

## ALTERNATIF METODE PERBAIKAN TRASHRACK (SARINGAN) INTAKE PLTA SINGKARAK

**Elfin Kurniawan**

UPDL BOGOR, PUSDIKLAT, PT PLN (PERSERO)  
Jl. Raya Puncak KM 72 Cibogo, Megamendung, Bogor, Jawa Barat  
elfin.k@pln.co.id, elfinkurniawan@gmail.com)

### Abstrak

Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) Singkarak merupakan salah satu unit pembangkit yang dioperasikan oleh PT PLN (Persero) Unit Induk Pembangkitan Sumatera Bagian Selatan, Unit Pelaksana Pembangkitan Bukittinggi dimana dapat membangkitkan tenaga listrik sebesar 175 MW atau sekitar 948 GWH per tahun. Dengan kapasitas pembangkit yang cukup besar dan berbiaya murah dalam proses produksinya, PLTA Singkarak merupakan tulang punggung system kelistrikan (sitem interkoneksi) Sumatera tepatnya Subsystem Sumatera Bagian Tengah (SumBagTeng). Telah terjadi kerusakan (jatuh) pada trash rack (saringan) Intake Malalo PLTA Singkarak yang diperkirakan akibat Gempa Bumi 30 September 2009 yang melanda Padang-Pariaman. Karena kerusakan trash rack maka operasional mesin pembangkit PLTA Singkarak mengalami gangguan. Untuk itu perlu dilakukan pengkajian dan mencari solusi untuk membuat desain baru saringan Intake Malalo tersebut agar Inflow yang masuk ke Head race Tunnel tersaring dan sampah dari Danau tidak mengganggu kinerja Mesin Pembangkit, yang tentunya desain baru trash rack tersebut lebih optimal dari head loss dan lebih daya yang di bangkitkan lebih besar. Dari kajian yang dilakukan di dapat desain trash rack baru mempunyai Head loss yang lebih kecil dari pada trash rack lama. Yaitu trash rack lama head loss 4,06 cm, trash rack Baru head loss 2,77 cm. Perbandingan antara trash rack eksisting dan trash rack baru jika dilihat dari sisi daya yang di bangkitkan PLTA singkarak adalah trash rack baru dengan head loss yang lebih kecil menghasilkan daya lebih besar dari pada trash rack eksisting sebesar 8.249 Watt (untuk sumbatan 0%) dan sebesar 3.303.340 Watt (untuk sumbatan 95%).

**Kata kunci:** PLTA Singkarak, trashrack (sarigan), Head loss, desain baru

### Abstract

The Singkarak Hydroelectric Power Plant (PLTA) is one of the generating units operated by PT PLN (Persero) Southern Sumatra Generation Main Unit, Bukittinggi Generation Implementation Unit which can generate electricity of 175 MW or around 948 GWH per year. With a large enough generating capacity and low cost in the production process, the Singkarak hydropower plant is the backbone of the Sumatran electricity system (interconnection system), to be precise the Central Sumatra Subsystem (SumBagTeng). There has been damage (fall) to the trash rack (sieve) of the Intake Malalo PLTA Singkarak which is thought to be due to the 30 September 2009 Earthquake that hit Padang-Pariaman. Due to the damage to the trash rack, the operation of the Singkarak hydropower plant was disrupted. For this reason, it is necessary to conduct an assessment and find a solution to create a new design for the Malalo Intake filter so that the inflow that enters the Head race tunnel is filtered and trash from the lake does not interfere with the performance of the Generating Engine, which of course the new design of the trash rack is more optimal than head loss and has more power. which is raised is bigger. From the studies conducted, it was found that the new trash rack design has a smaller head loss than the old trash rack. Namely the old trash rack head loss 4.06 cm, the new trash rack head loss 2.77 cm. The comparison between the existing trash rack and the new trash rack when viewed from the side of the power generated by the Singkarak hydropower plant is that the new trash rack with a smaller head loss produces more power than the existing trash rack of 8,249 Watts (for 0% blockage) and 3,303.340 Watts (for 95% occlusion).

