

## **PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MINI HIDRO PADA DAERAH NON-CAT DI DAS BEKASI**

Diko Muhammad Abe, Rudi Setiyo Nugroho, Robert J. Kodoatie <sup>\*)</sup>, Salamun <sup>\*)</sup>

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof Soedarto, Tembalang, Semarang. 50239, Telp.: (024)7474770, Fax.: (024)7460060

### **ABSTRAK**

*Pembangkit Listrik Tenaga Mini Hidro (PLTMH) adalah suatu Pembangkit Listrik Tenaga Air yang menghasilkan daya listrik antara 100 KWH dan 1 MWH. PLTMH pada daerah non-CAT di DAS Bekasi terletak pada 6°28'16,66'' LS - 106°53'48,75'' BT untuk Bendung Hulu Bekasi dan 6°27'57,06'' LS - 106°53'39,75'' BT untuk power house. Lokasi Bendung Hulu Bekasi terletak pada aliran Sungai Cileungsi. Lokasi power house terletak pada Desa Bantarjati, Kecamatan Kelapa Nunggal, Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat. Perencanaan PLTMH dimulai dengan menganalisis hidrologinya sehingga diketahui debit banjir rencana dan debit andalan. Perencanaan struktur untuk PLTMH meliputi perencanaan bendung, bangunan intake, kantong lumpur, bak penenang, pipa pesat dan power house. Dengan luas DAS Bekasi non-CAT sebesar 205 km<sup>2</sup>, Sungai Cileungsi memiliki debit banjir rencana sebesar 962,30 m<sup>3</sup>/detik dengan periode ulang 50 tahun dan debit andalan sebesar 2,5 m<sup>3</sup>/detik. Pembangkit listrik memiliki bendung untuk meninggikan muka air dengan lebar efektif bendung sebesar 43,2 m dan tinggi mercu sebesar 10 m. PLTMH ini memiliki terjunan sebesar 10m dan menghasilkan listrik sebesar 154,22 kWh dengan satu turbin.*

**kata kunci :** PLTMH, DAS Bekasi, Non-CAT

### **ABSTRACT**

*Mini Hydro Power Plant (MHPP) is a Hydro Power Plant that generates electrical energy within 100 KWH to 1 MWH. MHPP on non-ground water in Bekasi watershed located on 6°28'16,66'' S - 106°53'48,75'' E for Bekasi Upstream Weir and 6°27'57,06'' S - 106°53'39,75'' E for the power house. Bekasi Upstream Weir is located on Cileungsi River stream and the power house is on Bantarjati Village, Kelapa Nunggal Sub-District, Bogor District, West Java Province. The MHPP planning first starts by analyzing the hydrology to get the flood discharge plan and dependable discharge. Structure planning for MHPP includes weir planning, intake building, settling basin, penstock, and power house. With 205 km<sup>2</sup> total area of non-ground water in Bekasi watershed, Cileungsi River has a 962.30 m<sup>3</sup>/second flood discharge plan with 50 years repeating period and 2,5 m<sup>3</sup>/second dependable discharge. Power plant has a weir to elevate water level with 43.2 m effective width and 10 m crest height. This MHPP has 10 m head fall height and generates electricity 154.22 kWh with one turbine.*

---

<sup>\*)</sup> Penulis Penanggung Jawab

**keywords:** *MHPP, Bekasi Watershed, Non-Groundwater*

## **PENDAHULUAN**

Dalam UU Sumber Daya Air daerah aliran air tanah disebut Cekungan Air Tanah (CAT) atau *groundwater basin*. Definisi CAT adalah suatu wilayah yang dibatasi oleh batas hidrogeologis, tempat semua kejadian hidrogeologis seperti proses pengimbuhan, pengaliran, dan pelepasan air tanah berlangsung.

*Groundwater zone* ini disebut sebagai cekungan air tanah (CAT). Air juga mengalir di daerah Non-CAT baik di dalam tanah maupun di permukaan tanah. Di dalam tanah daerah Non-CAT air mengalir hanya di daerah *soil water zone* karena tidak ada *groundwater zone*. Di permukaan tanah daerah CAT maupun Non-CAT air mengalir sebagai aliran permukaan (*run-off*) di daerah aliran sungai dan di sistem sungainya (Kodoatie, 2012).

Pembangkit Listrik Tenaga Mini Hidro (PLTMH) pada daerah non CAT di DAS Bekasi mempunyai debit andalan yang lebih kecil dibandingkan DAS CAT karena pada DAS PLTMH ini adalah daerah non CAT. Pada daerah CAT terjadi *troughflow* dan *interflow*, sedangkan daerah Non CAT hanya terjadi *troughflow* karena lapisan setelah *soil water zone* adalah lapisan batuan (*impermeable*). PLTMH mempunyai kelebihan dalam hal biaya operasi yang rendah jika dibandingkan dengan Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD), karena minihidro memanfaatkan energi sumber daya alam yang dapat diperbarui, yaitu sumber daya air. Dengan ukurannya yang kecil penerapan mini hidro relatif mudah dan tidak merusak lingkungan. Rentang penggunaannya cukup luas, terutama untuk menggerakkan peralatan atau mesin-mesin yang tidak memerlukan persyaratan stabilitas tegangan yang akurat.

