

BAB II

TEORI DESIGN

II.1 Teori Dasar Yang Berlaku Secara Umum

Agar supaya dapat bekerja, pompa membutuhkan daya dari mesin penggerak pompa. Didalam Impeller, fluida mendapat percepatan sedemikian sehingga fluida tersebut mempunyai kecepatan mengalir dari sudu – sudu Impeller, kecepatan keluar fluida ini selanjutnya akan berkurang dan berubah menjadi tinggi kenaikan (H) di rumah keong (volute).

II.2 Kecepatan Spesifik dan Bentuk Roda Jalan (Impeller)

Ukuran – ukuran utama impeller pompa sentrifugal harus diberikan bersama – sama dengan kecepatan putar pada kapasitas pompa (V) dan tinggi kenaikan (H).

Makin besar tinggi kenaikan yang diinginkan, maka perbandingan diameter Impeller D_2 / D_1 harus dibuat makin besar, sedemikian sehingga diperoleh suatu hasil kerja gaya sentrifugal yang sesuai dengan yang diinginkan. Tetapi hal ini terbatas karena adanya kerugian gesekan terhadap kecepatan fluida masuk, kemampuan menghisap yang terbatas dan bahaya kavitasi.

Dari besar kecilnya kecepatan spesifik ini akan menentukan bentuk impeller yang digunakan.

II.3 Daya Penggerak

Dalam merencanakan instalasi pompa, seringkali digunakan motor listrik, atau motor torak sebagai daya penggerak mula. Untuk menentukan mana yang tepat harus dilihat kondisi kerja dan tempatnya, karena kedua jenis penggerak mula tersebut mempunyai keuntungan dan kerugian masing – masing.

Perbandingan sifat – sifat motor listrik dan motor torak sebagai bahan pertimbangan dalam pemilihannya.

(1) Motor Listrik

a. Keuntungan

1. Jika tenaga listrik yang tersedia sesuai dengan tegangan ditempat tersebut, maka dapat memberikan ongkos yang murah.
2. Pengoperasiannya lebih mudah.
3. Ringan dan hampir tidak menimbulkan getaran.
4. Pemeliharaan dan pengaturan mudah.

b. Kerugian

1. Jika sumber tenaga listrik padam, pompa tidak dapat bekerja.
2. Pompa jarang dipakai, biaya operasi tetap tinggi karena biaya beban tetap harus dibayar.
3. Jika lokasi pompa jauh dari jaringan distribusi listrik yang ada, maka biaya penyambungan mahal.

(2) Motor Torak

a. Keuntungan

1. Operasinya tidak tergantung listrik.
2. Biaya fasilitas tambahan dapat lebih rendah dari pada motor listrik.

b. Kerugian

1. Motor torak lebih berat
2. Memerlukan air pendingin yang cukup besar.
3. Getaran dan suaranya lebih besar.

II.4 Poros Pompa

Perbandingan karakteristik antara pompa dengan poros mendatar dan poros tegak antara lain adalah :

(1) Poros Mendatar

- a) Head Isap Positif Neto (NPSH) yang tersedia kecil
- b) Ruang instalasi mendatar besar
- c) Tinggi bangunan tempat pompa rendah
- d) Beban berat pompa kecil (ringan)

(2) Poros Tegak

- a) Head Isap Positif Neto (NPSH) yang tersedia besar
- b) Ruang instalasi mendatar kecil
- c) Tinggi bangunan tempat pompa lebih tinggi
- d) Beban berat pompa besar (berat)

II.5 Pencegahan Kavitas

Kavitas dapat dihindari dengan membuat Head Isap Positif Neto (NPSH) yang tersedia lebih besar dari pada Head Isap Positif Neto (NPSH) yang diperlukan.

Dalam hal mengecilkan NPSH yang diperlukan merupakan salah satu cara yang hanya dapat diusahakan oleh pabrik pompa. Sedangkan dipihak lain, menaikkan NPSH yang tersedia diusahakan oleh pemakai pompa.

Untuk mencegah atau menghindari terjadinya kavitas, perlu diperhatikan hal-hal dalam perencanaan instalasi pompa antara lain :

1. Ketinggian letak pompa terhadap permukaan zat cair yang diisap harus dibuat serendah mungkin agar head isap statis menjadi rendah juga.
2. Pipa isap harus dibuat sependek mungkin, jika terpaksa dipakai pipa isap yang panjang, sebaiknya dipakai pipa berdiameter satu nomor lebih besar untuk mengurangi kerugian gesekan.
3. Tidak dibenarkan bila memperkecil laju aliran dengan menghambat aliran disisi isap
4. Jika pompa mempunyai head total yang berlebihan, maka pompa akan bekerja dengan kapasitas aliran yang berlebihan juga, sehingga kemungkinan akan terjadi kavitas menjadi lebih besar, karena itu head total pompa harus ditentukan sedemikian sehingga sesuai dengan yang diperlukan pada kondisi operasi yang sesungguhnya.

