

Analisis Dampak Pengerukan Sedimentasi (Dredging) Terhadap Perbaikan Headloss & Pola Operasi Cwp (Circulating Water Pump) PLTU Lontar

Muhammad Pinandhito Adi Dharma^{1*}; Iwa Garniwa MK¹

1. Universitas Indonesia, Depok Jawa Barat 16424, Indonesia

*Email: muhammad.pinandhito@pln.co.id

Abstract

CFSPP Lontar Extension (1x315 MW) is a national strategic project that is being built by PT. PLN (Persero). The project is currently entering the commissioning phase but is constrained by indications of sedimentation occurring at the intake mouth area of the Circulating Water System. There are indications of sedimentation at the intake mouth due to the high head loss between the intake mouth and the upstream box culvert which has an impact on inhibiting the flow of seawater entering the Lontar PLTU intake canal. The existence of obstacles to the flow of seawater has resulted in insufficient cooling water flow for the needs of 8 Circulating Water Pump (CWP) pumps, namely 6 CWP for 3 units of PLTU Existing and 2 CWP for 1 unit of PLTU Extension. The sea bed level on the side of the intake mouth according to the basic design is -4.5 m but after the survey (bathymetry, topography, floating sediment, currents, tides) the actual condition is currently at a depth of -0.9 m. As one solution, the dredging method is taken to restore conditions according to the basic design. To find out if there is an improvement in headloss, a simulation is carried out using the Hec-ras 2D application. After the simulation, it was found that the headloss/pressure loss was significantly improved in the hydraulic simulation with a flow rate of 42 m³/s at 6 pumps running, before dredging 30 cm and after dredging to 18 cm and also with a flowrate of 60 m³/s at 8 pumps running, before dredging 55 cm and after dredging to 21 cm at the right position upstream of the box culvert.

Keywords: Dredging, Headloss, CFSPP Lontar Extension (1x315 MW)

Abstrak

Proyek PLTU Lontar Extension (1x315 MW) merupakan proyek strategis nasional yang sedang dibangun oleh PT. PLN (Persero). Proyek saat ini memasuki fase komisioning namun terkendala adanya indikasi sedimentasi yang terjadi di area mulut intake Circulating Water System. Adanya Indikasi sedimentasi di mulut Intake karena headloss/kehilangan tinggi tekan yang cukup tinggi antara mulut intake dan hulu box culvert yang berdampak menghambat laju aliran air laut yang masuk ke kanal intake PLTU Lontar. Adanya hambatan aliran air laut telah mengakibatkan debit air pendingin tidak mencukupi untuk kebutuhan 8 pompa Circulating Water Pump (CWP) yaitu 6 CWP untuk 3 unit PLTU Existing dan 2 CWP untuk 1 unit PLTU Extension. Sea bed level di sisi mulut intake sesuai basic design adalah -4,5 m namun setelah dilaksanakan survey (bathymetry, topography, sedimen layang, arus, pasang surut) kondisi actual saat ini berada pada kedalaman -0,9 m. Sebagai salahsatu solusi diambil metode dredging/pengerukan untuk mengembalikan kondisi sesuai basic design. Untuk mengetahui apakah terjadi perbaikan headloss dilakukan simulasi menggunakan aplikasi Hec-ras 2D. Setelah dilakukan simulasi didapatkan perbaikan headloss/kehilangan tinggi tekan secara signifikan pada simulasi hidraulik dengan debit 42 m³/s pada kondisi 6 pompa menyala, sebelum pengerukan 30 cm dan setelah pengerukan menjadi 18 cm dan juga dengan debit 60 m³/s pada kondisi 8 pompa menyala, sebelum pengerukan 55 cm dan setelah pengerukan menjadi 21 cm pada posisi tepat di hulu box culvert.

