

## KAJI ULANG PERENCANAAN BANGUNAN PENAHAN SEDIMEN (*CHECK DAM I*) DI DAERAH ALIRAN SUNGAI CILIMAN KABUPATEN LEBAK

**Dinihari Mulya Lestari<sup>1</sup>, Fitri Dwirani<sup>2</sup> dan Nanda Syuhada<sup>3</sup>**

<sup>1,2</sup>*Program Studi Teknik Sipil, Universitas Banten Jaya, Jl. Raya Ciwaru II No.73 Serang, Banten*

<sup>3</sup>*Jurusan Teknik Sipil, Universitas Banten Jaya, Jl. Raya Ciwaru II No. 73 Serang, Banten*

Email : [diniharimulyalestari@unbaja.ac.id](mailto:diniharimulyalestari@unbaja.ac.id)<sup>1</sup>, [fitridwirani@unbaja.ac.id](mailto:fitridwirani@unbaja.ac.id)<sup>2</sup>

### ABSTRACT

Check dam is a river shaped river with its completeness, which serves to control the speed, flow and direction of the sediment flow in the riverbed. Check dam I in the Ciliman River Basin Cicaringin Village, Gunung Kencana District Lebak Regency is one of the planned check dam of three locations planned by the Cidanau-Ciujung- Cidurian River Basin through Planning Consultant PT Prana Kurnia Pratama in 2010<sup>th</sup> which aims to tackling or reducing the problem of the amount of sediment transport on the Ciliman River thus preventing the siltation of the river and the reduction of river cross section. Cicaringin's check dam I condition is irrelevant at the time of the initial design that was designed with 50 minutes replanning plan ( $Q_{50}$ ) calculated by HSS Gama I method of 462,257 m<sup>3</sup>/sec, so it needs to be reviewed by analyzing the stability of check dam with using a flood discharge plan 25 years rework ( $Q_{25}$ ) of 429,108 m<sup>3</sup>/sec calculated with the same metode, with catchman area of 117.00 km<sup>2</sup>. This study was conducted to determine whether the stability of check dam I Cicaringin is safe against the forces acting with ( $Q_{25}$ ). The calculated forces are own gravity, seismic force, lifting force, water weight, water pressure and calculated dam weights analysis are hydraulic gradient, eccentricity, soil bearing capacity, bolsters and shear forces. The results show that the dimensions of chek dam are safe against shear forces, bolsters, eccentricity, soil carrying capacity and forces that work well during normal water level conditions and flood water conditions.

**Keywords :** *Check Dam, Design Flood, Stability Analysis*

### PENDAHULUAN

Sungai merupakan sumber air yang menampung dan mengalirkan air serta material bahan yang dibawanya dari bagian hulu. Aliran sungai mengalir dari daerah tinggi ke daerah yang lebih rendah dan pada akhirnya akan bermuara ke laut. Sungai yang dikelola secara terpadu dari hulu sampai hilir akan memberikan manfaat yang sangat penting bagi kehidupan manusia di antaranya sebagai penampung air, mengalirkan air ke saluran-saluran irigasi, pembangkit listrik, kebutuhan domestik dan lain sebagainya. Sebaliknya jika sungai tidak terkelola secara terpadu akibat penambangan galian C dari sungai dan *illegal logging* atau penebangan liar menyebabkan hutan tidak dapat menahan *run off* sehingga terjadinya erosi di daerah hulu sungai serta terjadi agradasi dan degradasi di hilir sungai, penampang sungai menjadi berkurang sehingga kapasitas tampung sungai menjadi sedikit, akibatnya terjadi bencana banjir. Oleh karena itu perlu dibangun konstruksi di sungai berbentuk bendung dengan kelengkapannya yaitu bangunan penahan sedimen (*check dam*) yang berfungsi untuk mengendalikan kecepatan, debit dan arah aliran sedimen, memperkecil kemiringan dasar sungai di hulu, serta mengarahkan aliran di hilir sungai sehingga bencana banjir dapat dikendalikan.

Dari kondisi di atas, maka diperlukan upaya nyata baik yang bersifat segera untuk menanggulangi atau mengurangi permasalahan besarnya angkutan sedimentasi pada sungai. Penanganan segera dapat berupa pembangunan Bangunan Penahan Sedimen (*check dam*) yang diharapkan dapat menanggulangi permasalahan besarnya angkutan sedimentasi pada Sungai

Ciliman sehingga mencegah pendangkalan sungai dan berkurangnya penampang sungai. Karena permasalahan tersebut di atas, maka penulis mengambil judul “Kaji Ulang Perencanaan Bangunan Penahan Sedimen (*Check Dam* I) Di Daerah Aliran Sungai Ciliman Desa Cicaringin Kecamatan Gunung Kencana Kabupaten Lebak” dimana Perencanaan *check dam* ini sudah dilakukan dengan debit banjir rencana sebesar 462,257 m<sup>3</sup>/detik, debit tersebut dihitung dengan metode *HSS Gama I* kala ulang 50 tahun (Q<sub>50</sub>) Oleh Balai Besar Wilayah Sungai Cidanau-Ciujung-Cidurian (BBWS-C3). Dalam tugas akhir ini dikaji ulang perencanaan *check dam* dengan debit banjir rencana sebesar 429,108 m<sup>3</sup>/detik, debit tersebut dihitung dengan metode yang sama kala ulang 25 tahun (Q<sub>25</sub>), penulis merencanakan ulang dimensi *check dam* sehingga aman ditinjau dari segi stabilitasnya.

Dari latar belakang, masalah dapat diidentifikasi. Yakni, dimensi bangunan penahan sedimen hasil perencanaan semula sudah tidak relevan dengan kondisi sungai saat ini, sehingga perlu dikaji ulang dengan debit banjir rencana kala ulang 25 tahun (Q<sub>25</sub>). Yng kedua, kurang optimalnya dimensi bangunan penahan sedimen ditinjau dari stabilitas terhadap gaya geser, gaya guling, eksentrisitas dan daya dukung tanah.

