

# METODE GARIS KESETIMBANGAN UNTUK PENJADWALAN ULANG KEGIATAN PROYEK KONSTRUKSI YANG DITERAPKAN PADA PROYEK KOMPLEK PERUMAHAN

Faisal Abdullah

Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Lhokseumawe

## ABSTRAK

Penjadwalan proyek konstruksi yang memiliki volume besar, tetapi sedikit item kegiatan, dimana kegiatan-kegiatan tersebut selalu berulang, penjadwalannya lebih cocok digunakan metode garis kesetimbangan, yang disebut juga metode Line of Balance (LoB). Perencanaan penjadwalan proyek konstruksi mengandung unsur ketidakpastian yang sangat tinggi pada saat realisasi, pada umumnya akan terjadi perubahan-perubahan penjadwalan saat pelaksanaan. Dengan demikian, metode garis kesetimbangan (metode LoB) dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah menyangkut perubahan-perubahan yang terjadi pada saat pelaksanaan proyek konstruksi tersebut. Beberapa cara untuk melakukan penjadwalan ulang dengan metode LoB, dimana dapat dilakukan sesuai dengan kasus perubahan yang terjadi.

Kata-kata kunci: *line of balance*, *project scheduling*, penjadwalan ulang

## ABSTRACT

Project construction scheduling has a huge volume, but a little activity items, where the activities always repeats, the schedule suits to use the line of balance method, which is called Line of Balance (LoB) Method. The project construction plan consists indefinite elements when the realization, generally will be changed when the implementation. Hence, Line of Balance (LoB) Method can be used to solve the problems when changes happen in the implementation stage. Several ways to do the rescheduling by LoB Method, which can be done by appropriate cases.

Keywords: *line of balance*, *project scheduling*, *rescheduling*

## PENDAHULUAN

Metode garis kesetimbangan yang juga lazim disebut Line of Balance Method (LoB Method) adalah suatu metode penjadwalan yang cocok penerapannya pada proyek konstruksi dengan item-item pekerjaan yang berulang, seperti pada proyek pembangunan kompleks perumahan dengan sejumlah rumah yang sama, sejumlah toko atau rumah toko (komplek ruko) pada suatu kompleks pertokoan, atau gedung bertingkat banyak dengan sejumlah lantai yang sejenis, pembangunan jalan dan saluran (irigasi) yang bentuknya sejenis. Proyek-proyek tersebut mempunyai volume pekerjaan yang sangat besar, akan tetapi kegiatan-kegiatan yang dilakukan mempunyai item sedikit sekali jenisnya, dan dikerjakan berulang-ulang. Proyek jenis tersebut tidaklah tepat dijadwalkan dengan menggunakan Bar Chart ataupun Net Work Diagram atau Critical Path Method (CPM), yang merupakan metode yang sangat lazim digunakan untuk proyek-proyek pada umumnya.

Biasanya penjadwalan yang dibuat pada tahap perencanaan akan menyangkut sesuatu yang disusun saat ini (tahap perencanaan sekarang ini) dan kemudian dilaksanakan pada saat yang akan datang (pada tahap pelaksanaan nanti). Oleh karenanya, penjadwalan mengandung unsur ketidak-pastian yang tinggi, terlebih proyek konstruksi mempunyai beberapa karakteristik yang menjadikan perencanaannya memiliki ketidakpastian yang tinggi pula. Ketidak-pastian tersebut haruslah diatasi dengan metode penjadwalan yang dapat digunakan untuk menyelesaikan perubahan-perubahan yang akan terjadi pada pelaksanaan. Seperti metode penjadwalan yang lain, metode LoB juga dapat digunakan untuk mengevaluasi dan mengatasi perubahan-perubahan yang terjadi selama pelaksanaan proyek. Sehingga, apabila pelaksanaan proyek tidak sesuai dengan yang direncanakan, maka jadwal

yang telah direncanakan tersebut dapat lebih mudah dirubah untuk penjadwalan ulang, agar tetap sesuai atau mendekati keadaan yang diinginkan.