Namun pada beberapa hal terjadi sedikit kavitas yang tidak mempengaruhi performansi sering tidak dapat dihindari sebagai akibat dari pertimbangan ekonomis. Dalam hal ini perlu dipilih bahan impeller yang tahan erosi karena kavitas.

II.6 Beberapa Jenis Kapal Keruk

II.6.1 Kapal Keruk Hisap Lumpur

Menurut Klasifikasi kapal ini termasuk jenis Hydraulic Dredger, yaitu kapal keruk yang memiliki pompa sentrifugal yang membuang hasilnya kedalam badan kapalnya sendiri, ketongkang atau kepantai.

Berdasarkan material yang dikeruk, Hydraulic Dredger sendiri dibagi menjadi 2 bagian yaitu :

1. Plain Suction Dredger
2. Draghead Dredger

1. Plain Suction Dredger

Bentuk dari kapal jenis ini mirip dengan kapal biasa, tapi letak pipa hisapnya berbeda dengan jenis lain, pipa hisap biasa diletakkan didepan (haluan), pipa ini menembus badan kapal masuk kedalam pompa hisap dan disalurkan ke badan kapalnya sendiri atau ketongkang. Terkadang juga. Pompa diletakkan didarat. Jenis yang modern memiliki water jet diujung bawah pipa hisap, air bertekanan tinggi dipakai untuk menghancurkan material-material yang agak keras. Ujung pipa hisap dibuat empat persegi panjang dan jet dipasang disekitarnya.

Jenis ini dapat bekerja dengan baik jika tidak perlu berpindah dan membuat lubang, sehingga pasir atau lumpur disekelilingnya masuk dan kemudian dihisap. Namun untuk material-material yang keras jenis ini tidak efektif.

2. Draghead Dredger

Jenis kapal keruk ini sering dipasang kepala hisap yang disebut Dustpan atau Draghead dipasang diujung pipa hisap.

Cara Kerjanya :

Sadder harus diturunkan sampai menyentuh bagian dasar yang akan dikeruk, dan kapal bergerak maju. Bentuk kapal seperti kapal niaga biasa, kapal ini juga sering dilengkapi oleh bak lumpur sendiri.

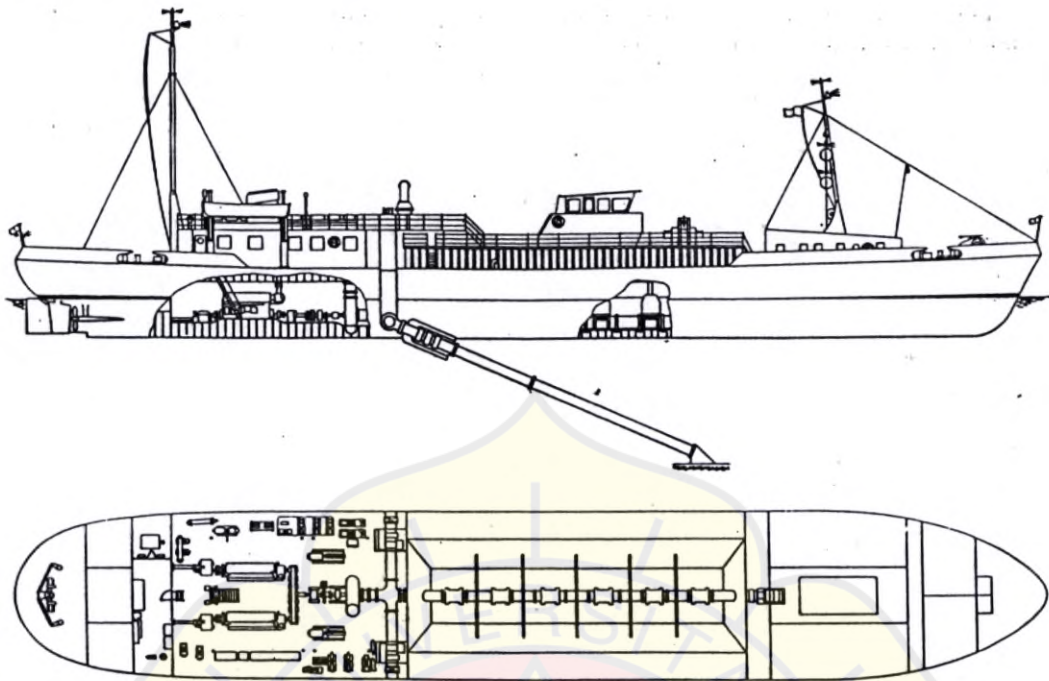
Kapasitas bak lumpur sekitar 500-8000 cubic yard. Jika bak sudah penuh, kapal akan berhenti bekerja dan akan menuju tempat pembuangan lumpur, dan inilah salah satu kekurangan kapal keruk jenis ini, karena waktu akan terbuang untuk pembuangan lumpur.

