

KAJIAN TEKNIS CURVE NUMBER MENGGUNAKAN METODE MUSLE UNTUK MENGETAHUI LAJU SEDIMENTASI DI CENTRAL SEDIMENT SUMP, PT BUMI SUKSESINDO, BANYUWANGI, JAWA TIMUR

Reza Aryanto¹, Regita Cahyani²

¹Dosen, Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Kebumihan dan Energi, Universitas Trisakti

²Mahasiswa, Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Kebumihan dan Energi, Universitas Trisakti
email : ¹reza.aryanto@trisakti.ac.id, ²regitacahyani20@yahoo.com

ABSTRAK

Tingginya sedimentasi pada *Central Sediment Sump* mengakibatkan jumlah *Total Suspended Solid (TSS)* meningkat dari 200 mg/L menjadi 745 mg/L, sehingga interval waktu pengerukan pada sump menjadi lebih singkat. Oleh sebab itu, mengecilnya volume *sediment sump* membuat air meluap dari *sediment sump* menuju ke pantai. Tujuan penelitian ini untuk menentukan dimensi saluran terbuka dan kebutuhan gorong – gorong agar mampu menampung debit limpasan pada curah hujan yang tinggi, pembuatan penahan sedimen yang juga dapat berguna untuk memperkecil kecepatan aliran pada saluran terbuka, dan mengetahui kemampuan pompa untuk memompa air limpasan pada sump agar dapat mengurangi *TSS* pada *sump*. Penelitian ini dilakukan dengan perhitungan data – data yang diperoleh menggunakan pendekatan kuantitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa volume sedimen pada *Pit A Sediment Sump* adalah 111,3 ton/ha/hari hujan dengan waktu pengerukan selama 1 hari sekali sedangkan pada *Central Sediment Sump* adalah 39,11 ton/ha/hari hujan dengan waktu pengerukan selama 1 hari sekali. Dengan rekomendasi pembuatan penahan sedimen atau pematah arus, volume sedimen berkurang menjadi 105,19 ton/ha/hari hujan dan 35,75 ton/ha/hari hujan dengan waktu pengerukan 3 hari dan 10 hari sekali. Pematah arus tersebut juga mampu memperkecil kecepatan aliran air pada saluran terbuka yaitu 23,1 m/det menjadi 0,21 m/det. Dibutuhkan 1 buah gorong-gorong di jalur *Pit A Sediment Sump* dan 4 buah gorong-gorong pada *Central Sediment Sump* agar mampu menampung debit air limpasan yang besar, serta 3 buah pompa pada *Pit A Sediment Sump* dan *Central Sediment Sump* mampu memompa air limpasan yang tertampung di sump untuk mengurangi waktu *TSS* mengendap di sump.

Kata-kata kunci: Sedimentasi, Sistem Penyaliran, Saluran Terbuka, Gorong – Gorong

PENDAHULUAN

PT Bumi Suksesindo (PT BSI) merupakan perusahaan yang melakukan penambangan emas dan mineral pengikutnya dengan metode penambangan terbuka. PT Bumi Suksesindo beroperasi di Bukit Tujuh yang terletak di kawasan Gunung Tumpang Pitu. Pada tambang terbuka, tingginya intensitas curah hujan dapat mempengaruhi proses terjadinya erosi yang akan, menyebabkan sedimentasi sebagai salah satu permasalahan yang sering terjadi. Sedimentasi merupakan masalah penting karena selain menyebabkan pendangkalan pada sungai, saluran – saluran irigasi, juga dapat menyebabkan pendangkalan di pantai dan perubahan garis pantai. Dengan adanya endapan sedimen yang relatif besar maka akan menyebabkan kerugian akibat berkurangnya tampungan, karena terjadi pendangkalan pada tempat penampung (Krisnayanti and Udiana, 2018).

