



PAPER – OPEN ACCESS

Kajian Performansi Pompa Slurry pada Cutter Suction Dredger dengan Variasi Sudut Gali 35°, 40° dan 45°

Author : Asybel Bonar
DOI : 10.32734/ee.v1i1.107
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-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

Published under licence by TALENTA Publisher, Universitas Sumatera Utara



Kajian Performansi Pompa Slurry pada Cutter Suction Dredger dengan Variasi Sudut Gali 35°, 40° dan 45°

Asybel Bonar^{a*}, Tekad Sitepu^a

^aFakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara, Medan, 20155, Indonesia

asybel.sidabutar@gmail.com

Abstrak

Cutter Suction Dredger adalah salah satu metode penambangan lepas pantai. Untuk mendistribusikan material tambang dari dasar laut menuju unit penyaringan, digunakan air sebagai media pembawa dibantu dengan pompa melalui jaringan pemipaan. Sistem pemipaan merupakan bagian yang sangat penting dalam menyalurkan fluida. Dalam pengoperasiannya didapat kerugian yang menimbulkan beban tambahan yang ditimbulkan oleh gesekan antara fluida dan padatan dengan pipa beserta dengan komponennya. Dalam penelitian ini, peneliti melakukan perhitungan *head* secara teoritis dimana prosedur dimulai dengan pengumpulan data data pendukung, kemudian melakukan perhitungan untuk mendapatkan hasil. Dalam kondisi lapangan, didapat terdapat perubahan luas penampang pipa dikarenakan oleh gesekan. Untuk menghitung *head*, digunakan persamaan Bernoulli, untuk kerugian *head major* dan *head minor* digunakan persamaan Darcy-Weisbach dimana kapasitas aliran adalah tetap sebesar 250 m³/h solid insitu dengan variasi sudut gali 25°, 35°, dan 45° pada luas penampang dengan pemakaian baru, 1 bulan, 2 bulan, dan 3 bulan. Didapat besar *head* untuk setiap sudut secara berurutan adalah 399 rpm, 414.762 rpm, dan 433.984 rpm untuk pemakaian baru, 398.808 rpm, 413.987 rpm, 432.713 rpm untuk pemakaian 1 bulan, 397.368 rpm, 412.888 rpm, 428.125 rpm untuk pemakaian 2 bulan, dan 395.263 rpm, 411.021 rpm, 420.069 rpm untuk pemakaian 3 bulan..

Kata kunci: Pemipaan; Slurry; Aliran Multifasa; Kerugian Head; Dredging

1. Pendahuluan

Tingginya ketergantungan oleh masyarakat akan logam tambang yang diakibatkan oleh perkembangan teknologi serta bertambahnya jumlah penduduk dunia membuat nilai ekonomi logam tambang meningkat, serta menipisnya cadangan logam di daratan mengharuskan para perusahaan penambang untuk memperluas areal penambangannya hingga ke laut dengan cara proses pengerukan. Penambangan logam lepas pantai (*offshore*) membutuhkan biaya serta usaha yang sangat tinggi, sementara itu cadangan energi yang semakin menipis mengharuskan para *engineer* untuk menemukan solusi yang tepat, salah satunya yaitu merancang sistem yang lebih efisien. Mengurangi konsumsi energi dalam proses penambangan merupakan salah satu sasaran utama dalam industri pertambangan. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mencari nilai *head* yang terjadi serta pengaruh bercampurnya padatan dalam aliran fluida sehingga dapat menentukan kondisi operasi optimum dalam suatu sistem penambangan dengan metode *Cutter Suction Dredger*.

