TESIS

LESSONS LEARNED : PENJADWALAN MULTI PROYEK PEMBANGUNAN JARINGAN KANTOR KECAMATAN MENGGUNAKAN METODE *CRITICAL CHAIN* DI KABUPATEN BOJONEGORO

FERI HIDAYATULLAH FIRMANSYAH
9211550053018

DOSEN PEMBIMBING
Dr. Ir. BAMBANG SYAIRUDIN, M.T.

DEPARTEMEN MANAJEMEN TEKNOLOGI
BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN TEKNOLOGI INFORMASI
FAKULTAS BISNIS DAN MANAJEMEN TEKNOLOGI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018

TESIS

LESSONS LEARNED : PENJADWALAN MULTI PROYEK PEMBANGUNAN JARINGAN KANTOR KECAMATAN MENGGUNAKAN METODE *CRITICAL CHAIN* DI KABUPATEN BOJONEGORO

FERI HIDAYATULLAH FIRMANSYAH
9211550053018

DOSEN PEMBIMBING
Dr. Ir. BAMBANG SYAIRUDIN, M.T.

DEPARTEMEN MANAJEMEN TEKNOLOGI
BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN TEKNOLOGI INFORMASI
FAKULTAS BISNIS DAN MANAJEMEN TEKNOLOGI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018

LEMBAR PENGESAHAN

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Manajemen Teknologi (M.MT)
di
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

FERI HIDAYATULLAH FIRMANSYAH
NRP. 9211550053018

Tanggal Ujian : 12 Januari 2018

Periode Wisuda : Maret 2018

Disetujui oleh:

1. **Dr. Ir. Bambang Syairudin, M.T.** (Pembimbing)
   NIP. 19631008 199002 1 001

2. **Prof. Dr. Drs. Mohammad Isa Irawan, M.T.** (Penguji)
   NIP. 19631225 198903 1 001

3. **Dr. Ir. Fuad Achmadi, MSME** (Penguji)
   NIDN. 0720116103

Dekan Fakultas Bisnis dan Manajemen Teknologi,

Prof. Dr. Ir. Udisubakti Ciptomulyono, M.Eng.Sc
NIP. 19590318 198701 1 001

LESSONS LEARNED : PENJADWALAN MULTI PROYEK PEMBANGUNAN JARINGAN KANTOR KECAMATAN MENGGUNAKAN METODE *CRITICAL CHAIN* DI KABUPATEN BOJONEGORO

Nama Mahasiswa : Feri Hidayatullah Firmansyah

NRP : 9211550053018

Pembimbing : Dr. Ir. Bambang Syairudin, M.T.

ABSTRAK

Kabupaten Bojonegoro terpilih mewakili Indonesia sebagai daerah percontohan Pemerintah Daerah Terbuka (*Open Government Partnership (OGP)*). Untuk mewujudkan program tersebut Bojonegoro telah membuat salah satu program OGP yakni dengan pemasangan perangkat jaringan di kecamatan dan desa. Proyek dilaksanakan selama 70 hari tetapi terdapat beberapa permasalahan sehingga menghambat proses pengerjaan. Proyek yang telah terlaksana memiliki kendala seperti keterbatasn waktu, *resource*, dan model pengerjaan yang tidak pasti. Dengan menggunakan metode *critical chain project management* (CCPM) penelitian ini mencari tahu model yang tepat untuk pengerjaan proyek yang bersifat *point to point* (PtP) dimana terdapat tower pusat sebagai titik pertemuan dari jaringan *Wide Area Network* (WAN). Peneliti menyusun dua buah model yang digunakan sebagai model pengembangan proyek PtP yaitu *singleline activity* dan *multiring activity*. Data diolah berdasarkan dokumen hasil pelaksanaan dan hasil wawancara dari beberapa sumber dimana berisi tentang penjadwalan, jenis pemancar, dan *resource* yang dibutuhkan. Dari hasil dan pembahasan didapatkan bahwa model yang tepat digunakan pada proyek PtP adalah menggunakan *multiring* dimana dari segi durasi terdapat selisih *buffer time* 11 hari sehingga waktu yang diperlukan 59 hari sedangkan *singleline* membutuhkan waktu 62 hari dari waktu yang ditentukan selama 70 hari. Dan dari segi *resource* diketahui bahwa nilai fluktuasi untuk *multiring* lebih rendah sehingga dengan model ini *resource* yang diperlukan dapat bekerja dengan cepat dibanding dengan model *singleline activity*.

***Keywords* :** *Lessons Learned*, Penjadwalan Multi Proyek, *Critical Chain Project Management*

~Halaman ini sengaja dikosongkan~

LESSONS LEARNED: THE MULTI-PROJECT SCHEDULING OF NETWORK DEVELOPMENT FOR LOCAL DISTRICT OFFICE USING CRITICAL CHAIN METHOD IN BOJONEGORO

Student Name : **Feri Hidayatullah Firmansyah**

NRP : **9211550053018**

Supervisor : **Dr. Ir. Bambang Syairudin, M.T.**

ABSTRACT

Bojonegoro was chosen to represent Indonesia as Open Government Partnership (OGP) piloting area. To realize the program, Bojonegoro had created one of the OGP programs, the installation of network devices in the district and village areas. The project was implemented for 70 days, but there were some problems in work process. The projects gained obstruction such as limited time, resources, and uncertain models. Using the critical chain project management (CCPM) method, this research discovered the right model for point-to-point (P2P) project in a central tower as the meeting point of a wide area network (WAN). The researcher compiled two models for the model of P2P project development namely single-line activity, and multi-ring activity. Data was processed based on the results document and the results of interviews from several sources where it contains scheduling, type of transmitter, and the required resources. From the result and discuss finding, the right model used for the P2P project was multi-ring use which in terms of duration there was a buffer time difference of 11 days so that it takes 59 days while single-line takes 62 days from the time prediction for 70 days. And then in terms of resource note that the value of fluctuation for multi-ring is lower so that with this model the necessary resources can work quickly compared with the model of single-line activity.

Keywords **:** Lessons Learned, Multi Project Scheduling, Critical Chain Project Management

~Halaman ini sengaja dikosongkan~

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT penulis ucapkan karena berkat, rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan tesis ini dengan baik. Penulisan tesis ini merupakan salah satu syarat untuk memenuhi penyelesaian Studi Program Pasca Sarjana pada Program Studi Magister Manajemen Teknologi untuk Jurusan Manajemen Teknologi Informasi di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bimbingan, motivasi, dan dukungan demi terselesaikannya penyusunan tesis ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua, Istri saya tercinta, dan kakak saya
2. Dr. Ir. Bambang Syairudin, M.T. selaku dosen pembimbing
3. Dinas Komunikasi dan Informasi Kabupaten Bojonegoro
4. Teman-teman MMT ITS khususnya MTI 2015
5. Semua pihak yang tak dapat disebutkan seluruhnya yang telah turut membantu kelancaran pengerjaan thesis ini

Tesis ini diharapkan dapat menunjang perkembangan ilmu, bermanfaat, dan menambah pengetahuan bagi pembacanya. Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam tesis ini. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun dari semua pihak sangat diharapkan oleh penulis demi penyempurnaan penelitian yang akan datang.

Malang, Januari 2016

Penulis

~Halaman ini sengaja dikosongkan~

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN ii
ABSTRAK iii
ABSTRACT v
KATA PENGANTAR vii
DAFTAR ISI ix
DAFTAR GAMBAR xiii
DAFTAR TABEL xv
DAFTAR LAMPIRAN xvii
BAB 1 : PENDAHULUAN 1
1.1. Latar Belakang 1
1.2. Perumusan Masalah 3
1.3. Batasan Masalah 3
1.4. Tujuan Penelitian 3
1.5. Manfaat Penelitian 3
BAB 2 : TINJAUAN PUSTAKA 5
2.1. Eksekusi Pengerjaan Proyek 5
2.2. Klarifikasi Pemancar 6
2.2.1. Tipe pemancar 6
2.2.1.1. Kondisi structural 6
2.2.1.2. Lokasi penempatan 7
2.2.2. Elemen tower pemancar 7
2.3. Laporan Hasil Pengerjaan Proyek 8
2.4. Manajemen Proyek 8
2.5. *Work Breakdown Structure* 9
2.6. Struktur Organisasi 10
2.6.1. Struktur organisasi fungsional 10
2.6.2. Struktur organisasi *dedicated* 10
2.6.3. Struktur organisasi *matrix* 11
2.7. *Project Network* 11

2.7.1. Lintasan Kritis 11
2.7.2. *Activity on node* (AON) dan *activity on arrow* (AOA) 12
2.7.3. *Gant chart* 13
2.8. Metode Penjadwalan *Critical Chain* 14
2.8.1. *Theory of constraints* 14
2.8.2. *Common cause variations* 15
2.8.3. *Critical chain buffer* 16
2.8.3.1. *Buffer type* 16
2.8.3.2. *Buffer size* 17
2.8.4. *As late as possible* 18
2.8.5. Pendekatan manajemen 18
2.8.5.1. *Overly safe duration* 19
2.8.5.2. *Loss of positive variation* 19
2.8.5.3. *Multitasking* 20
2.9. *Multi project scheduling* 21
2.9.1. Perbedaan *single* dan *multi project* 21
2.9.2. Penjadwalan *multi project* 22
2.9.2.1. Prioritas penjadwalan 22
2.9.2.2. *Capacity buffer* 22
2.10. Posisi Penelitian 24
BAB 3 : METODOLOGI PENELITIAN 29
3.1. Identifikasi Masalah 29
3.2. Tinjauan Pustaka dan Pengumpulan Data 29
3.3. Penentuan *Work Package* 30
3.4. Jarak Terdekat 30
3.5. Prioritas Proyek 31
3.5.1. *Single line* 31
3.5.2. *Multi ring* 31
3.6. Penjadwalan Proyek 32
3.7. Analisa Penjadwalan *Critical Chain* 32
3.8. Kesimpulan dan Saran 32

BAB 4 : HASIL DAN PEMBAHASAN 35
4.1. Hasil Pengolahan Data 35
4.1.1. *Scope proyek* 36
4.1.1.1. *Objective* 36
4.1.1.2. *Limit and exclusion* 37
4.1.1.3. *Milestone and deliverable* 37
4.1.2. Struktur organisasi 38
4.1.3. *Work breakdown structure* 39
4.1.4. *Responsibility matrix* 41
4.1.5. *Work package* 42
4.1.6. Klarifikasi pemancar 44
4.1.6.1. Tower mini 45
4.1.6.2. *Collocation* 45
4.1.6.3. *Tower* pusat 45
4.1.6.4. Titik jaringan kecamatan 45
4.1.7. Prioritas pembangunan pemancar 46
4.1.7.1. Durasi tiap tipe pemancar 46
4.1.7.1.1. Titik jaringan kecamatan 46
4.1.7.1.2. Tower mini baru 47
4.1.7.1.3. Tower mini *existing* 49
4.1.7.1.4. *Collocation* 50
4.1.7.1.5. Tower pusat 52
4.1.7.2. Lokasi dan prioraitas pemancar 53
4.1.7.2.1. *Single line activity* 55
4.1.7.2.2. *Multiring activity* 56
4.2. Penjadwalan Multi Proyek 56
4.2.1. *Single project scheduling* 58
4.2.2. *Capacity buffer* 60
4.2.3. Penyusunan penjadwalan 62
4.3. Hasil Penjadwalan Multiproyek 63
4.3.1. *Singleline* activity 63
4.3.2. *Multiring activity* 63

4.3.3. Durasi penjadwalan 64
4.3.4. Alokasi *resource* 66
4.3.4.1. *Resource* yang digunakan 66
4.4. Analisa Penjadwalan 68
4.5. Tinjauan Manajemen 69
4.5.1. Ketersediaan *resource* 69
4.5.2. Durasi aktivitas 69
4.5.3. Antisipasi *delay* 70
4.5.4. *Student syndrome* dan *parkinson's law* 70
4.5.5. *Multitasking* 70
4.6. Pembahasan Hasil Penjadwalan 70
BAB 5 : KESIMPULAN DAN SARAN 73
5.1. Kesimpulan 73
5.2. Saran 73
DAFTAR PUSTAKA 75
DAFTAR LAMPIRAN 77

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Peta topologi jaringan PtP Kabupaten Bojonegoro 5
Gambar 2.2 Tipe tower dari kondisi structural 7
Gambar 2.3 *Project life* cycle 9
Gambar 2.4 Perbandingan AON dan AOA 12
Gambar 2.5 Probabilitas pada *critical chain* 16
Gambar 2.6 *Buffer type* pada *critical chain* 17
Gambar 2.7 Penjadwalan *critical chain* 18
Gambar 2.8 *Student syndrome* 19
Gambar 2.9 *Parkinson's law* 20
Gambar 2.10 *Multitasking* dalam proyek 20
Gambar 2.11 Topologi *project management* 21
Gambar 2.12 Penjadwalan *multi project* di CCPM 23
Gambar 3.1 Prioritas penjadwalan 30
Gambar 3.2 Diagram alur metodologi 33
Gambar 4.1 Struktur organisasi 38
Gambar 4.2 Hasil penjadwalan di titik kecamatan 47
Gambar 4.3 Hasil penjadwalan pada mini tower baru 49
Gambar 4.4 Hasil penjadwalan pada mini tower existing 50
Gambar 4.5 Hasil penjadwalan pada *collocation* 51
Gambar 4.6 Hasil penjadwalan pada tower pusat 53
Gambar 4.7 Peta jangkauan pemancar jaringan kecamatan 54
Gambar 4.8 Penjadwalan proyek titik kecamatan menggunakan MS project .. 58
Gambar 4.9 Penjadwalan proyek mini tower baru menggunakan MS project . 58
Gambar 4.10 Penjadwalan proyek mini tower *existing* 59
Gambar 4.11 Penjadwalan proyek *collocation* menggunakan MS project 59
Gambar 4.12 Penjadwalan proyek tower pusat menggunakan MS project 59
Gambar 4.13 Penjadwalan proyek dari pelaksana pada tahap inisiasi 60

Gambar 4.14 Penjadwalan tahap inisiasi dan perencanaan 60
Gambar 4.15 Penjadwalan tahap *closing*..... 61
Gambar 4.16 Penjadwalan *single line activity* menggunakan MS project 62
Gambar 4.17 *Resource* yang digunakan di MS project..... 62
Gambar 4.18 Rekapitulasi hasil penjadwalan *single line activity* 63
Gambar 4.19 Rekapitulasi hasil penjadwalan *multiring activity*..... 63
Gambar 4.20 Hasil penjadwalan *singleline activity* 64
Gambar 4.21 Hasil penjadwalan *multiring activity* 65
Gambar 4.22 Rekapitulasi penggunaan *resource singleline activity*..... 67
Gambar 4.23 Rekapitulasi penggunaan *resource multiring activitiy* 67

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Laporan hasil pekerjaan pemasangan jaringan kantor kecamatan 8
Tabel 2.2 Tipe kronologi aktivitas proyek 13
Tabel 2.3 Contoh penentuan ukuran *buffer* pada *critical chain* 18
Tabel 2.4 Posisi penelitian terhadap penelitian terdahulu 24
Tabel 4.1 Sumber pengumpulan data` 35
Tabel 4.2 Narasumber *interview* 35
Tabel 4.3 Durasi pengerjaan jaringan berdasarkan jenis tower 36
Tabel 4.4 *Milestone and deliverable* 37
Tabel 4.5 *Work breakdown structure* 39
Tabel 4.6 Kronologi aktivitas dan durasi berdasarkan WBS 40
Tabel 4.7 *Responsibility matrix* 41
Tabel 4.8 *Resource* yang diperlukan dan tersedia untuk *workpackage* 42
Tabel 4.9 *Work package* untuk 4 jenis pemancar 43
Tabel 4.10 Klarifikasi pemancar 44
Tabel 4.11 Hasil klarifikasi tipe pemancar 46
Tabel 4.12 Hasil penjadwalan titik jaringan kecamatan 46
Tabel 4.13 Informasi hasil penjadwalan kantor kecamatan 47
Tabel 4.14 Hasil penjadwalan tower mini baru 48
Tabel 4.15 Informasi hasil penjadwalan tower mini baru 48
Tabel 4.16 Hasil penjadwalan tower mini *existing* 49
Tabel 4.17 Informasi hasil penjadwalan tower mini baru 50
Tabel 4.18 Hasil penjadwalan *collocation* 51
Tabel 4.19 Informasi hasil penjadwalan *collocation* 51
Tabel 4.20 Hasil penjadwalan pada tower pusat 52
Tabel 4.21 Informasi hasil penjadwalan tower pusat 52
Tabel 4.22 Informasi hasil penjadwalan tower mini baru 57
Tabel 4.23 Hasil penjadwalan *capacity buffer* 61

Tabel 4.24 Penjadwalan aktivitas di *singleline* 64
Tabel 4.25 Penjadwalan aktivitas di *multiring* 65
Tabel 4.26 Rekapitulasi *resource* yang digunakan pada *singleline activity* 66
Tabel 4.27 Rekapitulasi *resource* yang digunakan pada *multiring activity* 67
Tabel 4.28 Perbandingan fluktuasi antara *singleline* dan *multiring* 68
Tabel 4.29 Perbandingan teori dan pengolahan data 71
Tabel 4.30 Perbandingan teori dan pengolahan data 72

DAFTAR LAMPIRAN

Peta Lokasi Pemancar 79
Tabel single proyek menggunakan program exepron 81
Progress proyek *singleline activity* menggunakan MS project 86
Progress proyek *multiring activity* menggunakan MS project 98
Alokasi *Resource Singleline Activity* 110
Alokasi *Resource Multiring Activity* 114

~Halaman ini sengaja dikosongkan~

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kabupaten Bojonegoro terpilih mewakili Indonesia sebagai daerah Percontohan Pemerintah Daerah Terbuka (*Open Government Partnership (*OGP*)*). Bojonegoro adalah salah satu Daerah yang berhasil menerapkan OGP secara langsung salah satunya terwujud melalui kegiatan yang diadakan setiap minggunya yakni "Sobo Pendopo". Pemerintah Kabupaten Bojonegoro berniat untuk mengembangkan kegiatan tersebut ke wilayah kecamatan dan desa. Dengan melibatkan Dinas Kominfo sebagai koordinator dan beberapa lembaga daerah yang dilibatkan dalam kegiatan pengembangan OGP sampai wilayah kecamatan dan desa. Dinas Komunikasi dan Informasi selaku koordinator pelaksana kegiatan merancang proyek untuk merealisasikan OGP hingga tingkat kecamatan/desa.

Tahap awal pengembangan program OGP di Bojonegoro adalah dengan melaksanakan proyek pengembangan di tingkat kecamatan dimana meliputi 28 kecamatan tiga BTS, satu desa, dan satu titik sebagai pusat yaitu di Gedung Dinas Kominfo sendiri (total 33 titik). Proyek direncanakan oleh perencana dan disetujui oleh Pejabat Pembuat Komitmen (PPK). Kontraktor pelaksana memiliki kewajiban menjalankan rencana yang telah dibuat dan disetujui oleh PPK dan bertanggung jawab terhadap kelancaran distribusi barang dan bahan. Jika mengalami kesalahan dalam pengerjaan dapat menimbulkan keterlambatan yang merembet ke pengerjaan yang lain mengingat pekerjaan bersifat multiproyek dan mencakup seluruh wilayah kecamatan di Kabupaten Bojonegoro.

Hasil wawancara yang telah dilakukan pada tanggal 26 Mei 2017 dengan Kepala Bidang Teknologi Informatika Kominfo selaku PPK menyatakan bahwa proyek dikatakan selesai dikerjakan apabila seluruh perangkat jaringan di tiap titik kecamatan/desa telah terhubung ke pusat atau gedung Kominfo. Posisi peneliti dalam penelitian ini adalah sebagai konsultan teknis, sehingga sumber data yang didapatkan berasal dari laporan proyek dan berdasarkan temuan di lapangan dimana bersifat netral terhadap kedua pihak baik kontraktor dan *project owner*.

Pihak perencana hanya memberikan Kerangka Acuan Kerja (KAK) pada kontraktor yang berisi tentang gambaran teknis perangkat yang akan dipasang, sedangkan proyek dilaksanakan secara simultan dimana tahapan pekerjaan dilakukan bersama-sama di beberapa titik dan menimbulkan jeda waktu pengerjaan/*buffer time*. KAK ini tidak bisa digunakan kontraktor sebagai pedoman dalam pengerjaan proyek karena tidak mencakup skala prioritas dan acuan kerja. Dari penjabaran tersebut penelitian ini bertujuan untuk menyelesaikan masalah penjadwalan pengerjaan proyek dengan menganalisa data yang telah didapatkan secara *parametric bottom-up estimates*.

Critical chain project management (CCPM) dikenalkan Dr. Elliyahu Goldratt pada tahun 1997. Metode CCPM ini diterapkan dengan cara mengumpulkan data jadwal dan jumlah tenaga kerja serta segala peralatan sumber daya yang digunakan. Langkah pertama dalam merencanakan jadual proyek berdasarkan metode CCPM ialah memindahkan waktu *buffer* dari akhir masing-masing pekerjaan ke akhir proyek. Kemudian memindahkan pekerjaan yang tidak mendesak ke belakang. Dengan menggunakan metode ini peneliti membandingkan metode CCPM secara *singleline* dan *multiring*. *Singleline* yaitu pengerjaan proyek yang dilakukan secara bertahap dalam satu jalur ketika selesai di jalur satu berpindah ke jalur berikutnya. Sedangkan *multiring* adalah pengerjaan proyek pada titik-titik radius terdekat dengan pusat sehingga ketika selesai dikerjakan maka dilanjutkan ke titik berikutnya.

Penelitian dilakukan setelah kegiatan proyek selesai dikerjakan oleh karena itu penelitian ini bersifat *lessons learned* dimana mengevaluasi kegiatan yang telah terlaksanan agar dapat menjadi referensi untuk kegiatan penjadwalan proyek atau penelitian selanjutnya. Penelitian ini mengambil judul "*Lessons learned* : Penjadwalan Multi Proyek Pengembangan Jaringan Kantor Kecamatan Menggunakan Metode *Critical Chain* di Kabupaten Bojonegoro. Penelitian dilakukan dengan menerapkan penjadwalan prioritas dengan membandingkan model *singleline* dan *multiring* untuk mencari tahu model yang tepat digunakan dalam proyek *point to point* (PtP).

1.2. Perumusan Masalah

Dari pemaparan di atas didapatkan perumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana cara menyusun penjadwalan proyek yang tepat untuk kelancaran pengerjaan proyek?
2. Dengan menggunakan model *singleline* atau *multiring*, model manakah yang terbaik untuk menyusun penjadwalan proyek PtP?

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah adalah hal-hal yang difokuskan untuk menyelesaikan permasalahan yang akan diteliti dengan tujuan agar hasil penelitian tidak menyimpang dari rumusan masalah. Penelitian yang dilakukan adalah kondisi ideal dari pengerjaan proyek tanpa memperhatikan biaya kecuali untuk pengelolaan *resource*. Penelitian difokuskan pada penjadwalan proyek dan pengelolaan *resource* yang tepat untuk dilaksanakan mengingat lingkup pengerjaan di wilayah Kabupaten bersifat WAN dan PtP, sehingga tak hanya fokus dari segi teknis tetapi dari segi topologi wilayah dan jarak sebaran titik lokasi juga perlu diperhatikan.

1.4. Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut :

1. Menyusun penjadwalan yang tepat untuk kelancaran pengerjaan proyek.
2. Menyusun model penjadwalan yang terbaik untuk digunakan

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan masukan tentang penyusunan penjadwalan proyek yang bersifat *point to point* (PtP) dan model penjadwalan yang tepat baik sebagai pertimbangan dalam menyusun penjadwalan dalam proyek yang bersifat *wide area network* (WAN) di satu wilayah yang memiliki pusat dan tersebar ke seluruh wilayah tersebut.

~Halaman ini sengaja dikosongkan~

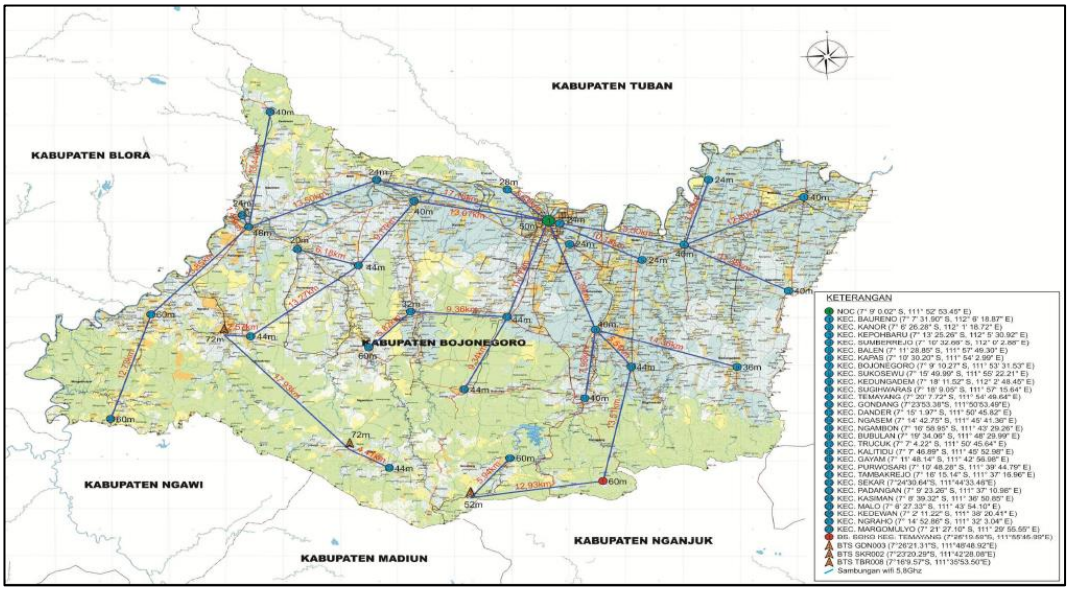
BAB 2

KAJIAN PUSTAKA

Kajian/tinjauan pustaka merupakan rangkuman singkat yang komprehensif tentang semua materi terkait yang terdapat di dalam referensi. Berdasarkan hasil tinjauan pustaka dan observasi, diperoleh beberapa landasan teori yang digunakan di dalam penelitian antara lain :

2.1. Eksekusi Pengerjaan Proyek

Penelitian dikerjakan setelah proyek selesai dikerjakan, maka data yang diolah dan disajikan adalah data yang didapat dari hasil temuan lapangan menggunakan cara *parametric*. Pelaksanaan kegiatan dimulai pada tanggal 18 Oktober 2016 sampai dengan 25 Desember 2016. Kegiatan meliputi *precurenment & logistic*, *delivery*, instalasi tower induk, pembuatan pondasi dan *spander* instalasi tower *triangle*, instalasi *running text LED*, instalasi dan konfigurasi radio PtP, instalasi dan konfigurasi *router*, dan instalasi konfigurasi *wireless access point* di 33 titik yang tersebar di wilayah desa kecamatan di Kabupaten Bojonegoro. Pemetaan lokasi *Point to Point* (PtP) ditunjukkan pada gambar 2.1-1.



Gambar 2.1 Peta topologi jaringan PtP Kabupaten Bojonegoro (Sumber : dokumen Kerangka Acuan Kerja)

Proses pengerjaan mengalami keterlambatan dikarenakan berbagai faktor yakni tenaga ahli yang kurang memadahi, frekuensi jaringan antar point mengalami gangguan dikarenakan masalah teknis dan ketidak sesuaian koordinat lokasi oleh perencana.

2.2. Klarifikasi Pemancar

Perbedaan tipe dan elemen dari tower pemancar berpengaruh pada variasi dan durasi aktivitas serta *resource* dan durasi waktu pengerjaan proyek.

2.2.1. Tipe Pemancar

Tipe pemancar dibedakan berdasarkan struktural dan penempatannya. Kondisi struktural membedakan tower pemancar berdasarkan tampilan fisiknya. Sedangkan penempatan secara keseluruhan ditempatkan di atas tanah dan untuk tower pusat di tempatkan di atas gedung/bangunan.

2.2.1.1. Kondisi Struktural

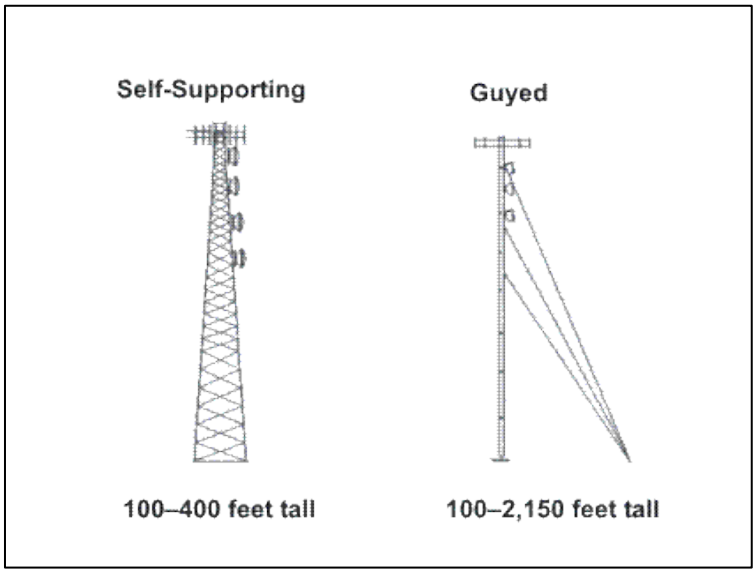
Tipe pemancar yang digunakan pada proyek yang telah berlangsung terdiri dari dua tipe yakni *self-supporting* dan *guyed type*.

a. *Self-supporting towers*

Menara/tower yang berdiri diatas tanah maupun gedung tanpa ada bantuan jangkar kabel. Biasanya memerlukan struktur material yang lebih padat dan dibangun pada ruang yang tidak begitu luas. Contoh dari *self-supporting* adalah tower BTS.

b. *Guyed towers*

Menara/tower yang memerlukan jangkar kabel dalam proses pendiriannya. Memerlukan struktur material yang lebih ringan namun ruang yang lebih luas sehingga waktu instalasi cenderung memerlukan waktu lama. Pemancar *guyed tower* biasanya ditempatkan di atas tanah hampar karena memerlukan ruangan yang luas dengan posisi ketinggian antena lebih dari 30 meter.



Gambar 2.2 tipe tower dari kondisi struktural (Sumber : www.sharidanmedia.com)

2.2.1.2. Lokasi Penempatan

a. *Green field tower*

Didirikan langsung di atas tanah dengan kisaran ketinggian antara 30-200 meter. Pada proyek ini penempatan lokasi langsung di atas tanah diterapkan pada tower kecamatan baik tower baru maupun *existing*.

b. Rooftop tower

Didirikan pada bangunan tertentu yang memiliki ketinggian 9-30 meter. Pada proyek yang telah terlaksana penempatan tower *rooftop* adalah pada tower kamuflase yakni tower pusat yang ada di atas gedung Pemerintahan Kabupaten Bojonegoro.

2.2.2. Elemen Tower Pemancar

Adapun elemen dari tower pemancar yang terdapat pada proyek terlaksana adalah sebagai berikut:

a. Tower atau Menara pemancar yang berfungsi untuk tempat antenna
b. *Mechanical* dan *electrical* meliputi : *tray* (jalur kabel besi), *grounding*, *power supply*, *radio frequency* dan transmisi.

2.3. Laporan Hasil Pengerjaan Proyek

Laporan hasil pengerjaan ditunjukkan pada tabel 2.1. Selama jangka waktu yang telah ditentukan yakni 70 hari pelaksana tidak dapat menyelesaikan pekerjaan sesuai dengan waktu yang ditentukan sebelumnya. Capaian hasil pekerjaan yang didapatkan hanya mencapai 50.01 %.

Tabel 2.1 Laporan hasil pekerjaan pemasangan jaringan kantor kecamatan

No.	Jenis Pekerjaan	Bobot Pekerjaan (%)	Kemajuan Pekerjaan (%)
1	Pengadaan Barang	85.73	43.44
2	Pengadaan Jasa	14.27	6.57
JUMLAH		100	50.01

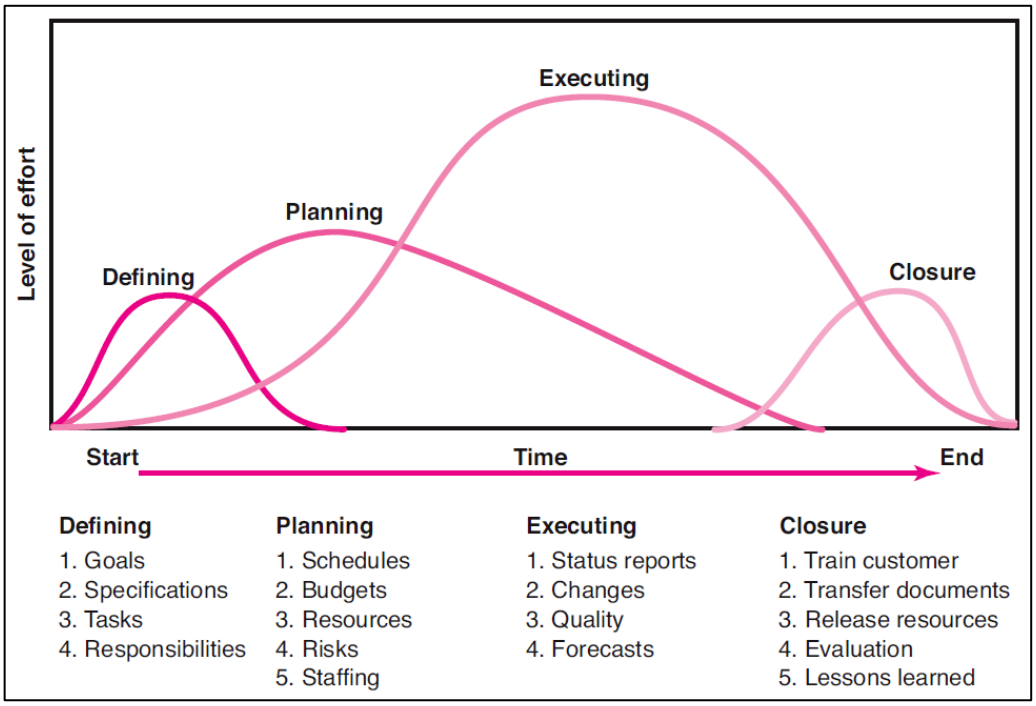
Sumber : Rekapitulasi laporan pengerjaan proyek (70 hari)

Proyek yang telah terlaksana hanya dapat menyelesaikan 7 titik dari total 33 titik yang harus diselesaikan yang telah terhubung dengan jaringan pusat

.

2.4. Manajemen proyek

Tantangan utama dalam sebuah proyek adalah mencapai sasaran-sasaran dan tujuan proyek dengan menyadari adanya batasan-batasan yang telah dipahami sebelumnya. Batasan-batasan itu seperti ruang lingkup pekerjaan, waktu pekerjaan, dan anggaran pekerjaan. Oleh karena itu proyek harus terdefinisi dengan sangat baik agar dapat berjalan sesuai harapan. Untuk mencapai sasaran dalam suatu pengembangan proyek perlu diperhatikan tentang manajemen proyek itu sendiri. Tahapan dalam *project lifecycle* ditunjukan pada gambar 2.2.



Gambar 2.3 *Project life cycle* (Erik W. Larson, 2011; *Project Management fifth edition)*

Posisi penelitian pada tahap dimana proyek telah dilaksanakan/*closing stage*. Terdapat dua tahap terakhir pada tahap *closing stage* yakni *evaluation* dan *lesson learned*. Pada tahap evaluasi adalah menilai kembali hasil akhir pengerjaan proyek. Tahap ini dilakukan oleh tim intern yang telah dijelaskan pada bab pendahuluan sebelumnya dan terlaksana dengan hasil berupa berita acara BAST. Maka dari itu penelitian yang dilakukan terkait dengan *lessons learned* dimana akan mengulas permasalahan dari satu pekerjaan yang telah selesai dilaksanakan.

2.5. *Work Breakdown Structure*

Proses pembagian aktivitas proyek menjadi elemen kerja yang lebih kecil dan detail yang tersusun secara hirarki *top down*. Adapun tujuan penggunaan *work breakdown sturcture* (WBS) adalah memudahkan dalam hal estimasi waktu, biaya, dan menyediakan informasi pencapaian yang diinginkan dari suatu aktivitas. WBS yang terintegrasi dengan *organization breakdown structure* akan memudahkan pembagian kerja, tanggung jawab (*responsibility matrix*), pengalokasian *resource* serta koordinasi antara fungsional proyek.

Work package merupakan elemen terkecil dari WBS yang telah terintegrasi dengan *organization breakdown structure* serta memiliki informasi tentang :

a. Aktivitas yang dilakukan,
b. Waktu mulai dan berakhirnya aktivitas,
c. Estimasi *budget* dari tiap aktivitas,
d. *Resource* yang diperlukan untuk melakukan aktivitas,
e. Penanggung jawab kegiatan,
f. dan tujuan yang hendak dicapai untuk mempermudah monitoring progres.

2.6. Struktur Organisasi

Struktur organisasi adalah komponen utama dalam menentukan ranah kerja dalam satu pekerjaan atau proyek yang bersifat unik, melibatkan multidisiplin serta memiliki durasi tertentu. *Organization Breakdown Structure* (OBS) merupakan pembagian struktur organisasi secara *top down* menjadi elemen yang lebih kecil sesuai dengan disiplin dan fungsinya. Adapun struktur organisasi dalam proyek antara lain :

2.6.1. Strukur organisasi fungsional

Seluruh jalur koordinasi, pekerjaan, dan tanggung jawab proyek, mengikuti jalur fungsional telah ada pada perusahaan atau organisasi. digunakan ketika unit fungsional organisasi sangat mendominasi dan mempengaruhi keberhasilan proyek.

2.6.2. Struktur organisasi *dedicated*

Tim proyek terpisah dari unit fungsional organisasi dan dipimpin oleh *project manager*. Keberhasilan proyek sangat ditentukan oleh tim proyek. Tim proyek *dedicated* yang baik bukan hanya dari segi pengerjaan yang akurat dan hasil yang memuaskan tetapi juga dipengaruhi oleh anggota tim yang berkompeten terhadap bidangnya.

