



**PAPER – OPEN ACCESS**

# Kajian Performansi Pompa Slurry pada Bucket Wheel Dredger dengan Variasi Sudut Gali 45°, 50° dan 55°

Author : Billy Emkel Gudsanov  
DOI : 10.32734/ee.v1i1.100  
ISSN : 2654-7031  
E-ISSN : 2654-704X

*Volume 1 Issue 1 – 2018 TALENTA Conference Series: Energy and Engineering*



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NoDerivatives 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/).

Published under licence by TALENTA Publisher, Universitas Sumatera Utara



# Kajian Performansi Pompa Slurry pada Bucket Wheel Dredger dengan Variasi Sudut Gali 45°, 50° dan 55°

Billy Emkel Gudsanov<sup>a</sup>, Tekad Sitepu<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara, Medan, 20155, Indonesia

BillyEmkelGudsanov@gmail.com

## Abstrak

PT.Timah (Persero) Tbk. merupakan perusahaan tambang timah dengan cadangan timah terbesar di dunia yang menggunakan kapal keruk tipe *Bucket Wheel Dredger* sebagai salah satu metode penambangan lepas pantai. Proses penambangan ini membutuhkan biaya yang besar, tetapi akibat kondisi operasi yang tidak optimal, dibutuhkan waktu dan biaya lebih dalam proses penambangannya. Oleh karena itu diperlukan kajian yang lebih mendalam untuk mengetahui kondisi operasi optimal. Dalam penelitian ini, peneliti melakukan perhitungan *head* secara teoritis dimana prosedur dimulai dengan pengumpulan data data pendukung, kemudian melakukan perhitungan untuk mendapatkan hasil. Untuk mendapatkan nilai *head*, digunakan persamaan *Bernoulli*. Untuk kerugian *head major* dan *head minor* digunakan persamaan *Darcy-Weisbach*. Kapasitas aliran adalah tetap sebesar 7747.2 m<sup>3</sup>/h padatan dengan variasi sudut gali 45°, 50°, dan 55° pada luas penampang pemakaian baru, satu bulan, dua bulan, dan tiga bulan. Setelah didapat besar *head*, didapat putaran optimum pompa untuk sudut operasi 45°, 50°, dan 55° secara berurutan adalah 522.470 rpm, 523.569 rpm, dan 524.550 rpm untuk pemakaian baru, 522.614 rpm, 523.706 rpm, dan 525.690 rpm untuk pemakaian satu bulan, 521.829 rpm, 522.931 rpm, dan 523.917 rpm untuk pemakaian dua bulan, 521.030 rpm, 522.122 rpm dan 523.142 rpm untuk pemakaian tiga bulan.

*Kata kunci:* Performansi; Pemipaan; Slurry; Kerugian Head; Dredging

## 1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi saat ini diikuti dengan bertambahnya permintaan industri untuk bahan tambang ataupun mineral, salah satunya yaitu timah. Indonesia sebagai negara penghasil timah terbesar kedua di dunia memegang peran yang sangat penting dalam perkembangan teknologi serta industri di dunia. Tingginya permintaan akan timah serta semakin menipisnya cadangan logam di daratan mengharuskan para perusahaan penambang untuk memperluas areal penambangannya hingga ke laut dengan cara proses pengerukan.

Pengerukan merupakan proses pengambilan tanah atau material dari lokasi di dasar air, dan memindahkannya ke lokasi lain. Pengerukan dilakukan dengan menggunakan kapal keruk atau yang sering disebut *dredger* yang merupakan kapal dengan peralatan khusus untuk melakukan pengerukan.

Di Indonesia, penambangan timah dilakukan oleh beberapa perusahaan, salah satunya yaitu PT Timah (Persero) Tbk yang dilakukan di Kepulauan Bangka dan Kepulauan Riau. Praktik penambangan oleh PT Timah dilaksanakan di darat dan di laut. Pada penambangan di laut, PT Timah memiliki beberapa kapal produksi timah, salah satunya *Bucket Wheel Dredger* (BWD).

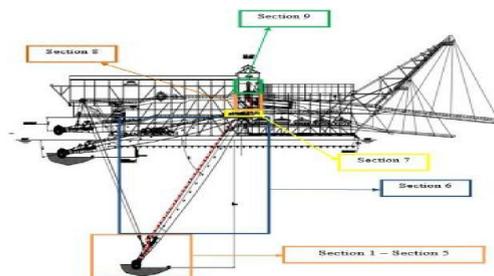
BWD merupakan kapal produksi mineral timah yang menggunakan *Bucket Wheel* sebagai alat pengeruk. Proses pengerukan menggunakan BWD membutuhkan biaya serta usaha yang sangat tinggi, untuk itu perlu diketahui kondisi kerja yang optimum pada proses pengerukan untuk menghemat waktu dan biaya.