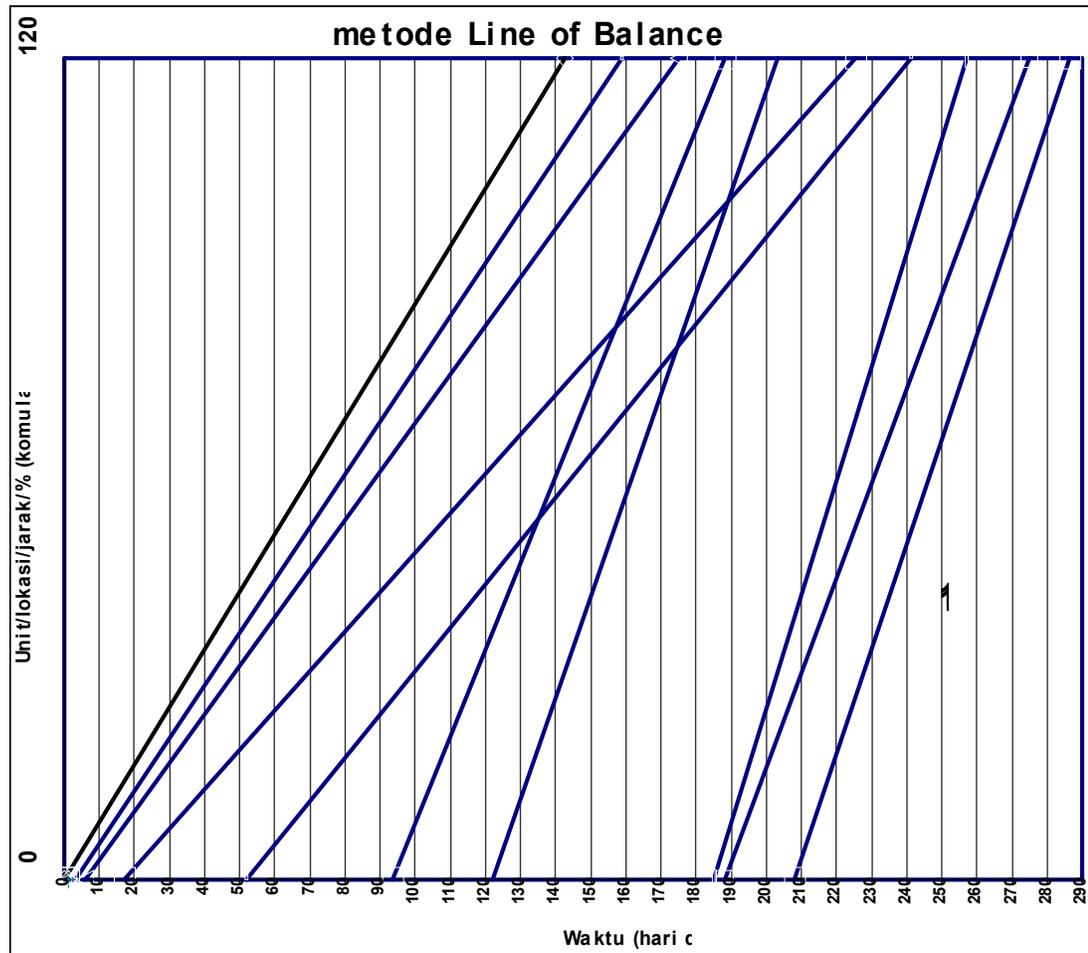
Berdasarkan kenyataan di atas, maka tulisan ini terutama akan membahas bagaimana penjadwalan ulang dilakukan pada pelaksanaan proyek yang dijadwalkan dengan metode LoB. Pembahasan akan didahului dengan penjelasan mengenai metode LoB secara umum, kemudian dilanjutkan dengan kemungkinan-kemungkinan perubahan yang terjadi pada pelaksanaan proyek dan bagaimana cara menjadwalkan ulang proyek akibat perubahan-perubahan tersebut

