

Analisis Biaya Pembangunan Proyek Perumahan Menggunakan Metode PERT dan EVM (Studi Kasus: Perumahan D'Lion Cluster)

Sri Basriati¹, Afri Melda²

^{1,2} Jurusan Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sultan Syarif Kasim Riau
Jl. HR. Soebrantas No. 155 Simpang Baru, Panam, Pekanbaru, 28293
email: sribasriati@hotmail.com, afrimelda0@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini menjelaskan tentang perbandingan optimalisasi waktu pengerjaan proyek perumahan dengan menggunakan metode Program Evaluation and Review Technique (PERT) dan Earned Value Method (EVM), dengan studi kasus proyek perumahan D'Lion Cluster. Optimalisasi ini dilakukan untuk mempercepat pembangunan proyek perumahan dan memprediksi percepatan waktu pengerjaan proyek apabila dilakukan penambahan waktu jam kerja selama 1 jam dan 3 jam. Serta memprediksi penambahan biaya proyek setelah dilakukan penambahan waktu kerja. Hasil perbandingan dari metode PERT dan EVM tersebut dapat disimpulkan bahwa untuk memperoleh biaya dan waktu yang optimum lebih baik menggunakan metode EVM, karena perkiraan waktu penyelesaian proyek dan nilai tambahan serta cost slope nya lebih rendah dibanding metode PERT.

Kata Kunci: Program Evaluation and Review Technique (PERT), Earned Value Method (EVM).

1. Pendahuluan

Terdapat tiga aspek penting yang harus diperhatikan dalam pelaksanaan suatu proyek yaitu biaya, waktu, dan kualitas. Suatu proyek dikatakan berhasil jika waktu dan biaya pengerjaan sesuai dengan perencanaan serta kualitas dan kuantitas pekerjaan memenuhi persyaratan yang telah ditentukan. Tujuan dari pelaksanaan waktu tersebut untuk memperoleh besaran waktu yang optimal sehingga didapat biaya yang minimum. Durasi optimal dapat diperoleh dari *Project Evaluation and Review Technique* (PERT) karena metode PERT merupakan analisis jaringan kerja yang berusaha mengoptimalkan waktu penyelesaian proyek menggunakan pendekatan probabilistik. Sedangkan *Earned Value Method* (EVM) adalah suatu metode pengendalian yang digunakan untuk mengendalikan biaya dan jadwal (waktu) pengerjaan proyek secara terpadu.

Penelitian terdahulu Nugraha dan Marjono (2012) telah membahas mengenai analisis proyek pengembangan bangunan menggunakan *Critical Path Method* dan *Earned Value Method*, menunjukkan bahwa perbandingan hasil analisis biaya dan waktu yang lebih optimal terjadi pada metode CPM. Penelitian yang lain juga dilakukan oleh Harahap A. Anwar (2012), membahas mengenai optimasi pelaksanaan proyek pembangunan perumahan menggunakan PERT dan CPM dengan studi kasus proyek pembangunan perumahan royal platinum yang berada di jalan SM. Amin Pekanbaru. Penelitian ini membahas mengenai permasalahan penambahan biaya jika durasi pengerjaannya dipercepat. Berdasarkan probabilitas pelaksanaan proyek yang mencapai 94,84 % jika percepatan dilakukan selama beberapa hari dari waktu normalnya maka biaya yang harus dikeluarkan oleh perusahaan juga bertambah. Penelitian lainnya juga dilakukan oleh Muhammad Rizki Ridho dan Syahrizal (2014), membahas mengenai evaluasi penjadwalan waktu dan biaya proyek dengan Metode PERT dan CPM. Peneliti ini melakukan penambahan jam kerja selama 1 jam dan 3 jam. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan dengan menggunakan metode CPM proyek pembangunan dapat selesai dalam jangka waktu 112 hari, dan menggunakan metode PERT dapat selesai selama 95 hari (Ridho dan Syahrizal). Berdasarkan hal-hal tersebut, akan dibahas mengenai besarnya biaya proyek setelah dilakukan penambahan jam kerja.

