

**KAJIAN METODE PELAKSANAAN DAN BIAYA INSTALASI PENGOLAHAN LUMPUR TINJA DI BOYOLALI**  
**(Studi kasus Peningkatan Bangunan Pengolah Lumpur Tinja di Kabupaten Boyolali)**

**Gunarso**  
Program Studi Teknik Sipil, Universitas Tunas Pembangunan Surakarta  
gunarsoatk85@gmail.com

**Abstrak**

Masalah kebocoran yang sering timbul sebagai akibat dari hubungan sambungan antara pengecoran permukaan lama dengan pengecoran beton tahap berikutnya. Untuk mengatasi masalah ini dilakukan dengan menggunakan waterstop sebagai penyumbat air. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan menyusun metode evaluasi pelaksanaan pengecoran beton pada pengolahan lumpur tinja. Pendekatan dan metode pelaksanaan penelitian ini didukung oleh data kualitatif deskriptif kuantitatif. Metode sampling yang digunakan adalah cluster sampling dan purposive sampling gabungan. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut bahwa pelaksanaan pembangunan IPLT di Boyolali terdiri dari beberapa tahapan termasuk Pekerjaan Persiapan, Pekerjaan Bangunan Bak Pengumpul, Kolam *Anaerobik*, Pekerjaan Bangunan kolam *Fakultatif 1,2*, Pekerjaan Bangunan kolam *Maturasi*, Pekerjaan Bangunan *Slug drying bed*, Bangunan kolam *Wet Land*, mekanikal elektrik dan Jalan Lingkungan. Dalam pelaksanaan proyek IPAL terjadi kendala seperti penambahan pekerjaan trucuk bambu dan *Aerator* yang tidak ada dalam RAB sehingga perlu adanya penambahan pekerjaan, dimana penambahan aerator ini berdampak pada biaya. Fungsi aerator ini sangat penting untuk menurunkan kandungan *BOD/COD*, *EColi* dan zat tersuspensi lainnya. Evaluasi biaya dilakukan dengan dengan membandingkan dari perhitungan *ACWP*, *BCWP* dan *BCWS* maka didapatkan hasil selisih perhitungan sebesar 9,863 %

**Kata kunci:** Pengolahan lumpur Tinja, waterstop, Evaluasi biaya

**I. PENDAHULUAN**

Membuang limbah secara langsung ke badan air penerima dapat menimbulkan pencemaran dan ancaman penyakit menular, karena alam tidak dapat segera menyerap dan menetralkannya. Hal ini dikarenakan jumlah limbah yang diserap dan dinetralkan lebih rendah dari pada jumlah yang dibuang dalam kurun waktu yang sama. Lama kelamaan tingkat pencemaran yang terjadi semakin tinggi, sedangkan untuk membangun instalasi pengolahan air limbah diperlukan biaya yang besar.

Kota Boyolali berencana membangun Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) berdasarkan instruksi dari Dinas Pekerjaan Umum Pusat dengan payung hukum Undang-Undang Nomor 23 Tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup, Peraturan menteri Lingkungan Hidup No 5 th 2014 tentang baku mutu air Limbah Permen LHK No 68 2016 tentang baku mutu air limbah domestik dan masih banyak lagi peraturan yang menyangkut tentang air limbah. Pembangunan IPLT bertujuan untuk menampung dan mengolah hasil pengurusan

lumpur tinja tersebut sebelum dibuang ke badan air/sungai agar tidak menimbulkan masalah kesehatan dan kenyamanan lingkungan kota, sehingga masyarakat yang ingin melakukan pengurusan tangki septik dengan truk tinja tidak perlu lagi dibuang ke sungai melainkan diolah di IPLT.

Pengolahan lumpur tinja pada negara-negara berkembang harus mempertimbangkan hal-hal sebagai berikut: efektif, murah dan simpel dalam konstruksi dan pengoperasiannya. Hanya sedikit membutuhkan perawatan khusus Pada prinsipnya, pengolahan septage ini adalah untuk menurunkan kandungan *BOD*, *COD* dan bakteri coli serta zat tersuspensi (*SS*), agar tidak membahayakan lingkungan.