2.6.3. Struktur organisasi *matrix*

Tim memiliki dua jalur komando yaitu manajer fungsional dan proyek. Diperlukan koordinasi yang baik antara *project manager* dan manajer fungsional agar target proyek tercapai dengan penggunaan sumber daya manusia yang efektif dan efisien. Berdasarkan pengaruh proyek manajer terhadap organisasi, struktur organisasi *matrix* ini diklasifikasikan menjadi : *weak, balanced,* dan *strong matrix*.

Adapun dua hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan struktur organisasi antara lain :

a. Pertimbangkan organisasi : seberapa besar pengaruh organisasi terhadap keberhasilan proyek dan ketersediaan *resource* untuk mendukung struktur organisasi tersebut. Jika keberhasilan proyek sangat ditentukan oleh organisasi maka struktur *dedicated* dapat diterapkan dengan opsi *outsourcing resource*.
b. Pertimbangan proyek : terdapat 7 faktor dari pertimbangan ini yaitu : *project size, importance, need innovation, number involved department, number external interface, stability resource, budget, and time constrain*.

2.7. *Project Network*

Project network adalah *tool* yang digunakan untuk merencanakan, penjadwalan, dan monitoring progres proyek. *Project network* sendiri merupakan jaringan yang menggambarkan urutan kronologi dan hubungan antara *work package* serta lintasan kritis dari semua aktivitas proyek. Fungsi dari *project network* sendiri adalah menyediakan informasi dasar untuk setimasi waktu pelaksanaan, biaya dan resource yang diperlukan dan mengetahui aktivitas kritis yang bisa menyebabkan keterlambatan proyek. *Project network* memiliki komponen lintasan kritis dan bisa digambarkan dengan *network diagram* maupun *gant chart*.

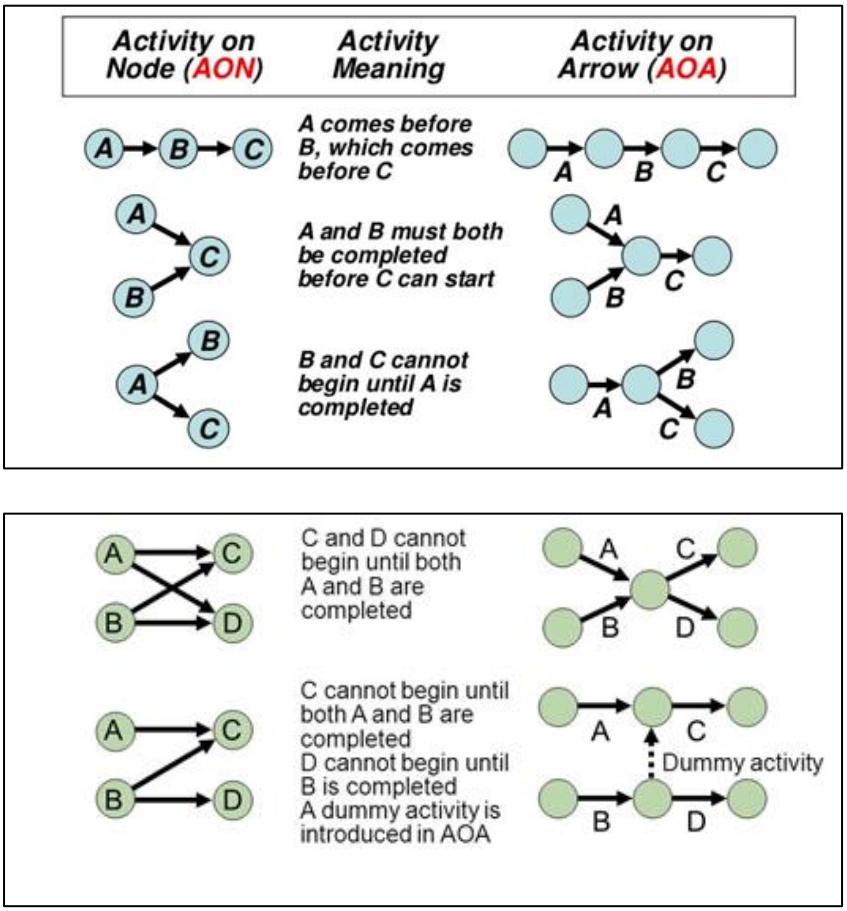
2.7.1. Lintasan kritis

Adalah urutan aktivitas kritis yang memiliki rentang waktu terpanjang dimana keterlambatan pada salah satu aktivitas kritis akan menyebabkan keterlambatan pada keseluruhan proyek. Hal yang membedakan antara aktivitas kritis dengan non kritis adalah adanya *slack* dalam penjadwalan aktivitas. *Slack*

merupakan waktu tenggang atau selisih dari *late start* dan *early start* yang didapat dari perhitungan *backward pass* pada *project network*.

2.7.2. *Activity on node* (AON) dan *activity on arrow* (AOA)

Dua pendekatan yang biasa digunakan dalam mengembangkan *project network* adalah AON dan AOA. Kedua pendekatan itu berfungsi untuk menggambarkan *project network* diperlukan daftar aktivitas, aktivitas pendahulu (*precending activity*) dan durasi. Dimana AON atau *Precedence Diagram Method* (PDM) menggunakan node untuk menggambarkan aktivitas sedangkan AOA atau *Arrow Diagram Network* (AND) menggunakan panah untuk menggambarkan aktivitas. Penggambaran *project network* lebih populer dilakukan dengan AON karena memiliki informasi atribut yang lebih lengkap dan tidak memerlukan *dummy activity*.

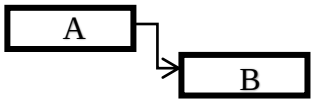
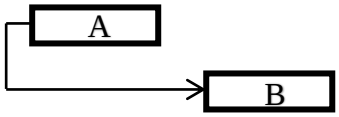
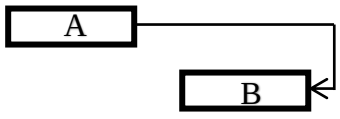
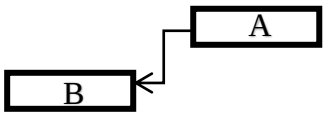


Gambar 2.4 Perbandingan AON dan AOA (Sumber : Dr. Mahmoud Abbas Mahmoud, slideshare.com)

2.7.3. *Gant chart*

Project network bisa dirubah menjadi *gant chart* untuk mempermudah visualisasi, pengalokasian *resource* dan monitoring progress. Tiap aktivitas pada *gant chart* merupakan penggambaran dari WBS yang memiliki informasi antara lain : aktivitas, rentang waktu, estimasi *budget*, *resource* yang diperlukan, penanggung jawab dan tujuan yang hendak dicapai. *Task precedence* menggambarkan hubungan antara aktivitas berdasarkan kronologi. Adapun beberapa hubungan antara aktivitas pada *project network* digambarkan pada tabel 2.2 berikut ini.

Tabel 2.2 Tipe kronologi aktivitas proyek (sumber : pro microsoft project, 2013)

No	*Task Depedency*	Contoh	Penjelasan
1	*Finish to Start* (FS)		Aktivitas B tidak dapat dimulai sebelum aktivitas A selesai
2	*Start to Start* (SS)		Aktivitas A & B dapat dimulai secara bersamaan dengan durasi dan *resource* yang berbeda. Delay aktivitas A dapat menybabkan delay aktivitas B
3	*Finish to Finish* (FF)		Aktivitas A & B dapat selesai secara bersamaan dengan durasi *resource* yang berbeda. Delay aktivitas A dapat menyebabkan delay pada aktivitas B.
4	*Start to Finish* (SF)		Aktivitas B tidak dapat diselesaikan sebelum aktivitas A dimulai

Teknik pengembangan yang dipakai agar penjadwalan yang direncanakan terkondisi secara aktual di lapangan adalah sebagai berikut.

a. *Laddering*

Terjadi pada aktivitas yang memiliki hubungan *finish to start relationship* dengan durasi yang panjang. Dilakukan dengan membagi aktivitas menjadi beberapa segmen agar bisa dilakukan lebih awal secara bersamaan.

b. *Lag*

Aktivitas yang dilakukan agar aktivitas *successor* dapat dikerjakan. *Lag* biasanya terjadi karena *resouce* tidak mencukupi untuk melakukan aktivitas.

c. *Lead*

Aktivitas *successor* dikerjakan lebih awal tanpa menunggu selesainya aktivitas pendahulu

2.8. Metode Penjadwalan C*ritical Chain*

Dalam penjadwalan ada dua hal yang harus diperhatikan, pertama bagaimana memprioritaskan aktivitas dan pengalokasian *resource*, kedua bagaimana cara mengatasi *uncertainly*. Dalam *critical chain*, prioritas aktivitas dan pengalokasian *resource* dilakukan dengan *theory of constraint*. Sedangkan untuk *uncertainty activity* dilakukan dengan pendekatan *common cause variation*.

2.8.1. *Theory of constraints*

Dari sudut pandang manajemen, sistemterdiri dari input, output, dan *throughput*. *Theory of constraint* (TOC) menyatakan sistem pasti memiliki *constraint* pada output. Hal ini bisa disebabkan akibat keterbatasan input atau keterbatasan *throughput*. Adapun input dalam hal ini adalah *resource* yang tersedia. *Throughput* adalah aktual aktivitas yang sudah diselesaikan. Output adalah aktivitas yang sudah selesai sesuai dengan rencana penjadwalan dari sisi waktu dan biaya. Adapun upaya yang dilakukan untuk meningkatkan output pada proyek agar aktivitas sesuai dengan rencana penjadwalan adalah sebagai berikut :

a. *Identification of system's constraint*

Mengidentifikasi susunan aktivitas yang memerlukan prioritas penggunaan *resource*. Dimana keterlambatan pada salah satu susunan aktivitas ini akan berdampak pada keterlambatan proyek. Hal ini bisa dianalogikan dengan penentuan *critical path*.

b. *Exploration of the constraint and subordinate other activity*

Penggunaan *resource* dan penjadwalan lebih diprioritaskan pada aktivitas kritis dibandingkan aktivitas non kritis.

c. *Elevaion of constraint*

Pengaturan alokasi *resource* pada lintasan kritis tanpa menyebabkan *delay* dalam pelaksanaannya.

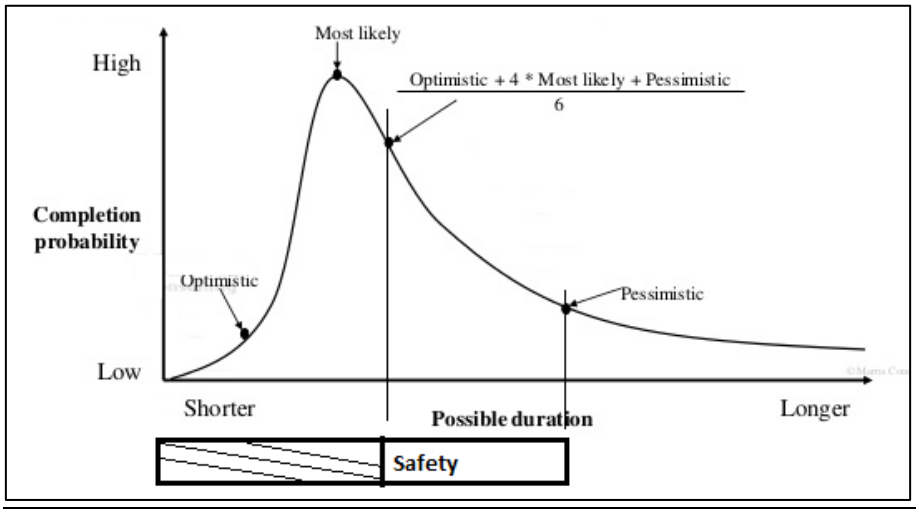
d. *If the constraint is broken, go back to step I*

Jika aktivitas kritis tidak menyebabkan *delay* kembali ke langkah 1 untuk mengidentifikasi aktivitas kritis lainnya.

2.8.2. *Common cause variations*

Uncertainty dalam penjadwalan akan menyebabkan adanya *variation*. Adapun dua *variation* yang terjadi adalah *special cause variations* dan *common cause variations*. *Special cause variation* tidak dibahas dalam penelitian ini dan dimasukkan dalam batasan masalah. Kebanyakan *delay* yang terjadi pada proyek disebabkan oleh *common cause variation*. Menurut *Murphy's Law* keterlambatan dapat terjadi pada aktivitas kritis maupun non-kritis. *Critical chain* mempertimbangkan keterlambatan pada aktivitas kritis dan non kritis.

Durasi tiap aktivitas pada *critical chain* menggunakan durasi optimis dengan penambahan *feeding buffer* untuk mencegah keterlambatan pada tiap aktivitas. Durasi penyelesaian proyek menggunakan waktu pesimis dan optimis. Durasi optimis terjadi jika proyek selesai tanpa menggunakan *project buffer* pada akhir proyek. Durasi pesimis terjadi jika penyelesaian proyek menggunakan *project buffer* pada akhir proyek. Gambar 2.5 menunjukkan probabilitas penyelesaian proyek pada *critical chain*.



Gambar 2.5 Probabilitas pada *critical chain* (Sumber : Training CCPM V1.0)

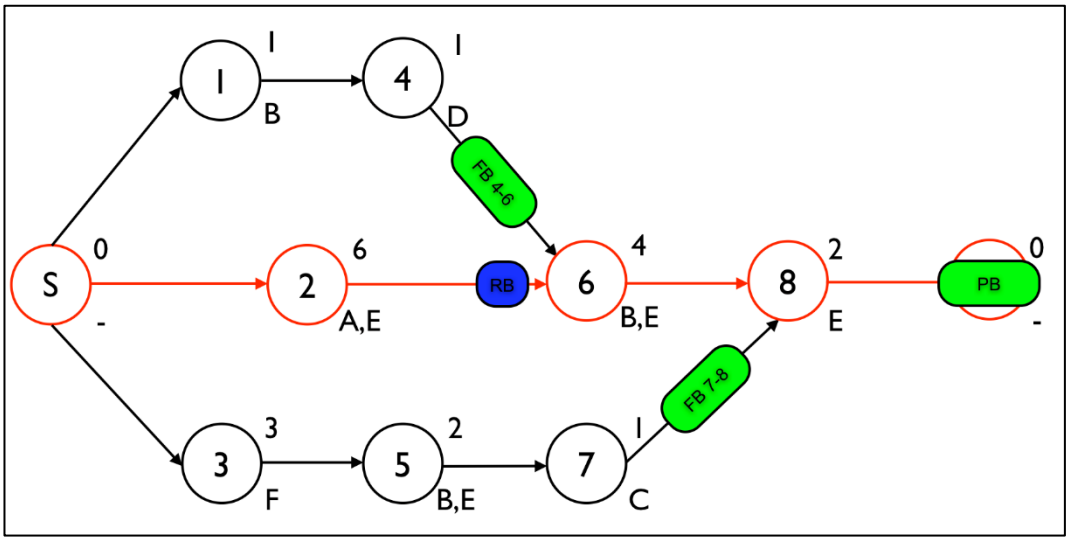
Gambar 2.5 menjelaskan bahwa *probabilitas project on time* dengan keyakinan 90% (ditunjukkan pada titik *pessimistic*) dicapai ketika durasi waktu yang digunakan untuk semua aktivitas bersifat pesimistis. *Probabilitas project completion on time* dengan keyakinan 50% (ditunjukkan pada titik awal *safety*) dicapai ketika durasi waktu yang digunakan untuk semua aktivitas bersifat optimis atau agresif. *Buffer time (safety time)* merupakan selisih antara waktu saat *probabilitas completion* yang memiliki *confidence* 50%.

2.8.3. *Critical chain buffer*

Slack pada *critical chain* terakumulasi pada *buffer*, sehingga tiap aktivitas langsung dikerjakan setelah aktivitas pendahulu selesai deikerjakan. Keterlambatan aktivitas akan menyebabkan berkurangnya *buffer time*, sedangkan penyelesaian aktivitas lebih awal akan menambah *buffer time*. Hal ini akan memudahkan kontrol dan monitoring proyek karena *project manager* hanya fokus pada konsumsi *buffer*, bukan pada tiap aktivitas kritis.

2.8.3.1. *Buffer type*

Ada dua jenis *buffer* yang digunakan berkaitan dengan proteksi keterlambatan yang terjadi pada proyek dan aktivitas *critical chain*. Atribut yang membedakan dari tiap *buffer* adalah jumlah, lokasi penempatan, keguanaan dan ukuran. Berikut adalah gambar dan penjelasan dari *buffer type*.



Gambar 2.6 *Buffer type* pada *critical chain* (Sumber: www.pmknowledgecenter.com)

a. *Project buffer*

Single buffer yang berfungsi untuk proteksi terhadao keterlambatan proyek akibat keterlambatan yang terjadi pada lintasan kritis. Biasanya ditambahkan diantara aktivitas terakhir dengan waktu *deadline* proyek. Keterlambatan pada lintasan kritis akan mengurangi *project buffer*, sebaliknya penyelesaian aktivitas lebih awal akan menambahkan *project buffer*.

b. *Feeding buffer*

Multiple buffer yang berfungsi untuk proteksi terhadap keterlambatan yang terjadi pada aktivitas kritis akibat adanya *feeding chain*, dimana *feeding chain* adalah urutan aktivitas non kritis yang menempel pada lintasan kritis. Biasanya *feeding buffer*

2.8.3.2. *Buffer size*

Ukuran *buffer* dipengaruhi oleh panjang durasi aktivitas *feeding chain* maupun *critical chain*. Adapun metode yang biasa dipakai adalah *the cut and paste method*. Tabel 2.3 menunjukkan formulasi yang digunakan untuk menentukan *buffer size*.

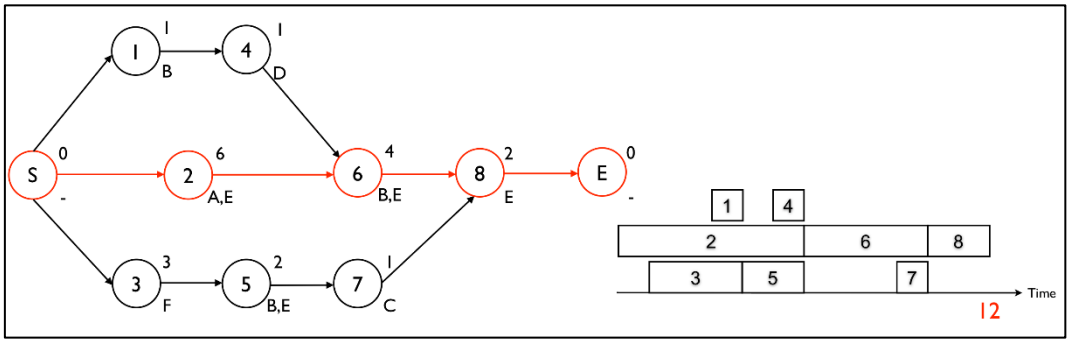
Tabel 2.3 Contoh penentuan ukuran *buffer* pada *critical chain*

<table>
<tr><td colspan="2">Activity</td><td colspan="2">1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td></tr>
<tr><td colspan="2">Ta = Aggressive duration</td><td colspan="2">1</td><td>6</td><td>3</td><td>1</td><td>2</td><td>4</td><td>1</td><td>2</td></tr>
<tr><td rowspan="3">The cut and paste method</td><td>• Project Buffer</td><td colspan="8">= 50% x (durasi critical chain)
= 50% x (6+4+2)
= 6</td></tr>
<tr><td rowspan="2">• Feeding buffer</td><td colspan="8">• FB 4-6 = 50% x (durasi feeding chain)
= 50% x (1+1)
= 1</td></tr>
<tr><td colspan="8">• FB 7-6 = 50% x (3+2+1)
= 3</td></tr>
</table>

Sumber : www.pmknowledgecenter.com

2.8.4. *As late as possible*

Pada critical chain penjadwalan aktivitas dilakukan dari *completion date* ke aktivitas pertama atau *as late as possible*. Waktu pengerjaan aktivitas disesuaikan dengan ketersediaan *resource*.



Gambar 2.7 Penjadwalan *critical chain* (Sumber : www.pmknowledgecenter.com

2.8.5. Pendekatan manajemen

Critical chain tidak hanya melakukan penjadwalan proyek namun melakukan pendekatan manajemen dengan menghilangkan *overly safe duration, student syndrome, Parkinson's law* dan *multitasking*.

2.8.5.1. *Overly safe duration*

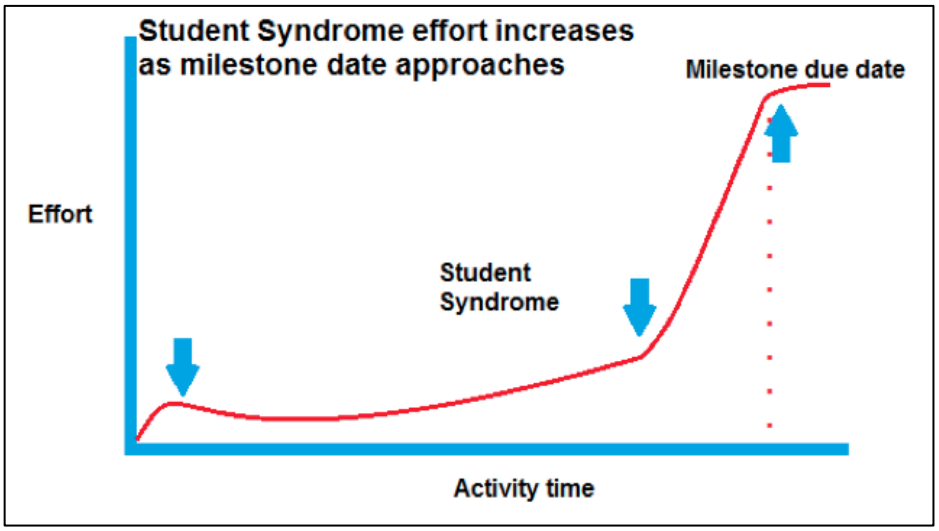
Pada *critical chain*, durasi tiap aktivitas bersifat optimis dengan menambahkan *feeding buffer* dan *project buffer* untuk mencegah keterlambatan akibat *common cause variation*. Dalam penjadwalan *critical path*, tiap unit kerja cenderung membuat durasi yang terlalu panjang untuk mencegah keterlambatan. Hal ini berdampak pada konsumsi waktu dan *indirect cost* untuk keseluruhan proyek.

2.8.5.2. *Loss of positive variation*

Aktivitas *critical chain* tidak memiliki *slack* sehingga langsung dikerjakan begitu aktivitas pendahulu selesai. Pendekatan ini berbeda dengan *critical path* yang memiliki *slack* pada aktivitas non kritis sehingga *resource* cenderung menunda dan menggunakan durasi seluruh aktivitas untuk menyelesaikan pekerjaannya. Permasalahan ini terkait dengan *student syndrome* dan *parkinson's law*.

1. *Student syndrome*

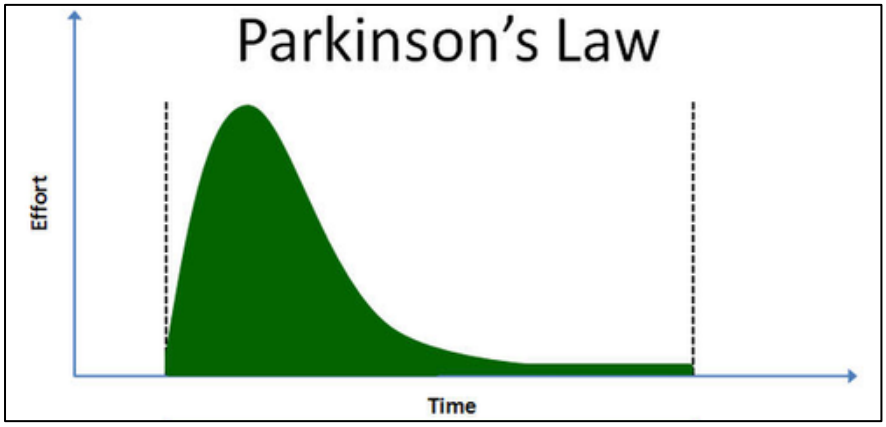
Kecenderungan untuk menunggu sampai aktivitas tersebut mendesak untuk dilaksanakan. Hal ini mengakibatkan terbuangnya waktu sebelum memulai suatu aktivitas dan memerlukan *effort* yang besar karena sebagian waktu telah terbuang.



Gambar 2.8 *Student syndrome* (Sumber : planopedia.com/student-syndrome)

2. *Parkinson's law*

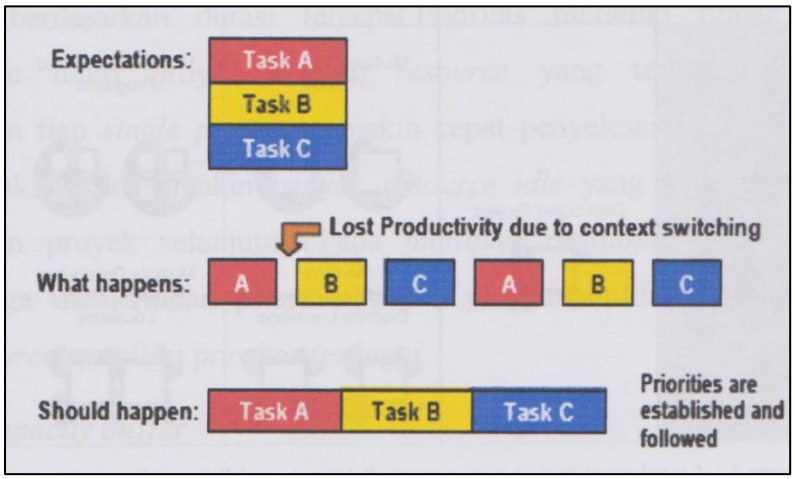
Kecenderungan untuk menggunakan semua durasi tiap aktivitas untuk menyelesaikan aktivitas tersebut. Sehingga aktivitas non kritis menjadi aktivitas kritis. Hal ini akan mengakibatkan tertundanya penyelesaian proyek bila terdapat keterlambatan pada aktivitas tersebut.



Gambar 2.9 *Parkinson's law* (Sumber : hunterswritings.com)

2.8.5.3. *Multitasking*

Multitasking adalah pelaksanaan beberapa aktivitas proyek pada saat yang bersamaan dengan *resource* yang sama. *Multitasking* akan menambah waktu pelaksanaan aktivitas karena diperlukan tambahan waktu dan untuk pergantian aktivitas. Semakin banyak aktivitas yang dilakukan secara *multitasking*, semakin besar waktu tambahan yang diperlukan. Gambar 2.10 menunjukkan ilustrasi *multitasking* pada aktivitas proyek.



Gambar 2.10 *Multitasking* dalam proyek (I Putu Dodi, 2015, Thesis MMT ITS)

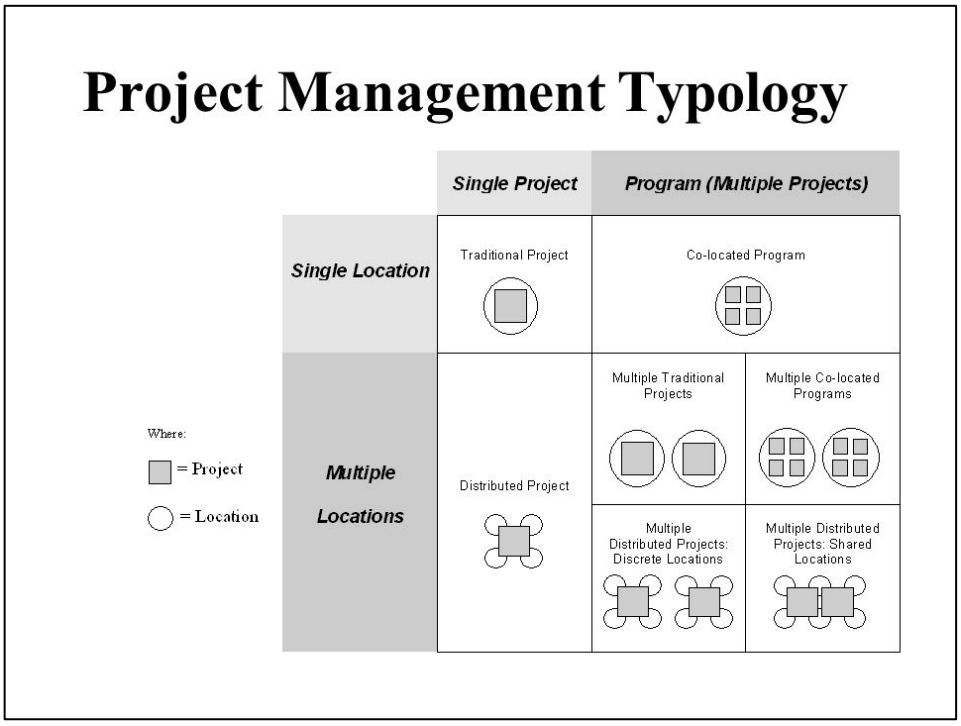
Dalam kondisi *resource* dan multi proyek, memungkinkan terjadinya *multitasking* sangat besar. Oleh karena itu diperlukan prioritas pengalokasian *resource* untuk mencegah terjadinya *multitasking.*

2.9. *Multi project scheduling*

Jumlah hasil akhir yang didapat membedakan *single* dan *multi project*. Dalam penyusunan penjadwalan multi proyek ada dua hal yang harus dipertimbangkan, yaitu prioritas dan ketersediaan *resource*. Berikut adalah penjelasan tentang perbedaan *single* dan *multi project* dan penyusunan penjadwalan multi proyek.

2.9.1. Perbedaan *single* dan *multi project*

Pada *single project* hanya ada satu hasil akhir walaupun dilakukan pada lokasi yang berbeda. Sedangkan *multi project* memiliki lebih dari satu hasil akhir. Gambar 2.11 menunjukkan topologi dan perbedaan antara single dan multi proyek.



Gambar 2.11 Topologi *project management* (Sumber : slideplayer.com/slide/9513772)

2.9.2. Penjadwalan *multi project*

Multi proyek memiliki kondisi *single project* dikerjakan secara bersamaan menggunakan *resource* yang sama. Hal ini mengakibatkan keterlambatan proyek yang lain. Selain itu kemungkinan terjadinya *resource bottleneck* dan *fluktuasi* penggunaan *resource* juga semakin besar.

2.9.2.1. Prioritas penjadwalan

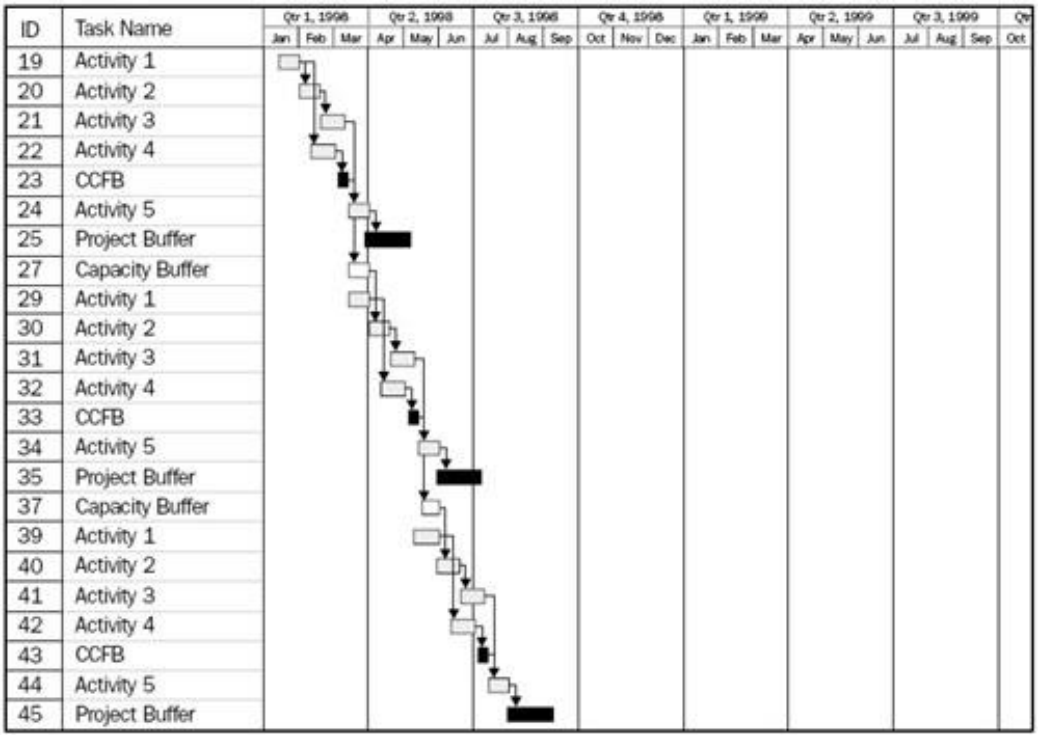
Pada *multiple traditional projects*, tiap proyek dikerjakan menggunakan *resource* yang sama, pada waktu yang sama namun memiliki lokasi yang berbeda. *Resource* yang digunakan selama pengerjaan proyek sudah ditentukan jumlah dan penempatan di masing-masing lokasi. Tetapi *resource delivery* tidak langsung datang dalam satu waktu secara bersamaan, melainkan datang di lokasi secara berangsur-angsur. Dalam hal ini dapat menyebabkan keterbatasan *resource* dalam satu waktu sehingga perlu diprioritaskan penjadwalan dalam pelaksanaan proyek. Pemilihan prioritas dilakukan berdasarkan :

a. *First come first reserved*
b. Prioritas tahapan pada *backbone line*

Multi proyek yang dilakukan dalam proyek PtP skala WAN akan dicari apakah dengan menggunakan *singleline* dimana menyelesaikan satu *line backbone* agar diselesaikan terlebih dahulu atau menggunakan mulit ring dimana jaringan PtP yang akan dikembangkan diberi ring atau tingkatan berdasarkan titik terdekat dengan pusat. Semakin jauh dari pusat maka ring tingkatan akan terus meningkat. Dari pilihan opsi pengerjaan PtP akan diteliti dengan cara manakah multi proyek dapat terlaksana secara efektif efisien.

2.9.2.2. *Capacity buffer*

Berfungsi untuk mencegah keterlambatan antar proyek akibat adanya *resource bottleneck*. Durasi *capacity buffer* sesuai dengan durasi aktivitas yang dilakukan oleh *resource bottleneck*, yaiutu *resource* dengan jumlah paling sedikit. *Capacity buffer* ditempatkan antara *single project* agar bisa dilakukan secara bersamaan. Gambar berikut menunjukkan penjadwalan multi proyek dengan *capacity buffer* sesuai dengan durasi aktivitas.



Gambar 2.12 Penjadwalan *multi project* di CCPM (Sumber : pmi.org)

Dari gambar di atas menunjukkan terdapat *capacity buffer* sehingga menyebabkan terjadinya jeda antara proyek satu dengan lainnya sesuai dengan durasi aktivitas *resource bottleneck.*

2.10. Posisi Penelitian

Tabel 2.4 Posisi penelitian terhadap penelitian terdahulu

No	Peneliti	Judul	Permasalahan	Metode	Hasil
1	Cook, Stephen Carl (1998)	*Applying Critical Chain to Improve the Management of Uncertainty in Projects*	Dampak dari local manajemen Bagaimana menangani *uncertainty* pada proyek	CPM dan CCPM	CCPM mampu meminimalisasi risiko keterlambatan proyek dan mempercepat durasi proyek serta memaksimalkan komunikasi dan etos kerja karyawan
2	Schneider Kamp, Peter (2002)	*An Analysis of Critical Chain Concepts in the Contect of their possible application to traditional project management*	Perbedaan CCPM dan CPM Penjadwalan CCPM	CPM dan CCPM	CCPM mampu diterapkan dalam single dan multiproyek
3	Duffield, Stephen (2004)	*Application of the Systemic Lessons Learned Knowledge model for Organisational Learning through Projects*	Hasil pengamatan didapatkan bahwa organisasi mempelajari *lessons learned* dari nominal proyek Menerapkan model syllk untuk mengatur proses *lessons learned* pada organisasi	*Lessons learned* Syllk model	*Sylllk model* dapat mengarahkan organisasi menjadi *organisational lessons learned*.