Kata kunci: Dredging, Headloss, PLTU Lontar

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

PLTU Lontar merupakan salah satu unit pembangkit utama PT. PLN (Persero) di Wilayah Jawa Bagian Barat. PLTU dengan kapasitas sebesar 3x315 MW yang terletak di Desa Lontar, Kabupaten Tangerang, Provinsi Banten ini dioperasikan oleh PT Indonesia Power. Di area PLTU eksisting tersebut terdapat salahsatu proyek strategis nasioal yang sedang berjalan yaitu Proyek PLTU Lontar Ekstension 4 (1 x 315 MW). Pembangunan proyek ini dimulai sejak tahun 2016 dan masih berjalan sampai dengan saat ini. Status progress proyek saat ini adalah sedang dalam pelaksanaan fase komisioning. Salahsatu tahapan komisioning yang dilakukan adalah pengujian CWP baik dari sisi eksisting 6 pompa maupun dari sisi proyek 2 pompa. Didalam operasinya, didapati bahwa pompa intake tidak dapat beroperasi dengan optimal diakibatkan adanya headloss/draw down pada *forebay*. Hal ini mengakibatkan tidak optimalnya operasi PLTU secara keseluruhan. Dugaan awal dari menurunnya kapasitas saluran penghantar ini adalah adanya pengendapan di mulut intake yang mengarah ke Laut Jawa, sehingga mengakibatkan kapasitas penyaluran pada titik tersebut terhambat dan mengakibatkan *headloss* yang merambat hingga *forebay* dan pit pompa. Untuk mengkaji volume kebutuhan pengerukan serta meminimalisir kemungkinan kejadian pengendapan di luar kewajaran di masa yang akan datang, maka dibutuhkan suatu kajian yang cukup komprehensif. Penelitian sebelumnya dilakukan dengan metode bathimetri dan sand pump [3] yang mana pada penelitian saat ini menggunakan simulasi HEC-RAS 2D.

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui kondisi batimetri dan sedimentasi, serta proses hidrodinamis di area intake air PLTU Lontar untuk kemudian disimulasikan apakah proses pengerukan sedimentasi tersebut cukup efektif terhadap pola laju aliran dan level air laut di mulut intake.

1.3. Lokasi Penelitian

Lahan/ area yang menjadi objek penelitian adalah perairan di mulut Intake Canal CWP PLTU Lontar yang terletak di Pesisir Laut Jawa seperti yang dapat dilihat di bawah ini :



Gambar 1. Area Penelitian (arsiran terang)

1.4. Tinjauan Pustaka

Beberapa istilah yang berkaitan dengan dredging antara lain sebagai berikut:

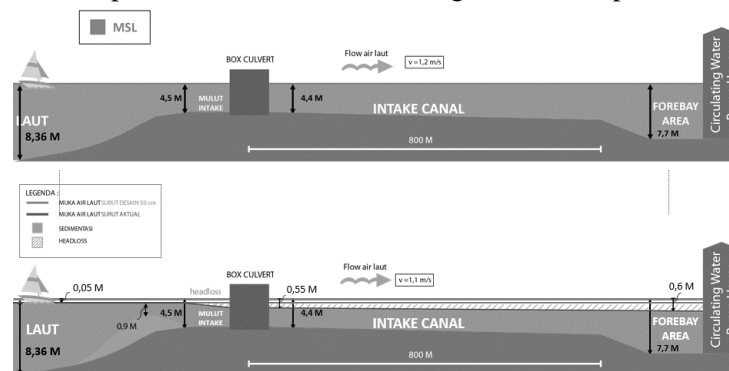
1. Dredging/Pengerukan

Pengerukan adalah pekerjaan perbaikan sungai/laut terutama dalam masalah penggalian sedimen dibawah permukaan air dan dapat dilaksanakan baik dengan tenaga manusia maupun dengan alat berat. Kecuali pada hal hal khusus, pengerukan biasanya dilakukan dengan menggunakan kapal keruk [1]. Terdapat beberapa tipe kapal keruk antara lain:

- a. Tipe Pompa
- b. Tipe Ember (bucket type)
- c. Tipe Ember Cengkeram (grab type)
- d. Tipe Cengkeram (dipper type)

2. Headloss/Kehilangan Tinggi Tekanan

Head loss adalah Kehilangan tinggi tekanan pada fluida yang mengalir di dalam pipa/aliran air. *Head loss pada instalasi pipa* disebabkan oleh beberapa hal, secara garis besar dibagi menjadi 2 yaitu *major head loss* dan *minor head loss*. *Major head loss* disebabkan oleh gesekan antara fluida yang mengalir dengan dinding pipa dan *minor head loss* disebabkan oleh beberapa hal antara lain, aliran masuk fluida ke dalam pipa (*inlet*), aliran keluar fluida dari pipa (*outlet*), sambungan pipa/ fitting atau sambungan pipa tanpa fitting/ *butt fusion*, dan yang terakhir katup/ *valve*. Ilustrasi headloss digambarkan seperti dibawah ini :



