

PERBANDINGAN PENJADWALAN PROYEK MENGGUNAKAN KURVA “S” DAN CPM NETWORK PADA PROYEK “X” DI SURABAYA

Wenly Sulistio¹, Andi²

ABSTRAK: Metode yang banyak digunakan dalam perencanaan jadwal proyek adalah metode CPM Network yang memperlihatkan analisa jaringan antar aktivitas dan juga metode Kurva “S” yang menggunakan grafik hubungan jadwal proyek dengan biaya proyek. Penelitian ini melakukan perencanaan jadwal menggunakan metode CPM Network dan Kurva “S”. Dari data yang didapat dilakukan perencanaan jadwal proyek menggunakan bantuan program *Microsoft Project* dan selanjutnya dilakukan pengamatan dilapangan. Hasil dari analisa kedua metode akan dilakukan perbandingan.

Hasil dari CPM Network menunjukkan terjadi keterlambatan selama 173 hari. Hasil dari Kurva “S” menunjukkan bahwa proyek terselesaikan sebesar 54.5322% yang dalam rencana diselesaikan selama 245 hari, sehingga terjadi keterlambatan 105 hari. Hasil CPM Network menunjukkan proyek terlambat mulai periode ke-13. Metode Kurva S menunjukkan proyek terlambat mulai periode ke-11. CPM Network menghasilkan informasi analisa setiap periode sehingga dapat dilakukan pengendalian sesegera mungkin. Kurva “S” melihat secara biaya tetapi tidak dapat menginformasikan suatu aktivitas terlambat atau lebih cepat.

Kata kunci: penjadwalan proyek, kurva “S”, CPM network

ABSTRACT: The method widely used in planning the project schedule is a CPM Network analysis that shows links between activity and also methods of "S" curve that use graphics relations project schedule with the project cost. This study was conducted planning schedule using CPM Network and the "S" curve. Planning the project schedule from the data obtained by using Microsoft Project assistance, then performed field observations. Results from the analysis of the two methods will do an comparison.

The results of CPM Network showed a delay of 173 days. The results of the curve "S" indicates that the project is progressing 54.5322%, which in the plan completed in 245 days, resulting a delay for 105 days. Results of CPM Network show project start to be delayed at 13th period. S curve method showed project start to be delayed at 11th period. CPM Network deliver more detailed information of each period in order to take control as soon as possible. Curve "S" analyzing project cost but not giving information about an activity is late or faster.

Key words: project scheduling, “S” curve, CPM network

1. PENDAHULUAN

Karena perkembangan yang terjadi sangat pesat, pembangunan-pembangunan yang sedang berlangsung saat ini diharapkan mampu diselesaikan dengan baik dan tepat waktu. Oleh karena itu sangat dibutuhkan proses perencanaan dan pengendalian jadwal proyek yang baik.

¹Mahasiswa program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, wenly.sulistio@gmail.com

²Dosen Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, andi@petra.ac.id

Metode yang biasa digunakan di Indonesia adalah *Bar Chart* yang dikombinasikan dengan kurva "S", CPM, dan PERT. CPM *network* menjabarkan analisa jaringan setiap aktivitas sehingga diketahui jadwal setiap aktivitas dan durasi proyek secara keseluruhan. *Bar Chart* yang dikombinasikan dengan kurva "S" memperlihatkan durasi dan bobot biaya dari masing-masing aktivitas. Kurva "S" sendiri merupakan grafik yang memperlihatkan hubungan antara akumulasi anggaran biaya proyek terhadap jadwal proyek.