Menurut Callahan, et all (1992) diagram *Linear Scheduling Method (LSM)* atau yang dalam tulisan ini disebut metode garis kesetimbangan atau metode *Line of Balance (LoB)*, digunakan untuk merencanakan dan merekam kemajuan kegiatan jamak yang dilaksanakan berkelanjutan sepanjang durasi seluruh proyek [2]. Sumbu datar menunjukkan waktu, sementara sumbu tegak menunjukkan unit, lokasi atau jarak sepanjang rentang proyek. Masing-masing kegiatan ditempatkan terpisah, menghasilkan serangkaian garis diagonal. Kemiringan dari garis diagonal yang mewakili kegiatan-kegiatan menunjukkan rencana kecepatan kemajuan pada lokasi tertentu sepanjang rentang proyek. Contoh diagram *LoB* secara umum dapat dilihat pada Gambar 1.

Dari Gambar 1 diberi keterangan sebagai berikut;

- Sumbu tegak menunjukkan kemajuan kumulatif dalam satuan Unit atau jarak atau persen dan sebagainya dari masing-masing pekerjaan yang sudah diselesaikan, sedangkan sumbu datar menunjukkan waktu
- Garis diagonal diantara sumbu tegak dan datar masing-masing mewakili satu kegiatan, kemiringan dari garis ini menunjukkan rata-rata kemajuan kegiatan. Nomor yang diberikan pada garis diagonal menunjukkan nomor item pekerjaan.
- Perpotongan antar garis diagram yang mewakili dua kegiatan yang berurutan menunjukkan adanya konflik antara kegiatan, maka harus dihindari.

Dibandingkan dengan Network Diagram atau CPM yang merupakan metode penjadwalan yang lazim digunakan untuk penjadwalan proyek konstruksi pada umumnya, maka metode ini menggunakan pendekatan yang berbeda. Menurut Callahan, et all (1992) Network Diagram berdasarkan pada pendekatan bahwa kegiatan-kegiatan konstruksi dapat dibagi menjadi sejumlah kegiatan yang relative lebih kecil, kemudian masing-masing kegiatan dengan cirinya masing-masing diurutkan sesuai pelaksanaannya [2]. Dalam beberapa kasus, pendekatan yang digunakan Network Diagram tidak dapat digunakan untuk menjadwalkan pelaksanaan kegiataanya. Ada kalanya konstuksi mempunyai kegiatan-kegiatan yang sama yang dilaksanakan oleh kelompok pekerja yang sama secara berkelanjutan selama durasi proyek.



Gambar.1. Contoh Diagram *Line of Balance*

Proyek transportasi menunjukkan ciri ini karena sifatnya yang biasanya memanjang. Konstruksi jalan raya misalnya, yang melibatkan beberapa kegiatan yang harus diulang oleh kelompok pekerja yang sama dari satu bagian ke bagian yang lain. Seringkali yang diutamakan pada kegiatan-kegiatan linier semacam ini adalah kecepatan kemajuannya.

Proyek dengan kegiatan-kegiatan berulang seperti telah diuraikan diatas jika dijadwalkan dengan Network Diagram akan mengakibatkan dua kemungkinan yang tidak lazim. Jika dianggap bahwa jumlah kegiatan dalam proyek sesuai dengan jumlah kegiatan untuk membangun satu unit tetapi volumenya sesuai dengan volume untuk semua unit maka akan dihasilkan diagram yang sangat pendek tetapi masing-masing kegiatannya mempunyai volume atau durasi yang sangat besar. Sebaliknya jika dianggap jumlah kegiatannya sesuai dengan jumlah kegiatan yang ada pada semua unit maka akan dihasilkan diagram yang sangat panjang dengan pengulangan yang membosankan.

Oleh karena itu, maka metoda alternative yang tersedia untuk proyek dengan kegiatan yang berulang adalah metode Line of Balance (LoB). Selain apa yang telah diuraikan di atas, kekurangan lain dari Network Diagram untuk menjadwalkan proyek dengan kegiatan berulang adalah ketidak-mampuannya untuk membedakan kecepatan kemajuan di antara kegiatan-kegiatannya. Sebaliknya LoB menunjukkan jumlah unit yang dapat diselesaikan selama periode tertentu dari durasi proyek.