## 2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di BWD milik PT Timah (Persero) Tbk yang sedang beroperasi di perairan Utara Penganak. Penelitian dilakukan dengan metode analitik, dimana dilakukan observasi berupa pengambilan data, riset pustaka dari berbagai referensi, dan wawancara ahli.

### 2.1. Pembagian Section

Perhitungan dilakukan dengan membagi sistem pemipaan pada *Bucket Wheel Dredger* menjadi sembilan section (Gambar 1).

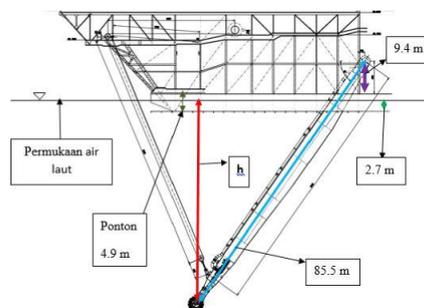


Gambar. 1. Pembagian Section

Tabel. 1. Spesifikasi Pipa Tiap Section

Section	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Bahan	S235JR	S235JR	S235JR	Rubber	S235JR	S235JR; Rubber	Rubber	S235JR	S235JR
Panjang (mm)	8880	300	2284	728	5604.5	69007	2000	11078	4800
(mm)	650	625	600	550	600	600	600	600	727
$\phi$ (mm)	690	665	640	590	640	640	640	640	767

### 2.2. Kedalaman Gali Setiap Sudut



Gambar. 2. Skema kedalaman gali pada sudut 55°

Berdasarkan Gambar 2 diketahui bahwa panjang keseluruhan *ladder* adalah 85.5 m, jarak antara permukaan air laut ke dasar ponton adalah 2.7 m, tebal ponton adalah 4.9 m, jarak pusat rotasi *ladder* ke ponton adalah 9.4 m dengan sudut pengoperasian ( $\theta$ ) sebesar  $55^\circ$ . Dengan demikian kedalaman penggalian ( $h$ ) dapat dihitung.

### 2.3. Pengikisan Pipa

Slurry yang abrasif menyebabkan terjadinya pengikisan pada pipa sehingga bentuk penampang pipa tidak lagi bulat. Jika pengikisan sudah mencapai 66% dari ketebalan pipa, maka pipa akan diputar sebesar  $120^\circ$  untuk memindahkan daerah dinding pipa yang menipis. Berdasarkan data yang diambil di lapangan, pipa mengalami pengurangan ketebalan sebesar 4.4 mm setelah sebulan pemakaian atau sebesar 22% dari ketebalannya, Laju pengikisan ini konstan setiap bulannya, sehingga pipa akan diputar setelah tiga bulan pemakaian.

### 2.4. Head Minor

*Head minor* merupakan kerugian yang terjadi akibat komponen-komponen pada pipa seperti katup, belokan pada pipa, pembesaran dan pengecilan pipa secara tiba-tiba dan berbentuk kerucut, percabangan pipa, nosel, serta jalur masuk dan keluar pipa. Head minor dapat dihitung dengan persamaan (1).

$$h_L = K \frac{V^2}{2g} \quad (1)$$

Dimana :

$h_L$  = Head minor (m)

$\Delta p$  = Perubahan tekanan (Pa)

$K$  = Koefisien kerugian *head minor*

### 2.5. Head Major

*Head major* merupakan kerugian yang terjadi akibat adanya gesekan antara fluida dengan permukaan dinding pipa. *Head major* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan *Darcy Weisbach* pada persamaan (2).

$$h_f = f \frac{L V^2}{D_h 2g} \quad (2)$$

Dimana:

$f$  = Koefisien gesekan

$L$  = Panjang pipa (m)

$D_h$  = Diameter hidraulik pipa (m)

$V$  = Kecepatan rata-rata aliran fluida ( $m/s$ )