### Bentuk dan Dimensi Bangunan Penahan Sedimen

Penentuan bentuk dan dimensi bangunan penahan sedimen harus direncanakan dengan baik sehingga bangunan bendung dapat beroperasi sesuai dengan fungsinya dan aman menahan beban yang bekerja. Analisa dimensi bangunan penahan sedimen dibagi menjadi analisa bendung utama, bendung pembantu, kolam olak dan bangunan pelengkap.<sup>8</sup>

#### Bendung Utama

##### Peluang

Dalam bangunan penahan sedimen, peluang harus dibuat berbentuk trapesium tunggal, dan lebarnya harus lebih kecil dari pada lebar sungai, sedangkan tingginya ditentukan berdasarkan debit desain dan tinggi jagaan. Tinggi jagaan yang digunakan menurut Standar Tata Cara Perencanaan Teknik Bendung Penahan Sedimen yaitu:

**Tabel 1 Tinggi jagaan pada peluang**

Debit desain (m <sup>3</sup> /detik)	50	50-100	100-200	200-500	500-2000
Tinggi Jagaan (m)	0,6	0,8	1,0	1,2	1,5

Sumber : Standar Tata Cara Perencanaan Teknik Bendung Penahan Sedimen (17:1991)

#### Mercu

Mercu yaitu bagian teratas tubuh bangunan penahan sedimen dimana aliran dari hulu dapat melimpah ke hilir. Fungsinya sebagai penentu tinggi muka air minimum di sungai bagian hulu bendung, pengempang sungai dan sebagai pelimpah aliran sungai. Mercu pada bangunan penahan sedimen harus berbentuk ambang lebar dan sudutnya tidak dibulatkan. Sedang lebarnya ditentukan berdasarkan jenis sedimen dan sifat hidraulik aliran<sup>9</sup>. Penentuan lebar mercu yang digunakan menurut Standar Tata Cara Teknik Bendung Penahan Sedimen yaitu:

**Tabel 2 Lebar mercu bangunan penahan sedimen**

<b>Lebar Mercu : b</b>	1,5 – 2 meter	3 – 4 meter
<b>Jenis Sedimen</b>	Pasir dan kerikil atau kerikil dan batu-batu kecil	Batu-batu besar
<b>Sifat Hidraulik Aliran</b>	Gerakan mandiri (Lepas)	Gerakan massa ( <i>debris flow</i> )

### Sayap

Sayap merupakan bagian bangunan penahan sedimen yang menerima hempasan, sehingga merupakan bagian bendung yang memiliki titik lemah selain itu pusaran biasanya mudah terjadi pada lokasi sudut-sudut *check dam*. Sudut *check dam* ini merupakan pertemuan antara sayap-sayap bendung dengan tebing sungai, oleh karena itu sayap bendung harus diperkuat dengan bangunan atau konstruksi perkuatan lereng. Kriteria desain sayap menurut Standar Tata Cara Perencanaan Teknik Bendung Penahan Sedimen (5:1991) meliputi:

- 1) Kemiringan sayap ke arah tebing minimum sama dengan kemiringan dasar sungai di hulu bendung penahan dan maksimum 10%.
- 2) Panjang sayap sebelah kiri dan kanan boleh tidak sama dan ditentukan berdasarkan letak sumbu aliran.
- 3) Lebar sayap harus sama mulai dari pangkal sampai ujungnya.
- 4) Sisi hulu sayap harus dibuat tegak.
- 5) Sisi hilir sayap boleh tegak atau miring dan dibuat sama dengan kemiringan sisi hilir main dam.
- 6) Lebat sayap bagian atas maksimum sama dengan lebar mercu, minimum ditentukan berdasarkan gaya-gaya akibat benturan.

### Tubuh

Kriteria desain tubuh bendung penahan menurut Standar Tata Cara Perencanaan Teknik Bendung Penahan Sedimen (5-6:1991) meliputi:

1. Kemiringan bagian hilir ditentukan agar aliran tidak menyusur permukaan bagian hilirnya, perbandingan tegak dan datar 1 : 0,2 maksimum 1 : 0 (tegak).
2. Kemiringan bagian hulu dari bendung utama dam harus ditentukan berdasarkan syarat stabilitas bangunan.
3. Tinggi bendung penahan :
  - a. Tinggi efektif bendung penahan ditentukan agar pengendapan di bagian hulu tidak mengganggu bangunan lain di sungai.
  - b. Tinggi efektif itu ditentukan juga berdasarkan pada kapasitas tampung rencana.
  - c. Tinggi total bendung penahan ditentukan dengan memperhatikan penentuan lokasi bendung penahan.
  - d. Dengan memperhitungkan tinggi sayap pada tebing sungai, tinggi bendung penahan harus dibuat agar bagian atas sayap lebih rendah dari pada tebing sungai.

4. Lebar dasar bendung utama harus ditentukan berdasarkan pada analisa dan perhitungan stabilitas, serta daya dukung tanah dasar.

### **Bendung Pembantu**

Gerusan dasar sungai di hilir lantai lindung atau kolam olak sering terjadi sehingga dapat menyebabkan terjadinya erosi bawah tanah (piping), yang dapat membahayakan lantai lindung dan bendung utama. Guna mencegah terjadinya piping maka dibuat bendung pembantu (*sub dam*) atau bendung anakan. Kriteria desain bendung anakan menurut Standar Tata Cara Perencanaan teknik Bendung Penahan Sedimen (6:1991).

### **Kolam Olak**

Sebelum aliran air yang melintasi bangunan pelimpah dikembalikan lagi ke dalam sungai, maka aliran dengan kecepatan yang tinggi dalam kondisi aliran-aliran sub kritis. Dengan demikian kandungan energi dengan daya penggerus yang sangat kuat tersebut harus direduksi hingga mencapai tingkat yang normal kembali, sehingga aliran tersebut kembali ke dalam sungai tanpa membahayakan kestabilan alur sungai.

### **Bangunan Pelengkap**

Bangunan pelengkap pada bendung penahan sedimen berdasarkan Standar Tata Cara Perencanaan Teknik Bendung Penahan Sedimen (7:1991) terdiri dari:

#### **Tembok Tepi harus didesain :**

1. Berdasarkan gaya-gaya yang bekerja.
2. Cukup kuat terhadap gaya-gaya akibat aliran air dan sedimen.

#### **Lubang Drainasi**

1. Bentuk dan penampang lintang lubang drainasi dapat dibuat lingkaran atau segi empat.
2. Jumlah dan ukuran lubang drainasi ditentukan berdasarkan pada debit dominan.