No	Peneliti	Judul	Permasalahan	Metode	Hasil
4	Nurdewanto, Bambang (2006)	Penjadwalan Proyek Pengembangan *Software* Secara Dinamis dan Multi Proyek dengan Pendekatan Heuristik	Keterbatasan *resource* yang menyebabkan *delay*. Bila terdapat perubahan pada penjadwalan, maka semua aktivitas proyek akan dijadwalkan ulang dengan cepat.	• *Software* COCOMO II • Heuristik	Dicari solusi yang memiliki *delay* paling minimal. Bila terdapat perubahan pada penjadwalan, maka semua aktivitas akan dijadwalkan ulang dengan cepat
5	Gershon, Mark (2007)	*Critical Chain versus Critical Path in Project Management*	Perbedaan, kelebihan dan kekurangan CPM dan CPMM	CPM CPMM	Berbeda dalam hal : *resource*, probabilitas, *slack/buffer* Kelebihan CPM : *early finish*, *flexibel* dalam alokasi *resource*(*slack*) Kelebihan CPMM : multiproyek *delay*, uncertainty dan probabilitas
6	Wardhana, Budiprasetia (2007)	Penerapan Metode Rantai Kritis (*Critical Chain*) pada Pembangunan Jalan Tol Simpang Susun Waru-Bandara Juanda	Pembangunan jalan tol simpang susun Waru-Bandara Juanda diharapkan dapat membantu penyelesaian proyek tepat waktu	CCPM (*Critical Chain Project Management*)	Penerapan metode *critical chain* (CCPM) pada pembangunan jalan tol simpang susun Waru-Bandara Juanda diharapkan dapat membantu penyelesaian proyek tepat waktu

No	Peneliti	Judul	Permasalahan	Metode	Hasil
7	Rachmawati, Rini (2010)	Penentuan Prioritas Proyek dan Perencanaan *Project Crashing* sebagai Dasar Pengambilan Keputusan untuk Menerima atau Menolak Proyek Sekunder (Studi Kasus PT. Boma Bisma Indra, Pasuruan)	Pemilihan satu proyek karena keterbatasan *space*. Metode pemilihan proyek yang digunakan adalah *pareto priority index* dengan empat kriteria pemilihan yaitu *saving, probability of success, cost,* dan *time to completion*	• *Paretto Priority Index* • *Project Crashing*	Prioritas proyek karena memiliki PPI tertinggi. Selanjutnya dilakukan *project crashing* untuk mengetahui peluang terselesaikannya proyek sekunder tepat waktu
8	Hjili, Firman (2010)	Penjadwalan Aktivitas Perawatan Mesin Pesawat dengan *Critical Chain Buffer Management* dan Algoritma Brooks. Studi kasus PT. Merpati Surabaya	Penjadwalan dengan metode CPM dan CCPM Algoritma brooks untuk prioritas pengerjaan aktivitas karena keterbatasan tenaga kerja yang dimiliki	CPM *Critical Chain* Algoritma Brooks	Waktu penyelesaian aktivitas yang lebih baik dibandingkan dengan kondisi awal

No	Peneliti	Judul	Permasalahan	Metode	Hasil
9	Duffield, Stephen (2014)	*Developing a systemic lessons learned knowledge model for organisational learning through projects*	Organisasi gagal mempelajari dari pengalaman proyek sebelumnya Model *Swiss cheese* diterapkan dalam penelitian dan dinamakan *sistemys lessons learned*	*Lessons learned Swiss cheese model*	Pihak manajemen dapat mempelajari pengalaman proyek sebelumnya dan menerapkannya dalam sistem organisasi
10	Irawan, I Putu Dodi (2015)	Penjadwalan Multi Proyek Pembangunan Tower Pemancar PT. Smartfren Telecom di Surabaya Menggunakan Metode *Critical Chain*	Penjadwalan multi proyek dengan *resource* yang terbatas, lokasi berbeda dan waktu yang bersamaan tanpa mengalami keterlambatan	CPM/PERT CCPM	Menampilkan penjadwalan kritis dengan memampatkan *buffer* dan memaksimalkan penggunaan *resource* yang terbatas
11	Firmansyah, Feri Hidayatullah	*Lessons Learned* : Penjadwalan Multi Proyek Pengembangan Jaringan Kantor Kecamatan Menggunakan Metode *Critical Chain* di Kabupaten Bojonegoro	Penjadwalan multi proyek dari proyek yang telah terlaksana. *Lessons* learned dan mencari tahu penjadwalan paling tepat untuk permasalahan penjadwalan pada proyek sebelumnya	CCPM *Lessons learned*	

~Halaman ini sengaja dikosongkan~

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Identifikasi Masalah

Proyek pemasangan jaringan kecamatan di 33 titik yang tersebar dalam satu wilayah kabupaten telah selesai diaksanakan. Proyek yang dilakukan mengalami kendala yakni titik lokasi dan frekuensi sinyal yang tidak sesuai dengan perencanaan dan jumlah tenaga ahli kurang memadahi. Hal ini mengakibatkan terjadinya *overload* pekerjaan, mengakibatkan *buffer time* yang lama serta keterlambatan pekerjan.

3.2. Tinjauan Pustaka dan Pengumpulan Data

Tinjauan pustaka dilakukan dengan merujuk pada yang relevan dengan permasalahan yang diangkat dari penelitian dan bertujuan untuk mengetahui metode yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan. Dari penelitian yang terkait dengan penjadwalan multi proyek bahwa penjadwalan kritis dapat memampatkan *buffer* dan memaksimalkan penggunaan *resource* yang terbatas. CCPM mampu meminimalisasi risiko keterlambatan proyek dan mempercepat durasi proyek. Pengumpulan data bertujuan agar hasil penjadwalan sesuai dengan kondisi dan permasalahan yang terjadi sehingga dapat diimplementasikan di proyek selanjutnya. Adapun data yang didapat dari pengumpulan data adalah :

a. Jumlah dan lokasi tower pemancar
b. Laporan harian, bulanan, dan bulanan dari pengerjaan proyek
c. Penjadwalan yang telah direncanakan kontraktor
d. Data aktivitas, durasi, dan kronologi
e. Data spesifikasi dan biaya material

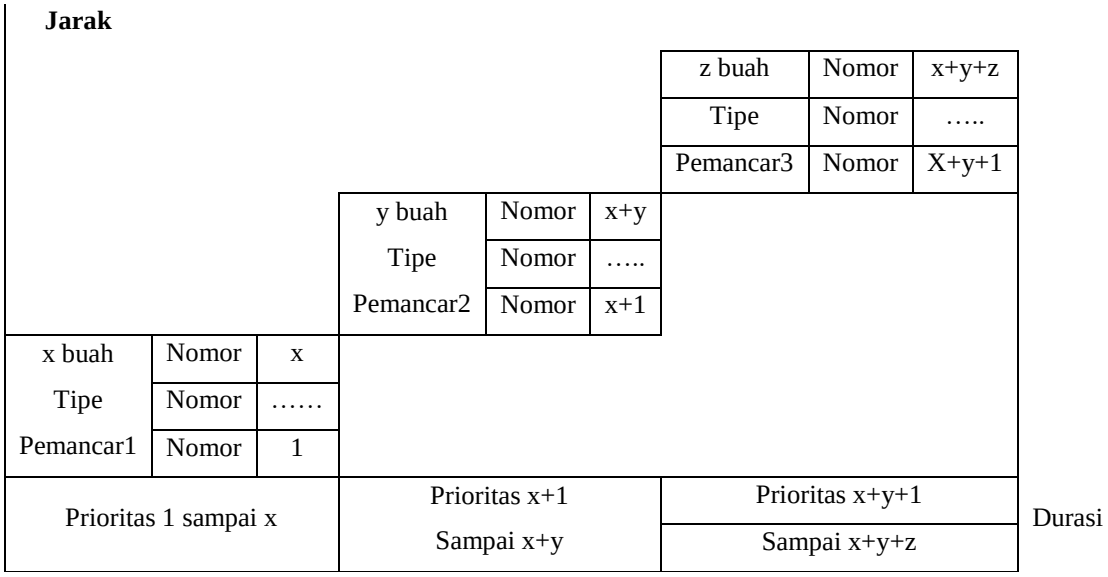
Dari data pendukung yang didapatkan akan diolah untuk mencari tahu penjadwalan dengan menggunakan metode *critical chain* supaya model penjadwalan yang telah diteliti dapat diterapkan pada pengerjaan proyek selanjutnya atau proyek-proyek yang sama seperti kasus dalam penelitian ini.

3.3. Penentuan *Work Package*

Penentuan *scope*, *work breakdown structure* (WBS), *organization breakdown structure*, dan *responsibility matrix* diperoleh dari analisa pengumpulan data. WBS dapat dilakukan setelah mengetahui komponen tersebut. Penelitian dilakukan setelah proyek selesai, sehingga dari WBS nanti akan dicari *milestone* dan *resource usage* yang tepat dengan metode *critical chain*.

3.4. Jarak Terdekat

Lokasi pemancar tersebar di 33 titik kecamatan/desa yang berbeda sehingga diperlukan pemetaan menggunakan *software* Mapinfo. Jarak yang diukur merupakan jarak antara tiap pemancar kecamatan dengan kecamatan lain sampai terhubung dengan pusat di gedung Kominfo. Data input pada *software* Mapinfo berupa koordinat titik lintang dan bujur yang didapatkan dari pengumpulan data. Selanjutnya dilakuka pengukuran jarak dari 33 titik kecamatan terhadap pusat yakni gedung Kominfo. Setelah didapatkan daftar pemancar yang memiliki durasi tercepat ditentukan juga secara manual jarak tempuh ke tempat tersebut, dikarenakan geografis wilayah kecamatan yang tidak selalu sama jika dilihat menggunakan *software* Mapinfo.



Gambar 3.1 Prioritas penjadwalan (Sumber : I Putu Dodi, 2015)

3.5. Prioritas Proyek

Prioritas proyek ditentukan berdasarkan jarak masing-masing titik PtP. Penelitian yang dilakukan dengan membandingkan dua prioritas proyek yakni dengan menggunakan model *singleline* dan *multiring*.

3.5.1. *Singleline*

Penerapan model ini terhadap PtP adalah dengan menentukan jumlah *backbone* dari PtP yang tersebar dalam satu wilayah. Dari jumlah yang diketahui tersebut nantinya akan dicari masing-masing jaringan yang terhubung pada tiap *backbone*. Proyek dikerjakan dengan menyelesaikan satu *line backbone*, dimulai dari pusat kemudian diselesaikan sampai akhir jaringan tersebut terhubung. Prioritas penyelesaian proyek dikerjakan dengan menyelesaikan satu *network line* kemudian beralih ke *network line* yang lain.

3.5.2. *Multiring*

Berbeda dengan *multiring*, network dipetakan berdasarkan jarak terdekat dengan titik pusat penyebarang jaringan. Titik terdekat dengan pusat dikatakan sebagai pusat *backbone* atau berada pada *ring* 1. Dilanjutkan pada koneksi setelah ring 1 ke ring 2 dan selanjutnya. Model pengerjaan *multiring* dikerjakan dengan meratakan pekerjaan berdasarkan jarak terdekat dengan pusat / *backbone*.

Setelah dipastikan lokasi terdekat dan menentukan jadwal pekerjaan pada masing-masing *milestone* selanjutnya dilakukan penjadwalan *critical chain* dengan menerapkan kedua alternativ penjadualan yakni *singleline* atau *multiring* menggunakan *software* Exepron. Penjadwalan dengan *software* ini dilakukan secara online dengan informasi sebagai berikut.

a. Register *email* untuk *free-trial* selama 30 hari pada *website* : https://pro.exepron.com
b. Menyusun penjadwalan *single project* berdasarkan *milestone*.
c. *Export* hasil penjadwalan berupa data dengan format Mixrosoft excel dan pdf. Hasil penjadwalan tersebut menghasilkan informasi berupa durasi pengerjaan proyek, aktivitas kritis, *buffer* aktivitas, dan *gant chart* penjadwalan *critical chain* untuk masing-masing titik. Berdasarkan informasi tersebut dilakukan pemilihan durasi tercepat dan penyusunan penjadwalan multi proyek. Adapun keterbatasan *software* tersebut adalah sebagai berikut.

1. Hanya dapat dilakukan penjadwalan *single project*, sehingga penjadwalan multi proyek di 33 titik tidak dapat dilakukan.
2. Data hasil export berupa tabel yang berisi informasi durasi pengerjaan dan aktivitas kritis. Sedangkan *gant chart* hasil penjadwalan dalam format pdf. Keterbatasan ini menyebabkan kesulitan melakukan integrasi alokasi *resource*, *gant chart*, dan penentuan durasi untuk multi proyek.
3. Sering terjadi *hang* atau *not responding* akibat koneksi internet yang kurang stabil dan aplikasi dilakukan dengan online bukan dengan menginstal versi desktop.

Akibat keterbatasan tersebut penjadwalan multi proyek dilakukan dengan Microsoft project menggunakan informasi penjadwalan dari exepron.

3.6. Penjadwalan Proyek

Tahap ini dikerjakan berdasarkan laporan pekerjaan dan timeline kegiatan dari kontraktor. Kemudian dengan menentukan model dipakai untuk mencari prioritas pengerjaan proyek dan diolah pada aplikasi Microsoft Project. Dari aplikasi tersebut akan didapatkan beberapa model timeline yang akan dianalisis di tahap selanjutnya.

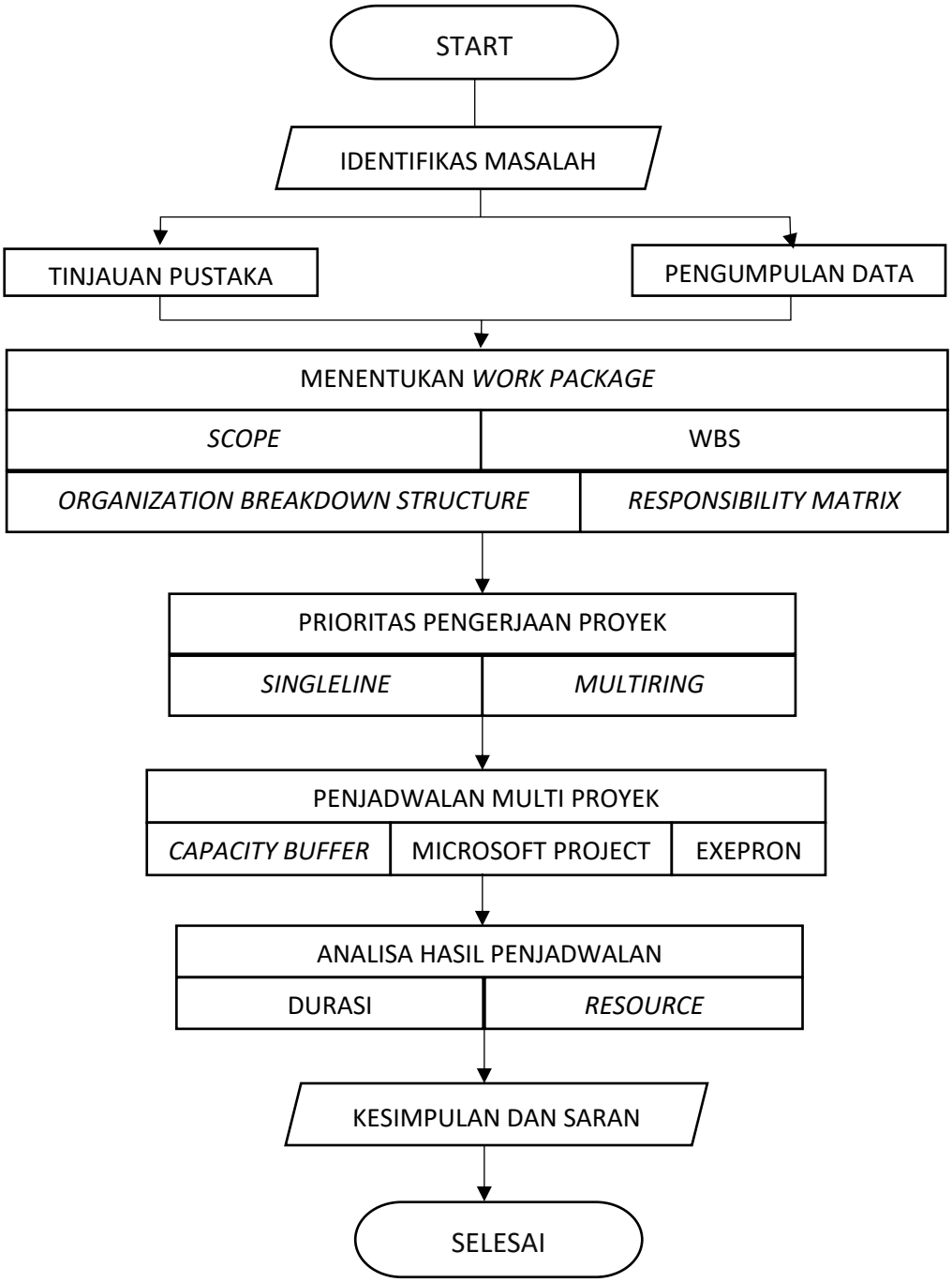
3.7. Analisa Penjadwalan *Critical Chain*

Analisa penjadwalan dilakukan berdasarkan hasil penelitian dari sisi durasi, biaya, dan *resource*. Sehingga memberikan gambaran penjadwalan yang efisien dan efektif.

3.8. Kesimpulan dan Saran

Dari seluruh kegiatan penelitian akan ditelaah dan ditarik satu kesimpulan dimana dari kesimpulan tersebut dapat memberikan pandangan ke depan jika menghadapi permasalahan yang sama atau mirip dengan kasus yang dibahas dari penelitian ini. saran juga diberikan untuk memberikan tanggapan agar di penelitian selanjutnya dapat ditambahkan kekurangan-kekurangan yang belum sempat dibahas di penelitian sebelumnya.

Dari pemaparan sebelumnya maka metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :



Gambar 3.2 Diagram alur metodologi

~Halaman ini sengaja dikosongkan~

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut adalah penjelasan tentang hasil pengolahan data.

4.1. Hasil Pengolahan Data

Data yang terkumpul berasal dari dokumen hasil pengerjaan proyek dan wawancara ditunjukkan pada tabel 4.1 sebagai berikut.

Tabel 4.1 Sumber pengumpulan data

No	Data yang dikumpulkan	Dokumen			Interview
		Lampiran 1	Lampiran 2	Lampiran 3	
1	Jumlah, lokasi, dan jenis pemancar	√			
2	Data aktivitas, durasi dan kronologi		√		
3	*Resource* yang diperlukan			√	
4	Informasi tambahan				√

Keterangan :

Lampiran 1 : Denah lokasi pemancar dan dokumen kerangka acuan kerja

Lampiran 2 : Laporan pekerjaan dan simulasi aplikasi Exepron

Lampiran 3 : Dokumen *resource requirement* dan biaya pertitik pemancar

Tabel 4.2 Narasumber *interview*

Narasumber 1 dan 2 *(Project owner)*			
Nama	:	Nuriski Imandari	Henry Eko Yuniatmoko
Posisi	:	PPK*	PPTK*
Instansi	:	Dinas Kominfo Bojonegoro	Dinas Kominfo Bojonegoro
Tempat	:	Kantor Dinas Kominfo Bojonegoro	Kantor Dinas Kominfo Bojonegoro
Narasumber 3 dan 4 (*Executor Team*)			
Nama	:	Nodi	Wahyu Didit Setiawan
Posisi	:	*Project Coordinator*	*Project Admin*
Instansi	:	PT. DataLink	PT. DataLink
Tempat	:	Perumahan Cempaka A1 (Mes), Bojonegoro	Perumahan Cempaka A1 (Mes), Bojonegoro

Keterangan : *PPK = Pejabat Pembuat Kebijakan

*PPTK = Pejabat Pelaksana Teknik Pekerjaan

4.1.1. *Scope proyek*

Scope proyek memiliki komponen : *objective (specific, measurable, assignable, realistic, time related), deliverable, milestone, technical requirement, limit and exclusion* serta *review with customer*. Penyusunan *scope* dilakukan berdasarkan data pada lampiran 1,2, dan 3 serta informasi tambahan yang diperoleh dari *interview*. Berikut *scope* proyek pembangunan pemancar.

4.1.1.1. *Objective*

Pemasangan jaringan di 33 titik pemancar meliputi 28 titik kecamatan, satu desa, satu tower kamuflase(pusat), dan 3 tower BTS. Untuk menentukan durasi pengerjaan tiap titik dengan cara membedakan dari jenis tower di tiap titik. Dari beberapa titik tersebut terdiri tiga macam jenis tower, yakni tower *triangle* (*existing* dan baru), tower BTS (*collocation*), dan tower pusat atau kamuflase. Penjelasan lebih lanjut ditunjukkan pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Durasi pengerjaan jaringan berdasarkan jenis tower

Tipe tower pemancar		Elemen Pemancar		Jumlah	Durasi maksimal tiap pemancar
		Tower	*Mechanical & electrical*		
Triangle	Baru	√	√	6	15 hari
	Existing	x	√	21	10 hari
Collocation	*Existing*	x	√	3	10 hari
Kamuflase	Baru	√	√	1	30 hari

Catatan : Durasi tiap jenis tower ditentukan berdasarkan hasil interview

Berdasarkan informasi dan hasil interview perkiraan rentang waktu maksimal pengerjaan jaringan ditunjukkan pada tabel 4.3. Hal itu juga tergantung dari banyak radio pemancar di masing-masing titik. Dari temuan di lapangan diketahui jumlah maksimal radio pemancar dalam satu titik adalah 4 radio, dimana satu sebagai *receiver*/*access point* dan lainnya adalah sebagai pemancar/radio.

Kecuali jika titik kecamatan berada di ujung jalur jaringan maka hanya memiliki satu radio sebagai penerima saja. Hal yang mempengaruhi durasi pengerjaan juga disebabkan karena rute/jarak dari satu titik ke titik lain yang jauh sehingga harus menentukan *pointing* yang tepat agar jaringan bisa diterima dengan

baik antara satu titik ke titik yang lain. Dari paparan tabel 4.3 dapat menunjukkan PAC yakni *project acceptance certificate*, yaitu *milestone* dengan hasil akhir serah terima proyek dari kontraktor ke *project owner* dengan syarat jaringan kecamatan sudah bisa terhubung dengan internet dan tower pusat.

4.1.1.2. *Limit and exclusion*

Adapun batasan dan pengecualian dalam pelaksanaan instalasi perangkat jaringan adalah sebagai berikut :

1. Adanya toleransi keterlambatan pembangunan pemancar karena permasalahan kahar, permasalahan cuaca/iklim yang tidak tentu, dan masalah perijinan lahan.
2. Koordinat lokasi yang kurang tepat, perlu adanya reposisi agar tower yang terpasang baik baru atau *existing* tidak mengalami kesulitan saat pointing.

4.1.1.3. *Milestone and deliverable*

Pada tabel 4.4 menunjukkan tentang *milestone* dan *deliverable* serta hubungannya dengan aktivitas proyek.

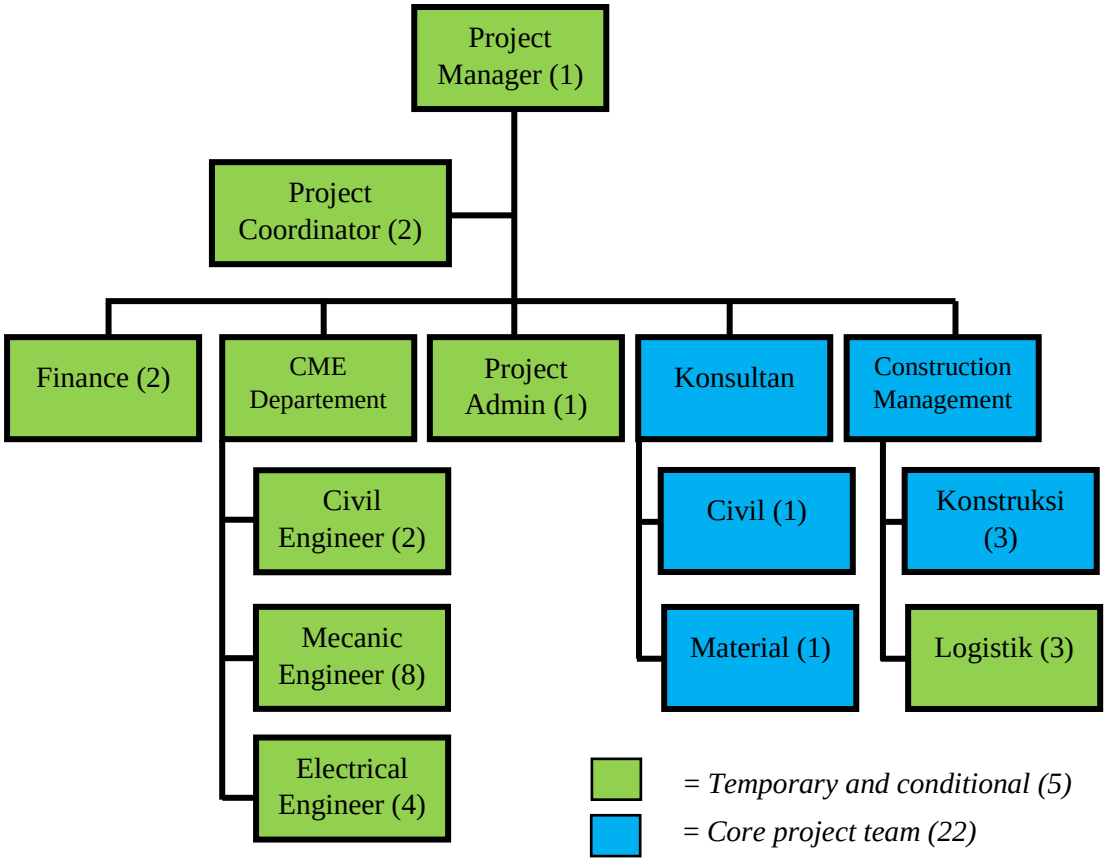
Tabel 4.4 *Milestone and deliverable*

Milestone		Deliverable		
1	KOM (*Kick of Meeting)*	1	*Site preparation*	*Review scope* proyek dan persiapan pembangunan. Hasil yang dicapai berupa kesepakatan yang akan mengarah pada kontrak kerja antara *project owner* dan kontraktor.
2	RFE *(Ready for Equipment)*	2	*Resource delivery*	Pelaksanaan pembangunan jaringan, pemancar dan elemennya. Hasil akhir berupa penyelesaian pembangunan di tiap titik.
		3	*Site construction*	
		4	*Grounding system & earthing*	
		5	*Network engineer & electrical mechanic*	
		6	*Landscaping*	
3	PAC *(Project Acceptance Certificate)*	7	*Test procedure*	Serah terima proyek setelah melakukan prosedur pengecekan koneksi.

Catatan : Prosedur aktivitas menyesuaikan dengan temuan di lapangan.

4.1.2. Struktur organisasi

Dari hasil interview terhadap kontraktor dan *project owner* didapat jumlah tenaga kerja dari tiap departemen fungsional dan struktural organisasi yang digunakan. Berdasarkan pertimbangan ukuran proyek, keterlibatan *resource*, waktu, dan keberhasilan proyek sangat dipengaruhi oleh organisasi, maka struktur organisasi yang digunakan adalah struktur *dedicated*. Susunan organisasi dan jumlah ketersediaan *resource ideal* ditunjukkan oleh gambar 4.1.



Gambar 4.1 Struktur organisasi (sumber : I Putu Dodi, 2015, Thesis; interview *project owner* & kontraktor)

Pembagian pada struktur organisasi berdasarkan *core project team* dan *temporary* bertujuan untuk mengantisipasi kebutuhan *resource* akibat pergantian proyek. Pergantian itu dimaksud adalah perubahan lokasi proyek.

4.1.3. *Work breakdown structure*

Berikut adalah hasil penyusunan *work breakdown structure* (WBS) yang dilakukan berdasarkan dokumen laporan pekerjaan yang telah ditambahkan *job spesification* mengenai aktivitas di masing-masing level WBS.

Tabel 4.5 *Work Breakdown Structure*

WBS level		Aktivitas		
1	Level 1	*Site Preparation / Inisiating*		
1.1	Level 2		*1*	*Technical Preparation (Design package, resource requirement)*
1.2	Level 2		*2*	*Purchase order, legal, and permit preparation*
1.3	Level 2		*3*	*Physical preparation (mobilization, site clearance)*
2	Level 1	*Planning*		
2.1	Level 2		*4*	*Internal and external adminsitration*
2.2	Level 2		*5*	*Survey* dan sosialisasi
3	Level 1	*Site Construction (Tower)*		
3.1	Level 2		*6*	*Fabrication material*
3.2	Level 2		*7*	*Delivery material*
3.3	Level 2		*8*	*Base frame setting & anchor installation (foundation)*
3.4	Level 2		*9*	*Tower erection*
3.5	Level 2		*10*	*Cleaning & painting*
4	Level 1	*Mechanical Engineer (ME)*		
4.1	Level 2		*11*	*Fabrication material*
4.2	Level 2		*12*	*Delivery material*
4.3	Level 2		*13*	Instalasi dan konfigurasi PtP (Radio & *access point*)
4.4	Level 2		*14*	Instalasi dan konfigurasi router NOC
4.5	Level 2		*15*	Instalasi dan konfigurasi router
4.6	Level 2		*16*	Instalasi dan konfigurasi *Wireless Access Point*
5	Level 1	*Electrical Engineer*		
5.1	Level 2		*17*	*Fabrication material*
5.2	Level 2		*18*	*Delivery material*
5.3	Level 2		*19*	*Tower grounding instalation*
5.4	Level 2		*20*	Instalasi *running text LED*
5.5	Level 2		*21*	*Function test trial & error*
6	Level 1	*Landscaping*		
6.2	Level 2		*22*	*Finishing*
6.3	Level 2		*23*	*Documentation*
7	Level 1	*Test Procedure*		
7.1	Level 2		*24*	*Observation & check list with owner team*
7.2	Level 2		*25*	*Acceptance test documentation and certificate*

Selanjutnya disusun kronolgi aktivitas dan perkiraan durasi berdasarkan *resource* yang diperlukan sehingga didapat hasil seperti berikut.

Tabel 4.6 Kronologi aktivitas dan durasi berdasarkan *work breakdown structure*

No	Aktivitas	Tipe Tower							
		Triangle(baru)		*Triangle* (*existing*)		BTS		Kamuflase (pusat)	
		Predecessors	Dur(hari)	Predecessors	Dur(hari)	Predecessors	Dur(hari)	Predecessors	Dur(hari)
1	*Technical Preparation (Resource requirement)*	-	2	-	2	-	2	-	2
2	*Purchase order, legal, and permit preparation*	-	1	-	2	-	2	-	2
3	*Physical preparation (Site clearance)*	2	1	2	1	2	1	2	1
4	*Internal and external adminsitration*	3, 1	1	3, 1	1	3, 1	1	3, 1	1
5	*Survey* dan sosialisasi	4	7	4	7	4	7	4	7
6	*Fabrication material*	2	30					2	30
7	*Delivery material* (dari pabrik & distributor)	6	1					6	2
8	*Base frame setting & anchor installation*	7	2					6	2
9	*Tower erection*	8, 7	2					7, 8	3
10	*Cleaning & painting*	9	1					9	1
11	*Delivery material* (dari *warehouse*)	-	1	7	1	7	1	-	1
12	Instalasi dan konfigurasi PtP	9, 11	2	7	2	7	2	9, 11	4
13	Instalasi dan konfigurasi router NOC							9, 11	2
14	Instalasi dan konfigurasi router	9, 11	1	11	1	11	1		
15	Instalasi dan konfigurasi *Wireless Access Point*	9, 11	1	11	1				
16	*Tower grounding instalation*	9	1					9	2
17	*Running text LED instalation*							7, 9	3
18	*Function test trial & error*	12, 14, 15	1	15, 12, 14	1	12,14	1	12,13,17	2
19	*Finishing*	18, 10, 16	1	18	1	18	1	18, 10, 16	1
20	*Documentation*	19	1	19	1	19	1	19	1
21	*Observation & check list with owner team*	20	1	20	1	20	1	20	1
22	*Acceptance test documentation and certificate*	21	1	21	1	21	1	21	1

4.1.4. *Responsibility matrix*

Dari aktifitas *pabrication material* dan *delivery material* untuk tower dan grounding dilaksanakan oleh pabrik yang sama. Dan *delivery* material untuk *Civil*, Mekanik, dan *Electric Engineer* berasal dari distributor kontraktor yang disimpan di gudang/*warehouse*. Tabel menunjukkan *responsibility matrix* yang didapat dari observasi.

Tabel 4.7 *Responsibility Matrix*

No	Jumlah *Resource* (Orang)											
	Kode	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11
	•Note R = *Responsible* S = *Support* Aktivitas	Project Manager	Project Coordinator	Finance	Civil Eng	Mec Eng	Elect Eng	Project admin	Konsultan Material	Konsultan Civil	Konstruksi	Logistik
1	*Technical Preparation*								R	S		
2	*Purchase order and preparation*	S		R								
3	*Physical preparation (Site clearance)*											R
4	*Internal and external adminsitration*	S						R				
5	*Survey* dan sosialisasi		R					S				
6	*Fabrication material*								S	R		
7	*Delivery material* (pabrik)											R
8	*Base frame setting& anchor installation*				R					S		
9	*Tower erection*										R	
10	*Cleaning & painting*										R	
11	*Delivery material* (dari *warehouse*)											R
12	Instalasi dan konfigurasi PtP					R			S			
13	Instalasi dan konfigurasi router NOC					R			S			
14	Instalasi dan konfigurasi router					R			S			
15	Instalasi dan konfigurasi *Access Point*					R			S			
16	*Tower grounding instalation*						R					
17	*Running text LED instalation*						R					
18	*Function test trial & error*					R	S		S			
19	*Finishing*		R									
20	*Documentation*							R				
21	*Observation & check list*		R			S						
22	*Acceptance test documentation*		R			S						

4.1.5. *Work package*

Merupakan komponen penyusun *project network*. Informasi pada *work package* diperoleh dari *milestone* dan *deliverable, work breakdwon structure, responsibility matrix,* dan *cost estimation*. Jumlah *resource* yang tersedia di *work package* ditunjukkan tabel berikut.

Tabel 4.8 *Resource* yang diperlukan dan tersedia untuk *work package*

Code	*Resource*	Tersedia (orang)	Aktivitas	Diperlukan (orang)
R1	*Project Manager*	1	*Purchase order and preparation*	1
			Internal and external adminsitration	1
R2	*Project Coordinator*	2	*Survey* dan sosialisasi	1
			Finishing	1
			Observation & check list	1
			Acceptance test documentation	1
R3	*Finance*	2	*Purchase order and preparation*	2
R4	*Civil Engineer*	2	*Base frame setting& anchor installation*	2
R5	*Mechanic Engineer*	8	Instalasi dan konfigurasi PtP	2
			Instalasi dan konfigurasi router NOC	2
			Instalasi dan konfigurasi router	1
			Instalasi dan konfigurasi *Access Point*	1
			Function test trial & error	2
R6	*Electric Engineer*	4	*Tower grounding instalation*	2
			Running text LED instalation	3
R7	*Project Admin*	1	*Internal and external adminsitration*	1
			Documentation	1
R8	Konsultan Material	1	*Technical Preparation*	1
R9	Konsultan Civil	1	*Fabrication material*	1
R10	Konstruksi	3	*Tower erection*	3
			Cleaning & painting	3
R11	Logistik	3	*Physical preparation (Site clearance)*	1
			Delivery material (pabrik)	1
			Delivery material (dari *warehouse*)	1

Project manager dan konsultan material melakukan aktivitas *support* jika *responsibility resource* mengalami *overload*. Berikut adalah hasil penyusunan *work package* berdasarkan keterangan tabel 4.8.

Tabel 4.9 *Work package* untuk 4 jenis pemancar

Milestone	No	Aktivitas	*Resource*	Tipe Tower Pemancar							
				Guyed tower				*Collocation*		*Self Support*	
				Triangle(baru)		*Triangle* (*existing*)		BTS		Kamuflase (pusat)	
				Predecessors	Dur(hari)	Predecessors	Dur(hari)	Predecessors	Dur(hari)	Predecessors	Dur(hari)
Inisiating	1	*Technical Preparation*	R8	-	2	-	2	-	2	-	2
	2	*Purchase order and preparation*	R3	-	1	-	2	-	2	-	2
	3	*Physical preparation (Site clearance)*	R11	2	1	2	1	2	1	2	1
	4	*Internal and external adminsitration*	R7	3, 1	1	3, 1	1	3, 1	1	3, 1	1
	5	*Survey* dan sosialisasi	R2	4	7	4	7	4	7	4	7
Executing	6	*Fabrication material*	R9	2	30					2	30
	7	*Delivery material* (dari pabrik & distributor)	R11	6	1					6	2
	8	*Base frame setting & anchor installation*	R4	7	2					6	2
	9	*Tower erection*	R10	8, 7	2					7, 8	3
	10	*Cleaning & painting*	R10	9	1					9	1
	11	*Delivery material* (dari *warehouse*)	R11	-	1	7	1	7	1	-	1
	12	Instalasi dan konfigurasi PtP	R5	9, 11	2	7	2	7	2	9, 11	4
	13	Instalasi dan konfigurasi router NOC	R5							9, 11	2
	14	Instalasi dan konfigurasi router	R5	9, 11	1	11	1	11	1		
	15	Instalasi dan konfigurasi *Access Point*	R5	9, 11	1	11	1				
	16	*Tower grounding instalation*	R6	9	1					9	2
	17	*Running text LED instalation*	R6							7, 9	3
	18	*Function test trial & error*	R5	12, 14, 15	1	15, 12, 14	1	12,14	1	12,13,17	2
	19	*Finishing*	R2	18, 10, 16	1	18	1	18	1	18, 10, 16	1
	20	*Documentation*	R7	19	1	19	1	19	1	19	1
End	21	*Observation & check list with owner team*	R2	20	1	20	1	20	1	20	1
	22	*Acceptance test documentation*	R2	21	1	21	1	21	1	21	1

Milestone dan *deliverable* didapatkan berdasarkan penyusunan *scope* proyek pada tabel 4.6 tentang kronologi dan tabel 4.7 tentang *responsibility matrix*. *Milestone* pada tabel 4.9 menunjukkan bahwa pekerjaan utama dalam proyek ini terbagi menjadi 3 bagian umum dimana masing-masing *milestone* memiliki *job specification* yang telah dijelaskan di tabel 4.7 dan juga *resource* yang bertanggung jawab terhadap *job desk*. *Deliverable* menunjukkan pengelompokkan aktivitas berdasarkan kesamaan tujuan maupun hasil yang dicapai. *Milestone* dan *deliverable* didapatkan secara *parametric* yakni merujuk pada laporan hasil proyek.

4.1.6. Klasifikasi pemancar

Berdasarkan tinjauan pustaka pemancar dibedakan berdasarkan struktur , penempatan dan elemen. Ditinjau dari struktur terdapat dua jenis struktur tower yang digunakan pada penelitian ini yaitu *self-support* dan *guyed tower*. Ditinjau dari lokasi penempatan terdiri dari *green field* dan *rooftop tower*. Jika ditinjau dari segi elemen terdiri dari dua komponen yakni tower itu sendiri dan *mechanical electrical*. Berdasarkan ketiga kriteria tersebut, dibuat atribut klarifikasi pemancar pada tabel 4.10 sebagai berikut.

Tabel 4.10 Klarifikasi tipe pemancar

Tipe pemancar		Struktural	
		Self-Support	*Guyed tower*
Penempatan	*Green field*	1	2
	Roof top	3	4

Elemen pemancar	Tower	*Mechanical electrical*
	5	6

Informasi yang didapat dari tabel 4.10 digunakan sebagai acuan pengolahan data dalam mengklasifikasikan jenis pemancar. Jenis tower dibedakan menjadi tiga jenis dalam penelitian ini yakni tower mini (*guyed tower*), *collocation* (tower BTS), dan *self support* (tower pusat). Untuk *guyed* di proyek ini terdapat dua jenis pembangunan yaitu pemancar baru dan *existing*. Juga terdapat tiga titik dimana tidak memerlukan pemancar karena sudah terhubung kabel tanah sehingga perangkat hanya memasang perangkat *access point* untuk jaringan *wireless* di kantor kecamatan.

4.1.6.1. Tower Mini

Tower ini termasuk sebagai *guyed tower* didirikan di tanah lapang pada titik-titik desa/kecamatan menggunakan tiang *triangle* dengan ketinggian yang variative. Dari informasi yang didapat pada laporan hasil pekerjaan proyek di tiap titik pemancar, tipe tower ini memiliki klasifikasi yaitu *green field tower* dan sebagian terdapat tower *existing* yaitu tower lama yang hanya dipasang pemancar saja sehingga klasifikasi tower mini ada dua jenis yakni tower mini baru dengan klasifikasi 2, 5, 6 dan tower mini *existing* adalah 2 dan 6.