Keuntungan-keuntungannya :

- Bekerja efisien untuk lumpur-lumpur halus
- Bekerja sambil berjalan sendiri, yang berarti memiliki penggerak kapal sendiri
- Pekerjaan dapat terus berjalan walaupun ada gelombang
- Memiliki bak lumpur didalam badan kapalnya sendiri
- Kapasitas mudah diatur yaitu dengan pengaturan pompa-pompa sentrifugal dan pipa-pipa hisapnya
- Stabilitas kapal cukup baik, demikian pula dengan titik berat kapal yang rendah
- Pengaturan kedalaman yang dikeruk sudah merupakan suatu problem

Kekurangan-kekurangannya :

- Kapal ini harus memiliki penggerak sendiri karena waktu beroperasi kapal ini harus selalu bergerak maju. Karena kapal beroperasi dengan gerakan kapal maju, maka tidak mungkin untuk pembuangan material langsung kedarat, sehingga harus memiliki bak lumpur sendiri dikapalnya.



Gambar. 2.1 Kapal keruk jenis hisap lumpur

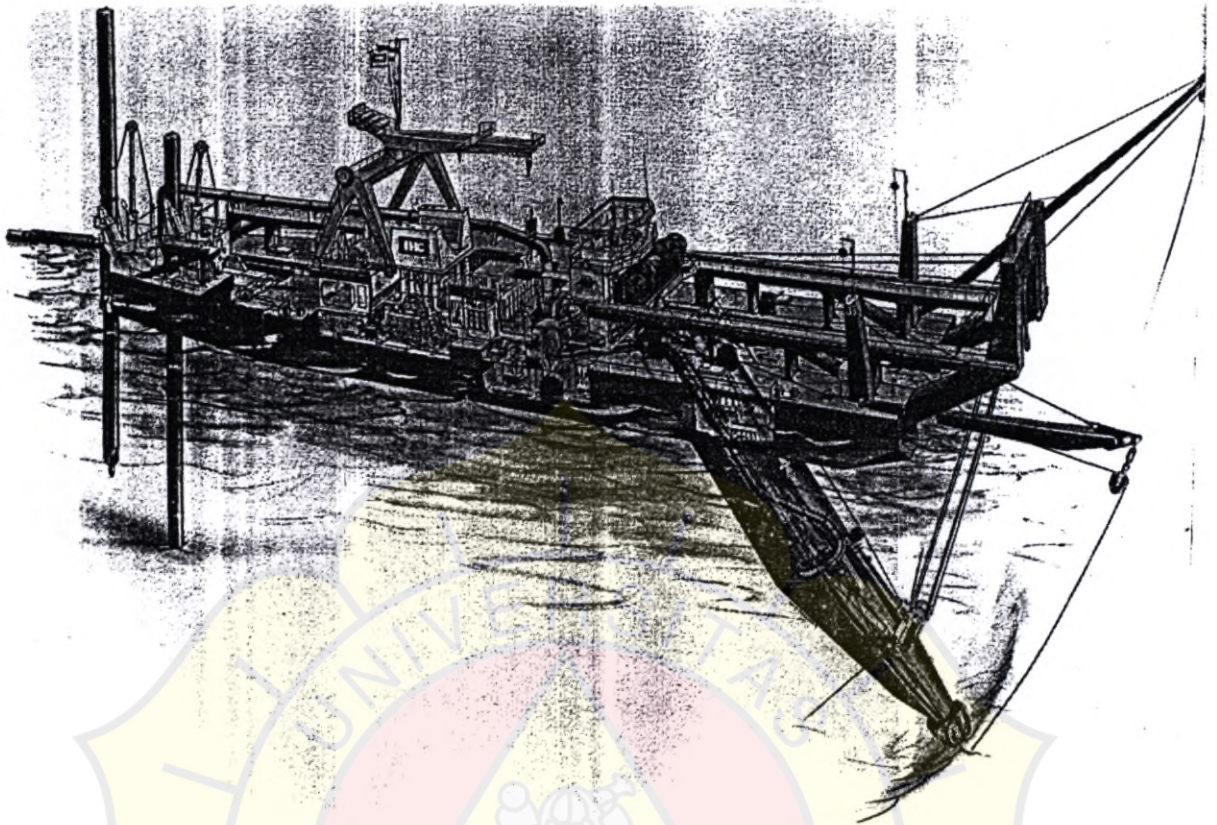
II.6.2 Kapal Keruk Bor Hisap (Cutter)