Gambar 2. Kondisi basic desain dan kondisi actual yang terdapat *headloss* (arsiran warna merah)

3. Pemodelan HEC RAS

Program HEC RAS merupakan paket program dari ASCE. Pada software HEC-RAS ini, dapat ditelusuri kondisi air sungai dalam pengaruh hidrologi dan hidroliknya, serta penanganan aliran air lebih lanjut sesuai kebutuhan. Secara umum perangkat lunak ini menyediakan fungsi-fungsi manajemen *file*, input data dan pengeditan, analisa hidraulika dan manajemen keluaran

4. Mean Sea Level

Mean Sea Level (MSL) merupakan acuan tinggi untuk penentuan ketinggian di daratan. MSL diperoleh dengan melakukan pengamatan pasang surut air laut dalam periode waktu tertentu, sedangkan acuan tinggi dilaut berbeda dengan acuan tinggi di daratan

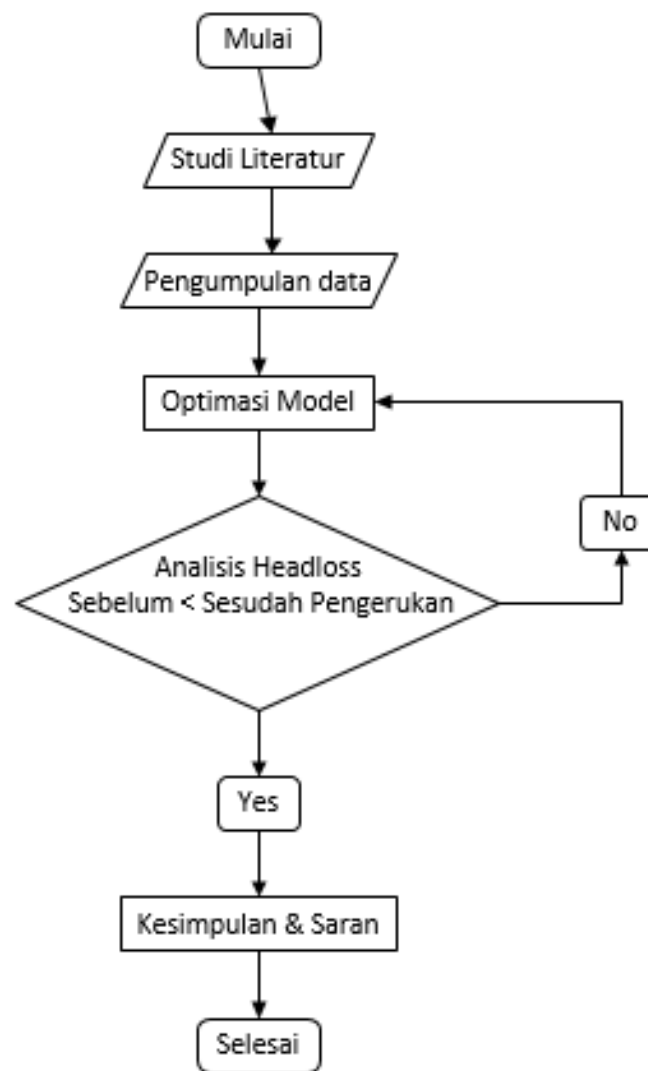
Tabel 1. Penelitian Sebelumnya

No.	Tahun	Judul	Penulis	Metode	Hasil
1	2017	Analisa Pemilihan Metode Pengerukan Di Area Tertutup <i>Canal Water Intake</i> PLTU Banten 3 Lontar	Ilham Adlin	Pengumpulan data bathimetri, tanah, konstruksi kanal utk mengetahui volume sedimentasi kemudian ditentukan metode apa yang tepat digunakan untuk pengerukan	Metode pengerukan yang paling efektif dan ekonomis yang dapat di terapkan di <i>canal water intake</i> PLTU Banten 3 Lontar adalah Sand Pump 4
2	2016	Analisis Banjir Menggunakan Software Hec-Ras 4.1.0 (Studi Kasus Sub-Das Ciberang Hm 0+00 – Hm 34+00)	Restu Wigati, Soedarsono, Tia Mutia	Analisa banjir dan Analisa penanggulangan banjir ini dibantu dengan menggunakan <i>software</i> HEC-RAS 4.1.0.	Hasil <i>software</i> HEC RAS setelah normalisasi semua penampang melintang sungai elevasi muka air banjir setelah normalisasi mengalami penurunan rata-rata 10.25%.
3	2015	Efektifitas Kegiatan Pengerukan Sedimen Waduk Wonogiri Ditinjau Dari Nilai Ekonomi	Irene Dhian Andriawati, Rispiningtati, Pitojo Tri Juwono	1. Perbandingan Manfaat dan Biaya (<i>Benefit/ Cost</i> atau B/C) 2. Selisih Manfaat dan Biaya (<i>Net Benefit</i> atau B-C) 3. Tingkat Pengembalian (<i>Rate of Return</i> atau RR)	Alternatif yang paling layak dipilih adalah alternative 4 dengan penambahan usia guna waduk 9 tahun dengan total biaya 895,006 2,807,900 dengan B-C 1,912,894 dan B/C 3.14
4	2015	Analisis Sedimentasi di Pelabuhan Pendaratan Ikan (PPI) Logending	Sanidhya Nika Purnomo, Wahyu Widiyanto, Trisna Putri Pratiwi, Tika Astritia dan Idham Riyando Moe	Simulasi software HEC-RAS berdasarkan pada Persamaan Ackers- White, Meyer - Peter Müller, dan Wilcock	Persamaan Meyer – Peter Müller dan Wilcock memberikan kesesuaian yang lebih baik dengan kondisi di lapangan daripada Persamaan Ackers - White