Masalah kebocoran yang sering timbul sebagai akibat tidak rapatnya hubungan antara permukaan beton tahap pengecoran sebelumnya dengan permukaan beton tahap pengecoran berikutnya. Semakin banyak tahapan pengecorannya semakin banyak titik lemah terhadap lingkaran kebocoran. Untuk mengatasi masalah ini dilakukan dengan penggunaan waterstop pada sambungan tahap pengecoran.

## II. KAJIAN PUSTAKA

### 2.1 Metode pelaksanaan Proyek IPLT

Dalam pelaksanaan pembangunan yang menerapkan metode konstruksi dengan inovasi teknologi, meliputi rangkaian kegiatan dan urutan kegiatan pembangunan yang dipadukan dengan persyaratan kontrak (gambar, spesifikasi, jadwal penyelesaian), ketersediaan

sumber daya (tenaga kerja, material, peralatan) dan kondisi lingkungan seperti cuaca, kondisi tanah, dan lainnya.

### 2.2 Metode pelaksanaan Proyek IPLT

Dalam pelaksanaan pembangunan yang menerapkan metode konstruksi dengan inovasi teknologi, meliputi rangkaian kegiatan dan urutan kegiatan pembangunan yang dipadukan dengan persyaratan kontrak (gambar, spesifikasi, jadwal penyelesaian), ketersediaan sumber daya (tenaga kerja, material, peralatan) dan kondisi lingkungan seperti cuaca, kondisi tanah, dan lainnya.

### 2.3 Pelaksanaan pembangunan

IPLT terdiri dari gabungan seluruhnya atau sebagian dari unit-unit yang terdiri dari : a. Bak pengumpul, b. Kolam anaerobik 1 dan 2 , c. Kolam fakultatif, d. Kolam maturasi, f. Bak pengering lumpur, g. Kolam Wet Land . h. Kantor, pagar keliling, jalan masuk dan rumah jaga, dibangun sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

### 2.4 Uji Coba Hidrolis

Lakukan uji hidrolis yaitu kebocoran, yang meliputi menentukan besarnya kebocoran, menentukan letak titik bocor pada unit atau kolam dan aliran.

### 2.5 Pengertian WaterStop

Water stop adalah material pengisi celah pada rongga sambungan beton. Pemasangan *waterstop* dilaksanakan pada setiap joint, baik pada *construction* ataupun *expansion joint*. Pada

kesempatan ini akan kami bahas jenis-jenis water stop dan karakteristiknya, antara lain *PVC Waterstop* adalah bahan khusus yang terbuat dari *PVC* yang memiliki kelenturan bahan yang baik seperti karet dan dipasang pada sambungan beton yang rapat atau mempunyai celah dan berfungsi untuk menahan aliran air yang masuk kedalam bangunan melalui sambungan beton tersebut, *Swelable Waterstop* adalah bahan khusus yang terbuat dari bahan komposisi *bentonite* dengan *butyl rubber compound* yang akan mengembang beberapa hari setelah bersentuhan dengan air dengan maksimum pemuaian 300 persen dari volume/bentuk semula.

## 2.6 Pengertian Waktu

Adapun pengertian manajemen waktu proyek adalah proses merencanakan, menyusun dan mengendalikan jadwal kegiatan proyek. Manajemen waktu termasuk ke dalam proses yang akan diperlukan untuk memastikan waktu penyelesaian suatu proyek. Sistem manajemen waktu berpusat pada berjalan atau tidaknya perencanaan dan penjadwalan proyek. Standar kinerja waktu ditentukan dengan merujuk seluruh tahapan kegiatan proyek beserta durasi dan penggunaan sumber daya. Dari semua informasi dan data yang telah diperoleh dilakukan proses penjadwalan sehingga akan ada output berupa format-format laporan lengkap mengenai indikator progress waktu, sebagai berikut (Husen, 2010:152) : Barchart, diagram batang yang secara sederhana dapat

