

Perancangan Sistem Permesinan dan Sistem Penggerak pada Auger Cutter Suction Dredger (ACSD) sebagai Metode Pengerukan di Waduk

Andri Prasetyo H., Agoes Santoso, M.Sc. M.Phil., Tony Bambang Musriyadi
Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111
e-mail:hermawandri26@gmail.com ,

Abstrak—Auger Cutter Suction Dredger (ACSD) adalah salah satu jenis kapal keruk dari beberapa jenis kapal keruk yang ada. Sistem permesinan yang beroperasi pun lebih bervariasi karena selain kapal harus bergerak (moving) kapal juga melakukan aktivitasnya dalam melakukan pengerukan. Dalam operasinya, kapal keruk ini akan bekerja di area waduk. Dan juga sangat cocok diaplikasikan di sungai dan rawa. Dalam perancangan sistem permesinannya ada beberapa parameter yang perlu diperhatikan antara lain lokasi pengerukan, kapasitas produksi, kedalaman pengerukan, jenis material yang akan dikeruk, ukuran kapal, dan akses menuju ke tempat kerja. Dalam skripsi ini, akan dilakukan beberapa variasi perhitungan, analisa dan desain rencana umum kapal keruk (ACSD). Perhitungan dan analisa yang dilakukan pada sistem permesinannya antara lain perhitungan kapasitas dan penentuan pompa hisap, perhitungan dan pemilihan mesin Independent drive, pemilihan cutterhead, perhitungan kapasitas dan penentuan ladder winch suction pipe, desain kapal keruk yang direncanakan. Selanjutnya, setelah dilakukan perhitungan dan analisa tersebut, penentuan spesifikasi dijadikan dasar dalam pemilihan komponen / unit pada sistem permesinan kapal keruk ACSD tersebut.

Kata Kunci—Auger Cutter Suction Dredger, Sistem Permesinan, Ladder Winch Suction Pipe, Pompa.

I. PENDAHULUAN

INDONESIA merupakan negara kepulauan yang terdiri dari beberapa pulau. Sejalan dengan bergulirnya waktu, wilayah perairan tersebut seperti laut, sungai, danau, dan lain-lain mengalami sedimentasi oleh lumpur-lumpur yang terbawa oleh aliran. Pada kasus sungai, pendangkalan sering dapat mengakibatkan banjir atau penyempitan luas sungai. Untuk mengatasi masalah pendangkalan tersebut dibutuhkan alat kerja yang efektif untuk mengeruk seperti misalnya eskavator. Namun pada keadaan tersebut diperlukan sebuah alat yang lebih efisien dan efektif dalam hal waktu pengerukan atau kemampuan dalam pengerukan yang bisa digunakan di wilayah perairan. Sehingga dibuatlah kapal keruk yang diharapkan dapat menunjang kegiatan pengerukan.

Dalam industri pengerukan ini banyak yang memilih metode auger cutter suction karena metode ini banyak memiliki kelebihan antara lain seperti metode ini merupakan metode yang pembangunannya sangat murah, auger cutter suction sangat movable untuk daerah dengan medan yang sulit maupun akses yang sempit seperti rawa rawa dan muara sungai karena sarat yang rendah dalam pengoperasiannya dan efisien karena mampu dioperasikan selama 24 jam nonstop dan optimal dalam hasil pengerukan. Perancangan sistem permesinan pada auger cutter suction

dredger ini bertujuan untuk memaksimalkan sistem-sistem yang beroperasi pada saat melakukan pengerukan agar lebih efektif dan efisien. Untuk merancang kapal ini, maka perlu juga diketahui jenis material yang diangkut, head, pompa dan tentunya ukuran diameter pipa yang akan digunakan.

Perumusan masalah yang terkait dan dikaji Perumusan masalah terkait yang akan dikaji dalam tugas akhir ini sebagai berikut :

1. Bagaimana perancangan sistem permesinan pada Auger Cutter Suction Dredger (ACSD).
2. Bagaimana kelebihan dan kekurangan pada Auger Cutter Suction Dredger (ACSD).