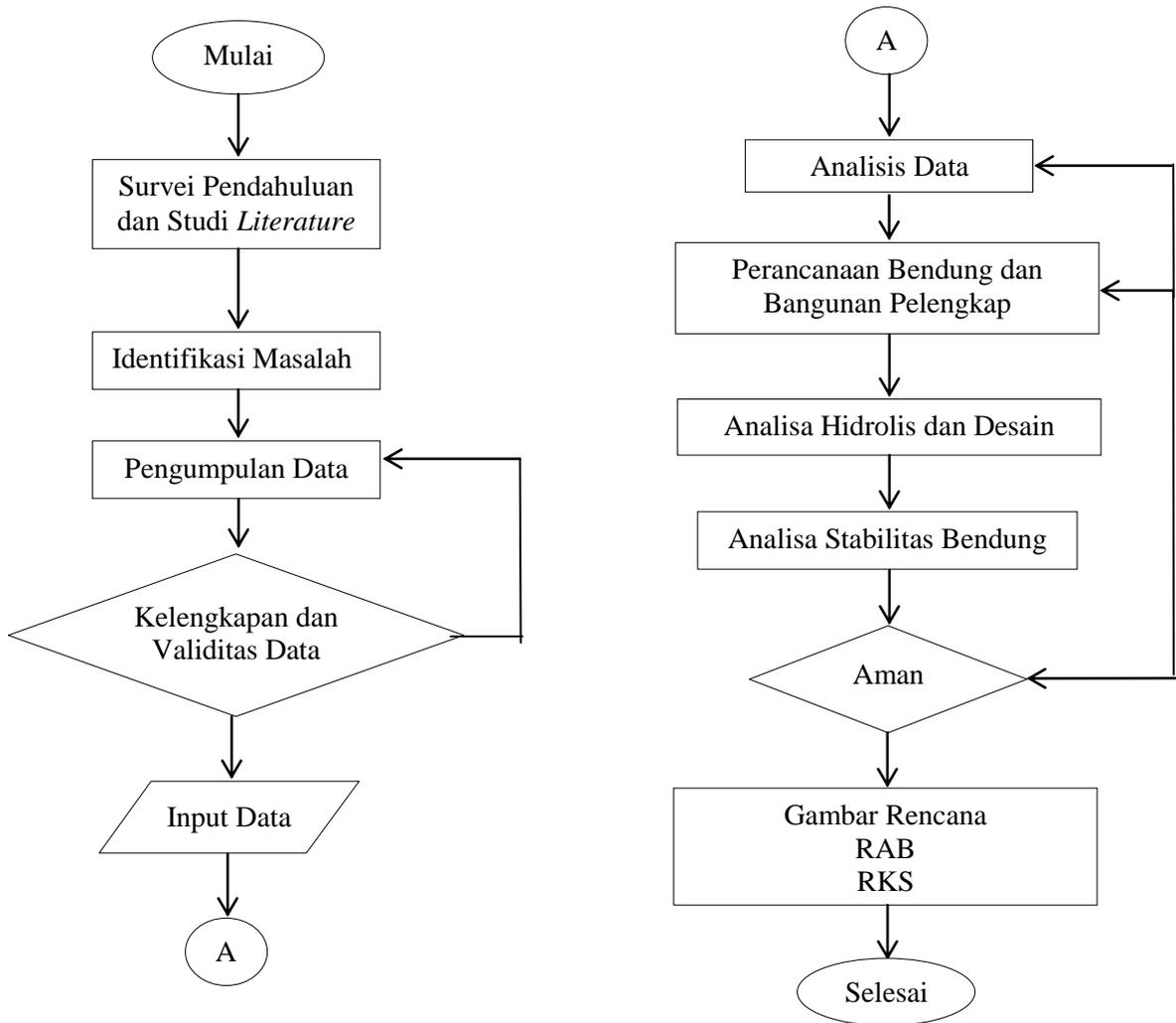
## **MAKSUD DAN TUJUAN**

Maksud dari perencanaan pembangkit listrik tenaga mini hidro pada daerah non-CAT di DAS Bekasi yaitu karena di Indonesia sedang digalakkan pembangunan pembangkit listrik tenaga air.

Adapun tujuan dari perencanaan Tugas Akhir ini diantaranya adalah untuk menghitung ketersediaan air pada daerah Non-CAT menggunakan Metode Mock dan menunjukkan bahwa pada daerah Non-CAT tersebut dapat dioptimalkan untuk membangun PLTMH.