2. Metode Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data proyek Perumahan D'Lion Cluster, yang diperoleh dengan cara wawancara dan observasi. Untuk mendapatkan biaya dan waktu yang efisien diperlukan suatu perencanaan dalam menyelesaikan proyek perumahan tersebut, sehingga diperlukan pengetahuan yang baik dalam menyusun perencanaan untuk memenuhi tujuan dan sasaran yang diinginkan.

Manajemen proyek adalah penerapan ilmu pengetahuan, keahlian dan keterampilan, cara teknis yang terbaik dan dengan sumber daya yang terbatas, untuk mencapai sasaran dan tujuan yang telah ditentukan agar mendapatkan hasil yang optimal dalam hal kinerja, biaya, mutu dan waktu serta keselamatan kerja (Abrar Husen, 2009). Berikut ini adalah metode yang digunakan untuk mencapai tujuan dan sasaran tersebut:

2.1 Metode PERT

Metode PERT memberikan perkiraan waktu dengan menggunakan tiga angka estimasi untuk menyelesaikan suatu kegiatan yang mencoba mengukur ketidakpastian secara kuantitatif seperti deviasi standar dan varians. Secara umum metode PERT dapat membantu hal-hal berikut ini :

- a. Perencanaan suatu proyek yang kompleks.
- b. *Scheduling* atau penjadwalan pekerjaan-pekerjaan sedemikian rupa dalam urutan yang praktis dan efisien.
- c. Mengadakan pembagian kerja dari tenaga kerja dan sumber dana yang tersedia.
- d. *Scheduling* atau penjadwalan ulang untuk mengatasi hambatan-hambatan dan keterlambatan.
- f. Menentukan *trade off* (kemungkinan pertukaran) antara waktu dan biaya.
- g. Menentukan probabilitas proyek tertentu.

2.2 Metode EVM

Trisno Agung Dumadi, dkk, (2014) menyatakan bahwa yang dimaksud dengan konsep *earned value* adalah konsep menghitung besarnya biaya menurut anggaran sesuai dengan pekerjaan yang telah dilaksanakan atau diselesaikan. Beberapa hal berikut perlu diperhatikan:

- a. Biaya Aktual atau *Actual Cost of Work Performed* (ACWP) adalah jumlah biaya aktual pekerjaan yang telah dilaksanakan pada kurun pelaporan tertentu.
- b. Nilai Hasil (*Earned Value = EV*) atau *Budgeted Cost of Work Performed* (BCWP) adalah nilai pekerjaan yang telah selesai terhadap anggaran yang disediakan untuk melaksanakan pekerjaan tersebut.
- c. Jadwal Anggaran (*Planned Value = PV*) atau *Budgeted Cost of Work Schedule* (BCWS) menunjukkan anggaran untuk suatu paket pekerjaan yang disusun dan dikaitkan dengan jadwal pelaksanaan.

3 Hasil dan Analisis

3.2 Deskripsi Waktu Pelaksanaan Proyek Perumahan D'Lion Cluster

Pembangunan proyek perumahan D'Lion Cluster yang berada di Jln. Kubang Raya-Garuda Sakti Km. 2 Pekanbaru, dijadwalkan akan selesai dikerjakan selama 5 bulan terhitung mulai tanggal 1 Februari 2016 sampai 1 Juli 2016. Adapun daftar-daftar nama kegiatan yang harus diselesaikan adalah :