2. LANDASAN TEORI

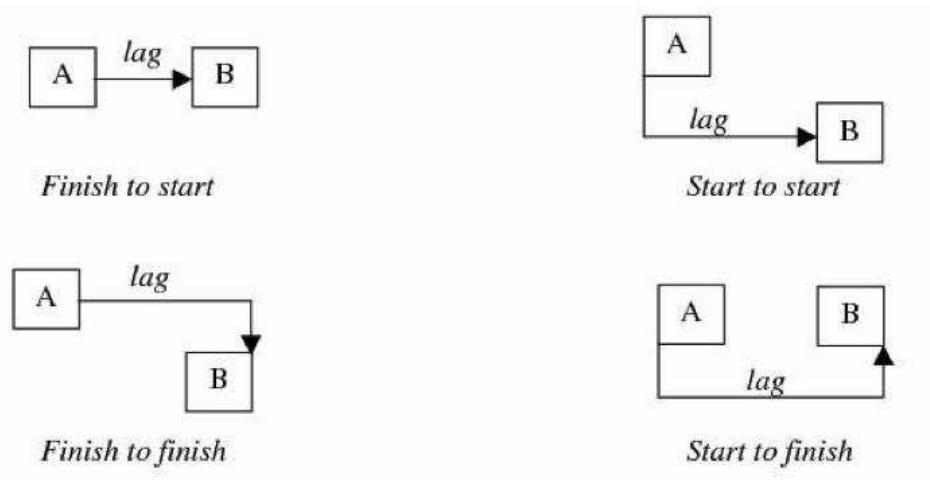
Perencanaan merupakan penyusunan suatu konsep secara global yang digunakan untuk memprediksi pekerjaan yang harus dilakukan di kemudian hari (Uher, 1996). Dalam penyusunan perencanaan terdapat proses *planning*, *monitoring*, dan *updating* di dalamnya.

Langkah-langkah dalam tahap perencanaan:

1. Mengidentifikasi kegiatan yang ada dalam proyek
2. Membuat *Work Breakdown Structure* (WBS)
3. Mengidentifikasi urutan aktivitas pekerjaan
4. Mengestimasi durasi setiap aktivitas
5. Membuat perencanaan jadwal proyek menggunakan metode yang sudah ada, dalam hal ini menggunakan metode *Critical Path Method* (CPM) dan identifikasi varians menggunakan *Earned Value Concept*.

Work Breakdown Structure (WBS) merupakan gambaran tentang kegiatan pekerjaan yang harus dilakukan dalam penyelesaian suatu proyek yang disusun sebagai langkah awal. tujuannya adalah dapat mengetahui secara rinci kegiatan-kegiatan yang ada dalam pelaksanaan proyek sehingga dapat meningkatkan akurasi perkiraan kurun waktu penyelesaian proyek.

Penyusunan urutan aktivitas adalah penentuan urutan aktivitas kerja yang akan dilaksanakan pada proyek di lapangan. Urutan aktivitas ini diperlukan untuk menggambarkan hubungan antara berbagai aktivitas yang akan dilaksanakan di lapangan. Hubungan antar aktivitas proyek dapat dinyatakan dengan *finish to start*, *start to start*, *finish to finish*, *start to finish*. Hubungan antar aktivitas dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Hubungan antar Aktivitas (Kerzner, 2003)

Durasi aktivitas (d) adalah lamanya waktu dari permulaan sampai penyelesaian suatu aktivitas. Durasi proyek (d_p) adalah lamanya waktu dari permulaan sampai penyelesaian suatu proyek secara keseluruhan yang terdiri dari berbagai aktivitas.

Estimasi durasi aktivitas dihitung berdasarkan pada perhitungan volume pekerjaan dan produktivitas tenaga kerja.

$$\text{Durasi Aktivitas} = \frac{\text{Volume Aktivitas}}{\text{Produktivitas Kerja}}$$

Volume pekerjaan diperoleh dari perhitungan gambar struktural dan arsitektural. Produktivitas kerja dihitung berdasarkan data yang ada di lapangan dikarenakan setiap aktivitas mempunyai cara menghitung produktivitasnya masing-masing dan angka produktivitas berbeda pada setiap proyek.

Critical Path Method (CPM) merupakan suatu teknik perencanaan dengan analisis jaringan (*network*) berdasarkan logika ketergantungan antar aktivitas yang ada. Pada CPM dapat terjawab hal-hal yang belum bisa digunakan pada barchart, seperti berapa lama perkiraan kurun waktu penyelesaian proyek, kegiatan mana yang bersifat kritis, jika terjadi keterlambatan maka bagaimana pengaruhnya terhadap kegiatan lain (Wahana, 2006).