4.1.6.2. *Collocation*

Dalam proyek ini juga melibatkan tower BTS dari *provider* jaringan. Oleh karena itu pemasangan perangkat jaringan desa/kecamatan tidak perlu membangun tower baru. *Shelter* sudah tersedia di hamper titik lokasi pemasangan perangkat oleh karena itu pemasangan tidak menyertakan *shelter*. Posisi tower BTS berada di tanah lapang dan hanya perlu memasang *Collocation* ini memiliki klasifikasi 1 (*green* field) dan 6 (pemasangan jaringan dan elektrik).

4.1.6.3. Tower Pusat

Tower ini dipasang di atas gedung sehingga masuk dalam klasifikasi *rooftop* dan termasuk *self support*. Tower pusat memerlukan *shelter* sebagai tempat perangkat dan *server* dimana *shelter* ini bertempat di gedung Dinas Kominfo Bojonegoro. Oleh karena itu klasifikasi tower pusat ini adalah 3, 5 dan 6.

4.1.6.4. Titik jaringan kecamatan

Titik jaringan ini tidak memerlukan pemancar khusus atau tower sebagai penerima sinyal karena sudah terhubung dengan sambungan kabel bawah tanah. Oleh karena pemancar pada titik kecamatan telah selesai dibangun pada proyek sebelumnya maka pengembangan jaringan pada proyek yang diteliti hanya menambahkan perangkat *access point* di kecamatan dan tidak masuk dalam klasifikasi pemancar. Sehingga dalam perhitungan CCMA titik jaringan kecamatan memiliki sedikit *critical chain* karena tidak melibatkan pengerjaan atau pemasangan perangkat jaringan yang membutuhkan konfigurasi pemancar atau jenis tower.

Dari penjabaran di atas didapatkan hasil klasifikasi pada masing-masing tipe tower sebagai berikut.

Tabel 4.11 Hasil klasifikasi tipe pemancar

Tipe Pemancar		Atribut Klasifikasi	Jumlah Pemancar
Mini Tower	Baru	2,5,6	5
	Existing	2,6	22
Collocation		1,6	3
Tower pusat		3,5,6	1

Setiap angka pada atribut klarifikasi memiliki variasi aktivitas, durasi, kebutuhan *resource* dan material yang berbeda dalam penjadwalan (dapat dilihat dari hasil laporan bulanan). Dengan adanya atribut klarifikasi tersebut maka penjadwalan pada 31 pemancar dapat dilakukan.

4.1.7. Prioritas pembangunan pemancar

Proyek pembangunan jaringan dikerjakan di 33 titik pemancar di kantor kecamatan di Kabupaten Bojonegoro. Prioritas pembangunan berfungsi untuk mencari tahu pengerjaan kritis yang dapat dilakukan pada tiap jenis pemancar yang telah diklasifikasi di sub-bab sebelumnya.

4.1.7.1. Durasi tiap tipe pemancar

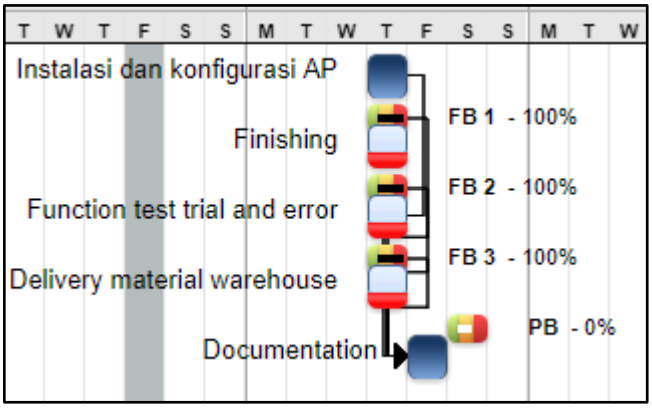
Durasi tiap pemancar diolah berdasarkan *work package* dan dengan bantuan *software* Exepron dapat diketahui *buffer time* di tiap titik sehingga didapatkan titik kritis pengerjaan di tiap titik.

4.1.7.1.1. Titik jaringan kecamatan

Dimulai dari titik jaringan kecamatan karena dianggap pekerjaan yang dilaksanakan di titik jaringan kecamatan tidak memerlukan waktu yang lama dikarenakan jaringan telah terhubung di titik ini dan lokasi yang berdekatan dengan tower pusat melalui sambungan kabel bawah tanah. Hasil penjadwalan di titik kecamatan adalah sebagai berikut.

Tabel 4.12 Hasil penjadwalan titik jaringan kecamatan

Task	***Task Name***	***Resource*(n)**	***Days***	***Predecessor***	***Type***
15	Instalasi dan konfigurasi *AP*	*Mec Eng (1)*	1	-	CC
11	*Delivery material warehouse*	Logistik (1)	1	-	FB 1
18	*Function test trial & error*	*Mec Eng (1)*	1	-	FB 2
19	*Finishing*	*Proj Co (1)*	1	-	FB 3
20	*Documentation*	*Proj Adm (1)*	1	1, 11, 18, 19	PB



Gambar 4.2 Hasil penjadwalan di titik kecamatan

Gambar 4.2 menunjukkan aktivitas kritis dalam pemasangan perangkat *access point* (AP) di kantor kecamatan dan didapatkan informasi sebagai berikut :

Tabel 4.13 Informasi hasil penjadwalan kantor kecamatan

Kantor kecamatan	***Value***
Jumlah *tasks*	5
Durasi proyek	3 hari
Durasi *critical chain*	2 hari
Durasi PB	1 hari
Durasi FB 1, FB 2, FB 3	1 hari

Catatan : PB = *Project Buffer*, FB = *Feeding Buffer*

Diketahui bahwa durasi proyek sebenarnya adalah 3 hari. Dengan menggunakan program exepron dapat diminimalkan menggunakan CCPM menjadi 2 hari yakni meliputi aktifitas instalasi AP dan dokumentasi sebagai lintas kritis. Terdapat FB dimana merupakan serangkaian *work package* yang dilakukan bersamaan dengan instalasi AP yang ditunjukkan dengan FB 1, FB 2, FB 3 dengan persentase 100% dan ditandai dengan adanya warna merah di tabel *chart*.

4.1.7.1.2. Tower mini baru

Guyed tower yang dikelola dalam proyek terdapat dua jenis yakni pemancar baru dan lama (*existing*). Untuk pembangunan pemancar jenis *guyed* seluruhnya berada di atas tanah lapang yakni dekat dengan kantor kecamatan di masing-masing titik yang telah ditentukan. Durasi penjadwalan tower mini baru berlaku untuk semua titik pemasangan pemancar. Berikut penjadwalan pada pemancar mini baru.

Tabel 4.14 Hasil penjadwalan tower mini baru

Task	***Task Name***	***Resource*(n)**	***Days***	***Predecessor***	***Type***
8	*Base frame anchor installation*	*Civ Eng (2)*	2	-	CC
9	*Tower erection*	Konstruksi (3)	2	8, 7	CC
12	*Instalasi konfigurasi PtP*	*Mec Eng (2)*	2	9, 11	CC
18	*Test trial and error*	*Mec Eng (2)*	1	12, 14, 15	CC
19	*Finishing*	*Proj Co (1)*	1	18, 10, 16	CC
7	*Delivery material dari pabrik*	*Logistik (1)*	1	-	FB 1
11	*Delivery material dari warehouse*	*Mat Cons (1)*	1	-	FB 2
14	*Instalasi dan konfigurasi router*	*Mec Eng (1)*	1	9, 11	FB 3
15	*Instalasi dan konfigurasi AP*	*Mec Eng (1)*	1	9, 11	FB 4
10	*Cleaning & painting*	Konstruksi (3)	1	9	FB 5
16	*Tower grounding instalation*	*Elect Eng (2)*	1	9	FB 6
20	*Documentation*	*Proj Adm (1)*	1	19	PB

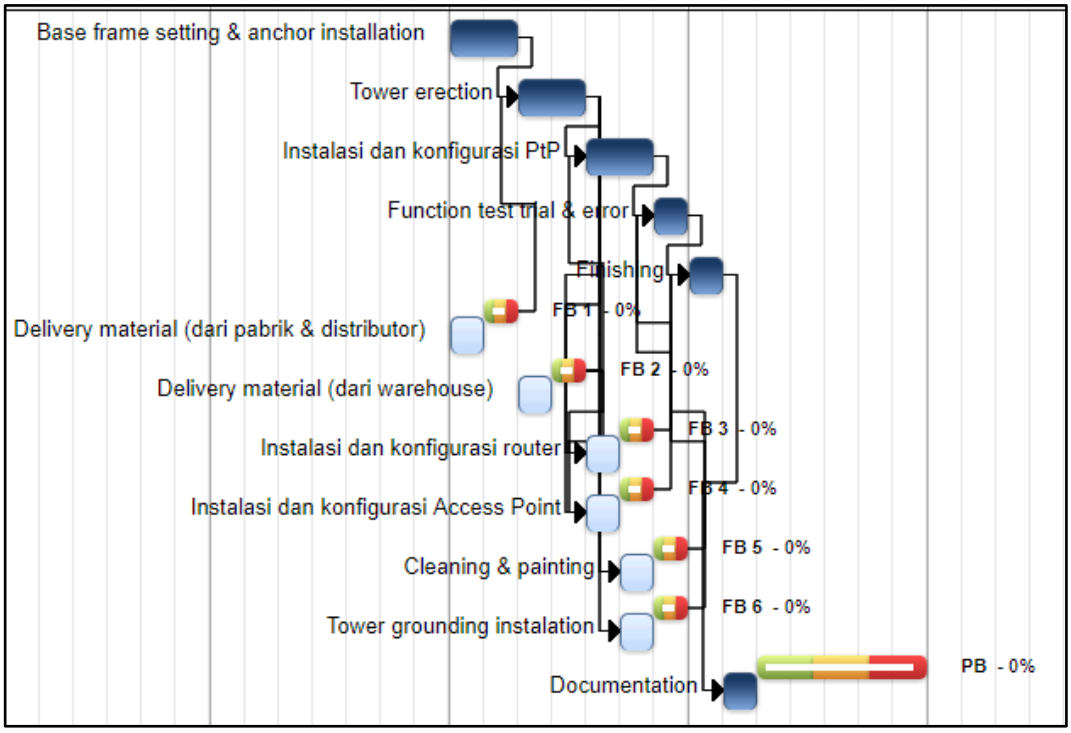
Didapatkan hasil penjadwalan *guyed tower mini* baru sebagai berikut :

Tabel 4.15 Informasi hasil penjadwalan tower mini baru

Mini tower baru	***Value***
Jumlah *tasks*	12
Durasi proyek	14 hari
Durasi *critical chain*	9 hari
Durasi PB	5 hari
Durasi FB 1	1 hari
Durasi FB 2	1 hari
Durasi FB 3	1 hari
Durasi FB 4	1 hari
Durasi FB 5	1 hari
Durasi FB 6	1 hari

Catatan : PB = *Project Buffer*, FB = *Feeding Buffer*

Informasi yang didapatkan dari penjadwalan di atas yakni tentang lintas kritis yang telah didapatkan dari pengolahan data. Durasi lintas kritis adalah 9 hari dari jumlah *task* yakni 12 jenis *task*. Terdapat 6 *feeding buffer* (FB) yakni ditandai dengan tanda warna disamping *feeding chain* yang berarti bahwa kegiatan FB dapat dikerjakan bersamaan dengan aktivitas lintas kritis. Hal ini dapat dilakukan karena jenis *task* yang dikerjakan bersama memiliki *successors* yang sama dan *resources* tidak sedang mengerjakan *task* yang masuk dalam lintas kritis. Oleh karena itu pembangunan pemancar baru dapat dikerjakan tim dalam waktu 9 hari dari jangka waktu 14 hari jika tanpa menggunakan CCPM.



Gambar 4.3 Hasil penjadwalan pada mini tower baru

4.1.7.1.3. Tower mini *existing*

Sebelumnya terdapat pemancar di beberapa titik yang telah berdiri yakni pemancar dari dinas kependudukan dan catatan sipil di kantor kecamatan sehingga tidak perlu mendirikan pemancar baru. Hal ini berpengaruh terhadap durasi pengerjaan satu kegiatan yaitu dengan hanya memasang perangkat jaringan saja. Didapatkan hasil penjadwalan tower mini *existing* sebagai berikut.

Tabel 4.16 Hasil penjadwalan tower mini *existing*

Task	***Task Name***	***Resource*(n)**	***Days***	***Predecessor***	***Type***
12	Instalasi dan konfigurasi PtP	*Mec Eng (2)*	2	-	CC
18	*Function test trial and error*	*Mec Eng (2)*	1	12, 14, 15	CC
19	*Finishing*	*Proj Co (1)*	1	18	CC
11	*Delivery material dari warehouse*	Logistik (1)	1	-	FC
15	Instalasi dan konfigurasi AP	*Mec Eng (1)*	1	11	FB 2
14	Instalasi dan konfigurasi router	*Mec Eng (1)*	1	11	FB 1
20	*Documentation*	*Proj Adm (1)*	1	19	PB

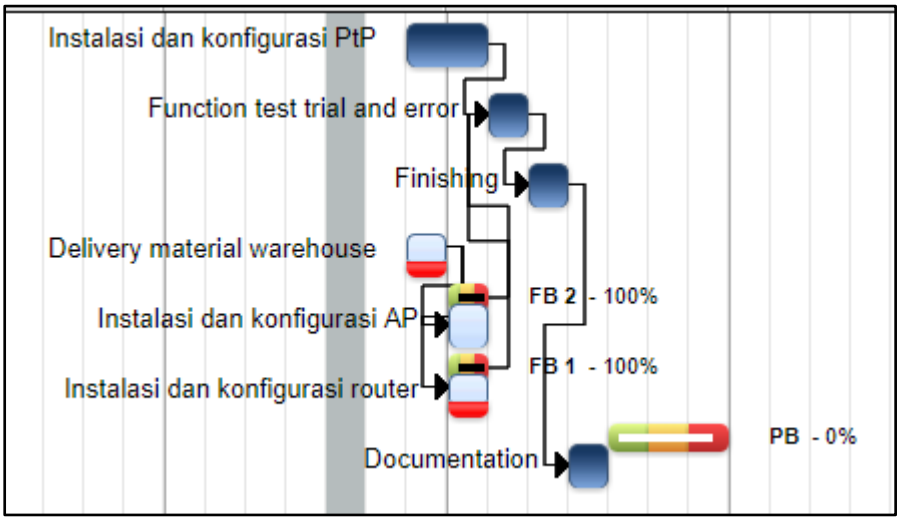
Dari hasil penjadwalan di atas didapatkan informasi sebagai berikut.

Tabel 4.17 Informasi hasil penjadwalan tower mini baru

Mini tower *existing*	***Value***
Jumlah *tasks*	7
Durasi proyek	8 hari
Durasi *critical chain*	5 hari
Durasi PB	3 hari
Durasi FB 1	1 hari
Durasi FB 2	1 hari

Catatan : PB = *Project Buffer*, FB = *Feeding Buffer*

Single proyek pada tower mini *existing* tidak melibatkan pendirian pemancar sehingga hanya melakukan pemasangan perangkat jaringan. Seharusnya pekerjaan dikerjakan selama 8 hari tetapi dengan menggunakan CCPM dapat diminimalkan menjadi 5 hari. Berikut hasil penjadwalan pada mini tower *existing*.



Gambar 4.4 Hasil penjadwalan pada mini tower *existing*

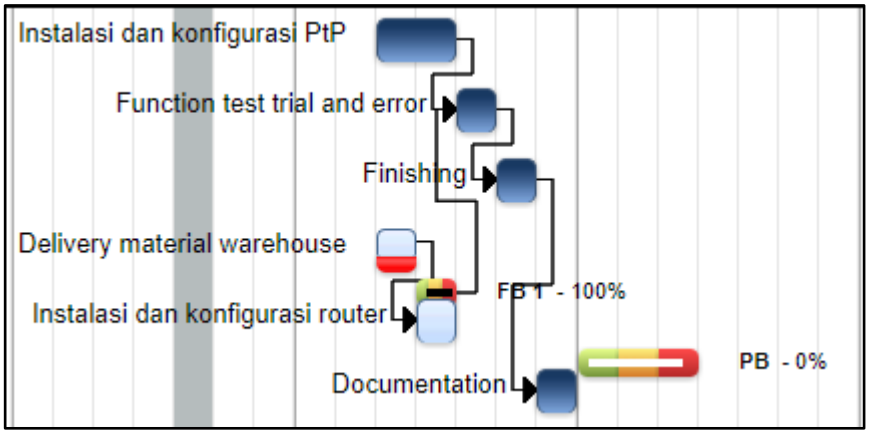
Dari hasil penjadwalan terlihat instalasi dan konfigurasi PtP bersamaan dengan pengiriman material dari *warehouse*, konfigurasi router, dan *access point* (AP). Aktivitas dimampatkan dan menghasilkan *project buffer* (PB) selama 3 hari.

4.1.7.1.4. *Collocation*

Collocation dalam proyek adalah pemancar milik provider. Penggunaan pemancar bersama dikarenakan titik lokasi dari pemancar ke penerima terhalang oleh *landscape* dan sulit untuk membangun pemancar baru. Oleh karena itu perlu menggunakan pemancar yang telah ada seperti BTS yang dapat menampung banyak pemancar. Berikut hasil penjadwalan pada pemancar *collocation*.

Tabel 4.18 Hasil penjadwalan *collocation*

Task	***Task Name***	***Resource*(n)**	***Days***	***Predecessor***	***Type***
12	Instalasi dan konfigurasi PtP	*Mec Eng (2)*	2	-	CC
18	*Function test trial and error*	*Mec Eng (2)*	1	12, 14	CC
19	*Finishing*	*Proj Co (1)*	1	18	CC
11	*Delivery material warehouse*	Logistik (1)	1	-	FC
14	Instalasi dan konfigurasi router	*Mec Eng (1)*	1	11	FB 1
20	*Documentation*	*Proj Adm (1)*	1	19	PB



Gambar 4.5 Hasil penjadwalan pada *collocation*

Dari hasil penjadwalan di atas didapatkan informasi hasil sebagai berikut.

Tabel 4.19 Informasi hasil penjadwalan *collocation*

Collocation	***Value***
Jumlah *tasks*	6
Durasi proyek	8 hari
Durasi *critical chain*	5 hari
Durasi PB	3 hari
Durasi FB 1	1 hari

Catatan : PB = *Project Buffer*, FB = *Feeding Buffer*

Seperti halnya tower *existing*, pada *collocation* lintas kritis juga mengindikasikan bahwa kegiatan pemasangan jaringan di *collocation* adalah aktivitas yang dilakukan secara bertahap dan harus dipastikan bahwa pekerjaan itu tuntas sebelum pekerjaan selanjutnya akan dikerjakan. Skema pengerjaan adalah barang datang langsung dilakukan pemasangan konfigurasi PtP dan mengerjakan bersamaan dengan instalasi konfigurasi router.

4.1.7.1.5. Tower pusat

Berbeda dengan pemancar yang lain, pada tower kamuflase memiliki tipe *rooftop* dimana lokasi pemasangan pemancar adalah di atas atap/gedung. Berikut adalah hasil penjadwalan di tower pusat.

Tabel 4.20 Hasil penjadwalan pada tower pusat

Task	***Task Name***	***Resource*(n)**	***Days***	***Predecessor***	***Type***
7	*Delivery material dari pabrik*	*Logistik (3)*	2	-	CC
9	*Tower erection*	Konstruksi (3)	3	7, 8	CC
12	Instalasi dan konfigurasi PtP	*Mec Eng (4)*	4	9, 11	CC
18	*Function test trial and error*	*Mec Eng (2)*	2	12, 13, 17	CC
19	*Finishing*	*Proj Co (1)*	1	18, 10, 16	CC
8	*Baseframe setting anchor install*	*Civ Eng (2)*	2	-	FB 1
11	*Delivery material warehouse*	Logistik (2)	1	-	FB 2
17	*Running text LED installation*	*Elec Eng (3)*	3	7, 9	FB 3
13	Instalasi konfigurasi router NOC	*Mec Eng (2)*	2	9, 11	FB 4
16	*Tower grounding installation*	*Elec Eng (2)*	2	9	FB 6
10	*Cleaning and painting*	*Konstruksi (3)*	1	9	FB 5
20	*Documentation*	*Proj Adm (1)*	1	19	PB

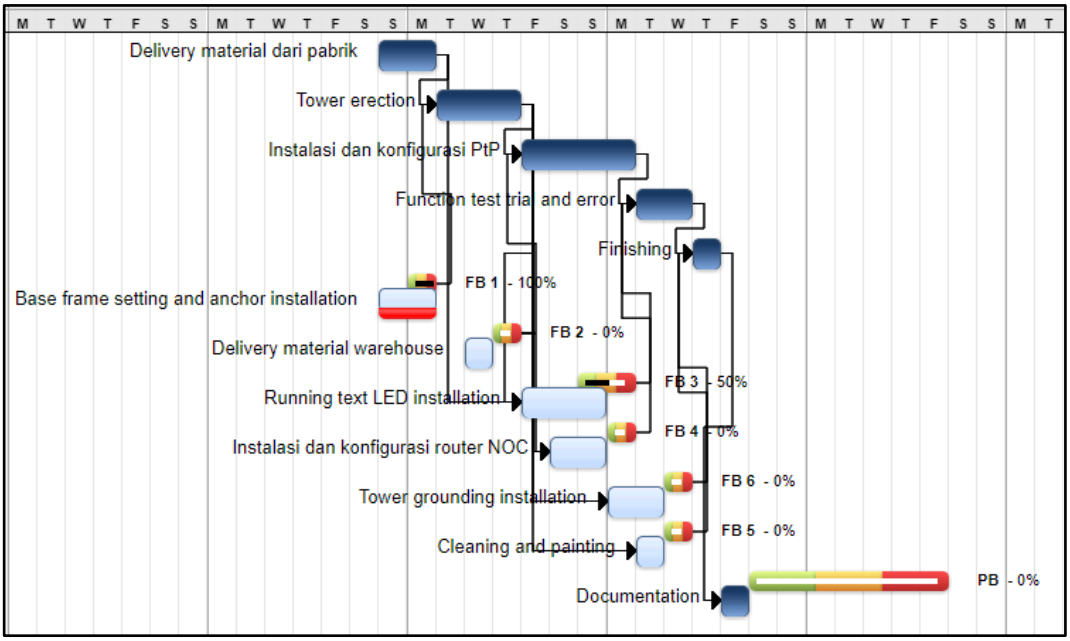
Berikut adalah informasi yang didapat dari hasil penjadwalan tower pusat.

Tabel 4.21 Informasi hasil penjadwalan tower pusat

Tower Pusat	***Value***
Jumlah *tasks*	12
Durasi proyek	20 hari
Durasi *critical chain*	13 hari
Durasi PB	7 hari
Durasi FB 1	2 hari
Durasi FB 2	1 hari
Durasi FB 3	3 hari
Durasi FB 4	2 hari
Durasi FB 5	1 hari
Durasi FB 6	2 hari

Catatan : PB = *Project Buffer*, FB = *Feeding Buffer*

Aktivitas di tower pusat sangatlah kompleks. Karena tak hanya mengenai pemasagan perangkat jaringan tetapi juga tower, router NOC dan adanya pemasangan LED dimana memerlukan instalasi listrik baru. Beberapa perangkat langsung didatangkan secara import jadi terdapat durasi waktu yang panjang pada aktivitas *delivery* dan *fabrication.* Dapat dilihat pada gambar 4.5 terdapat banyak *feeding buffer* dimana kegiatan dipercepat agar waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan instalasi tower pusat dapat sesuai jadwal.

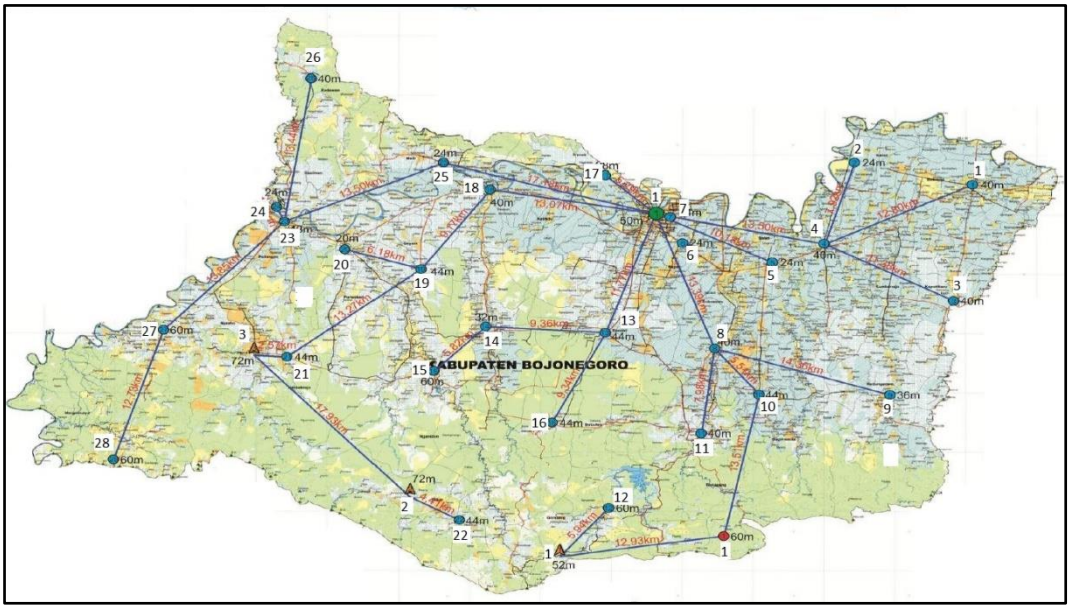


Gambar 4.6 Hasil penjadwalan pada tower pusat

Terjadi *feeding buffer* 100% pada pemasangan *baseframe* hal ini menunjukkan aktivitas dikerjakan bersamaan dengan aktivitas *delivery* dimana memiliki *successor* yang sama di *tower erection*. Kedua aktivitas ini sangat penting karena saling mempengaruhi satu sama lain terhadap kelangsungan proyek di lintas kritis. Jika salah satu aktivitas tidak selesai dikerjakan maka akan mempengaruhi aktivitas pendirian pemancar yang berakibat pada keterlambatan pengerjaan di lintas kritis atau disebut waktu pengerjaan molor.

4.1.7.2. Lokasi dan prioritas pemancar

Dilihat dari *landscape* wilayah di Kabupaten Bojonegoro yang memiliki ketinggian wilayah yang beragam maka perlu untuk memperhitungkan prioritas pemasangan jaringan di wilayah kecamatan yang tersebar. Di bab sebelumnya penelitian ini mencoba untuk menguji model penjadwalan ketika pemancar memiliki pusat tepat di tengah wilayah *landscape*. Berikut adalah gambaran wilayah dan jalur target pemancar yang telah dikembangkan.



Gambar 4.7 Peta jangkauan pemancar jaringan kecamatan (Sumber : kerangka acuan kerja proyek pengembangan jaringan kecamatan)

Pada gambar 4.7 terdapat wilayah kecamatan yang dilalui oleh pemancar. Garis biru adalah sambungan *wireless* frekuensi 5,8 GHz dimana dari satu titik ke titik lainnya saling terhubung. Model yang dikembangkan dalam penelitian ini menggunakan *singleline* dan *multiring*. Dimana *singleline* digunakan dengan cara menyelesaikan satu jalur mulai dari pusat sampai ke ujung dari jalur pemancar, dimana bertujuan agar jalur jaringan segera terselesaikan jalur demi jalur.

Sedangkan *multiring* dumpamakan pemancar pusat sebagai inti dari sebuah lingkaran. Model ini dikembangkan dengan cara mengerjakan aktivitas dimulai dari pusat kemudian jika telah usai dilanjutkan di jalur selanjunya secara menyebar. Dikarenakan keterbatasan *resource* maka perlu dibentuk tim untuk mengembangkan proyek ini bersama-sama di tiap titik aktivitas.

4.1.7.2.1. Singleline activity

Berikut adalah keterangan rute aktivitas pengerjaan pemancar pada pengembangan jaringan kecamatan jika dikerjakan sesuai alur pemancar atau pengerjaan secara *singleline*.

a. Aktivitas 1: (1) NOC → (6) Kec. Kapas, (1) NOC→ (7) Kec. Bojonegoro (Jalur ini tidak memerlukan tower pemancar *wireless* karena terdapat jaringan *fiber optic*), (1) NOC → (5) Kec. Balen, (1) NOC → (17) Kec. Trucuk
b. Aktivitas 2: (1) NOC → (4) Kec. Sumberejo → (2) Kec. Kanor, (4) Kec. Sumberejo → (1) Kec. Baureno, (4) Kec. Sumberejo → (3) Kec.Kepohbaru
c. Aktivitas 3: (1) NOC → (8) Kec. Sukosewu → (9) Kec. Kedungadem, (8) Kec. Sukosewu → (11) Kec. Temayang, (8) Kec. Sukosewu → (10) Kec. Sugihwaras → (1) Ds. Soko → (1) BTS Gondang → (12) Kec. Gondang.
d. Aktivitas 4: (1) NOC → (13) Kec. Dander → (16) Kec. Bubulan, (13) Kec. Dander → (14) Kec. Ngasem → (15) Kec. Ngambon
e. Aktivitas 5: (1) NOC → (18) Kec. Kalitidu → (19) Kec. Gayam → (20) Kec. Purwosari, (19) Kec. Gayam → (21) Kec. Tambakrejo → (3) BTS Tambakrejo → (2) BTS Sekar → (22) Kec. Sekar
f. Aktivitas 6: (1) NOC → (25) Kec. Malo → (23) Kec. Padangan → (26) Kec. Kedewan, (23) Kec. Padangan → (24) Kec. Kasiman, (23) Kec. Padangan → (27) Kec. Ngraho → (28) Kec. Margomulyo

Jika dilihat dari jumlah rute aktivitasnya maka terdapat 6 alur dimana kegiatan dimulai dari pusat NOC sampai di alur yang terakhir. Satu alur dikatakan selesai dilakukan jika jaringan telah terhubung dari satu titik dengan titik lainnya yang berada di satu aktivitas. Untuk aktivitas pertama karena berjarak dekat dari pusat maka dapat diklasifikasikan menjadi satu aktivitas yang sama yang dapat dikerjakan di waktu ynag bersamaan. Dari peta menunjukkan alur yang telah disusun oleh perencana sehingga pekerjaan proyek harus sesuai dengan kerangka acuan kerja yang telah disepakati sebelum pengerjaan proyek dilakukan.

4.1.7.2.2. Multiring activity

Dari hasil survey yang telah dilakukan dan temuan dari proyek yang telah terlaksana, pengerjaan proyek yang telah terlaksana menggunakan model *multiring*. Dalam penelitian dibandingkan antara *singleline* dan *multiring* untuk dan menggunakan *critical chain*. Dari hasil survey *multiring* dilakukan dengan cara menentukan titik terdekat titik kecamatan dengan alur jaringan dari NOC. Berikut aktivitas jika menggunakan *multiring activity*.

a. Aktivitas 1: (1) NOC → (6) Kec. Kapas, (1) NOC→ (7) Kec. Bojonegoro (Jalur ini tidak memerlukan tower pemancar *wireless* karena sudah terpasang jaringan *fiber optic*), (1) NOC → (5) Kec. Balen, (1) NOC → (17) Kec. Trucuk
b. Aktivitas 2: (4) Kec. Sumberejo, (8) Kec. Sukosewu, (13) Kec. Dander, (18) Kec. Kalitidu, (25) Kec. Malo
c. Aktivitas 3: (2) Kec. Kanor, (1) Kec. Baureno, (3) Kec. Kepohbaru, (9) Kec. Kedungadem, (10) Kec. Sugihwaras, (11) Kec. Temayang, (16) Kec. Bubulan, (14) Kec. Ngasem, (15) Kec. Ngambon, (19) Kec. Gayam, (20) Kec. Purwosari, (23) Kec. Padangan
d. Aktivitas 4: (1) Ds. Soko, Temayang, (21) Kec. Tambakrejo, (24) Kec. Kasiman, (26) Kec. Kedewan, (27) Kec. Ngraho, (28) Kec. Margomulyo
e. Aktivitas 5: (1) BTS Gondang, (12) Kec. Gondang, (3) BTS Tambakrejo, (2) BTS Sekar, (22) Kec. Sekar

Terdapat 5 aktivitas yang harus diselesaikan dari model *multiring*. Pengambilan dan pemilihan lokasi tiap aktivitas berdasarkan pertimbangan dari narasumber tentang prioritas pengerjaan jika menggunakan model *multiring*.

4.2. Penjadwalan Multi Proyek

Penjadwalan dilakukan dengan memilah *single* proyek kemudian ditentukan paket pekerjaan. Paket pekerjaan disusun pada masing-masing titik kecamatan atau lokasi pemasangan pemancar. Penjadwalan menggunakan MS Project 2016 berdasarkan informasi dan data yang didapat dari program exepron. Dari hasil penjadwalan tersebut nanti dikembangkan dengan memadukan alur model penjadwalan yakni *singleline* atau *multiring.* Berikut informasi hasil penjadwalan pemancar dari tiap *single project*.

Tabel 4.22 Informasi hasil penjadwalan tower mini baru

Mini tower baru	***Value***
Jumlah *tasks*	12
Durasi proyek	14 hari
Durasi *critical chain*	9 hari
Durasi PB	5 hari
Durasi FB 1	1 hari
Durasi FB 2	1 hari
Durasi FB 3	1 hari
Durasi FB 4	1 hari
Durasi FB 5	1 hari
Durasi FB 6	1 hari

Tower Pusat	***Value***
Jumlah *tasks*	12
Durasi proyek	20 hari
Durasi *critical chain*	13 hari
Durasi PB	7 hari
Durasi FB 1	2 hari
Durasi FB 2	1 hari
Durasi FB 3	3 hari
Durasi FB 4	2 hari
Durasi FB 5	1 hari
Durasi FB 6	2 hari

Kantor kecamatan	***Value***
Jumlah *tasks*	5
Durasi proyek	3 hari
Durasi *critical chain*	2 hari
Durasi PB	1 hari
Durasi FB 1, FB 2, FB 3	1 hari

Collocation	***Value***
Jumlah *tasks*	6
Durasi proyek	8 hari
Durasi *critical chain*	5 hari
Durasi PB	3 hari
Durasi FB 1	1 hari

Mini tower *existing*	***Value***
Jumlah *tasks*	7
Durasi proyek	8 hari
Durasi *critical chain*	5 hari
Durasi PB	3 hari
Durasi FB 1	1 hari
Durasi FB 2	1 hari

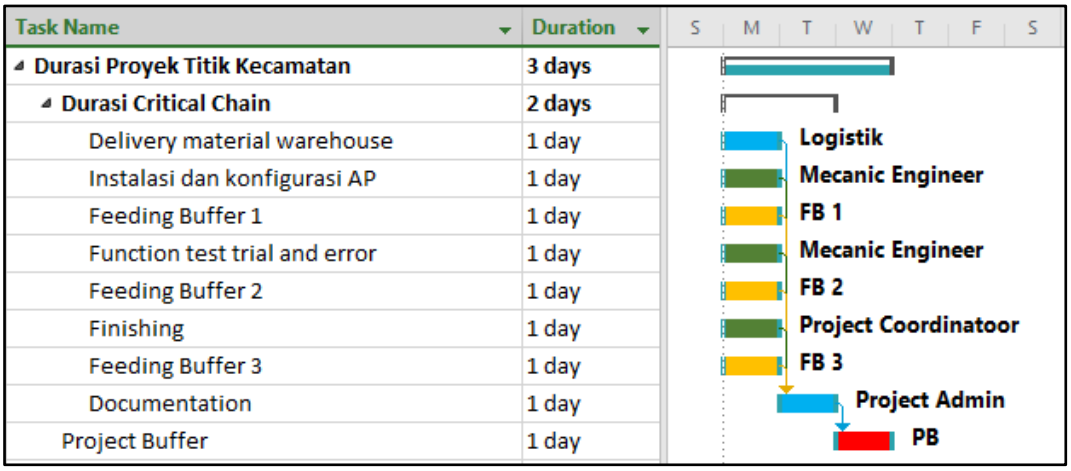
Catatan:
PB = *Project Buffer*
FB = *Feeding Buffer*

Selanjutnya menentukan titik lokasi pemancar berdasarkan tipe pemancar sebagai acuan untuk membuat penjadwalan aktivitas menggunakan MS project.