## **METODOLOGI PENELITIAN**

Metodologi pada studi ini merupakan suatu cara yang dilakukan, meliputi berbagai kegiatan dari awal sampai dengan akhir secara berurutan, sehingga didapatkan hasil yang maksimal. Metodologi yang digunakan pada studi kali ini meliputi Survei Pendahuluan, Pengumpulan Data, Analisis Data, Perencanaan Konstruksi, Gambar kerja, RAB. Penyusunan dan perencanaan PLTMH pada daerah non-CAT di DAS Bekasi menggunakan metodologi sebagai berikut:



Gambar 1. Bagan Alir Metode Perencanaan

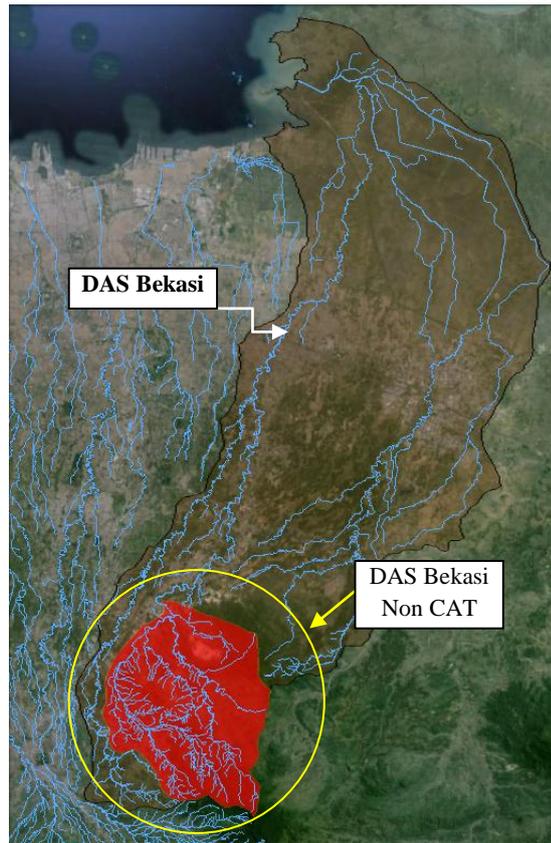
### ANALISIS HIDROLOGI

Perhitungan hidrologi diperlukan untuk menentukan besarnya debit rencana yang mana debit rencana akan berpengaruh besar terhadap besarnya debit maksimum pada Sungai Cileungsi. Pada studi ini, data curah hujan harian 10 tahun yang akan dijadikan dasar perhitungan dalam menentukan debit rencana. Data hujan harian, selanjutnya akan diolah menjadi curah hujan rencana, yang kemudian diolah menjadi debit banjir rencana. Data curah hujan didapatkan dari stasiun di sekitar DAS Bekasi non CAT, yaitu Stasiun Gadog, Stasiun Dayeuh, dan Stasiun Cibinong.

### Penentuan Daerah Aliran Sungai

Daerah aliran sungai merupakan daerah dimana diperkirakan hujan yang jatuh pada daerah tersebut akan mengalir menuju lokasi perencanaan mini hidro. Cara penentuan daerah aliran sungai adalah dengan membuat garis imajiner dengan menarik titik kontur tertinggi di sebelah kiri dan kanan ke arah hulu sungai yang ditinjau.

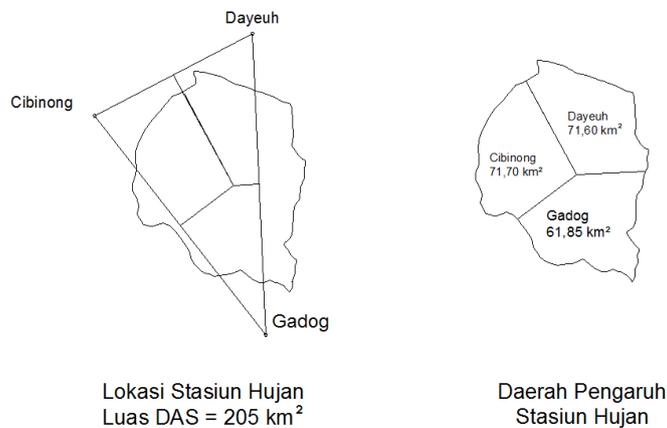
Dari hasil perhitungan pada peta topografi, didapat luas daerah aliran sungai (DAS) Bekasi non CAT sebesar 205 km<sup>2</sup>.