### **Desain Bangunan Penahan Sedimen**

Menurut Standar Tata Cara Perencanaan Teknik Bendung Penahan Sedimen (4:1991), tata letak bangunan penahan sedimen harus memenuhi ketentuan-ketentuan sebagai berikut :

1. Lokasi ditetapkan agar dapat menghasilkan bangunan yang paling ekonomis sehingga biaya pembuatan per daya tampungnya menghasilkan nilai yang paling kecil.
2. Sumbu bendung penahan harus tegak lurus arah aliran di bagian hilirnya.
3. Apabila lokasi bendung penahan pada tikungan sungai, harus dilakukan tinjauan hidraulik terhadap Stabilitas Bangunan Penahan Sedimen

Menurut Suyono (1984), perhitungan stabilitas bangunan penahan sedimen meliputi hal-hal sebagai berikut :

1. Perkiraan bentuk dan dimensi bangunan penahan sedimen  
Pada prinsipnya perkiraan bentuk dan dimensinya ditentukan berdasarkan elevasi permukaan fondasi serta persyaratan hidraulika yang lazim.
2. Metode penentuan beban

**Beban vertikal.** Penentuan beban berdasarkan perkiraan permukaan bentuk dan dimensi bendung dapat dihitung berat per 1 m panjang bendung.

**Tekanan air.** Pada penentuan besarnya tekanan air diambil kondisi elevasi muka air di hulu dan di hilir bendung yang paling tidak menguntungkan pada masa-masa beroperasinya bendung. Untuk menentukan tekanan air, pada umumnya diambil muka air tinggi untuk tekanan air dari arah hulu bendung dan muka air rendah untuk tekanan air dari arah hilir bendung.

**Tekanan tanah.** Di lereng hulu bendung tetap terjadi pengendapan hingga mencapai mercunya. Dalam keadaan bendung dilalui air, tekanan tanah dihitung berdasarkan berat tanah di dalam air, tetapi dalam keadaan bendung tidak dilalui air tekanan tanah dihitung berdasarkan berat basahnya.

### 3. Perhitungan momen

Momen yang dihasilkan oleh gaya-gaya vertikal dan horisontal dihitung terhadap suatu titik pusat pada dasar lantai.

### 4. Pengecekan terhadap geser

Stabilitas terhadap gaya horisontal dihitung dengan faktor keamanan  $> 1,5$ .

## Gaya-gaya Yang Bekerja

Bangunan penahan sedimen dan kelengkapannya harus aman menerima beban- beban yang bekerja dan bahaya yang mungkin terjadi seperti bahaya yang ditimbulkan oleh banjir, gempa bumi yang dapat mengakibatkan bangunan terguling, bergeser atau mengalami penurunan. Gaya-gaya luar yang bekerja pada tubuh *check dam* yang harus diperhitungkan di antaranya berat tubuh *check dam*, tekanan hidrostatis, tekanan hidrodinamik, gaya angkat, tekanan lumpur dan gaya gempa.

## Keamanan dan Stabilitas

Perhitungan keamanan dan stabilitas dilakukan pada bangunan penahan sedimen dan kelengkapannya agar mampu menahan gaya-gaya yang bekerja dari luar maupun dari dalam. Hasil perhitungan stabilitas bangunan penahan sedimen harus aman terhadap guling, geser, eksentrisitas dan daya dukung tanah.

## METODE PENELITIAN

Metodologi adalah suatu cara atau langkah yang ditempuh dalam memecahkan persoalan dengan mempelajari, mengumpulkan, mencatat dan menganalisa semua data- data yang diperoleh. Metodologi merupakan langkah awal dari perbuatan suatu penulisan yang menurut penyusunannya secara sistematis. Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penulisan Laporan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

### Studi Kepustakaan (*Library Research*)

Tinjauan teori yang berhubungan dengan tugas akhir yang sedang dikerjakan. Studi pustaka ini diambil dari buku-buku (literatur) atau diktat mata kuliah yang berhubungan dengan penulisan tugas akhir ini.

### Studi Lapangan (*Field Research*)

Dalam penulisan laporan ini, penulis mengambil data secara langsung pada objeknya yaitu dengan terjun langsung ke lokasi penelitian. Studi lapangan dapat dilakukan dengan cara:

- 1) Wawancara. Wawancara yaitu cara pengumpulan data yang dilakukan langsung melalui tanya jawab antara penulis dengan petugas yang berwenang atau orang yang paling mengetahui

proyek yang sedang dilaksanakan. Dalam hal ini penulis melakukan tanya jawab dengan pejabat pembuat komitmen dan mandor pelaksana pekerjaan di lapangan.

- 2) Observasi. Observasi yaitu cara pengambilan data dengan mengadakan pengamatan secara langsung di lapangan, dengan maksud untuk membandingkan keterangan- keterangan yang diperoleh dengan kenyataan.
- 3) Dokumentasi. Dokumentasi yaitu pendokumentasian setiap kegiatan, data ini berupa foto-foto kegiatan berlangsung atau foto-foto pelaksanaan pekerjaan.

Metode yang digunakan dalam menganalisis data pada penelitian ini yaitu data yang telah dikumpulkan kemudian diolah dalam perhitungan untuk mendapatkan hasil penelitian yang kemudian akan ditarik kesimpulan dari penelitian tersebut. Adapun metode analisis data yang dilakukan pada penelitian ini adalah :

1. Merencanakan dimensi bendung

Dalam mendesain bendung penahan harus memenuhi persyaratan hidraulik dan struktur sehingga dapat beroperasi dengan baik, aman menerima beban-beban yang bekerja dan berfungsi semestinya (SK SNI T-19-1991-03).

2. Mendesain kolam olak

Untuk meredam energi air sehingga tidak menimbulkan penggerusan setempat yang dapat membahayakan bangunan di bagian hilir.

3. Mendesain lantai muka

Pada saat air terbendung maka terjadi perbedaan beda tinggi air di hulu dan di hilir bendung, air yang terbendung tersebut akan mengalir melalui bidang kontak antara bangunan dan tanah yang disebut *creep line*. Semakin pendek *creep line* ini kecil hambatannya dan tekanannya semakin besar terhadap ujung belakang pembebanan. Aliran ini akan mendorong butiran tanah fondasi, bila kecepatan aliran air rembesan ini cukup besar hingga melampaui kecepatan kritis untuk lapisan tanah fondasi tersebut, maka akan terjadi piping, yaitu butiran-butiran halus yang membentuk lapisan tanah fondasi mulai bergerak dan hanyut bersama aliran air rembesan dan terjadilah rongga-rongga pada lapisan fondasi yang semakin lama menjadi semakin bertambah besar yang menyebabkan bendung turun atau runtuh. Guna mencegah bahaya tersebut maka rayapan aliran rembesan diperpanjang yang dapat menurunkan kecepatan aliran air rembesan di bawah kecepatan kritis. Tingkat keamanan terhadap piping dapat diperoleh dengan nilai banding rayapan (*creep ratio*), perhitungan tersebut menggunakan metode *Lane*.