Uher dan Levido (1990), berpendapat bahwa penjadwalan dengan metode LoB adalah mengasumsikan; bahwa satu kelompok pekerja mengerjakan satu jenis kegiatan untuk satu unit [1]. Hal ini berarti bahwa, meskipun menggunakan lebih dari satu kelompok pekerja untuk satu kegiatan, durasi untuk menyelesaikan kegiatan tersebut pada satu unit tidak berubah menjadi lebih cepat; melainkan dalam waktu yang bersamaan dapat dilaksanakan kegiatan yang sama, untuk beberapa unit sesuai jumlah kelompok pekerja yang digunakan. Dengan demikian, penambahan jumlah kelompok pekerja tidak akan mengurangi durasi, untuk menyelesaikan kegiatan tersebut pada satu unit; melainkan akan meningkatkan kecepatan produksi kegiatan tersebut.

Berdasarkan anggapan tersebut, maka metode LoB menggunakan pendekatan berdasarkan pembangunan satu unit pada satu waktu; kemudian elemen yang identik dengan sumber daya yang sama pada unit yang lain akan dibangun satu setelah yang lainnya. Dengan demikian, waktu untuk menyelesaikan unit pertama akan memerlukan waktu yang lebih panjang, tetapi unit-unit selanjutnya dapat diselesaikan dengan kecepatan yang lebih tinggi.

## **PENJADWALAN ULANG PADA METODE LINE OF BALANCE**

### **Perubahan yang Terjadi Pada Pelaksanaan Proyek**

Callahan, et al (1992) menuliskan bahwa hanya dalam situasi yang sangat jarang, jadwal yang direncanakan diikuti dengan tepat dari awal sampai selesainya proyek [2]. Pernyataan sangat jarang tersebut sebenarnya lebih tepat dikatakan tidak mungkin, karena perencanaan menyangkut sesuatu yang disusun saat ini dan dilaksanakan pada waktu yang akan datang. Sementara tidak ada satu orangpun yang dapat memastikan sesuatu yang akan terjadi di waktu yang akan datang. Ketidak-pastian ini semakin tinggi pada saat perencanaan proyek konstruksi, karena proyek konstruksi mempunyai beberapa kekhususan yang antara lain seperti disebutkan oleh Baba (1996), yaitu; jangka waktu penyelesaiannya relatif lama, sedangkan ukurannya besar, sehingga terdiri dari banyak komponen; pengaruh factor eksternal sangat besar karena letaknya ditempat terbuka [3].

Berdasarkan situasi yang ada pada pelaksanaan proyek konstruksi, beberapa kejadian yang lazim terjadi yang dapat mengakibatkan perubahan jadwal yang telah direncanakan, antara lain seperti di uraikan berikut ini:

1. Penundaan yang terjadi pada awal-awal waktu dimulainya suatu kegiatan proyek, penundaan dapat diakibatkan oleh beberapa hal; seperti terlambatnya penyediaan bahan bangunan yang diperlukan atau terlambatnya mobilitas alat yang akan digunakan. Selain itu pada kegiatan awal penundaan dapat di akibatkan tertundanya ijin pendirian bangunan.
2. Penundaan yang terjadi pada saat kegiatan sedang dan telah dilaksanakan sebagian atau penundaan di antara waktu mulai dan selesainya suatu item kegiatan. Penundaan ini

dapat di akibatkan antara lain terjadinya perselisihan antara pemilik proyek dan kontraktor atau pemogokan pekerja; kemacetan material-material yang dibutuhkan dan sebagainya.

3. Pengurangan jumlah atau kelompok tenaga kerja pada suatu kegiatan dikarenakan kesulitan biaya atau penyediaan tenaga kerja.
4. Mempercepat waktu selesai suatu kegiatan karena diinginkan proyek diselesaikan lebih cepat dari yang direncanakan.

