TUGAS AKHIR

ANALISIS PENJADWALAN ULANG DENGAN MENGGUNAKAN METODE *LSM (LINIER SCHEDULING METHOD/ LINE OF BALANCE)* (*RESCHEDULING ANALYSIS WITH LSM/LOB METHOD)*

(Studi Kasus : Perumahan Green Valley Rangkas Bitung)

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Teknik Sipil

Jamalan Halimi
12511291

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

2018

TUGAS AKHIR

ANALISIS PENJADWALAN ULANG DENGAN MENGGUNAKAN METODE *LSM (LINIER SCHEDULING METHOD/ LINE OF BALANCE) (RESCHEDULING ANALYSIS WITH LSM/LOB METHOD)*

(Studi Kasus : Perumahan Green Valley Rangkas Bitung)

Disusun Oleh

Jamalan Halimi
12511291

Telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh derajat Teknik Sipil

Diuji pada tanggal
Oleh Dewan Penguji

Pembibing	Penguji 1	Penguji 2
Fitri Nugraheni,S.T.,M.T.,Ph.D.	**Rayendra.,S.T.,M.T.**	**Adityawan Sigit.,S.T.,M.T.**
NIK:005110101	**NIK:155110104**	**NIK:155110108**

Mengesahkan
Ketua Program Studi Teknik Sipil

Miftahul Fauziah, S.T., M.T., Ph.D.
NIK:955110103

Scanned by CamScanner

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa laporan Tugas Akhir yang saya susun sebagai syarat untuk penyelesaian program Sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia merupakan hasil karya saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan laporan Tugas Akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan dalam sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan karya ilmiah. Apabila di kemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian laporan Tugas Akhir ini bukan hasil karya saya sendiri atau adanya plagiasi dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi, termasuk pencabutan gelar akademik yang saya sandang sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

Yogyakarta, April 2018
Yang membuat pernyataan,



Jamalan Halimi
(12511291)

Scanned by CamScanner

PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT, saya persembahkan karya sederhana ini

Papa, Mama, kakak-kakak dan abang yang selalu dengan tulus ikhlas mendidik dan membimbingku, memberikan kasih saying, serta selalu memanjatkan do'a dalam setiap sujudnya demi menantikan keberhasilanku.

Keluarga besar yang selalu tak henti mendo'akan dan mendorongku agar menjadi seseorang yang bermanfaat dan menjadi kebanggaan.

Sahabat dan teman-teman terdekat yang telah banyak memberikan saran, bimbingan maupun kritik terhadap saya, saya mengucapkan banyak terimakasih atas semuanya semoga Allah membalas kebaikan kalian.

Teman-teman seperjuangan angkatan 2012 teknik sipil UII yang telah banyak membantu saya selama kuliah hingga meraih gelar strata satu (S1) yang namanya tidak dapat saya ucapkan satu persatu, saya ucapkan terimakasih.

Adinda yang jauh disana yang selalu mendoakan yang terbaik, terimakasih banyak.

Kata Pengantar

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيم

Assalamualaikum Wr. Wb.

Allhamdulillahirabbil'alamin. Puji dan Syukur penyusun haturkan kehadirat Allah SWT atas Karunia-Nya hingga penyusun dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul "ANALISIS PENJADWALAN ULANG DENGAN MENGGUNAKAN METODE *LSM (LINIER SCHEDULING METHOD/ LINE OF BALANCE)* (*RESCHEDULING ANALYSIS WITH LSM/LOB METHOD)"* sebagai salah satu syarat untuk menempuh derajat Sarjana Teknik Sipil program strata satu (S-1) pada Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia, Sleman, Yogyakarta.

Selama mengerjakan Tugas Akhir, penyusun telah banyak mendapat bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, untuk itu dalam kesempatan ini penyusun menyampaikan terima kasih kepada:

1. Ibu Miftahul Fauziah, S.T.,M.T.,Ph.D. Selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil FTSP UII beserta segenap jajaran pengajaran Prodi Teknik Sipil atas segala ilmu yang penulis peroleh.
2. Ibu Fitri Nugraheni S.T.,M.T.,Ph.D. Selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah banyak memberikan kritik dan saran untuk tugas akhir ini juga yang telah banyak meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan bantuan dalam menyelesaikan tugas akhir ini, saya ucapkan banyak terima kasih.
3. Bapak Rayendra S.T.,M.T. Selaku Dosen Penguji 1 skripsi yang telah bersedia meluangkan waktu untuk menguji, membimbing dan mengarahkan penyusun dalam proses penyelesaian skripsi ini, saya ucapkan banyak terima kasih.
4. Bapak Adityawan Sigit S.T.,M.T. Selaku Dosen Penguji 2 skripsi yang telah bersedia meluangkan waktu untuk menguji, membimbing dan mengarahkan

penyusun dalam proses penyelesaian skripsi ini, saya ucapkan banyak terima kasih.

Akhirnya kepada seluruh pihak yang namanya tidak dapat disebutkan satu persatu, penyusun mengucapkan terima kasih atas do'a dan suntikan semangatanya. Semoga Allah SWT memberikan berkah, rahmat, dan hidayah-Nya bagi Bapak, Ibu, Saudara dan teman-teman yang telah membantu penyusun dalam segala hal. Penyusun sangat menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu kritik dan saran yang masih sangat diperlukan dan disampaikan agar dapat menyempurnakan.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, April 2018

Jamalan Halimi

12511291

DAFTAR ISI

JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
DAFTAR NOTASI	xii
ABSTRAK	xvi
ABSTRACT	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Batasan Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Penelitian Sebelumnya	4
2.2 Persamaan Dan Perbedaan Penelitian Sebelumya	6
BAB III LANDASAN TEORI	
3.1. PROYEK	9
3.1.1 Definisi	9
3.1.2 Sasaran Proyek	9
3.1.3 Siklus Proyek	9

3.2. Penjadwalan Proyek 10
3.2.1 Definisi 10
3.2.2 Tujuan 10
3.2.3 Metode Penjadwalan Linear 10
3.2.4 Metode Penjadwalan Line of Balance 11
3.2.5 Teknik Perhitungan Line of Balance 12
3.2.6 Buffer 15
3.2.7 Metodologi Berbasis Lokasi 16
3.3. Produktivitas 19
3.3.1 Definisi 19
3.3.2 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Produktivitas 19
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN 22
4.1. Objek Dan Subjek Penelitian 22
4.2. Teknik Pengumpulan Data 22
4.3. Variabel Penelitian 22
4.4. Jenis Data Data 23
4.5. Teknik Pengolahan Data 23
4.6. LokasiPenelitian 24
4.7. Tahapan Penelitian 24
BAB V ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN 27
5.1 Data Penelitian 27
5.2 Analisis Data Menggunakan *Liniear Scheduling Method* (LSM) 28
5.2.1 Logika Ketergantungan 28
5.2.2 Daftar Jenis Pekerjaan 29
5.2.3 Pembuatan Jadwal Dengan Metode LSM 30
5.3 Diagram Liniear Scheduling Method 34
5.4 Penundaan Pada Metode LSM 35
5.4.1 Trial Penundaan Pada Metode LSM 35
5.4.2 Rekapitulasi dan Analisis Trial Penundaan Pada Metode LSM 44
5.5 Pembahasan 45
BAB VI SIMPULAN DAN SARAN 47

6.1 Simpulan 47
6.2 Saran 47
DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perbandingan Penelitian	7
Tabel 3.1	Siklus Proyek	9
Tabel 5.1	Data jumlah pekerja pada pekerjaan 1 unit rumah	27
Tabel 5.2	Logika penggabungan item pekerjaan	28
Tabel 5.3	Rekapitulasi jenis pekerjaan dan durasi	29
Tabel 5.4	Rekapitulasi variabel penelitian	32
Tabel 5.5	Perhitungan memulai pekerjaan unit 1 dan unit 90	33
Tabel 5.6	Rekapitulasi mulai unit pekerjaan	34
Tabel 5.7	Rekapitulasi hasil penundaan pada metode LSM	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Penjadwalan *Line of Balance* yang menunjukan adanya konflik yang harus dihindari	14
Gambar 3.2	*Buffer Time*	15
Gambar 3.3	*Line of Balance Quantity*	16
Gambar 3.4	Keseimbangan Produksi dan Tiga Tugas Dalam *Line of Balance*	17
Gambar 3.5	*Flowline* dari Empat Tugas Yang Menunjukan *Delay*	17
Gambar 3.6	*Layout* Proyek Tipikal Untuk Persiapan LBS	18
Gambar 3.9	LBS Untuk Proyek Tipikal	18
Gambar 4.1	Lokasi Perumahan Green Valley	24
Gambar 4.2	Diagram alir tahapan penelitian	25
Gambar 5.1	Diagram LSM	34
Gambar 5.2	Trial penundaan selama 2 hari	36
Gambar 5.3	Trial penundaan selama 4 hari	37
Gambar 5.4	Trial penundaan selama 7 hari	37
Gambar 5.5	Trial penundaan selama 1 hari	38
Gambar 5.6	Trial penundaan selama 2 hari	39
Gambar 5.7	Trial penundaan selama 4 hari	39
Gambar 5.8	Trial penundaan selama 5 hari	40
Gambar 5.9	Trial penundaan selama 10 hari	41
Gambar 5.10	Trial penundaan selama 16 hari	41
Gambar 5.11	Trial penundaan selama 4 hari	42
Gambar 5.12	Trial penundaan selama 8 hari	43
Gambar 5.13	Trial penundaan selama 12 hari	43
Gambar 5.14	Diagram LSM setelah penundaan	45

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.1 Variabel dalam LSM. 52

Lampiran 1.2 Logika ketergantungan dalam LSM 53

Lampiran 1.3 Gambar diagram skalatis 54

Lampiran 2.1 Data Jumlah Pekerja 56

Lampiran 2.2 Kurva S *Existing* Proyek 58

ABSTRAK

Dalam melakukan proyek pembangunan, tahapan perencanaan dan penjadwalan adalah tahap yang paling menentukan berhasil atau tidaknya suatu proyek. Karena metode penjadwalan proyek direncanakan agar pelaksanaan proyek berjalan efektif dan efisien. Dalam pelaksanaan proyek, sering terjadi kurang termanfaatkannya waktu pengerjaan proyek dengan efektif dikarenakan metode yang digunakan kurang cocok untuk jenis proyek itu sendiri. Sehingga menyebabkan terbuangnya waktu yang tidak perlu.

Metode penjadwalan yang direncanakan dengan sesuai pada jenis proyeknya, sangat berpengaruh besar pada efektivitas pemanfaatan waktu pembangunan proyek itu sendiri. Dalam proyek pembangunan perumahan, biasanya menggunakan jenis atau tipe bangunan yang sama. Hal inilah yang mendasari penggunaan metode LSM (*Linier Scheduling Method/ Line of Balance*) untuk melakukan penjadwalan ulang. Penentuan kelompok kerja pengerjaan item pekerjaan yang tipikal dan menerus merupakan salah satu keunggulan metode ini yang pada dasarnya mengutamakan kuantitas jenis pekerjaan yang tidak menghambat jenis pekerjaan selanjutnya *(successor and predecessor)*.

Dari hasil analisis dan perhitungan yang telah dilakukan, maka didapat waktu yang diperlukan untuk melaksanakan proyek pembangunan perumahan Green Valley sebanyak 90 unit yaitu selama 171 hari. Sedangkan pada *time schedule existing* rencana proyek diperlukan waktu selama 360 hari untuk menyelesaiakan 90 unit tersebut. Dengan melihat perbandingan efektivitas waktu tersebut yang durasinya berselisih 189 hari, maka jadwal rencana menggunakan metode LSM lebih efektif dan efisien dalam pengerjaan proyek Pembangunan Pembangunan Perumahan Green Valley.

Kata kunci: Penjadwalan Proyek, Durasi Proyek, Metode LSM, efektivitas, *successor and predecessor*

ABSTRACT

In conducting project development phases, planning and scheduling is the most decisive phase of successful or whether a project. the project scheduling method is planned for the implementation of the project to be effective and efficient. In project implementation, there is often less utilization of project work time effectively because the methods used are less suitable for the type of the project itself. So as to wasted unnecessary time.

A scheduling method with the appropriate type of planned projects, very influential on the effectiveness of utilization of project development time itself. In a housing construction project, usually using the type or types of the same building. This is the underlying to using the LSM (Linier Scheduling Method / Line of Balance) to perform rescheduling. The determination of working groups of typical and continuous work item is one of the advantages of this method are basically give priority to quantity of the type of work that does not inhibit the type of work the next (the successor and predecessor).

And of the results of the analysis that has been carried out , then obtained the time needed to carrying out a project development of a housing complex green valley 171 90 units which was during the day .While in the case of time schedule existing the project plan to it takes 360 days to menyelesaiakan 90 this unit .With compare the effectiveness of that time did so in which runs for the day differed 189 , the plans to cut down a method of LSM more effective and efficient in the project development of a housing complex development green valley

***Keywords**: Project Scheduling, Project Duration, LSM Methods, Effectiveness, successor and predecessor*

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Manajemen proyek atau pengelolaan proyek sangat diperlukan dalam sebuah pembangunan proyek konstruksi. Dimana proyek kontruksi merupakan suatu rangkaian kegiatan yang saling berkaitan untuk mencapai tujuan tertentu dalam batasan waktu, biaya dan mutu tertentu. Menurut Karzner (2006) didalam suatu proyek kontruksi terdapat tiga hal penting yang harus diperhatikan yaitu waktu, biaya dan mutu. Umumnya, penjadwalan proyek yang lemah dapat menyebabkan penyelesaian proyek tertunda atau terjadi pemborosan biaya, dan penjadwalan merupakan bagian yang sangat penting dalam proses penyelesaian proyek. Menurut Arifudin (2011), ada tiga tahapan penting dalam suatu proyek, yaitu tahap perencanaan, penjadwalan dan tahap pengkoordinasian. Penjadwalan proyek direncanakan dan dibuat dengan tujuan agar proyek dapat selesai tepat waktu.

Penjadwalan merupakan pembagian waktu secara rinci masing-masing kegiatan atau jenis kegiatan pada proyek kontruksi, mulai awal pekerjaan sampai dengan akhir pelaksanaan. Jadwal waktu proyek merupakan alat yang dapat menunjukan kapan berlangsungnya setiap kegiatan, sehingga dapat digunakan pada waktu merencanakan kegiatan-kegiatan maupun untuk pengendalian pelaksanaan proyek secara keseluruhan (Dipohusodo, 1996).

Penjadwalan proyek kontruksi bukan merupakan pekerjaan yang sederhana. Banyak metode penjadwalan suatu proyek dengan keuntungan dan kelemahan masing-masing. Pemilihan tipe metode penjadwalan tergantung dari karakteristik tiap-tiap proyek (Callahan et.al.,1992). Metode penjadwalan secara umum terbagi menjadi 3 bagian, yaitu Bagan Balok dan Kurva S, Diagram Jaringan dan Diagram Garis Keseimbangan/ *Linear Scheduling Method* (LSM).

Berdasarkan 3 jenis metode diatas, maka pada tugas akhir ini akan dilakukan analisis terhadap penjadwalan proyek dengan metode Diagram Garis

Keseimbangan/ *Linear Scheduling Method* (LSM), dengan studi kasus Pembangunan Perumahan Green Valley *type* 36/60 di Rankas Bitung Propinsi Banten. Dengan mengunakan penjadwalan metode LSM diharapkan dapat mempermudah pengerjaan proyek yang mempunyai kegiatan berulang dan dengan jangka waktu yang relatif panjang menjadi lebih efektif dalam tahapan pembangunanya dan dapat mengetahui kelemahan dari sistem penjadwalan yang diterapkan pada saat sekarang.

1.2 RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang masalah, berikut ini adalah rumusan masalah yang akan dibahas:

1. Berapakah durasi proyek Proyek Pembangunan Perumahan Green Valley *Type* 36/60 dengan metode LSM?
2. Bagaimana pelaksanaan penjadwalan antara jadwal proyek *existing* dengan penjadwalan ulang menggunakan metode LSM?

1.3 TUJUAN PENELITIAN

Berdasarkan rumusan masalah di atas, berikut ini merupakan tujuan dari penelitian:

1. Mengetahui nilai durasi dalam penjadwalan pembangunan Perumahan Green Valley *type* 36/60 dengan metode LSM.
2. Mengetahui perbandingan keunggulan metoda penjadwalan antara jadwal proyek *existing* dengan penjadwalan ulang menggunakan metode LSM.

1.4 MANFAAT PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan merupakan tahapan penjadwalan ulang pada Proyek Pembangunan Perumahan Green Valley *type* 36/60 dengan metode LSM diharapkan dapat digunakan sebagai pertimbangan dalam pelaksanaan proyek karena pada pelaksanaan proyek tersebut dilakukan pengerjaan dengan karakteristik rangkaian kegiatan yang sama dan berulang, maka metode ini dianggap cocok dan lebih efektif.

1.5 BATASAN PENELITIAN

Berikut ini merupakan batasan dalam penelitian yang akan dilakukan.