menunjukkan informasi rencana jadwal proyek beserta durasinya, lalu dibandingkan dengan progress actual sehingga diketahui apakah proyek terlambat atau tidak, *Network Planning* sebagai jaringan kerja berbagai kegiatan dapat menunjukkan kegiatan-kegiatan kritis yang membutuhkan pengawasan ketat agar pelaksanaannya tidak terlambat, Kurva S yang berguna dalam pengendalian kinerja waktu, Kurva Earned Value yang dapat menyatakan progress waktu berdasarkan baseline yang telah ditentukan untuk periode tertentu sesuai dengan kemajuan actual proyek. Bila ada indikasi waktu terlambat dari yang direncanakan, maka hal itu dapat dikoreksi dengan menjadwalkan ulang proyek dan meramalkan seberapa lama durasi yang diperlukan untuk penyelesaian proyek karena penyimpangan tersebut, serta dengan menambah jumlah tenaga kerja waktu bergantian.

## 2.7 Optimasi

Waktu dalam hal ini adalah lamanya suatu rangkaian ketika proses berlangsung, yang merupakan penjabaran perencanaan proyek menjadi urutan langkah-langkah kegiatan untuk mencapai sasaran. Sedangkan pengertian biaya adalah anggaran yang dikeluarkan untuk pelaksanaan proyek, dalam hal ini merupakan penggunaan dana untuk melaksanakan pekerjaan dalam kurun waktu tertentu. Jadi optimalisasi waktu dan biaya adalah usaha pemanfaatan waktu yang relatif singkat dengan biaya yang minimum

untuk mencapai suatu pekerjaan dengan hasil dan keuntungan yang baik dengan tetap memperhatikan mutu dan kualitas suatu proyek, sehingga proyek tersebut mampu bersaing dengan proyek lain.

Dalam penelitian ini, analisis optimalisasi diartikan sebagai suatu proses penguraian durasi proyek untuk mendapatkan percepatan durasi yang paling baik (*optimal*) dengan menggunakan berbagai alternatif ditinjau dari segi biaya.

Biaya optimal adalah biaya total minimum proyek. Biaya total adalah jumlah biaya langsung dan biaya tak langsung. Besarnya biaya ini sangat tergantung dari lamanya waktu (durasi) penyelesaian proyek keduanya berubah sesuai dengan waktu dan kemajuan proyek. Untuk menganalisis lebih lanjut hubungan antara biaya dan waktu suatu kegiatan.

Apabila waktu penyelesaian suatu aktivitas dipercepat, maka biaya langsung akan bertambah besar sedangkan biaya tak langsung akan berkurang. Besarnya nilai *crash cost* dan *crash duration* diperoleh dari perhitungan yang tergantung dari produktivitas *crash*. *Produktivitas crash* diperoleh dari besarnya volume pekerjaan dibagi produktivitas alat atau tenaga kerja yang digunakan.

### III. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Tahap I

Studi Literatur dimaksudkan untuk mempersiapkan bahan-bahan kepustakaan, diantaranya : dokumen, buku teks, artikel jurnal

elektronik maupun cetak, majalah, surat kabar, dan lain sebagainya. Sehingga, dapat diharapkan studi literature yang digunakan relevan dengan pokok masalah yang dibahas.

#### 3.2 Tahap II

Survai pendahuluan dimaksudkan untuk mengumpulkan dokumen-dokumen pendukung (gambar, RKS, Laporan Progres, foto kegiatan dsb)

#### 3.3 Tahap III

Pengamatan langsung (*observasi*) dengan melakukan kegiatan interview untuk mendapatkan ketepatan antara dokumen dan pelaku kegiatan, serta mengoreksi data-data dilapangan serta melakukan pemotretan lokasi.

#### 3.4 Tahap IV

Pada tahap ini data yang telah diperoleh akan dianalisis dan dibahas sesuai dengan konsep dan rumus yang akan digunakan, sehingga akan diperoleh hasil analisa berupa Grafik, Tabel, Kalkulasi, dan Gambar.

#### 3.5 Tahap V

Pada tahap ini dilakukan pengambilan kesimpulan dari hasil analisis yang telah dilakukan dan juga memberikan saran-saran yang diharapkan dapat menanggulangi permasalahan yang ada.