4. Perhitungan stabilitas bangunan penahan sedimen

Setelah mendapatkan bentuk dan dimensi bendung yang diperoleh dari perancangan hidraulika dan perhitungan panjang rayapan air.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Perencanaan Bangunan Penahan Sedimen Yang Ada (*Existing*)

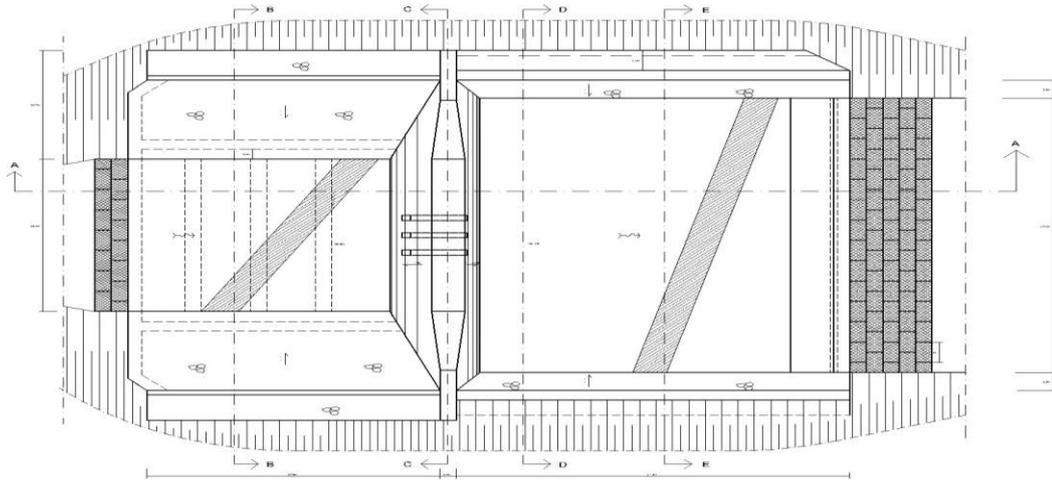
Hasil perencanaan bangunan penahan sedimen (*check dam* I) Desa Cicaringin Kecamatan Gunung Kencana Kabupaten Lebak yang telah dilakukan oleh PT. Prana Kurnia Pratama pada tahun 2010 didapat data-data sebagai berikut:

1. Data perencanaan:			
Debit banjir rencana 50 tahun	( $Q_{50}$ )	=	462,257 m <sup>3</sup> /detik
Ukuran penampang sungai	(B)	=	15,00 m
	(m)	=	1,00
Koefisien gempa, daerah		=	II (dua)
Kemiringan dasar sungai	(I)	=	0,02
Elevasi dasar sungai		=	+ 56,93 m
<i>Catchman Area</i>		=	117,00 km <sup>2</sup>
2. Data tanah:			
Berat jenis butir padat	( $G_s$ )	=	2,607 ton/m <sup>3</sup>
Kadar air	(w)	=	41,361 %
Angka pori	(e)	=	0,83
Permeabilitas	(k)	=	4,40 x 10 <sup>-5</sup> cm/detik
Sudut geser dalam	( $\phi$ )	=	22°
Kohesi	(c)	=	0,40 kg/cm <sup>2</sup>

3. Data teknis hasil perencanaan:			
Kemiringan dasar sungai		=	0,015 %
Lebar peluap <i>check dam</i>		=	15,00 m
Tinggi muka air di atas peluap		=	4,57 m
Elevasi muka air banjir		=	+ 64,50 m
Tinggi jagaan pada peluap		=	1,20 m
Tebal mercu peluap		=	2,00 m
Tinggi tubuh <i>check dam</i>		=	2,00 m
Kemiringan <i>main dam</i>		=	1 : 0,2
Tebal lantai kolam olak		=	2,78 m

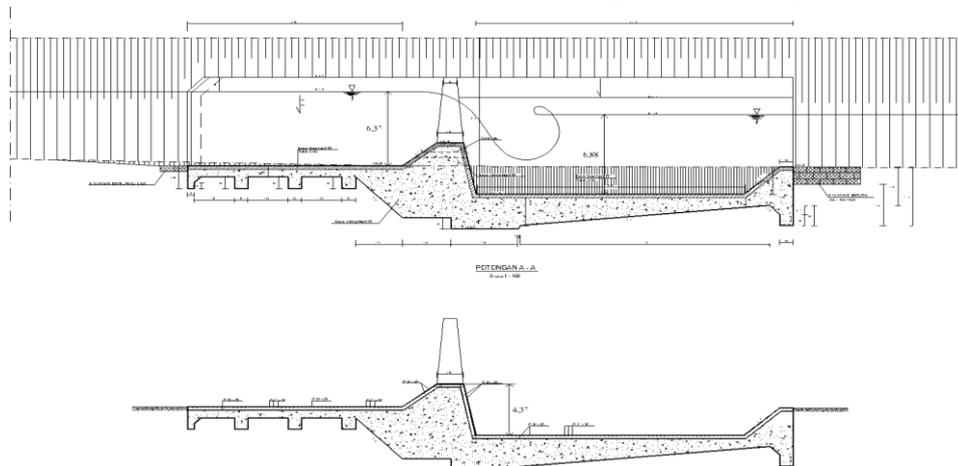
Tinggi tubuh *sub dam* = 1,35m  
 Panjang kolam olak = 20,00m  
 Panjang lantai muka = 12,50m

Untuk lebih jelasnya seperti diperlihatkan pada gambar 4.1 dan 4.2 di bawah ini.