Tentunya masih banyak kejadian-kejadian lain yang dapat mengakibatkan perubahan pada pelaksanaan proyek konstruksi, tetapi tulisan ini membatasinya pada kejadian-kejadian yang telah diuraikan di atas.

### **Cara-Cara Penjadwalan Ulang**

Dalam metode LoB, perubahan-perubahan dapat di akomodasi dengan melakukan penjadwalan ulang, caranya dapat dilakukan sesuai situasi yang dihadapi. Situasi yang biasanya mengganggu jadwal pelaksanaan proyek seperti telah diuraikan di atas beserta cara penjadwalan ulang untuk mengatasinya; pada metode LoB di uraikan dibawah ini.

1. penundaan yang terjadi pada awal-awal waktu dimulainya suatu item kegiatan, akan mengakibatkan titik terbawah dari garis diagonal yang mewakili kegiatan tertentu, haruslah digeser sepanjang waktu penundaan tersebut. Tentunya penggeseran pada awal kegiatan ini, akan berakibat pergeseran sepanjang waktu yang sama, selama pelaksanaan kegiatan tersebut sampai dengan waktu selesainya. Apabila penundaan ini mengakibatkan konflik dengan kegiatan berikutnya, akan terjadi pergeseran semua kegiatan di belakangnya haruslah dilakukan, dimana akibatnya penyelesaian proyek akan tertunda dari yang dijadwalkan sebelumnya. Cara lain untuk menyelesaikan masalah ini, apabila tidak menginginkan perubahan pada kegiatan-kegiatan lain yang mengikuti adalah menambah jumlah atau kelompok tenaga kerja. Dengan demikian kecepatan produksi kegiatan tersebut meningkat, atau kemiringan garis diagonal yang mewakili kegiatan tersebut berubah semakin tegak (ujung atas garis diagonal bergeser ke kiri), sehingga waktu penyelesaian kegiatan tersebut tidaklah berubah dan kegiatan-kegiatan dibelakangnya tidak terganggu.
2. Penundaan yang terjadi pada saat kegiatan telah dilaksanakan sebagian atau penundaan diantara waktu mulai dan selesainya suatu kegiatan. Pada situasi ini diagonal yang mewakili kegiatan tersebut akan terpotong pada waktu dimana penundaan tersebut terjadi dan kemudian akan berlanjut setelah bergeser sepanjang waktu penundaannya. Dengan demikian kegiatan ini akan diwakili oleh dua garis sejajar yang tidak bersambung tetapi putus di tengah dan garis sejajar ke dua bergeser sejumlah waktu penundaan. Akibatnya jelas bahwa waktu penyelesaian kegiatan tersebut secara menyeluruh akan ikut bergeser atau tertunda. Tentunya seperti uraian pada kejadian nomor satu, kejadian ini juga dapat mengakibatkan konflik dengan kegiatan yang mengikutinya. Untuk menyelesaikannya dapat dilakukan penundaan semua kegiatan yang mengikuti, dimana tentunya akan mengakibatkan tertundanya proyek secara keseluruhan atau menambah jumlah kelompok tenaga kerja seperti telah diuraikan di atas.
3. Pengurangan jumlah kelompok tenaga kerja pada suatu kegiatan akan mengakibatkan berubahnya kemiringan garis diagonal yang mewakili kegiatan tersebut menjadi lebih landai. Hal ini dapat mengakibatkan terjadinya konflik dengan kegiatan yang mengikutinya, sehingga kegiatan-kegiatan pengikut tersebut juga akan mengalami penundaan. Secara keseluruhan proyek akan terlambat diselesaikan.

4. Mempercepat waktu selesai suatu kegiatan dapat dilakukan dengan menambah jumlah kelompok tenaga kerja. Penambahan jumlah kelompok tenaga kerja akan mengakibatkan kemiringan garis diagonal yang mewakili kegiatan tersebut merubah menjadi lebih tegak. Akibatnya kegiatan-kegiatan yang mengikuti dapat dipercepat waktu mulainya, sehingga proyek secara keseluruhan dapat diselesaikan lebih cepat.