1. Penelitian ini merupakan penjadwalan ulang pengerjaan proyek pada 90 unit rumah dalam Pembangunan Perumahan Green Valley *type* 36/60 di Rangkas Bitung.
2. Metode penjadwalan yang digunakan adalah metode *LSM* (*Linier Scheduling Method*).
3. Data penelitian diperoleh dari pihak kontraktor proyek berupa hasil wawancara dan penjadwalan proyek yang menggunakan kurva s.
4. Analisis data dilakukan menggunakan program *Microsoft Excel* untuk menghitung dan membuat penjadwalan ulang serta mengetahui waktu penyelesaian proyek.
5. Analisis hanya dilakukan pada durasi penjadwalan ulang namun tidak menghitung selisih anggaran biaya.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 PENELITIAN SEBELUMNYA

Sebagai pertimbangan dan referensi dalam penelitian tugas akhir ini, maka akan ditampilkan hasil penelitian similar yang berhubungan dan sudah pernah dilakukan untuk menghindari adanya duplikasi. Berikut merupakan hasil penelitian sebelumnya yang berhubungan dengan penelitian ini.

1. Pemanfaatan Line Balance Diagram (*Scheduling* pada Proyek Perumahan) Nugraheni (2004)

   Analisa yang dilakukan pada penelitian ini untuk memperlihatkan cara melakukan penjadwalan pada sebuah perumhan yang memiliki jumlah rumah (unit) yang cukup banyak. Perhitungan yang akan dilakukan didasarkan pada ketentuan dari sebuah proyek perumahan, yaitu:

   a. Jumlah unit rumah : 130
   b. Type rumah : 63 luas bangunan (m2)
   c. Target : 20 unit per minggu
   d. Target durasi proyek : 6 bulan (26 minggu atau 182 hari)

   Kesimpulan yang diperoleh adaalah metode penjadwalan *Line Balance Diagram* dapat digunakan sebagai *time schedule* bagi proyek perumahan, dengan jumlah unit 130 rumah dan diinginkan diselesaikan dalam waktu 6 bulan. Target rumah 20 unit per minggu dapat memenuhi ketentuan yang diinginkan. Berdasarkan hasil perhitungan, 130 unit rumah dapat diselesaikan dalam waktu 153 hari atau lebih cepat dari target waktu 182 hari. Untuk menyelesaikan satu unit rumah diperlukan 115 hari kerja dengan waktu kerja 6 hari kerja per minggu dan jam kerja 8 jam sehari.

2. Pengendalian Proyek dengan Metode Keseimbangan Garis (*line of Balance*) (Studi Kasus Pada Proyek Perumahan Maysa Tamansari Residence). Sanjaya dan Prawira (2014)

Melakukan penelitian dengan tujuan untuk menganalisis pengendalian proyek dengan metode bagian linear setimbang dalam penjadwalan proyek untuk mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya.

Metode penelitian yang dilakukan adalah dengan pengumpulan data, baik data primer maupun sekunder. Setelah data terkumpul membuat work breakdown struktur berdasarkan data yang ada, kemudian menganalisiskonflik yang ada untuk 1 couple 2 rumah. Langkah selanjutnya adalah memberikan *buffer time* untuk menghindari terjadinya konflik, kemudian membuat *Barchart* untuk 3 couple yang diikuti analisis konflik yang terjadi . langkah terakhir membuat Diagram Line of Balance untuk untuk couple (6 unit) rumah.

Hasil dari penelitian ini adalah waktu total yang diperlukan menyelesaikan proyek tersebut untuk 1 couple (2 unit) adalah 20 minggu, sedangkan untuk 3 couple (6 unit) dengan metode keseimbangan garis adalah 58 minggu. Dengan menggunakan *Line of Balance* dapat terlihat sumber sumber daya yang terus berkelanjutan (*continue*) tanpa adanya pemutusan sehingga sumber daya dapat dimanfaatkan sebaik-baiknya dan percepatan waktu penyelesaian proyek akibat adanya pengoptimalan sumberdaya. Line of Balance mampu menyajikan tingkat produktifitas dan informasi durasi dalam bentuk format grafik yang lebih mudah dimengerti sehingga dapat menunjukan kesalahan yang terjadi pada kemajuan kegiatan dan mengestimasi gangguan yang mungkin akan terjadi. Namun, *Line of Balance* memiliki kekuranganyaitu metode ini menyebabkan peningkatan biaya akibat adanya peningkatan kegiatan tiap minggunya.

3. Analisis Penjadwalan Ulang Waktu Pelaksanaan Proyek Jalan dengan Line of Balance (Studi Kasus Peoyek Rehabilitasi / Peningkatan Jalan Lingkungan RW I – RW IV Kelurahan Kedungsari Kota Magelang Tahun Anggaran 2016) Prastyo (2017).

   Tujuan penelitian ini untuk mendapatkan penjadwalan ulang pada proyek Rehabilitasi/Peningkatan Lingkungan RW I – RW IV Kelurahan

Kedungsari Kota Magelang Tahun Anggaran 2016 dengan metode penjadwalan line of balance serta untuk mengetahui cara menigkatan produktivitas.

Metode yang dilakukan adalah pengumpulan data berupa gambar proyek, penjadwalan dengan kurva s, rencana anggaran biaya dan produktivitas kelompok kerja, yang dilanjutkan dengan penjadwalan ulang dengan metode *line of balance* dengan beberapa variasi. Hasil tersebut dianalisis dengan analisis *trial and error.*

Hasil yang didapat dari penelitian yang dilakukan yaitu:

1. Penjadwalan *Line of Balance* yang optimal (didasarkan pada peningkatan produktivitas pekerjaan pasangan batu kali untuk saluran (2 kali), pekerjaan plesteran pekerjaan pembesian, pekerjaan leuneng, pekerjaan aspal dan penambahan *buffer* pada pekerjaan bekisting, pekerjaan cor beton sehingga tanpa konflik) didapatkan pada penjadwalan *Line of Balance* dengan durasi 47 hari.
2. Penigkatan produktivitas untuk proyek ini dengan cara penambahan tenaga kerja.

2.2 PERSAMAAN DAN PERBEDAAN DENGAN PENELITIAN SEBELUMNYA

Pada penelitian yang akan dilakukan dengan judul “Analisis durasi Penjadwalan Ulang (*Reschedule*) Proyek Pembangunan Perumahan Green Valley *type* 36/60 di Rangkas Bitung dengan metode LSM terdapat beberapa persamaan dan perbedaan dengan penelitian yang telah dilakukan sbelumnya. Rangkuman penelitian sebelumnya dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Perbandingan Penelitian

Aspek	Nugraheni (2004)	Sanjaya dan Prawira (2014)	Prasetyo (2017)	Penelitian yang dilakukan
Judul Penelitian	Analisis Penjadwalan Ulang (*Rescheduling)* Proyek dengan Memanfaatkan *Line Balance Diagram*	Pengendalian Proyek dengan Metode Keseimbangan Garis (*line of Balance*) (Studi Kasus Pada Proyek Perumahan Maysa Tamansari Residence)	Analisis Penjadwalan Ulang Waktu Pelaksanaan Proyek Jalan dengan Line of Balance (Studi Kasus Peoyek Rehabilitasi / Peningkatan Jalan Lingkungan RW I – RW IV Kelurahan Kedungsari Kota Magelang Tahun Anggaran 2016)	Analisis Penjadwalan Ulang Proyek dengan Metode *LSM* (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Perumahan (Green Valley *type* 36/60 di Rangkas Bitung)
Tujuan Penelitian	Untuk mendapatkan waktu yang lebih singkat dan efisien dalam pengerjaan unit sesuai dengan spesifikasi kebutuhan proyek	menganalisis pengendalian proyek dengan metode bagian linear setimbang (*line of balance*) dalam penjadwalan proyek untuk mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya.	Untuk mendapatkan penjadwalan ulang pada proyek Rehabilitasi/Peningkatan Lingkungan RW I – RW IV Kelurahan Kedungsari Kota Magelang Tahun Anggaran 2016 dengan metode penjadwalan line of balance serta untuk mengetahui cara menigkatan produktivitas	Mengetahui durasi dalam penjadwalan ulang pembangunan Perumahan Green Valley *type* 36/60 dengan metode LSM. Mengetahui perbandingan keunggulan metoda penjadwalan antara jadwal proyek *existing* dengan penjadwalan ulang menggunakan metode LSM

Dari beberapa rangkuman penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, diketahui terdapat beberapa persamaan dan perbedaan pada penelitian sekarang dengan penelitian sebelumnya sebagai berikut:

1. Persamaan dengan penelitian Nugraheni (2004) adalah merencanakan penjadwalan proyek menggunakan metode *Linier*. Perbedaannya yaitu penelitian ini dilakukan pada proyek pembangunan dengan unit yang lebih banyak, serta target yang direncanakan relatif lebih tinggi sedangkan pada penelitian sekarang dilakukan pada lokasi yang memiliki jumlah unit yang lebih sedikit dan perbedaan letak lokasi proyek.
2. Persamaan dengan penilitian Sanjaya dan Prawira (2014) adalah penggunaan metode *linier* pada proyek perumahan yang jenisnya relatif sama. Perbedaanya yaitu penelitian ini bertujuan untuk pengendalian proyek untuk pengoptimalan dan pemanfaatan sumber daya.
3. Persamaan dengan penelitian Prasetyo (2017) adalah menggunakan metode linier untuk membuat penjadwalan ulang pada suatu proyek untuk mendapatkan penjadwalan yang memiliki durasi lebih efisien dari waktu yang sudah direncanakan sebelumnya. Perbedaannya yaitu penelitian ini dilakukan pada proyek pembangunan jalan lingkungan.

BAB III
LANDASAN TEORI

3.1 PROYEK

3.1.1 Definisi

Kegiatan proyek adalah kegiatan sementara yang berlangsung dalam jangka terbatas, dengan alokasi sumber daya tertentu dan dimaksudkan untuk menghasilkan produk atau *deliveable* yang kriteria mutunya telah digariskan dengan jelas (Soeharto, 1999).

3.1.2 Sasaran Proyek

Setiap proyek memiliki tujuan yang khusus, dimana untuk mencapai tujuan tersebut ada batasan yang harus dipenuhi yaitu besar biaya yang dialokasikan, jadwal, serta mutu yang harus dipenuhi. Ketiga hal tersebut merupakan parameter yang sangat penting bagi penyelenggaraan proyek yang diasosiasikan sebagai sasaran proyek. Ketiga batasan tersebut di atas disebut tiga kendala (*triple constraint*) (Soeharto, 1999).

3.1.3 Siklus Proyek

Siklus Proyek menurut *Project Management Institute (IPM)* (Soeharto, 1999) dapat dilihat pada table 3.1 berikut ini.

Tabel 3.1 Siklus Proyek

Tahap Konseptual	Tahap PP/Definisi	Tahap implementasi	Tahap Terminasi
a. Perumusan gagasan b. Kerangka acuan c. Studi kelayakan d. Indikasi dimensi lingkup proyek e. Indikasi biaya dan jadwal	a. Pendalaman berbagai aspek persoalan b. Desain-engineering dan pengembangan c. Pembuatan jadwal induk dan anggaran, menentukan kelanjutan investigasi d. Penysunan strategi penyelenggaraan dan rencana pemakaian sumber daya e. Pembekian dini f. Penyiapan perangkat dan peserta	a. Desain-engineering terinci b. Pembuatan spesifikasi dan kriteria c. Pembelian peralatan dan material d. Pabrikasi dan kontruksi e. Inspeksi mutu f. Mechanical “completion”	a. Start-up b. Demobilisai laporan penutupan c. Tahap operasi atau utilisasi

3.2 PENJADWALAN PROYEK

3.2.1 Definisi

Dalam melaksanakan perencanaan proyek perencana akan dihadapkan pada pilihan untuk menetapkan sumber daya yang paling tepat. Salah satu bagian penting dalam sebuah perencanaan adalah menentukan penjadwalan pengerjaan proyek, dimana penjadwalan merupakan gambaran awal dari proses bagaimana cara menyelesaikan dan mengendalikan proyek tersebut. Pada sebuah penjadwalan akan tampak uraian jenis pekerjaan, durasi pekerjaan dan waktu penyelesaian setiap item pekerjaan, kapan waktu untuk memulai dan juga waktu untuk mengakhiri setiap item pekerjaan yang berhubungan dan saling bergantung antara masing-masing kegiatan.

Menurut Faisol (2010) dalam mata kuliah perencanaan penjadwalan dan pengendalian proyek, penjadwalan adalah perencanaan pembagian waktu dan hubungan antar pekerjaan yang ada dalam suatu proyek. Menurut Husein (2010), pengalokasian waktu yang tersedia untuk melaksanakan item pekerjaan dalam penyelesaian satu proyek hingga mencapai hasil yang optimal dengan pertimbangan keterbatasan merupakan definisi dari penjadwalan.

3.3.2 Tujuan

Menurut Faisol (2010) dalam mata kuliah perencanaan penjadwalan dan pengendalian proyek, tujuan dari penjadwalan adalah:

a. Mengetahui hubungan antar pekerjaan, baik mendahului maupun yang mengikuti;
b. Mengetahui durasi tiap pekerjaan dan durasi proyek;
c. Mengetahui waktu mulai dan waktu akhir setiap pekerjaan;
d. Sebagai alat penyediaan dan pengendalian sumber daya
e. Sebagai alat monitoring, pengendalian dan evaluasi proyek

3.2.3 Metode Penjadwalan Linear

Metode penjadwalan linier dapat menjadi alternatif pada penjadwalan jenis proyek berulang yang umumnya menggunakan metode jaringan. Proyek yang dalam pengerjaannya berulang cukup umum untuk ditemui dalam pekerjaan

konstruksi. Menurut Hegazy dan Wassef (2001) terdapat dua kategori yakni proyek yang berulang karena pengulangan seragam dari unit kerja selama proyek berlangsung (seperti beberapa unit rumah yang serupa, segmen-segmen lantai pada bangunan bertingkat) dan proyek yang harus berulang-ulang karena geometris layout (seperti ruas-ruas jalan raya dan proyek pipa). Proyek dengan kategori tersebut biasanya disebut sebagai proyek berulang atau linier menurut Ammar dan Elbeltagi, (2001). Menurut Birrel (1989) Proyek dengan kategori berulang atau linier dijadwalkan dengan cara untuk meminimalkan waktu tunggu kru dan memastikan kesinambungan sumber daya.

Metode penjadwalan linear merupakan metode efektif untuk proyek yang memiliki karakteristik kegiatan berulang, baik yang bersifat horizontal maupun vertikal. Menurut Mawdesley (1997) terdapat dua jenis umum dalam metode penjadwalan linear, yaitu : LoB (*Line of Balance*) dan *Time Chainage Diagram*.

3.2.4 Metode Penjadwalan Line of Balance

Pada mulanya *Line of Balance* (LoB) berasal dari industri manufaktur dan pada tahun 1942 dikembangkan kembali oleh Departemen Angkatan Laut AS untuk pemrograman dan pengendalian proyek-proyek yang bersifat repetitif. Kemudian dikembangkan lebih lanjut oleh *Nation Building Agency* di Inggris untuk proyek-proyek perumahan yang se jenis, diketahui alat penjadwalan yang orientasinya pada sumber daya ini ternyata lebih sesuai dan realistik daripada alat penjadwalan yang berorientasi pada dominasi kegiatan. Kemudian metode ini diadaptasi oleh Lumsden (1968) untuk perencanaan dan pengendalian proyek, di mana produktifitas sumber daya dipertimbangkan sebagai bagian yang penting.

LoB merupakan metode yang menggunakan keseimbangan operasi, yaitu tiap-tiap kegiatan adalah kinerja yang terus menerus. Keuntungan utama dari metodologi LoB ini yaitu menyediakan tingkat produktifitas dan informasi durasi dalam bentuk format grafik yang relative lebih mudah. Selain itu, plot LoB dapat menunjukkan dengan sekilas apa yang salah pada kemajuan kegiatan, dan dapat memprediksi potensi gangguan yang akan datang. Menurut Arditi dan Albulak (1986), LoB memiliki pemahaman yang lebih baik untuk proyek-proyek yang

tersusun dari kegiatan berulang daripada teknik penjadwalan yang lain, karena LoB memberikan kemungkinan untuk mengatur tingkat produktifitas kegiatan, memiliki kehalusan dan efisiensi dalam pengaliran sumber daya, dan membutuhkan sedikit waktu dan upaya untuk memproduksinya daripada penjadwalan network.

Menurut Husen (2008), efektifitas metode ini dapat digunakan pada proyek bangunan bertingkat dengan keragaman masing-masing tingkat bangunan relatif sama. Pada proyek yang cukup besar, metode ini juga dapat membantu memonitor kemajuan kegiatan tertentu yang berada dalam suatu penjadwalan keseluruhan proyek. Hal ini bisa dilakukan jika dikombinasikan dengan metode Network, karena metode penjadwalan linear dapat memberikan informasi tentang kemajuan proyek yang tidak dapat ditampilkan oleh metode Network.