Kondisi diatas juga terjadi pada *sediment sump* di PT Bumi Suksesindo, dimana *sediment sump* merupakan tempat menampung air limpasan dari tambang dan *Central Waste Dump*, kemudian akan dialirkan menuju ke *Environmental Control Dam*. Karena tingginya curah hujan dan adanya air limpasan yang masuk, menyebabkan adanya material yang terbawa menuju *sump* sehingga mengakibatkan terjadinya pendangkalan pada *Central Sediment Sump* yang disebabkan oleh sedimentasi. Tingginya sedimentasi juga diakibatkan oleh *Total Suspended Solid (TSS)* yang tinggi.

Hal tersebut juga menyebabkan waktu pengerukan yang singkat pada *sump* dan membutuhkan persediaan alat yang memadai untuk dilakukan pengerukan sedimen. Jika sedimentasi ini dibiarkan terus menerus, maka air limpasan akan mengakibatkan mengecilnya volume *sediment sump* dan membuat air yang bercampur

dengan lumpur akan meluap dari *sediment sump* menuju ke pantai. Hal tersebut dapat membuat pendangkalan di pantai dan membuat air laut menjadi keruh, karena air limpasan yang terkena pengaruh kegiatan penambangan harus melewati pengolahan air limpasan terlebih dahulu sebelum keluar menuju badan air seperti laut ataupun sungai (Kementrian Lingkungan, 2004). Penanganan lumpur dapat dilakukan dengan cara optimalisasi pada saluran terbuka dengan membuat suatu penahan sedimen.

METODELOGI

Tahap Pengumpulan Data

- a. Data Primer :
 1. Debit pompa aktual
 2. Jenis, RPM, dan jumlah pompa
 3. *Density* lumpur di *Pit A Sediment Sump* dan *Central Sediment Sump*
 4. pH di *Pit A Sediment Sump* dan *Central Sediment Sump*
- b. Data Sekunder :
 1. Data curah hujan dari tahun 2014 – 2018 (Departemen Environmental)
 2. Peta topografi (Departemen Survey)
 3. Volume aktual *Pit A Sediment Sump* dan *Central Sediment Sump* (Departemen Survey)
 4. Dimensi aktual saluran terbuka dan gorong-gorong (Departemen Survey)
 5. Diameter pipa HDPE (PT Madhani Talatah Nusantara)
 6. Jam kerja pompa (PT Madhani Talatah Nusantara)
 7. TSS, dan logam berat lainnya (Departemen Environmental)

Pengolahan Data

- a. Penentuan Daerah Tangkapan Hujan
- b. Penentuan Curah Hujan
- c. Penentuan Intensitas Hujan
- d. Penentuan Debit Air Limpasan
- e. Penentuan *Density* Lumpur
- f. Penentuan Laju Sedimentasi
- g. Penentuan Dimensi Saluran Terbuka

TINJAUAN PUSTAKA

a. Laju Sedimentasi

Hasil sedimen adalah besarnya sedimen yang berasal dari erosi yang terjadi di *catchment area* yang diukur pada periode waktu tertentu dan tempat tertentu. Keberadaan sedimen yang berlebih dapat menimbulkan masalah berkurangnya kapasitas tampung *sump* sehingga mengalami pendangkalan dan berkaitan dengan penurunan kualitas air. Komponen untuk mengetahui laju sedimentasi adalah sebagai berikut :

1. Faktor erodibilitas Tanah

Erodibilitas tanah adalah nilai kepekaan tanah terhadap erosi, yakni sifat mudah tidaknya tererosi.

2. Panjang dan Kemiringan Lereng

Panjang dan kemiringan lereng (LS) adalah satu kesatuan dari faktor bentuk lahan dalam memperkirakan laju erosi yang akan terjadi.