Tabel 1. Perencanaan Kegiatan dan Waktu Perumahan D'Lion Cluster

| Kode Keg. | Urutan kegiatan | Simbol kegiatan | Waktu (hari) | | | Volume |
|-----------|-----------------------------|-----------------|--------------|---|---|----------------------|
| | | | a | m | b | |
| 0 | Bowplang | (1-2) | 1 | 2 | 3 | 35,32 m ³ |
| 1 | Galian Pondasi | (2-3) | 1 | 2 | 3 | 1,836 m ³ |
| 2 | Perakitan Besi <i>Sloff</i> | (3-4) | 1 | 2 | 4 | 16 btg |
| 3 | Pekerjaan Rolak Pondasi | (4-5) | 1 | 2 | 3 | 3,6 m ³ |

| | | | | | | |
|----|--|---------|----|----|----|----------------------|
| 4 | Mal Pondasi (<i>Sloff</i>) | (5-6) | 1 | 2 | 3 | 1,08 m ³ |
| 5 | Cor <i>Sloff</i> | (6-7) | 1 | 1 | 2 | 1,08 m ³ |
| 6 | Penimbunan Pondasi | (7-8) | 1 | 2 | 4 | 3 m ³ |
| 7 | Instalasi Pipa Air Kotor | (8-9) | 1 | 2 | 3 | 9,55 m |
| 8 | Pas Bata Dinding | (9-10) | 14 | 20 | 28 | 168 m ³ |
| 9 | Besi Kolom Praktis | (10-11) | 1 | 2 | 4 | 0,024 m ³ |
| 10 | Cor Tiang | (10-12) | 1 | 2 | 4 | 0,357 m ³ |
| 11 | Mal Balok Atas | (10-13) | 1 | 2 | 3 | 1,08 m ³ |
| 12 | Cor Balok Atas | (11-14) | 1 | 2 | 3 | 1,08 m ³ |
| 13 | Kanopi Beton | (12-15) | 1 | 1 | 3 | 0,125 m ³ |
| 14 | Safety Tang | (13-16) | 1 | 2 | 4 | 1,98 m ³ |
| 15 | Instalasi Listrik | (14-17) | 3 | 3 | 6 | 14bh |
| 16 | Plaster Dinding dalam & Acian | (15-18) | 7 | 10 | 18 | 16,8 m ³ |
| 17 | Pemasangan Kuda-kuda | (16-18) | 1 | 2 | 3 | 44,4 m ³ |
| 18 | Plaster Dinding Luar & Acian | (16-19) | 11 | 16 | 25 | 16,8 m ³ |
| 19 | Rangka Atap | (17-20) | 2 | 2 | 4 | 88,8 m ³ |
| 20 | Pemasangan Atap | (19-21) | 2 | 3 | 5 | 88,8 m ³ |
| 21 | Pemasangan Reflang | (20-22) | 1 | 2 | 3 | 35,5 m ³ |
| 22 | Pemasangan Bola-bola & Perabung | (21-23) | 1 | 2 | 5 | 26,15 m ³ |
| 23 | Rangka Puring / <i>Wall Angel</i> | (22-24) | 2 | 3 | 5 | 52,8 m ³ |
| 24 | Pemasangan Gypsum | (23-24) | 3 | 4 | 5 | 48 m ³ |
| 25 | Pengecatan Gypsum | (24-25) | 1 | 3 | 5 | 48 m ³ |
| 26 | Pekerjaan Tungku Dapur & Bak Cuci Piring | (25-26) | 2 | 3 | 7 | 0,088 m ³ |
| 27 | Instalasi Air Bersih | (26-27) | 1 | 2 | 3 | 5m |
| 28 | Pekerjaan Lantai Rumah | (27-28) | 8 | 12 | 20 | 48 m ³ |
| 29 | Pekerjaan Kamar Mandi | (28-29) | 3 | 4 | 7 | 15,06 m ³ |
| 30 | Pemasangan Pintu | (29-30) | 1 | 3 | 5 | 5bh |
| 31 | Pemasangan Jendela | (30-31) | 1 | 3 | 5 | 8bh |
| 32 | Pemasangan Plafon Luar | (31-32) | 2 | 4 | 6 | 52,8 m ³ |
| 33 | <i>Finishing</i> Plafon Luar | (32-33) | 5 | 6 | 10 | 5 m ³ |
| 34 | Pekerjaan Dinding dalam | (33-34) | 1 | 3 | 6 | 16,8 m ³ |
| 35 | Pekerjaan Dinding Luar | (34-35) | 2 | 3 | 6 | 16,8 m ³ |
| 36 | Pekerjaan Pintu-pintu | (35-36) | 1 | 4 | 8 | 5bh |
| 37 | Pekerjaan Jendela | (36-37) | 1 | 3 | 6 | 8bh |
| 38 | <i>Finishing</i> Pengecatan | (37-38) | 3 | 4 | 10 | 108 m ³ |

