangkutan bahan material seperti besi ulir, perancah bambu, panael bekisting acuan secara manual

7		Manual Bored /Mesin Mini Crane	Mesin ini terdiri dari sasis atau kerangka utama dan sebuah crane alias menara, dapat digunakan untuk membuat lubang dengan diameter berukuran 30 cm hingga 80 cm.
8		katrol mesin	Pengangkutan bahan material seperti pasir, krikil dan beton cor
9		<i>Mix truck</i>	Mengangkat beton dari pabrik semen lokasi konstruksi sambil menjaga konstruksi beton agar tetap cair dan tidak mengeras dalam perjalanan.
10		Martil	Untuk memukul/memberi tumbukan pada sebuah beban kerja

11		Gergaji	Untuk memotong maupun membelah kayu, logam seta benda dengan material lainnnya
12		Gerobang dorong	Memindahkan bahan bangunan dari satu tempat ke tempat lain
13		Ember air	Sebagai wadah untuk mengangkat air
14		Sekop	Untuk mengangkut.meminda hlan material berupa pasir, kerikil atau semen

15		Cangkul	menggali, membersihkan tanah dari rumput atau pun untuk meratakan tanah. Cangkul digunakan untuk memecahkan tanah, menarik tanah.
16		Waterpass	Untuk mengukur/menentukan sebuah benda atau garis dalam keasaan rata baik secara vertical maupun horizontal
17		Gerinda	Memotong benda kerja yang ketebalannya yang tidak relatif tebal
18		Vibrator	Alat untuk memadatkan beton cor segar
19		Mesin pemotong besi	Untuk memotong besi yang relative tebal

20		Alat perata beton	Alat yang digunakan untuk meratakan beton yang sudah dituangkan
		Perancah bambu dan kayu	Sebagai struktur sementara yang digunakan untuk menyanggah manusia dan material dalam konstruksi gedung.

(Sumber : Dokumentasi Penulis Saat Pengawasan Dilapangan 2022)

(c) Material

Material adalah bahan yang digunakan untuk tujuan konstruksi seperti pasir, kerikil, besi, semen dan lain sebagainya. Sebelum merencanakan konstruksi sebuah bangunan, tentu saja harus diketahui bahan bangunan apa yang diperlukan. Hal ini dilakukan supaya proses pembangunan pun berjalan lancar dan sesuai dengan apa yang diharapkan. Pemilihan material yang baik tentunya akan memengaruhi kualitas bangunan. Material yang digunakan pada proyek pembangunan gedung Inkulturatif GBKP Bukit dapat dilihat pada 3.3 berikut :

Tabel 3.5 Daftar Material

NO	Gambar	Material	Fungsi
1		Pasir	Sebagai salah satu komponen dalam adukan semen bersamaan dengan pasir

2		Batu Gunung	Sebagai salah satu komponen dalam pembuatan beton bersamaan dengan semen dan pasir
3		Semen merek padang	Sebagai salah satu komponen dalam pembuatan beton bersamaan dengan pasir dan kerikil
4		Besi D13-16	Sebagai tulangan utama kolom
5		Besi ø8-10	Sebagai tulangan sengkang dan plat lantai
6		Kawat beton	Memperkuat suatu rangkaian tulangan sebuah besi dengan tulangan lainnya

7		Paku	Untuk menyambung bilah akayu atau triplek
8		Bambu	Sebagai tiang penyanggah
9		Kayu Sembarang keras (SK) 2/3 dan 1/3	Sebagai salah satu komponen dalam perakitan bekisting (perancah)
10		Garud foam 12 mm	Sebagai acuan atau penahan langsung berat beban, tulanagan dan berat beton segar
11		Minyak bekisting	Pelumasan yang berfungsi memudahkan dalm pembongkaran bekisting dan mencegah letakatan beton dengan

			bekisting sehingga permukaan beton yang dihasilkan menjadi mulus
12		Bekisting kolom Drum minyak	Drum minyak digunakan untuk bekisting pada pekerjaan struktur kolom
13		Air	Air diperlukan untuk bereaksi dengan semen sehingga dapat menjadi bahan perekata antar agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil) serta bahan campuran beton lainnya.
14		Papan Kayu	Untuk bahan jalan masuknya semen cor

(Sumber : Dokumentasi Penulis Saat Pengawasan Dilapangan 2022)

3.3.4 Data Kendala Pekerjaan Struktur

Berikut data kendala yang diperoleh dari hasil pemantauan pekerjaan dilapangan :