Sumber: Laporan Akhir SID *Check Dam* di DAS Ciliman PT. Prana Kurnia Pratama, 2010

**Gambar 1 Denah *check dam* yang ada (*existing*)**



Sumber: Laporan Akhir SID *Check Dam* di DAS Ciliman PT. Prana Kurnia Pratama, 2010

**Gambar 2 Penampang memanjang hidrolis *check dam* yang ada (*existing*)**

### **Kaji Ulang Perencanaan Bangunan Penahan Sedimen (*Check Dam*)**

Perencanaan bangunan penahan sedimen (*check dam* I) Desa Cicaringin Kecamatan Gunung Kencana Kabupaten Lebak yang telah dilakukan oleh PT. Prana Kurnia Pratama pada tahun 2010 dengan debit banjir rencana 50 tahun ( $Q_{50}$ ) didesain ulang dengan menggunakan debit banjir rencana 25 tahun ( $Q_{25}$ ) dikarenakan resiko yang akan terjadi yaitu meluapnya air saat musim penghujan sangat kecil terhadap masyarakat setempat karena lokasi *check dam* berada di hulu sungai atau jauh dari permukiman penduduk serta dari segi biaya lebih murah. Adapun data-data yang diunakan adalah sebagai berikut:

1. Data perencanaan :			
Debit banjir rencana 25 tahun	( $Q_{25}$ )	=	429,108 m <sup>3</sup> /detik
Ukuran penampang sungai	( $B$ )	=	15,00 m
	( $m$ )	=	1,00
Koefisien gempa, daerah		=	II (dua)
Kemiringan dasar sungai	( $I$ )	=	0,02
Elevasi dasar sungai		=	+ 56,93 m
Catchman area		=	117,00 km <sup>2</sup>
2. Data tanah :			
Berat jenis butir padat	( $G_s$ )	=	2,607 ton/m <sup>3</sup>
Kadar air	( $w$ )	=	41,361 %
Angka pori	( $e$ )	=	0,83
Permeabilitas	( $k$ )	=	4,40 x 10 <sup>-5</sup> cm/detik
Sudut geser dalam	( $\phi$ )	=	22°
Kohesi	( $c$ )	=	0,40 kg/cm <sup>2</sup>
Tegangan tanah izin	( $\sigma$ )	=	30,291 ton/m <sup>2</sup>

### Perhitungan Hidrolis

Desain bangunan penahan sedimen (*check dam*) yang direncanakan harus memenuhi persyaratan hidraulik dan struktur sehingga *check dam* dapat beroperasi dengan baik, aman menerima beban dan berfungsi sebagaimana mestinya.

### Perhitungan Stabilitas

Setelah mendapatkan bentuk dan dimensi *check dam* yang diperoleh dari perhitungan hidrolis, selanjutnya dilakukan perhitungan stabilitas konstruksi dengan memperhitungkan gaya-gaya yang bekerja pada *check dam* agar aman terhadap gaya guling, gaya geser dan daya dukung tanah. Perhitungan stabilitas ditinjau dari penampang *check dam* yang mudah mengalami retak sebagai titik kontrol yaitu titik G.

### Berat Tubuh Check Dam

Penampang *check dam* dibagi atas elemen segitiga dan segiempat peninjauan tiap lebar 1,00 m ke arah panjang *check dam* dan untuk mempermudah perhitungan, dapat dilakukan dengan menggunakan tabel 4.9 pada halaman berikutnya.

Perhitungan berat tubuh *check dam* menggunakan rumus:

$W$  = volume penampang x berat volume bahan yang digunakan

Perhitungan berat sendiri penampang 1 yaitu :

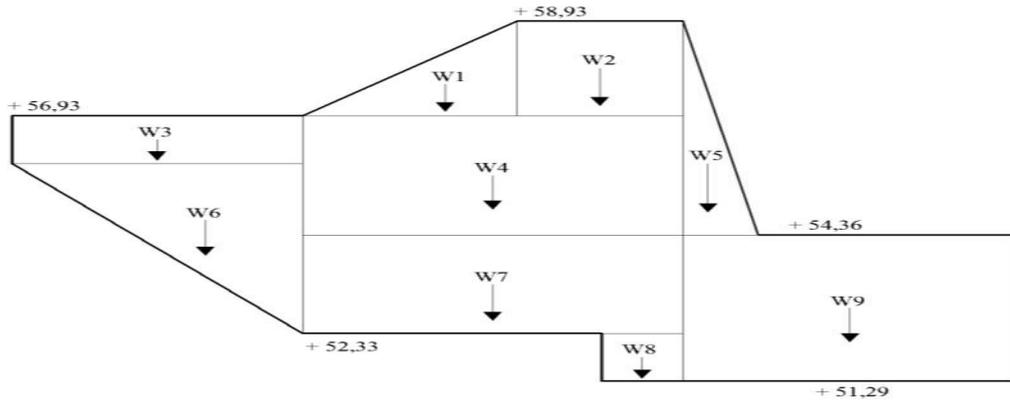
Volume penampang =  $0,50 \times 2,58 \times 2,00 \times 1,00 = 2,58 \text{ m}^3$  Berat

volume bahan =  $2,4 \text{ ton/m}^3$

$$W1 = 2,58 \times 2,40$$

$$= 6,192 \text{ ton/m}$$

Pembagian segmen berat sendiri *check dam* dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



**Gambar 3 Diagram gaya berat sendiri *check dam* pada penampang memanjang hidrolis**  
Perhitungan dari setiap pembagian segmen berat sendiri bendung penahan sedimen disajikan pada tabel berikut :

**Tabel 3 Perhitungan tekanan berat tubuh *check dam***

No	Notasi	Alas (m)	Tinggi (m)	Volume (m <sup>3</sup> )	Bj Bahan (t/m <sup>3</sup> )	W (ton)
1	W1	2,58	2,00	2,58	2,4	6,192
2	W2	2,00	2,00	4,00	2,4	9,600
3	W3	3,50	1,00	3,50	2,4	8,400
4	W4	4,58	2,52	11,54	2,4	27,700
5	W5	0,90	4,52	2,03	2,4	4,882
6	W6	3,50	3,59	6,28	2,4	15,078
7	W7	4,58	2,08	9,53	2,4	22,863
8	W8	0,98	1,00	0,98	2,4	2,352
9	W9	4,02	3,07	12,34	2,4	29,619
<b>Jumlah</b>						<b>126,686</b>