Ada 2 metode diagram dalam CPM yaitu *Activity on Arrow* (AOA) dan *Activity on Node* (AON). Di dalam penentuan waktu kedua metode tersebut terdapat dua cara perhitungan durasi yaitu *forward pass* yang terdiri dari *Early Start* (ES) dan *Early Finish* (EF), dan *backward pass* yang terdiri dari *Late Start* (LS) dan *Late Finish* (LS).

$$EF = ES + \text{durasi}$$

$$LS = LF - \text{durasi}$$

Float adalah jangka waktu yang merupakan ukuran batas toleransi keterlambatan suatu aktivitas. *Float* terbagi menjadi *total float*, dan *free float*.

- *Total Float* adalah jumlah total waktu yang dimiliki oleh suatu aktivitas yang dapat ditunda (aktivitas non kritis) tanpa mempengaruhi durasi proyek secara keseluruhan.
- *Free Float* adalah jumlah waktu yang dimiliki oleh suatu aktivitas yang dapat ditunda (aktivitas non kritis) tanpa mempengaruhi early start aktivitas sesudahnya.

Aktivitas Kritis adalah aktivitas yang sangat sensitif terhadap keterlambatan proyek. Setiap aktivitas-aktivitas yang terdapat dalam lintasan kritis yang tidak dapat dikerjakan dan diselesaikan sesuai dengan estimasi durasinya, akan menyebabkan keseluruhan durasi penyelesaian proyek bertambah panjang dari durasi yang semula direncanakan (Uher, 1996).

Earned Value Concept menggunakan kurva "S" sebagai perangkat utama dalam mengintegrasikan biaya dan waktu. Kurva "S" adalah grafik yang memperlihatkan hubungan antara akumulasi biaya proyek dengan jadwal proyek. Dengan memakai metode ini dapat diketahui besar perbedaan anggaran yang telah kita rencanakan dengan anggaran yang sesungguhnya terjadi di lapangan. Dengan metode ini dapat juga diketahui kemajuan dari proyek yang sedang berjalan. Konsep ini menghitung besarnya biaya yang menurut anggaran sesuai dengan pekerjaan yang telah dihasilkan.

1. BCWS (*Budgeted Cost of Work Scheduled*) adalah biaya yang dianggarkan untuk suatu paket pekerjaan, disusun berdasarkan dengan rencana jadwal pelaksanaan.
2. BCWP (*Budgeted Cost of Work Performed*) adalah jumlah uang dalam anggaran yang telah digunakan untuk menyelesaikan paket pekerjaan dalam progress aktual di lapangan.
3. ACWP (*Actual Cost of Work Performed*) adalah jumlah biaya yang dilaporkan sebagai pengeluaran aktual untuk menyelesaikan paket pekerjaan dalam suatu periode tertentu.