3.3 Proses Optimasi Pengerjaan Proyek menggunakan *Program Evaluation and Review Technique* (PERT)

a. Pembuatan Jaringan Kerja

Awal pada perhitungan durasi proyek yaitu dengan membuat jaringan kerja. *Network Planning* (jaringan kerja) pada prinsipnya adalah hubungan ketergantungan antara bagian-bagian pekerjaan yang digambarkan atau divisualisasikan dalam diagram *network*. menggambarkan suatu *network* digunakan simbol seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Simbol dalam Diagram Network

| Simbol | Keterangan |
|---|---|
|  | Anak panah = <i>arrow</i> (<i>arc</i>), menyatakan sebuah kegiatan atau aktivitas. |
|  | Lingkaran kecil = <i>node</i> , menyatakan sebuah kejadian atau peristiwa atau <i>event</i> . |
|  | Anak panah terputus-putus, menyatakan kegiatan atau aktivitas semu atau <i>dummy</i> . |
|  | Anak panah tebal merupakan kegiatan pada lintasan kritis |

b. Perhitungan Durasi dan Lintasan Kritis

perhitungan durasi pada lintasan kritis mencakup dua tahap yaitu langkah maju dan langkah mundur. Untuk memudahkan perhitungan waktu, digunakan istilah-istilah seperti pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Istilah-istilah Perhitungan Waktu

| Istilah | Keterangan | Rumus |
|------------------------------------|---|---------------------------------------|
| Durasi (D) | Waktu yang diperlukan untuk suatu kegiatan | |
| Earliest activity start time (ES) | Waktu tercepat dimulainya kegiatan | $ES_{(i,j)} = TE_{(i)} = 0$ |
| Earliest activity finish time (EF) | Waktu tercepat terselesaikannya kegiatan | $ES_{(i,j)} = ES_{(i,j)} + t_{(i,j)}$ |
| Latest activity start time (LS) | Waktu paling lambat dimulainya kegiatan | $LS_{(i,j)} = TL_{(j)} - t_{(i,j)}$ |
| Latest activity finish time (LF) | Waktu paling lambat terselesaikannya kegiatan | $TL = TE$ |

dimana :

- D = Durasi kegiatan
- TE = Waktu paling awal peristiwa
- TL = Waktu paling lambat peristiwa

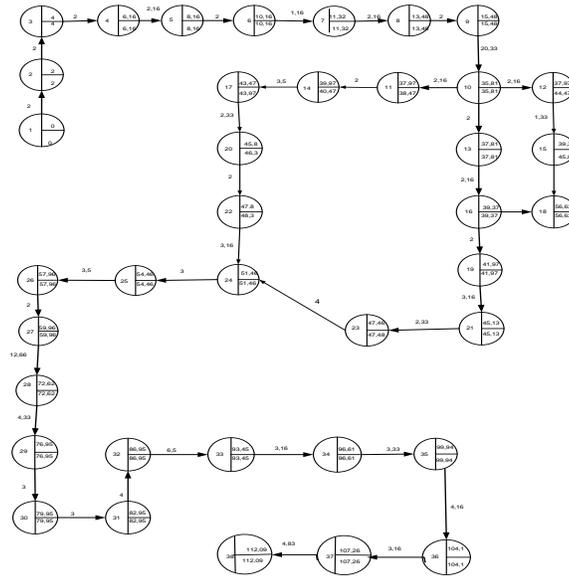
Lintasan kritis dari jaringan kerja dapat diperoleh dengan melakukan perhitungan durasi kegiatan yang mempunyai nilai Total Float = 0, dimana Total Float dihitung dari selisih antara Latest Activity Start Time (LS) dengan Earliest Activity Start Time (ES). Kegiatan yang termasuk lintasan kritis dapat dilihat dari hasil perhitungan pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Perhitungan Lintasan Kritis dan Slack pada Metode PERT