Di Indonesia, penambangan timah dilakukan oleh beberapa perusahaan, salah satunya yaitu PT Timah (Persero) Tbk. Penambangan oleh PT Timah dilakukan di Kepulauan Bangka dan Kepulauan Riau. Praktik

pengambangan oleh PT Timah dilaksanakan di darat dan di laut. Pada penambangan di laut, PT Timah memiliki beberapa kapal produksi timah, salah satunya yaitu Kapal Isap Produksi (KIP). KIP merupakan kapal produksi mineral timah yang menggunakan prinsip *Cutter Suction Dredger* yang cocok untuk penambangan titik (*spotted*). Bagian utama daripada kapal ini adalah *cutter* sebagai penghancur tanah, pompa *slurry* untuk memindahkan material padatan yang bercampur dengan air laut, dan unit penyaringan yang berguna untuk memisahkan pasir timah dari campuran campuran yang terdapat pada *slurry* yang ikut terhisap saat proses pemindahan material dari dasar laut.

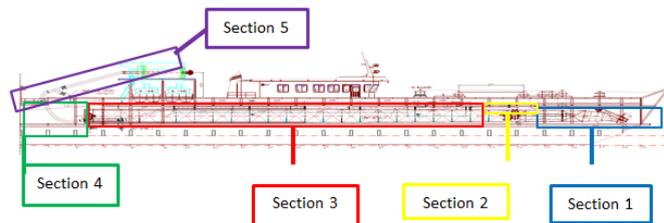
Pada proses pengerukan timah terdahulu dengan menggunakan *bucket line dredger*, didapati bahwa teknologi penggalian dan pencucian timah tidak efisien, dimana masih banyak material logam timah yang tertinggal di dasar lautan. Hal ini menyebabkan pengerukan masih harus dilakukan berulang kali di tempat yang sama untuk mendapatkan seluruh sumber daya logam timah yang berada di dasar laut. Oleh karena itu, diperlukan kajian yang mendalam mengenai kondisi operasi yang optimal untuk setiap kedalaman penggalian.

2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode analitik. Penelitian dimulai dengan proses pengumpulan data yang dibutuhkan. Pengumpulan data dilakukan di Kapal Induk Produksi milik PT Timah (Persero) Tbk yang berletk di perairan Air Kantung, Sungailiat, Provinsi Bangka Belitung. Pengumpulan data dilaksanakan dengan metode observasi, riset pustaka, dan wawancara user.

2.1. Pembagian Section

Untuk memudahkan perhitungan, sistem pemipaan pada KIP 15 dibagi atas 5 bagian yang mempunyai karakteristik yang berbeda.

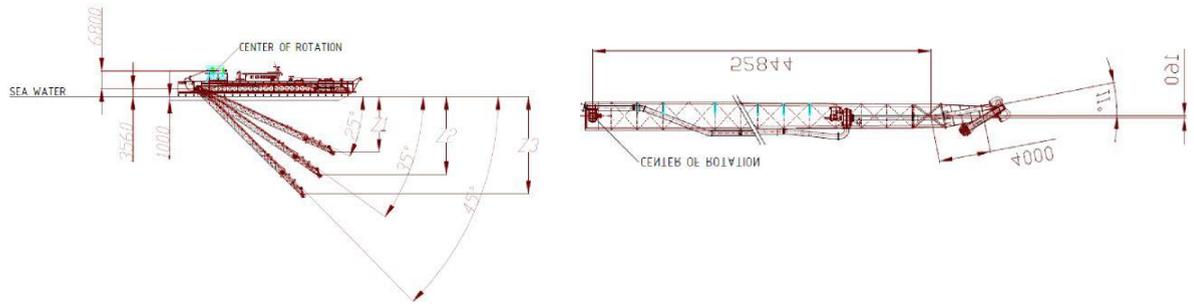


Gambar. 1. Pembagian Section

Tabel. 1. Spesifikasi Pipa Tiap Section

Section	1	2	3	4	5
Bahan Pipa	S275JR	HDPE	S275JR	Rubber	S275JR
Panjang Pipa	10142 mm	4734 mm	41375 mm	5000 mm	14308 mm
Standar Pipa	ASTM Schedule 80	ASTM D3035	ASTM Schedule 80	-	ASTM Schedule 80
Do	355.6 mm	355.6 mm	355.6 mm	406 mm	355.6 mm
Di	317.5 mm	276.5 mm	317.5 mm	355.6 mm	317.5 mm