**Keywords:** Singkarak hydro power plant, trashrack, working method, coverdamp, under water construction

### 1. PENDAHULUAN

PLTA Singkarak terletak di desa Asam Pulau, kecamatan Lubuk Alung, kabupaten

Pariaman, propinsi Sumatera Barat merupakan salah satu unit pembangkit yang dioperasikan oleh PT PLN (Persero) Unit Induk Pembangkitan Sumatera Bagian Selatan, Unit Pelaksana

Pembangkitan Bukittinggi dimana dapat membangkitkan tenaga listrik sebesar 175 MW atau sekitar 948 GWH per tahun dengan memanfaatkan sumber air dari danau Singkarak (PLTA type reservoir). Dengan kapasitas pembangkit yang cukup besar dan berbiaya murah dalam proses produksinya, PLTA Singkarak merupakan tulang punggung system kelistrikan (sitem interkoneksi) Sumatera tepatnya Subsystem Sumatera Bagian Tengah (SumBagTeng).

Setelah lebih dari 12 tahun beroperasi terjadi kerusakan (jatuh) pada trash rack (saringan) Intake Malalo PLTA Singkarak yang diperkirakan akibat Gempa Bumi 30 September 2009 yang melanda Padang-Pariaman.

Struktur trash rack pada Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) memiliki fungsi untuk menyaring dan menahan masuknya material yang berukuran besar kedalam water way PLTA, yang dapat menyebabkan kerusakan pada mesin pembangkit terutama pada penstock, spiral casing dan runner turbin PLTA. Trash rack terdiri dari susunan baja strip yang dipasang di intake PLTA[2], [3]. Segmen-segmen trash rack (saringan) tersebut jatuh ke dasar Intake Malalo PLTA Singkarak, akan mengakibatkan inflow air yang masuk dari intake tidak tersaring sehingga sampah dan material asing yang berasal dari danau Singkarak dapat bebas masuk ke Head Race Tunnel dan selanjutnya menuju mesin pembangkit dan tentunya akan mengakibatkan terganggunya operasional mesin pembangkit yang akhirnya berdampak pada produktifitas PLTA Singkarak dalam memikul beban Subsystem SumBagTeng.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut akan dilakukan kajian dan mencari solusi untuk mendesain atau memodifikasi saringan Intake Malalo tersebut agar Inflow yang masuk ke Head race Tunnel tersaring dan sampah dari danau tidak mengganggu kinerja Mesin Pembangkit.

## 2. METODOLOGI

Pembangkit listrik tenaga air bekerja dengan prinsip mengubah energi potensial yang tersimpan dalam air menjadi energi kinetik dan kemudian menjadi energi listrik. Rumus umum daya yang diperoleh dari pembangkit listrik tenaga air diberikan dalam formula (1).

$$P = \rho \cdot Q \cdot g \cdot h \cdot \eta \quad (1)$$

P adalah daya (watt); Q adalah kapasitas aliran (m<sup>3</sup>/s); ρ adalah densitas air (kg /m<sup>3</sup>); h adalah

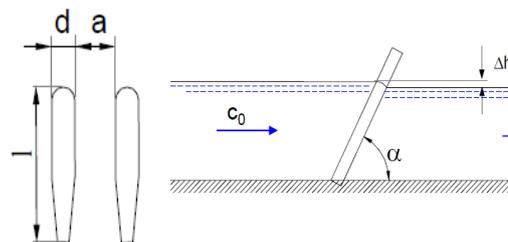
head (m);g adalah percepatan gravitasi (m/ s<sup>2</sup>); η adalah efisiensi.