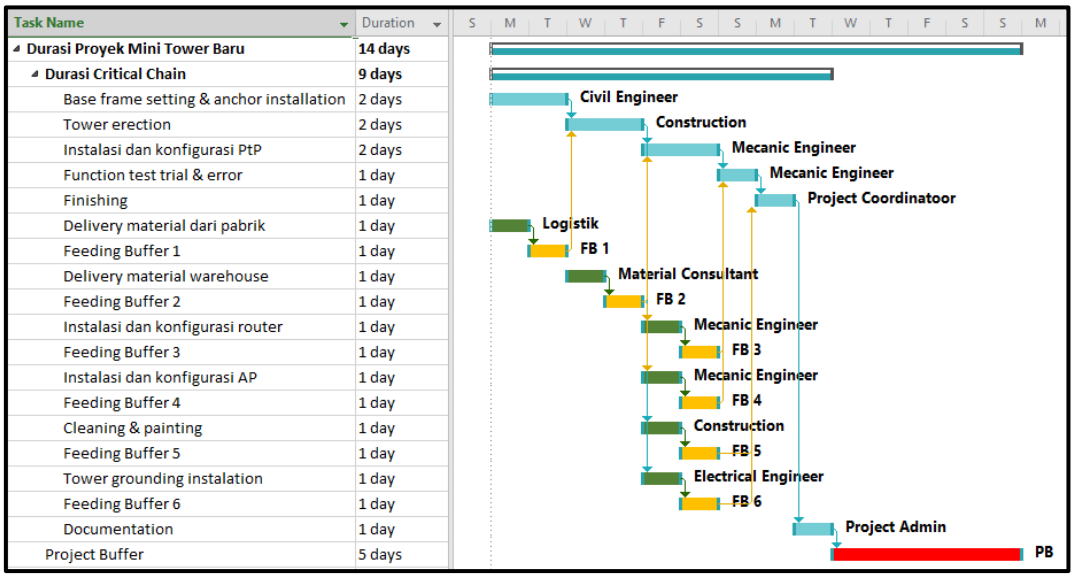
a. Titik kantor kecamatan: Kec. Bojonegoro, Kec. Kapas
b. Tower mini baru: Kec. Gondang, Kec. Kedungadem, Kec. Ngraho, Kec. Temayang, Ds. Soko Temayang, Kec. Sekar
c. Tower mini *existing:* Kec. Balen, Kec. Baureno, Kec. Bubulan, Kec. Dander, Kec. Gayam, Kec. Kalitidu, Kec. Kanor, Kec. Kasiman, Kec. Kedewan, Kec. Kepohbaru, Kec. Malo, Kec. Margomulyo, Kec. Ngambon, Kec. Ngasem, Kec. Padangan, Kec. Purwosari, Kec. Sugihwaras, Kec. Sukosewu, Kec. Sumberejo, Kec. Tambakrejo, Kec. Trucuk
d. *Collocation:* BTS Gondang, BTS Sekar, BTS Tambakrejo
e. Tower Pusat: Gedung Sekretariat Pemkab (Tower Induk)

4.2.1. *Single project scheduling*

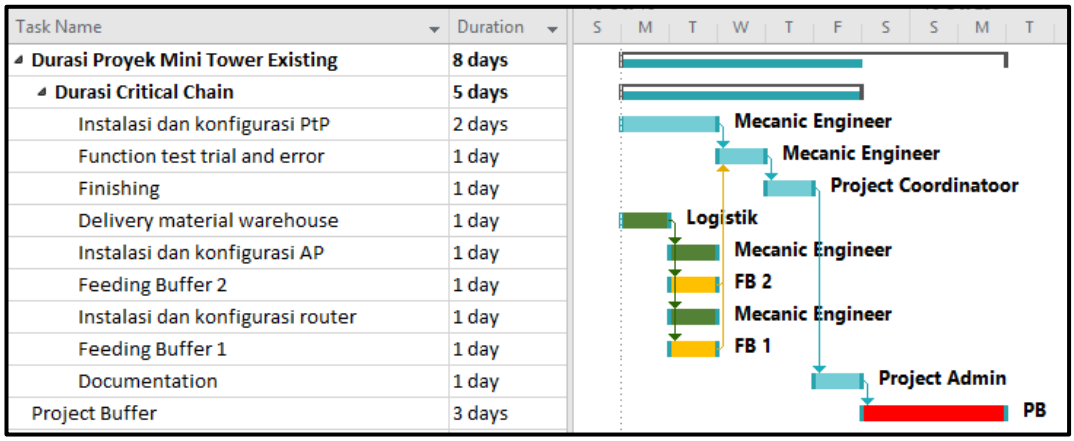
Penjadwalan mengambil data dari hasil penjadwalan tiap tipe pemancar yang telah diolah dengan menggunakan *software* experon dan berdasarkan tipe pemancar di tiap lokasi. Kronologi dan urutan aktivitas disesuaikan dengan hasil penjadwalan exepron sebelumnya. Durasi waktu tiap aktivitas yang dilakukan sudah ditentukan di exepron sehingga tidak perlu merubah durasi waktu di dalam MS Project. Berikut hasil penjadwalan menggunakan MS project 2016.



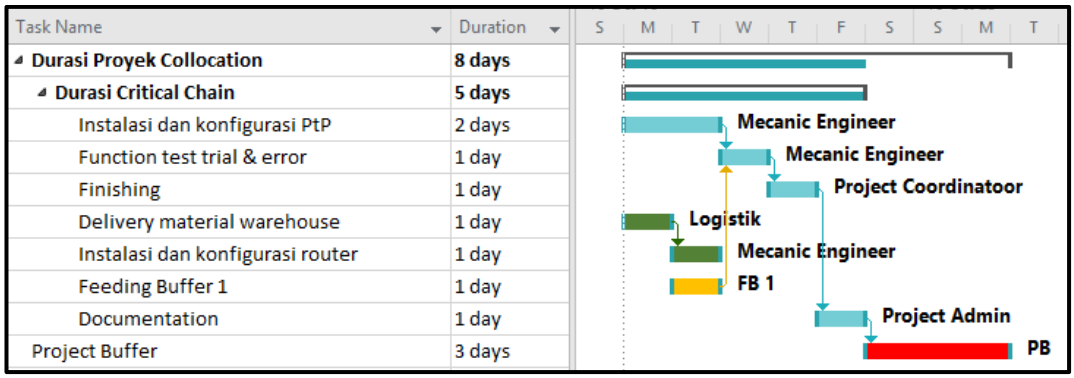
Gambar 4.8 Penjadwalan proyek titik kecamatan menggunakan MS Project



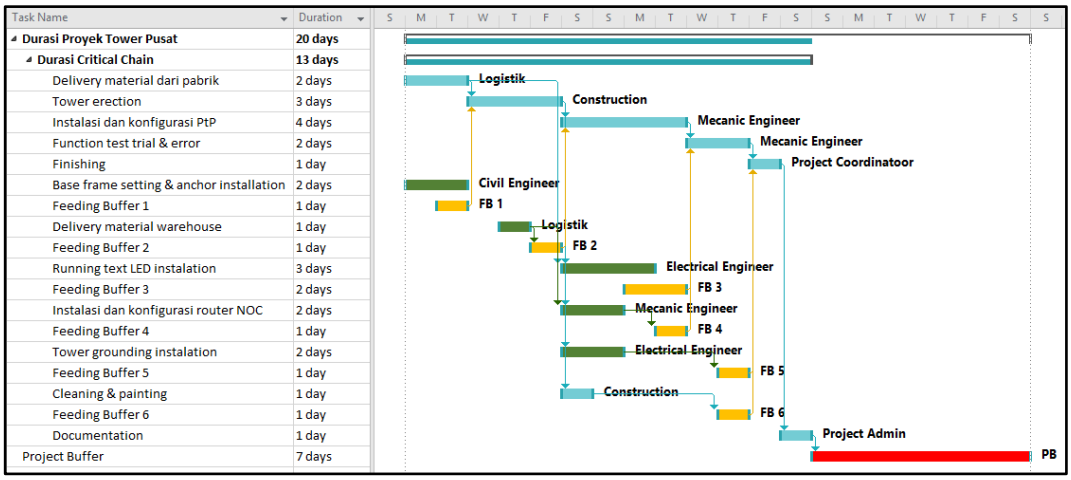
Gambar 4.9 Penjadwalan proyek mini tower baru menggunakan MS Project



Gambar 4.10 Penjadwalan proyek mini tower existing menggunakan MS Project



Gambar 4.11 Penjadwalan proyek *collocation* menggunakan MS Project

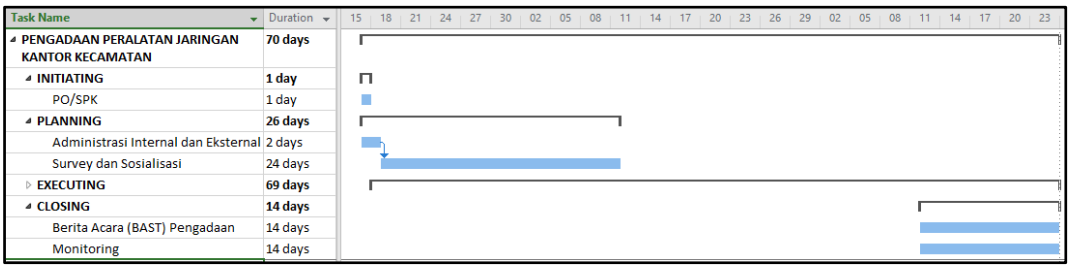


Gambar 4.12 Penjadwalan proyek tower pusat menggunakan MS Project

Dari gambar penjadwalan di atas menunjukkan aktivitas beserta *resource* yang memiliki *responsibility* terhadap aktivitas tersebut. Berikutnya mencari tahu *capacity buffer* pada kegiatan pemasangan perangkat jaringan.

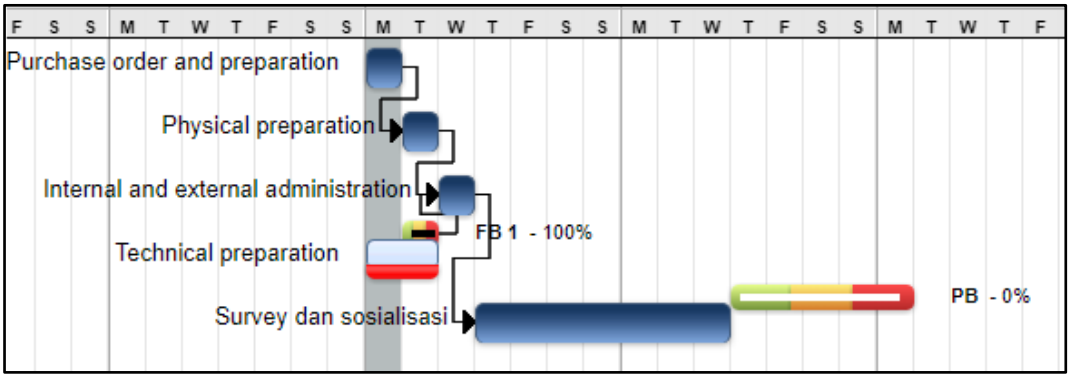
4.2.2. *Capacity buffer*

Dari *timeline* proyek yang telah terlaksana dan hasil dari dokumen pekerjaan proyek terdapat tigas fase pengerjaan. Pertama adalah tahap inisiasi, eksekusi, dan *closing*. Dalam penjadwalan *multi project critical chain* terdapat *capacity buffer* yang memungkinkan beberapa proyek atau aktivitas dilakukan dengan *resource* yang terbatas. Dan berdasarkan *timeline* proyek untuk fase pengerjaan selain proyek pemancar dapat kategorikan sebagai *capacity buffer*. Berikut gambar penjadwalan yang dari pelaksana menggunakan MS project.



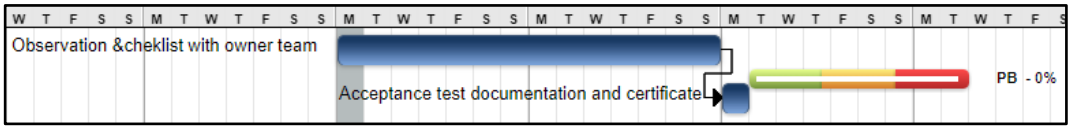
Gambar 4.13 Penjadwalan proyek dari pelaksana pada tahap inisiasi dan *closing*.

Pada gambar 4.13 penjadwalan yang terjadi pada tahap inisiasi dan perencanaan berlangsung bersamaan dengan tahap eksekusi. Begitu juga ketika di tahap eksekusi masuk di minggu terakhir tahap *closing* juga mulai berjalan. Dari data tersebut dan hasil wawancara maka didapatkan hasil pengolahan *critical* pada tahap inisiasi dan perencanaan sebagai berikut.



Gambar 4.14 Penjadwalan tahap inisiasi dan perencanaan

Gambar 4.14 adalah penjadwalan tahap awal dimana dicari tahu lintas kritisnya menggunakan experon. Kemudian dilanjutkan dengan mengolah tahap akhir *closing* seperti gambar berikut.



Gambar 4.15 Penjadwalan tahap *closing*

Ketika tahap eksekusi pemancar sedang berlangsung tahap *closing* mulai dijalankan dimana memiliki dua aktivitas yaitu observasi dan *checklist* hasil pengerjaan dan serah terima dokumen hasil pengerjaan dari pelaksana kepada *project owner*. Terdapat satu akrivitas dalam tahap eksekusi dimana dapat dimasukkan dalam *buffer capacity* yaitu tahap fabrikasi material. Hal ini karena pengerjaan fabrikasi dilakukan secara bertahap sehingga ketika bahan sudah siap untuk satu lingkup proyek langsung dikirimkan ke lokasi proyek. Untuk durasi pengerjaan tahap fabrikasi adalah 30 hari dimana diharapkan dalam 30 hari material untuk pembangunan pemancar sudah terpenuhi semuanya sehingga di waktu akhir dari fabrikasi pengerjaan tower pusat dapat dilaksanakan.

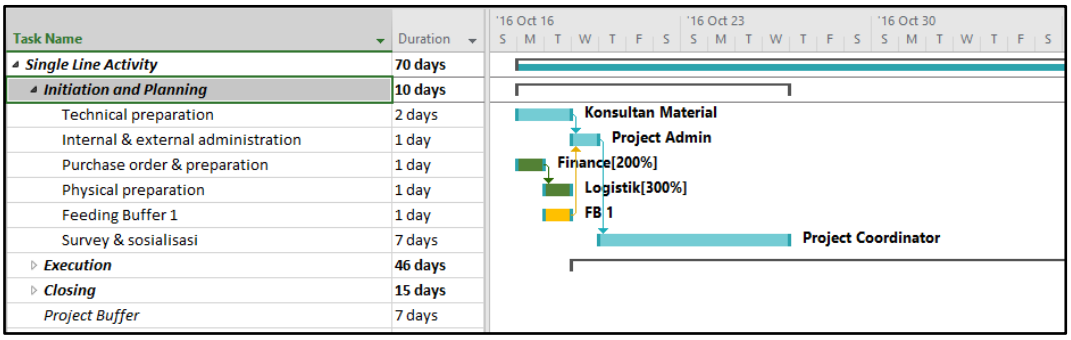
Tabel 4.23 Hasil penjadwalan *capacity buffer*

Task	***Task Name***	***Resource*(n)**	***Days***	***Predecessor***	***Type***
Initiation Planning					
2	*Purchase order and preparation*	*Finance (2)*	1	-	CC
3	*Physical preparation*	Logistik (3)	1	2	CC
4	*Internal external administration*	*Project Adm (1)*	1	3, 1	CC
1	*Technical preparation*	*Mat Cons (1)*	2	-	FB 1
5	Survey dan sosialisasi	*Proj Coo (1)*	7	4	CC
Procurement Logistic					
6	*Fabrication material*	*Logistic (3)*	30	-	FC
Closing					
21	*Observation checklist*	*Civil Cons (1)*	14	-	CC
22	*Acceptance test document*	*Project Adm (1)*	1	21	CC

Capacity buffer berfungsi sebagai jeda antar proyek sehingga tidak terjadi *resource overload* pada *bottleneck resource* yang dapat menyebabkan keterlambatan.

4.2.3. Penyusunan penjadwalan

Penjadwalan multi proyek dilakukan berdasarkan penjadwalan *single project* dan *capacity buffer*. Berdasarkan model dari penjadwalan yang direncanakan terdapat dua model yakni *singleline* dan *multiring*.



Gambar 4.16 Penjadwalan *Singleline Activity* menggunakan MS project

Resource ditentukan berdasarkan data yang telah didapatkan dan digunakan sesuai dengan *responsibility matrix* pada *work package* ditunjukkan pada gambar berikut.

Resource Name	Type	Initials	Max Units
Project Manager	Work	R1	100%
Project Coordinator	Work	R2	200%
Finance	Work	R3	200%
Civil Engineer	Work	R4	200%
Mechanic Engineer	Work	R5	800%
Electric Engineer	Work	R6	400%
Project Admin	Work	R7	100%
Konsultan Material	Work	R8	100%
Konsultan Civil	Work	R9	100%
Konstruksi	Work	R10	300%
Logistik	Work	R11	300%

Gambar 4.17 *Resource* yang digunakan di MS Project

Gambar 4.17 menunjukkan *resource* yang digunakan untuk mengolah aktivitas dalam proyek. Terdapat persentase unit dimana bobot kerja di tiap *resource* pada masing-masing *milestone*. Jadi *resource* dapat mengerjakan lebih dari satu *milestone* di waktu yang bersamaan. Pengaturan *resource* dengan *milestone* supaya dapat bekerja bersamaan dan tidak terjadi *delay* pada *critical chain activity* dilakukan secara otomatis dengan *autoleveling* di MS project.

4.3. Hasil Penjadwalan Multiproyek

Setelah pengolahan data *single project* menggunakan exepron untuk mengetahui *critical chain* dan *feeding buffer* selanjutnya mengolah penjadwalan multi proyek. Dari hasil pengolahan kedua model didapatkan hasil sebagai berikut.

4.3.1. *Singleline activity*

Dari penjadwalan *singleline* didapatkan data hasil sebagai berikut.

Task Name	Duration
Single Line Activity	70 days
Initiation and Planning	28 days
Execution	45 days
Closing	15 days
Project Buffer	8 days

Gambar 4.18 Rekapitulasi hasil penjadwalan *singleline* activity

Pada gambar 4.18 diketahui bahwa total durasi pengerjaan selama 62 hari sehingga terdapat 8 hari sisa dan memiliki lintas kritis sebanyak 33 aktivitas.

4.3.2. *Multiring activity*

Pada penjadwalan *multiring* didapatkan hasil sebagai berikut.

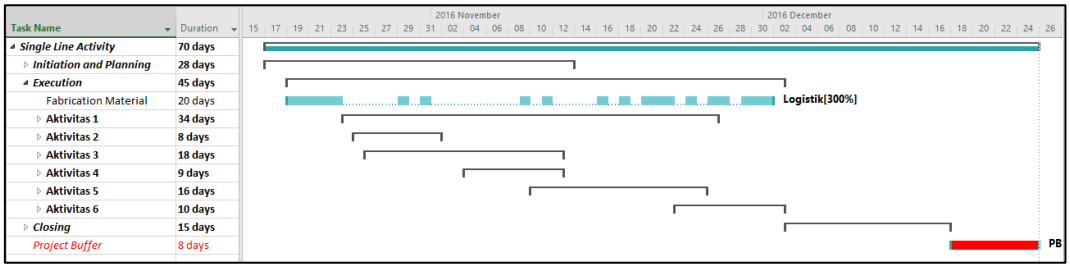
Task Name	Duration
Multi Ring Activity	70 days
Initiation & Planning	28 days
Execution	43 days
Closing	15 days
Project Buffer	11 days

Gambar 4.19 Rekapitulasi hasil penjadwalan *multiring* activity

Hasil penjadwalan multi proyek *multiring* menunjukkan durasi yang dibutuhkan untuk menuntaskan proyek adalah 59 hari sehingga tersisa 11 hari pengerjaan. Pada *model multiring* memiliki lintas kritis sebanyak 50 aktivitas.

4.3.3. Durasi penjadwalan

Pelaksanaan proyek yang telah berlangsung adalah bersifat simultan dimana ketika satu aktivitas selesai dikerjakan dan oleh pihak konsultan dan coordinator proyek dianggap tuntas maka dapat dilanjutkan ke aktivitas yang lain. Jadi *critical chain* digunakan untuk mencari tahu titik kritis pada kegiatan pemasangan pemancar dengan mempertimbangkan *resource* dan aktivitas itu sendiri. Berikut hasil penjadwalan pada *singleline* dan *multiring activity*.



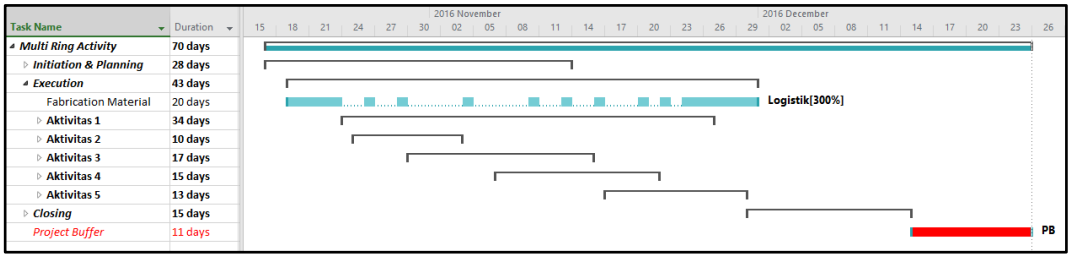
Gambar 4.20 Hasil penjadwalan *singleline* activity

Dari hasil penjadwalan didapatkan data sebagai berikut.

Tabel 4.24 Penjadwalan aktivitas di *singleline*

Task Name	**Durasi (*days*)**	***Start***	***Finish***
Initiation & Planning	9	17-Okt-16	26-Okt-16
Fabrication Material	20	19-Okt-16	1-Des-16
Aktivitas 1	34	24-Okt-16	26-Nop-16
Aktivitas 2	8	25-Okt-16	1-Nop-16
Aktivitas 3	18	26-Okt-16	12-Nop-16
Aktivitas 4	9	4-Nop-16	12-Nop-16
Aktivitas 5	16	10-Nop-16	25-Nop-16
Aktivitas 6	10	23-Nop-16	2-Des-16
Closing	15	3-Des-16	17-Des-16

Di masing-masing aktivitas tidak perlu menunggu aktivitas selesai dikerjakan dikarenakan pekerjaan yang simultan sehingga ketika *resource* telah selesai mengerjakan proyek dilanjutkan mengerjakan yang lain meski berbeda aktivitas dari aktivitas sebelumnya.



Gambar 4.21 Hasil penjadwalan *multiring* activity

Berikut adalah penjadwalan aktivitas dari *multiring activity.*

Tabel 4.25 Penjadwalan aktivitas di *multiring*

Task Name	**Durasi (*days*)**	***Start***	***Finish***
Initiation & Planning	9	17-Okt-16	26-Okt-16
Fabrication Material	20	19-Okt-16	30-Nop-16
Aktivitas 1	34	24-Okt-16	26-Nop-16
Aktivitas 2	10	25-Okt-16	3-Nop-16
Aktivitas 3	17	30-Okt-16	15-Nop-16
Aktivitas 4	15	7-Nop-16	21-Nop-16
Aktivitas 5	13	17-Nop-16	29-Nop-16
Closing	15	30-Nop-16	14-Des-16

Aktivitas di masing-masing model memiliki rute yang berbeda sehingga berpengaruh terhadap *resource* dan aktivitas. Dengan memperhatikan *feeding chain* dan *feeding buffer* dapat meminimalkan terjadinya *crash* antar aktivitas yang lain. Hasil akhir dari perbandingan penjadwalan kedua model adalah sisa durasi pekerjaan yakni pada model *singleline* bersisa 8 hari sedangkan *multiring* 11 hari sisa durasi pengerjaan.

Berdasarkan jumlah lintas kritisnya *singleline* memiliki 33 aktivitas dan *multiring* memiliki 50 aktivitas di lintas kritisnya. Semakin banyak aktivitas di lintas kritis dapat megakibatkan penundaan pekerjaan jika terjadi *delay* pada lintasan kritisnya. Jadi dari segi durasi *multiring* memiliki durasi yang lebih baik tetapi memiliki lintas kritis yang lebih banyak dari *singleline*. Begitu juga pada pada *singleline* yang memiliki lintasan kritis lebih sedikit tetapi durasi pengerjaan 3 hari lebih lama dari *multiring*.

4.3.4. Alokasi *resource*

Jumlah *resource* yang dialokasikan pada tiap aktivitas sesuai dengan alokasi *resource* pada *workpackage*. Dengan mengetahui hasil pengalokasian dapat menentukan model mana yang baik untuk pengaturan *resource* dalam proyek.

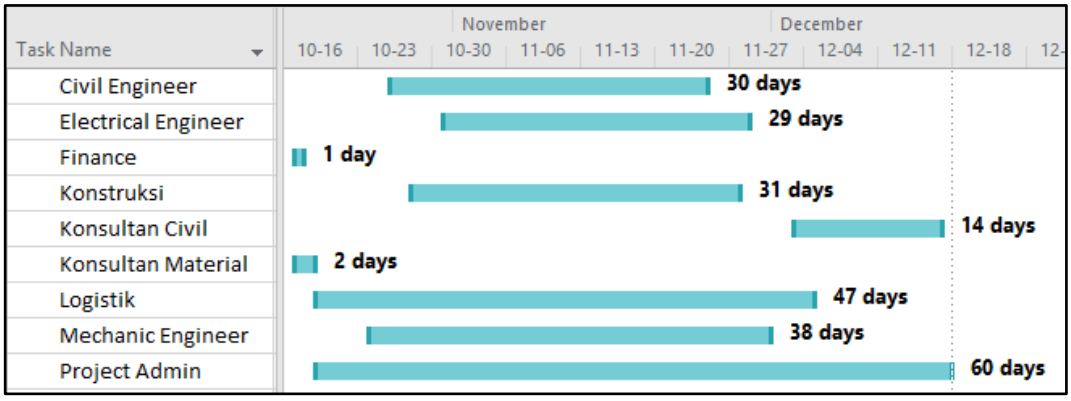
4.3.4.1. *Resource* yang digunakan

Alokasi *resource* menggunakan *auto leveling* pada MS project menunjukkan kegiatan pengerjaan proyek secara simultan tidak mempengaruhi aktivitas dan *usage resource terhadap available resource*. Hal ini dapat diketahui dari jumlah *resource* yang digunakan tidak melebihi jumlah *resource* yang tersedia. Berikut adalah hasil rekapitulasi untuk penggunaan *resource* baik *singleline* maupun *multiring* dimana memperhatikan syarat berikut.

a. *Available resource* merupakan *resource* yang tersedia selama rentang waktu pelaksanaan aktivitas. Tanggal dimulai dan berakhirnya pelaksanaan aktivitas untuk tiap *resource* ditunjukkan pada kolom *start* dan *finish* sedangkan durasi kerja ditunjukkan pada label barchat.
b. *Resource usage* merupakan jumlah *resource* yang digunakan selama pelaksanaan aktivitas. Fluktuasi *resource* merupakan perbedaan *available resource* dengan *resource usage.*

Tabel 4.26 Rekapitulasi *resource* yang digunakan pada *singleline activity*

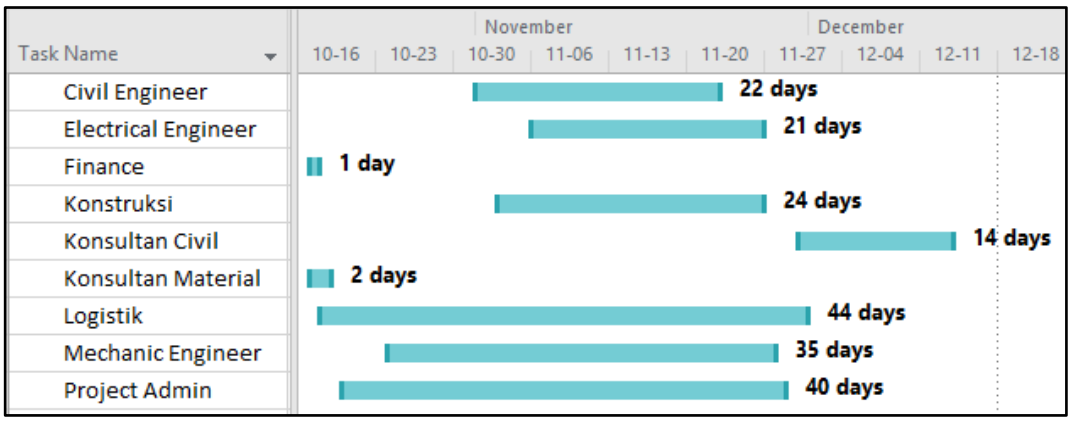
Resource	**Jumlah**	***Start***	***Finish***	***Available Resource***	***Resource usage***	**Fluktuasi**
Civil Engineer	2	`26-Okt-16	24-Nop-16	60	28	32
Electrical Engineer	4	31-Okt-16	28-Nop-16	116	25	91
Finance	2	17-Okt-16	17-Okt-16	2	2	0
Konstruksi	3	28-Okt-16	28-Nop-16	93	63	30
Konsultan Civil	1	3-Des-16	16-Des-16	14	14	0
Konsultan Material	1	17-Okt-16	18-Okt-16	2	2	0
Logistik	3	19-Okt-16	1-Des-16	141	106	35
Mechanic Engineer	8	24-Okt-16	30-Nop-16	304	126	178
Project Admin	1	19-Okt-16	17-Des-16	60	14	46
Project Coordinator	2	20-Okt-16	1-Des-16	86	24	62



Gambar 4.22 Rekapitulasi penggunaan *resource singleline activity*

Tabel 4.27 Rekapitulasi *resource* yang digunakan pada *multiring activity*

Resource	**Jumlah**	***Start***	***Finish***	***Available Resource***	***Resource usage***	**Fluktuasi**
Civil Engineer	2	1-Nop-16	22-Nop-16	44	24	20
Electrical Engineer	4	6-Nop-16	26-Nop-16	84	23	61
Finance	2	17-Okt-16	17-Okt-16	2	2	0
Konstruksi	3	3-Nop-16	26-Nop-16	72	54	18
Konsultan Civil	1	30-Nop-16	13-Des-16	14	14	0
Konsultan Material	1	17-Okt-16	18-Okt-16	2	2	0
Logistik	3	18-Okt-16	30-Nop-16	132	102	30
Mechanic Engineer	8	24-Okt-16	27-Nop-16	280	225	55
Project Admin	1	19-Okt-16	14-Des-16	57	25	32
Project Coordinator	2	20-Okt-16	28-Nop-16	80	36	44



Gambar 4.23 Rekapitulasi penggunaan *resource multiring activity*

Dengan memperhatikan tabel rekapitulasi *resource* menunjukkan beberapa *resource* memiliki fluktuasi. Semakin tinggi nilai fluktuasi suatu *resource* maka akan semakin banyak *delay activity* sehingga. Hal ini berpengaruh terhadap pemilihan metode *singleline* atau *multiring*.

Tabel 4.28 Perbandingan fluktuasi antara *singleline* dan *multiring*

Resource		**Fluktuasi**	
	Jumlah	***Singleline***	***Multiring***
Civil Engineer	2	32	20
Electrical Engineer	4	91	61
Finance	2	0	0
Konstruksi	3	30	18
Konsultan Civil	1	0	0
Konsultan Material	1	0	0
Logistik	3	35	30
Mechanic Engineer	8	178	55
Project Admin	1	46	32
Project Coordinator	2	62	44

Keterangan : warna merah menunjukkan fluktuasi yang lebih besar

Pada tabel 4.28 menunjukkan bahwa fluktuasi *resource* pada *singleline activity* lebih besar daripada *multiring* sehingga pemadatan alokasi *resource* lebih *optimal* digunakan di *multiring* daripada *singleline model*.

4.4. Analisa Penjadwalan

Analisa penjadwalan dilakukan berdasarkan hasil penjadwalan yaitu jadwal pelaksanaan dan alokasi *resource*. Dimana dari hasil penjadwalan akan dibandingkan antara model *singleline* atau *multiring* untuk mencari tahu model yang tepat untuk proyek pengembangan jaringan yang bersifat *point to point*.

Berdasarkan durasi penjadwalan baik dari *singleline* atau *multiring* menunjukkan adanya perbedaan durasi pengerjaan proyek. Pada *singleline* durasi pengerjaan adalah 62 hari dan *multiring* adalah 59 hari dari total 70 hari pengerjaan. Untuk jenis pengerjaan proyek yang bersifat simultan diperlukan durasi pengerjaan yang cepat agar meminimalisir terjadinya *slack* pada pengerjaan proyek. Dengan menggunakan *autoleveling resource*, penggunaan *resource* dapat ditekan sehingga pengerjaan berfokus di awal waktu sebagaimana hukum parkinson dimana menggunakan semua durasi tiap aktivitas untuk menyelesaikan aktivitas tersebut. Sehingga aktivitas non-kritis menjadi aktivitas kritis. Hal ini akan mengakibatkan tertundanya penyelesaian proyek bila terdapat keterlambatan pada aktivitas tersebut.

Dari segi alokasi *resource* terdapat fluktuasi antara *resource* yang tersedia dan *resource* yang digunakan pada penjadwalan. Fluktuasi terjadi karena tiap tipe pemancar memiliki aktivitas yang berbeda sehingga memerlukan kebutuhan *resource* yang berbeda. Fluktuasi ini juga menunjukkan bahwa semakin tinggi nilainya menunjukkan *delay activity* yang cenderung meningkat. Dengan demikian dari hasil perbandingan fluktuasi diketahui bahwa *multiring* lebih minim nilainya dibandingkan *singleline activity*. Sehingga dari segi alokasi *resource* model *multiring* tepat untuk digunakan sebagai model penjadwalan kritis.

4.5. Tinjauan Manajemen

Permasalahan yang terjadi dari proyek yang telah terlaksana berkaitan dengan ketersediaan *resource*, durasi aktivitas, *delay* yang terjadi sehingga menunda dan memperlambat aktivitas pekerjaan serta *multitasking*.

4.5.1. Ketersediaan *resource*

Dalam pelaksanaan penjadwalan sering terjadi penambahan dan pengurangan *resource* dalam jumlah besar secara mendadak. Hal ini terjadi karena jumlah *resource* disesuaikan dengan durasi proyek. *Critical chain* melakukan penjadwalan dengan *resource* yang bersifat terbatas. Dalam penjadwalan *critical chain*, durasi proyek disesuaikan dengan jumlah *resource* yang tersedia. Dalam penerapannya permasalahan pengurangan atau penambahan dapat dihindari. Berdasarkan ketersediaan *resource* dapat dilihat pada lampiran alokasi *resource* untuk masing-masing model penjadwalan.

4.5.2. Durasi aktivitas

Tiap unit kerja cenderung membuat durasi penjadwalan terlalu Panjang untuk mencegah keterlambatan. Hal ini berdampak pada konsumsi waktu dan *indirect cost* pada seluruh proyek. Dengan *critical chain* durasi penjadwalan bersifat optimis dan psimis. Optimis terjadi jika penjadwalan dapat diselesaikan sebelum *project buffer* sedangkan psimis adalah ketka proyek tertunda dilintas kritis. Untuk durasi aktivitas dapat dilihat pada lampiran akvitias di masing-masing titik baik secara *singleline* atau *multiring*. Durasi aktivitas tercepat dimiliki oleh *multiring* dengan lintasan kritis yang lebih banyak dari *sinlgeline activity*.

4.5.3. Antisipasi *delay*

Delay pada saat pelaksanaan penjadwalan dapat terjadi pada level aktivitas dan proyek. Dalam penjadwalan *critical chain* terdapat *feeding buffer* dan *project buffer*. *Feeding buffer* dan *project buffer* berfungsi untuk mencegah keterlambatan pada level aktivitas dan proyek. Berdasarkan hasil penjadwalan dapat dilihat pada lampiran penjadwalan di tiap titik pemancar dan hasil pengolahan *exepron* didapatkan *feeding buffer* dan *project buffer* yang dapat digunakan sebagi durasi toleransi keterlambatan pada sebuah aktivitas atau proyek.

4.5.4. *Student syndrome* dan *parkinson's law*

Student syndrome adalah kecenderungan untuk menunggu sampai aktivitas tersebut mendesak dilaksanakan sedangkan *Parkinson's law* adalah menggunakan semua durasi atau memperlambat penyelesaian aktivitas tersebut. Pada *critical chain* tidak terdapat *slack* pada tiap aktivitas sehingga tidak terjadi kedua hal ini. Adanya *slack* menyebabkan durasi aktivitas terkesan lama. Pada *critical chain*, *slack* akan terakumulasi dalam *critical chain buffer*. Sehingga permasalahan menunda dan memperlambat penyelesaian pekerjaan dapat dihindari.

4.5.5. *Multitasking*

Multitasking adalah pelaksanaan beberapa aktivitas proyek pada saat yang bersamaan dengan *resource* yang sama. pada penjadwalan yang telah dilakukan terdapat aktivitas *multitasking* yang dapat dikelola dengan baik. Dengan syarat kegiatan *multitasking* masih dalam satu aktivitas pengerjaan sehingga tidak membebeani *resource* dalam melakukan kegiatan.

4.6. Pembahasan Hasil Penjadwalan

Dari hasil penjadwalan yang berdasar pada durasi dan alokasi *resource* didapatkan hasil sebagai berikut.

a. Berdasarkan penjadwalan menggunaakan *singleline* didapatkan durasi proyek adalah 62 hari dengan sisa waktu 8 hari sedangkan *multiring* memiliki durasi 59 hari dengan sisa waktu 11 hari.
b. Jumlah *resource* yang digunakan dalam proyek tetap sama seperti sebelumnya baik setelah dijdwalkan menggunakan *critical chain ataupun tanpa proses penjadwalan*

c. Alokasi *resource* menunjukkan fluktuasi yang lebih kecil pada model *multiring* dibandingkan dengan *singleline*

d. Hasil penjadwalan sesuai dengan durasi pengembangan proyek yang telah dialokasikan selama 70 hari pengerjaan dimana mencakup 3 kegiatan utama yaitu Inisiasi, eksekusi, dan *closing* dan mencakup pembangunan di satu tower pusat, 3 BTS kecamatan, satu desa, dan 28 titik kecamatan yang tersebar di Kabupaten Bojonegoro.

Selanjutnya untuk mendapatkan hasil penjadwalan didapatkan berdasarkan pengolahan data dan teori penjadwalan. Perbandingan hasil pengolahan data dan penjadwalan teradap teori ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 4.29 Perbandingan teori dan pengolahan data

Teori			Hasil Pengolahan Data
1	*Scope proyek*	Memberikan informasi gambaran pelaksanaan proyek	Gambaran pelaksanaan proyek dijelaskan pada elemen *scope* proyek yaitu : *project objective, deliverable, milestone, technical requirements, limits and exclusions*
2	Prioritas penjadwalan	Prioritas penyelesaian proyek pemancar diperlukan karena bersifat multi proyek dengan *resource* yang terbatas	Prioritas proyek dengan menyusun aktivitas berdasarkan model aktivitasnya kemudian disusun prioritas penjadwalan berdasarkan urutan aktivitas yang telah disepakati sesuai dengan model aktivitas *multiring* atau *singleline*
3	Klarifikasi pemancar	Struktru, elemn, dan penempatan	Atribut klarifikasi berdasrkan kerangka acuan kerja. Digunakan untuk menentukan jenis pemancar yang kemudian digunakan untuk mencari tahu durasi dari tiap jenis pemancar
4	*Work Breakdown Structure*	Proses pembagian aktivitas proyek menjadi elemen kerja yang lebih kecil dan detail	Memiliki *ork package* sebagai elemen terkecil dengan informasi aktivitas, durasi, alokasi *resource*

Tabel 4.30 Perbandingan teori dan pengolahan data

Teori			Hasil Pengolahan Data
1	*Murphy's law*	*Delay* dapat terjadi pada aktivitas kritis dan non kritis. Sehingga penjadwalan harus bersifat optimis dan psimis	Durasi penjadwalan bersifat psimis dan optimis. Sifat optimis ketika terjadi *delay* pada lintas kritis sedangkan *optimis* ketika pekerjaan diselesaikan sebelum *project buffer*
2	*Resource counstrained scheduling*	Penjadwalan dengan *resource* yang terbatas dilakukan menggunakan *critical chain*	*Resource* yang tersedia dan diperlukan dalam penjadwalan memiliki jumlah terbatas sesuai dengan hasil pengolahan data
3	*Resource leveling*	Mencegah terjadinya *resource overload* namun menimbulkan leveling *delay* pada penjadwalan karena pergeseran aktivitas	Dilakukan dengan *auto leveling* pada MS project dan alokasi *support resource*

Tabel di atas menunjukkan hasil penjadwalan untuk mempertimbangkan model *singleline* atau *multiring* yang tepat digunakan sebagai proses *leason learned*. Dalam pengerjaan di lapangan sering dijumpai permasalahan penerapan penjadwalan yang ditinjau dari sisi: *resource*, durasi penjadwalan, biaya, factor tak terduga, dan *scope* proyek. Permasalahan inilah sebagai bahan pertimbangan ketika menerapkan model aktivitas yang akan digunakan dalam pengembangan proyek jaringan PtP.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

Setelah melakukan tahapan pengumpulan data, analisa data, penyusunan penjadwalan, dan membandingkan model penjadwalan maka dilakukan penarikan kesimpulan dan saran.