2.2. Kedalaman Gali Setiap Sudut



Gambar. 2. Skema Kedalaman Gali

Berdasarkan pada Gambar 3, dapat dicari besar kedalaman gali sebagai fungsi (ζ) yaitu:

$$Z(\theta) = L_{LAD} \times \sin(\theta) + L_{SUC} \times \sin(\theta + \theta_{SUC}) - Z_{SEA} \tag{1}$$

Keterangan:

- Z_{SEA} = Jarak Permukaan Laut ke Center of Rotation
- L_{LAD} = Jarak Center of Rotation ke pipa hisap
- Z_{LAD} = Beda ketinggian pipa hisap dengan Center of Rotation
- L_{SUC} = Panjang pipa hisap
- θ_{SUC} = Sudut pipa hisap

2.3. Perubahan Dimensi Penampang Pipa

Dikarenakan material slurry yang sangat abrasif, laju pengikisan pipa sangatlah tinggi. Pipa diputar sebesar 120° setiap bulannya untuk memindahkan daerah dinding pipa yang menipis sehingga tidak terjadi kebocoran pada pipa. Perubahan dimensi pipa akan mempengaruhi besarnya. Berikut ini adalah data pengikisan pipa yang terjadi pada pipa baja.

Tabel. 2. Data Pengikisan Pipa

No.	Tebal Pengikisan (mm)	Pemakaian (Bulan)
1.	0	0
2.	13.36	1
3.	13.30	2
4.	13.32	3

2.4. Head Minor

Head minor dapat berpengaruh terhadap pembebanan total yang terjadi pada pompa, terutama bila komponen yang terdapat pada sistem pipa berjumlah banyak. Head minor dihitung dengan menggunakan persamaan (2).

$$h_L = K \frac{V^2}{2g} \tag{1}$$

Dimana :

h_L = Head minor (m)

Δp = Perubahan tekanan (Pa)

K = Koefisien kerugian head minor

2.5. Head Major

Head major terjadi akibat gesekan fluida dengan permukaan pipa. Head major dapat dihitung dengan menggunakan persamaan Darcy Weisbach yang terdapat pada persamaan (3).

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

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. Total head aktual pada suatu sistem pemipaan dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

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

Dimana:

h_m = Total Head untuk fluida slurry (m)

h = Total Head untuk fluida air (m)

HR = Head Ratio

3. Hasil dan Diskusi

Dihitung nilai head yang terjadi pada sistem apabila padatan tidak bercampur pada fluida. Hasil yang didapat adalah sebagai berikut:

Tabel. 3. Nilai Head tanpa Solid

Lama Pemakaian (Bulan)	0	1	2	3
Head (m)	23.208	23.116	22.355	21.689

Dari tabel 3, Dilakukan juga perhitungan pada kedalaman gali 35° dan 45° dan didapat nilai head yang sama sebesar 23.208 m. Hal ini dikarenakan air tidak perlu diberi usaha lebih untuk mencapai permukaan air laut, jadi nilai $H = 23.208$ m adalah pembebanan dari titik permukaan air laut hingga titik keluar ditambah dengan head akibat perbedaan kecepatan, minor losses, dan major losses. Nilai head berubah pada pemakaian bulan

berikutnya dikarenakan adanya perubahan luas penampang pipa. Kemudian dihitung nilai head yang terjadi pada sistem apabila terdapat campuran solid pada fluida. Hasil yang didapat adalah sebagai berikut:

Tabel. 4. Nilai Head Slurry

Head Slurry (m)	Lama Pemakaian (Bulan)				
	0	1	2	3	
Sudut Penggalian	25°	37.208	37.087	36.086	35.209
	35°	39.894	39.773	38.771	37.895
	45°	42.261	42.139	41.138	40.262