### IV. PEMBAHASAN

#### 4.1 Penjelasan Pelaksanaan Pemasangan *Waterstop*

*Water stop* ada dua jenis yaitu di pasang di tengah ketebalan beton (central) dan dipasang

rata dengan permukaan beton. Material *water stop* terbuat dari karet/*PVC* dan mudah disambung dilapangan dengan alat pemanas saja.

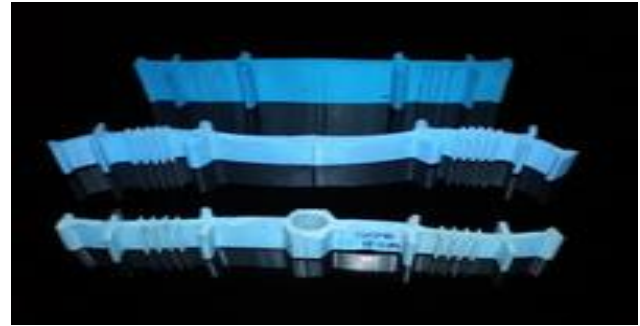
Fungsi *waterstop* ada dua yaitu untuk *expantion joint* dan *construction joint*. Sistem pemasangan *waterstop* harus direncanakan dengan baik agar berfungsi sebagaimana yang di harapkan.

*Waterstop* harus di pasang pada tempat yang direncanakan sebelum proses pengecoran dimulai, letak *waterstop* harus di kaitkan dengan kemampuan pengecoran yang ada dan selama proses pengecoran letak *waterstop* harus di jaga.

*Swellable waterstop* adalah bahan *flexible* dengan bentuk persegi yang terbuat dari *polymer modified rubber* (bahan rubber yang dimodifikasi dengan polymer khusus) yang akan mengembang setelah bersentuhan dengan air. Pengembangan terjadi di dalam celah sambungan akan menutup semua celah yang tertinggal dan secara sempurna menjadi sumbat air.

U 205 *waterstop* digunakan pada lantai dan dinding basement, panel dinding *pre-casted*, sambungan pipa, *box culverts*, *utility and wet wells and potable water tanks*.

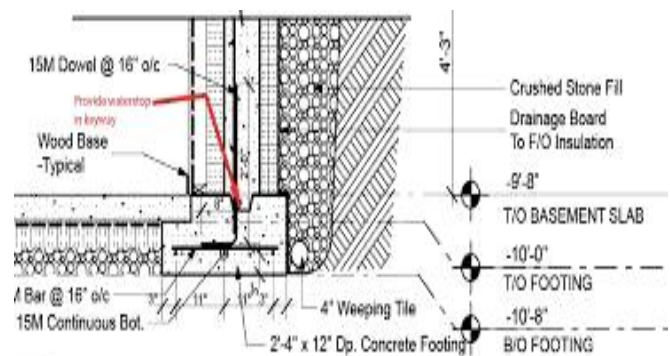
*Waterstop RX 101* adalah bahan *waterproofing* yang digunakan untuk sambungan *stopcor* (pemberhentian cor) dan berfungsi mencegah *infiltration/kebocoran* pada sambungan tersebut dengan kandungan bahan sodium bentonit tinggi yang dapat mengembang/ekspansi untuk menutup celah dan retakan pada beton.