Dari beberapa penelitian sebelumnya, melakukan evaluasi, pembatasan dan analisis yang tepat untuk analisis dampak pengerukan sedimen (dredging) pada mulut intake PLTU Lontar menggunakan simulasi HEC-RAS.

2. METODE/PERANCANGAN PENELITIAN

Dalam penelitian ini dilakukan pengumpulan data dengan metode penggabungan hasil observasi dan dokumen dari berbagai sumber. Observasi dilakukan melalui pengamatan terhadap obyek penelitian dan melakukan simulasi menggunakan software HEC-RAS. Analisis perbaikan *headloss* dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 3. Diagram Alir Analisis Headloss

Metode pengumpulan data untuk menentukan adanya headloss di mulut intake PLTU Lontar yang dilakukan adalah melakukan beberapa survey yaitu survey batimetri & topografi, survey sedimen layang, survey pasang surut dan survey arus laut.

Dari data survey tersebut nantinya akan digunakan dalam menentukan laju sedimentasi dan pengaruh sedimentasi terhadap hidrodinamika pada mulut intake CWP PLTU Lontar. Untuk penjelasan masing-masing survey tersebut akan dijelaskan dibawah ini:

1. Survey Batimetri & Topografi

Survey ini digunakan untuk menentukan ketinggian permukaan daratan (terrain) baik di darat (topografi) maupun di laut (batimetri). Alat yang digunakan di darat menggunakan total station dan di laut menggunakan echosounder. Metode yang digunakan adalah mengikatkan beberapa titik survey/benchmark.

Pengambilan data kedalaman laut (batimetri) yang dilakukan berpegang pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 7646:2010 mengenai Survei Hidrografi Menggunakan Single Beam Echosounder agar didapatkan data yang terjamin kualitasnya. Reduksi (koreksi) terhadap pasang surut air laut dirumuskan sebagai berikut:

$$rt = TWLt - (MSL + Z0)$$

Dimana

rt : Besarnya reduksi (koreksi) yang diberikan kepada hasil pengukuran kedalaman pada waktu t

TWLt : Kedudukan permukaan laut sebenarnya (true water level) pada waktu t

MSL : Muka air laut rata-rata (Mean Sea Level)

Z0 : Kedalaman muka surutan di bawah MSL.

Persamaan tersebut diatas menghasilkan besarnya reduksi (koreksi) terhadap pasang surut air laut, selanjutnya menghitung kedalaman sebenarnya, yaitu dengan rumus sebagai berikut:

$$D = dT - rt$$

Dimana

D : kedalaman sebenarnya

dT : kedalaman terkoreksi tranduser

rt : Reduksi (koreksi) pasang surut

2. Survey Sedimen

Survey ini mengambil sampel sedimen yang kemudian diuji dan diolah di laboratorium. Sampel diambil dari muara sungai di dekat mulut intake