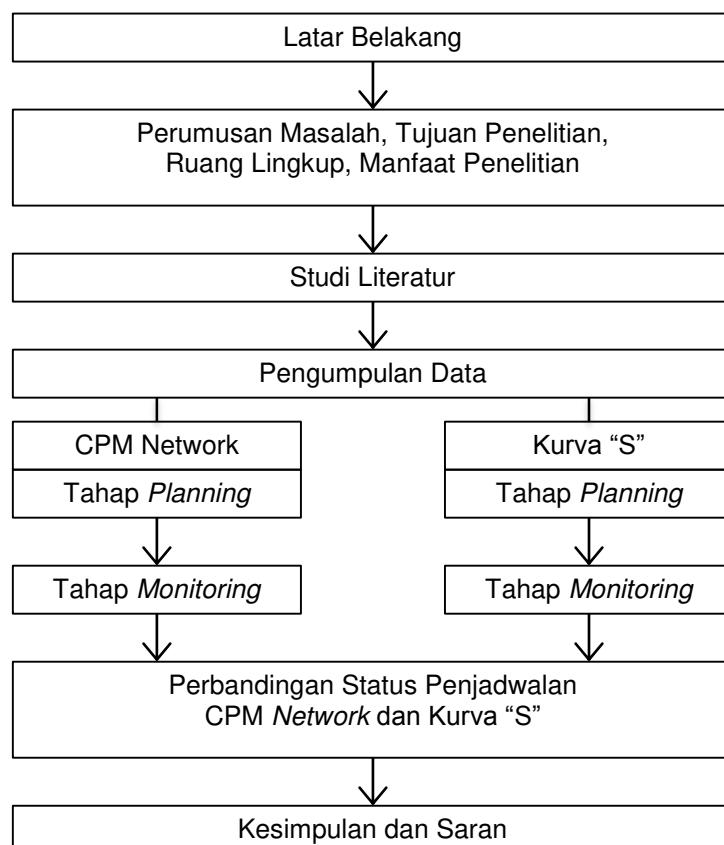
Dengan menggunakan 3 indikator di atas dapat dihitung berbagai faktor yang menunjukkan kemajuan dan kinerja pelaksanaan proyek tersebut, yaitu:

- Varian jadwal, $SV = BCWP - BCWS$
- Varian biaya, $CV = BCWP - ACWP$

Controlling adalah sebuah *action* yang berdasarkan pada *monitoring* yang dilakukan selama proyek berlangsung. Hal ini perlu dilakukan dengan tujuan untuk menjaga agar waktu tetap / sesuai dalam rencana awal. Bila ada yang tidak sesuai maka *controlling* / *monitoring* akan mengidentifikasi kesalahan lebih awal dan membuat perbaikan secepatnya.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada proyek apartement “X” yang terletak di Surabaya. Proses observasi lapangan bertujuan untuk pengumpulan data *progress* lapangan yang dilakukan dengan cara pengamatan langsung di lokasi proyek. Rancangan penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Rancangan Penelitian

Critical Path Method (CPM) dilakukan dalam dua tahap, yaitu tahap *planning* dan tahap *monitoring*. Data yang dibutuhkan dalam fase *planning* CPM adalah WBS, urutan aktifitas dan durasi masing-masing aktifitas. Data tersebut akan dimasukkan dalam *Microsoft Project 2007* dan akan dihasilkan jadwal dan durasi rencana proyek secara keseluruhan.

Pada tahap *monitoring* dilakukan pencatatan jadwal dan durasi aktual dari setiap aktivitas. Tabel aktivitas berisi WBS, jadwal aktual, durasi aktual di lapangan, dan status kritis aktivitas. Setelah pencatatan dilakukan, data yang diperoleh dimasukkan kembali ke dalam *Microsoft Project 2007* agar dapat jadwal rencana yang telah diperbarui dan didapat estimasi penyelesaian proyek yang baru.

Kurva S rencana akan dibuat berdasarkan CPM network yang digunakan dalam metode sebelumnya di kombinasikan dengan Rencana Anggaran Pelaksanaan (RAP).

Pada tahap *monitoring*, dibuat kurva S aktual dengan cara memasukkan *progress* aktual setiap aktivitas sehingga dapat diketahui total kemajuan yang telah dicapai dalam sebuah

periode pengamatan. Data dari tabel progress kurva S digambarkan dalam bentuk grafik kurva S sebagai kurva S aktual yang akan dibandingkan dengan kurva S rencana. Pada penelitian ini tidak dilakukan *updating*.