Kapal keruk Bor Hisap merupakan kombinasi dari kapal keruk lainnya, dan fungsi utamanya adalah mengeruk dan memindahkan material melalui pipa hisap dan langsung dibuang melalui pipa buang yang berada di atas ponton terapung yang kemudian dibawa ketempat buang.

Komponen-komponen yang terdpat pada kapal keruk tersebut adalah :

- Ladder Cutter
- Pipa Hisap
- Motor Cutter
- Ruang kontrol
- Mesin-mesin pengangkat
- Kerangka untuk Spud dan 2 buah Spud
- House Boat (perumahan untuk ABK), dll.

Untuk pengoperasiannya memerlukan alat-alat bantu keruk tenaga boat, pipa apung lengkap dengan ponton dan Heeurebber Sleeve, jointnya tongkang..



Gambar 2.2 Kapal keruk jenis bor hisap (Cutter)

A. Cara Kerja / Operasi

Pada prinsipnya cara kerja kapal bor hisap ini hampir sama dengan kapal hisap lumpur, hanya perbedaannya ialah dapat mengeruk tanah yang agak keras karena dilengkapi dengan bor atau yang biasa disebut Cutter.

Sebelum kapal beroperasi perlengkapan-perengkapan pada kapal ini dipersiapkan terlebih dahulu, seperti pompa buang yang diatas ponton sudah disambung pada badan kapal (pipa buang kapal). Pipa buang yang berada di ponton disambung-sambung sampai kedalaman yang dikehendaki dimana hasil kerukan dibuang, setelah itu barulah ladder diturunkan hingga kedalaman keruk, Spud-spud diturunkan kemudian pipa hisap dan cutter diputer dengan mesin cutter yang biasanya berada pada ladder bagian atas. Dan pengerukan pun bisa dilaksanakan.

Beroperasinya kapal tidak menggunakan mesin penggerak sendiri, tapi kapal bergerak dengan dua spud yang dipasang pada ujung haluan kapal dan bagian buritan dibantu oleh tali dan jangkar. Pergerakan kapal atau pergerakan pengerukan adalah zig-zag yaitu dengan pengaturan pengangkutan spud-spudnya dan penarikan / penguluran tali-tali jangkar.

B. CUTTER

Cutter dipasang pada ujung ladder, Cutter ini dihubungkan kemotor Cutter dengan poros cutter. Cutter ini berfungsi sebagai pemotong material yang kemudian hasil potongannya dihisap oleh pompa penghisap.

a) Jenis-jenis cutter.

Jenis Cutter dibagi menjadi Basket dan Straight Arm. Jenis Close Nose basket dengan daun spiral cocok untuk mengali material lunak dan pasir lepas. Jenis Open Nose basket paling cocok untuk mengeruk material yang liat (lempung), karena jika mengeruk lempung dengan daun Cutter yang berdekatan maka Cutter akan tersumbat. Straight Arm Cutter, daun Cutter ini dihubungkan dengan baut ke Spider, ini dipergunakan untuk lempung yang keras. Untuk material yang amat keras, dipakai daun dengan gigi yang berbentuk skop, gigi yang berbentuk garu bekerja baik pada karang atau material yang keras dan yang rapuh lainnya. Jadi perencanaan untuk Cutter disini, harus benar-benar baik sehingga material yang terpotong tidak akan menyumbat pada pompa.

b) Kekuatan Motor Cutter

Tenaga yang diberikan pada cutter berbeda-beda menurut pekerjaan dan ukuran dari kapal keruk itu sendiri. Kapal keruk 8 s/d 12 inchi bisa dengan tenaga motor cutter \pm 400 tenaga kuda untuk kapal yang besar sampai 4000 Hp. Kecepatan putar dari cutter biasanya berkisar antara 20-30 Rpm tergantung dari material yang dikeruk dan besarnya cutter. Cutter ini dipasang pada ujung ladder dan dihubungkan kemotor cutter dengan poros yang dilengkapi dengan bantalan-bantalan poros, bantalan poros ini harus diperhatikan karena sering cepat aus yang diakibatkan oleh material-material keras maupun halus (pasir) sering masuk kedalam bantalan tersebut dan mengakibatkan proses keausan tersebut.

c) Bentuk dan Ukuran Cutter.