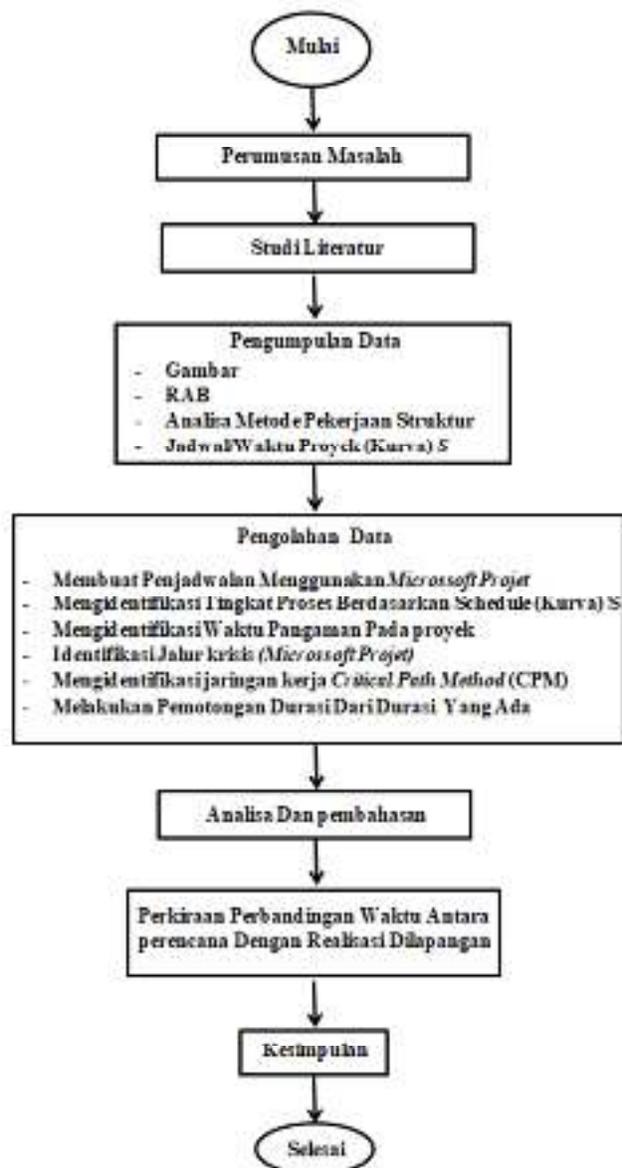
Tabel 3.6 Kendala Pekerjaan Struktur gedung Inkulturatif GBKP Bukit

No	Pekerjaan	Kendala
1	<i>Bore Pile</i>	Longsor/alat rusak dan hujan
2	<i>Pile cap</i>	Rusak alat dan bekisting saat pengecoran
3	Balok <i>Sloof</i>	Besi tidak masuk saat perakitan
4	Kolom	Bekisting terbuka Saat pengecoran/Hujan
5	Balok Lantai	Hujan Pada Saat pengecoran dan Kekurangan Beton
6	Plat Lantai	Hujan Pada Saat pengecoran dan Kekurangan Beton
7	Ring Balok	Hujan Pada Saat pengecoran

(Sumber : Hasil Pengamatan Penulis Saat Pengawasan Dilapangan 2022)

3.4 Diagram Alir Penelitian

Dalam tugas akhir ini diperlukan diagram alir pengerjaan untuk mempermudah evaluasi perkembangan. Secara garis besar, pengerjaan tugas akhir ini dapat dijelaskan dalam diagram alir berikut :



Gambar 3.16 Bagan Alir Penelitian

3.5 Prosedur Penelitian

Pada diagram alir penelitian, telah digambarkan tahap-tahap dalam pengerjaan pada tugas akhir ini. Adapun uraian diagram alir dijelaskan sebagai berikut :

3.5.1 Perumusan Masalah

Pada tahap ini dijelaskan tentang identifikasi perencanaan desain dan waktu pelaksanaan serta kendala pada pekerjaan Struktur gedung Inkulturatif GBKP Bukit.

3.5.2 Studi Literatur

Pada tahap Literatur yaitu mencari referensi teori atau bagian dari tahap persiapan sebagai landasan utama dalam menjelaskan langkah-langkah yang harus dilakukan (Merancang, Manajemen konstruksi, teknik penjadwalan, *metode Critical chain Project Management (CCPM), Barchart, S Curve*).

3.5.3 Pengumpulan Data

Pada tahap pengumpulan data yaitu mencari data umum proyek, jadwal proyek, data laporan harian, data tanah dan data alat. Tujuannya adalah untuk mengetahui perhitungan waktu dengan metode *Critical chain Project Management (CCPM), Barchart, S Curve* untuk memperoleh pengendalian Biaya proyek.

3.5.4 Pengolahan Data

Tahap Pengolahan data dilakukan dengan beberapa tahap sebagai berikut :

- a. Menganalisis data desain perencanaan.
- b. Menganalisis RAB Rencana Menggunakan *Microsoft Excel*
- c. Membuat Penjadwalan Menggunakan *Microsoft Project*
- d. Mengidentifikasi Tingkat Progres Berdasarkan *Schedulu (Kurva S)*
- e. Mengidentifikasi jaringan pekerjaan struktur menggunakan metode *Critical chain Project Management (CCPM)*
- f. Menyusun Jadwal dengan metode *Critical Path Method (CPM) Barchart, S Curve*.

g. Melakukan Pemotongan Durasi 50%

3.4.5 Analisis Dan Perbandingan

Pada tahap ini, penulis melakukan analisis dan perbandingan manajemen waktu pekerjaan struktur antara perencanaan dan pelaksanaan untuk mendapatkan hasil dari penelitian. Dengan adanya data data yang mau diolah menjadi sebuah informasi yang dapat dijadikan sebagai referensi untuk mendapatkan hasil penelitian. Untuk mendapatkan data dari penelitian itu maka harus dilakukan pengumpulan data, peringkasan data, dan penyajian data dari lapangan atau tempat dimana kita melakukan penelitian.

3.4.6 Analisa Waktu

Tahap ini menganalisa waktu bertujuan untuk mengetahui durasi waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan masing-masing item pekerjaan struktur pada pondasi, pile cap, balok *sloof*, kolom, balok lantai, plat lantai & ring balok. Selain itu juga berguna untuk membandingkan estimasi waktu perencanaan dengan pelaksanaan di lapangan.

3.4.7 Kesimpulan Dan Saran

Pada tahap ini, melakukan atau menarik kesimpulan dari hasil analisis yang diperoleh serta memberikan saran atau penilaian.