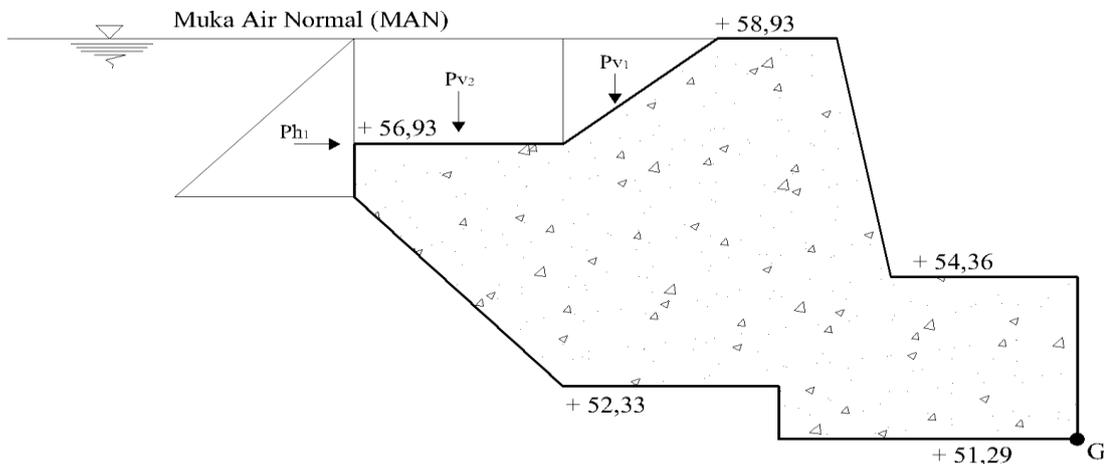
**Keterangan :** Pias diambil per 1,00 m panjang

**Tekanan Hidrostatik**

Tekanan hidrostatik merupakan gaya tekan air tetap yang terjadi pada tubuh *check dam* yang meliputi dua kondisi yaitu gaya hidrostatik pada saat kondisi air normal dan gaya hidrostatik pada saat kondisi air banjir.

**Tekanan hidrostatik saat kondisi air normal**

Tekanan hidrostatik pada saat kondisi air normal dihitung sedalam *check dam* yaitu 3,00 m dengan berat volume air ( $\gamma_w$ ) = 1,00 ton/m<sup>3</sup> dan tinjauan tiap 1 m lebar, bisa dilihat pada gambar 4.10 di bawah ini.



**Gambar 4 Diagram tekanan hidrostatik saat kondisi air normal pada penampang memanjang hidrolis check dam**

$$\begin{aligned}
 P_{v1} &= 0,50 \times \gamma_w \times \text{alas} \times \text{tinggi} \\
 &= 0,50 \times 1,00 \times 2,580 \times 2,00 \\
 &= 5,160 \text{ ton} \\
 P_{v2} &= \gamma_w \times \text{alas} \times \text{tinggi} \\
 &= 1,00 \times 3,500 \times 2,00 \\
 &= 7,000 \text{ ton} \\
 P_h &= 0,50 \times \gamma_w \times \text{alas} \times \text{tinggi} \\
 &= 0,50 \times 1,00 \times 3,000 \times 3,000 \\
 &= 4,500 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Untuk mempermudah perhitungan tekanan hidrostatik saat kondisi air normal digunakan menggunakan tabel berikut.

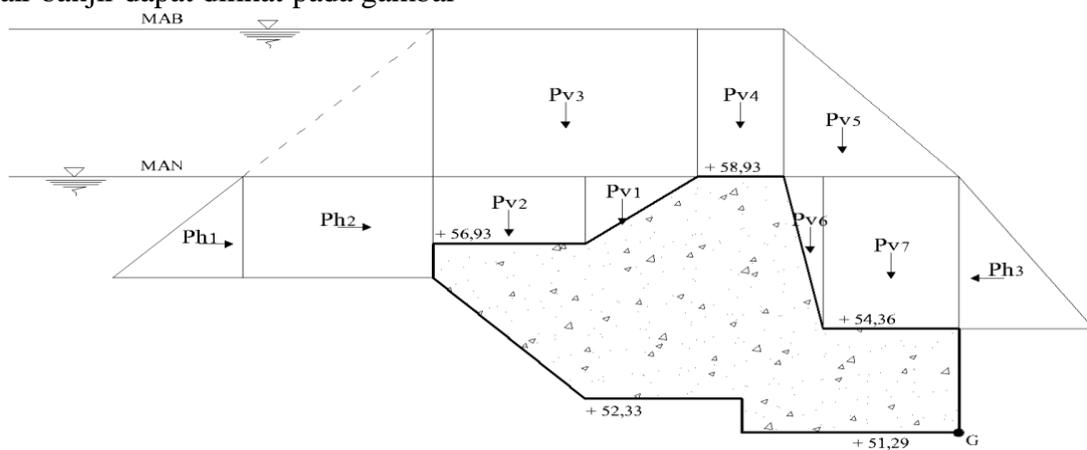
**Tabel 4 Perhitungan tekanan hidrostatik saat kondisi air normal**

No	Notasi	Alas (m)	Tinggi (m)	w (ton/m <sup>3</sup> )	Luas (m <sup>2</sup> )	P (ton)	
						Horisontal	Vertikal
1	P <sub>v1</sub>	2,580	2,000	1,000	2,580		2,580
2	P <sub>v2</sub>	3,500	2,000	1,000	7,000		7,000
3	P <sub>h</sub>	3,000	3,000	1,000	4,500	4,500	
<b>Jumlah</b>						<b>4,500</b>	<b>9,580</b>

**Keterangan :** Pias diambil per 1,00 m panjang

**Tekanan hidrostatik pada saat kondisi air banjir**

Perhitungan gaya hidrostatik kondias air banjir didasarkan pada saat tinggi air maksimum. Pada saat kondisi air ada dua macam arah pembebanan yaitu arah horisontal dan arah vertikal. Kondisi pada saat air banjir dapat dilihat pada gambar



**Gambar 5 Diagram tekanan hidrostatik saat kondisi air banjir pada penampang memanjang hidrolis check dam**

Perhitungan arah horisontal

$$\begin{aligned} Ph1 &= 0,50 \times \gamma_w \times \text{alas} \times \text{tinggi} \\ &= 0,50 \times 1,00 \times 3,000 \times 3,000 = 4,500 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Ph2 &= \gamma_w \times \text{alas} \times \text{tinggi} \\ &= 1,00 \times 4,370 \times 3,000 = 13,110 \text{ ton} \end{aligned}$$