3. Faktor Pengelolaan Tanaman dan Konservasi Tanah

Faktor pengelolaan tanaman (C) merupakan faktor penutup oleh tanaman dan pengelolaan tanaman, yaitu perbandingan antara besarnya erosi dari suatu bidang tanah dengan tanaman penutup yang disertai pengelolaan tanaman tertentu terhadap besarnya erosi dari tanah yang identik tapi tanpa tanaman. Sedangkan faktor konservasi tanah (P) merupakan faktor praktis pengontrol erosi atau faktor tindakan khusus konservasi tanah, yaitu perbandingan antara besarnya erosi dari suatu tanah yang diberi tindakan perlakuan konservasi, terhadap besarnya erosi dan tanah yang diolah searah lereng dalam kondisi yang identik.

b. Saluran Terbuka

Saluran terbuka merupakan saluran yang akan menampung air dan mengalirkan air tersebut menuju ke kolam penampungan ataupun saluran.

HASIL DAN DISKUSI

Tabel-1 dan 2 merupakan laju sedimentasi pada *Pit A Sediment Sump* dan *Central Sediment Sump*. Parameter yang mempengaruhi laju sedimentasi meliputi hari kejadian hujan, kondisi hidrologi tanah yang diperoleh dari tekstur tanah, faktor erodibilitas tanah yang diperoleh dari jenis tanah, panjang lereng, kemiringan lereng, dan faktor penggunaan lahan serta pengolahan tanah. Faktor erodibilitas tanah yang diketahui dari jenis tanah pada PT Bumi Suksesindo yaitu jenis tanah latosol coklat kemerahan dan litosol sebesar 0,075. Laju sedimentasi dapat diketahui pada setiap kejadian hujan. Berdasarkan laju sedimentasi yang telah dihitung, dapat diketahui waktu pengerukan rata-rata di *Pit A Sediment Sump* dan *Central Sediment Sump* adalah 1 hari. Berdasarkan hal tersebut, waktu pengerukan sedimen harus diperlambat, karena kebutuhan alat *excavator long arm*, keterbatasan area sekitar *sump* yang digunakan sebagai *dry pad* untuk menampung hasil pengerukan sedimen, dan saat lumpur sudah kering akan

diangkut menuju ke *Central Waste Dump*. Apabila sedimen tersebut tidak dikeruk, maka air yang ada pada *sump* akan meluap (*overflow*) menuju ke laut dan menyebabkan kekeruhan serta pendangkalan pada tepi pantai. Hal tersebut dapat diatasi dengan memasang suatu penahan sedimen pada saluran terbuka.

Tabel-1. Laju Sedimentasi di *Pit A Sediment Sump*

Tahun	Bulan	Laju Sedimentasi Prediksi (ton/ha/hari hujan)	Waktu Pengerukan (Hari)
2018	Januari	8,11	1
	Februari	6,31	
	Maret	4,49	
	November	5,46	
	Desember	5,09	
2019	Januari	6,01	1
	Februari	3,88	
	Maret	6,89	

Tabel-2. Laju Sedimentasi di *Central Sediment Sump*

Tahun	Bulan	Laju Sedimentasi Prediksi (ton/ha/hari hujan)	Waktu Pengerukan (Hari)
2018	Januari	2,85	1
	Februari	2,22	
	Maret	1,58	
	November	1,92	
	Desember	1,79	
2019	Januari	2,12	1
	Februari	1,36	
	Maret	2,41	

Tabel-3 dan 4 merupakan dimensi saluran terbuka dan jarak pematah arus (penahan sedimen) pada *Pit A Sediment Sump* dan *Central Sediment Sump*. Diperoleh hasil bahwa kemiringan lapangan lebih dari kemiringan saluran. Oleh karena itu berdasarkan Pedoman Perencanaan Drainase Jalan, harus dipasang pematah arus agar dapat memperlambat arus air yang melewati saluran terbuka.