Head loss (delta flow) yang disebabkan oleh trash rack intake untuk pembangkit listrik tenaga air dapat dihitung dengan menggunakan formula (2)

$$H_{sr} = K_1 K_2 \left( \frac{d}{a} \right)^{\frac{4}{3}} \frac{V_{sr}^2}{2g} \sin \alpha \quad (2)$$

Dimana Hsr adalah head loss yang diakibatkan oleh trash rack, d dan a tergantung dari dimensi trash rack seperti pada Gambar 1, α adalah sudut pemasangan trash rack, K1 adalah konstanta yang tergantung dari bentuk trash rack seperti terlihat pada Gambar 2, K2 adalah konstanta yang bergantung pada dimensi dan sudut pemasangan seperti pada Tabel 1, dan Vsr adalah kecepatan air yang masuk ke trash rack yang dihitung menggunakan formula (3)

$$V_{sr} = \frac{Q}{A_{netf}} \quad (3)$$



Gambar 1. Ilustrasi dimensi dan pemasangan Trash rack

K <sub>1</sub>	2,5	1,8	1,7	1,1	0,9	0,8	1,8

Gambar 2. Nilai K1 untuk bermacam bentuk Trash rack

Tabel 1  
 Nilai K2 untuk dimensi dan sudut

d/a	0,8	0,6	0,4	0,2
δ				
0°	1,00	1,00	1,00	1,00
20°	1,18	1,24	1,31	2,24
40°	1,52	1,75	2,10	5,70
60°	2,62	3,26	4,40	

Kehilangan Daya (Ploss) yang ditimbulkan oleh pemasangan rak sampah kemudian dapat dihitung menggunakan formula (1) dengan menukar nilai head dengan nilai headloss. Kehilangan energi (Eloss) dan hilangnya kesempatan pendapatan (Revenue loss) selanjutnya dapat dihitung dengan menggunakan formula (4) dan formula (5)

$$E_{loss} = P_{loss} \cdot T \quad (4)$$

$$Revenue_{loss} = E_{loss} \cdot Price \quad (5)$$

Dengan T adalah periode perhitungan kehilangan energi dan Price adalah harga jual energi dari PLTA ke off-taker

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

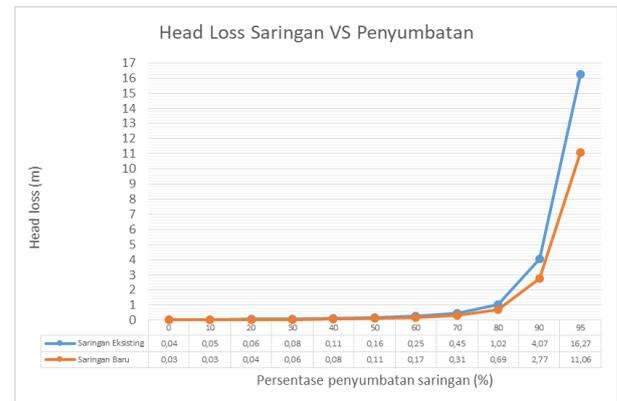
Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dampak perubahan saringan dari strip saringan berbentuk persegi pada desain sebelumnya menjadi strip saringan berbentuk bulat pada desain baru. Dimensi dan sudut penempatan saringan beserta debit aliran air disajikan pada Tabel 2.

**Tabel 2**  
**Dimensi dan sudut penempatan saringan dan laju aliran air**

ITEM	Desain Lama	Desain Baru
Desain strip saringan	Rectangular end	Round end
$K_1$	2.5	1.7
Dimensi strip saringan	90mm x 15mm	90mm x 15mm
Jarak antar strip	40mm	40mm
Thickness (d)/distance (a) of strip: 15mm/40mm	0.375	0.375
Outlet Area	9.5m x 11m	9.5m x 11m
Trash rack coverage area (0,015 x 9,5 x 199) + (0,03 X 11 X 12) + (4,5 X 11)	34,84 m <sup>2</sup>	34,84 m <sup>2</sup>
Outlet nett area ( $A_{nett}$ )	69,66 m <sup>2</sup>	69,66 m <sup>2</sup>
Water flow rate (Q)	77 m <sup>3</sup> /s	77 m <sup>3</sup> /s