4. ANALISA DAN PEMBAHASAN

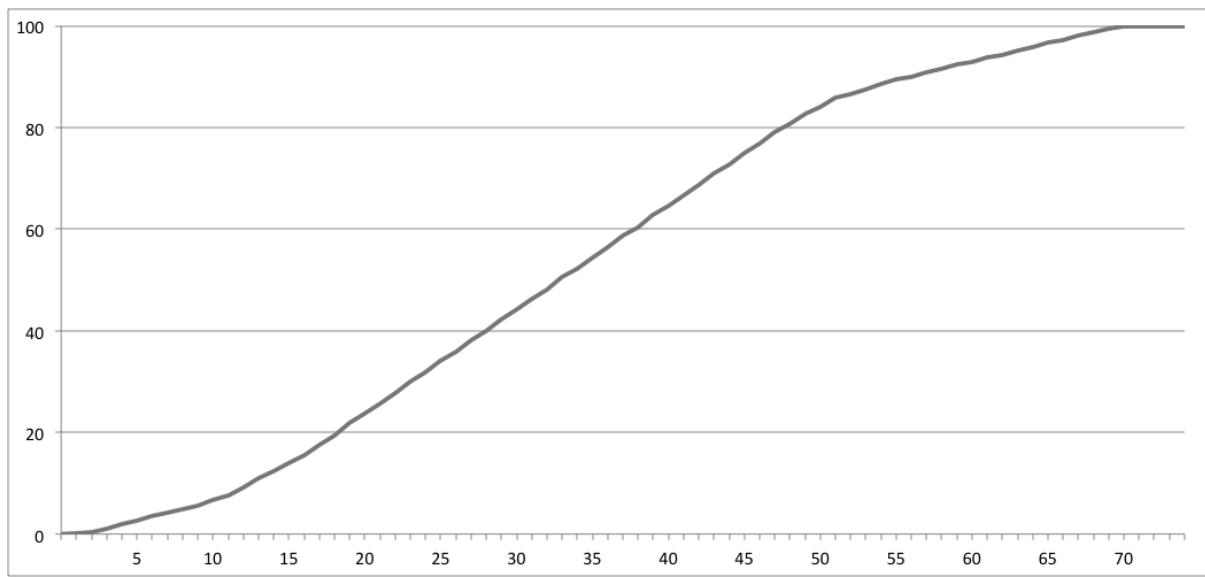
Dari data yang didapat dilapangan berupa Gambar perencanaan proyek, Kurva S keseluruhan proyek, dan *Bill of Quantities* tidak dapat langsung digunakan dalam penelitian karena data yang didapat kurang mendetail sehingga akan dilakukan pengembangan sesuai data yang ada. Data yang didapat setelah dilakukan pengembangan akan digunakan dalam membuat perencanaan jadwal menggunakan *Critical Path Method* (CPM) dengan bantuan program *Microsoft Project*. Dari data yang didapat dari program Microsoft Project selanjutnya dibuat perencanaan menggunakan metode Kurva S dengan menggunakan data aktivitas yang ada beserta *start date*, *finish date*, *predecessor*, durasi dan dikombinasikan menggunakan data bobot yang diperoleh dari *bill of quantity*.

Ringkasan *planning Critical Path Method* (CPM) dengan bantuan *Microsoft Project* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Ringkasan *Planning Critical Path Method* (CPM)

No	Task name	Duration	Start	Finish
1	Tower Yale	513 days	11/03/2013	02/09/2014
2	Pekerjaan Tanah	35 days	11/03/2013	14/04/2013
3	Lantai G	72 days	15/04/2013	25/06/2013
4	Lantai UG	75 days	22/04/2013	05/07/2013
5	Lantai 1	97 days	02/05/2013	06/08/2013
6	Lantai 2	101 days	12/05/2013	03/09/2013
7	Lantai 3	105 days	22/05/2013	17/09/2013
8	Lantai 5	109 days	01/06/2013	01/10/2013
9	Lantai 6	113 days	11/06/2013	15/10/2013
10	Lantai 7	117 days	21/06/2013	29/10/2013
11	Lantai 8	121 days	01/07/2013	12/11/2013
12	Lantai 9	125 days	11/07/2013	26/11/2013
13	Lantai 10	129 days	21/07/2013	10/12/2013
14	Lantai 11	133 days	31/07/2013	24/12/2013
15	Lantai 12	137 days	10/08/2013	07/01/2014
16	Lantai 15	141 days	03/09/2013	21/01/2014
17	Lantai 16	145 days	13/09/2013	04/02/2014
18	Lantai 17	149 days	23/09/2013	18/02/2014
19	Lantai 18	153 days	03/10/2013	04/03/2014
20	Lantai 19	157 days	13/10/2013	18/03/2014
21	Lantai 20	161 days	23/10/2013	01/04/2014
22	Lantai 21	165 days	02/11/2013	15/04/2014
23	Lantai 22	169 days	12/11/2013	29/04/2014
24	Lantai 23	173 days	22/11/2013	13/05/2014
25	Lantai 25	177 days	02/12/2013	27/05/2014
26	Lantai 26	181 days	12/12/2013	10/06/2014
27	Lantai 27	185 days	22/12/2013	24/06/2014
28	Lantai 28	189 days	01/01/2014	08/07/2014
29	Lantai 29	193 days	11/01/2014	05/08/2014
30	Lantai 30	197 days	21/01/2014	19/08/2014
31	Lantai 31	201 days	31/01/2014	02/09/2014
32	Lantai LMR	173 days	10/02/2014	15/08/2014
33	Finish	0 days	02/09/2014	02/09/2014