Dari permasalahan yang harus diselesaikan di atas maka perlu adanya pembatasan masalah serta ruang lingkupnya agar dalam melakukan analisa nantinya tidak melebar dan mempermudah dalam melakukan analisa, batasan tersebut yaitu :

1. Perhitungan kapasitas, perancangan sistem permesinan dan kebutuhan kapal keruk.
2. Jenis tanah dan kapasitas produksi kapal keruk (ACSD) sebesar 1200m³/jam.
3. Pemilihan dari *cutter* dan *equipment* pendukung
4. Analisa tahanan kapal dan model lambung menggunakan software maxurf.
5. Material yang dihisap berupa kohesi dan non-kohesi.
6. Tidak mendesain konstruksi.

Tujuan penulisan skripsi ini adalah untuk mendapatkan perancangan sistem permesinan dan sistem penggerak pada ACSD dalam proses pengerukan yang efektif dan instalasi pembuangan hasil pengerukan yang maksimal.

Manfaat yang dapat diperoleh dari penulisan skripsi ini antara lain :

1. Mengetahui sistem permesinan yang maksimal dan efektif pada kapal keruk ACSD.
2. Mengembangkan dan menciptakan teknologi tepat guna yang bermanfaat dan bisa diterima di Industri pengerukan pada umumnya.
3. Meningkatkan kualitas Sumber Daya Manusia.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Karakteristik Auger Cutter Suction Dredger

Karakteristik dari Auger Cutter Suction Dredger ship ini adalah sebuah kapal laut yang mempunyai system penggerak sendiri (self-propelled) yang dilengkapi dengan peralatan dan system equipment untuk melakukan proses pengerukan. Dalam standart desain kapal ACSD tersebut dilengkapi dengan :

1. Satu pipa hisap dengan mulut hisap (dragheads) yang didorong oleh kapal pada saat pengerukan

2. Satu atau lebih pompa hisap untuk menyedot tanah yang melewati dragheads
3. Dilengkapi ladder winch atau alat angkat untuk mengangkat pipa hisap di dek kapal
4. Dilengkapi sistem penggerak sendiri (self-propelled) berupa star wheel/ paddle wheel di sisi kanan dan kiri kapal.
5. Mempunyai area aplikasi yang luas karena bergerak bebas, serta bisa bekerja dibawah kondisi lepas pantai
6. Material yang bisa dihisap adalah lumpur, pasir dan kerikil serta posisi pengerukan yang tidak tetap / tidak akurat

B. Bidang Aplikasi

Kapal keruk Auger Cutter Suction Dredger (ACSD) mampu bergerak sendiri di dalam air, tanah berlumpur. Serta sangat cocok untuk pengerukan gulma dan lumpur di medan yang sangat berat yang tidak mungkin dapat dilakukan oleh konvensional kapal keruk lainnya seperti di sungai, muara dan rawa-rawa.

C. Prinsip Kerja

Pada prinsipnya, dilengkapi dengan Cutter (alat penghancur) di ujung pipa hisap sehingga dapat mengeruk tanah galian yang agak keras. Di sebuah auger cutter-suction dredger atau ACSD, pipa penghisap memiliki kepala pemotong di pintu masuk penghisap. Pemotong dapat pula digunakan untuk material keras seperti kerikil atau batu. Material yang dikeruk biasanya diisap oleh pompa pengisap sentrifugal dan dikeluarkan melalui pipa atau ke tongkang. ACSD dengan pemotong yang lebih kuat telah dibangun beberapa tahun terakhir, digunakan untuk memotong batu tapi peledakan. ACSD memiliki dua buah paddle wheel sebagai propulsors di bagian belakang kiri dan kanan.