Gambar 2. DAS Bekasi non-CAT (*Google Earth, 2015*)

**Analisis Data Curah Hujan Maksimum**

Setiap stasiun penakar hujan memiliki daerah pengaruh tersendiri terhadap suatu daerah aliran sungai. Salah satu metode yang sering digunakan untuk perhitungan hujan rata-rata DAS adalah menggunakan metode poligon Thiessen. Metode poligon Thiessen memperhitungkan prosentase daerah pengaruh setiap stasiun penakar hujan terhadap luasan di sekitar stasiun tersebut. Metode tersebut digunakan apabila penyebaran stasiun curah hujan pada daerah yang ditinjau tidak merata. Untuk mendapatkan hujan rata-rata daerah, maka dapat dilakukan dengan membagi hasil kali curah hujan dan luas daerah yang berpengaruh dengan luas total daerah aliran sungai.



Gambar 3. Daerah Pengaruh Poligon *Thiessen*

Dalam analisis curah hujan rata-rata digunakan metode *Log Person III* karena hanya terdapat 3 stasiun yang berpengaruh pada DAS Bekasi non CAT. Hasil perhitungan curah hujan dengan Metode Thiessen dapat dilihat pada tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Perhitungan Curah Hujan Harian Maksimum

No	Tahun	Sta.	Sta.	Sta.	CH Rencana mm
		Dayeuh mm	Cibinong mm	Gadog mm	
	Luas (km <sup>2</sup> )	71.50	71.70	61.85	
	Bobot (%)	0.35	0.35	0.30	
1	2004	89	114	97	100.15
2	2005	81	150	154	127.05
3	2006	81	87	118	94.20
4	2007	68	80	140	93.80
5	2008	110	132	156	131.50
6	2009	93	77	85	85.00
7	2010	94	75	96	87.95
8	2011	89	90	74	84.85
9	2012	130	89	113	110.55
10	2013	134	82	145	119.10

**Perhitungan Curah Hujan Rencana**

Pada perhitungan hujan rencana, terlebih dahulu dilakukan analisis curah hujan rencana. Hal tersebut bertujuan untuk menentukan dan menguji data sebaran curah hujan rencana. Distribusi curah hujan rencana yang digunakan adalah metode *Log Pearson Tipe III*, kemudian hasil perhitungan curah hujan rencana disajikan pada Tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 2. Perhitungan Log Pearson III

No.	Kala Ulang (tahun)	Pola Distribusi
		Log Person III (mm)
1	2	101.0560
2	5	117.4799
3	10	127.9467
4	20	138.2538
5	25	140.4128
6	50	149.4037
7	100	158.1314

**Debit Banjir Rencana**

Debit banjir rencana sebagai dasar perhitungan menggunakan beberapa metode, seperti Metode FSR Jawa Sumatra, Metode GAMMA 1, HEC HMS dan Metode *Passing Capacity*. Rekapitulasi debit banjir rencana disajikan pada Tabel 3 sebagai berikut:

Tabel 3. Rekapitulasi Debit Banjir Rencana

Q	FSR Jawa Sumatra (m <sup>3</sup> /dt)	HSS GAMMA I (m <sup>3</sup> /dt)	HEC HMS (m <sup>3</sup> /dt)	Passing Capacity (m <sup>3</sup> /dt)
2 th	438.15	521.26	578.1	450.85
5 th	520.05	647.15	693.1	-
10 th	630.61	806.05	769.5	-
25 th	806.69	822.60	863.2	-
50 th	962.30	891.44	932.6	-
100 th	1138.38	964.23	1001.2	-

Berdasarkan Tabel 3, didapatkan hasil yang berbeda dari 4 metode yang sudah dilakukan dengan menggunakan rumus pendekatan. Debit yang didapatkan dari metode pendekatan kemudian dibandingkan dengan debit yang dihasilkan dari metode *Passing Capacity* dengan debit sebesar 450,85 m<sup>3</sup>/det. Berdasarkan pertimbangan keamanan, efisiensi, ekonomi, sosial dan politik, maka pada Bendung Hulu Bekasi dipakai kala ulang 50 tahun. Sedangkan besarnya debit untuk perencanaan dipakai debit maksimum dengan metode FSR Jawa Sumatra sebesar 962,30 m<sup>3</sup>/detik.

**Debit Andalan**

Analisis debit andalan (*dependable flow*) merupakan perhitungan debit minimum sungai untuk memenuhi debit yang telah ditentukan agar dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan air irigasi. Kemungkinan terpenuhi debit tersebut ditentukan sebesar 80% sehingga kemungkinan bahwa debit sungai lebih rendah dari debit andalan adalah sebesar 20% . Perhitungan debit andalan menggunakan cara analisis *water balance* dari Dr. F.J. Mock. Analisis tersebut memperhitungkan keseimbangan air, dimana volume air total adalah tetap sedangkan sirkulasi dan distribusi air yang bervariasi. Modifikasi Cara Perhitungan Metode F.J. Mock antara Daerah CAT dan Daerah Non CAT serta Rekapitulasi debit andalan disajikan pada Tabel 4 dan 5 sebagai berikut:

Tabel 4. Modifikasi Cara Perhitungan Metode F.J. Mock antara Daerah CAT dan Daerah Non CAT