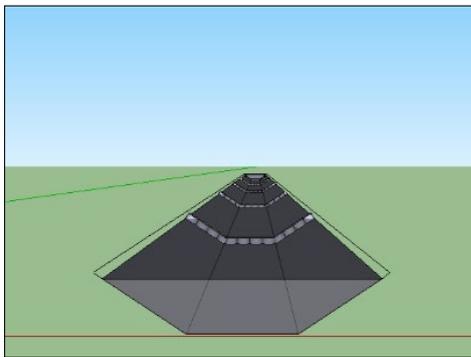
Gambar-1 dan 2 menunjukkan rancangan saluran terbuka yang diberi pematah arus (penahan sedimen). Pemasangan pematah arus yang dipilih adalah dengan menyusun batu – batuan. Agar dapat sekaligus digunakan sebagai pematah arus, terdapat spesifikasi tertentu dari batuan yang digunakan yaitu batu yang digunakan berbentuk bundar ataupun persegi, keras dan tidak mudah lapuk, pasangan batu harus berukuran 5 – 7,5 cm, berat jenis batuannya paling sedikit 2,5 gr/cm³, dan batuan tersebut tidak mencemari. Kapasitas dari penahan sedimen yang menggunakan batu – batuan ini, setiap 20 m jarak pematah arus, maka setiap ha yang akan ditampung oleh penahan sedimen tersebut. Apabila sedimen menumpuk pada pematah arus, maka sedimen tersebut dapat dibersihkan dengan menyemprotkan sedimen tersebut menggunakan *water tank* dan dilakukan pengerukan pada saluran terbuka. Sedimen yang telah disemprot akan tertahan di saringan yang ditempatkan di ujung saluran terbuka. Saringan tersebut berukuran 400 mesh yang disesuaikan dengan diameter butiran lempung yaitu 0,039 mm.

Tabel-3. Saluran Terbuka di *Pit A Sediment Sump & Central Sediment Sump*

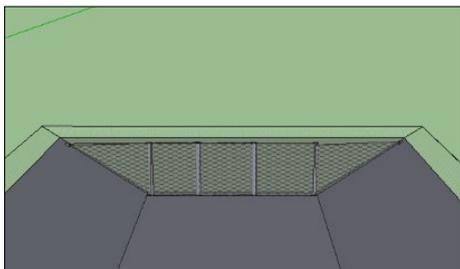
Saluran	Lebar Atas (m)	Lebar Bawah (m)	Tinggi Jagaan (m)
Jalan PASS	0,8	0,4	0,04
Saluran MSP	1,5	0,9	0,06
Saluran PCHR	1	0,6	0,04

Tabel-4. Pematah Arus

Saluran	Tinggi Air Maksimum (m)	Panjang Saluran (m)	Jarak Pematah Arus (m)
Jalan PASS	0,2	368,82	4,6
			7,4
			9,2
			10,5
			12,3
Tabel 4. Pematah Arus (Lanjutan)			
Saluran MSP	0,3	1.259,01	15,7
			25,2
			31,5
			36
			42
Saluran PCHR	0,2	330,39	4,1
			6,6
			8,3
			9,4
			11



Gambar-1. Rancangan Saluran Terbuka



Gambar-2. Rancangan Saluran Terbuka

Tabel-5. merupakan waktu pengerukan di *Pit A Sediment Sump* dan *Central Sediment Sump* setelah dilakukan pemasangan penahan sedimen. Waktu pengerukan yang diperoleh semakin lama. Hal ini berguna untuk mengefisiensi sinkronisasi alat pengerukan sedimen dengan waktu pengerukan.

Tabel-5. Waktu Pengerukan Sedimen

Luas Area (Ha)	Kemampuan Pematah Arus (Ha)	Sisa Sedimen (ton/ha/hari hujan)	Waktu Pengerukan (Hari)
36,42 (PASS)	2	105,19	3
93,1 (CSS)	8	35,75	10