D. Dasar Umum untuk Ukuran, Identifikasi Dan Klasifikasi Tanah Untuk Pengerukan

E. Perhitungan Head Pompa

Head adalah energi mekanik yang terkandung dalam satu satuan berat zat cair yang mengalir. Secara umum head dirumuskan sebagai berikut :

$$H = \frac{\rho}{\gamma} + \frac{v^2}{2g} + Z$$

Dimana:

- P = Tekanan zat cair (Kgf/m)
- V = Rata-rata kecepatan aliran zat cair (m/s)
- γ = Berat zat cair persatuan volume (kgf/m)
- g = Percepatan gravitasi (m/s²)
- z = Ketinggian (m)

Head total adalah gabungan antara static head (Hs), pressure head (Hp), velocity head (Hv) dan ditambah losses karena friction (Hf) pada suction dan discharge pump.

$$H_t = H_s + H_p + H_v + H_f$$

III. METODOLOGI

Metodologi penelitian merupakan suatu langkah yang dilakukan agar tercapainya suatu tujuan dan alur sebuah skripsi. Terdapat beberapa langkah yang akan diterangkan dalam metodologi penelitian ini.

IV. ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

A. Perhitungan Produksi Material

Adapun komposisi material yang terdapat pada perairan waduk yang akan dihisap terdiri dari lumpur, kerikil, pasir dan air laut. Dimana prosentase penghisapan sebagai berikut:

Perhitungan untuk slurry, gravel dan pasir 45,32% serta air laut 54,68%.

$$\begin{aligned} \text{Insitu} &= \text{SG solid} \times \text{persen} + \text{SG air laut} \times (1 - \text{persen}) \\ &= 5,97 \times 45,32\% + 1,025 \times (1 - 45,32\%) \\ &= 3,27 \end{aligned}$$

B. Pemilihan Pompa Slurry

Berdasarkan perhitungan total head maka didapat dua data utama yaitu:

- Kapasitas pompa = 1200 m³/h
- Head = 24,35 m

Berdasarkan dua data tersebut, maka didapatkan pemilihan pompa sebagai berikut:

- Nama pompa = BG (H) Gravel Sand Slurry
- Tipe pompa = 10/8S-BGH Sentrifugal
- Kapasitas = 180 – 1440 m³/jam
- Head = 24 – 80 m

C. Pemilihan Mesin / Independen Drive

Hal ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar daya dan putaran yang dibutuhkan oleh sebuah pompa slurry yang akan direncanakan ini, mampu memenuhi head dan kapasitas yang direncanakan yaitu head = 24,35 m dan Q = 1200 m³/h. Untuk perhitungan daya pompa adalah sebagai berikut:

$$P = (1000 \times W \times Q \times H) / (75 \times n)$$

Data pemilihan mesin yang didapatkan:

- Engine merk : John Deere
- Engine Model : 6090HF485
- Rate RPM : 2200 rpm
- HP Rate : 325 Hp / 242 kW

D. Pemilihan Booster Pump

Gaya dorong pada pompa yang pertama untuk mencapai pada pompa booster adalah sebagai berikut :

$$n = (P_w / P) \times 100\%$$

Untuk mendapatkan nilai dari head pompa pertama dengan formula sebagai berikut :

$$P_w = Y \times Q \times H$$

Perhitungan head total pada pipa discharge pompa booster dimana desain dari pipa discharge sejauh 1200 m seperti yang terlihat pada perencanaan pipa dredger dengan satu booster pump yaitu bernilai sebesar 52,35 m dengan power 417,64 kW.

Berdasarkan dua data tersebut, maka didapatkan pemilihan pompa booster sebagai berikut :

- Merk : THM Slurry Booster Pump
- Tipe : THM-10ST
- Kapasitas : 936-1960 m³/jam
- Head : 7- 68 m

E. Pemilihan Cutter Head

Dalam penentuan cutter head penulis tidak menghitung desain cutter, sehingga pemilihan berdasarkan pada spesifikasi brosur cutter yang mengacu pada diameter pipa suction.