Arah vertikal

$$\begin{aligned} Pv1 &= 0,50 \times \gamma_w \times \text{alas} \times \text{tinggi} \\ &= 0,50 \times 1,00 \times 2,580 \times 2,00 = 2,580 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Pv2 &= \gamma_w \times \text{alas} \times \text{tinggi} \\ &= 1,00 \times 3,500 \times 2,00 = 7,000 \text{ ton} \end{aligned}$$

**Tabel 5 Perhitungan tekanan hidrostatik saat kondisi air banjir**

No	Notasi	Alas (m)	Tinggi (m)	$\gamma_w$ (ton/m <sup>3</sup> )	Luas (m <sup>2</sup> )	P (ton)	
						Horisontal	Vertikal
1	Ph1	3,000	3,000	1,000	4,500	4,500	
2	Ph2	4,370	3,000	1,000	13,110	13,110	
3	Ph3	3,120	4,520	1,000	7,051	7,051	
4	Pv1	2,580	2,000	1,000	2,580		2,580
5	Pv2	3,500	2,000	1,000	7,000		7,000
6	Pv3	6,080	4,370	1,000	26,570		26,570
7	Pv4	2,000	4,370	1,000	8,740		8,740
8	Pv5	4,020	4,370	1,000	8,784		8,784
9	Pv6	0,900	4,520	1,000	2,034		2,034
10	Pv7	3,120	4,520	1,000	14,102		14,102
<b>Jumlah</b>						<b>24,661</b>	<b>69,810</b>

**Keterangan :** Pias diambil per 1,00 m panjang

### Tekanan Hidrodinamik

Tekanan hidrodinamik diakibatkan karena adanya pengaruh gempa, sama halnya dengan tekanan hidrostatik dihitung saat kondisi air normal dan banjir. Rumus *Zanglar* digunakan untuk menghitung tekanan ini.

#### Tekanan hidrodinamik saat kondisi air normal

Rumus untuk menghitung tekanan hidrodinamik arah horisontal dan vertikal adalah:

$$P_{dh} = \frac{1}{2} \times \eta \times C_m \times K \times \gamma_w \times H^2$$

$$P_{dv} = \frac{1}{2} \times \eta \times C_m \times K \times \gamma_w \times m \times H^2$$

Fondasi berupa alluvium sehingga  $n' = 1,56$  dan  $m' = 0,89$  Periode ulang gempa 20 tahun sehingga percepatan dasar gempa.

**Tabel 6 Koefisien  $n'$  dan  $m'$  berdasarkan jenis batuan**

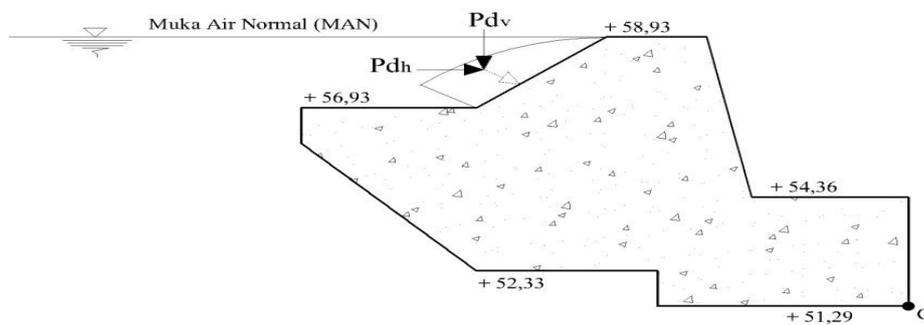
Jenis	$n'$	$m'$
Batu	2,76	0,71
Dilluvium	0,87	1,05
Alluvium	1,56	0,89
Alluvium Lunak	0,29	1,32

Sumber: Standar Perencanaan Irigasi KP - 06

**Tabel 7 Periode ulang dan percepatan dasar gempa, Periode Ulang Tahun (gal = cm/detik<sup>2</sup>)**

Periode Ulang Tahun	(gal = cm/detik <sup>2</sup> )
20	85
100	160
500	225
1000	275

Sumber: Standar Perencanaan Irigasi KP - 06



**Gambar 6 Diagram tekanan hidrodinamik saat kondisi air normal pada penampang memanjang hidrolis *check dam***

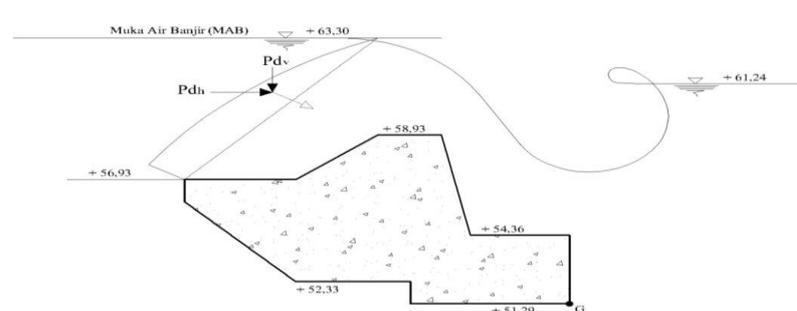
Tekanan hidrodinamik saat kondisi air banjir

Perhitungan tekanan hidrodinamik saat muka air banjir dapat digunakan tabel 4.15 di bawah ini:

**Tabel 8 Perhitungan tekanan hidrodinamik saat muka air banjir**

No	Notasi	$\eta$	$C_m$	$K$	$m$	$\gamma_w$ (Ton/m <sup>3</sup> )	$h$ (m)	$P_d$ (Ton)
1	$P_{dh}$	0,84	0,37	0,123	1,30	1,00	4,37	0,365
2	$P_{dv}$	0,84	0,37	0,123	1,30	1,00	4,37	0,475

Keterangan : Pias diambil per 1,00 m panjang



**Gambar 7 Diagram tekanan hirodinamik saat kondisi air banjir pada penampang memanjang hidrolis *check dam***

**Tekanan Ke Atas (*Uplift*)**

Bangunan penahan sedimen mendapat tekanan air tidak hanya dari permukaan luar saja, tetapi juga pada dasarnya yaitu berupa tekanan ke atas. Gaya ini menimbulkan berkurangnya berat efektif bangunan di atasnya. Tekanan air di bawah tanah menyebabkan gaya tekan ke atas di bawah bendung. Tekanan ini dihitung dengan cara membagi beda tinggi energi pada *check dam* sesuai dengan panjang relatif di sepanjang fondasi. Besarnya tekanan tersebut dipengaruhi oleh beda tinggi air di hulu dan di hilir *check dam*. Tekanan air di bawah *check dam* dihitung dengan metode *Lane*. *Lane* menyatakan efek dari panjang rayapan horisontal sebesar 1/3 dari panjang rayapan vertikal. Tekanan pada titik sudut tersebut dapat dihitung dengan rumus berikut.