PERSAMAAN MATEMATIKA

Laju sedimentasi yang disebabkan oleh kejadian hujan dapat dihitung menggunakan metode *MUSLE (Modified Universal Soil Loss Equation)*, yakni sebagai berikut (William W, 1982)

$$S_y = a (Q.qp)^b \cdot K \cdot LS \cdot CP \tag{1}$$

Nilai LS dapat dihitung dengan persamaan (Wischmeier and D, 1978)

$$LS = \frac{65s^2L'}{s^2+10000} + \frac{4,6sL'}{(s^2+10000)^{0,5}} + 0,065 L' \tag{2}$$

$$L' = \left(\frac{L}{22,1}\right)^m \tag{3}$$

Dimensi saluran terbuka bentuk trapesium, dihitung dengan persamaan hidrolika saluran terbuka (Departemen Pekerjaan Umum, 2006)

Lebar Atas (T) = $b + 2 \cdot Z$
 Lebar Bawah (B) = $2 \cdot Z$
 Faktor Kemiringan = $1 : 1 \rightarrow z = h$
 $1 : 1,5 \rightarrow z = 1,5 \cdot h$
 $1 : 2 \rightarrow z = 2h$

Luas (F) = $(b + z) \times h$
 Jari – jari Hidrolis (R) = $\frac{(b+z) \times h}{b+2h \sqrt{(1+z^2)}}$

Keliling Zona Basah (P) = $b + 2h \cdot \sqrt{(1 + z^2)}$ (4)

Dimensi saluran penampang terbuka dibuat berdasarkan debit air limpasan pada saluran. Untuk menentukan debit aliran pada saluran terbuka dihitung dengan persamaan “*Manning*”

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \times A \tag{5}$$

$$Q = F \times V \tag{6}$$

KESIMPULAN

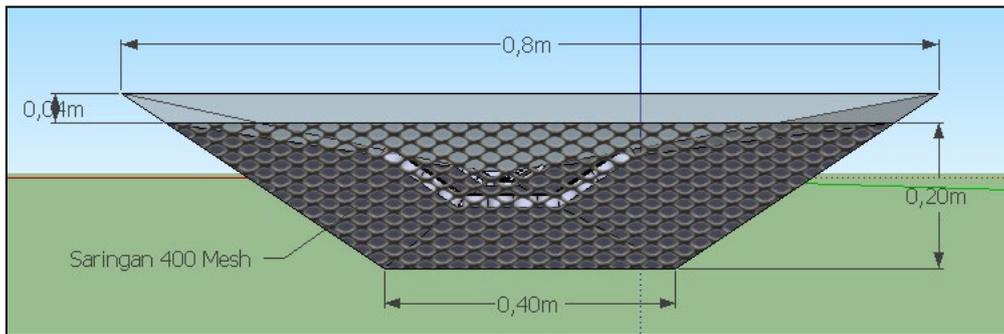
Besar laju sedimentasi pada *Pit A Sediment Sump* adalah 111,30 ton/ha/hari hujan, dengan sisa sedimen saat dipasang penahan arus menjadi 105,19 ton/ha/hari hujan. Sedangkan pada *Central Sediment Sump* adalah 39,11 ton/ha/hari hujan, dengan sisa sedimen menjadi 35,75 ton/ha/hari hujan.

Pada saluran masing – masing saluran terbuka harus diberi pematah arus agar dapat memperkecil kecepatan aliran pada saluran terbuka dengan ukuran batuan yang digunakan berukuran sebesar 7 cm dan berat jenis minimum 2,5 gr/cm³. Dan kebutuhan gorong – gorong pada *Pit A Sediment Sump* diperlukan 1 gorong – gorong dengan kapasitas 1,65 m³/detik, sedangkan pada *Central Sediment Sump* memerlukan 4 gorong – gorong dengan kapasitas 1,09 m³/detik.