Spesifikasi cutter head yang digunakan yaitu:

- Jenis cutterhead : IMS Razor Tooth Weedmaster
- Tipe cutter head : Excavator Cutter Head
- Kecepatan (variabel) : 0-230 rpm
- Torsi : 15,100 in-lbs. (1,706 N-m)
- Cutter tip force : 1.440 lbs. (6.405 N)

- Desain lambung = Catamaran
- V_s (operation) = 3 knots/h
- V_{max} (moving) = 5 knots/h

Pada software maxsurf hullspeed, kita bisa mengestimasi besarnya tahanan kapal yang dihasilkan dari suatu desain kapal dengan berbagai metode perhitungan seperti savitsky, holtrop, dan lain-lain. Pada pengerjaan ini digunakan metode holtrop karena tipe kapal yang dirancang adalah tipe *displacement hull* yang dimana perhitungan tahanannya hanya bisa digunakan dengan menggunakan metode tersebut. Langkahnya yaitu dengan cara mendesain terlebih dahulu bentuk lambung kapal beserta ukuran utama kapal yang disesuaikan pada hydromax yang juga merupakan bagian dari software maxurf.

Untuk mengetahui beberapa besar nilai tahanan kapal maka beberapa koefisien-koefisien kapal diperlukan sebagai data utama seperti kecepatan kapal, sarat air (draft) dll. Maka akan tampak data karakteristik lambung kapal di bawah air pada tabel berikut.

Sedangkan untuk tabel di bawah ini menunjukkan nilai tahanan serta daya/power pada masing-masing kecepatan. Dari tabel tersebut dapat kita ketahui bahwa holtrop dimulai dari kecepatan 0 knot sampai kecepatan maksimum 5 knot.

Pada perhitungan speed power prediction dengan menggunakan maxurf *hullspeed* ini dipakai efisiensi sebesar 50%. Dari hasil analisa diatas, dengan melihat tabel dan grafik diatas maka nilai tahanan total (RT) untuk dapat mengerakkan kapal dengan kecepatan 5 knots/h adalah sebesar 1,64 kN dengan *power* atau daya efektif yang diperlukan (EHP) sebesar 8,43 kW. Untuk dapat mengetahui besarnya daya mesin yang akan digunakan maka harus dilakukan perhitungan koefisien propulsi pada paddle wheel. Namun pada pengerjaan tugas akhir ini tidak sampai melakukan pembahasan tersebut.

V. KESIMPULAN

Setelah dilakukan pembahasan beberapa rumusan masalah pada tugas akhir ini maka ada beberapa kesimpulan yang mengacu pada sisi pembahasan tersebut adalah jenis sistem permesinan yang dirancang pada kapal ini adalah:

1. Semakin besar prosentase volume solid maka semakin besar pula nilai spesifik gravity untuk material (S.G.m), berat konsentrasi (Cw) dan Volume konsentrasi (Cv).
2. Pada perencanaan dredger pump ini, dengan discharge sejauh 1200 m dan kapasitas 1200 m³/h dapat digunakan desain yang efektif dengan menggunakan 1 pompa hisap dan 1 pompa booster.
3. Untuk pompa hisap dapat digunakan dengan spesifikasi pompa slurry dengan kapasitas 1440 m³/h, head 80 m dan power maksimal sebesar 560 Kw, untuk pompa booster yaitu kapasitas 1960 m³/h, head 80 m, dan power sebesar 428 Kw.
4. Berdasarkan perhitungan kebutuhan daya dari pompa dengan head 24,35 m, kapasitas 1200 m³/h dan efisiensi 70% diperlukan power sebesar 216,46 kW sehingga dipilih Diesel Independen Drive dengan type 6090HF485 memiliki power sebesar 242 kW dengan rpm 2200.
5. Berdasarkan hasil dari percobaan menggunakan maxurf, untuk dapat mengerakkan kapal dengan kecepatan 5 knots/h adalah sebesar 1,64 kN dengan power atau daya efektif yang diperlukan (EHP) sebesar 8,43 kW.