Water flow angle relative to trash rack	0°	0°
$K_2$ value	1.0	1.0
Trash rack installation angle ( $\alpha$ )	75°	75°
Gravitational acceleration (g)	9,81 kg/m <sup>2</sup>	9,81 kg/m <sup>2</sup>

Dengan menggunakan formula (2) dan formula (3) yang diberikan di atas, kita dapat menghitung kehilangan tekanan untuk desain stri saringan lama dan baru dengan asumsi tidak ada penutup dari sampah atau kotoran masing-masing menjadi 4,06 cm dan 2,77 cm. Dari perhitungan ini kita dapat melihat bahwa terdapat sedikit penurunan pada head loss yang dihitung untuk desain saringan yang baru dibandingkan dengan desain saringan yang lama. Meski terlihat tidak signifikan, perbedaan head loss akan lebih tinggi jika saringan terhalang oleh puing-puing yang tersangkut di saringan. Head loss yang disebabkan oleh saringan untuk desain saringan lama dan baru ditunjukkan pada gambar 3.



**Gambar 3. Grafik perbandingan penyumbatan saringan dan head loss yang dihasilkan**

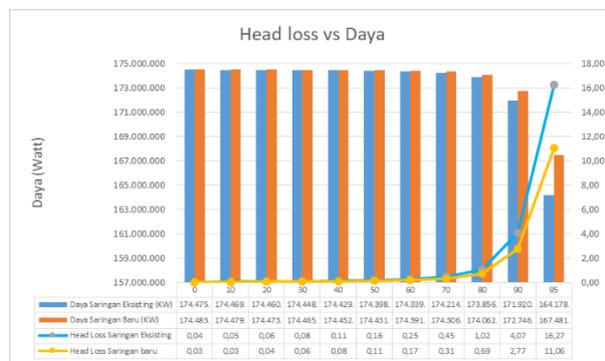
Pada gambar 3 menunjukkan bahwa head loss minimal (tanpa sumbatan) saringan eksisting adalah sebesar 0,0406 m dan head loss ketika terjadi sumbatan 95% yang diakibatkan oleh sampah maka head loss yang akan terjadi sebesar 16,27 m.

Dan pada gambar 3 menunjukkan bahwa head loss minimal (tanpa sumbatan) saringan eksisting adalah sebesar 0,0277 m dan head loss ketika terjadi sumbatan 95% yang diakibatkan oleh sampah maka head loss yang akan terjadi sebesar 11,06 m

Dari sudut pandang lain headloss yang disebabkan oleh saringan juga dapat diterjemahkan menjadi kehilangan daya dan hilangnya pendapatan dari listrik yang tidak terjual. Dengan menggunakan rumus (1) dan asumsi yang diberikan pada Tabel 3, daya yang dihasilkan oleh PLTA Singkarak untuk desain saringan lama dan baru dan untuk persentase penyumbatan saringan yang berbeda diberikan pada Gambar 4. Bersama dengan daya yang dihasilkan, Gambar 4 juga memberikan dampak desain saringan yang berbeda dan persentase penyumbatan terhadap pendapatan PLTA Singkarak.

**Tabel 3**  
**Asumsi untuk daya yang dihasilkan dan pendapatan per jam oleh PLTA Singkarak**

Berat jenis Air ( $\rho$ )	1000 kg/m <sup>3</sup>
Debit air (Q)	77 m <sup>3</sup> /s
Spesifik Gravitasi (g)	9.8 m/s <sup>2</sup>
Design head (h)	275 m
System efficiency ( $\eta$ )	92.5 %
Harga listrik	Rp 1030 / kWh



**Gambar 4. Grafik perbandingan head loss dan Daya yang dihasilkan PLTA Singkarak**

Dari gambar 4 menunjukkan bahwa pada saringan eksisting dengan head loss yang terkecil PLTA Singkarak dapat membangkitkan daya sebesar 174.475.424 Watt sedangkan untuk desain saringan baru dengan head loss terkecil PLTA Singkarak membangkitkan daya sebesar 174.483.673 Watt, atau dengan kata lain dengan desain saringan baru daya yang bisa di bangkitkan PLTA Singkarak meningkat 8.249 Watt.