5.1. Kesimpulan

a. Durasi pengerjaan proyek pada kedua model memiliki jangka waktu yang berbeda. *Singleline* memiliki durasi 62 hari sedangkan *multiring* memiliki durasi 59 hari. Dari durasi proyek dapat ditentukan bahwa *multiring* memiliki durasi pelaksanaan proyek yang lebih cepat disbanding *singleline.*
b. Dari segi alokasi *resource* didapatkan nilai fluktuasi yaikni selisih antara *available resource* dengan *usage resource*. Dimana model *singleline* memiliki fluktuasi yang lebih besar dibandingkan dengan *multiring*. Sehingga untuk pengalokasian *resource multiring* lebih tepat digunakan karena pemadatan aktivitas lebih optimal karena dapat meminimalkan *delay activity* dan *resource*.

5.2. Saran

Dari kesimpulan tersebut dapat ditentukan bahwa model *multiring* adalah model yang tepat untuk diterapkan pada proyek pengembangan jaringan yang memiliki pusat dan bersifat *point to point* (PtP) dengan pertimbangan *multiring* memiliki durasi yang cepat dan pengalokasian *resource* yang dapat mengoptimalkan kerja baik dari segi *resource* itu sendiri yang tidak mengalami *delay* yang lama dan proyek yang segera terselesaikan.

~Halaman ini sengaja dikosongkan~

DAFTAR PUSTAKA

Carl Cook, Stephen. *Applying Critical Chain to Improve the Management of Uncertainty in Projects, B.S. Electrical Engineering, United States Naval Academy,* Massachusetts Institute of Technology.

Cook, Stephen Carl. 1998. *Applying Critical Chain to Improve Management of Uncertainty in Projects*.

Dilmaghani, Farhad. *Critical Chain Project Management* (CCPM) *at Bosch Security*.

Duffield, Stephen. 2004. *Application of a Systemic Lessons Learned Knowledge Model for Organisational Learning Through Projects*. Queensland:University of Queensland.

Duffield, Stephen. 2014. *Developing a systemic lessons learned knowledge model for organisational learning through projects*. Queensland:Springfield Campus.

Gershon, Mark. 2007. *Critical Chain Versus Critical Path in Project Management*.

Hijili, Firman. 2010. *Penjadwalan Aktivitas Perawatan Mesin Pesawat Jenis PT6A dengan Keterbatasan Tenaga Kerja Menggunakan Critical Chain Buffer Management dan Algoritma Brooks Studi Kasus PT. Merpati Maintenance Facility Surabaya*.

Irawan, I Putu Dodi. 2015. *Penjadwalan Multi Proyek Pembangunan Tower Pemancar PT. Smartfren Telecom di Surabaya Menggunakan Metode Critical Chain*.

Jacobs, D. 1997. *Introduction to Theory of Constraint* : *Project Management Application*. The Goldratt Institute, New Haven, CT.

Larson, Erik W dan Gray, Clifford F, *Project Management the Managerial Process fifth edition,* McGraw-Hill Companies, INC., New York

Masterson, Paul. 2005. *The Advantage and Disadvantage of Critical Chain Project Management (CCPM) versus Traditional Critical Path (CPM) based project management*.

Nurdewanto, Bambang. 2006. *Penjadwalan Proyek Pengembangan Software Secara Dinamis dan Multi Proyek dengan Pendekatan Heuristik.*

Parkinson, C.N. 1957. *Parkinson's Law*. The Riverside Press, Cambridge.

Rachmawati, Rini. 2010. *Penentuan Prioritas Proyek dan Perencanaan Project Crashing sebagai Dasar Pengambilan Keputusan untuk Menerima atau Menolak Proyek Sejunder Studi Kasus PT. Boma Bisma indra Pasuruan*.

Schneider Kamp, Peter. 2002. *An Analysis of Critical Chain Concepts in the Context of Their Possible Application to Traditional Project Management.*

Wardhana, Budiprasetia. 2007. *Penerapan Metode Rantai Kritis CCPM pada Pembangunan Jalan Tol Simpang Susun Waru Bandara Juanda*.

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Peta topologi jaringan PtP dan jenis pemancar

Lampiran 2 Tabel *single* proyek menggunakan exepron

Lampiran 3 Progress proyek *singleline activity* menggunakan MS project

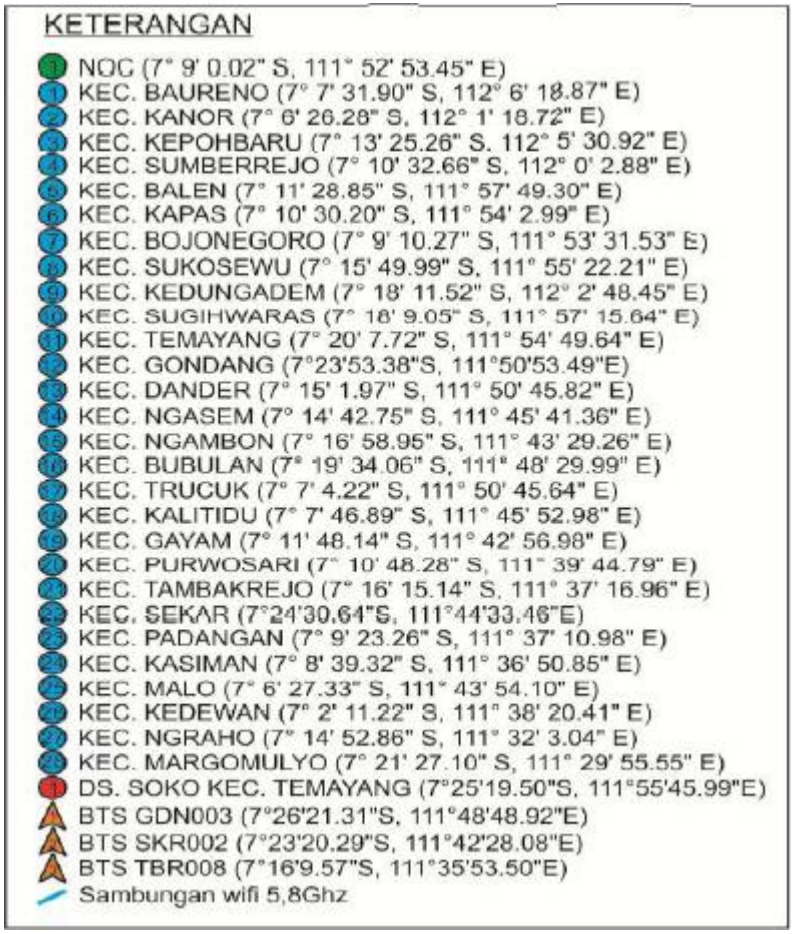
Lampiran 4 Progress proyek *multiring activity* menggunakan MS project

Lampiran 5 Alokasi *Resource Singleline Activity*

Lampiran 6 Alokasi *Resource Multiring Activity*

~Halaman ini sengaja dikosongkan~

Lampiran 1 : Peta Lokasi Pemancar



Keterangan jenis tower

Tower Pusat		**Titik Kecamatan**	
1	NOC	6	Kec. Kapas
Tower mini *existing*		7	Kec. Bojonegoro
1	Kec. Baureno	**Tower mini baru**	
2	Kec. Kanor	9	Kec. Kedungadem
3	Kec. Kepohbaru	11	Kec. Temayang
4	Kec. Sumberejo	12	Kec. Gondang
5	Kec. Balen	22	Kec. Sekar
8	Kec. Sukosewu	27	Kec. Ngraho
10	Kec. Sugihwaras	1	Ds. Soko, Temayang
13	Kec. Dander	*Collocation* (BTS)	
14	Kec. Ngasem	1	BTS Gondang
15	Kec. Ngambon	2	BTS Sekar
16	Kec. Bubulan	3	BTS Tambakrejo
17	Kec. Trucuk		
18	Kec. Kalitidu		
19	Kec. Gayam		
20	Kec. Purwosari		
21	Kec. Tambakrejo		
23	Kec. Padangan		
24	Kec. Kasiman		
25	Kec. Malo		
26	Kec. Kedewan		
28	Kec. Margomulyo		

Lampiran 2 Tabel *single* proyek menggunakan exepron

EXEPRON
COLLABORATIVE BUSINESS SOLUTION

EXEPRON v1.5.9.12

Inititation Planning

Task #	Task Name	Planned Duration	Remaining Duration	Resource Types	Predecessors	Successors
2	Purchase order and preparation	1	1	Finance(2)		3
3	Physical preparation	1	1	Logistik(3)	2	4
4	Internal and external administration	1	1	Project Admin(1)	3, 1	5
1	Technical preparation	2	2	Material Consultant(1)		4
5	Survey dan sosialisasi	7	7	Project Coordinator(1)	4	

Closing

Task #	Task Name	Planned Duration	Remaining Duration	Resource Types	Predecessors	Successors
21	Observation &cheklist with owner team	14	14	Civil Consultant(1), Material Consultant(1), Project Admin(1), Project Coordinator(2)		22
22	Acceptance test documentation and certificate	1	1	Project Admin(1), Project Coordinator(2)	21	

Tower pusat kritis

Task #	Task Name	Planned Duration	Remaining Duration	Resource Types	Predecessors	Successors
7	Delivery material dari pabrik	2	2	Logistik(2)		9, 17
9	Tower erection	3	3	Konstruksi(3)	7, 8	10, 12, 13, 16, 17
12	Instalasi dan konfigurasi PtP	4	4	Mecanic Engineer(4)	9, 11	18
18	Function test trial and error	2	2	Mecanic Engineer(2)	12, 13, 17	19
19	Finishing	1	1	Project Coordinator(1)	18, 10, 16	20
8	Base frame setting and anchor installation	2	2	Civil Engineer(2)		9
11	Delivery material warehouse	1	1	Logistik(2)		12, 13
17	Running text LED installation	3	3	Electrical Engineer(3)	7, 9	18
13	Instalasi dan konfigurasi router NOC	2	2	Mecanic Engineer(2)	9, 11	18
16	Tower grounding installation	2	2	Electrical Engineer(2)	9	19
10	Cleaning and painting	1	1	Konstruksi(3)	9	19
20	Documentation	1	1	Project Admin(1)	19	

Collocation kritis

Task #	Task Name	Planned Duration	Remaining Duration	Resource Types	Predecessors	Successors
11	Delivery material warehouse	1	1	Logistik(1)		14
14	Instalasi dan konfigurasi router	1	1	Mecanic Engineer(1)	11	18
18	Function test trial and error	1	1	Mecanic Engineer(2)	14, 12	19
19	Finishing	1	1	Project Coordinator(1)	18	20
12	Instalasi dan konfigurasi PtP	2	2	Mecanic Engineer(2)		18
20	Documentation	1	1	Project Admin(1)	19	

Titik kecamatan kritis

Task #	Task Name	Planned Duration	Remaining Duration	Resource Types	Predecessors	Successors
18	Function test trial and error	1	1	Mecanic Engineer(1)		20
15	Instalasi dan konfigurasi AP	1	1	Mecanic Engineer(1)		20
19	Finishing	1	1	Project Coordinator(1)		20
11	Delivery material warehouse	1	1	Logistik(1)		20
20	Documentation	1	1	Project Admin(1)	18, 15, 19, 11	

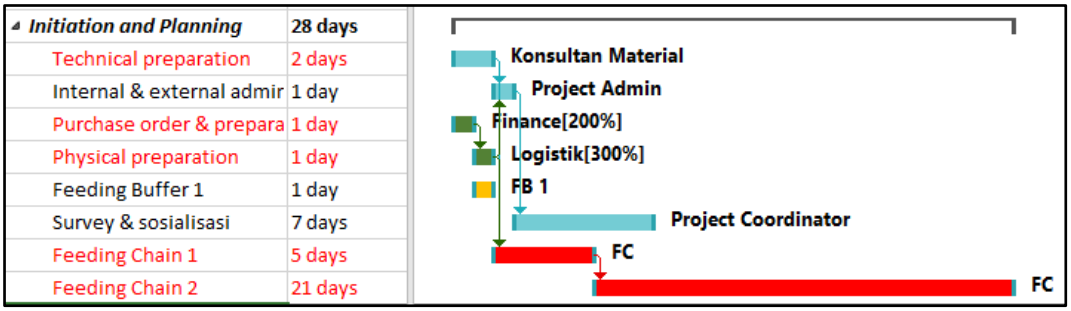
Tower Mini Baru kritis

Task #	Task Name	Planned Duration	Remaining Duration	Resource Types	Predecessors	Successors
8	Base frame setting & anchor installation	2	2	Civil Engineer(2)		9
9	Tower erection	2	2	Konstruksi(3)	8, 7	10, 12, 14, 15, 16
12	Instalasi dan konfigurasi PtP	2	2	Mecanic Engineer(2)	9, 11	18
18	Function test trial & error	1	1	Mecanic Engineer(2)	12, 14, 15	19
19	Finishing	1	1	Project Coordinator(1)	18, 10, 16	20
7	Delivery material (dari pabrik & distributor)	1	1	Logistik(1)		9
11	Delivery material (dari warehouse)	1	1	Logistik(1)		12, 14, 15
14	Instalasi dan konfigurasi router	1	1	Mecanic Engineer(1)	9, 11	18
15	Instalasi dan konfigurasi Access Point	1	1	Mecanic Engineer(1)	9, 11	18
10	Cleaning & painting	1	1	Konstruksi(3)	9	19
16	Tower grounding instalation	1	1	Electrical Engineer(2)	9	19
20	Documentation	1	1	Project Admin(1)	19	

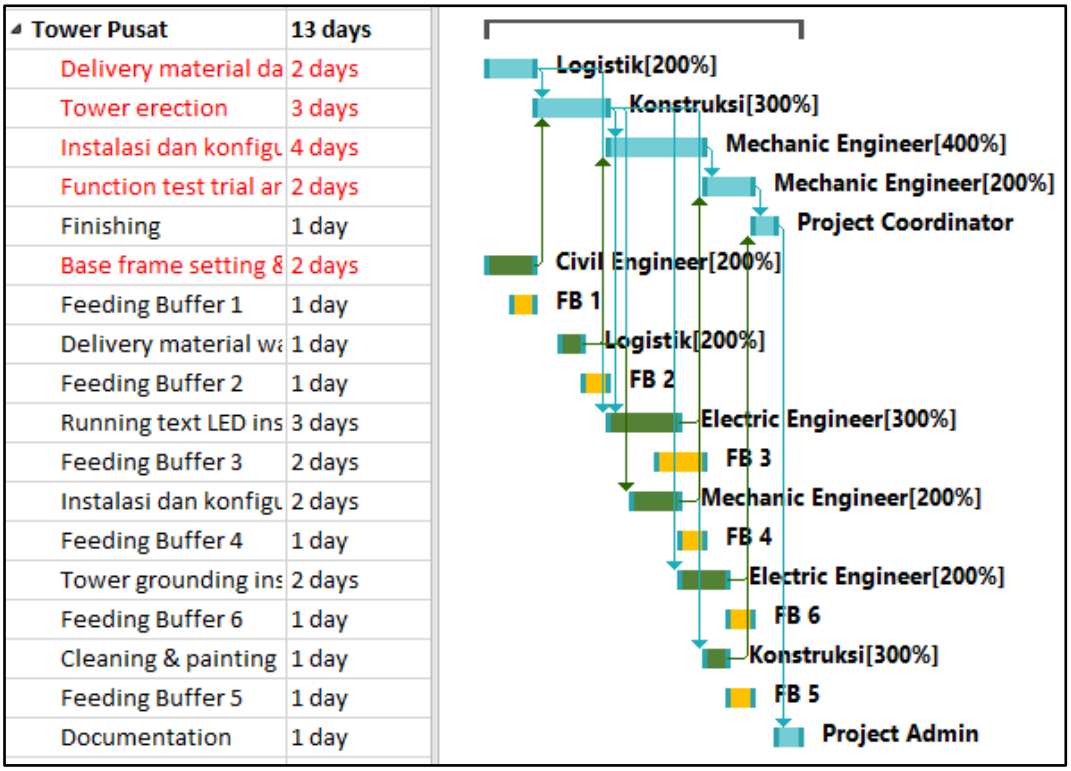
Tower mini existing kritis

Task #	Task Name	Planned Duration	Remaining Duration	Resource Types	Predecessors	Successors
12	Instalasi dan konfigurasi PtP	2	2	Mecanic Engineer(2)		18
18	Function test trial and error	1	1	Mecanic Engineer(2)	12, 14, 15	19
19	Finishing	1	1	Project Coordinator(1)	18	20
11	Delivery material warehouse	1	1	Logistik(1)		14, 15
15	Instalasi dan konfigurasi AP	1	1	Mecanic Engineer(1)	11	18
14	Instalasi dan konfigurasi router	1	1	Mecanic Engineer(1)	11	18
20	Documentation	1	1	Project Admin(1)	19	

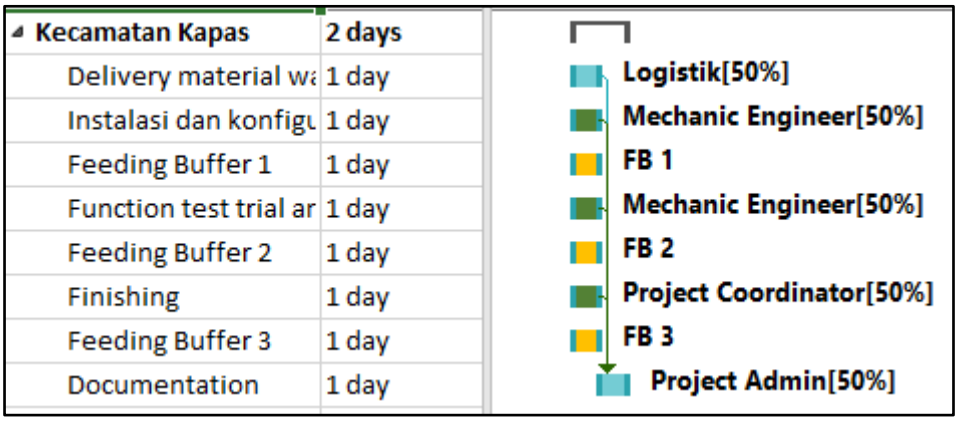
Lampiran 3 Progress proyek *singleline activity* menggunakan MS project



Initiation and Planning	28 days
Technical preparation	2 days
Internal & external admir	1 day
Purchase order & prepara	1 day
Physical preparation	1 day
Feeding Buffer 1	1 day
Survey & sosialisasi	7 days
Feeding Chain 1	5 days
Feeding Chain 2	21 days

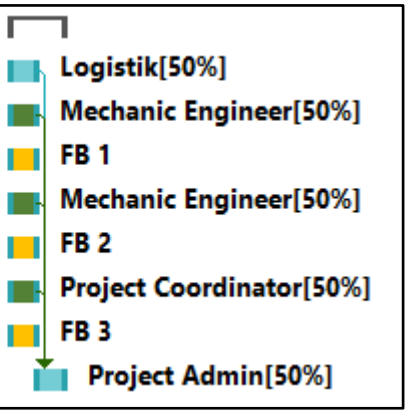


Tower Pusat	13 days
Delivery material da	2 days
Tower erection	3 days
Instalasi dan konfigu	4 days
Function test trial ar	2 days
Finishing	1 day
Base frame setting &	2 days
Feeding Buffer 1	1 day
Delivery material wa	1 day
Feeding Buffer 2	1 day
Running text LED ins	3 days
Feeding Buffer 3	2 days
Instalasi dan konfigu	2 days
Feeding Buffer 4	1 day
Tower grounding ins	2 days
Feeding Buffer 6	1 day
Cleaning & painting	1 day
Feeding Buffer 5	1 day
Documentation	1 day

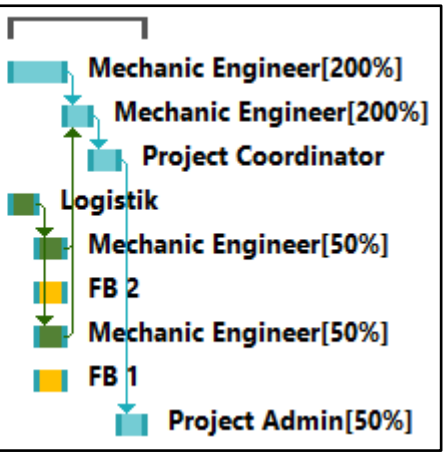


Kecamatan Kapas	2 days
Delivery material wa	1 day
Instalasi dan konfigu	1 day
Feeding Buffer 1	1 day
Function test trial ar	1 day
Feeding Buffer 2	1 day
Finishing	1 day
Feeding Buffer 3	1 day
Documentation	1 day

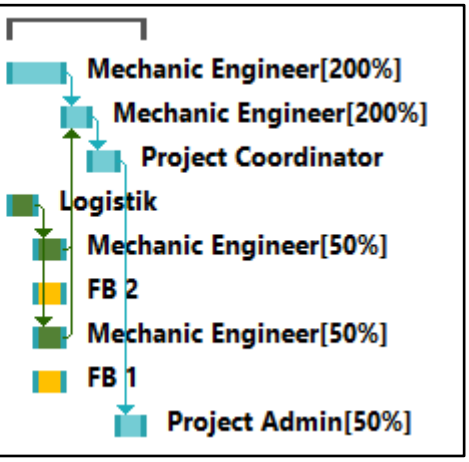
Kecamatan Bojonegorc	2 days
Delivery material wa	1 day
Instalasi dan konfigu	1 day
Feeding Buffer 1	1 day
Function test trial ar	1 day
Feeding Buffer 2	1 day
Finishing	1 day
Feeding Buffer 3	1 day
Documentation	1 day



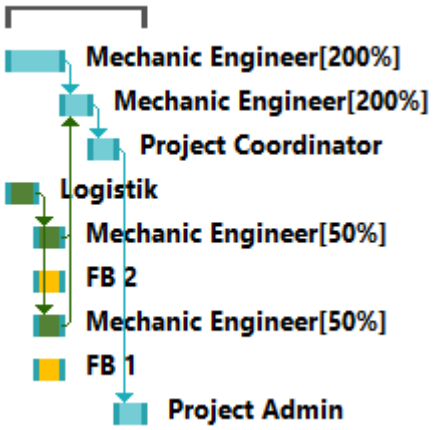
Kecamatan Trucuk	5 days
Instalasi dan konfigurasi PtP	2 days
Function test trial and error	1 day
Finishing	1 day
Delivery material warehouse	1 day
Instalasi dan konfigurasi AP	1 day
Feeding Buffer 2	1 day
Instalasi dan konfigurasi router	1 day
Feeding Buffer 1	1 day
Documentation	1 day



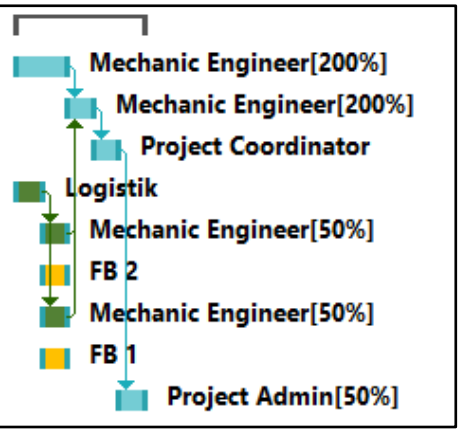
Kecamatan Balen	5 days
Instalasi dan konfigurasi PtP	2 days
Function test trial and error	1 day
Finishing	1 day
Delivery material warehouse	1 day
Instalasi dan konfigurasi AP	1 day
Feeding Buffer 2	1 day
Instalasi dan konfigurasi router	1 day
Feeding Buffer 1	1 day
Documentation	1 day



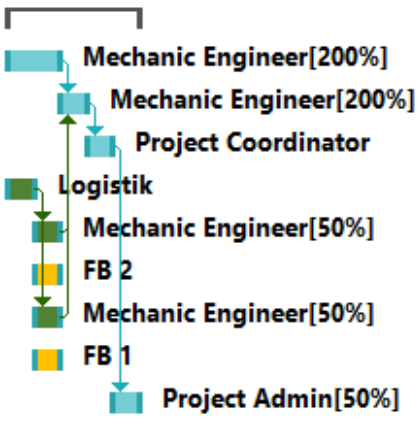
Kecamatan Sumberejo	5 days
Instalasi dan konfigurasi PtP	2 days
Function test trial and error	1 day
Finishing	1 day
Delivery material warehouse	1 day
Instalasi dan konfigurasi AP	1 day
Feeding Buffer 2	1 day
Instalasi dan konfigurasi router	1 day
Feeding Buffer 1	1 day
Documentation	1 day



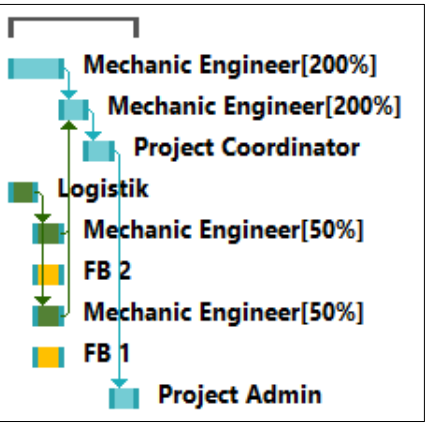
Kecamatan Kanor	5 days
Instalasi dan konfigurasi PtP	2 days
Function test trial and error	1 day
Finishing	1 day
Delivery material warehouse	1 day
Instalasi dan konfigurasi AP	1 day
Feeding Buffer 2	1 day
Instalasi dan konfigurasi router	1 day
Feeding Buffer 1	1 day
Documentation	1 day



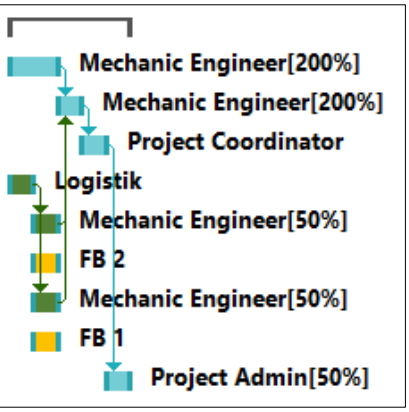
Kecamatan Baureno	5 days
Instalasi dan konfigurasi PtP	2 days
Function test trial and error	1 day
Finishing	1 day
Delivery material warehouse	1 day
Instalasi dan konfigurasi AP	1 day
Feeding Buffer 2	1 day
Instalasi dan konfigurasi router	1 day
Feeding Buffer 1	1 day
Documentation	1 day



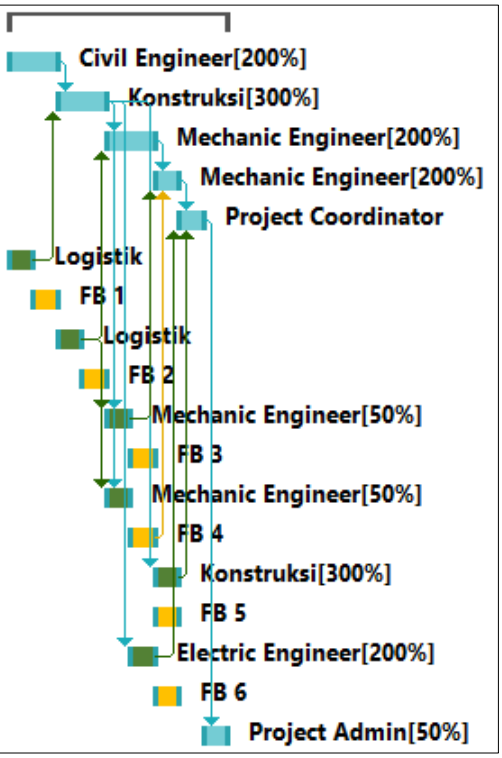
Kecamatan Kepohbaru	5 days
Instalasi dan konfigurasi PtP	2 days
Function test trial and error	1 day
Finishing	1 day
Delivery material warehouse	1 day
Instalasi dan konfigurasi AP	1 day
Feeding Buffer 2	1 day
Instalasi dan konfigurasi router	1 day
Feeding Buffer 1	1 day
Documentation	1 day



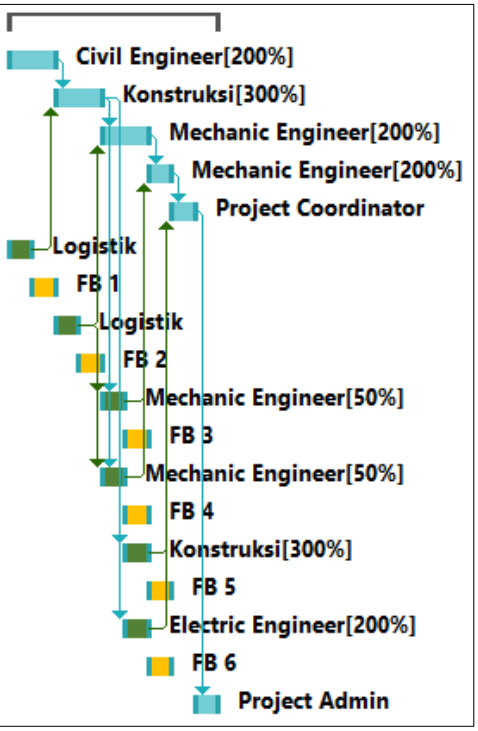
Kecamatan Sukosewu	5 days
Instalasi dan konfigurasi PtP	2 days
Function test trial and error	1 day
Finishing	1 day
Delivery material warehouse	1 day
Instalasi dan konfigurasi AP	1 day
Feeding Buffer 2	1 day
Instalasi dan konfigurasi router	1 day
Feeding Buffer 1	1 day
Documentation	1 day



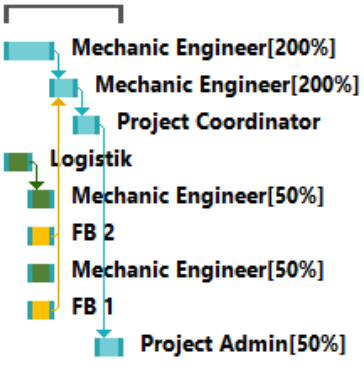
Kecamatan Kedungadem	9 days
Base frame setting & anchor in:	2 days
Tower erection	2 days
Instalasi dan konfigurasi PtP	2 days
Function test trial & error	1 day
Finishing	1 day
Delivery material dari pabrik	1 day
Feeding Buffer 1	1 day
Delivery material warehouse	1 day
Feeding Buffer 2	1 day
Instalasi dan konfigurasi router	1 day
Feeding Buffer 3	1 day
Instalasi dan konfigurasi AP	1 day
Feeding Buffer 4	1 day
Cleaning & painting	1 day
Feeding Buffer 5	1 day
Tower grounding instalation	1 day
Feeding Buffer 6	1 day
Documentation	1 day



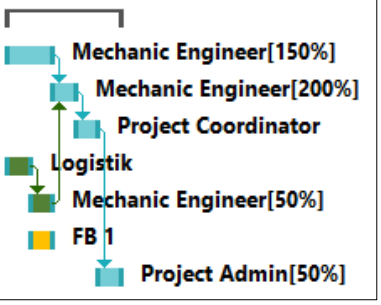
Kecamatan Temayang	9 days
Base frame setting & anchor in:	2 days
Tower erection	2 days
Instalasi dan konfigurasi PtP	2 days
Function test trial & error	1 day
Finishing	1 day
Delivery material dari pabrik	1 day
Feeding Buffer 1	1 day
Delivery material warehouse	1 day
Feeding Buffer 2	1 day
Instalasi dan konfigurasi router	1 day
Feeding Buffer 3	1 day
Instalasi dan konfigurasi AP	1 day
Feeding Buffer 4	1 day
Cleaning & painting	1 day
Feeding Buffer 5	1 day
Tower grounding instalation	1 day
Feeding Buffer 6	1 day
Documentation	1 day



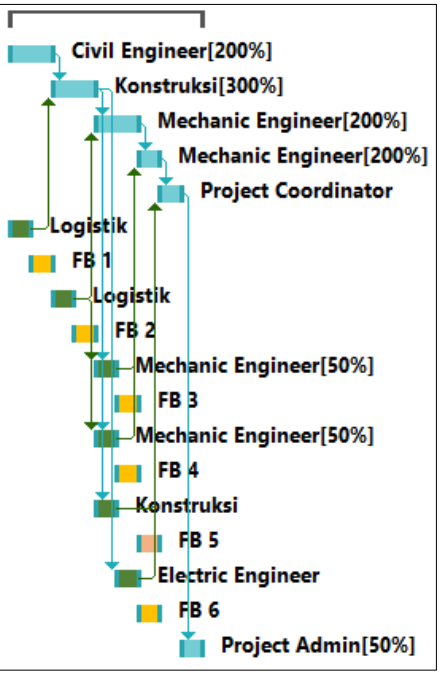
Kecamatan Sugihwaras	5 days
Instalasi dan konfigurasi PtP	2 days
Function test trial and error	1 day
Finishing	1 day
Delivery material warehouse	1 day
Instalasi dan konfigurasi AP	1 day
Feeding Buffer 2	1 day
Instalasi dan konfigurasi router	1 day
Feeding Buffer 1	1 day
Documentation	1 day



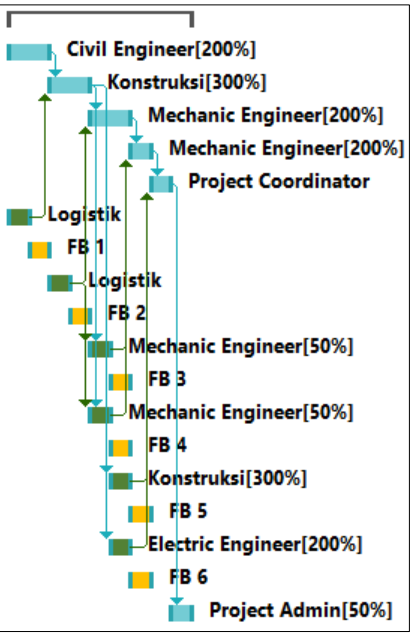
BTS Gondang	5 days
Instalasi dan konfigurasi PtP	2 days
Function test trial and error	1 day
Finishing	1 day
Delivery material warehouse	1 day
Instalasi dan konfigurasi router	1 day
Feeding Buffer 1	1 day
Documentation	1 day



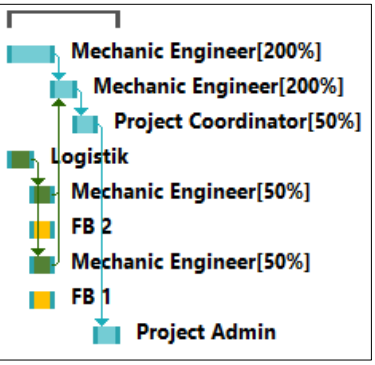
Desa Soko, Temayang	9 days
Base frame setting & anchor in:	2 days
Tower erection	2 days
Instalasi dan konfigurasi PtP	2 days
Function test trial & error	1 day
Finishing	1 day
Delivery material dari pabrik	1 day
Feeding Buffer 1	1 day
Delivery material warehouse	1 day
Feeding Buffer 2	1 day
Instalasi dan konfigurasi router	1 day
Feeding Buffer 3	1 day
Instalasi dan konfigurasi AP	1 day
Feeding Buffer 4	1 day
Cleaning & painting	1 day
Feeding Buffer 5	1 day
Tower grounding instalation	1 day
Feeding Buffer 6	1 day
Documentation	1 day



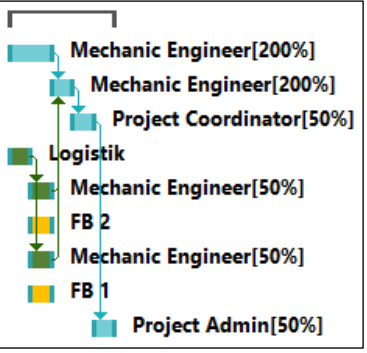
Kecamatan Gondang	9 days
Base frame setting & anchor in:	2 days
Tower erection	2 days
Instalasi dan konfigurasi PtP	2 days
Function test trial & error	1 day
Finishing	1 day
Delivery material dari pabrik	1 day
Feeding Buffer 1	1 day
Delivery material warehouse	1 day
Feeding Buffer 2	1 day
Instalasi dan konfigurasi router	1 day
Feeding Buffer 3	1 day
Instalasi dan konfigurasi AP	1 day
Feeding Buffer 4	1 day
Cleaning & painting	1 day
Feeding Buffer 5	1 day
Tower grounding instalation	1 day
Feeding Buffer 6	1 day
Documentation	1 day



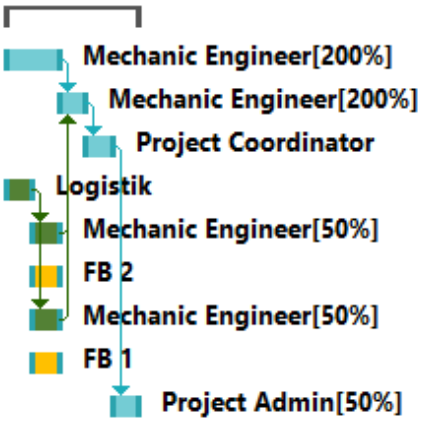
Kecamatan Dander	5 days
Instalasi dan konfigurasi PtP	2 days
Function test trial and error	1 day
Finishing	1 day
Delivery material warehouse	1 day
Instalasi dan konfigurasi AP	1 day
Feeding Buffer 2	1 day
Instalasi dan konfigurasi router	1 day
Feeding Buffer 1	1 day
Documentation	1 day