3. Survey Pasang Surut

Survey ini dilakukan pada saat durasi survey batimetri, dilakukan dengan mengambil data ketinggian air laut/Mean Sea Level selama fullmoon (satu siklus bulan). Penelitian ini menggunakan persamaan, sebagai berikut:

$$Z0 = S0 - (1.2 \times (M2 + S2 + K2))$$

Dimana

S0 : Muka air rerata (Mean Sea Level)

Z0 : Chart Datum Pasang surut semi diurnal yang dipengaruhi oleh bulan

M2 : Pasang surut semi diurnal yang dipengaruhi oleh bulan

S2 : Pasang surut semi diurnal yang dipengaruhi oleh matahari

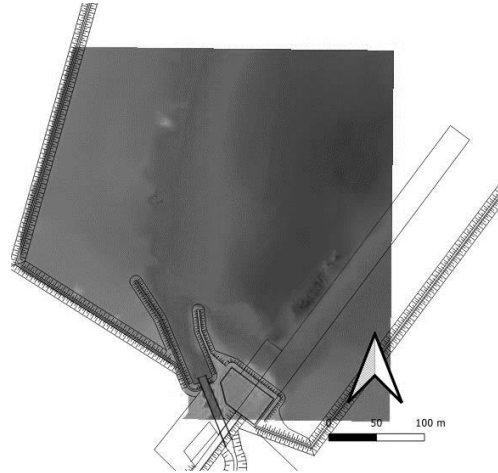
K2 : Pasang surut semi diurnal karena pengaruh perubahan jarak akibat lintasan bulan yang elips

4. Survey Arus

Survey ini berupa pengamatan arus sesaat untuk mengetahui besaran arus melalui verifikasi data arus di sekitar lokasi

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang diperoleh dari pemetaan survey batimetri dan topografi akan menghasilkan penggabungan kedua data tersebut (topografi & batimetri) sebagai berikut :



Gambar 4. Hasil penggabungan survey batimetri dan topografi

Data tersebut menunjukkan terdapat sedimentasi yang ditunjukkan dengan warna hijau disisi mulut intake sedangkan yang warna biru adalah warna lautan. Elevasi dasar paling dangkal hasil pengukuran pada kedalaman -0,8 m sampai dengan -1,2 m MSL. Target kedalaman yang diharapkan dicapai 4.5 m MSL (seusai basic design).

Hasil dari pengujian sampel sedimentasi menunjukkan hasil analisa antara 30 sd 800

Kode Sampel	No	Parameter Analisa	Satuan	Metode Pengujian	Hasil Analisa
SL 1 - 0,2D	1	TSS*	mg/L	APHA-2540-D	169
SL 1 - 0,6D	1	TSS*	mg/L	APHA-2540-D	211
SL 1 - 0,8D	1	TSS*	mg/L	APHA-2540-D	232
SL 2 - 0,2D	1	TSS*	mg/L	APHA-2540-D	32
SL 2 - 0,6D	1	TSS*	mg/L	APHA-2540-D	37
SL 2 - 0,8D	1	TSS*	mg/L	APHA-2540-D	36
SL 3 - 0,2D	1	TSS*	mg/L	APHA-2540-D	414
SL 3 - 0,6D	1	TSS*	mg/L	APHA-2540-D	759
SL 3 - 0,8D	1	TSS*	mg/L	APHA-2540-D	309

Gambar 5. Hasil uji lab sedimen

Sesuai handbook standar methods for the examination of water and wastewater 23rd edition 2017 menunjukkan bahwa sedimen didominasi oleh lempung/lanau berpasir.

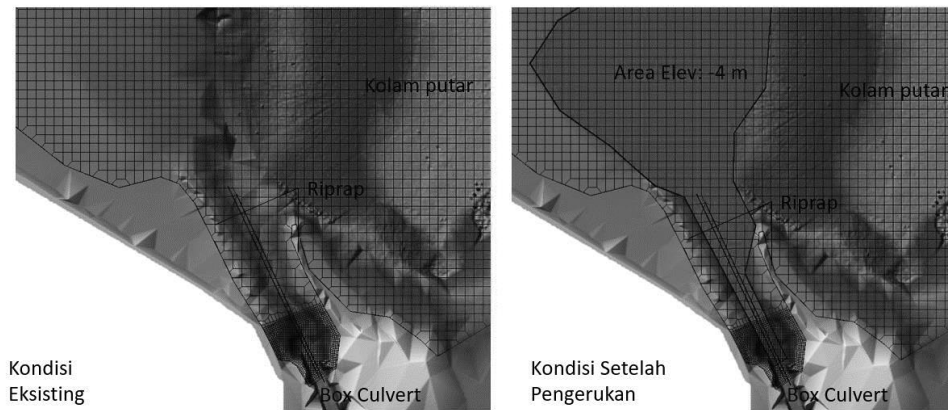
Hasil pengamatan data pasang surut menunjukkan tunggang pasang (jarak pasang tertinggi & surut terendah) sebesar 1,17 m (mendekati hasil analisis studi tahun 2012 sebesar 1,27 m).