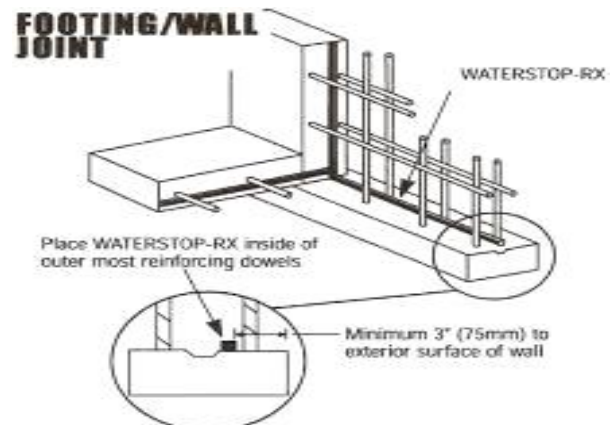
**Gambar 2.** Tipe Bentuk *Waterstop*



**Gambar 3.** Pemasangan *waterstop* dinding dan pelat lantai



**Gambar 4.** Detail Pemasangan *waterstop* pengecoran beton



**Gambar 5.** Penempatan sambungan *waterstop*  
**4.2 Metode Pelaksanaan Instalasi Pengolah Lumpur Tinja ( IPLT )**

Metode Kerja Pelaksanaan ini bertujuan agar didapat metodologi pendekatan Pelaksanaan yang sesuai dengan kebutuhannya. Keseluruhan metode kerja ini mempunyai tujuan dan sasaran agar dalam setiap proses, mulai dari proses administrasi/pra konstruksi, konstruksi/tahap pelaksanaan pembangunan sampai dengan tahap pasca konstruksi/pemeliharaan bangunan dapat berjalan lancar, tepat guna, tepat waktu dan tepat sasaran.

Lingkup pembahasan dari pembuatan Metode Kerja Pelaksanaan ini diawali dengan penelaahan terhadap Rencana Kerja dan Syarat-syarat, gambar Bestek beserta Bill of Item (BI), pendekatan lokasi yang akan dibangun serta penganalisaan untuk mendapatkan konsep metode kerja yang tepat serta tenaga yang sesuai dengan disiplin ilmu.

Pekerjaan persiapan disini adalah pekerjaan pertama dari suatu kegiatan yang harus dilakukan oleh kontaktor. Pekerjaan persiapan lapangan, persiapan pekerjaan laboratorium, pekerjaan pengukuran, pekerja galian tanah, pekerja pengecoran dan lain sebagainya.

**4.3 Analisa Biaya Pembangunan Instalasi Pengolah Lumpur Tinja**

Analisa biaya pada pembangunan Instalasi Pengolah Lumpur Tinja dengan menggunakan data

*ACWP ( Actual Cost of Work Performance )*

Yaitu suatu data pengeluaran keuangan secara *actual* dilapangan.

*BCWS ( Budgeted Cost of Work Schedule )*

Didapat dari pengeluaran cost sesuai *schedule* ( bobot *schedule* x nilai pekerjaan / 100 )

*BCWP ( Budgeted Cost of Work Performance )*.

Nilai ini didapat dari bobot aktual terhadap seluruh pekerjaan tiap minggunya dikali dengan besarnya nilai kontrak / 100.

Analisa ini waktu melihat dan mengamati seberapa besar uang yang dipakai pada pelaksanaan tersebut didapati biaya rencana, biaya pelaksanaan dan biaya yang perlu digunakan :

**Tabel 1.** Rencana Anggaran Biaya Proyek IPLT

No	Uraian Pekerjaan	Jumlah Harga ( Rp )
a	Pekerjaan persiapan	4.850.000,00
b	Pekerjaan kolam pengumpul	45.682.034,25
c	Pekerjaan kolam Anaerbik	140.615.725,04
d	Pekerjaan kolam Maturasi	87.463.994,80
e	Pekerjaan kolam Sluge Drying Bed	139.647.029,77
f	Pekerjaan kolam wet Land	256.164.355,50
g	Pekerjaan mekanikal dan Elektrikal	86.000.000,00
h	Pekerjaan Paving	23.123.605,25
i	Pekerjaan pagar keliling	36.849.520,37
j	Pekerjaan Jalan masuk	175.470.703,59
k	Pekerjaan Pos Jaga	19.113.451,48
	Jumlah Total	<b>1.145.012.145,10</b>

Total biaya proyek sesuai dengan kontrak sebesar = **Rp. 1.145.012.145,10**

**4.3.1 ACWP (Actual Cost of Work Performance)**

Pada proyek pembangunan Instalasi Pengolah Lumpur tinja ini ,data ACWP yang didapat dari keuangan proyek pengeluaran keuangan tiap

minggunya dari minggu ke 1 sampai minggu ke 17 disajikan dalam tabel 4,2 sebagai berikut :