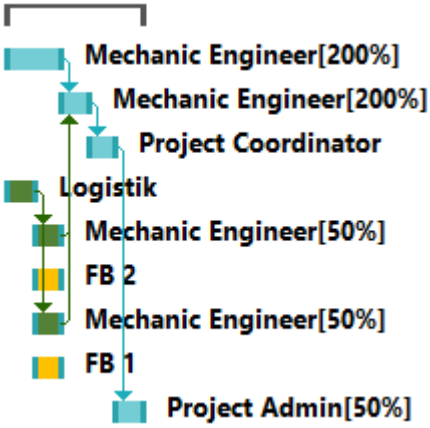
Kecamatan Bubulan	5 days
Instalasi dan konfigurasi PtP	2 days
Function test trial and error	1 day
Finishing	1 day
Delivery material warehouse	1 day
Instalasi dan konfigurasi AP	1 day
Feeding Buffer 2	1 day
Instalasi dan konfigurasi router	1 day
Feeding Buffer 1	1 day
Documentation	1 day



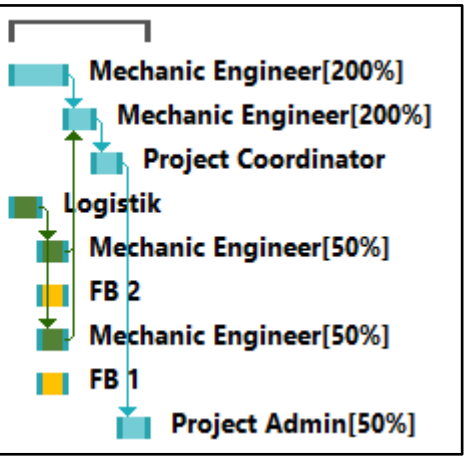
Kecamatan Ngasem	5 days
Instalasi dan konfigurasi PtP	2 days
Function test trial and error	1 day
Finishing	1 day
Delivery material warehouse	1 day
Instalasi dan konfigurasi AP	1 day
Feeding Buffer 2	1 day
Instalasi dan konfigurasi router	1 day
Feeding Buffer 1	1 day
Documentation	1 day



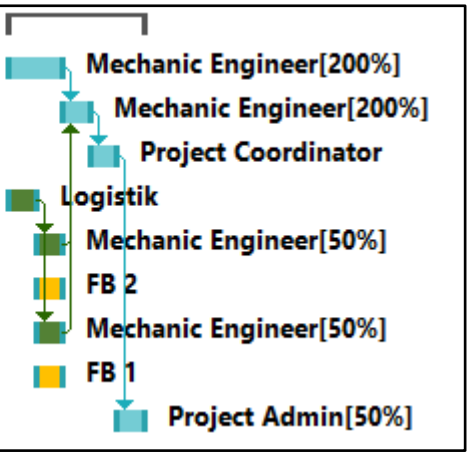
Kecamatan Ngambon	5 days
Instalasi dan konfigurasi PtP	2 days
Function test trial and error	1 day
Finishing	1 day
Delivery material warehouse	1 day
Instalasi dan konfigurasi AP	1 day
Feeding Buffer 2	1 day
Instalasi dan konfigurasi router	1 day
Feeding Buffer 1	1 day
Documentation	1 day



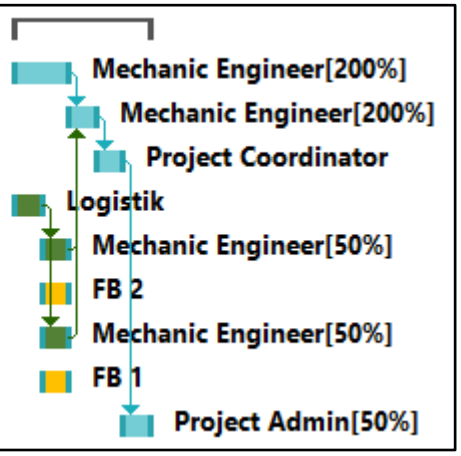
Kecamatan Kalitidu	5 days
Instalasi dan konfigurasi PtP	2 days
Function test trial and error	1 day
Finishing	1 day
Delivery material warehouse	1 day
Instalasi dan konfigurasi AP	1 day
Feeding Buffer 2	1 day
Instalasi dan konfigurasi router	1 day
Feeding Buffer 1	1 day
Documentation	1 day



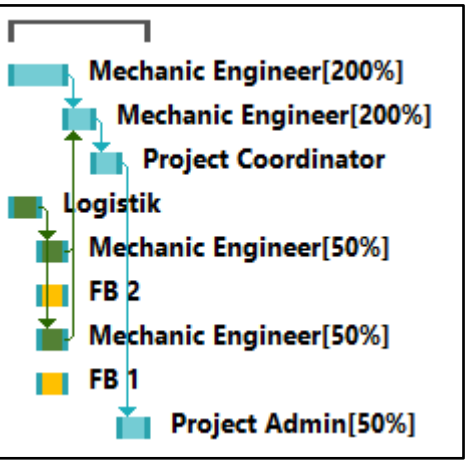
Kecamatan Gayam	5 days
Instalasi dan konfigurasi PtP	2 days
Function test trial and error	1 day
Finishing	1 day
Delivery material warehouse	1 day
Instalasi dan konfigurasi AP	1 day
Feeding Buffer 2	1 day
Instalasi dan konfigurasi router	1 day
Feeding Buffer 1	1 day
Documentation	1 day



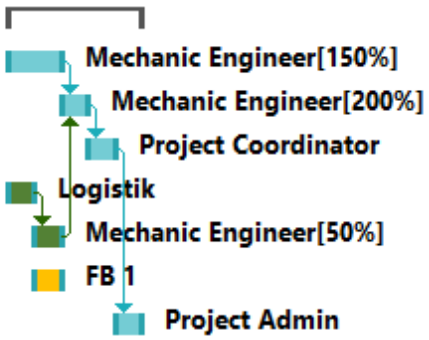
Kecamatan Purwosari	5 days
Instalasi dan konfigurasi PtP	2 days
Function test trial and error	1 day
Finishing	1 day
Delivery material warehouse	1 day
Instalasi dan konfigurasi AP	1 day
Feeding Buffer 2	1 day
Instalasi dan konfigurasi router	1 day
Feeding Buffer 1	1 day
Documentation	1 day



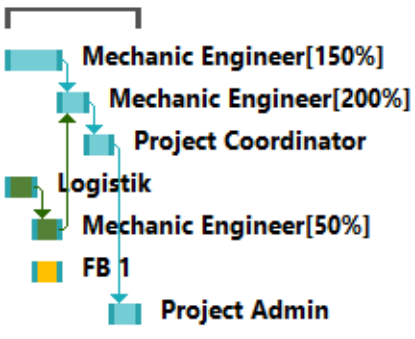
Kecamatan Tambakrejo	5 days
Instalasi dan konfigurasi PtP	2 days
Function test trial and error	1 day
Finishing	1 day
Delivery material warehouse	1 day
Instalasi dan konfigurasi AP	1 day
Feeding Buffer 2	1 day
Instalasi dan konfigurasi router	1 day
Feeding Buffer 1	1 day
Documentation	1 day



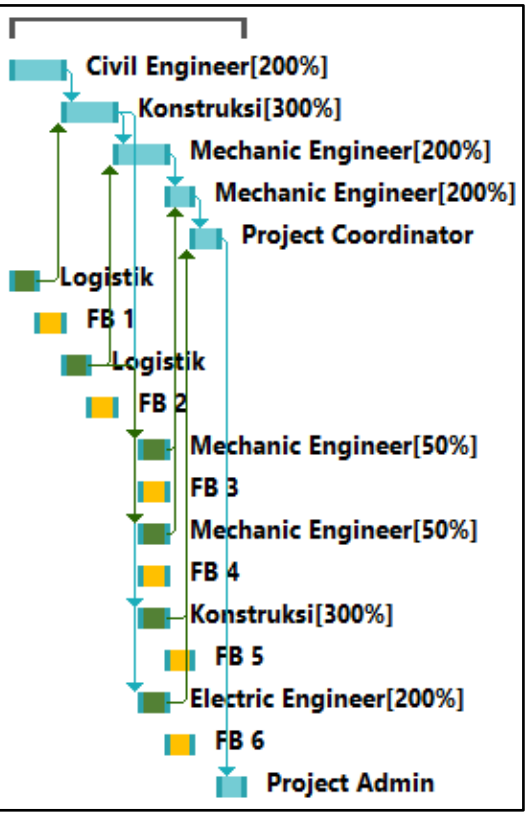
BTS Tambakrejo	5 days
Instalasi dan konfigurasi PtP	2 days
Function test trial and error	1 day
Finishing	1 day
Delivery material warehouse	1 day
Instalasi dan konfigurasi router	1 day
Feeding Buffer 1	1 day
Documentation	1 day



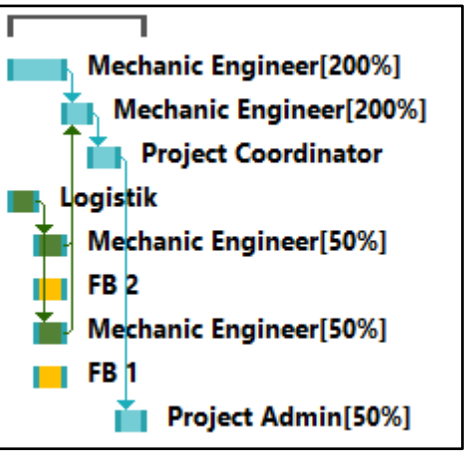
BTS Sekar	5 days
Instalasi dan konfigurasi PtP	2 days
Function test trial and error	1 day
Finishing	1 day
Delivery material warehouse	1 day
Instalasi dan konfigurasi router	1 day
Feeding Buffer 1	1 day
Documentation	1 day



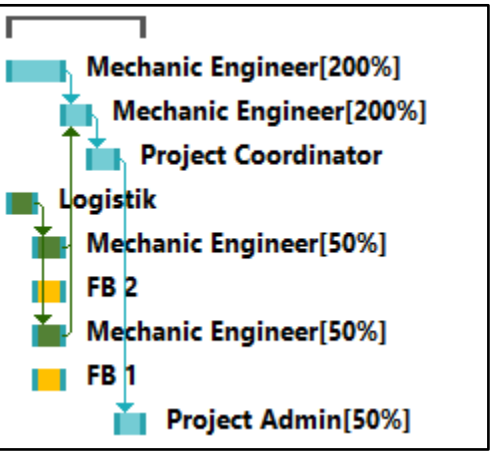
Kecamatan Sekar	9 days
Base frame setting & anchor in:	2 days
Tower erection	2 days
Instalasi dan konfigurasi PtP	2 days
Function test trial & error	1 day
Finishing	1 day
Delivery material dari pabrik	1 day
Feeding Buffer 1	1 day
Delivery material warehouse	1 day
Feeding Buffer 2	1 day
Instalasi dan konfigurasi router	1 day
Feeding Buffer 3	1 day
Instalasi dan konfigurasi AP	1 day
Feeding Buffer 4	1 day
Cleaning & painting	1 day
Feeding Buffer 5	1 day
Tower grounding instalation	1 day
Feeding Buffer 6	1 day
Documentation	1 day



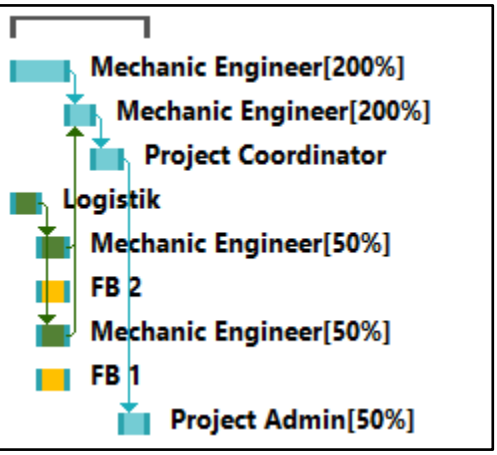
Kecamatan Malo	5 days
Instalasi dan konfigurasi PtP	2 days
Function test trial and error	1 day
Finishing	1 day
Delivery material warehouse	1 day
Instalasi dan konfigurasi AP	1 day
Feeding Buffer 2	1 day
Instalasi dan konfigurasi router	1 day
Feeding Buffer 1	1 day
Documentation	1 day



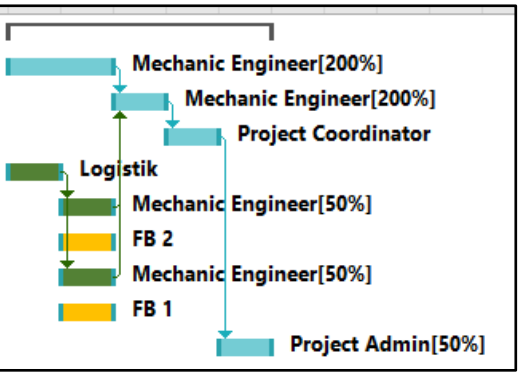
Kecamatan Padangan	5 days
Instalasi dan konfigurasi PtP	2 days
Function test trial and error	1 day
Finishing	1 day
Delivery material warehouse	1 day
Instalasi dan konfigurasi AP	1 day
Feeding Buffer 2	1 day
Instalasi dan konfigurasi router	1 day
Feeding Buffer 1	1 day
Documentation	1 day



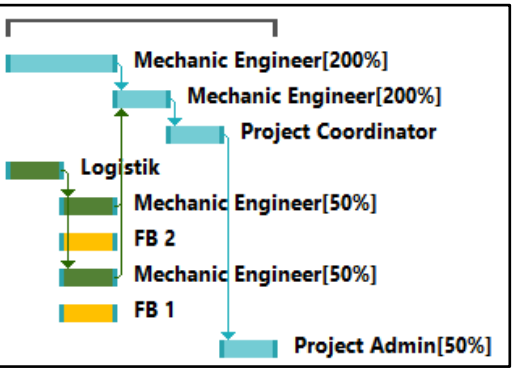
Kecamatan Padangan	5 days
Instalasi dan konfigurasi PtP	2 days
Function test trial and error	1 day
Finishing	1 day
Delivery material warehouse	1 day
Instalasi dan konfigurasi AP	1 day
Feeding Buffer 2	1 day
Instalasi dan konfigurasi router	1 day
Feeding Buffer 1	1 day
Documentation	1 day



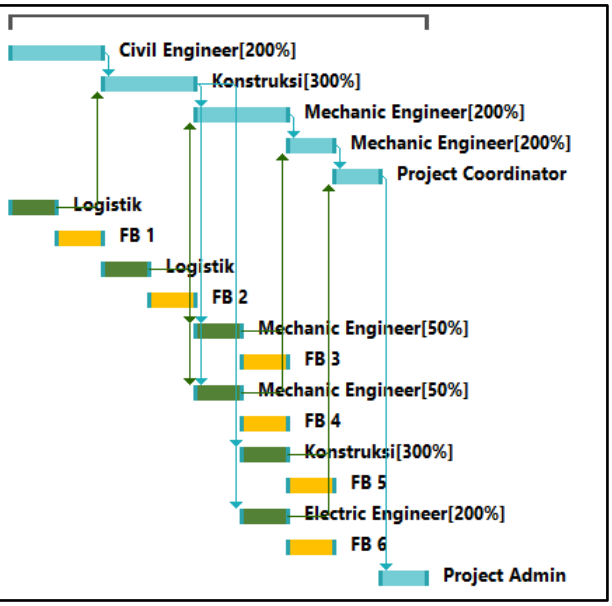
Kecamatan Kedewan	5 days
Instalasi dan konfigurasi PtP	2 days
Function test trial and error	1 day
Finishing	1 day
Delivery material warehouse	1 day
Instalasi dan konfigurasi AP	1 day
Feeding Buffer 2	1 day
Instalasi dan konfigurasi router	1 day
Feeding Buffer 1	1 day
Documentation	1 day



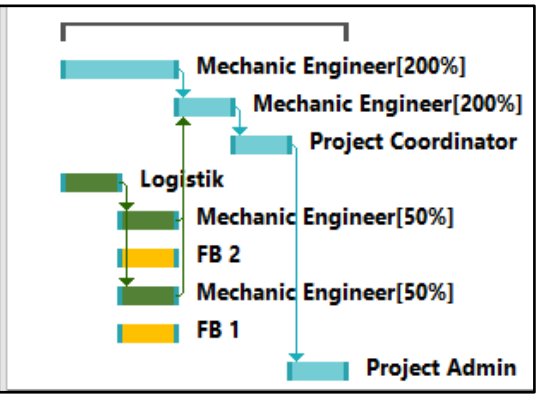
Kecamatan Kasiman	5 days
Instalasi dan konfigurasi PtP	2 days
Function test trial and error	1 day
Finishing	1 day
Delivery material warehouse	1 day
Instalasi dan konfigurasi AP	1 day
Feeding Buffer 2	1 day
Instalasi dan konfigurasi router	1 day
Feeding Buffer 1	1 day
Documentation	1 day



Kecamatan Ngraho	9 days
Base frame setting & anchor in:	2 days
Tower erection	2 days
Instalasi dan konfigurasi PtP	2 days
Function test trial & error	1 day
Finishing	1 day
Delivery material dari pabrik	1 day
Feeding Buffer 1	1 day
Delivery material warehouse	1 day
Feeding Buffer 2	1 day
Instalasi dan konfigurasi router	1 day
Feeding Buffer 3	1 day
Instalasi dan konfigurasi AP	1 day
Feeding Buffer 4	1 day
Cleaning & painting	1 day
Feeding Buffer 5	1 day
Tower grounding instalation	1 day
Feeding Buffer 6	1 day
Documentation	1 day



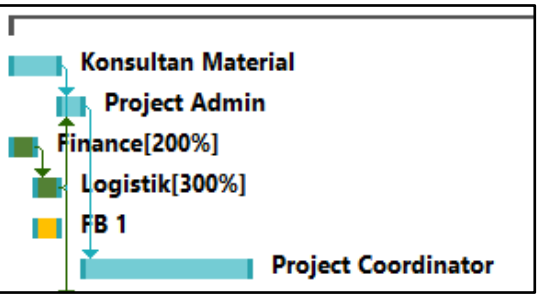
Kecamatan Margomulyo	5 days
Instalasi dan konfigurasi PtP	2 days
Function test trial and error	1 day
Finishing	1 day
Delivery material warehouse	1 day
Instalasi dan konfigurasi AP	1 day
Feeding Buffer 2	1 day
Instalasi dan konfigurasi router	1 day
Feeding Buffer 1	1 day
Documentation	1 day



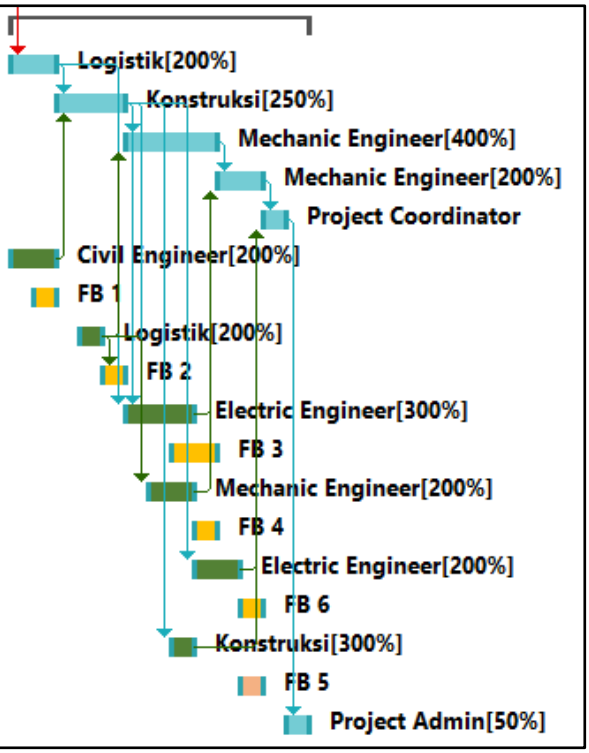
Closing	15 days
Observation & checklist with owner	14 days
Acceptance test documentation & se	1 day

Lampiran 4 Progress proyek *multiring activity* menggunakan MS project

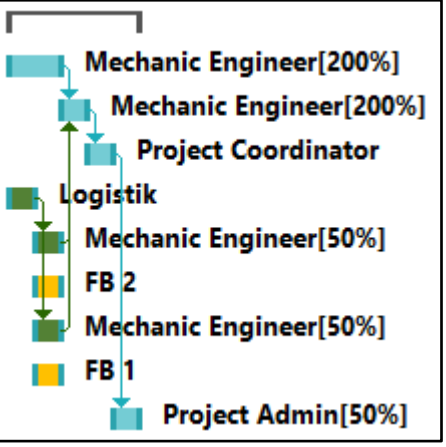
Initiation & Planning	**28 days**
Technical preparation	2 days
Internal & external adm	1 day
Purchase order & prepa	1 day
Physical preparation	1 day
Feeding Buffer 1	1 day
Survey & sosialisasi	7 days



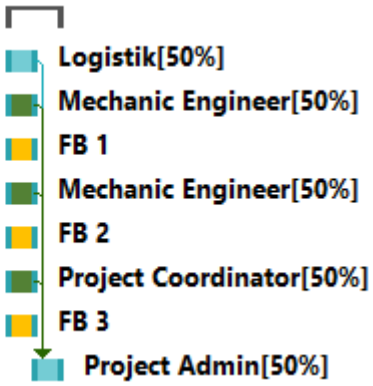
Tower Pusat	**13 days**
Delivery material	2 days
Tower erection	3 days
Instalasi dan konfi	4 days
Function test trial	2 days
Finishing	1 day
Base frame setting	2 days
Feeding Buffer 1	1 day
Delivery material	1 day
Feeding Buffer 2	1 day
Running text LED i	3 days
Feeding Buffer 3	2 days
Instalasi dan konfi	2 days
Feeding Buffer 4	1 day
Tower grounding i	2 days
Feeding Buffer 6	1 day
Cleaning & paintin	1 day
Feeding Buffer 5	1 day
Documentation	1 day



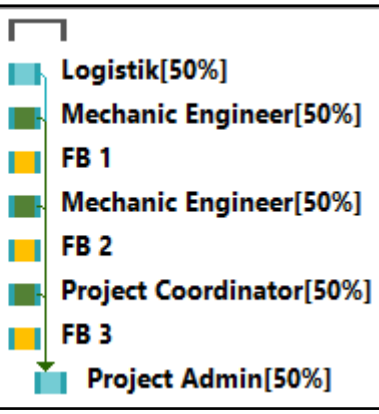
Kecamatan Balen	**5 days**
Instalasi dan konfi	2 days
Function test trial	1 day
Finishing	1 day
Delivery material	1 day
Instalasi dan konfi	1 day
Feeding Buffer 2	1 day
Instalasi dan konfi	1 day
Feeding Buffer 1	1 day
Documentation	1 day



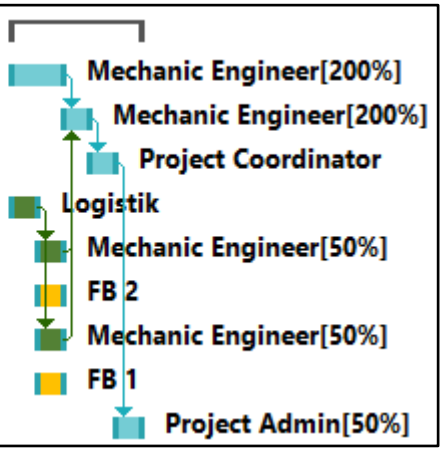
Kecamatan Kapas	**2 days**
Delivery material	1 day
Instalasi dan konfi	1 day
Feeding Buffer 1	1 day
Function test trial	1 day
Feeding Buffer 2	1 day
Finishing	1 day
Feeding Buffer 3	1 day
Documentation	1 day



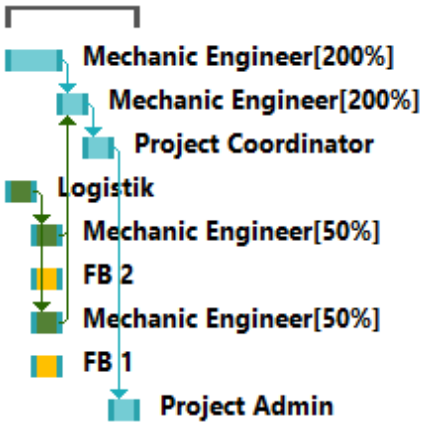
Kecamatan Bojonego	**2 days**
Delivery material	1 day
Instalasi dan konfi	1 day
Feeding Buffer 1	1 day
Function test trial	1 day
Feeding Buffer 2	1 day
Finishing	1 day
Feeding Buffer 3	1 day
Documentation	1 day



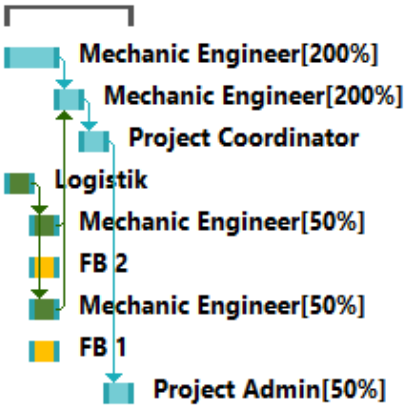
Kecamatan Trucuk	**5 days**
Instalasi dan konfi	2 days
Function test trial	1 day
Finishing	1 day
Delivery material	1 day
Instalasi dan konfi	1 day
Feeding Buffer 2	1 day
Instalasi dan konfi	1 day
Feeding Buffer 1	1 day
Documentation	1 day



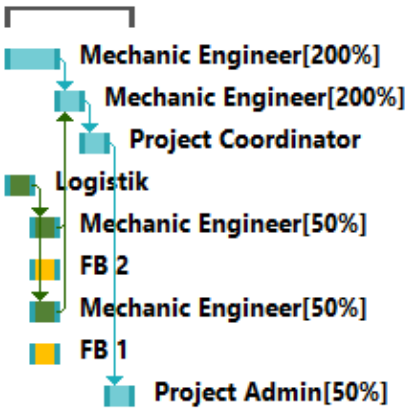
Kecamatan Sumberejo	5 days
Instalasi dan konfigurasi PtP	2 days
Function test trial and error	1 day
Finishing	1 day
Delivery material warehouse	1 day
Instalasi dan konfigurasi AP	1 day
Feeding Buffer 2	1 day
Instalasi dan konfigurasi router	1 day
Feeding Buffer 1	1 day
Documentation	1 day



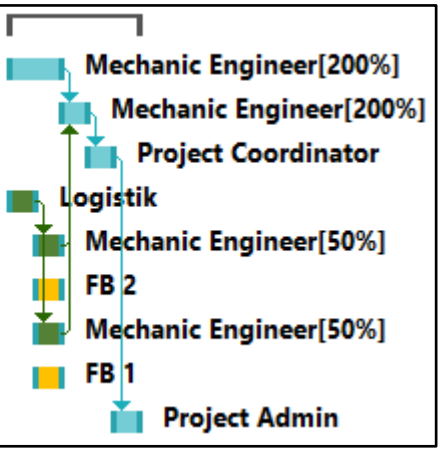
Kecamatan Sukosewu	5 days
Instalasi dan konfigurasi PtP	2 days
Function test trial and error	1 day
Finishing	1 day
Delivery material warehouse	1 day
Instalasi dan konfigurasi AP	1 day
Feeding Buffer 2	1 day
Instalasi dan konfigurasi router	1 day
Feeding Buffer 1	1 day
Documentation	1 day



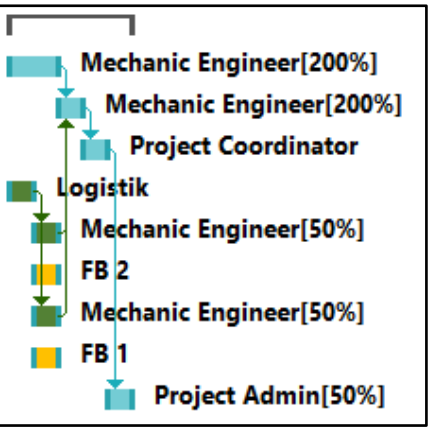
Kecamatan Dander	5 days
Instalasi dan konfigurasi PtP	2 days
Function test trial and error	1 day
Finishing	1 day
Delivery material warehouse	1 day
Instalasi dan konfigurasi AP	1 day
Feeding Buffer 2	1 day
Instalasi dan konfigurasi router	1 day
Feeding Buffer 1	1 day
Documentation	1 day



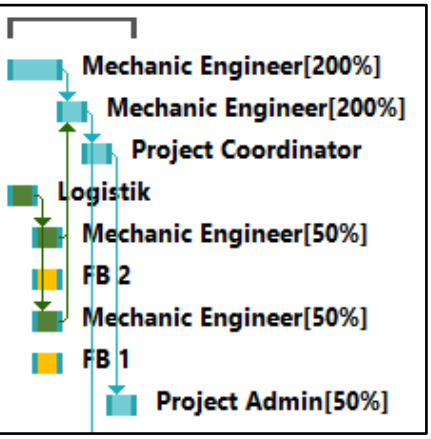
Kecamatan Kalitidu	5 days
Instalasi dan konfigurasi PtP	2 days
Function test trial and error	1 day
Finishing	1 day
Delivery material warehouse	1 day
Instalasi dan konfigurasi AP	1 day
Feeding Buffer 2	1 day
Instalasi dan konfigurasi router	1 day
Feeding Buffer 1	1 day
Documentation	1 day



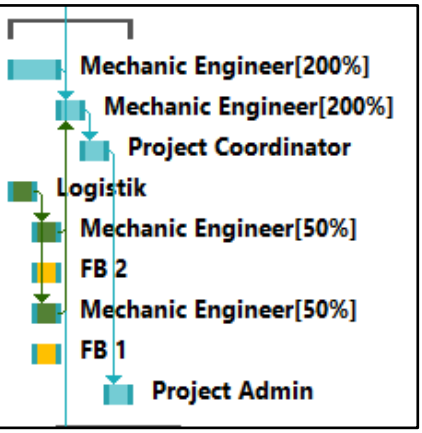
Kecamatan Malo	5 days
Instalasi dan konfigurasi PtP	2 days
Function test trial and error	1 day
Finishing	1 day
Delivery material warehouse	1 day
Instalasi dan konfigurasi AP	1 day
Feeding Buffer 2	1 day
Instalasi dan konfigurasi router	1 day
Feeding Buffer 1	1 day
Documentation	1 day



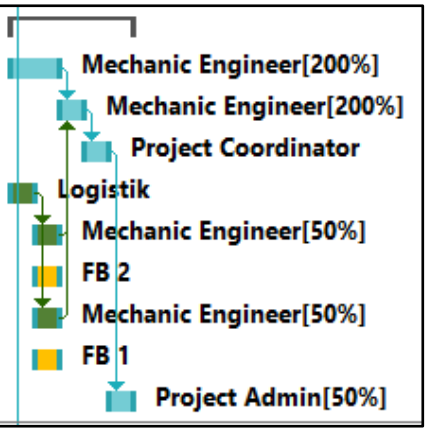
Kecamatan Kanor	5 days
Instalasi dan konfigurasi PtP	2 days
Function test trial and error	1 day
Finishing	1 day
Delivery material warehouse	1 day
Instalasi dan konfigurasi AP	1 day
Feeding Buffer 2	1 day
Instalasi dan konfigurasi router	1 day
Feeding Buffer 1	1 day
Documentation	1 day



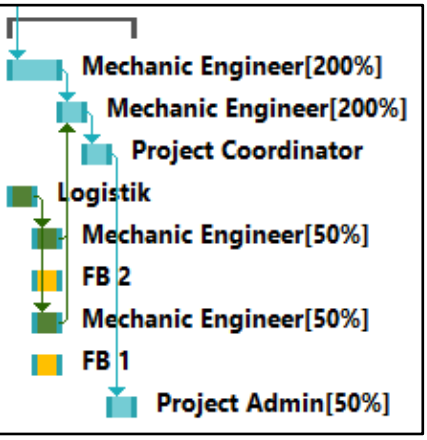
Kecamatan Baureno	5 days
Instalasi dan konfigurasi PtP	2 days
Function test trial and error	1 day
Finishing	1 day
Delivery material warehouse	1 day
Instalasi dan konfigurasi AP	1 day
Feeding Buffer 2	1 day
Instalasi dan konfigurasi router	1 day
Feeding Buffer 1	1 day
Documentation	1 day



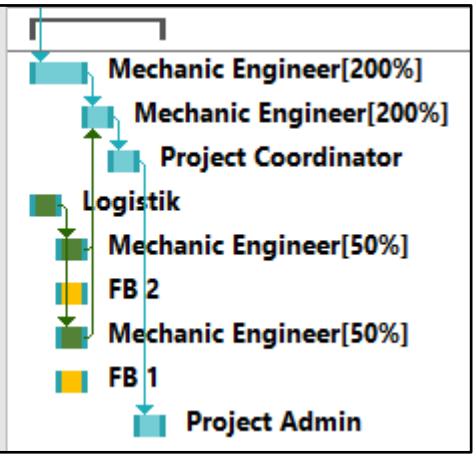
Kecamatan Kepohbaru	5 days
Instalasi dan konfigurasi PtP	2 days
Function test trial and error	1 day
Finishing	1 day
Delivery material warehouse	1 day
Instalasi dan konfigurasi AP	1 day
Feeding Buffer 2	1 day
Instalasi dan konfigurasi router	1 day
Feeding Buffer 1	1 day
Documentation	1 day



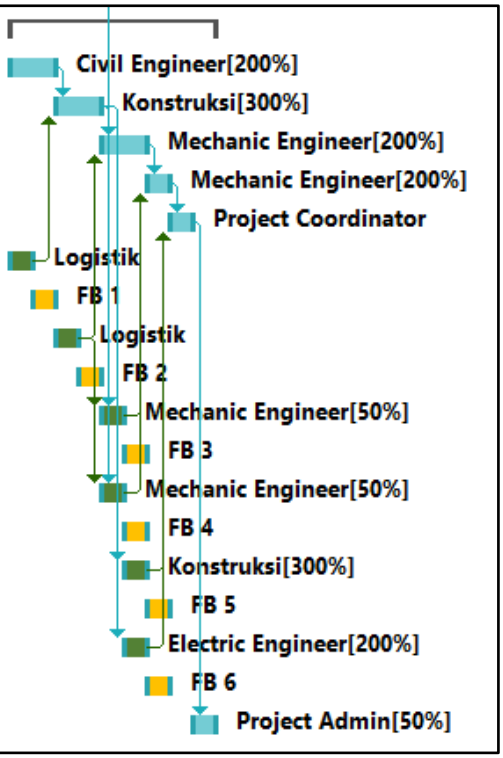
Kecamatan Kedungadem	5 days
Instalasi dan konfigurasi PtP	2 days
Function test trial and error	1 day
Finishing	1 day
Delivery material warehouse	1 day
Instalasi dan konfigurasi AP	1 day
Feeding Buffer 2	1 day
Instalasi dan konfigurasi router	1 day
Feeding Buffer 1	1 day
Documentation	1 day



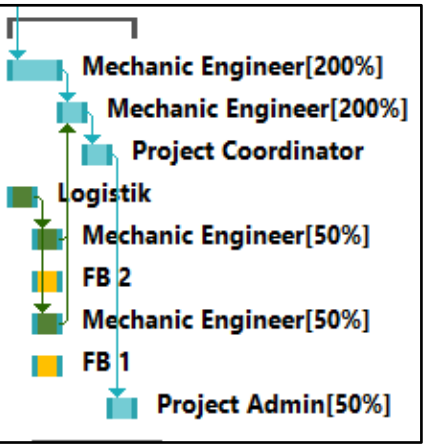
Kecamatan Sugihwaras	5 days
Instalasi dan konfigurasi PtP	2 days
Function test trial and error	1 day
Finishing	1 day
Delivery material warehouse	1 day
Instalasi dan konfigurasi AP	1 day
Feeding Buffer 2	1 day
Instalasi dan konfigurasi router	1 day
Feeding Buffer 1	1 day
Documentation	1 day



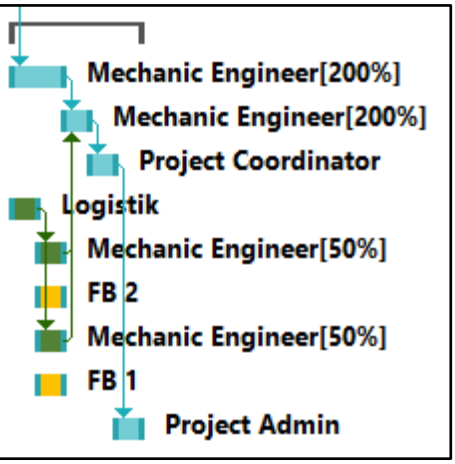
Kecamatan Temayang	9 days
Base frame setting & anchor insta	2 days
Tower erection	2 days
Instalasi dan konfigurasi PtP	2 days
Function test trial & error	1 day
Finishing	1 day
Delivery material dari pabrik	1 day
Feeding Buffer 1	1 day
Delivery material warehouse	1 day
Feeding Buffer 2	1 day
Instalasi dan konfigurasi router	1 day
Feeding Buffer 3	1 day
Instalasi dan konfigurasi AP	1 day
Feeding Buffer 4	1 day
Cleaning & painting	1 day
Feeding Buffer 5	1 day
Tower grounding instalation	1 day
Feeding Buffer 6	1 day
Documentation	1 day



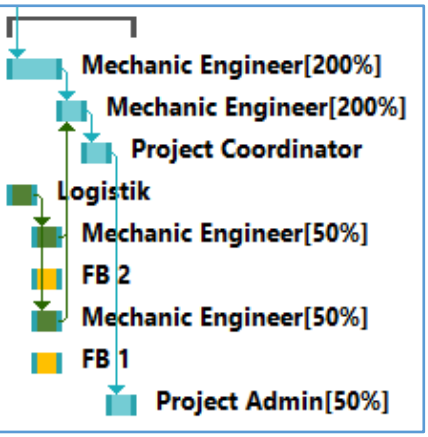
Kecamatan Bubulan	5 days
Instalasi dan konfigurasi PtP	2 days
Function test trial and error	1 day
Finishing	1 day
Delivery material warehouse	1 day
Instalasi dan konfigurasi AP	1 day
Feeding Buffer 2	1 day
Instalasi dan konfigurasi router	1 day
Feeding Buffer 1	1 day
Documentation	1 day