Ringkasan planning metode Kurva "S" dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Kurva ‐S‐ Rencana

Setelah tahap planning selanjutnya dilakukan monitoring selama 50 periode. Hasil analisa selama 50 periode pengamatan terlihat pada Tabel 2. Kurva S pada periode pengamatan ke-50 dapat dilihat pada Gambar 4.

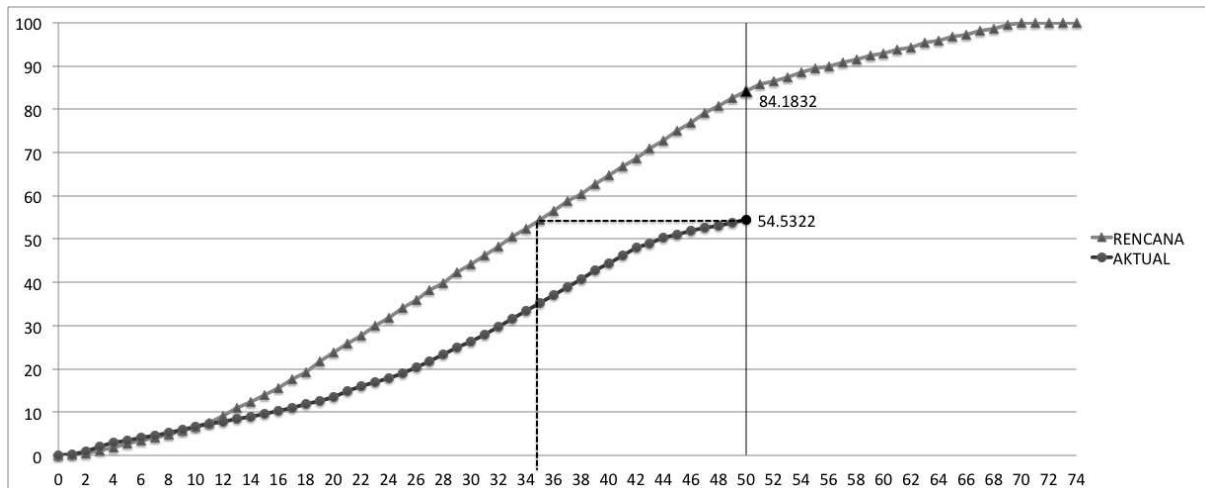
Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Pengamatan