**Tabel 2.** ACWP minggu ke 1 sampai minggu ke 17 dalam rupiah

Minggu ke	ACWP (Rp)	ACWP (RP)
	PERMINGGU	KOMULATIF
	(Rp)	(RP)
1	3.100.000,00	3.100.000,00
2	14.000.000,00	17.100.000,00
3	10.500.000,00	27.600.000,00
4	15.500.000,00	43.100.000,00
5	44.340.000,00	87.440.000,00
6	54.070.000,00	141.510.000,00
7	54.400.000,00	195.910.000,00
8	52.450.000,00	248.360.000,00
9	65.740.000,00	314.100.000,00
10	67.500.000,00	381.600.000,00
11	135.900.000,00	517.500.000,00
12	163.000.000,00	680.500.000,00
13	135.050.000,00	815.550.000,00
14	105.200.000,00	920.750.000,00
15	85.400.000,00	1.006.150.000,00
16	35.400.000,00	1.041.550.000,00
17	7.500.000,00	1.049.050.000,00

**4.3.2 BCWS (Budgeted Cost of Work Schedule)**

BCWS didapat dari bobot pekerjaan yang dilaksanakan dalam jadwal pelaksanaan (kurva S) proyek dikali dengan rencana anggaran biaya (RAB) kemudian diakumulasikan tiap minggunya.

Total biaya proyek sesuai dengan kontrak sebesar = **Rp. 1.145.012.145,10**

Contoh perhitungan BCWS minggu ke-2 adalah sebagai berikut :

$$BCWS = 1,546 * Rp 1.145.012.145 / 100 = Rp 17.707.220,30,-$$

Selanjutnya, perhitungan BCWS dari minggu ke-1 sampai ke-17 adalah sebagai berikut :

**Tabel 3.** BCWS minggu ke 1 sampai ke 17 ( dalam rupiah )

Minggu ke	Jumlah bobot Rencana ( % )	BCWS ( Rp )
1	0,256	2.936.346,28
2	1,546	17.707.220,30
3	2,613	29.920.751,60
4	4,200	48.089.081,92
5	8,584	98.283.508,89
6	13,854	158.625.402,17
7	18,931	216.766.795,44
8	23,978	274.545.838,73
9	30,223	346.057.226,03
10	36,790	421.253.838,32
11	49,206	563.412.320,54
12	64,913	743.265.118,44
13	78,249	895.956.460,17
14	88,708	1.015.719.244,51
15	96,834	1.108.761.277,34
16	99,914	1.144.028.985,54
17	100,000	1.145.012.145,10

**4.3.3 BCWP ( Budgeted Cost of Work Performanced)**

BCWP didapat dari bobot aktual terhadap seluruh pekerjaan tiap minggunya dikali dengan besarnya nilai kontrak bobot aktual terhadap seluruh pekerjaannya diperoleh laporan kemajuan proyek.

Contoh perhitungan BCWP minggu ke-2 adalah sebagai berikut :

$$BCWP = 1,559 * Rp.1.145.012.145,10 / 100 = Rp,17.850.739,34$$

Selanjutnya perhitungan BCWP dari minggu ke 1 sampai minggu ke 17 adalah sebagai berikut :

**Tabel 4.** BCWP Minggu ke 1 sampai ke 17 ( dalam rupiah )

Minggu ke	Jumlah bobot Rencana ( % )	BCWP ( Rp )
1	0,278	3.183.133,76
2	1,559	17.850.739,34
3	2,675	30.629.074,88
4	4,322	49.487.424,91
5	8,937	102.329.735,41
6	14,954	171.225.116,18
7	20,246	231.819.158,90
8	25,483	291.783.444,93
9	30,317	347.133.332,03
10	37,012	423.791.895,14
11	49,895	571.303.809,80
12	66,195	757.940.789,45
13	78,346	897.071.215,20
14	88,799	1.016.759.334,72
15	97,001	1.110.673.230,86
16	99,977	1.144.748.792,30
17	100,000	1.145.012.145,10