| Kode Keg. | Simbol kegiatan | waktu (t_e) | Waktu paling Cepat | | Waktu paling lambat | | Slack | Ket. |
|-----------|-----------------|-----------------|--------------------|--------------|---------------------|--------------|-------|-------|
| | | | Mulai (ES) | Selesai (EF) | Mulai (LS) | Selesai (LF) | | |
| 0 | (1-2) | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | YA |
| 1 | (2-3) | 2 | 2 | 4 | 2 | 4 | 0 | YA |
| 2 | (3-4) | 2,16 | 4 | 6,16 | 4 | 6,16 | 0 | YA |
| 3 | (4-5) | 2 | 6,16 | 8,16 | 6,16 | 8,16 | 0 | YA |
| 4 | (5-6) | 2 | 8,16 | 10,16 | 8,16 | 10,16 | 0 | YA |
| 5 | (6-7) | 1,16 | 10,16 | 11,32 | 10,16 | 11,32 | 0 | YA |
| 6 | (7-8) | 2,16 | 11,32 | 13,48 | 11,32 | 13,48 | 0 | YA |
| 7 | (8-9) | 2 | 13,48 | 15,48 | 13,48 | 15,48 | 0 | YA |
| 8 | (9-10) | 20,33 | 15,48 | 35,81 | 15,48 | 35,81 | 0 | YA |
| 9 | (10-11) | 2,16 | 35,81 | 37,97 | 35,81 | 37,97 | 0 | YA |
| 10 | (10-12) | 2,16 | 35,81 | 37,97 | 35,81 | 37,97 | 0 | YA |
| 11 | (10-13) | 2 | 35,81 | 37,81 | 35,81 | 37,81 | 0 | YA |
| 12 | (11-14) | 2 | 37,97 | 39,97 | 38,47 | 40,47 | 0,5 | TIDAK |
| 13 | (12-15) | 1,33 | 37,97 | 39,3 | 44,47 | 45,8 | 6,5 | TIDAK |
| 14 | (13-16) | 2,16 | 37,81 | 39,97 | 37,81 | 39,97 | 0 | YA |
| 15 | (14-17) | 3,5 | 39,97 | 43,47 | 40,47 | 43,97 | 0,5 | TIDAK |
| 16 | (15-18) | 10,83 | 39,3 | 50,13 | 48,5 | 59,33 | 9,2 | TIDAK |
| 17 | (16-18) | 16,66 | 39,97 | 56,63 | 39,97 | 56,63 | 0 | YA |
| 18 | (16-19) | 2 | 39,97 | 41,97 | 39,97 | 41,97 | 0 | YA |
| 19 | (17-20) | 2,33 | 43,47 | 45,8 | 43,97 | 46,3 | 0,5 | TIDAK |
| 20 | (19-21) | 3,16 | 41,97 | 45,13 | 41,97 | 45,13 | 0 | YA |
| 21 | (20-22) | 2 | 45,8 | 47,8 | 46,3 | 48,3 | 0,5 | TIDAK |
| 22 | (21-23) | 2,33 | 45,13 | 47,46 | 45,13 | 47,46 | 0 | YA |
| 23 | (22-24) | 3,16 | 47,8 | 50,96 | 48,3 | 51,46 | 0,5 | TIDAK |
| 24 | (23-24) | 4 | 47,46 | 51,46 | 47,48 | 51,48 | 0,02 | TIDAK |
| 25 | (24-25) | 3 | 51,46 | 54,46 | 51,46 | 54,46 | 0 | YA |
| 26 | (25-26) | 3,5 | 54,46 | 57,96 | 54,46 | 57,96 | 0 | YA |
| 27 | (26-27) | 2 | 57,96 | 59,96 | 57,96 | 59,96 | 0 | YA |
| 28 | (27-28) | 12,66 | 59,96 | 72,62 | 59,96 | 72,62 | 0 | YA |
| 29 | (28-29) | 4,33 | 72,62 | 76,95 | 72,62 | 76,95 | 0 | YA |
| 30 | (29-30) | 3 | 76,95 | 79,95 | 76,95 | 79,95 | 0 | YA |
| 31 | (30-31) | 3 | 79,95 | 82,95 | 79,95 | 82,95 | 0 | YA |
| 32 | (31-32) | 4 | 82,95 | 86,95 | 82,95 | 86,95 | 0 | YA |
| 33 | (32-33) | 6,5 | 86,95 | 93,45 | 86,95 | 93,45 | 0 | YA |
| 34 | (33-34) | 3,16 | 93,45 | 96,61 | 93,45 | 96,61 | 0 | YA |
| 35 | (34-35) | 3,33 | 96,61 | 99,94 | 96,61 | 99,94 | 0 | YA |
| 36 | (35-36) | 4,16 | 99,94 | 104,1 | 99,94 | 104,1 | 0 | YA |
| 37 | (36-37) | 3,16 | 104,1 | 107,26 | 104,1 | 107,26 | 0 | YA |