Gambar 6. Grafik pengamatan elevasi muka air

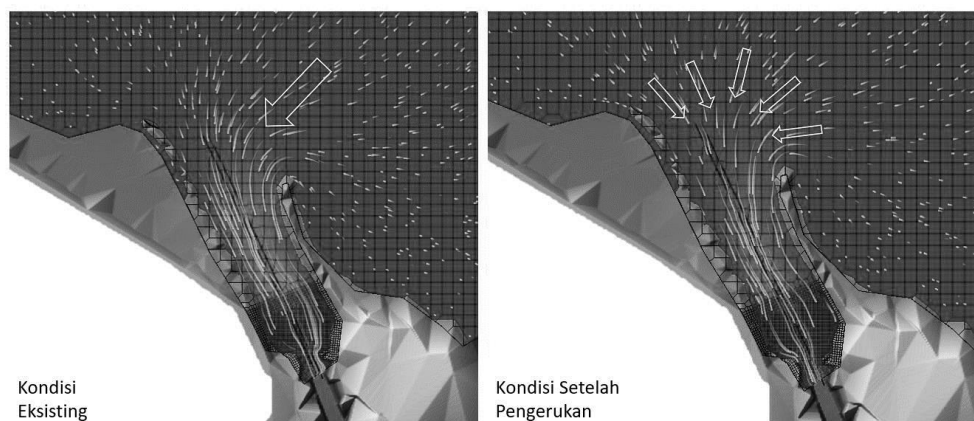
Dari beberapa hasil survey yang telah dilakukan diatas beberapa parameter dimasukan dalam software HEC-RAS kemudian disimulasikan untuk diketahui pemodelannya dalam memperbaiki headloss.

Adapun setelah dilakukan pemodelan didapatkan hasil sebagai berikut :



Gambar 7. Perbandingan batimetri eksisting dan hasil pengerukan (model)

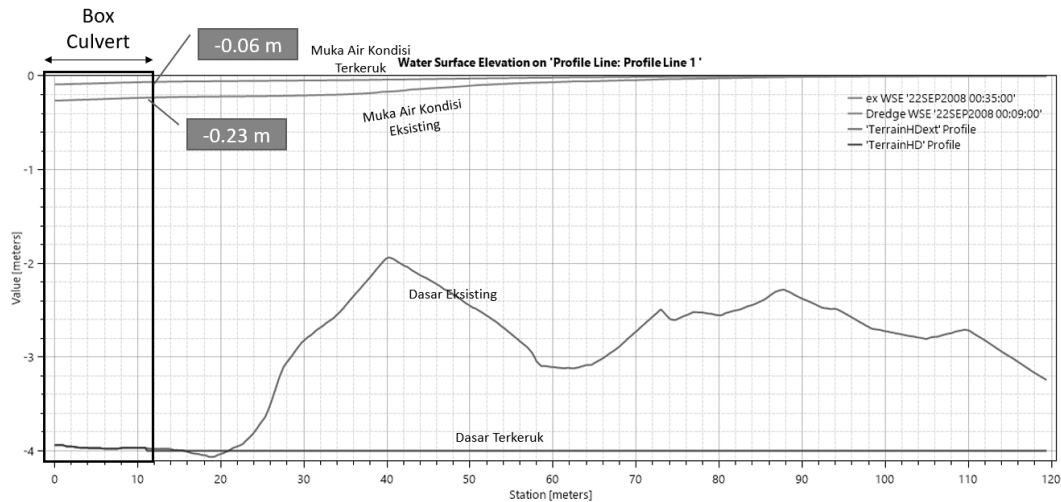
Gambar diatas menunjukkan perbandingan pola aliran hasil pemodelan kondisi eksisting (sebelum adanya pengerukan) dan sesudah pengaruhan menggunakan HEC RAS 2D pada kondisi surut. Kondisi tersebut diambil karena memiliki potensi paling besar untuk mengakibatkan terjadinya *headloss* yang cukup signifikan antara kondisi perairan di kolam pelabuhan dan muka *box culvert* dan mengakibatkan penurunan level muka air lebih jauh di bagian hilir termasuk kanal intake dan forebay. Dari gambar di bawah ini dapat dilihat pola aliran yang terjadi pada kondisi eksisting sebelum pengerukan, vektor aliran didominasi dari arah turning basin/kolam putar dan berbelok relatif tajam ke arah box culvert, sedangkan aliran dari arah breakwater sebelah barat relatif lebih pelan diakibatkan adanya gesekan dengan permukaan dasar yang lebih dangkal. Kondisi tersebut mengakibatkan aliran air lebih banyak kehilangan momentum melalui pembentukan aliran sekunder serta *wake*. Sebaliknya pola aliran setelah pengerukan memperlihatkan distribusi aliran yang lebih merata dari seluruh arah sehingga aliran tidak mengalami kehilangan momentum yang signifikan.