**Tabel 5.** BCWP Minggu ke 1 sampai ke 17 ( dalam rupiah ) Gabungan Antara ACWP, BCWP dan BCWS

Dari melihat perhitungan Tabel 5. maka terdapat keuntungan antara ACWP, BCWS DAN BCWP

$$\text{Sebesar} = \text{Rp. } 1.145.012.145,10 - \text{Rp. } 1.049.050.000 = \text{Rp. } 95.962.145,10$$

$$\text{Atau sebesar} = 8,381 \%$$

Min ggu ke	ACWP (Rp)	BCWS (Rp)	BCWP (Rp)
1	3.100.000	3.183.133,76	3.183.133,76
2	17.100.000	17.850.739,34	17.850.739,34
3	27.600.000	30.629.074,88	30.629.074,88
4	43.100.000	49.487.424,91	49.487.424,91
5	87.440.000	102.329.735,41	102.329.735,41
6	141.510.000	171.225.116,18	171.225.116,18
7	195.910.000	231.819.158,90	231.819.158,90
8	248.360.000	291.783.444,93	291.783.444,93
9	314.100.000	347.133.332,03	347.133.332,03
10	381.600.000	423.791.895,14	423.791.895,14
11	517.500.000	571.303.809,80	571.303.809,80
12	680.500.000	757.940.789,45	757.940.789,45
13	815.550.000	897.071.215,20	897.071.215,20
14	920.750.000	1.016.759.334,72	1.016.759.334,72
15	1.006.150.000	1.110.673.230,86	1.110.673.230,86
16	1.041.550.000	1.144.748.792,30	1.144.748.792,30
17	1.049.050.000	1.145.012.145,10	1.145.012.145,10

## V. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Dari analisa dan pembahasan pelaksanaan Instalasi Pengolah Lumpur Tinja di kabupaten Boyolali adalah sebagai berikut :

- Dalam Pelaksanaan pembangunan Instalasi Pengolah Lumpur Tinja di Boyolali pemasangan waterstop sangat diperlukan sekali untuk mengatasi kebocoran ,akibat dari pengecoran yang tidak sempurna atau pada akhir pengecoran.
- Perencanaan waktu pelaksanaan yang terbuat pada diagram kurve “ S “ adalah sangat berpengaruh sekali terhadap penyelesaian proyek.
- Dari melihat perhitungan dan melihat grafis ketiga variabel BCWP, ACWP , dan BCWS, pelaksanaan pekerjaan Instalasi Pengolah Lumpur Tinja ( IPLT ) di Boyolali penyedia jasa mendapatkan keuntungan sebesar 8,381 %.

### 5.2 Saran



- a. Pentingnya perhitungan secara detail terhadap fungsi kegiatan dan material yang akan digunakan dalam pembangunan IPLT
- b. Perlunya analisis biaya secara teliti supaya dilapangan tidak terjadi penambahan pekerjaan yang melebihi RAB

Darmasetiawan, martin. 2004, *Sarana sanitasi Perkotaan*. Ekamitra Engineering. Jakarta

Diana, Anastasia, Akt, SE & Sariawati, Lilis 2003. *Perpajakan Indonesia Konsep . Aplikasi dan Penuntun Praktis*. Andi Yogyakarta.

Hindarko, S., Santika, Sri S., 2003. *Mengolah air Limbah : Supaya Tidak mencemari Orang Lain*. Penerbit Esha. Jakarta

Husnan, Suad & Muhammad, Suwarsono. 2000. *Studi Kelayakan Proyek Edisi Keempat*. UUP AMP YKPN. Yogyakarta.

Kodoaite, Robert J. 2001. *Analisis Ekonomi Teknik*. Andi. Yogyakarta

Mara, Ducan. 2001. *Pengolahan Air Limbah di Daerah Iklim Panas (Terjemahan)*. ITB. Bandung

Nitisemito, Alex S, Drs. Ec & Burhan, Umar, M, Drs, M.S.2004. *Wawasan Studi Kelayakan dan Evaluasi Proyek*. P.T.Bhumi Aksara. Jakarta

Soeharto, Imam. Ir. 1995. *Management Proyek Dari Konseptual sampai Operasional*. Erlangga. Jakarta