#### CONTOH PENJADWALAN DAN PENJADWALAN ULANG DENGAN METODE LINE OF BALANCE.

Secara teoritis penjadwalan dengan metode LoB dan juga cara-cara melakukan penjadwalan ulang untuk berbagai kemungkinan perubahan yang terjadi telah diuraikan di atas. Bagian ini akan memberikan contoh kasus penjadwalan suatu proyek fiktif dengan metode LoB, yang kemudian diikuti penjadwalan ulangnya, akibat perubahan-perubahan yang terjadi, agar apa diuraikan di atas menjadi lebih jelas.

Contoh kasus yang akan diuraikan adalah proyek pembangunan 120 unit rumah sederhana yang sejenis. Jadwal yang direncanakan untuk proyek ini sesuai urutan kegiatan, durasi tiap kegiatan untuk satu unit dan jumlah kelompok pekerja untuk tiap kegiatan dapat dilihat pada table 1.

Selanjutnya berdasarkan data di atas jadwal pelaksanaan proyek ini dapat direncanakan seperti pada table 2.

Menurut table 2, berdasarkan jadwal yang direncanakan, proyek ini dapat diselesaikan dalam waktu 514 hari. Pada saat pelaksanaan beberapa perubahan berikut ini telah terjadi pada beberapa kegiatan:

1. Pada saat kegiatan dinding bata akan dimulai telah terjadi kelangkaan bahan bangunan dipasaran, sehingga kegiatan tersebut terpaksa harus ditunda selama 6 (enam) hari
2. Pada saat pekerjaan listrik untuk rumah ke 48 selesai dikerjakan telah terjadi perselisihan antara kontraktor dengan kelompok pekerja untuk pekerjaan listrik mengenai upah yang tidak sesuai. Akibatnya pekerjaan tertunda 6 hari untuk menyelesaikannya, selanjutnya kelompok pekerja ini kembali bekerja dengan baik.
3. Pada saat penundaan pekerjaan listrik terjadi, pengembang menghendaki agar pembangunan dapat diselesaikan lebih cepat, maka pekerjaan kayu dan pekerjaan pengecatan setelah rumah ke 48 ditambah kelompok kerjanya masing-masing dari 3 menjadi 4.

Perubahan-perubahan yang terjadi perlu diakomodasi dengan melakukan penjadwalan ulang proyek ini. Meskipun sebenarnya masing-masing perubahan terjadi pada waktu yang berbeda-beda, tetapi penjadwalan ulang baru dilakukan pada saat kejadian nomor tiga terjadi, sehingga ketiga perubahan ini dapat diakomodasi dengan melakukan sekali penjadwalan ulang. Hasil penjadwalan ulang proyek perumahan ini dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 1. Data Kegiatan Pada Pembangunan Satu Unit Rumah

	Kegiatan	Tergantung Pada	Durasi Jika Dikerjakan 1 Kelompok Pekerja (hari)	Jumlah Kelompok Pekerja
1	Pondasi Menerus	-	3	2
2	Trasram	1	3	2
3	Kolom dan Balok Ring	2	5	3
4	Dinding Bata	3	11	4
5	Atap	3	3	4
6	Pekerjaan Listrik	4 dan 5	6	3
7	Pemipaan	4	5	2
8	Plesteran	6 dan 7	3	2
9	Pekerjaan Kayu	8	8	3
10	Pengecatan	9	6	3

Tabel 2 Jadwal Yang Direncanakan

Kegiatan	Durasi (Hari)	Kecepatan Produksi (Unit/hari)	Jumlah Kelompok Kerja	Total Kecepatan Produksi (Unit/Hari)	Durasi Total (hari)	Start	Finish
1	3	0,333	2	0,666	180	0	180
2	3	0,333	2	0,666	180	3	183
3	5	0,200	3	0,600	200	6	206
4	11	0,091	4	0,364	330	11	341
5	3	0,333	4	1,332	90	119	209
6	6	0,167	3	0,501	240	122	362
7	5	0,200	2	0,400	300	46	346
8	3	0,333	2	0,666	180	185	365
9	8	0,125	3	0,375	320	188	508
10	6	0,167	3	0,501	240	274	514