$g$  = Percepatan gravitasi =  $9,81 m/s^2$

### 2.6. Head Ratio

Untuk menghitung *head* pada fluida *Non-Newtonian*, diperlukan metode khusus, salah satunya yaitu dengan menggunakan *Head Ratio* [7]. *Head Ratio* (HR) dan *Efficiency Ratio* (ER) adalah konstanta yang digunakan untuk menentukan head aktual serta efisiensi aktual yang terjadi pada suatu sistem pemipaan dengan fluida kerja *slurry*. Head aktual dapat dihitung dengan persamaan (3).

$$h_m = \frac{h}{HR} \quad (3)$$

Dimana:

$h_m$  = Total *Head* untuk fluida *slurry* (m)

$h$  = Total *Head* untuk fluida air (m)

$HR$  = Head Ratio

### 3. Hasil dan Diskusi

Dilakukan perhitungan nilai head pada system apabila tidak terdapat padatan pada fluida. Hasil perhitungan diperlihatkan pada Tabel 2.

Tabel. 2. Nilai head tanpa padatan

Lama Pemakaian (Bulan)	0	1	2	3
Head	39.0603	39.0937	38.9135	38.7355

Pada Tabel 2 perhitungan dilakukan untuk variasi sudut *ladder* 45°, 50°, dan 55° dan didapat hasil yang sama. Hal ini dikarenakan air tidak perlu diberi usaha untuk mencapai permukaan air laut, jadi nilai H sebesar 39.0603 m adalah pembebanan dari titik permukaan air hingga titik keluar ditambah dengan *head* akibat perbedaan kecepatan, *minor losses*, dan *major losses* Tetapi nilai *head* berubah untuk bulan berikutnya akibat adanya perubahan luas penampang pipa.

Kemudian dilakukan perhitungan head jika pada fluida terdapat padatan. Besarnya head tergantung pada diameter impeler pompa *slurry* dan karakteristik padatan itu sendiri. Karakteristik padatan berupa *Specific Gravity*, *Mean Diameter*, dan *Concentration by Volume*. Dengan demikian dapat dihitung nilai *head* campuran seperti pada Tabel 3.

Tabel. 3. Nilai *Head Slurry*

<i>Head Slurry</i> (m)	Lama Pemakaian (Bulan)				
	0	1	2	3	
Sudut Penggalian	55°	44.1918	44.2270	44.0373	43.8499
	50°	43.9528	43.9880	43.7983	43.6109
	45°	43.6876	43.7228	43.5331	43.3457

Pada Tabel 3 dapat dilihat nilai *head* terbesar terdapat pada sudut penggalian 55° setelah satu bulan pemakaian. Sedangkan nilai *head* terkecil terdapat pada sudut penggalian 45° setelah tiga bulan pemakaian. Pada pemakaian baru hingga pemakaian bulan pertama, terjadi kenaikan nilai *head* akibat adanya tambahan kerugian *head minor* akibat beberapa sambungan antara pipa *rubber* dan pipa baja. Untuk pemakaian bulan pertama hingga bulan ketiga, nilai *head* untuk setiap sudut penggalian semakin menurun, hal ini disebabkan karena penurunan kecepatan aliran fluida dalam pipa akibat luas penampang pipa yang semakin besar seiring semakin lamanya pemakaian.

Nilai operasi optimum pompa dapat dihitung dengan menggunakan grafik karakteristik pompa. Sebelumnya nilai *head slurry* pada tabel 3 dikonversikan terlebih dahulu menjadi nilai *head* dalam kPa. Setelah itu digunakan grafik karakteristik pompa untuk menentukan nilai operasi optimum berupa putaran pompa *slurry* dalam rpm. Didapat nilai putaran pompa pada Tabel 4.

Tabel. 4. Nilai Putaran Pompa

$\theta$	Baru	Bulan 1	Bulan 2	Bulan 3
	Putaran (rpm)	Putaran (rpm)	Putaran (rpm)	Putaran (rpm)
55°	524.550	525.690	523.917	523.142
50°	523.569	523.706	522.931	522.122
45°	522.470	522.614	521.829	521.030

Berdasarkan tabel 4 diketahui putaran yang seharusnya digunakan berkisar antara 525.690 Rpm hingga 521.030 Rpm. Hasil ini mendekati putaran maksimum pompa yaitu 528 Rpm, dan lebih besar daripada putaran yang sering digunakan oleh operator yaitu berkisar antara 450 sampai 580 Rpm. Kemudian dengan menggunakan grafik karakteristik pompa, dihitung nilai efisiensi pompa berdasarkan putaran optimum seperti tabel 4. Sehingga didapat nilai efisiensi pompa untuk operasi optimum adalah sebagai berikut.