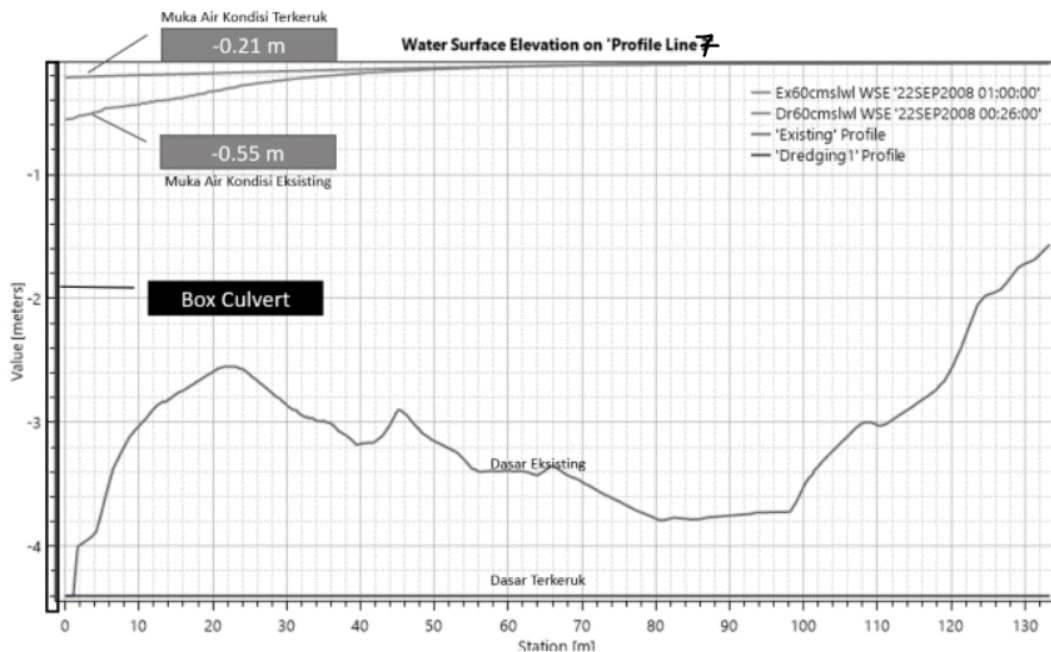
Gambar 8. Perbandingan pola aliran sebelum dan sesudah pengerukan pada model hidraulik

Kemudian gambar di bawah menunjukkan potongan memanjang yang membandingkan kurva *headloss* air serta dasar saluran untuk kedua kondisi. Dapat dilihat pada gambar tersebut bahwa aliran

air pada kondisi sebelum pengerukan mengalami headloss sebesar 23 cm vs 6 cm untuk kondisi setelah pengerukan. Hilangnya momentum aliran pada kondisi eksisting mengakibatkan adanya kompensasi berupa peningkatan gradien hidraulik tinggi tekan (mengakibatkan perbedaan tinggi yg signifikan antara kolam putar dan air di muka box culvert) agar sistem aliran dapat memberikan debit yang sama, yakni 60 m³/det. Kehilangan tinggi/elevasi aliran ini kemudian merambat ke arah hilir aliran (hilir box culvert, kanal intake, forebay, hingga pit masing-masing pompa) mengakibatkan berkurangnya performa secara keseluruhan.