Pada tabel 4. didapat bahwa nilai beban terberat terdapat pada pemakaian baru pada sudut gali 45°, sedangkan pembebanan paling ringan terdapat pada bulan ketiga pada sudut gali 35°. Semakin lama waktu pemakaian, semakin besar pula luas penampang pipa, hal ini mengakibatkan kecepatan fluida yang mengalir pada dalam pipa menurun, sehingga nilai head yang terjadi juga ikut menurun. Untuk mendapatkan nilai operasi pompa optimal, nilai head slurry dicocokkan dengan menggunakan grafik kerja pompa, sehingga didapat nilai putaran optimal pompa sebagai berikut :

Tabel. 5. Nilai Putaran Optimal

Putaran (Rpm)	Lama Pemakaian (Bulan)				
	0	1	2	3	
Sudut Penggalian	25°	528.125	526.563	523.256	522.093
	35°	540.625	539.063	537.209	532.558
	45°	557.576	555.152	548.837	544.186

Berdasarkan Tabel 5, didapat nilai putaran optimal berkisar antara 828,125 Rpm hingga 544,186 Rpm. Hasil ini lebih kecil daripada putaran yang sering digunakan oleh operator yaitu sebesar 600 hingga 650 Rpm.

Kemudian untuk mendapatkan nilai performansi pompa, menggunakan metode yang sama dengan menentukan nilai putaran optimal. Didapat nilai performansi pompa pada putaran optimal sebagai berikut:

Tabel. 6. Nilai Performansi Pompa

Performansi (%)	Lama Pemakaian (Bulan)				
	0	1	2	3	
Sudut Penggalian	25°	76.1	76.0	75.7	75.6
	35°	77.0	76.9	76.8	76.4
	45°	78.0	77.9	77.5	77.2

Nilai performansi pompa terbaik terdapat pada pemakaian baru pada sudut gali 45°, sedangkan performansi paling rendah terdapat pada bulan ketiga pada sudut gali 35°.

4. Kesimpulan

Nilai performansi pompa yang didapat apabila pompa dioperasikan pada putaran optimal untuk sudut gali 25 secara berurutan pada setiap bulan pemakaian adalah 76,1%; 76,0%; 75,7%; 75,6%. Untuk sudut gali 35, nilai performansi yang didapat adalah 77,0%; 76,9%; 76,8%; dan 76,4%. Sedangkan untuk sudut gali 45, nilai performansi yang didapat adalah 78,0%; 77,9%; 77,5%; dan 77,2%.

Putaran pompa yang harus dioperasikan pada sistem ini untuk mencapai hasil yang optimal untuk sudut gali 25 secara berurutan pada setiap bulan pemakaian adalah 528,125; 526,563; 523,256; dan 522,093. Untuk sudut gali 35, kondisi operasi optimum adalah 540,625; 539,063; 537,209; dan 532,558. Untuk sudut gali 45, didapat kondisi operasi optimum pada 557,576; 555,152; 548,837; 544,186.

Total head yang timbul berdasarkan perhitungan apabila tidak ada padatan dalam aliran adalah untuk setiap sudut gali adalah 23,208 untuk pemakaian baru; 23,116 untuk pemakaian 1 bulan, 22,355 untuk pemakaian 2 bulan; 21,689 untuk pemakaian 3 bulan.

Total head yang timbul berdasarkan perhitungan bila padatan bercampur dalam aliran adalah untuk sudut 25 pada setiap bulan pemakaian secara berurutan adalah 37,208; 37,087; 36,086; dan 35,209. Untuk sudut 35, didapat nilai head sebesar 39,894; 39,773; 38,771; dan 37,895. Sedangkan untuk sudut gali 45, didapat nilai head sebesar 42,261; 42,139; 41,138; 40,262.

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.