Menurut Arditi (2002), di berbagai literatur Internasional biasanya LoB ditunjukkan sebagai alat penjadwalan yang hanya cocok untuk proyek-proyek yang tersusun atas kegiatan berulang, dan tidak cocok untuk proyek non-repetitive. Namun di Finlandia, LoB telah menjadi alat penjadwalan yang pokok pada perusahaan besar konstruksi sejak tahun 1980 an, di mana LoB digunakan untuk penjadwalan proyek-proyek yang spesial dan proyek konstruksi residential (Kiiras, 1989; Kankainen dan Sandvik, 1993) dengan menggunakan bantuan software *DYNAProject*. Keuntungan yang didapat dengan bantuan software ini antara lain, yaitu : meminimalkan resiko penjadwalan, menjadi cara analisis alternatif yang lebih baik, mempercepat durasi proyek, cepat dalam memeriksa kelayakan jadwal, menjadi standar pelaporan kemajuan waktu riil untuk manajemen dan memungkinkan optimasi kontrol kegiatan.

3.2.5 Teknik Perhitungan *Line of Balance*

Format dasar dari LoB adalah *Time* diplotkan pada sumbu horizontal dan unit number pada sumbu vertikal (Mawdesley et al., 1997). Konsep LoB didasarkan pada pengetahuan tentang bagaimana unit yang banyak harus diselesaikan pada beberapa hari agar program pengiriman unit dapat dicapai (Lumsden, 1968).

Menurut Nugraheni (2004), dalam analisis penjadwalan dengan menggunakan *Line of Balance* terdapat beberapa tahapan diantaranya:

a. Logika ketergantungan

Dalam pelaksanaannya metode ini meganalisis jenis pekerjaan yang dapat dikerjakan bersamaan (*Linear)* namun tidak mengganggu pekerjaan selanjutnya, dan metode ini dalam pengerjaannya terdapat pekerjaan yang dapat dilakukan bersamaan karena tidak terdapat hubungan yang dapat mengganggu jalannya pekerjaan selanjutnya. Maka dari itu perlu dilakukan pengelompokan jenis pekerjaan berdasarkan logika ketergantungan jenis pekerjaan tersebut dan pengelompokan pekerjaan yang bisa dikerjakan bersamaan (Nugraheni., 2004).

b. Variabel dalam perhitungan *Line of Balance*

Pada pembuatan jadwal dengan metode *Line of Balance* terdapat variabel yang menentukan proses penjadwalan tersebut. Beberapa variabel yang digunakan umumnya sama dan dapat ditemukan pada metode penjadwalan lainya seperti jumlah jam kerja per hari, jumlah hari kerja, dan jumlah jam kerja per minggu. Namun pada metode ini terdapat variabel target pencapaian jumlah pekerjaan yang ditentukan perencana.

c. Rumus perhitungan pada *Line of Balance*

Menurut Nugraheni (2004), dalam perhitungan *Line of Balance* terdapat beberapa perhitungan yang perlu ditentukan untuk membuat penjadwalan *Line of Balance* diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Menentukan jumlah jam kerja pada jenis pekerjaan per unit target mingguan (M).

   M = *Jumlah pekerja x durasi pekerjaan x pekerjaan unit per minggu*

2. Menentukan jumlah total pekerja untuk target pekerjaan mingguan secara teoritis (N).

   $$N = \frac{M\ x\ Unit\ target\ mingguan}{Jam\ kerja\ per\ minggu}$$

3. Menentukan estimasi jumlah pekerja pada kelompok kerja per jenis pekerjaan (n)

4. Menentukan jumlah kelompok kerja yang dibutuhkan (H)
5. Menentukan jumlah pekerja yang dibutuhkan dalam satu kelompok (A)

   A = n *x* H
6. Menentukan rataan actual kelompok kerja yang digunakan (R)

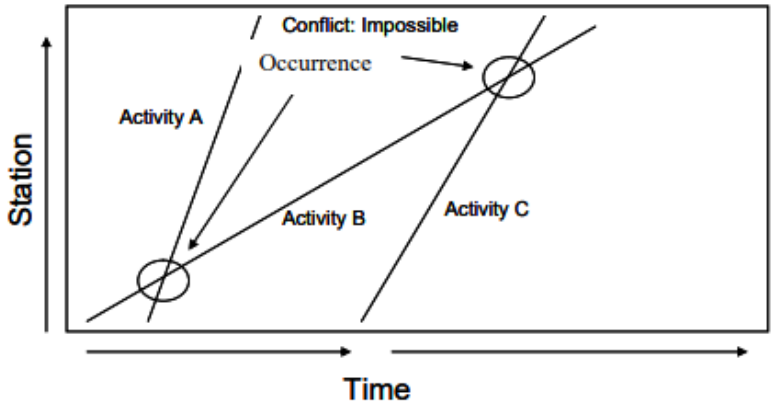
   $R = \frac{A\ x\ Jam\ kerja\ per\ minggu}{M}$
7. Menentukan waktu pengerjaan jenis pekerjaan dalam 1 unit (t)

   $t = \frac{M}{n\ x\ jumlah\ jam\ kerja\ per\ hari}$
8. Menentukan jarak waktu yang diperlukan untuk memulai pekerjaan pada unit terakhir (T)

   $T = \frac{Target\ pekerjaan\ unit - 1}{R}$ *x Hari kerja*

d. Penundaan

Menurut Hinze (2008) garis aktifitas pada metode *Line of Balance* tidak boleh saling mengganggu atau mendahului dan juga tidak boleh saling berpotongan (*no cross*) atau dengan kata lain rangkaian aktivitasnya berurutan dan tidak boleh saling mengganggu atau saling mendahului. Artinya progress atau kemajuan pekerjaan dari aktifitas yang mengikuti (*successor)* tidak boleh mendahului aktifitas yang mendahuluinya (*predecessor*). Bila ini sampai terjadi, maka akan terjadi konflik kegiatan atau dapat mengganggu semua jalannya proyek tersebut. Maka perlu dilakukan penundaan pada jenis pekerjaan tersebut agar pekerjaan yang direncanakan tetap berjalan sesuai antara *successor* dan *predecessor* pekerjaan tersebut.



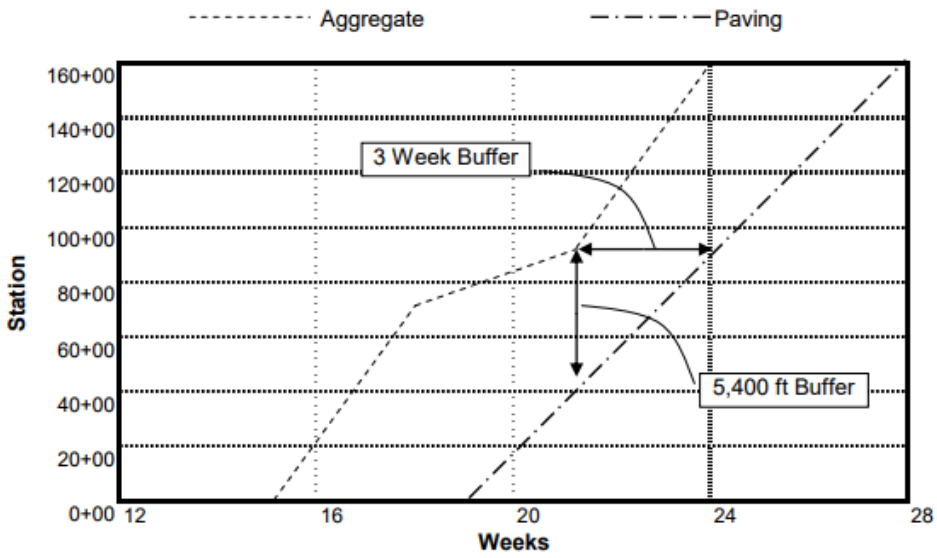
Gambar 3.1 Penjadwalan *Line of Balance* yang menunjukan adanya konflik Yang harus dihindari

(Sumber : *Hinze*, 2008)

3.2.6 *Buffer*

Menurut Kenley dan Seppanen (2009), *Buffer* adalah penyerapan yang memungkinkan untuk mengatasi gangguan antara tugas-tugas atau lokasi yang berdekatan, *buffer* merupakan komponen dari hubungan logika antara dua tugas tapi yang dapat menyerap penundaan. *Buffer* tampak sangat mirip dengan kelambanan (*float*), yang digunakan untuk melindungi jadwal dan dimaksudkan untuk menyerap variasi kecil dalam produksi. Menurut Hinze (2008) terdapat dua jenis buffer di dalam LoB, yaitu *time buffer* dan *distance/space buffer*. Menurut Setianto (2004) penyebeb dari *Buffer* ini sendiri biasanya disebabkan oleh:

1. Kecepatan produksi yang berbeda di mana kegiatan yang mendahului mempunyai kecepatan produksi yang lebih lambat dari kegiatan yang mengikuti.
2. Perbaikan dan keterbatasan peralatan
3. Keterbatasan material
4. Variasi jumlah kelompok pekerja di mana kegiatan yang mendahului menggunakan kelompok pekerja yang lebih banyak daripada kegiatan yang mengikuti.



Gambar 3.2 *Buffer Time*

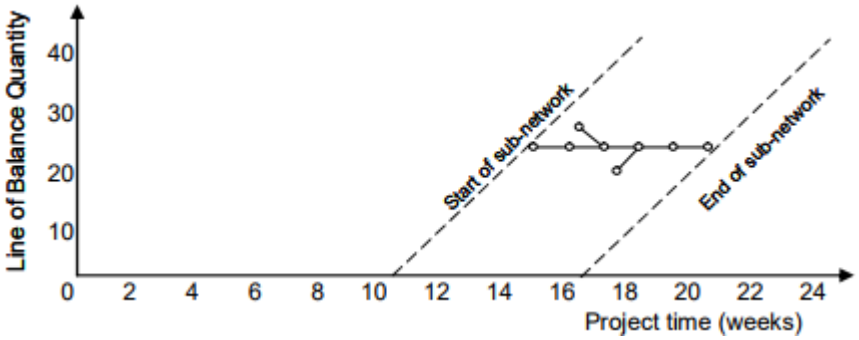
(Sumber: *Hinze*, 2008)

3.2.7 Metodologi Berbasis Lokasi

Menurut Kenley dan Seppanen (2009), terdapat dua sub-divisi utama dari metode berbasis lokasi, tergantung pada apakah fokusnya adalah pada berkelanjutan penyelesaian unit repetitif (seperti yang ditemukan dalam produksi pabrik berulang, atau proyek linier) atau fokus pada lokasi fisik penyelesaian variabel (lebih khas pada komersial konstruksi).

a. Unit Produksi

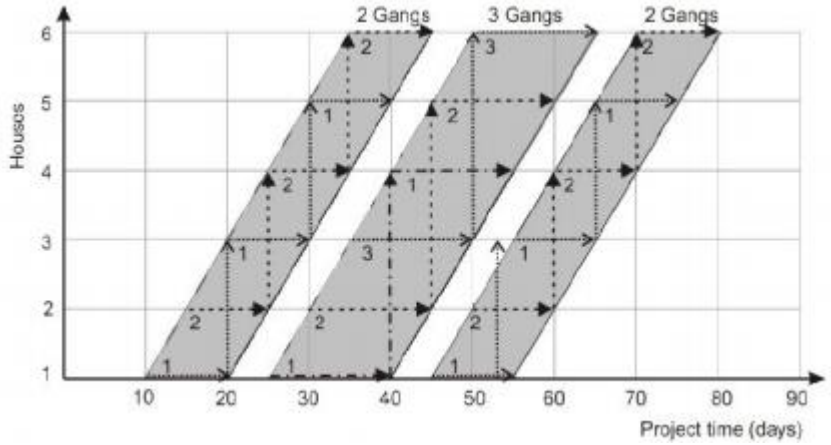
Dengan unit produksi, penekanannya pada perhitungan unit produksi per periode waktu. Metode ini menggunakan garis miring pada dimulainya (suatu kegiatan berulang atau sub-jaringan) dan garis selesai (dari kegiatan yang sama atau sub-jaringan) pada grafik produksi terhadap waktu, seperti ditunjukkan pada gambar berikut :



Gambar 3.3 *Line of Balance Quantity*

(Sumber: *Kenley* dan *Seppanen*, 2009)

Masing-masing unit tidak peduli dengan *line of balance*. Kuncinya adalah tingkat produksi dari kuantitas *line of balance* (kumulatif produksi), yaitu untuk menyeimbangkan tingkat perbedaan proses produksi, serta menggunakan *buffer* untuk memungkinkan variabilitas.

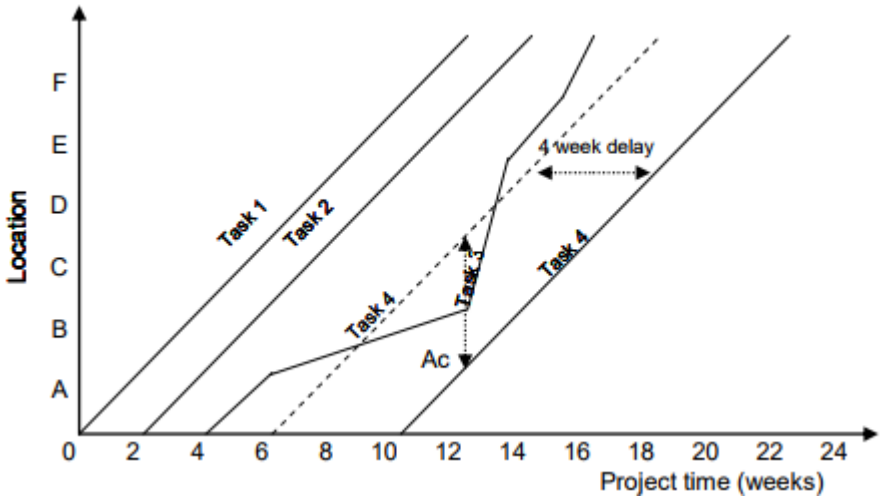


Gambar 3.4 Keseimbangan Produksi dan Tiga Tugas Dalam *Line of Balance*

(Sumber: *Kenley* dan *Seppanen*, 2009)

b. Lokasi Produksi

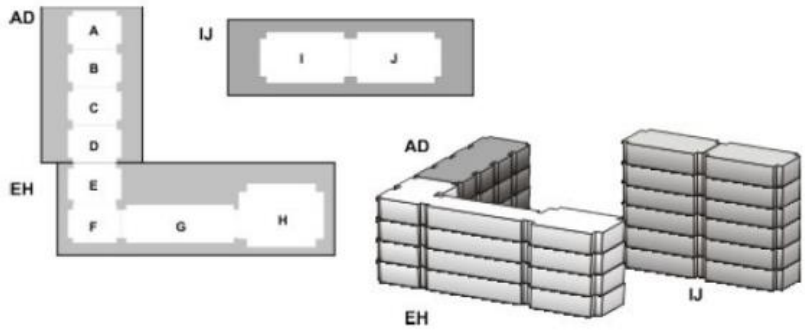
Dengan lokasi produksi, penekanannya pada pelaksanaan pekerjaan dalam lokasi dan tingkat penyelesaian sekuensial. Ini membentuk satu baris untuk setiap tugas yang dimulai di bagian bawah lokasi dan finishing di bagian atas lokasi. Setelah satu lokasi selesai, tugas itu terus ke lokasi kedua. Hal ini ditandai oleh representasi *flowline* seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 3.5 *Flowline* dari Empat Tugas Yang Menunjukan *Delay*

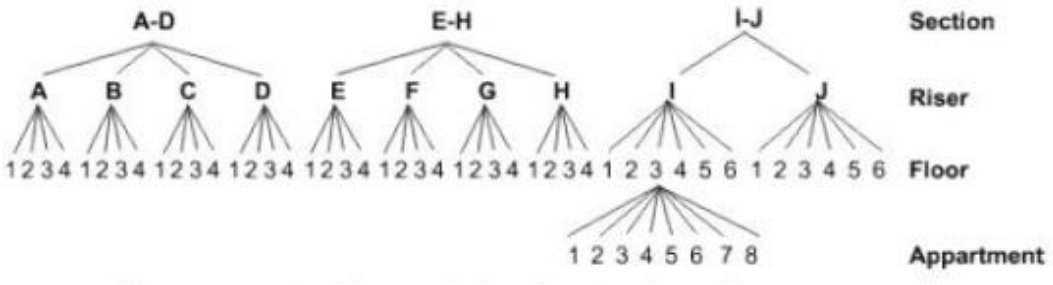
(Sumber: *Kenley* dan *Seppanen*, 2009)

Fokusnya adalah pada tingkat produksi pada lokasi individu, yaitu untuk mendukung aliran sumber daya pada proses produksi melalui lokasi serta menggunakan 36 buffer yang memungkinkan untuk variabilitas. Lokasi lebih kompleks dibandingkan unit produksi, yang dapat ditangani dengan numerik. Lokasi memerlukan pengorganisasian hirarki struktur rincian lokasi (LBS/Location Breakdown Structure) dengan konsekuensi mengambil manfaat pada realitas fisik serta mengatur pekerjaan di site LBS yang berhubungan dengan fisik rincian proyek, seperti ditunjukkan pada Gambar 3.8, di mana LBS seperti yang akan ditunjukkan pada Gambar 3.9.