Gambar 9. Perbandingan Headloss Muka air dan Dasar tanah untuk kondisi eksisting dan terkeruk (6 pompa)



Gambar 10. Perbandingan Headloss Muka air dan Dasar tanah untuk kondisi eksisting dan terkeruk (8 pompa)

Dari gambar 9 dan gambar 10 didapatkan suatu tren perbaikan headloss yang cukup signifikan baik pada saat operasi 6 pompa maupun 8 pompa.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

Sedimentasi di area mulut intake mengakibatkan adanya *headloss* (kehilangan tinggi tekan) sehingga pola operasi 8 pompa tidak dapat dijalankan. Metode untuk memperbaiki *headloss* adalah melakukan pengerukan di sekitar mulut intake yang terindikasi menyebabkan gangguan. Hasil Simulasi menunjukkan adanya perbaikan *headloss* secara signifikan pada simulasi hidraulik dengan debit 42 m³/s pada kondisi eksisting dan setelah pengerukan, dari 30 cm menjadi 18 cm pada posisi tepat di hulu box culvert. Kondisi *headloss* ini diprediksi merambat ke arah hilir aliran hingga forebay dan pit pompa CWP, sehingga pengerukan pada area mulut intake ini penting untuk dilakukan sebagai salah satu langkah untuk mengembalikan performa hidraulik intake secara keseluruhan.

4.2. Saran

Objek Penelitian ini masih terbatas pada area mulut intake PLTU Lontar, untuk penelitian selanjutnya bias dikembangkan ke area lain seperti forebay maupun kanal intake.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Prof. Dr. Ir. Iwa Garniwa M. K, M.T selaku dosen pembimbing, Alfathira Mizrawati selaku istri penulis, Muhammad Reynand Almaliki & Feyzahira Almalika selaku putra dan putri penulis, Kedua pasang orang tua penulis dan rekan-rekan penulis di PT. PLN (Persero) Unit Induk Pembangunan Jawa Bagian Barat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Andriawati, I.R., Rispiningtati & Juwono, P.T. (2015). Efektifitas Kegiatan Pengerukan Sedimen Waduk Wonogiri Ditinjau Dari Nilai Ekonomi. Jurnal Teknik Pengairan, Volume 6, Nomor 1, Mei 2015, hlm. 55-65.
- [2] Wigati, I.R., Soedarsono & Mutia, T. (2016). Analisis Banjir Menggunakan Software Hec-Ras 4.1.0 (Studi Kasus Sub-Das Ciberang Hm 0+00 – Hm 34+00). Jurnal Fondasi, Volume 5 No 2 2016.
- [3] Adlin, I. (2017). Analisa Pemilihan Metode Pengerukan Di Area Tertutup Canal Water Intake PLTU Banten 3 Lontar. In Tugas Akhir – Mo.141326.
- [4] Purnomo, S.N., Widiyanto, W., Pratiwi, T.P, Astritia, T., & Moe, I.R. (2015). Analisis Sedimentasi di Pelabuhan Pendaratan Ikan (PPI) Logending. Dinamika Rekayasa Vol. 11 No. 1 Februari 2015 ISSN 1858-3075.
- [5] Pradipta, N.D., Prasetyo, Y., Wijaya, A.P. (2015). Analisis Pasang Surut Air Laut Menggunakan Data IOC (Intergovernmental Oceanographic Commission) Untuk Menentukan Chart Datum Di Perairan Cilacap. Jurnal Geodesi Undip 2015.
- [6] Masrukhin, M.A.A, Sugianto, D.N., Satriadi, A. (2014). Studi Batimetri Dan Morfologi Dasar Laut Dalam Penentuan Jalur Peletakan Pipa Bawah Laut (Perairan Larangan-Maribaya, Kabupaten Tegal). Jurnal Oseanografi, Volume 3, Nomor 1, Tahun 2014, Halaman 94-104.
- [7] Yuliarty, P & Fachrurrozi. (2015). Pemeliharaan Circulating Water Pumps Pada Pembangkit Listrik Tenaga Gas Dan Uap (PLTGU) Blok 1 PT. Pembangkit Jawa Bali Unit Pembangkit Muara Karang. Jurnal Ilmiah Teknik Industri (2015), Vol. 3 No. 2, 102 – 109.
- [8] HEC-RAS 6.0 Reference Manual