**KESIMPULAN DAN SARAN**

1. Dengan debit banjir rencana kala ulang 25 tahun ( $Q_{25}$ ), didapat dimensi bangunan penahan sedimen (*check dam*) yaitu lebar mercu 15,00 m, tinggi jagaan pada peluap 1,20 m, tinggi muka air banjir rencana di hulu 6,37 m, tinggi muka air banjir rencana di hilir 6,88, lebar ambang peluap 2,00 m, tinggi mercu diukur dari lantai kolam olak 4,37 m, kemiringan *main dam* di hulu 1 : 1,30, kemiringan *main dam* di hilir 1 : 4,00, panjang lantai muka 12,50 m, tebal lantai kolam olak 3,00 m, tinggi tubuh *sub dam* 1,00 m, panjang kolam olak 19,00 m, kedalaman fondasi 1,00 m, lebar fondasi lantai muka 1,00 m, lebar fondasi *sub dam* 1,00 m, lebar fondasi *main dam* 5,00 m, dan lebar fondasi kolam olak 18,50 m.
2. Hasil perencanaan kaji ulang dengan perencanaan sebelumnya (*existing*) terdapat perbedaan dimensi sehingga terjadi deviasi di beberapa bagian yaitu tinggi muka air banjir rencana di hulu, tinggi muka air banjir rencana di hilir, tinggi tubuh *check dam*, tebal lantai kolam olak, panjang kolam olak dan dalam lantai kolam olak diukur dari mercu.
3. Untuk menentukan dimensi yang optimal dan aman berdasarkan stabilitas terhadap gaya geser, gaya guling, eksentrisitas dan daya dukung tanah dilakukan langkah- langkah perhitungan yang meliputi perhitungan hidrolis, perhitungan stabilitas *check dam*, perhitungan momen, dan langkah selanjutnya adalah menganalisis stabilitas *check dam* setelah didapatkan hasil dari perhitungan-perhitungan sebelumnya. Dan langkah-langkah perhitungan tersebut harus sesuai dengan standar tata cara perencanaan teknik bangunan penahan sedimen (SK SNI T -19- 1991-03).

Untuk menunjang kesimpulan, saran yang dapat disampaikan adalah sebagai berikut:

1. Dalam perancangan bangunan penahan sedimen diperlukan data-data yang lengkap dengan penelitian lapangan yang dilakukan secara sistematis dan menyeluruh dari disiplin ilmu terkait konstruksi bangunan air serta observasi di lokasi penelitian guna mendapatkan dimensi dan bentuk yang tepat.
2. Dalam perancangan bangunan penahan sedimen, semua perhitungan dan analisis stabilitas harus berdasarkan standar tata cara perencanaan teknik bangunan penahan sedimen agar hasil penelitian yang didapat optimal dan aman berdasarkan stabilitas terhadap gaya geser, gaya guling, eksentrisitas, daya dukung tanah dan berfungsi sesuai peruntukannya serta memiliki umur konstruksi yang panjang.

3. Untuk perancangan berikutnya alangkah baiknya menganalisis hidrologi dan analisis sedimen secara berkala dan menyeluruh, agar perancangan bangunan penahan sedimen dapat dilakukan dengan akurat sesuai dengan kondisi hidrologi dan sedimentasi di lapangan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Christadi, Hary, 2002. *Mekanika Tanah I*, Gadjah mada university press: Yogyakarta.
- Christadi, Hary, 2002. *Mekanika Tanah II*, Gadjah mada university press: Yogyakarta.
- Christady, Hary, 2010. *Analisis dan Perancangan Fondasi Bagian I*, Gadjah Mada University Press: Yogyakarta.
- Direktorat Jenderal Pengairan, 1986. *Standar Perencanaan Irigasi Bagian Bangunan Utama : (KP-02) Departemen Pekerjaan Umum*, CV. Galang Persada: Bandung.
- Direktorat Jenderal Pengairan, 1986. *Standar Perencanaan Irigasi Bagian Parameter Bangunan : (KP-06) Departemen Pekerjaan Umum*, CV. Galang Persada: Bandung.
- Direktorat Jenderal Pengairan, 1986. *Standar Perencanaan Irigasi Bagian Standar Penggambaran : (KP-07) Departemen Pekerjaan Umum*, CV. Galang Persada: Bandung.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1991. *Standar Tata Cara Perencanaan Teknik Bendung Penahan Sedimen SK SNI T - 19 -1991 - 03*, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum: Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1990. *Standar Tata Cara Perencanaan Umum Bendung SK SNI T - 02 -1990 - F*, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum: Jakarta.
- Dwi Sadi, Rino, 2016. *Kaji Ulang Bendung Penahan Sediman Waduk Karian*, FT UNTIRTA, Cilegon.
- Kodoatie, Robert J. dan Roestam Sjarief, 2008. *Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu Edisi Revisi*, Andi: Yogyakarta.
- Mulyadi, Udi, 2017. *Kaji Ulang Perencanaan Bendung Penahan Sedimen (Checkdam II) Di Hulu Waduk Karian Desa Cipanas Kabupaten Lebak*, FT UNBAJA, Serang.
- Sidharta, 1997. *Irigasi dan Bangunan Air*, Gunadarma: Jakarta.
- Soedarsono, 1998. *Tugas Dasar Perencanaan Bendung*, Teknik Sipil Politeknik PU – Politeknik ITB, Bandung.
- Soedarsono, 2006. *Irigasi dan Bangunan Air : Dasar-dasar Perencanaan Bendung Tetap*, Diktat Kuliah S-1 Jurusan Teknik Sipil, UNBAJA, Serang-Banten.
- Soenarno, 1972. *Perhitungan Bendung Tetap*. Dirjen Pengairan: Bandung.