Gambar 3.6 *Layout* Proyek Tipikal Untuk Persiapan LBS

(Sumber: *Kenley* dan *Seppanen*, 2009)



Gambar 3.7 LBS Untuk Proyek Tipikal

(Sumber: *Kenley* dan *Seppanen,* 2009)

Juga harus dicatat bahwa produksi adalah lokasi fisik, tidak ada persyaratan untuk itu menjadi pengulangan. Kuantitas cenderung bervariasi (atau tidak ada) antara lokasi, dan tugas-tugas yang diperlukan mungkin berbeda antara lokasi.

3.3 Produktivitas

3.3.1 Definisi

Menurut Faisol (2010), definisi produktivitas adalah:

1. Perbandingan antara *output* dan *input.* Inputnya adalah tenaga, kerja, alat, material, energi dan uang. Sedangkan outputnya adalah quantity, barang dan jasa.
2. Produksi/hasil dari suatu pekerjaan oleh satuan tenaga kerja dalam satu satuan waktu

Menurut Riyanto (1986) secara teknis produktivitas adalah suatu perbandingan antara hasil yang dicapai (output) dengan keseluruhan sumber daya yang diperlukan *(input).*

3.3.2 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Produktivitas

Menurut Faisol (2010) dari penelitian yang telah dilakukan, faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas kerja antara lain:

1. Tenaga Kerja

Untuk tenaga kerja sendiri, produktivitas dipengaruhi oleh:

a. Pengalaman

Seseorang atau sekelompok orang yang melakukan suatu pekerjaan yang sejenis secara berulang-ulang maka akan mengurangi jam-orang tenaga kerja untuk memproduksinya atau dengan kata lain akan meningkatkan angka produktivitas kerjanya.

b. Pelatihan

Pelatihan yang dimaksud adalah pekerjaan yang diberikan sebelumnya dengan tujuan meningkatkan produktivitas.

c. Motivasi

Salah satu fungsi manajemen adalah pengarahan (directing) dan menggerakan SDM agar dapat melaksanakan apa yang telah direncanakan untuk mencapai tujuan organisasi. Menurut Hayness motivasi adalah sesuatu yang ada di dalam dirinya untuk melakukan sesuatu.

d. Umur

Yang maksud disini, umur terlalu muda atau terlalu tua mengakibatkan produktivitas berkurang, sehingga umur yang produktif mempengaruhi produktivitas.

e. Lembur

Kerja lembur mempunyai indikasi penurunan produktivitas karena bekerja di waktu istirahat, namun hal ini tetap dilakukan demi mengajar *schedule* proyek.

f. Kepadatan Tenaga

Kepadatan tenaga kerja pada satu luasan tertentu jika mencapai titik jenuh (optimal) akan menurunkan angka produktivitas. Makin padat, makin sibuk, timbul gangguan pergerakan manusia dan alat, maka produktivitas akan menurun (indeks produktivitas naik)

g. Komunikasi

Salah satu penyebab keberhasilan/kegagalan proyek/rendahnya/ tingginya produktivitas proyek atau tenaga kerja adalah memiliki/tidak memiliki system komunikasi yang baik.

2. Kondisi Fisik Lapangan

   Kondisi fisik lapangan yang baik akan berpengaruh besar terhadap peningkatan produktivitas.

3. Iklim/cuaca

   Pengaruh iklim/cuaca terhadap produktivitas adalah:

a. Udara yang panas dengan temperatur tinggi akan mempercepat rasa lelah, sehingga produktivitas turun.
b. Begitu juga pada daerah yang dingin pada waktu salju turun, produktivitas kerja turun.

4. Peralatan

   Peralatan yang baik dan jumlah mencukupi mendukung juga untuk peningkatan produktivitas

5. Material

   Ketersediaan material yang cukup dan sesuai spesifikasi juga mendukung untuk peningkatan produktivitas.

6. Ukuran besar proyek
7. Manajemen

   Manajemen yang baik dalam pengelolaan proyek dapat meningkatkan produktivitas proyek yang sedang dilaksanakan.

Menurut Tamamengka dan Walangitan (2016), faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas adalah:

1. Keadaan cuaca
2. Keadaan fisik lapangan
3. Sarana bantu
4. Komposisi kelompok kerja
5. Kerja lembur
6. Ukuran besar proyek
7. Pekerja langsung versus sub kontraktor
8. Kurva pengalaman
9. Kepadatan tenaga kerja

BAB IV
METODOLOGI PENELITIAN

4.1 OBJEK DAN SUBJEK PENELITIAN

Objek yang ditinjau pada penelitian ini adalah Perumahan Green Valley di Rangkas Bitung Propinsi Banten, sedangkan subjek yang ditinjau adalah analisis penjadwalan ulang Proyek Pembangunan Perumahan Green Valley dengan menggunakan metode *LSM* (*Linienr Scheduling Methods*).

4.2 TEKNIK PENGUMPULAN DATA

Untuk melakukan tahapan penelitian ini, digunakan metode observasi dengan mengadakan wawancara langsung dan meminta data-data proyek dari otoritas yang mengerjakan pembangunan Perumahan Green Valley

4.3 VARIABEL PENELITIAN

Variabel yang digunakan adalah durasi lama pelaksanaan kegiatan yang terdiri dari dari sebagai berikut.

1. Jumlah pekerja per jenis pekerjaan per unit,
2. Durasi per jenis pekerjaan per unit,
3. Jumlah jam kerja pada jenis pekerjaan per unit target mingguan = M
4. Jumlah total pekerja untuk target kerja mingguan (teoritis) = N
5. Estimasi jumlah pekerja pada kelompok kerja per jenis pekerjaan = n
6. Jumlah pekerja yang di butuhkan = A
7. Jumlah kelompok kerja (aktual) = H
8. Rataan aktual kelompok kerja yang digunakan = R
9. Waktu pengerjaan jenis pekerjaan dalam 1 unit = t
10. Jarak waktu yang diperlukan untuk memulai pekerjaan pada unit terakhir = T
11. *Buffer time* = B

4.4 JENIS DATA

Jenis data yang digunakan dalam penelitiaan ini adalah data sekunder yang diperoleh dari pihak yang terkait pada Proyek pembangunan Perumahan Green Valley.

Data sekunder yang diperlukan adalah sebagai berikut.

1. *S curve* proyek
2. Wawancara dengan pengawas proyek tentang produktifitas pekerjaan, jumlah pekerja, durasi pekerjaan dan durasi total proyek

4.5 TEKNIK PENGOLAHAN DATA

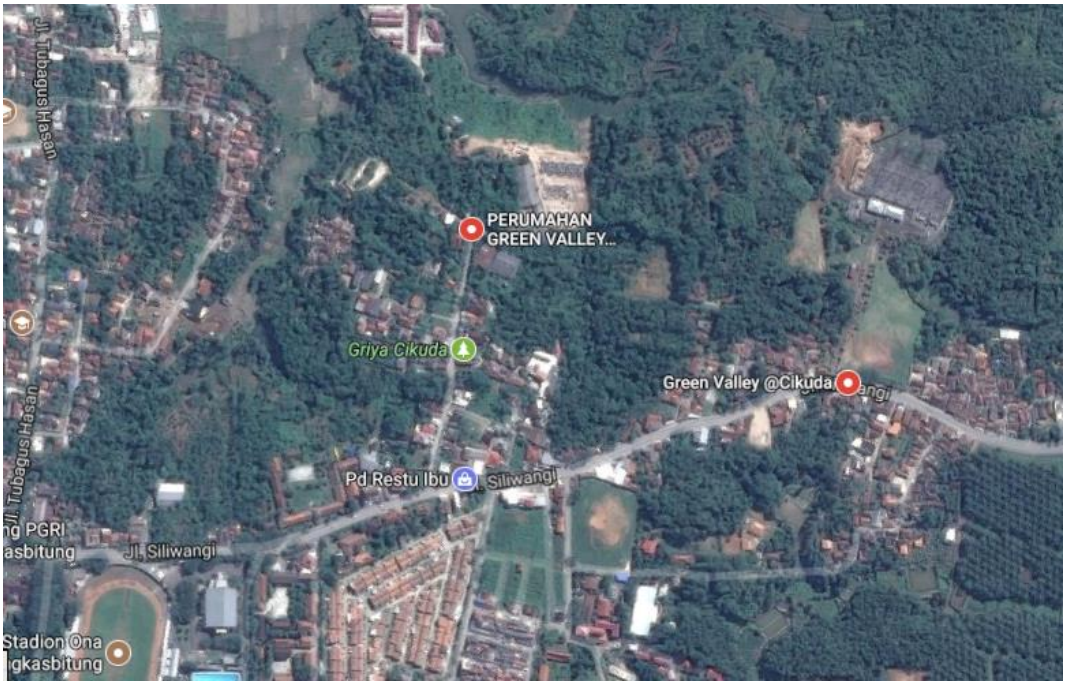
Pengolahan dan analisis data metode penjadwalan *LSM* menggunakan bantuan *software Microsoft Excel 2016* untuk menghitung ulang kembali waktu pengerjaan proyek *(rescheduling)* dan membuat grafik linier dari kelompok jenis pekerjaan yang bersifat linier.

Tahapan pembuatan penjadwalan dengan metode *LSM* sebagai berikut.

1. Mengidentifikasi aktivitas (*activity*) yang bersifat sama dan berulang,
2. Menentukan urutan kegiatan dan logika ketergantungan,
3. Pembagian kelompok per pekerjaan,
4. Menghitung jumlah jam kerja efektif,
5. Menghitung rencana waktu pengerjaan,
6. Menghitung jam kerja per kelompompok pekerjaan,
7. Penentuan jumlah kelompok kerja,
8. Penentuan waktu mulai masing-masing pekerjaan per unit dan unit terakhir,
9. Menentukan *buffer time* berdasarkan logika pengalaman,
10. Pembuatan jadwal *LSM*
11. Penggambaran diagram penjadwalan

4.6 LOKASI PENELITIAN

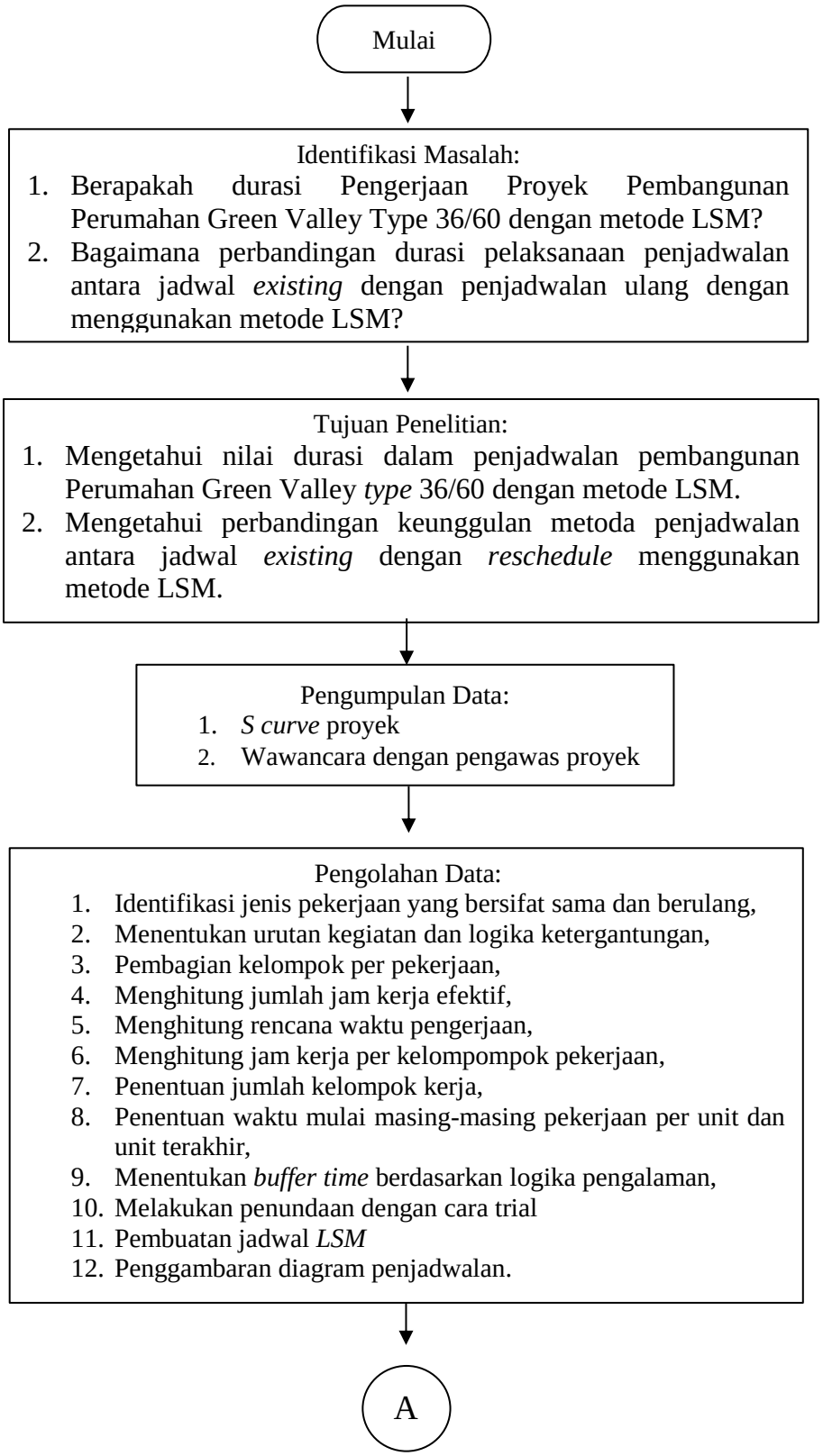
Berikut lokasi Proyek Pembangunan Perumahan Green Valley di Rangkas Bitung Propinsi Banten dapat dilihat pada Gambar 4.1.

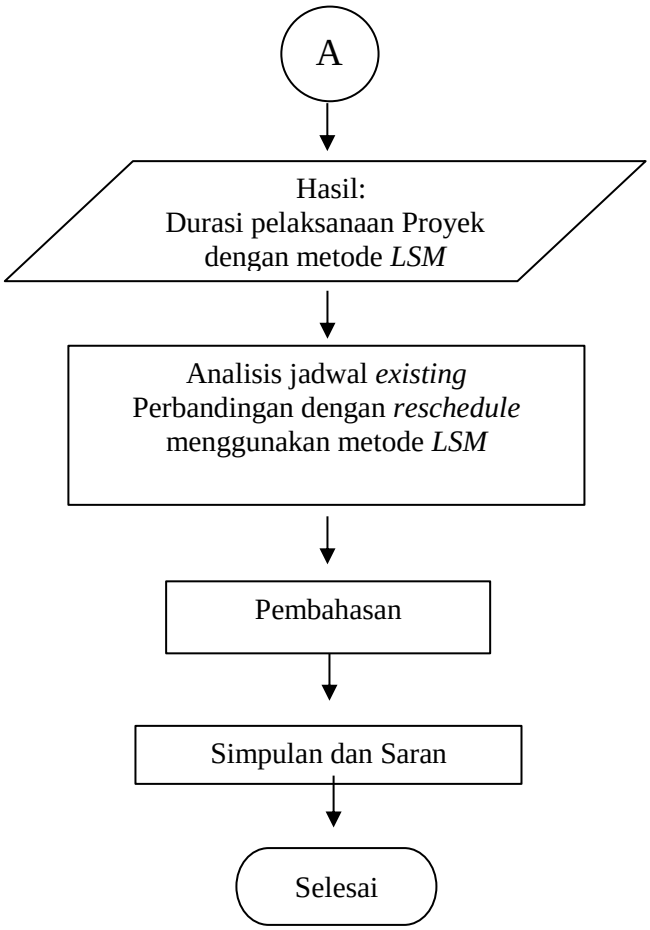


Gambar 4.1 Lokasi Perumahan Green Valley
(Sumber: *https://www.google.co.id/maps*)

4.7 TAHAPAN PENELITIAN

Tahapan penelitian yang akan dilakukaan ditunjukkan dengan diagram alir pada Gambar 4.2 berikut ini.