Daerah Non Cat	Daerah Cat
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Actual Evapotranspiration</i>  <math>\Delta E / E_p = (m / 20) \times (18 - n)</math>  <math>\Delta E = (m / 20) \times (18 - n) \times E_p</math>  <math>E_t = E_p - \Delta E</math></li> <li>• <i>Water Surplus</i>  <math>SMS = ISMS + (P - E_t)</math>  <math>WS = (P - E_t) + SS</math></li> <li>• <i>Soilwater Storage</i></li> <li>• <i>Infiltrasi (I) = WS x if</i>  <math>V(n) = k.V(n-1) + 0,5.(1 + k). I(n)</math>  <math>\Delta V_n = V(n) - V(n-1)</math></li> <li>• <i>Interflow = I - \Delta V(n)</i></li> <li>• <i>Water Available</i>  <math>DRO = WS - I</math>  <math>WA = Interflow + DRO</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Actual Evapotranspiration</i>  <math>\Delta E / E_p = (m / 20) \times (18 - n)</math>  <math>\Delta E = (m / 20) \times (18 - n) \times E_p</math>  <math>E_t = E_p - \Delta E</math></li> <li>• <i>Water Surplus</i>  <math>SMS = ISMS + (P - E_t)</math>  <math>WS = (P - E_t) + SS</math></li> <li>• <i>Soilwater Storage</i></li> <li>• <i>Infiltrasi (I) = WS x if</i>  <math>V(n) = k.V(n-1) + 0,5.(1 + k). I(n)</math>  <math>\Delta V_n = V(n) - V(n-1)</math></li> <li>• <i>Interflow = I - \Delta V(n)</i></li> <li>• <i>Ground Water Storage</i></li> <li>• <i>Perkolasi (P) = WS x if</i>  <math>V(n) = k.V(n-1) + 0,5.(1 + k). I(n)</math>  <math>\Delta V_n = V(n) - V(n-1)</math></li> <li>• <i>Baseflow = P - \Delta V(n)</i></li> <li>• <i>Water Available</i>  <math>DRO = WS - P</math>  <math>WA = Interflow + Baseflow + DRO</math></li> </ul>

Tabel 5. Rekapitulasi Debit Andalan

Rangking	Debit Andalan (m <sup>3</sup> /detik)											
	Jan	Peb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nop	Des
1	5.62	4.71	3.80	3.67	2.11	1.05	1.03	1.17	2.18	2.02	5.43	5.80
2	5.93	4.98	5.22	4.26	4.12	2.22	1.65	2.23	2.23	3.07	6.10	6.59
<b>3</b>	<b>7.38</b>	<b>6.52</b>	<b>6.23</b>	<b>6.34</b>	<b>5.35</b>	<b>3.39</b>	<b>2.95</b>	<b>2.90</b>	<b>2.99</b>	<b>5.65</b>	<b>6.76</b>	<b>7.18</b>
4	7.55	9.15	6.50	6.58	5.64	4.85	3.93	3.85	3.76	5.86	7.54	8.17
5	8.37	10.01	8.01	8.04	6.11	4.97	4.39	4.17	4.61	6.26	8.99	8.38
6	9.69	11.83	8.04	8.29	7.81	6.53	4.50	4.31	4.72	7.97	9.20	10.31
7	10.14	12.63	9.84	8.47	7.86	6.89	4.61	4.58	5.17	7.99	9.22	10.80
8	11.37	15.05	11.03	10.62	9.79	7.08	5.34	7.27	8.35	9.94	10.16	12.52
9	12.17	16.90	13.41	11.31	10.03	7.87	6.21	9.98	10.16	12.76	12.18	12.79
10	14.97	17.03	15.79	12.68	18.15	8.73	13.45	14.69	12.45	13.00	12.59	15.45

## ANALISIS HIDROLOGI

### Lebar Efektif Bendung

#### *Lebar Bendung*

Lebar sungai yang akan di rencanakan untuk membangun bendung bervariasi antara 30 – 50 m, lebar sungai pada titik yang akan dibangun memiliki lebar 36m.

$$B = 1,2 \times \text{Lebar Sungai Rata-rata}$$

$$B = 1,2 \times 36 \text{ m}$$

$$B = 43,2 \text{ m}$$

#### *Lebar Bangunan Pembilas dan Pilar Pembilas*

Lebar bangunan pembilas diambil seperdelapan kali lebar bendung yaitu:

Bangunan pembilas dibuat 2 buah dengan lebar 2,7 m menggunakan 2 buah pilar dengan lebar 1 m.

#### *Lebar Efektif Bendung (Be)*

dimana:

Be = Lebar efektif bendung (m).

H1 = Tinggi energi (asumsi = 2,5 m).

B = Lebar bendung (m).

n = Jumlah pilar.

Kp = Koefisien kontraksi pilar.

= Pilar bulat → Kp = 0,01.