| | | | | | | | | |
|----|---------|------|--------|--------|--------|--------|---|----|
| 38 | (37-38) | 4,83 | 107,26 | 112,09 | 107,26 | 112,09 | 0 | YA |
|----|---------|------|--------|--------|--------|--------|---|----|

Lintasan kritis pada Tabel 3. di atas adalah yang dilalui oleh kegiatan 0-1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-14-17-18 dan 20-22-25-26-27-28-29-30-31-32-33-34-35-36-37-38 dengan durasi normal 150 hari dengan biaya proyek sebesar Rp. 89.535.116. Berikut adalah gambar jaringan kerja dengan menunjukkan lintasan kritisnya.



Gambar 1. Jaringan Kerja beserta Lintasan Kritis

3.4 Proses Optimasi Proyek menggunakan *Earned Value Method (EVM)*

Metode ini mengkaji kecenderungan atas varian biaya pada suatu periode waktu selama proyek berlangsung. Penghitungan biaya proyek menggunakan *Earned Value Method (EVM)* dimulai dengan mencari nilai *Actual Cost (AC)*, *Planned Value (PV)*, dan *Earned Value (EV)*. Metode analisis data yang digunakan adalah Analisis Varian, Analisis Indeks Performa, dan Perkiraan Biaya untuk Penyelesaian Proyek. Analisis varian dilakukan dengan mencari nilai *Cost Variance (CV)* dan *Schedule Variance (SV)*. Analisis indeks performa dilakukan dengan mencari nilai *Cost Performance Index (CPI)* dan *Schedule Performance Index (SPI)*. Perkiraan biaya penyelesaian proyek didapatkan dengan menghitung *Estimation At Completion (EAC)* dan Perkiraan Durasi. Berikut ini adalah tabel hasil rekapitulasi kinerja proyek pada akhir bulan pengerjaan proyek yaitu bulan Februari – Juli 2016.

Tabel 5. Hasil Rekapitulasi Kinerja Proyek Menggunakan Metode EVM

| Kinerja proyek | Harga (Rp) |
|---|---------------|
| <i>BCWP (earned value)</i> | 89.531.116 |
| <i>BCWS (planned value)</i> | 68.800.000 |
| <i>ACWP (actual cost)</i> | 70.000.000 |
| <i>SV (scheduling variance)</i> | 20.731.116 |
| <i>SPI (schedule performance index)</i> | 1,301 |
| <i>CV (cost variance)</i> | 19.531.116 |
| <i>CPI (cost performance index)</i> | 1,279 |
| <i>EAC (estimasi at completion)</i> | 47.278.251,76 |
| <i>ETC (estimate temporary cost)</i> | 117.278.251,8 |

3.5 Perbandingan Hasil Analisis menggunakan *Program Evaluation and Review Technique (PERT)* and *Earned Value Method (EVM)*

Berikut perbandingan hasil analisis menggunakan *Program Evaluation and Review Technique* dan *Earned Value Method* pada proyek pengembangan Perumahan D'Lion Cluster.