Mulai
Identifikasi Masalah:
1. Berapakah durasi Pengerjaan Proyek Pembangunan Perumahan Green Valley Type 36/60 dengan metode LSM?
2. Bagaimana perbandingan durasi pelaksanaan penjadwalan antara jadwal existing dengan penjadwalan ulang dengan menggunakan metode LSM?
Tujuan Penelitian:
1. Mengetahui nilai durasi dalam penjadwalan pembangunan Perumahan Green Valley type 36/60 dengan metode LSM.
2. Mengetahui perbandingan keunggulan metoda penjadwalan antara jadwal existing dengan reschedule menggunakan metode LSM.
Pengumpulan Data:
1. S curve proyek
2. Wawancara dengan pengawas proyek
Pengolahan Data:
1. Identifikasi jenis pekerjaan yang bersifat sama dan berulang,
2. Menentukan urutan kegiatan dan logika ketergantungan,
3. Pembagian kelompok per pekerjaan,
4. Menghitung jumlah jam kerja efektif,
5. Menghitung rencana waktu pengerjaan,
6. Menghitung jam kerja per kelompompok pekerjaan,
7. Penentuan jumlah kelompok kerja,
8. Penentuan waktu mulai masing-masing pekerjaan per unit dan unit terakhir,
9. Menentukan buffer time berdasarkan logika pengalaman,
10. Melakukan penundaan dengan cara trial
11. Pembuatan jadwal LSM
12. Penggambaran diagram penjadwalan.
A



Gambar 4.2 Diagram alir tahapan penelitian

BAB V
ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

5.1 Data Penelitian

Data penelitian diambil dari Proyek Pembangunan Perumahan Green Valley Rangkas Bitung Banten yang merupakan hasil wawancara dengan pelaksana proyek dalam hal ini pengawas proyek (2 orang). Berikut ini adalah hasil rekapitulasi dari wawancara yang dilakukan dengan pengawas proyek. Berikut Tabel 5.1

Tabel 5.1 Data jumlah pekerja pada pekerjaan 1 unit rumah

No.	Jenis Pekerjaan	Jumlah Pekerja (orang)	Durasi Pekerjaan (hari)
1.	Pekerjaan Persiapan	2	1
2.	Pekerjaan Tanah	4	1
3.	Pondasi	4	1
4.	Pekerjaan Beton	4	13
5.	Bekisting	4	7
6.	Pekerjaan Dinding	4	2
7.	Pekerjaan Plesteran/Aci	2	4
8.	Pekerjaan Pelapis Lantai	3	2
9.	Pekerjaan Pelapis Dinding	1	1
10.	Pekerjaan Kusen, Pintu, Jendela	3	4
11.	Rangka Atap dan Penutup Atap	6	3
12.	Plafond	2	2
13.	Pekerjaan Sanitair	2	5
14.	Pekerjaan Pipa dan Pompa	2	5
15.	Pekerjaan Kaca dan Penggantung	2	7
16.	Pekerjaan Pengecatan	3	2
17.	Pekerjaan Listrik	2	5
18.	Finishing	2	1

5.2 Analisis Data menggunakan *Linear Scheduling Method* (LSM)

Pada pembuatan jadwal atau *scheduling* dalam proyek ini telah dikatakan sebelumnya menggunakan keseimbangan operasi, yaitu tiap-tiap kegiatan adalah kinerja yang terus menerus dan berurutan *(successor).* Disamping itu, rangkaian kegiatan pada LSM juga tidak boleh saling berpotongan atau dengan kata lain tidak boleh mengganggu atau salng mendahului *(predecessor).* Artinya kemajuan pekerjaan dari kegiatan yang mengikuti tidak boleh mendahului.

Penjadwalan akan direncanakan mulai unit 1 sampai dengan unit 90 yang didasarkan pada bentuk pekerjaan yang tipikal untuk setiap unitnya.

5.2.1 Logika Ketergantungan

Pada proyek Pembangunan Perumahan Green Valley ini, terdapat pekerjaan yang dapat dilakukan bersamaan karena tidak terdapat hubungan yang dapat mengganggu jalannya pekerjaan *(successor and predecessor)* yang bersifat linier, sehingga dapat dikerjakan sekaligus dan membentuk kelompok kerja sendiri yang sangat berpengaruh pada *successor* dan *predecessor* pekerjaan selanjutnya. Dapat dilihat pada table 5.2

Tabel 5.2 Logika penggabungan item pekerjaan

No.	Jenis pekerjaan	*Predeccessor*	*Successor*	kelompok kerja
1.	pekerjaan persiapan	-	pekerjaan tanah	1
2.	pekerjaan tanah	pekerjaan persiapan	pondasi	2
3.	pondasi	pekerjaan tanah	pekerjaan beton	3
4.	pekerjaan beton a. kolom, balok, ring balok b. bekisting c. sanitair	pondasi	pekerjaan dinding	4
5.	pekerjaan dinding a. pasang bata b. kusen pintu, jendela c. pekerjaan pipa d. pekerjaan instalasi listrik	pekerjaan beton	plesteran/aci	5

Lanjutan Tabel 5.2 Logika penggabungan item pekerjaan

No.	Jenis pekerjaan	*Predeccessor*	*Successor*	kelompok kerja
6.	plesteran/aci a. plesteran/aci b. pekerjaan kaca c. pekerjaan penggantung	pekerjaan dinding	rangka dan penutup atap	6
7.	rangka dan penutup atap a. pasang rangka b. pasang atap	plesteran/aci	pekerjaan plafond	7
8.	pekerjaan plafond	rangka dan penutup atap	pekerjaan pelapis lantai	8
9.	pekerjaan pelapis lantai a. pekerjaan lantai b. pekerjaan lapis dinding	pekerjaan plafond	finishing	9
10.	finishing a. pekerjaan cat b. pasang pintu jendela c. pembersihan	pekerjaan pelapis lantai	-	10

5.2.2 Daftar Jenis Pekerjaan

Berikut adalah item pekerjaan dan durasi berdasarkan pengolahan data yang diperoleh dari logika ketergantungan. Dapat dilihat pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Rekapitulasi jenis pekerjaan dan durasi

No.	Jenis Pekerjaan	Durasi Pekerjaan 1 unit (hari)
1	pekerjaan persiapan	2
2	pekerjaan tanah	8
3	perkerjaan pondasi	3
4	pekerjaan beton non struktur dan beton struktur	27
5	pekerjaan dinding	17
6	pekerjaan plesteran/aci	2
7	pekerjaan rangka atap dan penutup atap	3
8	pekerjaan penutup plafond	3
9	pekerjaan pelapis lantai	5
10	pekerjaan finishing	12

5.2.3 Pembuatan Jadwal Dengan Metode LSM

Pada pembuatan jadwal dengan dengan metode LSM Terdapat beberapa variable yang harus di hitung dengan rumus sebagai berikut:

Jumlah jam kerja per hari = 10 jam

Hari kerja = 6 hari (senin-sabtu)

Jumlah jam kerja per minggu = 60 jam

Target pekerjaan unit = 90 unit

Target pekerjaan unit per minggu = 10 unit

1. Perhitungan jumlah jam kerja pada jenis pekerjaan per unit target mingguan (M=jam per unit target mingguan)

   M = *Jumlah pekerja x durasi pekerjaan x jam kerja per hari*

   Maka, (diambil contoh pada pekerjaan persiapan)

   M = 2 *x* 1 *x* 10 = 20

2. Perhitungan jumlah total pekerja untuk target kerja mingguan (teoritis) (N=orang)

   $N = \frac{M\ x\ Unit\ target\ mingguan}{Jam\ kerja\ per\ minggu}$

   Maka, (diambil contoh pada pekerjaan persiapan)

   $N = \frac{20\ x\ 10}{60} = 3{,}3$

3. Menetukan estimasi jumlah pekerja pada kelompok kerja per jenis pekerjaan (n = orang per kelompok)

   Estimasi ditentukan berdasarkan teori LSM dan pengalaman dilapangan.

4. Menentukan jumlah kelompok kerja yang dibutuhkan (H)

   H ditentukan berdasarkan teori LSM dan pengalaman dilapangan.

5. Perhitungan jumlah pekerja yang dibutuhkan dalam satu kelompok (A)

   A = n *x* H

   Maka, (diambil contoh pada pekerjaan persiapan)

   A= 2 *x* 2 = 4

6. Perhitungan rataan aktual kelompok kerja yang digunakan (R)

   $R = \frac{A\ x\ Jam\ kerja\ per\ minggu}{M}$

Maka, (diambil contoh pada pekerjaan persiapan)

R = $\frac{4\ x\ 60}{20}$ = 12

7. Perhitungan waktu pengerjaan jenis pekerjaan dalam 1 unit (t)

   t = $\frac{M}{n\ x\ jumlah\ jam\ kerja\ per\ hari}$

   Maka, (diambil contoh pada pekerjaan persiapan)

   t = $\frac{20}{2\ x\ 10}$ = 1

8. Perhitungan jarak waktu yang diperlukan untuk memulai pekerjaan pada unit terakhir (T)

   T = $\frac{Target\ pekerjaan\ unit\ -\ 1}{R}$ *x Hari kerja*

   Maka, (diambil contoh pada pekerjaan persiapan)

   T = $\frac{90\ -\ 1}{12}$ *x* 6 = 44,5

9. Menentukan *Buffer Time* (B)

   B ditentukan berdasarkan teori LSM dan pengalaman dilapangan

Berdasarkan variabel dan rumus diatas, berikut ini adalah rekapitulasi perhitungan dari semua pekerjaan yang dapat dilihat pada tabel 5.4

Setelah mendapatkan waktu pengerjaan jenis pekerjaan dalam 1 unit (t), jarak waktu yang diperlukan untuk memulai unit terakhir dan nilai buffer, maka perhitungan untuk grafik LSM dapat dihitung melalui logika penambahan jumlah hari dari setiap kegiatan ke kegiatan lainya.yang bersifat successor dan predecessor. Dapat dilihat pada tabel 5.5

Tabel 5.4 Rekapitulasi variabel penelitian

	jenis kegiatan (/unit)	M (man-h/unit)	N	n	A	H	R	t	T	B
1	pekerjaan persiapan	20	3,3	2	4	2	12	1,0	44,5	0
2	pekerjaan tanah	120	20,0	3	21	7	10,5	4,0	50,9	0
3	perkerjaan pondasi	120	20,0	6	24	4	12	2,0	44,5	1
4	pekerjaan beton non struktur dan beton struktur	1440	240,0	10	240	24	10	14,4	53,4	1
5	pekerjaan bekisting	360	60,0	5	60	12	10	7,2	53,4	3
6	pekerjaan dinding	480	80,0	6	84	14	10,5	8,0	50,9	5
7	pekerjaan plesteran/aci	120	20,0	4	20	5	10	3,0	53,4	5
8	pekerjaan pelapis lantai	120	20,0	8	24	3	12	1,5	44,5	1
9	pekerjaan pelapis dinding	10	1,7	2	2	1	12	0,5	44,5	1
10	pekerjaan kusen, pintu, jendela dan partisi	180	30,0	6	30	5	10	3,0	53,4	4
11	pekerjaan rangka atap dan penutup atap	240	40,0	12	48	4	12	2,0	44,5	1
12	pekerjaan penutup plafond	60	10,0	4	12	3	12	1,5	44,5	3
13	pekerjaan sanitair	40	6,7	7	7	1	10,5	0,6	50,9	1
14	pekerjaan pipa dan pompa	80	13,3	3	15	5	11,25	2,7	47,5	1
15	pekerjaan kaca dan penggantung	20	3,3	4	4	1	12	0,5	44,5	3
16	pekerjaan pengecatan	180	30,0	6	30	5	10	3,0	53,4	0
17	pekerjaan listrik	80	13,3	2	14	7	10,5	4,0	50,9	0
18	pekerjaan finishing	60	10,0	4	12	3	12	1,5	44,5	0

Tabel 5.5 Perhitungan memulai pekerjaan unit 1 dan unit 90

	jenis kegiatan	t(days)	T(days)	B (days)	start day unit 1		start day unit 90		note		urutan kelompok
1	pekerjaan persiapan	1,0	44,5	1		0	0+44,5	44,5			1
2	pekerjaan tanah	4,0	50,9	1	0+1+1=2	2	2+50,9	52,9			2
3	perkerjaan pondasi	2,0	44,5	1	2+1+4=7	10	10+44,5	54,5			3
4	pekerjaan beton non struktur dan beton struktur	14,4	53,4	1	10+1+2=13	13	13+53,4	66,4	66,4+1+14,4=81,8	di ikuti 5, 13	4
5	pekerjaan bekisting	7,2	53,4	3	81,8-53,4=28,4	29	29+53,4	82,4			4
6	pekerjaan dinding	8,0	50,9	5	29+3+7,2=39,2	40	40+50,9	90,9	90,9+5+8=103,9	di ikuti 10, 14, 17	5
7	pekerjaan plesteran/aci	3,0	53,4	5	40+5+8=53	53	53+53,4	106,4	106,4+5+3=114,4	di ikuti 15	6
8	pekerjaan pelapis lantai	1,5	44,5	1	53+5+3=61	61	61+44,5	105,5	105,5+1+1,5=108	di ikuti 9	9
9	pekerjaan pelapis dinding	0,5	44,5	1	108-44,5=63,5	64	64+44,5	108,5			9
10	pekerjaan kusen, pintu, jendela dan partisi	3,0	53,4	4	103,9-53,4=50,5	51	51+53,4	104,4			5
11	pekerjaan rangka atap dan penutup atap	2,0	44,5	1	40+5+8=53	55	55+44,5	99,5			7
12	pekerjaan penutup plafond	1,5	44,5	3	55+1+2=58	58	58+44,5	102,5			8
13	pekerjaan sanitair	0,6	50,9	1	81,8-50,9=30,9	31	31+50,9	81,9			4
14	pekerjaan pipa dan pompa	2,7	47,5	1	103,9-47,5=56,4	57	57+47,5	104,9			5
15	pekerjaan kaca dan penggantung	0,5	44,5	3	106,4-44,5=61,9	62	62+44,5	106,5			6
16	pekerjaan pengecatan	3,0	53,4	0	64+1+0,5=65,5	66	66+53,4	119,4	119,4+0+3=122,4	di ikuti 18	10
17	pekerjaan listrik	4,0	50,9	0	103,9-50,9=53	53	53+50,9	103,9			5
18	pekerjaan finishing (pembersihan)	1,5	44,5	0	122,4-44,5=77,9	78	78+44,5	122,5			10

Keterangan tabel:

Start day unit ke 1 merupakan penjumlahan antara t (jenis pekerjaan sebelumnya) + B (jenis pekerjaan sebelumnya) + start unit 1 (jenis pekerjaan sebelumnya)

Start day unit ke 90 merupakan penjumlahan antara T (jenis pekerjaan sedang berlangsung) + start day unit ke 1 (jenis pekerjaan sedang berlangsung)

Untuk jenis pekerjaan yang bisa dikerjakan bersamaan pada urutan kelompok pengerjaan maka start unit ke 1 merupakan pengurangan jumlah pada tabel note dengan T (jenis pekerjaan sedang berlangsung).

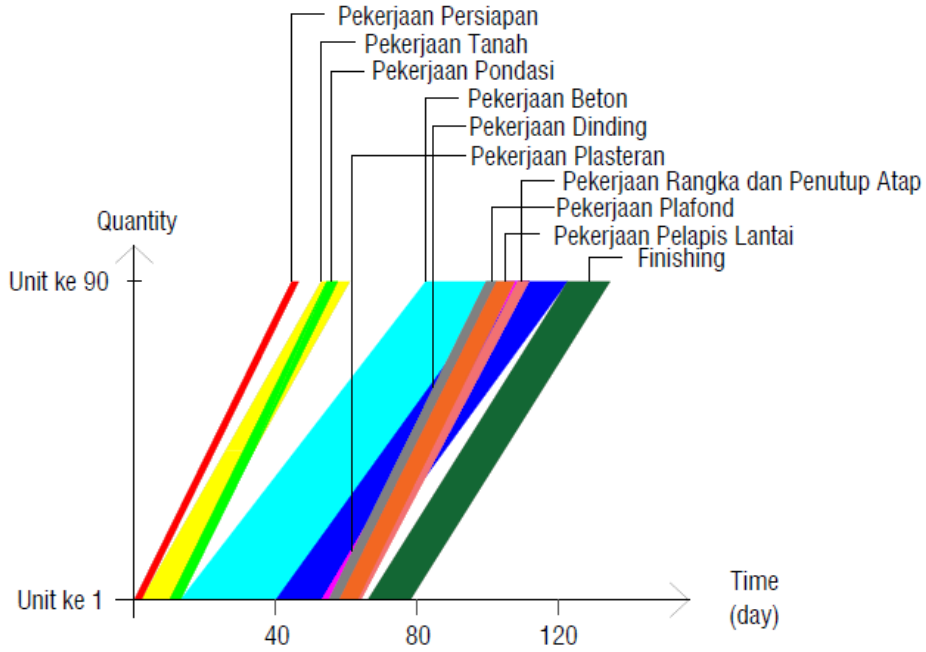
5.3 Diagram Linear Scheduling Method

Sesuai dengan tabel 5.5, langkah selanjutnya untuk membuat diagram LSM yaitu dengan rekapitulasi data hari memulai pekerjaan dan durasi yang sesuai dengan urutan kelompok kerja. Dapat dilihat pada tabel 5.6

Tabel 5.6 Rekapitulasi mulai unit pekerjaan

KEGIATAN	DURASI	START	START	FINISH
URUTAN KELOMPOK	PER SIKLUS PEKERJAAN (hari)	PAKET UNIT 90 (hari)	PAKET UNIT 1 (hari)	PAKET (hari)
1	2	44,5	0	46,5
2	8	52,9	2	60,9
3	3	54,5	10	57,5
4	27	82,4	13	109,4
5	17	104,9	40	121,9
6	2	106,5	53	108,5
7	3	108,5	61	111,5
8	3	99,5	55	102,5
9	5	102,5	58	107,5
10	12	122,5	66	134,5

Dari tabel 5.6 maka dapat digambarkan diagram LSM yang berupa keterangan *quantity* pada sumbu vertikal dan keterangan *time* pada sumbu horizontal.