Ka = Koefisien kontraksi pangkal bendung.

= Pangkal bendung bulat → Ka = 0,1.

$$Be = B - 2 (n \times Kp + Ka) H1$$

$$Be = 43,2 - 2(0 \times 0,01 + 0,1) H1$$

$$Be = 43,2 - 0,20 H1$$

### Elevasi Muka Air Banjir di Hulu Mercu

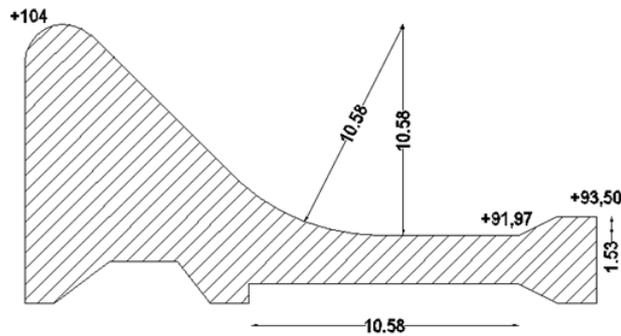
Elevasi muka air banjir di hulu mercu.

$$\begin{aligned} \text{Elevasi muka air di banjir hulu mercu} &= \text{Elevasi mercu} + H_d \\ &= + 104,00 + 3,42 \\ &= + 107,42 \end{aligned}$$

### Kolam Olak

Data Teknis Kolam Olak:

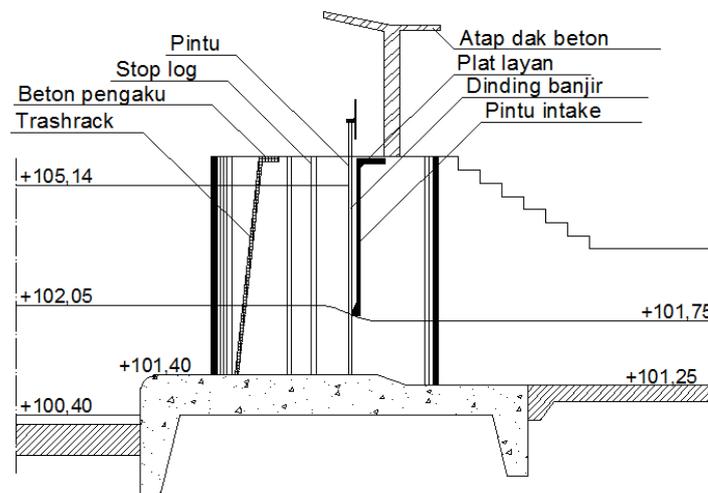
Tipe Kolam Olak	= Tipe Vlugter
Panjang Lantai Kolam Olak	= 10,58 m
Tinggi End Sill	= 1,53 m
$D = R = L = z + t - H_1 = 7 + 7 - 3,42$	= 10,58 m



Gambar 4. Kolam Olak

### Bangunan Intake

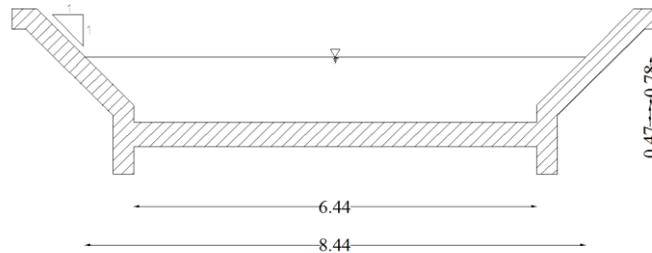
Pintu pengambilan dilengkapi dengan pintu dan bagian depannya terbuka untuk menjaga jika terjadi muka air tinggi selama banjir, besarnya bukaan pintu bergantung kepada kecepatan aliran masuk yang diizinkan. Kecepatan ini bergantung kepada ukuran butir bahan yang dapat diangkut.



Gambar 5. Potongan Memanjang di Pintu Intake

### Kantong Lumpur

Lebar Dasar Saluran	$B = 6,44 \text{ m}$
Volume Kantong Lumpur	$V = 0,0005 \times Q_n \times T$ $V = 756 \text{ m}^3$
Lebar Kantong Lumpur	$B = 8 \text{ m}$
Panjang Kantong Lumpur	$L = 78 \text{ m}$
Pengurasan Kantong Lumpur	$T = 7 \text{ hari}$



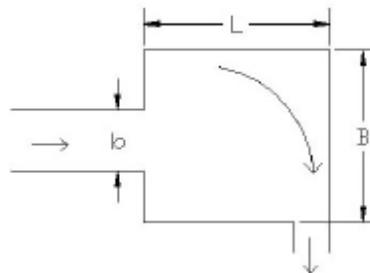
Gambar 6. Potongan Melintang Kantong Lumpur