Berdasarkan Tabel 3, perubahan-perubahan yang telah dilakukan pada penjadwalan ulang ini dapat dijelaskan sebagai berikut;

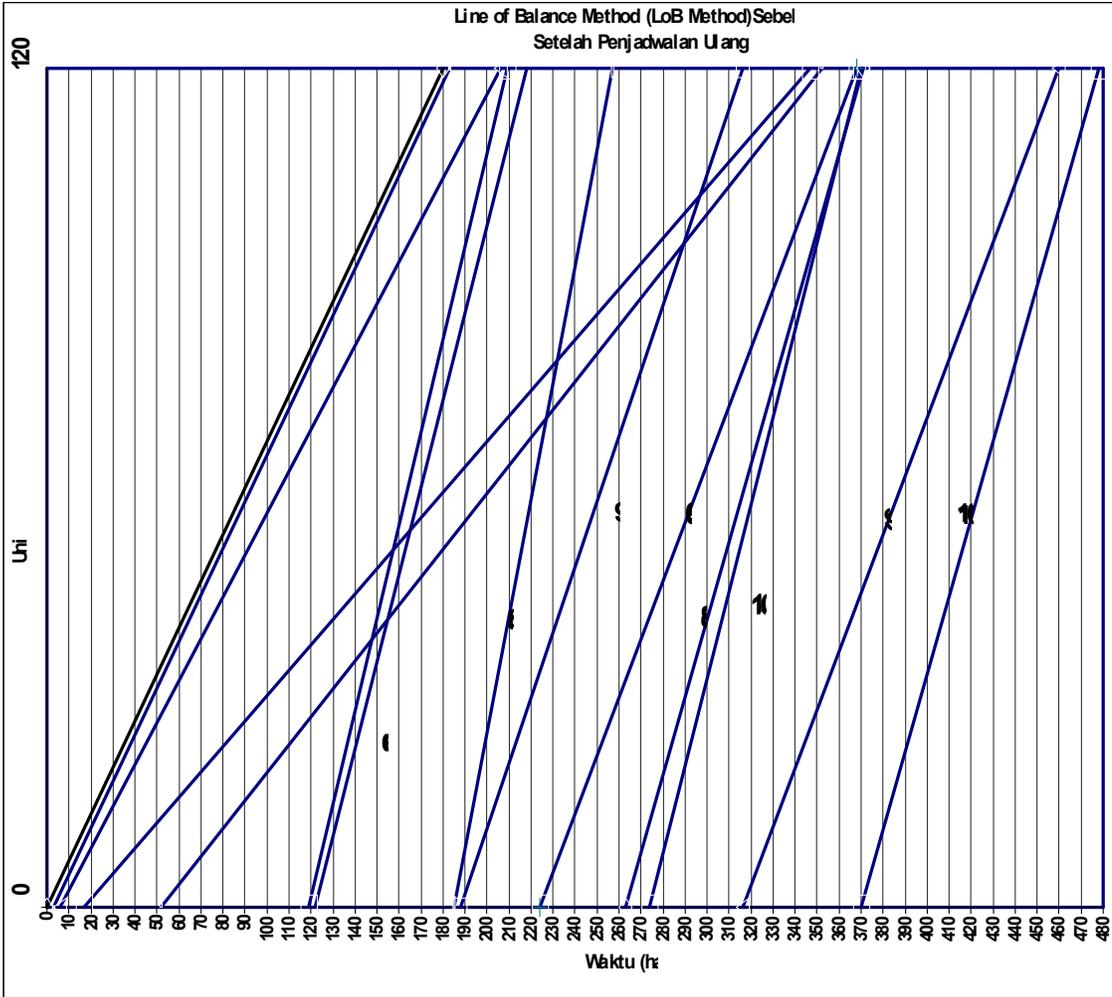
1. Kegiatan 6, 8, 9 dan 10 masing-masing dipecah menjadi dua kegiatan a dan b, dimana masing-masing untuk pekerjaan sebelum dan setelah terjadi penundaan.
2. Kegiatan 4 waktu startnya berubah dari 11 menjadi 17 akibat penundaan start selama 6 hari. Penundaan ini mengakibatkan konflik dengan kegiatan 7 yang langsung mengikutinya. Oleh karenanya waktu start dan finish kegiatan 7 disesuaikan menjadi 52 dan 352.
3. Bagian sebelum terjadi penundaan pada kegiatan 6 dilaksanakan sesuai rencana, sementara waktu start kegiatan ini setelah terjadi penundaan bergeser atau berubah 6 hari, sehingga menjadi 224 dan kegiatan ini diselesaikan pada hari ke 368. Akibat pergeseran ini telah terjadi konflik dengan kegiatan 8. Oleh karena itu setelah kegiatan 6 mengalami penundaan, kegiatan 8 mengalami penundaan, sehingga waktu finishnya menjadi 371.