Gambar 5.1 Diagram LSM

Pada diagram LSM tersebut terdapat perbedaan lebar diagram yang menjelaskan durasi pengerjaan jenis pekerjaan tersebut, semakin lebar diagram maka durasi pengerjaan relatif lebih lama sesuai pada tabel durasi pada tabel 5.7. Pada diagram tersebut juga dapat dilihat ketinggian yang sama pada diagram yang menandakan jumlah kuantitas yang sama setiap diagram jenis pekerjaan.

5.4 Penundaan Pada Metode LSM

Berdasarkan gambar 5.1 di atas, diperkirakan waktu penyelesaian untuk proyek Pembangunan Perumahan Green Valley sebanyak 90 unit akan selesai dalam waktu 135 hari. Namun harus dilakukan penundaan karena terdapat grafik unit pekerjaan yang saling memotong sehingga tidak terdapatnya situasi *successor* dan *predecessor*.

Untuk dapat mengetahui durasi penundaan, dilakukan *trial* penundaan pada mulainya pekerjaan unit berdasarkan pengamatan diagram yang saling berpotongan. Dari pengamatan diagram tersebut terdapat diagram yang saling memotong antara lain sebagai berikut:

1. Diagram pekerjaan pondasi yang memotong diagram pekerjaan tanah,
2. Diagram pekerjaan dinding yang memotong diagram pekerjaan beton,
3. Diagram pekerjaan plesteran yang memotong diagram pekerjaan dinding,
4. Diagram pekerjaan plafond yang memotong diagram pekerjaan rangka atap dan penutup atap

Dari hasil pengamatan diagram yang saling berpotongan diatas maka dapat dilakukan trial penundaan pada diagram yang mengalami perrpotongan tersebut.

5.4.1 Trial Penundaan Pada Metode LSM

Setelah mengetahui terjadinya potongan antar diagram-diagram tersebut yang merupakan *predecessor* dan *successor* nya, maka perlu dilakukan trial penundaan untuk memulai pekerjaan pada diagram tersebut.

Dalam menentukan waktu trial penundaan, perlu di perhatikan kembali lebar diagram. Karena dengan melihat lebar diagram tersebut, kita dapat menentukan perkiraan waktu penundaan yang tepat sehingga memudahkan kita dalam menentukan angka kisaran percobaan penundaan yang dilakukan.

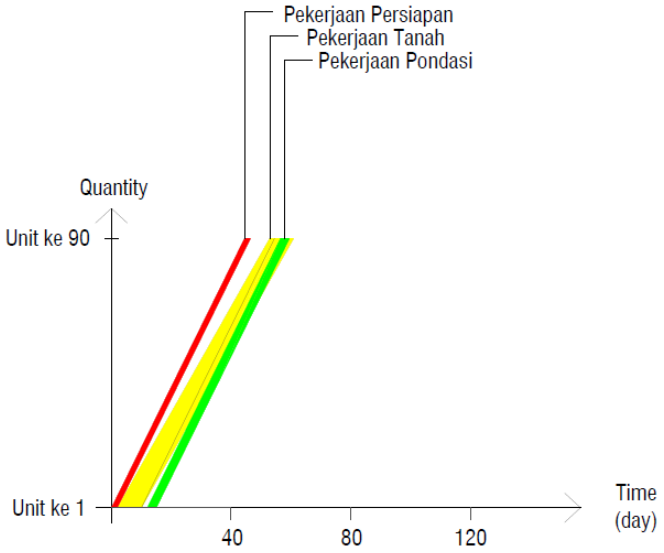
Berikut ini merupakan trial penundaan pada metode LSM:

1. Trial penundaan pada diagram pekerjaan pondasi

Pada pekerjaan pondasi yang masih terjadi potongan, pekerjaan dimulai pada hari ke 10, dan setelah pengamatan lebar diagram dilakukan, maka berikut ini adalah beberapa trial penundaan yang dilakukan.

a. Penundaan selama 2 hari

Setelah melakukan penundaan selama 2 hari, maka didapat hasil diagram yang dapat dilihat pada gambar 5.2 berikut ini.

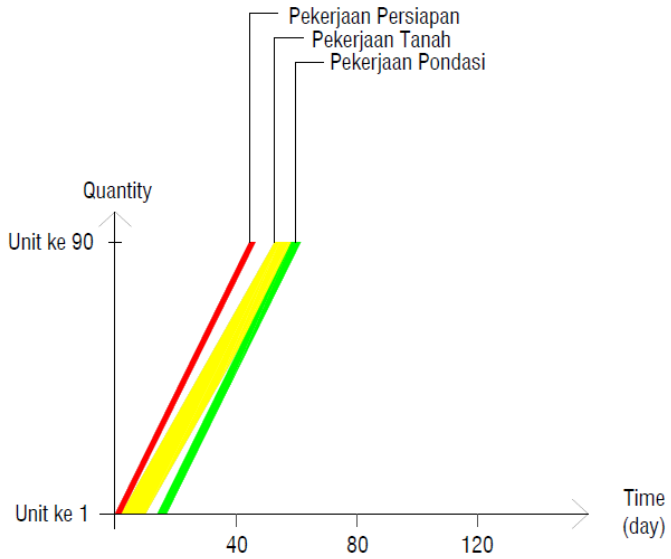


Gambar 5.2 Trial penundaan selama 2 hari

Dari gambar 5.2 diketahui masih terjadi potongan antar diagram sehingga trial penundaan harus dilakukan kembali.

b. Penundaan selama 4 hari

Setelah melakukan penundaan selama 4 hari, maka didapat hasil diagram yang dapat dilihat pada gambar 5.3 berikut ini.

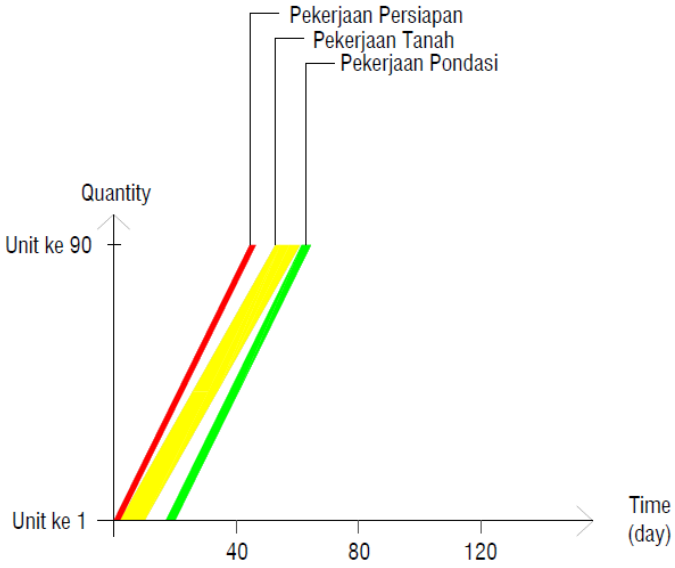


Gambar 5.3 Trial penundaan selama 4 hari

Dari gambar 5.3 diketahui masih terjadi potongan antar diagram sehingga trial penundaan harus dilakukan kembali.

c. Penundaan selama 7 hari

Setelah melakukan penundaan selama 7 hari, maka didapat hasil diagram yang dapat dilihat pada gambar 5.4 berikut ini.



Gambar 5.4 Trial penundaan selama 7 hari

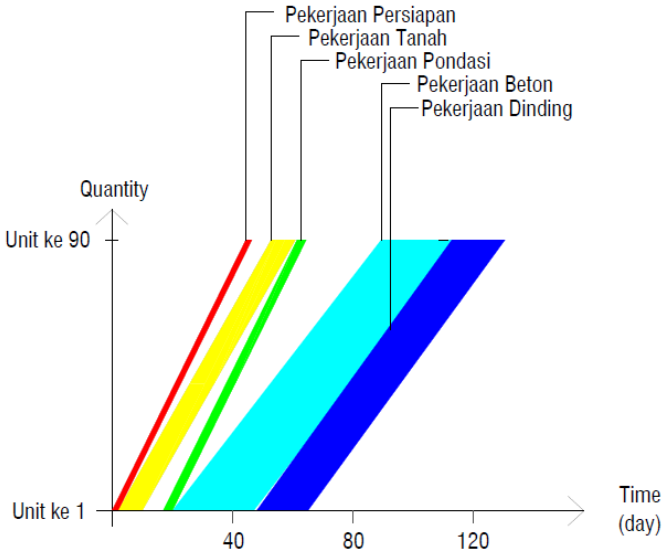
Dari gambar 5.4 diketahui tidak terjadi kembali potongan antar diagram sehingga trial penundaan berhasil di 7 hari penundaan.

2. Trial penundaan pada diagram pekerjaan dinding

Pada pekerjaan dinding yang masih terjadi potongan, pekerjaan dimulai pada hari ke 40, dan setelah pengamatan lebar diagram dilakukan, maka berikut ini adalah beberapa trial penundaan yang dilakukan.

a. Penundaan selama 1 hari

Setelah melakukan penundaan selama 1 hari, maka didapat hasil diagram yang dapat dilihat pada gambar 5.5 berikut ini.

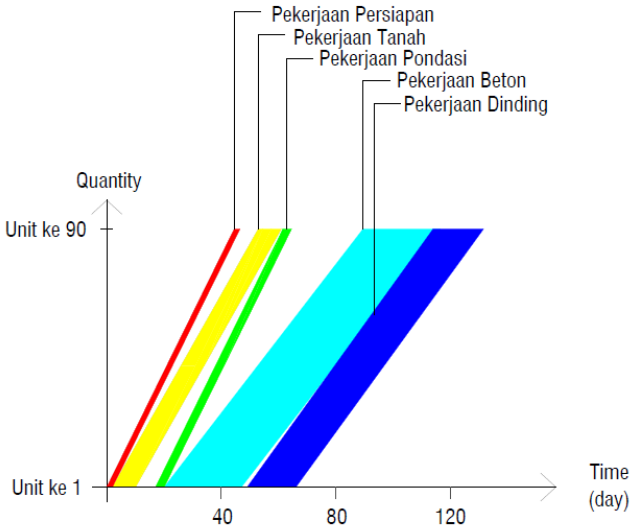


Gambar 5.5 Trial penundaan selama 1 hari

Dari gambar 5.5 diketahui masih terjadi potongan antar diagram sehingga trial penundaan harus dilakukan kembali.

b. Penundaan selama 2 hari

Setelah melakukan penundaan selama 2 hari, maka didapat hasil diagram yang dapat dilihat pada gambar 5.6 berikut ini.

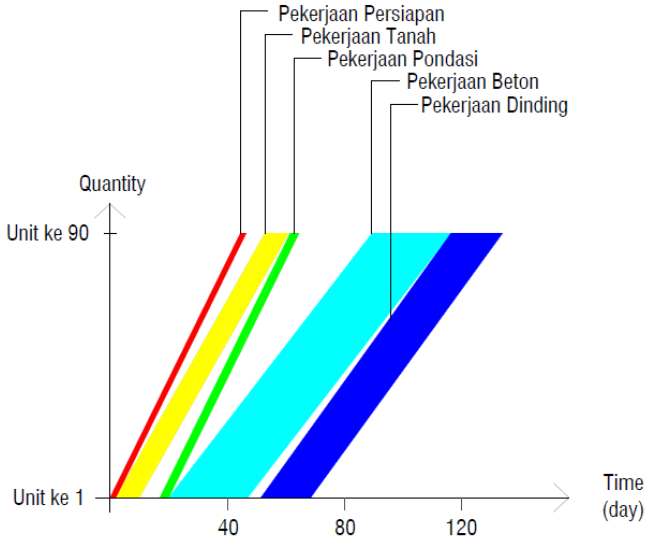


Gambar 5.6 Trial penundaan selama 2 hari

Dari gambar 5.6 diketahui masih terjadi potongan antar diagram sehingga trial penundaan harus dilakukan kembali.

c. Penundaan selama 4 hari

Setelah melakukan penundaan selama 4 hari, maka didapat hasil diagram yang dapat dilihat pada gambar 5.7 berikut ini.



Gambar 5.7 Trial penundaan selama 4 hari

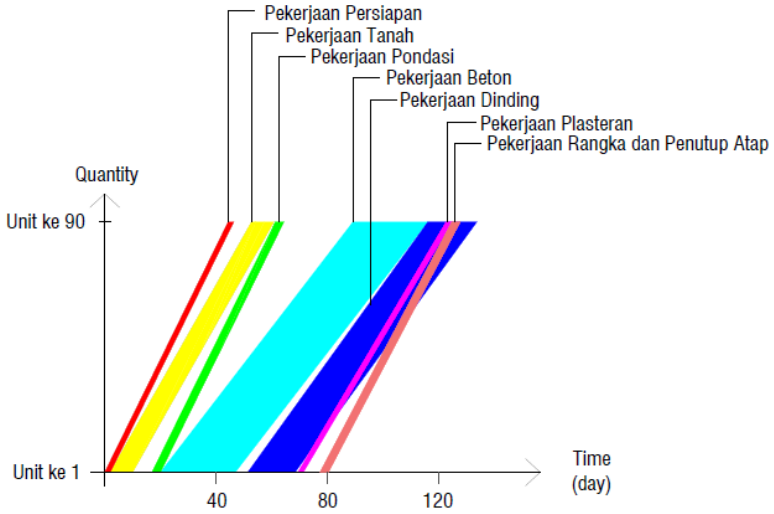
Dari gambar 5.7 diketahui tidak terjadi kembali potongan antar diagram sehingga trial penundaan berhasil di 4 hari penundaan.

3. Trial penundaan pada diagram pekerjaan plesteran

Pada pekerjaan plesteran yang masih terjadi potongan, pekerjaan dimulai pada hari ke 53, dan setelah pengamatan lebar diagram dilakukan, maka berikut ini adalah beberapa trial penundaan yang dilakukan.

a. Penundaan selama 5 hari

Setelah melakukan penundaan selama 5 hari, maka didapat hasil diagram yang dapat dilihat pada gambar 5.8 berikut ini.

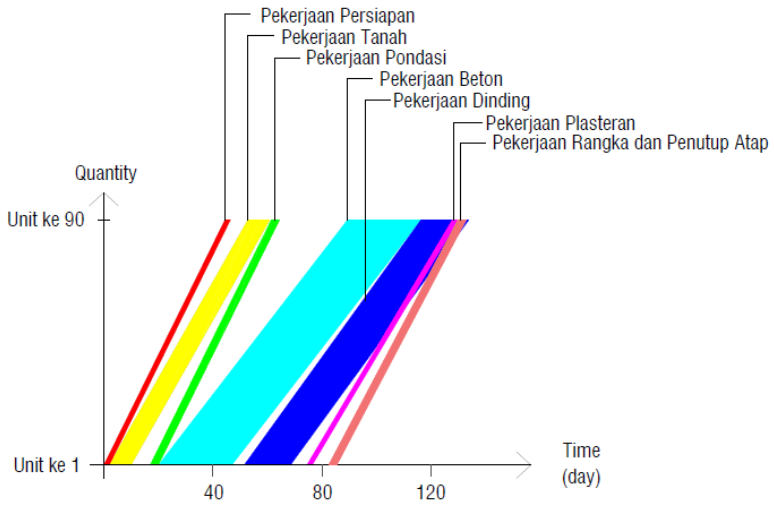


Gambar 5.8 Trial penundaan selama 5 hari

Dari gambar 5.8 diketahui masih terjadi potongan antar diagram sehingga trial penundaan harus dilakukan kembali.

b. Penundaan selama 10 hari

Setelah melakukan penundaan selama 10 hari, maka didapat hasil diagram yang dapat dilihat pada gambar 5.9 berikut ini.

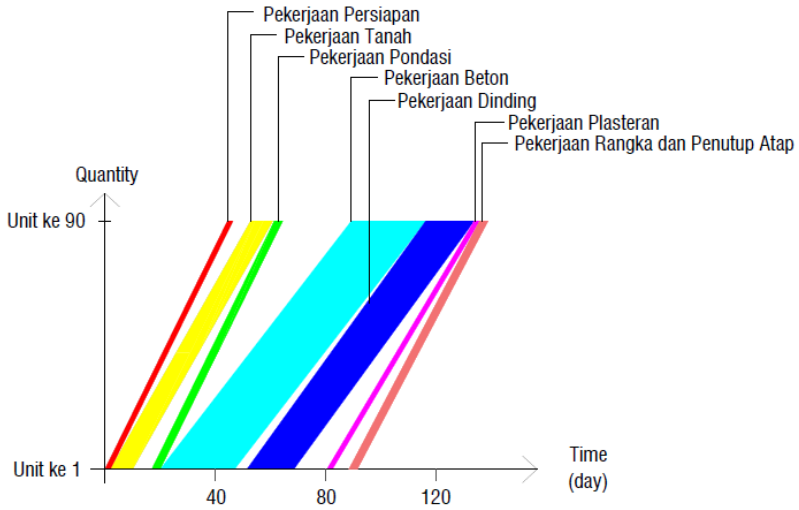


Gambar 5.9 Trial penundaan selama 10 hari

Dari gambar 5.9 diketahui masih terjadi potongan antar diagram sehingga trial penundaan harus dilakukan kembali.

c. Penundaan selama 16 hari

Setelah melakukan penundaan selama 16 hari, maka didapat hasil diagram yang dapat dilihat pada gambar 5.10 berikut ini.