#### Elevasi di Saluran Kantong Lumpur

- Elevasi MA di hulu kantong lumpur = +103,7
- Elevasi MA di hilir kantong lumpur = +103,68
- Elevasi Lumpur di hulu kantong lumpur = +103,23
- Elevasi hulu dasar kantong lumpur = +102,76
- Elevasi lumpur di hilir kantong lumpur = +102,93
- Elevasi hilir dasar kantong lumpur = +102,46

### Bak Penenang

Bak penenang dibangun untuk menenangkan air sebelum masuk ke pipa pesat. Kolam penenang ini akan direncanakan berbentuk segi empat



Gambar 7. Bak Penenang

- $b$  = lebar saluran kantong lumpur = 8 m
- $L$  = panjang bak penenang = 20 m
- $B$  = lebar bak penenang = 20 m

### Pipa Pesat

Pipa pesat berfungsi membawa air dan sebagai penghubung dari bak penenang ke turbin agar turbin dapat memutar.

**Dimensi Pipa Pesat**

$$D = 0,72 \cdot Q^{1/2} \dots\dots\dots(1)$$

$$= 0,72 \cdot 2,50,5$$

$$= 1,13 \text{ m}$$

**Tebal plat pipa pesat:**

$$t_p = \frac{p \cdot D}{\sigma \cdot n} + \epsilon \dots\dots\dots(2)$$

$$= (0,1 \times 1,2 \times 2,5 \times 1,13 / 1600 \times 0,8) + 3 = 3 \text{ in}$$

**Tumpuan pipa pesat**

Tumpuan ini berfungsi untuk menahan pipa pesat adapun jarak untuk pipa pesat itu sendiri

$$L = 182,61 \cdot \left( \frac{(D+0,0147)^4 - D^4}{\pi D \cdot t \cdot \rho \cdot 0,25 \pi D^2 \cdot \rho_{air}} \right) \cdot 0,333 \dots\dots\dots(3)$$

dimana :

- D = Diameter dalam pipa pesat (m)
- P = Berat satuan dalam keadaan penuh berisi air (kg/m)
- P = W<sub>pipa</sub> + W<sub>air</sub>
- W<sub>pipa</sub> =  $\pi D \cdot t \cdot \rho_{baja}$
- W<sub>air</sub> =  $0,25 \pi D^2 \cdot \rho_{air}$

$$L = 182,61 \cdot \left( \frac{(D+0,0147)^4 - D^4}{\pi D \cdot t \cdot \rho \cdot 0,25 \pi D^2 \cdot \rho_{air}} \right) \cdot 0,333$$

$$L = 10,16 \text{ m}$$

**Turbin**

Tinggi jatuh (*head*) Tinggi jatuh (*head*) yang tersedia di lokasi sangat berperan penting dalam penentuan jenis turbin yang akan dipilih. Beberapa jenis turbin yang dapat diaplikasikan untuk keperluan Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro berdasarkan ketinggian jatuh ini adalah sebagai berikut:

Tabel 6 . Hubungan Turbin dengan *head*

Jenis Turbin	Variasi <i>Head</i> (m)
Kaplan dan Propeller	2 < H < 40
Francis	10 < H < 350
Pelton	50 < H < 1300
Crossflow	3 < H < 250
Turgo	50 < H 250

Jadi untuk itu digunakan turbin jenis *Crossflow*.

**DayaTurbin**

Besarnya tenaga air yang tersedia dari suatu sumber tenaga air bergantung pada besarnya *head* dan debit air. Dalam hubungan dengan bak penenang maka *head* adalah beda tinggi antara muka air pada bak penenang dengan muka air keluar pada turbin. Total daya yang

terbangkitkan dari suatu turbin adalah merupakan reaksi antara *head* dan debit air seperti di tujukan pada persamaan berikut:

$$P = Q \times g \times h_e \times \mu_{\text{turbin}} \times \mu_{\text{generator}} \dots\dots\dots(4)$$

dengan :

- P = daya (watt)
- Q = Debit kebutuhan air = 2,50 m<sup>3</sup>/det
- g = gaya gravitasi
- h<sub>e</sub> = tinggi jatuh efektif
- μ<sub>turbin</sub> = 0,84 - 0,87 untuk turbin *crossflow*, diambil 0,85
- μ<sub>generator</sub> = 0,8 - 0,95 diambil 0,9