F. Kapasitas Ladder Winch

Sebelum menentukan kapasitas penggerak pipa hisap (winch), terlebih dahulu kita harus mengetahui berapa beban yang akan diangkat oleh winch tersebut. Berdasarkan perhitungan diperoleh berat keseluruhan yang akan diterima oleh winch adalah:

$$\begin{aligned} W &= \text{berat suction pipe penuh} + \text{berat cutter head} \\ &= 5,94 \text{ ton} + 0,65 \text{ ton} \\ &= 6,60 \text{ ton} \end{aligned}$$

Setelah didapatkan besaran nilai untuk nominal pull (T2) sebesar $8,258 \times 10^3$ N, maka bisa dilakukan pemilihan winch sesuai spesifikasi yang ada yaitu:

- Merk = Haacon
- Type = TN-09 Series
- 1st layer
- Nom.Torque = 1000 Nm
- W.L.L = 10 kN

G. Perancangan Sistem Hidrolik

Berdasarkan hasil dari perancangan dan perhitungan diatas untuk pemilihan spesifikasi yang sesuai adalah :

Circuit #1

- Hydraulic pump
 - Merk : Eaton
 - Model : 70160 Medium Duty
 - Pump Element : Piston
 - Displacement : 0-54,4 cm³/r
 - Flow rate (pressure) : 233 L/min (61,5 gpm)
 - Speed input : 4510 rpm (max)
- Hydraulic Motor
 - Merk : Eaton
 - Model : 2000 Series
 - Displacement : 130 cm³/r
 - Max. Speed : Cont. 576 rpm, Inter. 720 rpm

Circuit #2

- Hydraulic pump
 - Merk : Eaton
 - Model : 70160 Medium Duty
 - Pump Element : Piston
 - Displacement : 0-20,3 cm³/r
 - Flow rate (pressure) : 64,3 L/min (17 gpm)
 - Speed input : 3600 rpm (max)
- Hydraulic Motor
 - Merk : Eaton
 - Model : T Series (158)
 - Displacement : 195 cm³/r
 - Max. Speed : Cont. 287 rpm

H. Kebutuhan Tenaga Penggerak Kapal

Pada tahap berikutnya yaitu melakukan perancangan desain kapal yang akan digunakan sebagai kapal keruk ACSD.

Ukuran utama kapal :

- LOA = 18,30 m
- Hull LOA = 12,00 m
- B (moulded) = 3,09 m
- T (Draught) = 1,35 m
- H (moulded) = 1,41 m

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adji, S.W. Modul 1 Resistance & Propulsion (copyright 2009), Surabaya.
- [2] Willey, jhon. 1997. Dregging a Handbook for Enginerring. New York
- [3] Tahara, Haruo & Sularso. 2000. Pompa dan Kompresor. Jakarta : PT. Pradnya Paramita.
- [4] Tim laboratorium Mesin Fluida dan Sistem. 2008. Buku Pedoman Praktikum Mesin Fluida dan Sistem. Surabaya: Jurusan Teknik Sistem Perkapalan FTK ITS.
- [5] Herbich, John B. 1992. Handbook of Dredging Engineering. McGraw-Hill-Inc.
- [6] Rusyda, Anisah.2013. Tugas Akhir : perancangan multi fungsi hidrolis pada kapal keruk 30 Meter.
- [7] Roorda, A. Vertregt, J.J. 1963. Floating Dredges. Haarlem. De Technische Uitgeverij H. Stam N.V.
- [8] [http:// www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com)
- [9] [http:// www.ims.com](http://www.ims.com)
- [10] [http:// www.eaton.com](http://www.eaton.com)
- [11] [http:// www.alibaba.com](http://www.alibaba.com)