Gambar 5.10 Trial penundaan selama 16 hari

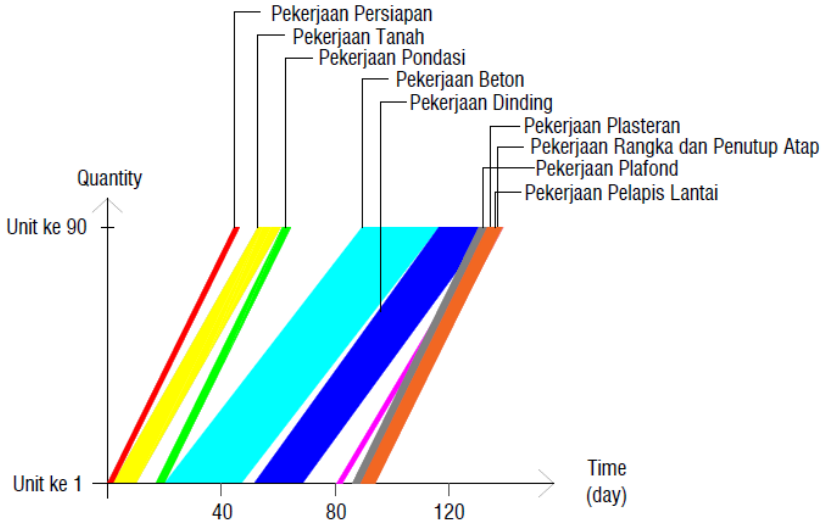
Dari gambar 5.10 diketahui tidak terjadi kembali potongan antar diagram sehingga trial penundaan berhasil di 16 hari penundaan.

4. Trial penundaan pada diagram pekerjaan plafond

Pada pekerjaan plesteran yang masih terjadi potongan, pekerjaan dimulai pada hari ke 55, dan setelah pengamatan lebar diagram dilakukan, maka berikut ini adalah beberapa trial penundaan yang dilakukan.

a. Penundaan selama 4 hari

Setelah melakukan penundaan selama 4 hari, maka didapat hasil diagram yang dapat dilihat pada gambar 5.11 berikut ini.

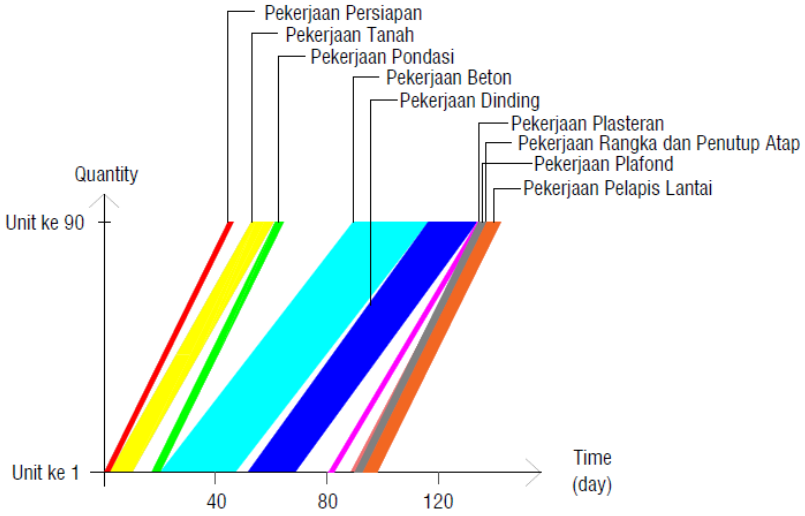


Gambar 5.11 Trial penundaan selama 4 hari

Dari gambar 5.11 diketahui masih terjadi potongan antar diagram sehingga trial penundaan harus dilakukan kembali.

b. Penundaan selama 8 hari

Setelah melakukan penundaan selama 8 hari, maka didapat hasil diagram yang dapat dilihat pada gambar 5.12 berikut ini.

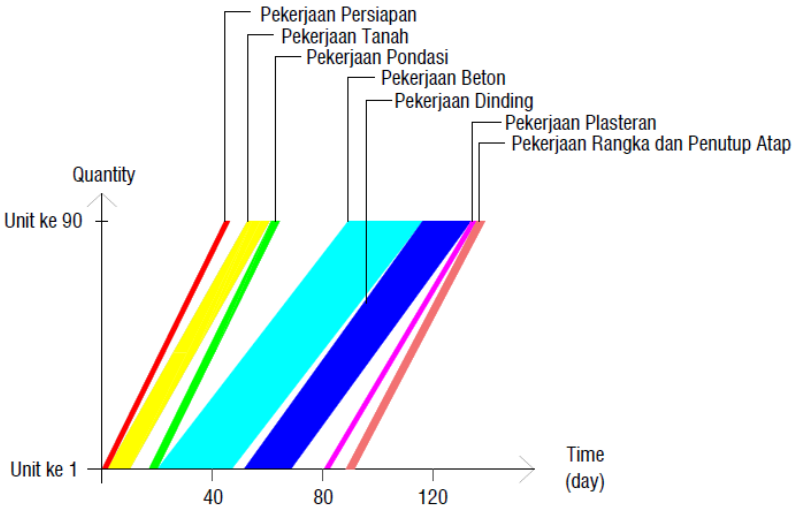


Gambar 5.12 Trial penundaan selama 8 hari

Dari gambar 5.12 diketahui masih terjadi potongan antar diagram sehingga trial penundaan harus dilakukan kembali.

c. Penundaan selama 12 hari

Setelah melakukan penundaan selama 12 hari, maka didapat hasil diagram yang dapat dilihat pada gambar 5.13 berikut ini.



Gambar 5.13 Trial penundaan selama 12 hari

Dari gambar 5.13 diketahui tidak terjadi kembali potongan antar diagram sehingga trial penundaan berhasil di 12 hari penundaan.

5.4.2 Rekapitulasi dan Analisis Trial Penundaan Pada Metode LSM

Dari trial penundaan yang telah dilakukan, berikut ini dapat dilihat rekapitulasi hasil dari semua trial yang dilakukan berdasarkan situasi yang tidak mengganggu *successor* dan *predecessor* jenis pekerjaan tersebut.

Tabel 5.7 Rekapitulasi hasil penundaan pada metode LSM

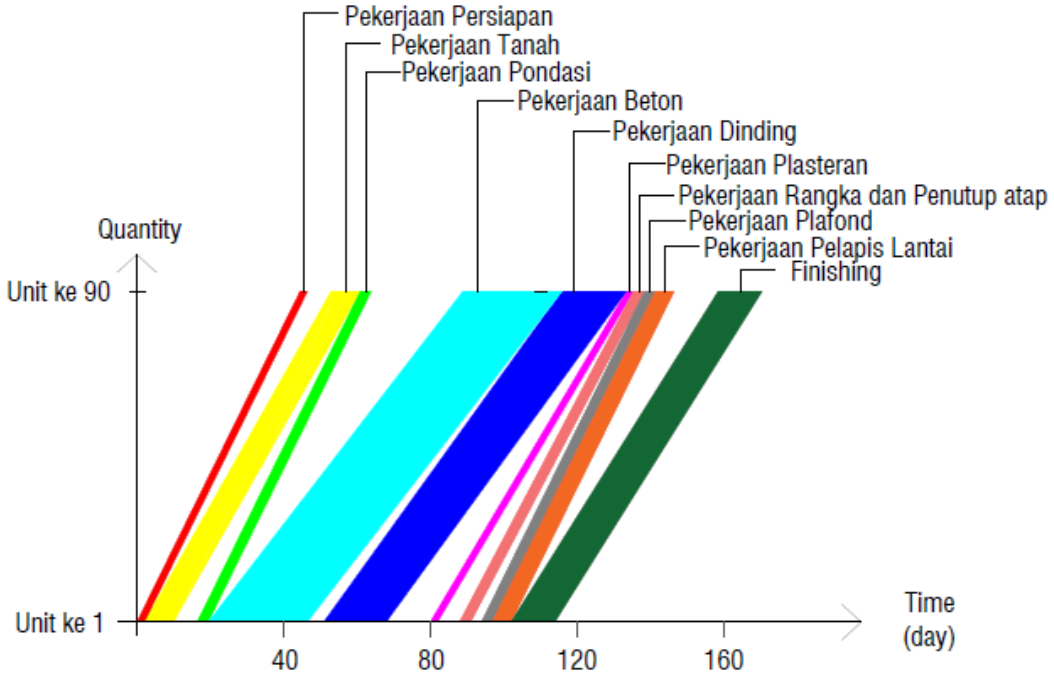
	DURASI	START	START	FINISH	PENUNDAAN KUMULATIF	START	START	FINISH
	PER SIKLUS PEKERJAAN (hari)	PAKET UNIT 90	PAKET UNIT 1	PAKET	(HARI)	UNIT 1	UNIT 90	PAKET (SETELAH PENUNDAAN)
1	2	44,5	0	46,5	0	0	44,5	46,5
2	8	52,9	2	60,9	0	2	52,9	60,9
3	3	54,5	10	57,5	7	17	61,5	64,5
4	27	82,4	13	109,4	7	20	89,4	116,4
5	17	104,9	40	121,9	11	51	115,9	132,9
6	2	106,5	53	108,5	27	80	133,5	135,5
7	3	108,5	61	111,5	27	88	135,5	138,5
8	3	99,5	55	102,5	38	93	137,5	140,5
9	5	102,5	58	107,5	38	96	140,5	145,5
10	12	122,5	66	134,5	38	104	160,5	172,5

Berdasarkan rekapitulasi penundaan pada tabel 5.7 mulai terjadi penundaan pada pekerjaan ke 3 (pekerjaan pondasi) selama 7 hari karena durasi pengerjaan pekerjaan pondasi lebih kecil nilainya dari *predecessor* nya yaitu pekerjaan tanah. Dalam analisis pengamatan bentuk diagram, apabila durasi *successor* lebih kecil dari pada *predecessor* maka akan terjadi perpotongan gambar diagram pada kuantitas unit selanjutnya oleh karena itu mulai dilakukan penundaan pada pekerjaan pondasi.

Dalam tabel rekapitulasi diatas juga dapat dilihat penundaan dengan durasi yang sangat besar/ mencolok yaitu penundaan yang terjadi pada pekerjaan ke 6 (pekerjaan plesteran). Dalam hal ini penyebabnya adalah perbedaan durasi pengerjaan yang cukup signifikan antara *predecessor* dari pekerjaan plesteran yaitu pekerjaan dinding yang memakan waktu selama 17 hari sedangkan durasi pekerjaan plesteran hanya memakan waktu 2 hari. Dalam pembacaan gambar pada diagram, sangat jelas perbedaan ukuran lebar dari diagram karena perbedaan durasi yang

signifikan, maka dari itu perlu dilakukan penundaan yang cukup besar nilainya sehingga tidak terjadi pekerjaan *successor* mendahului pekerjaan *predecessor* nya.

Berdasarkan rekapitalasi penudaan trial berhasil pada tabel 5.7 diperkirakan waktu penyelesaian proyek Pembangunan Perumahan Green Valley secara keseluruhan menjadi 171 hari. Adapun diagram LSM setelah mengalami penundaan dapat dilihat pada gambar 5.14 berikut ini.



Gambar 5.14 Diagram LSM setelah penundaan

Dari diagram LSM yang sudah mengalami penundaan pada gambar 5.14 diatas, tampak durasi penyelesaian proyek secara keseluruhan menjadi 171 hari, dimana pada diagram itu juga menunjukan *successor* dan *predecessor* yaitu dengan bentuk grafik yang tidak saling memotong.

5.5 PEMBAHASAN

Pada penjadwalan *existing* proyek Pembangunan Perumahan Green Valley Rangkas Bitung menggunakan penjadwalan dengan metode konvensional yang hanya berpedoman pada kurva-s proyek. Diketahui dari jadwal *existing* proyek untuk penyelesaian 90 unit pembangunan rumah diperlukan waktu selama 360 hari. Sedangkan pada penjadwalan menggunakan metode LSM hanya diperlukan waktu

selama 171 hari. Artinya proyek akan lebih cepat jika menggunakan metode *Liniear Schedulling Method*, dengan selisih durasi yang sangat signifikan yaitu 189 hari.

Durasi yang direncanakan oleh perencana terlalu berpatokan pada penyelesaian per 1 unit sehingga menyebabkan total durasi yang relative lebih lama. Jika dibandingkan, jadwal *existing* proyek dengan penjadwalan LSM hasilnya lebih baik menggunakan LSM ini karena pekerjaan yang dilakukan berfokus pada kuantitas (unit) dalam jumlah yang banyak dan pemerataan jenis pekerjaan menyebabkan durasi pengerjaan lebih cepat dan efisien.

BAB VI
SIMPULAN DAN SARAN

6.1 SIMPULAN

Berdasarkan analisis dan pembahasan yang telah diuraikan pada bab sebelumnya, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Penjadwalan menggunakan *Liniear Scheduling Method* pada proyek Pembangunan Perumahan Green Valley menghasilkan durasi proyek selama 171 hari.
2. Jika melihat sisi efektivitas dan efisiensi dalam durasi waktu, perbandingan penjadwalan menggunakan *Liniear Scheduling Method* yang hanya berdurasi 171 hari, dengan penjadwalan *existing* yang berdurasi 360 hari terdapat selisih yang cukup besar yaitu 189 hari. Selisih tersebut yang membuat LSM lebih baik digunakan pada proyek tersebut.

6.2 SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, berikut merupakan beberapa saran yang akan disampaikan, antara lain.

1. Berdasarkan dari perbandingan efektivitas waktu dalam pengerjaan proyek Pembangunan Perumahan Green Valley, menyarankan kepada pihak kontraktor pengembang perumahan untuk menggunakan metode LSM karena metode ini lebih cepat dan efisien dalam hal durasi pengerjaan.
2. Dengan diketahuinya indikasi metode ini sesuai untuk proyek yang bersifat tipikal dan berulang, maka hal ini merupakan informasi yang penting bagi pengelola proyek untuk dapat menerapkan metode ini. Diambil contoh pengerjaan jalan, rel kereta, gedung bertingkat dan proyek tipikal lainya.
3. Penilitian selanjutnya sebeiknya meneliti mulai dari anggaran biaya pada proyek, dikarenakan LSM ini sangat bergantung pada jumlah pekerja yang tergabung dalam pengelompokan pekerjaan sehingga semakin banyak jumlah pekerja maka semakin tinggi biaya yang akan dikeluarkan.

DAFTAR PUSTAKA

Ammar, Beltagi, 2001 ., *Confrence table of content, Kingdom University*, UK

Arditi, 1986., *Linier Scheduling and Visualization, Lowa State University, Lowa, USA*

Callahan, 1992., *Contruction Project Schedulling, Cornell University, USA*

Dipohusodo, 1996., Manajemen Proyek dan Konstruksi, jilid I, Edisi Pertama, Penerbit Kanisius., Yogyakarta

Faisol,, 2010., Mata kuliah Perencanaan, Penjadwalan dan Pengendalian Proyek., Universitas Islam Indonesia., Yogyakarta

Hegazy., 2001, *Management of The Rim., University Of Brighton., UK*

Husen, A., 2008., Manajemen Proyek., Penerbit ANDI: Yogyakarta.

Hinze., 2008., *Optimization with PDE Constrain., Hamburg University., Germany*

Kenley., 2009, *Location Based Management for Construction., Amazon.*

Kerzner., 2006, *Project Management Logic Puzzles., Baldwin Wallace University., USA*

Lumsden., 1968., *The Line of Balance Method., Pergamont Press, England*

Mawdsley., 1997., *Practically Management., University of Durham., UK*

Nugraheni., 2004., Analisi Penjadwalan Ulang Proyek dengan Memanfaatkan *Line Balance Diagram.*, Universitas Islam Indonesia., Yogyakarta

Prasetyo., 2017., Analisis Penjadwalan Ulang Waktu Pelaksanaan Proyek Jalan dengan *Line of Balance., Tessis.*, Universitas Islam Indonesia., Yogyakarta

Sanjaya dan Prawira, 2014., Studi Perbandingan Penjadwalan Proyek Metode *Line of Balance* dan *Diagram Method* pada Pekerjaan Berulang, Tugas Akhir., Universitas Diponegoro., Semarang

Scanned by CamScanner

Soeharto, I., 1999, Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional, Penerbit Erlangga: Jakarta.

Tjaturono, 2004, Penerapan Manajemen Proyek Kontruksi, Kompas, Semarang.

Ridho, M. R., dan Syahrizal., 2014, Evaluasi Penjadwalan Waktu dan Biaya Proyek dengan Metode LoB dan PERT (Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung Kantor Badan Pusat Statistik Kota Medan Di Jl. Gaperta Medan, Sumatera Utara), *Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan), Universitas Sumatera Utara, Medan.