Tinggi efektif (H<sub>e</sub>)

$$H_e = H - \Sigma hf$$

*Mayor Losses* ( akibat gesekan pipa)

$$V = Q/A = 2,50/0,89 = 2,8 \text{ m/det}$$

Angka Reynold:

$$Re = \frac{(2,8 \times 1,13)}{0,802 \times 10^{-6}} = 3945137,157$$

Maka koefisien gesekan :

$$= 2 \log = 2 \log \left( \frac{3,7 \times 1,13}{0,0006} \right) = 7,686$$

$$= 7,686$$

maka

$$f = 0,017$$

Jadi,

$$hf = 0,017 * \left( \frac{296,5}{1,13} \right) * \left( \frac{2,8^2}{2 \times 9,81} \right)$$

$$hf = 1,78 \text{ m}$$

maka

$$H_e = 10 - 1,78 = 8,22$$

$$P = Q \times g \times h_e \times \mu_{\text{turbin}} \times \mu_{\text{generator}}$$

$$= 2,50 \times 9,81 \times 8,22 \times 0,85 \times 0,9$$

$$= 154,22 \text{ kW}$$

## **RENCANA ANGGARAN BIAYA**

Di dalam menentukan rencana anggaran biaya (RAB) dibutuhkan perhitungan volume galian dan timbunan, volume pekerjaan dan harga satuan pekerjaan yang nantinya digunakan sebagai acuan di dalam perhitungan anggaran.

Rencana Anggaran Biaya (RAB) adalah perhitungan biaya suatu konstruksi berdasarkan gambar bestek dalam persyaratan terlampir. Tujuan pembuatan Rencana Anggaran Biaya (RAB) adalah untuk memberikan gambaran yang pasti mengenai bentuk, besar biaya, pelaksanaan dan penyelesaian.

Tabel 7 . Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya

No	Uraian Pekerjaan		Sub Total
I	Pekerjaan Persiapan	Rp	157,170,800.00
II	Pekerjaan Tanah	Rp	853,827,646.76
III	Pekerjaan Pondasi	Rp	5,871,808,800.00
IV	Pekerjaan Beton Bertulang	Rp	6,839,771,130.51
V	Pekerjaan Pipa Pesat	Rp	337,767,434.76
VI	Pekerjaan <i>Power House</i>	Rp	26,997,851.04
	Jumlah	Rp	14,087,343,663.07
	PPN (20%)	Rp	2,817,468,732.61
	Jumlah	Rp	16,904,812,395.68

## KESIMPULAN

Hal-hal yang dapat disimpulkan dari pekerjaan perencanaan minihidro non CAT DAS Bekasi yaitu Perhitungan ketersediaan air dengan Metode Mock untuk Daerah Non-CAT dan CAT berbeda. Untuk Daerah Non-CAT aliran air tanah berupa *soil water flow* di daerah *soil zone* atau dikenal dengan *interflow*, sehingga Metode Mock dapat dipakai langsung. Dari hasil analisis hidrologi didapat debit rencana rencana sebesar 962,30 m<sup>3</sup>/detik dengan periode ulang 50 tahun dan debit kebutuhan untuk pengaliran sebesar 2,5 m<sup>3</sup>/detik.

Dengan menggunakan analisa kami, DAS tersebut mampu menghasilkan debit andalan yang cukup untuk membangun minihidro. Dengan ketinggian jatuh sebesar 10 m maka dan debit sebesar 2,5 m<sup>3</sup>/detik mampu dengan 1 turbin mampu menghasilkan listrik sebesar 154,22 kW.

## SARAN

Dalam membuat hitungan hidrolis, struktur, dan stabilitas disarankan menggunakan software komputer untuk mempermudah perhitungan (*Microsoft Excel, AutoCAD 2007, AutoCAD Land Development 2007, ArcGIS*). Dalam perencanaan bangunan air untuk menghitung analisa hidrologi sebaiknya diperlukan data curah hujan dan data klimatologi yang lengkap, dan semakin lama periode data tersebut maka semakin akurat analisa hidrologi yang didapatkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum. 1986. *Standar Perencanaan Irigasi KP-01*. Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1986. *Standar Perencanaan Irigasi KP-02*. Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1986. *Standar Perencanaan Irigasi KP-03*. Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1986. *Standar Perencanaan Irigasi KP-04*. Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Endardjo P,Warga Dalam J, Setiadi A, 1998, *Pengembangan Rancang Bangun Mikrohidro Standar PU*, Prosiding HATHI, Bandung.

- Harto, Sri, 1993. *Analisa Hidrologi*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Harto, Sri, 1993. *Pengujian Hidrograf Satuan Gama I Dalam Analisa Debit Banjir Rancangan DAS Bangga*, 2012, Jakarta.
- Kodoatie, Robert J., 2012. *Tata Ruang Air*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Loebis, Joesron, 1992. *Banjir Rencana untuk Bangunan Air*, Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Salamun, 2006, *Bangunan Air*, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Soemarto, C.D., 1999. *Hidrologi Teknik*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Soemarto, C.D. 1995. *Hidrologi Teknik*, Erlangga, Jakarta.
- Soewarno, 1995. *Hidrologi (Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data)*, Nova, Bandung.
- Sosrodarsono, Suyono dan Kensaku Takeda, 1999. *Hidrologi untuk Pengairan*, Pradnya Paramita, Jakarta.
- Triatmodjo, Bambang, 1996. *Hidrolika I dan II*, Beta Offset, Yogyakarta.