Periode (Minggu)	CPM Network	Kurva ‐S‐	
	Percepatan/Keterlambatan (Hari)	SV (%)	Percepatan/Keterlambatan (Hari)
1	4	0.0841	3.22
2	10	0.6173	5.67
3	10	0.9297	8.54
4	5	1.0304	2.17
5	7	0.8655	7
6	6	0.6059	7
7	3	0.4934	4.7339
8	6	0.3957	3.5368
9	5	0.2358	1.6842
10	6	0.0782	0.6039
11	6	-0.1440	-1.1128
12	2	-1.4100	-5.6941
13	-5	-2.5614	-10.4571
14	-12	-3.4364	-14.9633
15	-19	-4.2129	-19.1602
16	-26	-5.2134	-23.6629
17	-33	-6.6416	-27.9051
18	-36	-7.4358	-30.9318
19	-49	-9.1284	-33.9643
20	-47	-10.1192	-36.5472
21	-54	-10.9974	-38.0801
22	-61	-11.8249	-40.7665
23	-68	-13.2186	-44.6870
24	-75	-13.9119	-47.8543
25	-82	-14.9280	-49.7378
26	-89	-15.6817	-53.2269
27	-88	-16.5163	-56.2442
28	-99	-16.4762	-57.1040

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Pengamatan (Lanjutan)

Periode	CPM Network	Kurva ‐S‐

(Minggu)	Percepatan/Keterlambatan (Hari)	SV (%)	Percepatan/Keterlambatan (Hari)
29	-110	-17.3224	-58.7531
30	-103	-17.9692	-61.6304
31	-110	-18.4031	-62.5149
32	-117	-18.4741	-63.9728
33	-124	-18.9290	-63.9007
34	-131	-18.9756	-65.2836
35	-138	-19.2520	-65.5887
36	-145	-19.3459	-66.5480
37	-152	-19.8683	-67.4273
38	-159	-19.6400	-67.6209
39	-166	-20.0925	-68.5839
40	-173	-20.1408	-68.9211
41	-180	-20.5076	-70.1283
42	-187	-20.7330	-70.9714
43	-194	-21.9926	-74.6053
44	-191	-22.5252	-77.8753
45	-186	-23.8561	-81.6417
46	-187	-25.0734	-85.8160
47	-184	-26.6193	-90.1398
48	-183	-27.5197	-95.3548
49	-180	-28.9267	-100.3393
50	-173	-29.6510	-104.8370



Gambar 4. Kurva S pada Periode ke-50

5. KESIMPULAN

- Penelitian menggunakan metode CPM Network menunjukkan bahwa proyek tersebut mengalami percepatan pada periode pengamatan ke-1 hingga periode ke-12. Dan proyek tersebut mulai mengalami keterlambatan sejak periode pengamatan ke-13 hingga periode pengamatan ke-50 dengan keterlambatan maksimum terjadi pada periode pengamatan ke-43 selama 194 hari dan berangsur-angsur mulai berkurang hingga periode pengamatan ke-50 selama 173 hari.
- Penelitian menggunakan metode Kurva S menunjukkan bahwa proyek tersebut mengalami percepatan pada periode pengamatan ke-1 hingga periode ke-10. Dan proyek tersebut mulai mengalami keterlambatan sejak periode pengamatan ke-11 dengan trend yang semakin terlambat hingga periode pengamatan ke-50 dengan nilai progress sebesar

54.5322% yang dalam rencana seharusnya dapat dikerjakan selama 245 hari sehingga terjadi keterlambatan selama 105 hari.

- Metode CPM Network mendapatkan hasil bahwa proyek mengalami keterlambatan sejak periode pengamatan ke-13 sedangkan metode Kurva S menunjukkan bahwa proyek mengalami keterlambatan sejak periode pengamatan ke-11. Selanjutnya kedua metode menunjukkan hasil yang sama yaitu proyek mengalami keterlambatan hingga periode pengamatan ke-50.

6. DAFTAR REFERENSI

- Kerzner, Harold (2003). *Project Management: A System Approach to Planning, Scheduling, and Controlling*, Hoboken, New York.
- Komputer, Wahana (2006). *Pengelolaan Proyek Konstruksi dengan Microsoft Project 2000*, Andi Offset, Yogyakarta.
- Popescu, Calin M. (1995). *Project Planning, Scheduling, and Control in Construction: An Encyclopedia of Terms and Applications*, John Wiley and Sons. Inc, New York.
- Uher, Thomas E. (1996). *Programming and Scheduling Techniques*, The University of New South Wales Australia, Sydney.