Scanned by CamScanner

LAMPIRAN

Scanned by CamScanner

LAMPIRAN 1
(Data Perhitungan)

Scanned by CamScanner

Lampiran 1.1 Variabel dalam LSM

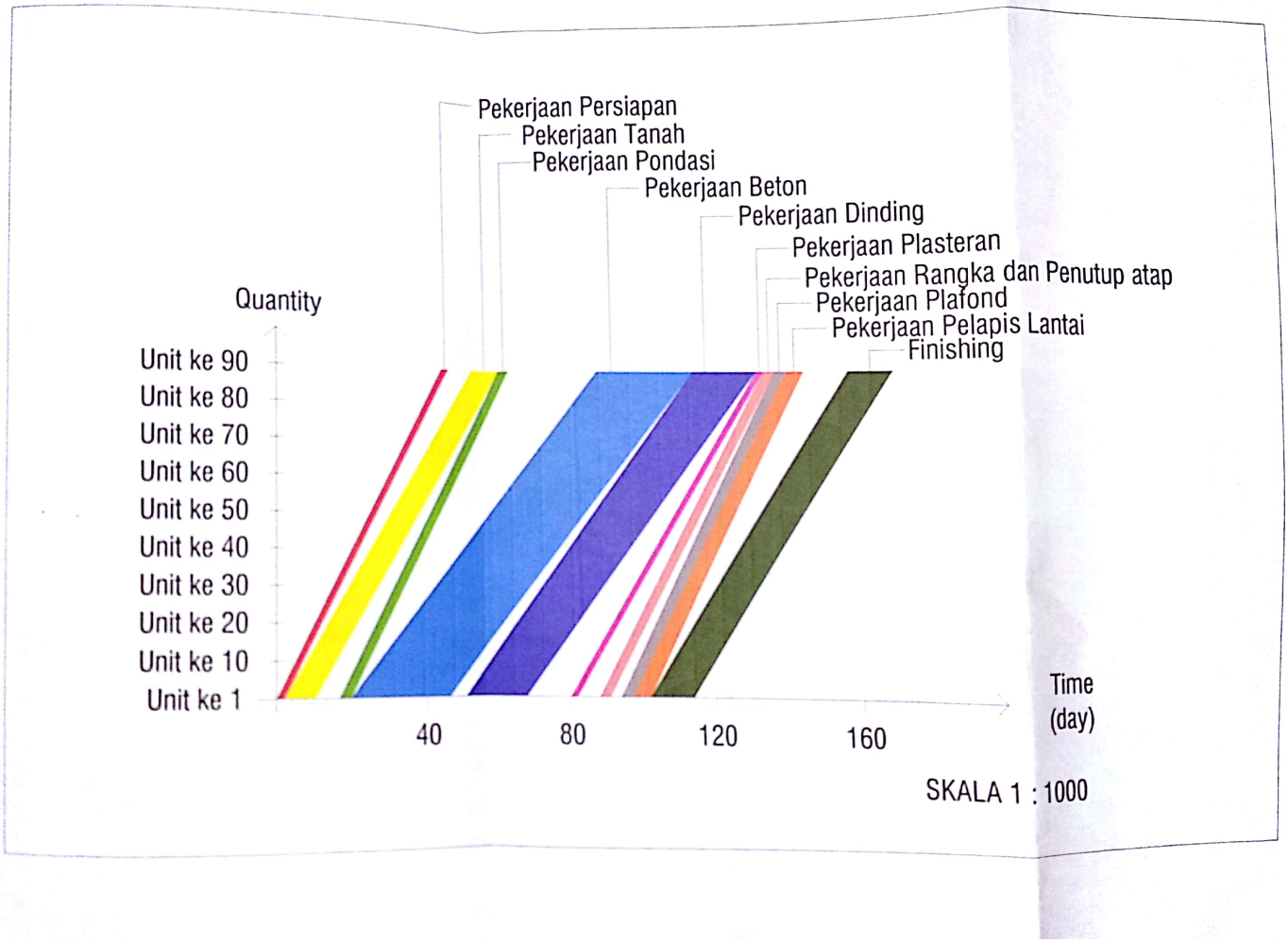
	jenis kegiatan (/unit)	M (man-h/unit)	N	n	A	H	R	t	T	B
1	pekerjaan persiapan	20	3,3	2	4	2	12	1,0	44,5	0
2	pekerjaan tanah	120	20,0	3	21	7	10,5	4,0	50,9	0
3	perkerjaan pondasi	120	20,0	6	24	4	12	2,0	44,5	1
4	pekerjaan beton non struktur dan beton struktur	1440	240,0	10	240	24	10	14,4	53,4	1
5	pekerjaan bekisting	360	60,0	5	60	12	10	7,2	53,4	3
6	pekerjaan dinding	480	80,0	6	84	14	10,5	8,0	50,9	5
7	pekerjaan plesteran/aci	120	20,0	4	20	5	10	3,0	53,4	5
8	pekerjaan pelapis lantai	120	20,0	8	24	3	12	1,5	44,5	1
9	pekerjaan pelapis dinding	10	1,7	2	2	1	12	0,5	44,5	1
10	pekerjaan kusen, pintu, jendela dan partisi	180	30,0	6	30	5	10	3,0	53,4	4
11	pekerjaan rangka atap dan penutup atap	240	40,0	12	48	4	12	2,0	44,5	1
12	pekerjaan penutup plafond	60	10,0	4	12	3	12	1,5	44,5	3
13	pekerjaan sanitair	40	6,7	7	7	1	10,5	0,6	50,9	1
14	pekerjaan pipa dan pompa	80	13,3	3	15	5	11,25	2,7	47,5	1
15	pekerjaan kaca dan penggantung	20	3,3	4	4	1	12	0,5	44,5	3
16	pekerjaan pengecatan	180	30,0	6	30	5	10	3,0	53,4	0
17	pekerjaan listrik	80	13,3	2	14	7	10,5	4,0	50,9	0
18	pekerjaan finishing	60	10,0	4	12	3	12	1,5	44,5	0

Scanned by CamScanner

Lampiran 1.2 Logika ketergantungan dalam LSM

	jenis kegiatan	t(days)	T(days)	B (days)	start day unit 1		start day unit 90		note		urutan kelompok
1	pekerjaan persiapan	1,0	44,5	1		0	0+44,5	44,5			1
2	pekerjaan tanah	4,0	50,9	1	0+1+1=2	2	2+50,9	52,9			2
3	perkerjaan pondasi	2,0	44,5	1	2+1+4=7	10	10+44,5	54,5			3
4	pekerjaan beton non struktur dan beton struktur	14,4	53,4	1	10+1+2=13	13	13+53,4	66,4	66,4+1+14,4=81,8	di ikuti 5, 13	4
5	pekerjaan bekisting	7,2	53,4	3	81,8-53,4=28,4	29	29+53,4	82,4			4
6	pekerjaan dinding	8,0	50,9	5	29+3+7,2=39,2	40	40+50,9	90,9	90,9+5+8=103,9	di ikuti 10, 14, 17	5
7	pekerjaan plesteran/aci	3,0	53,4	5	40+5+8=53	53	53+53,4	106,4	106,4+5+3=114,4	di ikuti 15	6
8	pekerjaan pelapis lantai	1,5	44,5	1	53+5+3=61	61	61+44,5	105,5	105,5+1+1,5=108	di ikuti 9	9
9	pekerjaan pelapis dinding	0,5	44,5	1	108-44,5=63,5	64	64+44,5	108,5			9
10	pekerjaan kusen, pintu, jendela dan partisi	3,0	53,4	4	103,9-53,4=50,5	51	51+53,4	104,4			5
11	pekerjaan rangka atap dan penutup atap	2,0	44,5	1	40+5+8=53	55	55+44,5	99,5			7
12	pekerjaan penutup plafond	1,5	44,5	3	55+1+2=58	58	58+44,5	102,5			8
13	pekerjaan sanitair	0,6	50,9	1	81,8-50,9=30,9	31	31+50,9	81,9			4
14	pekerjaan pipa dan pompa	2,7	47,5	1	103,9-47,5=56,4	57	57+47,5	104,9			5
15	pekerjaan kaca dan penggantung	0,5	44,5	3	106,4-44,5=61,9	62	62+44,5	106,5			6
16	pekerjaan pengecatan	3,0	53,4	0	64+1+0,5=65,5	66	66+53,4	119,4	119,4+0+3=122,4	di ikuti 18	10
17	pekerjaan listrik	4,0	50,9	0	103,9-50,9=53	53	53+50,9	103,9			5
18	pekerjaan finishing (pembersihan)	1,5	44,5	0	122,4-44,5=77,9	78	78+44,5	122,5			10

Scanned by CamScanner



Scanned by CamScanner

LAMPIRAN 2
(Data Proyek)

Scanned by CamScanner

Lampiran 2.1 Data Jumlah Pekerja

No.	Jenis Pekerjaan	Jumlah Pekerja (orang)	Durasi Pekerjaan
1.	Pekerjaan Persiapan	2	1
2.	Pekerjaan Tanah	4	1
3.	Pondasi	4	1
4.	Pekerjaan Beton	4	13
5.	Bekisting	4	7
6.	Pekerjaan Dinding	4	2
7.	Pekerjaan Plesteran/Aci	2	4
8.	Pekerjaan Pelapis Lantai	3	2
9.	Pekerjaan Pelapis Dinding	1	1
10.	Pekerjaan Kusen, Pintu, Jendela	3	4
11.	Rangka Atap dan Penutup Atap	6	3
12.	Plafond	2	2
13.	Pekerjaan Sanitair	2	5
14.	Pekerjaan Pipa dan Pompa	2	5
15.	Pekerjaan Kaca dan Penggantung	2	7

Scanned by CamScanner

Lanjutan Lampiran 2.1 Data Jumlah pekerja

No.	Jenis Pekerjaan	Jumlah Pekerja (orang)	Durasi Pekerjaan
16.	Pekerjaan Pengecatan	3	2
17.	Pekerjaan Listrik	2	5
18.	Finidhing	2	1

Scanned by CamScanner

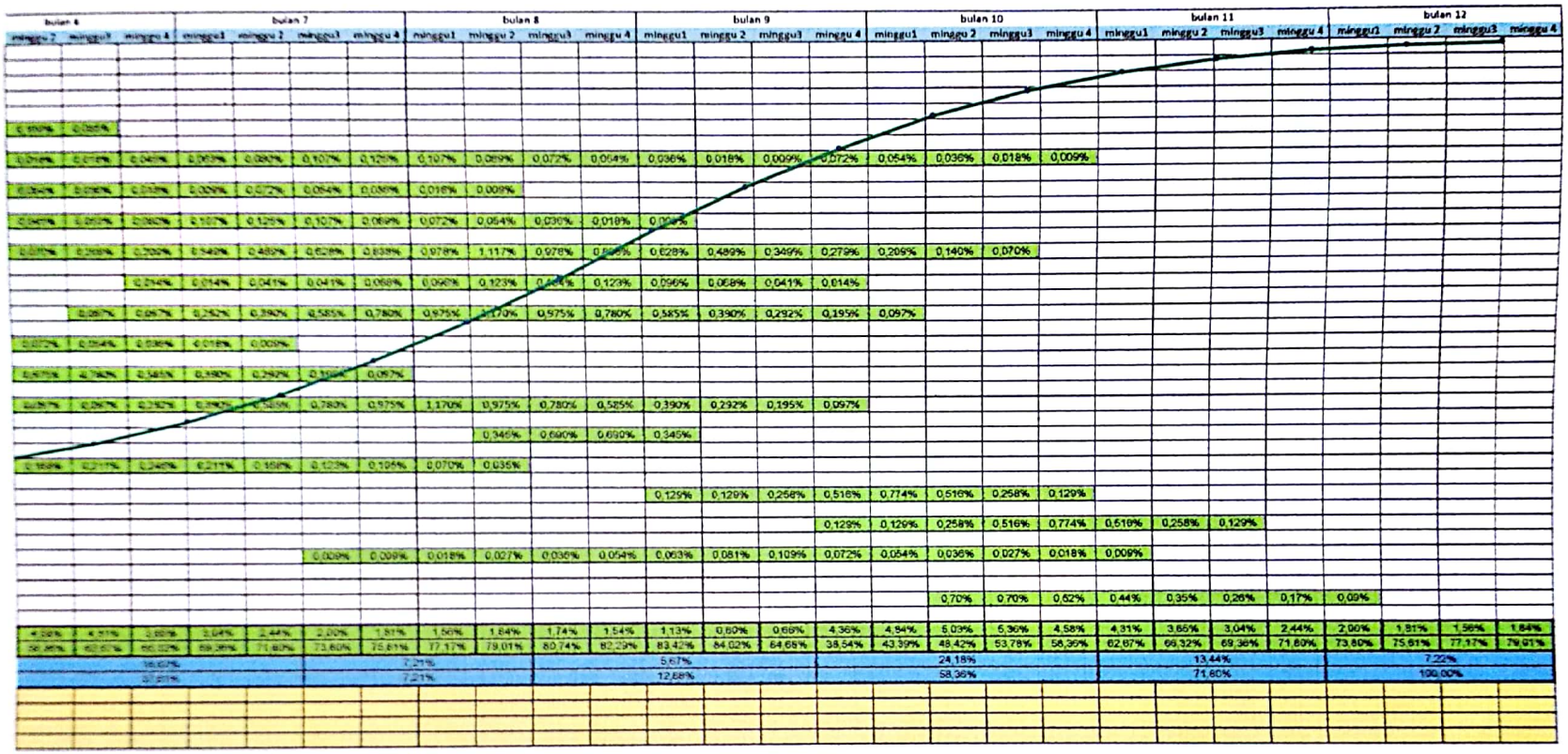
GREEN VALLEY

	jenis pekerjaan	start	bulan 1				bulan 2				bulan 3				bulan 4				bulan 5				
		bobot	minggu1	minggu 2	minggu3	minggu 4	minggu1	minggu 2	minggu3	minggu 4	minggu1	minggu 2	minggu3	minggu 4	minggu1	minggu 2	minggu3	minggu 4	minggu1	minggu 2	minggu3	minggu 4	minggu1
1	pekerjaan persiapan				0,163%	0,163%	0,163%	0,327%	0,490%	0,653%	0,817%	1,143%	1,143%	0,817%	0,490%	0,327%	0,163%						
2	pekerjaan tanah					0,163%	0,163%	0,163%	0,327%	0,490%	0,653%	0,817%	1,143%	1,143%	0,817%	0,490%	0,327%	0,163%					
3	pekerjaan pondasi					0,085%	0,085%	0,169%	0,169%	0,254%	0,338%	0,508%	0,677%	0,592%	0,423%	0,338%	0,169%	0,085%	0,508%	0,677%	0,592%	0,423%	0,338%
4	pekerjaan beton non struktur dan beton struktur							0,009%	0,018%	0,018%	0,045%	0,063%	0,080%	0,107%	0,125%	0,107%	0,089%	0,072%	0,054%	0,036%	0,018%	0,009%	0,009%
5	pekerjaan bekisting							0,009%	0,018%	0,018%	0,045%	0,063%	0,080%	0,107%	0,125%	0,107%	0,089%	0,072%	0,054%	0,036%	0,018%	0,009%	0,072%
6	pekerjaan dinding																				0,009%	0,018%	0,018%
7	pekerjaan plesteran/aci																						0,070%
8	pekerjaan pelapis lantai																						
9	pekerjaan pelapis dinding																						
10	pekerjaan kusen, pintu, jendela dan partisi															0,345%	0,690%	0,690%	0,345%	0,345%	0,690%	0,690%	0,345%
11	pekerjaan rangka atap dan penutup atap															0,097%	0,097%	0,292%	0,390%	0,585%	0,780%	0,975%	1,170%
12	pekerjaan penutup plafond																						
13	pekerjaan sanitair										0,345%	0,690%	0,690%	0,345%									
14	pekerjaan pipa dan pompa																	0,018%	0,036%	0,053%	0,053%	0,088%	0,123%
15	pekerjaan kaca dan penggantung																						
16	pekerjaan pengecatan																						
17	pekerjaan listrik																						
18	pekerjaan finishing																						
	rencana mingguan	100%	0,00%	0,00%	0,16%	0,77%	1,82%	2,08%	2,29%	1,67%	1,86%	3,00%	3,20%	2,77%	2,05%	2,57%	2,93%	3,26%	3,77%	4,36%	4,84%	5,03%	5,36%
	kumulatif rencana mingguan		0,00%	0,00%	0,16%	0,93%	2,75%	4,83%	7,11%	8,78%	10,64%	13,63%	16,83%	19,60%	21,66%	24,23%	27,16%	30,42%	34,18%	38,54%	43,39%	48,42%	53,78%
	rencana bulanan	100%	0,93%				7,85%				12,88%				12,53%				19,60%				
	kumulatif rencana bulanan		0,93%				8,78%				21,66%				34,18%				19,60%				
	realisasi mingguan																						
	realisasi bulanan																						
	kumulatif realisasi bulanan																						
	deviasi																						

Menyetujui
Ketua Pelaksana
Green Valley Rangkas Bitung

Citra Agung S.T.

Scanned by CamScanner



Scanned by CamScanner







Scanned by CamScanner