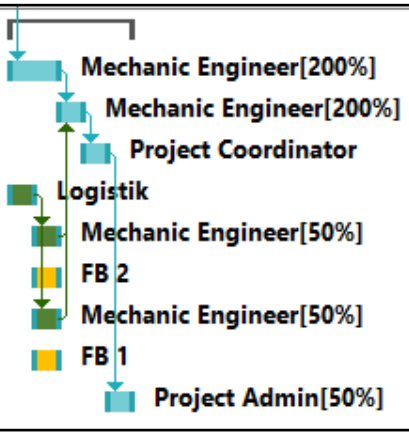
Kecamatan Ngasem	5 days
Instalasi dan konfigurasi PtP	2 days
Function test trial and error	1 day
Finishing	1 day
Delivery material warehouse	1 day
Instalasi dan konfigurasi AP	1 day
Feeding Buffer 2	1 day
Instalasi dan konfigurasi router	1 day
Feeding Buffer 1	1 day
Documentation	1 day



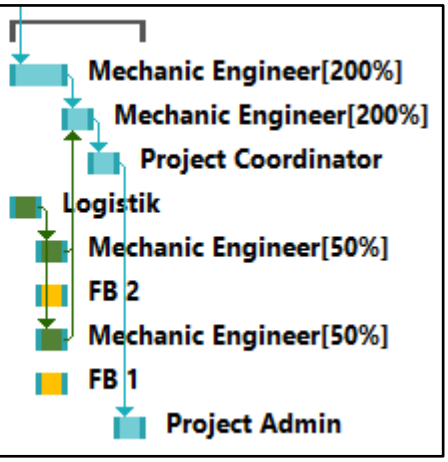
Kecamatan Ngambon	5 days
Instalasi dan konfigurasi PtP	2 days
Function test trial and error	1 day
Finishing	1 day
Delivery material warehouse	1 day
Instalasi dan konfigurasi AP	1 day
Feeding Buffer 2	1 day
Instalasi dan konfigurasi router	1 day
Feeding Buffer 1	1 day
Documentation	1 day



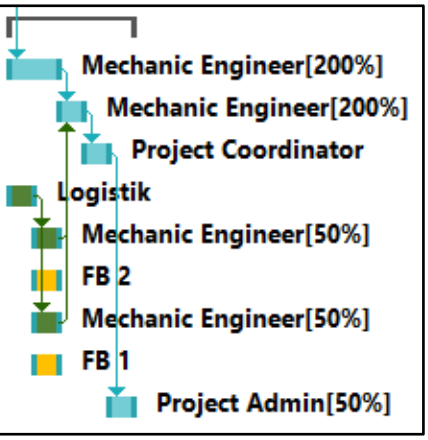
Kecamatan Gayam	5 days
Instalasi dan konfigurasi PtP	2 days
Function test trial and error	1 day
Finishing	1 day
Delivery material warehouse	1 day
Instalasi dan konfigurasi AP	1 day
Feeding Buffer 2	1 day
Instalasi dan konfigurasi router	1 day
Feeding Buffer 1	1 day
Documentation	1 day



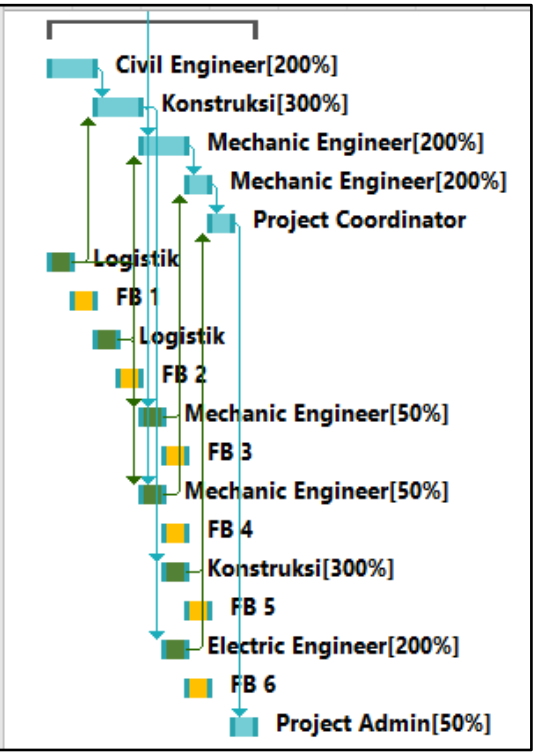
Kecamatan Purwosari	5 days
Instalasi dan konfigurasi PtP	2 days
Function test trial and error	1 day
Finishing	1 day
Delivery material warehouse	1 day
Instalasi dan konfigurasi AP	1 day
Feeding Buffer 2	1 day
Instalasi dan konfigurasi router	1 day
Feeding Buffer 1	1 day
Documentation	1 day



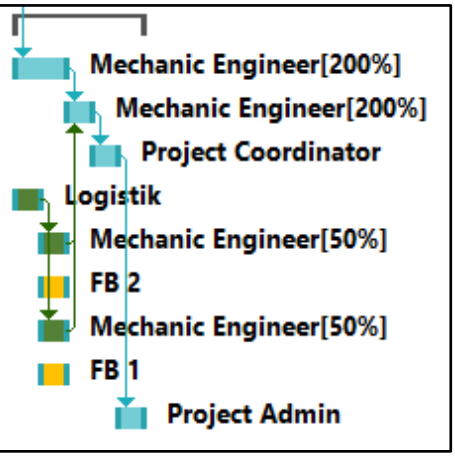
Kecamatan Padangan	5 days
Instalasi dan konfigurasi PtP	2 days
Function test trial and error	1 day
Finishing	1 day
Delivery material warehouse	1 day
Instalasi dan konfigurasi AP	1 day
Feeding Buffer 2	1 day
Instalasi dan konfigurasi router	1 day
Feeding Buffer 1	1 day
Documentation	1 day



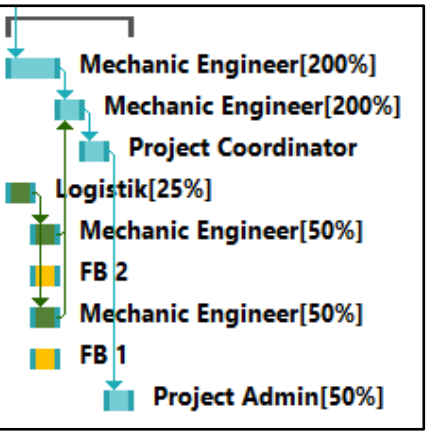
Desa Soko, Temayang	9 days
Base frame setting & anchor insta	2 days
Tower erection	2 days
Instalasi dan konfigurasi PtP	2 days
Function test trial & error	1 day
Finishing	1 day
Delivery material dari pabrik	1 day
Feeding Buffer 1	1 day
Delivery material warehouse	1 day
Feeding Buffer 2	1 day
Instalasi dan konfigurasi router	1 day
Feeding Buffer 3	1 day
Instalasi dan konfigurasi AP	1 day
Feeding Buffer 4	1 day
Cleaning & painting	1 day
Feeding Buffer 5	1 day
Tower grounding instalation	1 day
Feeding Buffer 6	1 day
Documentation	1 day



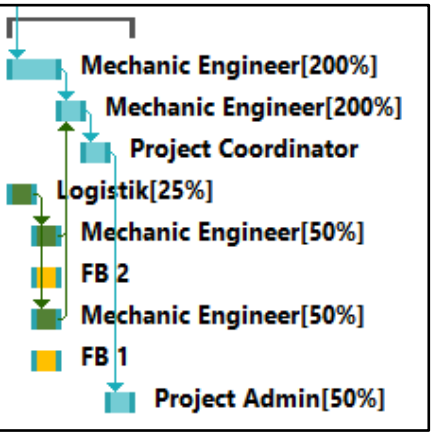
Kecamatan Tambakrejo	5 days
Instalasi dan konfigurasi PtP	2 days
Function test trial and error	1 day
Finishing	1 day
Delivery material warehouse	1 day
Instalasi dan konfigurasi AP	1 day
Feeding Buffer 2	1 day
Instalasi dan konfigurasi router	1 day
Feeding Buffer 1	1 day
Documentation	1 day



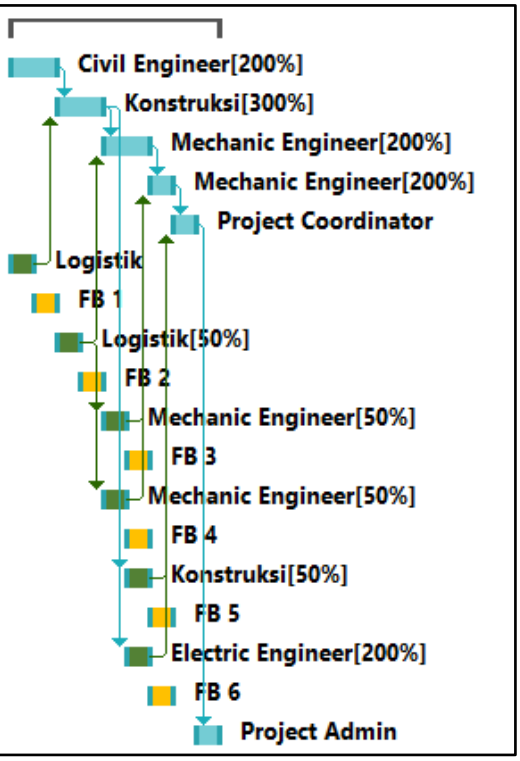
Kecamatan Kasiman	5 days
Instalasi dan konfigurasi PtP	2 days
Function test trial and error	1 day
Finishing	1 day
Delivery material warehouse	1 day
Instalasi dan konfigurasi AP	1 day
Feeding Buffer 2	1 day
Instalasi dan konfigurasi router	1 day
Feeding Buffer 1	1 day
Documentation	1 day



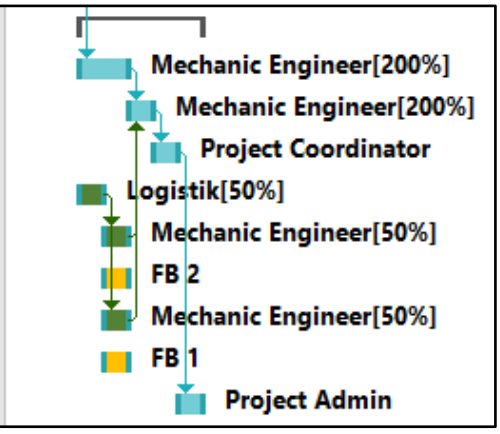
Kecamatan Kedewan	5 days
Instalasi dan konfigurasi PtP	2 days
Function test trial and error	1 day
Finishing	1 day
Delivery material warehouse	1 day
Instalasi dan konfigurasi AP	1 day
Feeding Buffer 2	1 day
Instalasi dan konfigurasi router	1 day
Feeding Buffer 1	1 day
Documentation	1 day



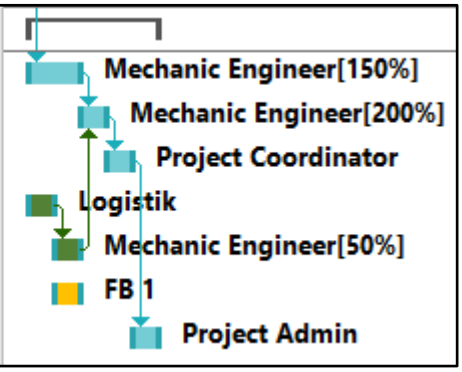
Kecamatan Ngraho	9 days
Base frame setting & anchor insta	2 days
Tower erection	2 days
Instalasi dan konfigurasi PtP	2 days
Function test trial & error	1 day
Finishing	1 day
Delivery material dari pabrik	1 day
Feeding Buffer 1	1 day
Delivery material warehouse	1 day
Feeding Buffer 2	1 day
Instalasi dan konfigurasi router	1 day
Feeding Buffer 3	1 day
Instalasi dan konfigurasi AP	1 day
Feeding Buffer 4	1 day
Cleaning & painting	1 day
Feeding Buffer 5	1 day
Tower grounding instalation	1 day
Feeding Buffer 6	1 day
Documentation	1 day



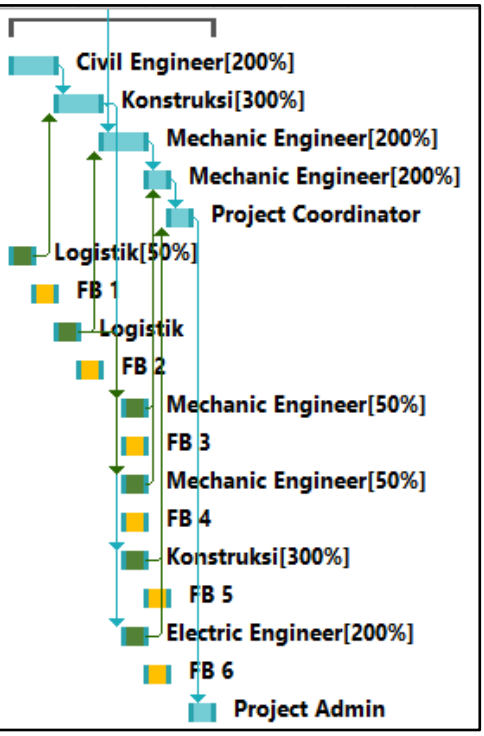
Kecamatan Margomulyo	5 days
Instalasi dan konfigurasi PtP	2 days
Function test trial and error	1 day
Finishing	1 day
Delivery material warehouse	1 day
Instalasi dan konfigurasi AP	1 day
Feeding Buffer 2	1 day
Instalasi dan konfigurasi router	1 day
Feeding Buffer 1	1 day
Documentation	1 day



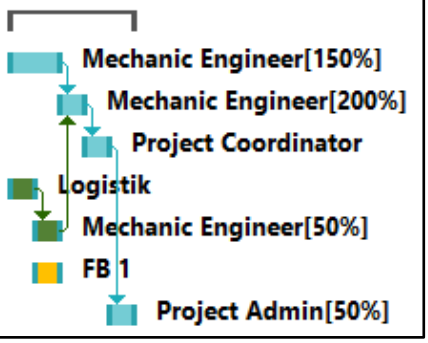
BTS Gondang	5 days
Instalasi dan konfigurasi PtP	2 days
Function test trial and error	1 day
Finishing	1 day
Delivery material warehouse	1 day
Instalasi dan konfigurasi router	1 day
Feeding Buffer 1	1 day
Documentation	1 day



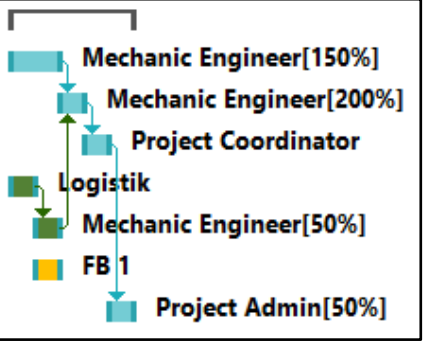
Kecamatan Gondang	9 days
Base frame setting & anchor insta	2 days
Tower erection	2 days
Instalasi dan konfigurasi PtP	2 days
Function test trial & error	1 day
Finishing	1 day
Delivery material dari pabrik	1 day
Feeding Buffer 1	1 day
Delivery material warehouse	1 day
Feeding Buffer 2	1 day
Instalasi dan konfigurasi router	1 day
Feeding Buffer 3	1 day
Instalasi dan konfigurasi AP	1 day
Feeding Buffer 4	1 day
Cleaning & painting	1 day
Feeding Buffer 5	1 day
Tower grounding instalation	1 day
Feeding Buffer 6	1 day
Documentation	1 day

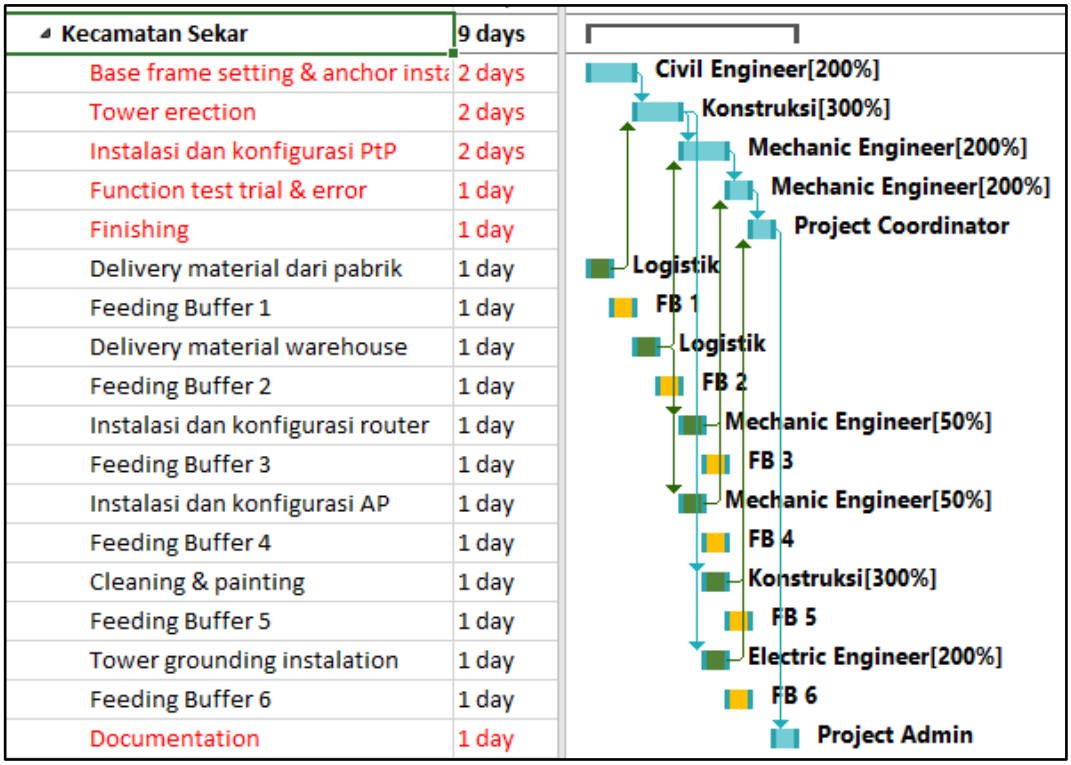


BTS Tambakrejo	5 days
Instalasi dan konfigurasi PtP	2 days
Function test trial and error	1 day
Finishing	1 day
Delivery material warehouse	1 day
Instalasi dan konfigurasi router	1 day
Feeding Buffer 1	1 day
Documentation	1 day



BTS Sekar	5 days
Instalasi dan konfigurasi PtP	2 days
Function test trial and error	1 day
Finishing	1 day
Delivery material warehouse	1 day
Instalasi dan konfigurasi router	1 day
Feeding Buffer 1	1 day
Documentation	1 day




Kecamatan Sekar 9 days
Base frame setting & anchor insta 2 days
Tower erection 2 days
Instalasi dan konfigurasi PtP 2 days
Function test trial & error 1 day
Finishing 1 day
Delivery material dari pabrik 1 day
Feeding Buffer 1 1 day
Delivery material warehouse 1 day
Feeding Buffer 2 1 day
Instalasi dan konfigurasi router 1 day
Feeding Buffer 3 1 day
Instalasi dan konfigurasi AP 1 day
Feeding Buffer 4 1 day
Cleaning & painting 1 day
Feeding Buffer 5 1 day
Tower grounding instalation 1 day
Feeding Buffer 6 1 day
Documentation 1 day
Civil Engineer[200%]
Konstruksi[300%]
Mechanic Engineer[200%]
Mechanic Engineer[200%]
Project Coordinator
Logistik
FB 1
Logistik
FB 2
Mechanic Engineer[50%]
FB 3
Mechanic Engineer[50%]
FB 4
Konstruksi[300%]
FB 5
Electric Engineer[200%]
FB 6
Project Admin

Closing 15 days
Observation & checklist with owner te 14 days
Acceptance test documentation & sert 1 day
Project Buffer 11 days
Konsultan Civil
Project Admin
PB

Lampiran 5 Alokasi *resource* untuk *singleline activity*

Resource	Jumlah	Aktivitas	Durasi	17-Okt-16	18-Okt-16	19-Okt-16	20-Okt-16	21-Okt-16	22-Okt-16	23-Okt-16	24-Okt-16	25-Okt-16	26-Okt-16	27-Okt-16	28-Okt-16	29-Okt-16	30-Okt-16	31-Okt-16	1-Nop-16	2-Nop-16	3-Nop-16
Civil Engineer	2	Base frame setting& anchor installation	2										2	2	2	2			2	2	
Electrical Engineer	4	Running text LED instalation	3																		
		Tower grounding instalation	1															2		2	
Finance	2	Purchase order and preparation	1	2																	
Konstruksi	3	Cleaning & painting	1																3	3	
		Tower erection	3												3	3	3	3			3
Konsultan Civil	1	Observasi & checklist	14																		
Konsultan Material	1	Technical Preparation	2	1	1																
Logistik	3	Delivery material (pabrik)	1										1		1				1		
		Delivery material (dari warehouse)	1								3	1		2	2		2			2	1
		Fabrication material	1			3	3	3	3	3						3		3			
		Physical preparation (Site clearance)	20		3																
Mechanic Engineer	8	Function test trial & error	1								2		4	2		4	2		4		2
		Instalasi dan konfigurasi Access Point	1								2	2	1		2	1	1	1	1		1
		Instalasi dan konfigurasi PtP	2								4	6	2	4	6	2	4	4		6	4
		Instalasi dan konfigurasi router	1									2	1		2	1	1	1	1		1
		Instalasi dan konfigurasi router NOC	2																		
Project Admin	1	Acceptance test documentation	1																		
		Documentation	1									1			1	1		1	1		1
		Internal and external adminsitration	1			1															
Project Coordinator	2	Finishing	1								1			2	1		2	1		2	
		Survey dan sosialisasi	7				1	1	1	1	1	1	1								
Civil Engineer Total													2	2	2	2			2	2	
Electrical Engineer Total																		2		2	
Finance Total				2																	
Konstruksi Total															3	3	3	3	3	3	3
Konsultan Civil Total																					
Konsultan Material Total				1	1																
Logistik Total					3	3	3	3	3	3	3	1	1	2	3	3	2	3	1	2	1
Mechanic Engineer Total											6	8	7	6	8	7	7	5	5	6	7
Project Admin Total						1						1			1	1		1	1		1
Project Coordinator Total							1	1	1	1	2	1	1	2	1		2	1		2	

Catatan : aktivitas berwarna biru dilakukan oleh satu orang dalam waktu bersamaan

Alokasi *resource* untuk *singleline activity*

Resource	Jumlah	Aktivitas	Durasi	4-Nop-16	5-Nop-16	6-Nop-16	7-Nop-16	8-Nop-16	9-Nop-16	10-Nop-16	11-Nop-16	12-Nop-16	13-Nop-16	14-Nop-16	15-Nop-16	16-Nop-16	17-Nop-16	18-Nop-16	19-Nop-16	20-Nop-16	21-Nop-16
Civil Engineer	2	Base frame setting& anchor installation	2	2	2									2	2		2	2			
Electrical Engineer	4	Running text LED instalation	3																3	3	3
		Tower grounding instalation	1			2			2												
Finance	2	Purchase order and preparation	1																		
Konstruksi	3	Cleaning & painting	1		3				3												
		Tower erection	3	3		3	3									3	3	3	3	3	
Konsultan Civil	1	Observasi & checklist	14																		
Konsultan Material	1	Technical Preparation	2																		
Logistik	3	Delivery material (pabrik)	1	1										2	2		1				
		Delivery material (dari warehouse)	1	1	1	1	1	1		2		2	1	1			2		1		
		Fabrication material	1						3		3					3		3		3	3
		Physical preparation (Site clearance)	20																		
Mechanic Engineer	8	Function test trial & error	1	4		2	4		2	4		4		4	2	2					
		Instalasi dan konfigurasi Access Point	1		2	1		2	1		2		2								
		Instalasi dan konfigurasi PtP	2	2	6	4	2	6	4	4	4	4	6	4	2				4	4	6
		Instalasi dan konfigurasi router	1		2	1		2	1		2		2								
		Instalasi dan konfigurasi router NOC	2																	2	2
Project Admin	1	Acceptance test documentation	1																		
		Documentation	1	1		1		1	1		1	1		1		1	1	1			
		Internal and external adminsitration	1																		
Project Coordinator	2	Finishing	1	1	2		1	2		1	2		2		2	1	1				
		Survey dan sosialisasi	7																		
Civil Engineer Total				2	2									2	2		2	2			
Electrical Engineer Total						2			2										3	3	3
Finance Total																					
Konstruksi Total				3	3	3	3		3							3	3	3	3	3	
Konsultan Civil Total																					
Konsultan Material Total																					
Logistik Total				2	1	1	1	1	3	2	3	2	1	3	2	3	3	3	1	3	3
Mechanic Engineer Total																					
Project Admin Total																					
Project Coordinator Total																					

Catatan : aktivitas berwarna biru dilakukan oleh satu orang dalam waktu bersamaan

Alokasi *resource* untuk *singleline activity*

Resource	Jumlah	Aktivitas	Durasi	22-Nop-16	23-Nop-16	24-Nop-16	25-Nop-16	26-Nop-16	27-Nop-16	28-Nop-16	29-Nop-16	30-Nop-16	1-Des-16	2-Des-16	3-Des-16	4-Des-16	5-Des-16	6-Des-16	7-Des-16	8-Des-16	9-Des-16
Civil Engineer	2	Base frame setting& anchor installation	2		2	2															
Electrical Engineer	4	Running text LED instalation	3																		
		Tower grounding instalation	1	4	2					2											
Finance	2	Purchase order and preparation	1																		
Konstruksi	3	Cleaning & painting	1	3						3											
		Tower erection	3			3		3													
Konsultan Civil	1	Observasi & checklist	14												1	1	1	1	1	1	1
Konsultan Material	1	Technical Preparation	2																		
Logistik	3	Delivery material (pabrik)	1		1																
		Delivery material (dari warehouse)	1		2		3			1											
		Fabrication material	1	3		3		3	3		3	3	3								
		Physical preparation (Site clearance)	20																		
Mechanic Engineer	8	Function test trial & error	1		4	2	4		4		2	2									
		Instalasi dan konfigurasi Access Point	1	1		2		2	1		1										
		Instalasi dan konfigurasi PtP	2	6	4	4	4	4	2	4	2										
		Instalasi dan konfigurasi router	1	1		2		2	1		1										
		Instalasi dan konfigurasi router NOC	2																		
Project Admin	1	Acceptance test documentation	1																		
		Documentation	1				1	1	1		1		1	1							
		Internal and external adminsitration	1																		
Project Coordinator	2	Finishing	1			1	1	2		2		1	1								
		Survey dan sosialisasi	7																		
Civil Engineer Total					2	2															
Electrical Engineer Total					4	2				2											
Finance Total																					
Konstruksi Total				3		3		3		3											
Konsultan Civil Total														1	1	1	1	1	1	1	
Konsultan Material Total																					
Logistik Total				3	3	3	3	3	3	1	3	3	3								
Mechanic Engineer Total				7	8	7	8	6	7	4	5	2									
Project Admin Total							1	1	1		1		1	1							
Project Coordinator Total						1	1	2		2		1	1								

Catatan : aktivitas berwarna biru dilakukan oleh satu orang dalam waktu bersamaan

Alokasi *resource* untuk *singleline activity*

Resource	Jumlah	Aktivitas	Durasi	10-Des-16	11-Des-16	12-Des-16	13-Des-16	14-Des-16	15-Des-16	16-Des-16	17-Des-16	18-Des-16	19-Des-16	20-Des-16	21-Des-16	22-Des-16	23-Des-16	24-Des-16	25-Des-16		
Civil Engineer	2	Base frame setting& anchor installation																			
Electrical Engineer	4	Running text LED instalation																			
		Tower grounding instalation																			
Finance	2	Purchase order and preparation																			
Konstruksi	3	Cleaning & painting																			
		Tower erection																			
Konsultan Civil	1	Observasi & checklist		1	1	1	1	1	1	1											
Konsultan Material	1	Technical Preparation																			
Logistik	3	Delivery material (pabrik)																			
		Delivery material (dari warehouse)																			
		Fabrication material																			
		Physical preparation (Site clearance)																			
Mechanic Engineer	8	Function test trial & error																			
		Instalasi dan konfigurasi Access Point																			
		Instalasi dan konfigurasi PtP																			
		Instalasi dan konfigurasi router																			
		Instalasi dan konfigurasi router NOC																			
Project Admin	1	Acceptance test documentation									1										
		Documentation																			
		Internal and external adminsitration																			
Project Coordinator	2	Finishing																			
		Survey dan sosialisasi																			
Civil Engineer Total																					
Electrical Engineer Total																					
Finance Total																					
Konstruksi Total																					
Konsultan Civil Total				1	1	1	1	1	1	1											
Konsultan Material Total																					
Logistik Total																					
Mechanic Engineer Total																					
Project Admin Total											1										
Project Coordinator Total																					

Catatan : aktivitas berwarna biru dilakukan oleh satu orang dalam waktu bersamaan

Lampiran 6 Alokasi *resource* untuk *multiring activity*

Resource	Jumlah	Aktivitas	Durasi	17-Okt-16	18-Okt-16	19-Okt-16	20-Okt-16	21-Okt-16	22-Okt-16	23-Okt-16	24-Okt-16	25-Okt-16	26-Okt-16	27-Okt-16	28-Okt-16	29-Okt-16	30-Okt-16	31-Okt-16	1-Nop-16	2-Nop-16	3-Nop-16
Civil Engineer	2	Base frame setting& anchor installation	2																2	2	
Electrical Engineer	4	Running text LED instalation	3																		
		Tower grounding instalation	1																		
Finance	2	Purchase order and preparation	1	2																	
Konstruksi	3	Cleaning & painting	1																		
		Tower erection	3																		3
Konsultan Civil	1	Observasi & checklist	14																		
Konsultan Material	1	Technical Preparation	2	1	1																
Logistik	3	Delivery material (pabrik)	1																1		
		Delivery material (dari warehouse)	1								3	1		2	1		2	1		2	2
		Fabrication material	1			3	3	3	3	3			3			3					
		Physical preparation (Site clearance)	20		3																
Mechanic Engineer	8	Function test trial & error	1								2		4	2		4	2		4	2	
		Instalasi dan konfigurasi Access Point	1								2	2	1		2	1		2	1		2
		Instalasi dan konfigurasi PtP	2								4	6	2	4	6	2	4	6	2	4	6
		Instalasi dan konfigurasi router	1									2	1		2	1		2	1		2
		Instalasi dan konfigurasi router NOC	2																		
Project Admin	1	Acceptance test documentation	1																		
		Documentation	1									1			1	1		1	1		1
		Internal and external adminsitration	1			1															
Project Coordinator	2	Finishing	1								1			2	1		2	1		2	1
		Survey dan sosialisasi	7				1	1	1	1	1	1	1								
Civil Engineer Total																			2	2	
Electrical Engineer Total																					
Finance Total				2																	
Konstruksi Total																					3
Konsultan Civil Total																					
Konsultan Material Total				1	1																
Logistik Total					3	3	3	3	3	3	3	1	3	2	1	3	2	1	1	2	2
Mechanic Engineer Total											6	8	7	6	8	7	6	8	7	6	8
Project Admin Total						1						1			1	1		1	1		1
Project Coordinator Total							1	1	1	1	2	1	1	2	1		2	1		2	1

Catatan : aktivitas berwarna biru dilakukan oleh satu orang dalam waktu bersamaan

Alokasi *resource* untuk *multiring activity*

Resource	Jumlah	Aktivitas	Durasi	4-Nop-16	5-Nop-16	6-Nop-16	7-Nop-16	8-Nop-16	9-Nop-16	10-Nop-16	11-Nop-16	12-Nop-16	13-Nop-16	14-Nop-16	15-Nop-16	16-Nop-16	17-Nop-16	18-Nop-16	19-Nop-16	20-Nop-16	21-Nop-16
Civil Engineer	2	Base frame setting& anchor installation	2				2	2				2	2	2	2		2	2			2
Electrical Engineer	4	Running text LED instalation	3																3	3	3
		Tower grounding instalation	1			2						2					2				
Finance	2	Purchase order and preparation	1																		
Konstruksi	3	Cleaning & painting	1			3						3					1				3
		Tower erection	3	3					3	3				3	3	3	2	3	3	3	
Konsultan Civil	1	Observasi & checklist	14																		
Konsultan Material	1	Technical Preparation	2																		
Logistik	3	Delivery material (pabrik)	1				1					1		2	2		1				1
		Delivery material (dari warehouse)	1		1	1		2	2		1	1		1			2	1	1		
		Fabrication material	1	3						3			3			3				3	
		Physical preparation (Site clearance)	20																		
Mechanic Engineer	8	Function test trial & error	1	4	2		4	2		4	2		4	3		4		2	2	2	
		Instalasi dan konfigurasi Access Point	1	1	1	1	1		2	1	1	1	1		2	1		1			
		Instalasi dan konfigurasi PtP	2	2	4	6	2	4	6	2	4	6	2	4	4	2	4	4	6	4	6
		Instalasi dan konfigurasi router	1	1	1	1	1		2	1	1	1	1		2	1		1			
		Instalasi dan konfigurasi router NOC	2																	2	2
Project Admin	1	Acceptance test documentation	1																		
		Documentation	1	1		1	1		1	1		1	1		1	1		1		1	1
		Internal and external adminsitration	1																		
Project Coordinator	2	Finishing	1		2	1		2	1		2	1			1	1		1		1	1
		Survey dan sosialisasi	7																		
Civil Engineer Total							2	2				2	2	2	2		2	2			2
Electrical Engineer Total						2						2					2		3	3	3
Finance Total																					
Konstruksi Total				3		3			3	3		3		3	3	3	3	3	3	3	3
Konsultan Civil Total																					
Konsultan Material Total																					
Logistik Total				3	1	1	1	2	2	3	1	2	3	3	2	3	3	1	1	3	1
Mechanic Engineer Total				7	7	7	7	6	8	7	7	7	7	7	6	7	4	7	6	4	6
Project Admin Total				1		1	1		1	1		1	1		1	1		1		1	1
Project Coordinator Total					2	1		2	1		2	1			1	1		1		1	1

Catatan : aktivitas berwarna biru dilakukan oleh satu orang dalam waktu bersamaan

Alokasi *resource* untuk *multiring activity*

Resource	Jumlah	Aktivitas	Durasi	22-Nop-16	23-Nop-16	24-Nop-16	25-Nop-16	26-Nop-16	27-Nop-16	28-Nop-16	29-Nop-16	30-Nop-16	1-Des-16	2-Des-16	3-Des-16	4-Des-16	5-Des-16	6-Des-16	7-Des-16	8-Des-16	9-Des-16
Civil Engineer	2	Base frame setting& anchor installation	2	2																	
Electrical Engineer	4	Running text LED instalation	3																		
		Tower grounding instalation	1	4	2			2													
Finance	2	Purchase order and preparation	1																		
Konstruksi	3	Cleaning & painting	1	3				3													
		Tower erection	3		3	3															
Konsultan Civil	1	Observasi & checklist	14									1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Konsultan Material	1	Technical Preparation	2																		
Logistik	3	Delivery material (pabrik)	1																		
		Delivery material (dari warehouse)	1		3																
		Fabrication material	1	3		3	3	3	3	3	3	3									
		Physical preparation (Site clearance)	20																		
Mechanic Engineer	8	Function test trial & error	1		4	2	4		2												
		Instalasi dan konfigurasi Access Point	1	1			1														
		Instalasi dan konfigurasi PtP	2	6	3	3	2	2													
		Instalasi dan konfigurasi router	1	1		1	1														
		Instalasi dan konfigurasi router NOC	2																		
Project Admin	1	Acceptance test documentation	1																		
		Documentation	1	1			1	1	1		1										
		Internal and external adminsitration	1																		
Project Coordinator	2	Finishing	1	1			1	1	1	1											
		Survey dan sosialisasi	7																		
Civil Engineer Total				2																	
Electrical Engineer Total				4	2			2													
Finance Total																					
Konstruksi Total				3	3	3		3													
Konsultan Civil Total												1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Konsultan Material Total																					
Logistik Total				3	3	3	3	3	3	3	3	3									
Mechanic Engineer Total				7	7	6	7	2	2												
Project Admin Total				1			1	1	1		1										
Project Coordinator Total				1			1	1	1	1											

Catatan : aktivitas berwarna biru dilakukan oleh satu orang dalam waktu bersamaan

Alokasi *resource* untuk *multiring activity*

Resource	Jumlah	Aktivitas	Durasi	10-Des-16	11-Des-16	12-Des-16	13-Des-16	14-Des-16	15-Des-16	16-Des-16	17-Des-16	18-Des-16	19-Des-16	20-Des-16	21-Des-16	22-Des-16	23-Des-16	24-Des-16	25-Des-16		
Civil Engineer	2	Base frame setting& anchor installation	2																		
Electrical Engineer	4	Running text LED instalation	3																		
		Tower grounding instalation	1																		
Finance	2	Purchase order and preparation	1																		
Konstruksi	3	Cleaning & painting	1																		
		Tower erection	3																		
Konsultan Civil	1	Observasi & checklist	14	1	1	1	1														
Konsultan Material	1	Technical Preparation	2																		
Logistik	3	Delivery material (pabrik)	1																		
		Delivery material (dari warehouse)	1																		
		Fabrication material	1																		
		Physical preparation (Site clearance)	20																		
Mechanic Engineer	8	Function test trial & error	1																		
		Instalasi dan konfigurasi Access Point	1																		
		Instalasi dan konfigurasi PtP	2																		
		Instalasi dan konfigurasi router	1																		
		Instalasi dan konfigurasi router NOC	2																		
Project Admin	1	Acceptance test documentation	1					1													
		Documentation	1																		
		Internal and external adminsitration	1																		
Project Coordinator	2	Finishing	1																		
		Survey dan sosialisasi	7																		
Civil Engineer Total																					
Electrical Engineer Total																					
Finance Total																					
Konstruksi Total																					
Konsultan Civil Total				1	1	1	1														
Konsultan Material Total																					
Logistik Total																					
Mechanic Engineer Total																					
Project Admin Total								1													
Project Coordinator Total																					

Catatan : aktivitas berwarna biru dilakukan oleh satu orang dalam waktu bersamaan