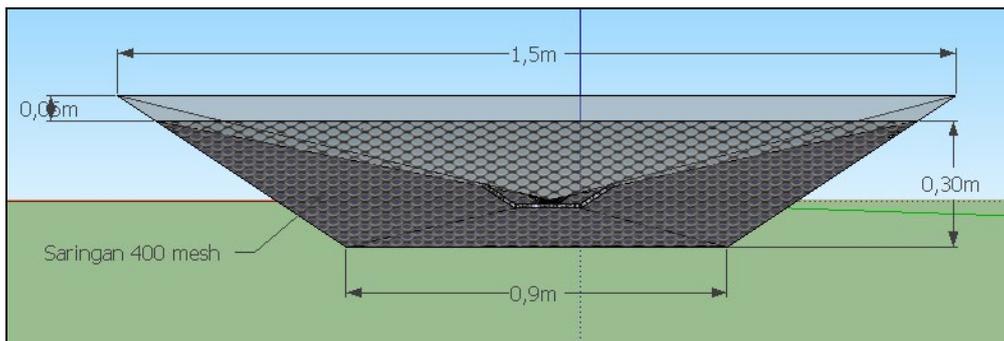
Waktu pengerukan sedimen pada *Pit A Sediment Sump* adalah selama 1 hari, dan setelah pemasangan penahan sedimen waktu pengerukan bertambah menjadi 3 hari sekali. Sedangkan pada *Central Sediment Sump* waktu pengerukan selama 1 hari dan bertambah menjadi 10 hari sekali setelah pemasangan penahan sedimen.

DAFTAR PUSTAKA

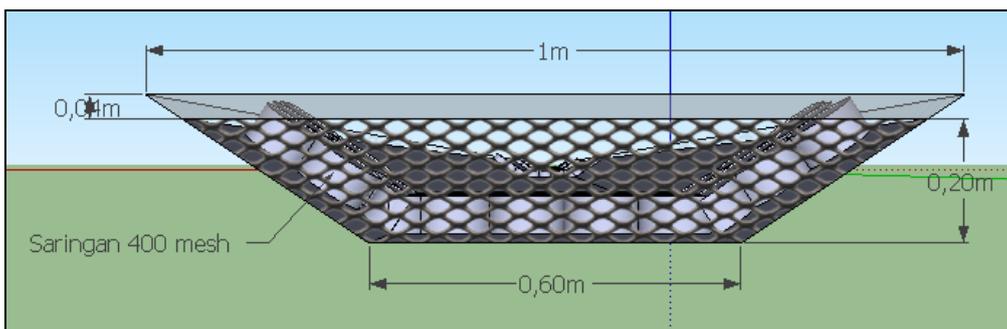
- [1] Arsyad (1989): Konservasi Tanah dan Air (IPB, Ed.), UPT Produksi Media Informasi Lembaga Sumberdaya, Bogor, 50.
- [2] Departemen Kehutanan (2017): Jenis Tanah, retrieved from internet: <http://gis.banyuwangikab.go.id/>.
- [3] Departemen Pekerjaan Umum (2006): Pedoman Konstruksi dan Bangunan Perencanaan Sistem Drainase Jalan, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- [4] Direktorat Pembinaan Jalan (1990): Petunjuk Desain Drainase Permukaan Jalan (Departemen Pekerjaan Umum, Ed.), Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- [5] Dirjen Minerba (2018): Petunjuk Pengendalian Erosi II, Dirjen Minerba, Jakarta.
- [6] Krisnayanti, D. S., and Udiana, I. M. (2018): Pendugaan Erosi dan Sedimentasi Menggunakan Metode USLE dan MUSLE Pada DAS Noel-Puames, Teknik Sipil, 7.
- [7] Suripin (2004): Sistem Drainase Yang Berkelanjutan, Penerbit PT Pradnya Paramita, Jakarta.
- [8] William W (1982): Sedimentation and Accumulation of organic carbon in the Angola Basin and on Walvis Ridge: Preliminary results of Deep Sea Drilling Project Leg 75, Teknik Geologi, 93.
- [9] Wischmeier, and D, S. (1978): Predicting Rainfall Erosion Losses A Guide to Conservation Planning (Agricultur), United States Departement of Agriculture, United States.