Tabel 6. Perbandingan Hasil Analisis

| Metode | Durasi optimal | Total biaya |
|---|----------------|-------------|
| <i>Program evaluation and review technique (PERT)</i> | 136 | 115.114.053 |
| <i>Earned value method (EVM)</i> | 121 | 114.045.589 |

Berdasarkan Tabel 6 didapatkan bahwa hasil perhitungan durasi yang lebih optimal menggunakan *earned value method (EVM)* dengan durasi normal yang lebih cepat serta biaya yang lebih rendah di dibandingkan pada metode *Program Evaluation and Review Technique (PERT)*.

4 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Metode PERT
 - a. Dengan menggunakan metode PERT diprediksi bahwa dalam pembangunan proyek perumahan jika dilakukan penambahan alternatif 1 jam kerja proyek dapat diselesaikan selama 148 hari dan penambahan 3 jam kerja proyek dapat diselesaikan selama 136 hari.
 - b. Besar biaya tambahan proyek jika dilakukan penambahan 1 jam kerja adalah sebesar Rp. 20.488.600,1 dan besar *cost slope* Rp. 10.244.300,5 sedangkan penambahan 3 jam kerja, biaya tambahan proyek sebesar Rp. 25.578.937,1 dan besar *cost slope* Rp. 1.827.066,29.
2. Metode EVM
 - a. Dengan menggunakan metode EVM penambahan alternatif 1 jam kerja, proyek dapat diselesaikan selama 136 hari dan penambahan 3 jam kerja, proyek dapat diselesaikan selama 121 hari.
 - b. Besar biaya tambahan jika dilakukan penambahan 1 jam kerja adalah sebesar Rp. 20.166.744 dan besar *cost slope* Rp. 1.440.481,71 sedangkan penambahan 3 jam kerja besar biaya tambahan adalah Rp. 24.510.474 dan besar *cost slope* Rp. 845.188,75.
3. Hasil perbandingan dari metode PERT dan EVM untuk kasus perumahan D'Lion Cluster dapat disimpulkan bahwa untuk memperoleh biaya dan waktu yang optimum lebih baik menggunakan metode EVM, karena perkiraan waktu penyelesaian proyek dan nilai tambahan serta *cost slope* nya lebih rendah dibandingkan metode PERT.

Daftar Pustaka

- [1] Harahap, Ali Anwar. "Optimasi Pelaksanaan Proyek Pembangunan Perumahan Royal Platinum Menggunakan PERT dan CPM". *Skripsi. Jurusan Matematika UIN SUSKA Riau*. 2012.
- [2] Husen, Abrar. *Manajemen Proyek*. Penerbit Andi, Yogyakarta. 2009.
- [3] Nugraha, D.P. dan Marjono. "Analisis Proyek Pengembangan Bangunan Menggunakan Critical Path Method dan Earned Value Method (Studi Kasus di PT. Musashi Auto Part Indonesia Karawang)". *Jurnal Matematika F.MIPA. Universitas Brawijaya. Malang*. 2012.
- [4] Purnomo, Hari. *Pengantar Teknik Industri*. Penerbit Graha Ilmu, Bandung. 2006.
- [5] Ridho, M.R. dan Syahrizal. "Evaluasi Penjadwalan Waktu dan Biaya Proyek dengan Metode PERT dan CPM (Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung Kantor Badan Pusat Statistik Kota Medan Di Jl. Gapert Medan, Sumatera Utara)". *Jurnal Teknik Sipil. Universitas Sumatra Utara*. 2014.
- [6] Siswanto. *Operations Research*. Jilid Pertama. Penerbit Erlangga, Jakarta. 1994.
- [7] Trisno Angung Dumadi, dkk. "Evaluasi Pelaksanaan Proyek Menggunakan Metode Earned Value Analysis". *Jurnal Teknik Sipil. Universitas Muhammadiyah Surakarta*. 2014.