Tabel 3. Jadwal Setelah Terjadi Perubahan

Kegiatan	Durasi (hari)	Kecepatan Produksi (Unit/Hari)	Jumlah Kelompok Pekerja	Total Kecepatan Produksi (Unit/Hari)	Durasi Total (Hari)	Start (Hari ke)	Finish (Hari)
1	3	0,333	2	0,666	180	0	180
2	3	0,333	2	0,667	180	3	183
3	5	0,200	3	0,600	200	6	206
4	11	0,091	4	0,364	330	17	347
5	3	0,333	4	1,333	90	119	209
6a	6	0,167	3	0,500	96	122	218
6b	6	0,167	3	0,500	144	224	368
7	5	0,200	2	0,400	300	52	352
8a	3	0,333	2	0,667	72	185	257
8b	3	0,333	2	0,667	108	263	371
9a	8	0,125	3	0,375	128	188	316
9b	8	0,125	4	0,500	144	316	460
10a	6	0,167	3	0,500	96	274	370
10b	6	0,167	4	0,667	108	370	478

4. Setelah rumah ke 48, kelompok kerja untuk kegiatan 9 dan 10 ditambah masing-masing menjadi 4, akibatnya kecepatan produksi kegiatan 9 meningkat dari 0,375 menjadi 0,5, sedangkan kegiatan 10 dari 0,5 menjadi 0,667. Dengan demikian kegiatan 9 dapat diselesaikan pada hari ke 460, sedangkan kegiatan 10 diselesaikan pada hari ke 478.

Grafik jadwal pembangunan perumahan sbelum dan stelah dilakukan penjadwalan ulan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik LOB Sebelum dan Setelah Penjadwalan Uang

**KESIMPULAN**

Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan bahwa proyek konstruksi yang mempunyai volume pekerjaan besar, tetapi jenis kegiatan tidak banyak, melainkan selalu berulang, lebih tepat dijadwalkan dengan metode LoB. Perencanaan mengandung unsure ketidakpastian, termasuk penjadwalan untuk proyek konstruksi, terlebih karena sifat-sifat proyek konstruksi yang unik semakin meningkatkan ketidakpastian. Oleh karena pada umumnya proyek konstruksi akan mengalami perubahan-perubahan pada saat pelaksanaan. Seperti halnya metode penjadwalan yang lain, metode LoB juga dapat digunakan untuk mengantisipasi perubahan-perubahan yang terjadi pada saat pelaksanaan proyek. Beberapa

cara dapat dilakukan untuk menjadwalkan ulang proyek sesuai dengan kasus perubahan yang terjadi.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

Uher, Thoams E.; Levido Graham E., Construction planning and Control, Construction Management and Economics Unit, School of Building, The University of New South Wales, 1990

Callahan, Michael T.; Quackenbush, Daniel G.; Rowing, James E., Construction Project Scheduling, Mc. Graw-Hill, Inc., 1992

Baba Keizo Paper of Workshop on Quality Management, Program Pasca Sarjana Universitas Tarumanagar, 1996