Tabel. 5. Nilai Performansi Pompa

$\theta$	Baru	Bulan 1	Bulan 2	Bulan 3
	Efisiensi (%)	Efisiensi (%)	Efisiensi (%)	Efisiensi (%)
55°	81.76	81.76	81.17	81.17
50°	81.17	81.47	81.17	81.17
45°	81.17	81.17	80.58	80.58

Nilai performansi terbaik berada pada pemakaian baru hingga satu bulan pada kondisi operasi sudut *ladder* 55°. Sedangkan nilai performansi paling rendah berada pada pemakaian bulan kedua dan ketiga pada kondisi operasi sudut *ladder* 45°.

#### 4. Kesimpulan

Efisiensi pompa *slurry* pada kondisi operasi optimum dengan variasi sudut gali 45°, 50° dan 55° pada luas penampang pemakaian baru, satu bulan, dua bulan, dan tiga bulan secara berurutan adalah 81,17 % , 81.17 % , dan 81.76 % untuk pemakaian baru; 81.17 % , 81.47 % , dan 81.76 % untuk pemakaian satu bulan; 80.58 % , 81.17% dan 81.17% untuk pemakaian bulan kedua; 80.58 % , 81.17 % , dan 81.17 % untuk pemakaian bulan ketiga.

Putaran yang harus dioperasikan pada sistem ini untuk mencapai hasil yang optimal adalah dengan variasi sudut gali 45°, 50° dan 55° pada luas penampang pemakaian baru, satu bulan, dua bulan dan tiga bulan secara berurutan adalah 522.470 rpm, 523.569 rpm, dan 524.550 rpm untuk pemakaian baru; 522.614 rpm, 523.706 rpm, 525,690 rpm untuk pemakaian satu bulan; 521.829 rpm, 522.931 rpm, 523.917 rpm untuk pemakaian dua bulan; 521.030 rpm, 522.122 rpm, 523.142 rpm untuk tiga bulan.

Total head yang timbul berdasarkan perhitungan apabila tidak ada padatan dalam aliran adalah sama pada setiap variasi sudut. Sedangkan total head tanpa padatan untuk pemakaian baru, satu bulan, dua bulan dan tiga bulan secara berurutan adalah sebesar 39.0603 m , 39.0937 m , 38.9135 m dan 38.7355 m. Total head yang timbul berdasarkan perhitungan bila padatan bercampur dalam aliran dengan variasi sudut gali 45°, 50° dan 55° pada luas penampang pemakaian baru, satu bulan, dua bulan dan tiga bulan secara berurutan adalah 43.6876 m, 43.9528 m , dan 44.1918 m untuk pemakaian baru; 43.7228 m, 43.9880 m, dan 44.2270 m untuk pemakaian satu bulan; 43.5331 m, 43.7983 m, dan 44.0373 m untuk pemakaian dua bulan; 43.3457 m, 43.6109 m, dan 43,8499 m untuk pemakaian tiga bulan.

**Referensi**

- [1] A Albar, R.E Randal, B Dwibarto, B.L Edge (2002) *A bucket wheel dredge system for offshore tin mining beyond the 50 m water depth*, Vol.29, Issue 14, p.1751–1767.
- [2] Bruce R. Munson, Donald F. Young, Theodore H. Okiishi. 2002. *Mekanika Fluida jilid I*. PT. Erlangga. Jakarta.
- [3] Daugherty, R. L.; J. B. Franzini; dan E. J. Finnemore, *FluidMechanics and Engineering Applications*, 9th ed., McGraw-Hill, New York, 1997.
- [4] Lewis, J. M. and Randall, R. E.(2015) *Prediction of Minor Loss Coefficient at Suction Inlet of Cutter Suction Dredge*, Journal of Dredging, Western Dredging Association (WEDA), Vol. 15, No.1 p:14-42
- [5] Mostafa H. Sharqawy, 2010 John H. Lienhard V dan Syed M. Zubair, *Thermophysical Properties of Seawater: A Review of Existing Correlations and Data, Desalination and Water Treatment*. Nayyar, Mohinder L, 2000, *Piping Handbook*, McGraw-Hill Inc., New York
- [6] Vlasblom, W.J, 2003, *Lecture Notes in Dredging Equipment and Technology*, Delft University of Technology, Delft.
- [7] Weir Slurry Group Inc, 2009, *Slurry Pump Handbook Fifth Edition*, New South Wales: Weir Slurry Group Inc.