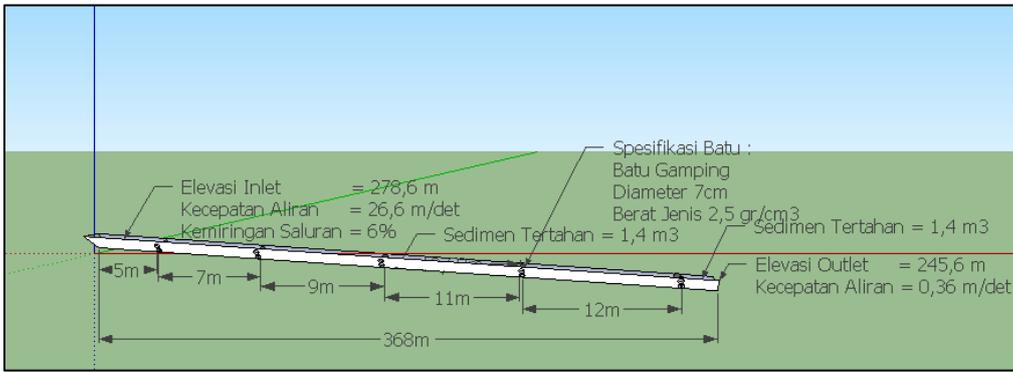
Gambar-3. Dimensi Saluran Terbuka di *Pit A Sediment Sump*



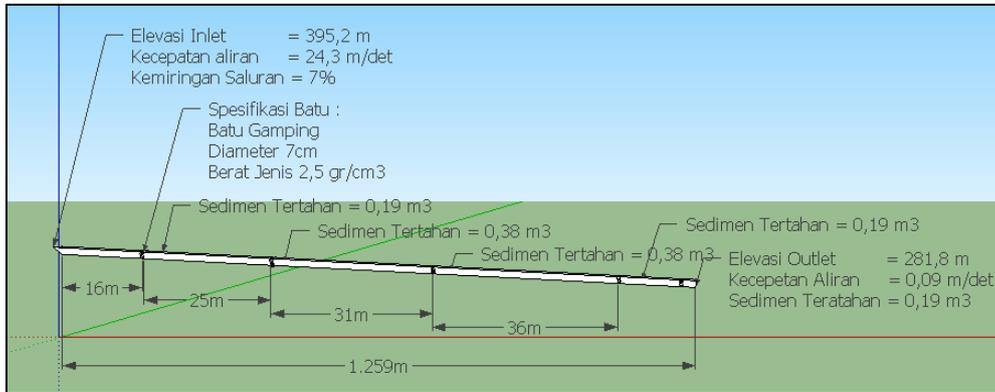
Gambar-4. Dimensi Saluran Terbuka di *Central Sediment Sump*



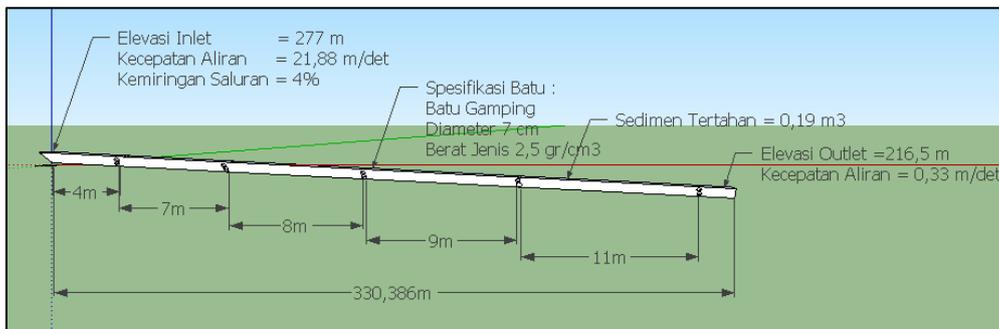
Gambar-5. Dimensi Saluran Terbuka di *Central Sediment Sump*



Gambar-6. Pematah Arus pada Pit A Sediment Sump



Gambar-7. Pematah Arus pada Central Sediment Sump



Gambar-8. Pematah Arus pada Central Sediment Sump