Dan dari grafik di atas menunjukkan bahwa jika terjadi peningkatan sumbatan yang di akibatkan sampah maka daya yang akan di bangkitkan PLTA Singkarak akan menjadi turun. Dapat di lihat pada gambar 4 , dengan sumbatan sebesar 90% maka daya yang di bangkitkan PLTA ingkarak turun menjadi 172.746.339 Watt atau turun sebesar 1.737.334 Watt.

#### 4. KESIMPULAN

Dari bab Pembahasan dan hasil, ada beberapa hal yang dapat disimpulkan dari kajian ini sebagai berikut :

- Mendapatkan desain trash rack baru yang mempunyai Head loss yang lebih kecil dari pada trash rack lama. Yaitu trash rack lama head loss 4,06 cm , trash rack Baru head loss 2,77 cm.
- Untuk kondisi jika terjadi sumbatan pada trash rack eksisting akibat sampah sampai dengan 95%, maka didapat head loss maksimal sebesar 16,27 m.
- Dan jika di konversikan dengan daya yang di bangkitkan, maka PLTA singkarak pada saat sumbatan 95% hanya bisa membangkitkan 164.178.391 Watt atau 164 MW dari total kapasitas PLTA sebesar 175 MW.
- Untuk kondisi jika terjadi sumbatan pada trash rack baru akibat sampah sampai dengan 95%, maka didapat head loss maksimal sebesar 11,06 m.

Dan jika di konversikan dengan daya yang di bangkitkan, maka PLTA singkarak pada saat sumbatan 95% hanya bisa membangkitkan 167.481.731 Watt atau 167 MW dari total kapasitas PLTA sebesar 175 MW.

- Perbandingan antara trash rack eksisting dan trash rack baru jika dilihat dari sisi daya yang di bangkitkan PLTA singkarak adalah trash rack baru dengan head loss yang lebih kecil menghasilkan daya lebih besar dari pada trash rack eksisting sebesar 8.249 Watt (untuk sumbatan 0%) dan sebesar 3.303.340 Watt (untuk sumbatan 95%).

#### DAFTAR PUSTAKA

[1]C. Zarfl, A. E. Lumsdon, J. Berlekamp, L. Tydecks, and K. Tockner, "A global boom in hydropower dam construction," *Aquat. Sci.*, vol. 77, no. 1, pp. 161–170, 2014, doi: 10.1007/s00027-014-0377-0.

[2]H. T. Falvey and J. H. Weldon, "Case Study: Dillon Dam Trashrack Damage," *J. Hydraul. Eng.*, vol. 128, no. 2, pp. 144–150, 2002, doi:

- 10.1061/(asce)0733-9429(2002)128:2(144).
- [3] L. P. Nascimento, J. B. C. Silva, and V. Di Giunta, "Damage of hydroelectric power plant trash-racks due to fluid-dynamic exciting frequencies," *Lat. Am. J. Solids Struct.*, vol. 3, no. 3, pp. 223–243, 2006.
- [4] S. P. Clark, J. M. Tsikata, and M. Haresign, "Experimental study of energy loss through submerged trashracks," *J. Hydraul. Res.*, vol. 48, no. 1 EXTRA ISSUE, pp. 113–118, 2010, doi: 10.1080/00221680903566026.
- [5] A. Technology and M. Fike, "Economical Optimization of a Trashrack Design for a Hydropower Plant," *J. Trends Dev. Mach. Assoc. Technol.*, vol. 17, no. 1, pp. 161–164, 2013.
- [6] N. R. Josiah, H. P. S. Tissera, and K. P. P. Pathirana, "An Experimental Investigation of Head loss through Trash Racks in Conveyance Systems," *Eng. J. Inst. Eng. Sri Lanka*, vol. 49, no. 1, p. 1, 2016, doi: 10.4038/engineer.v49i1.6913.