Cutter dibuat dari bahan baja tahan aus, bagian depan dari cutter harus memiliki kekerasan paling sedikit 500 brinell atau 51 Rockwell C, dengan yield strength sekitar 100 pound/ inch. Bentuk fisik yang penting menentukan bentuk Cutter Sweep, yaitu penyesuaian sudut dari daun-daun cutter yaitu sudut pada piringan cutter dari suatu daun lengkap, satu daun dengan daun 3 akan memiliki Sweep Angle 120. Lebih kecil Sweep Angle berarti daun cutter akan semakin banyak dan getaran akan sedikit.

Sifat yang paling penting dari cutter ialah Rate Angle, ini juga penting untuk operasinya. Rate Angle yaitu sudut yang dibentuk oleh garis singgung pada gerak melingkar dari cutter pada titik tempel dengan material yang dipasang pada kemiringan dengan permukaan daun. Sudut yang tepat yaitu sudut dengan waktu perembesan material tersebut diperoleh yang kecil. Jika Rate Angle terlalu kecil yaitu kemiringan daun kecil cutter akan mudah slip pada material, tetapi jika sudut terlalu besar cutter akan menusuk/ mencungkil material.

C. LADDER

Ladder selain membawa cutter juga pipa hisap, pipa pelumas, motor cutter dan gigi reduksi. Ujung ladder disangga oleh engsel yang dipasang pada suatu lekukan pada kapal. Pada kapal keruk kecil, ladder sering dipasang langsung pada badan kapal dan tidak ada lekukan. Ujung depan ladder digantung dari suatu frame A, memakai block dan tachle bertali yang dihubungkan kemesin-mesin pengangkatnya didalam kapal keruk. Panjang dari ladder tergantung dari dalamnya pengerukan, dalam pengerukan maximal biasanya diambil sekitar 0,7 panjang ladder, yaitu juga ladder miring 45 terhadap horizontal. Dalam pengerukan maximal = 0,7 panjang ladder, pembatasan sudut ini biasanya dipatuhi karena sudut yang lebih besar menyebabkan gaya engsel yang bertambah, dengan bertambahnya sinus dari sudut tegak, maka dari itu permukaan engsel dibuat cukup besar. Tegangan paling besar ialah tegangan lengkungan pada sumbu horizontal, makin panjang ladder tegangannya akan bertambah besar. Sudah barang tentu panjang ladder ini harus sesuai dengan dalamnya perencanaan operasi yaitu rencana dalamnya pengerukan.

II.6.3 Kapal Keruk Cengkeram

Grab Bucket yang digerakan oleh Crane yang diletakkan pada suatu pontoon terapung dengan geladak datar (flat top barge). Pemakain kapal keruk ini banyak sekali dipakai disekitar deck, dermaga, kolam-kolam pelabuhan, bagian sudut-sudut dari kode, karena alat keruk ini dapat merapat sampai ke tepi.

Material yang dikeruk cocok untuk material yang liat (lempung), lempung keras, dan tidak terpengaruh dengan adanya kotoran-kotoran. Dalam pengerukan praktis tidak tergantung panjang tali, tapi makin dalam produksi berkurang karena waktu mengangkat lama. Daya pengalihan tergantung dari berat bucket, makin berat bucket akan semakin dalam galiannya. Hasil

pengerukan tidak bisa rata, sehingga sukar menentukan dalamnya hasil penggalian dan kabel-kabelnya sering berbelit satu sama lainnya.

Jenis Grab Dredger dibagi menjadi 2 (dua) :

- A. Clamshell
- B. Orange Peel

Jenis Clamsheel sangat cocok untuk lumpur dan pasir, sedangkan Orange Peel cocok untuk batu-batuan dan benda keras lainnya.

– Produksi.

Sebagai standar ukuran 1 cubic yard bisa mengangkat 44-55 cubic yard lumpur perjam pada kedalaman 15-20 feet, sedangkan untuk material lempung bisa 50% nya.

– Prinsip Kerja / Operasi.

Prinsip kerjanya hanya menggunakan tiga spud (cak), dan dibantu dengan grabnya sendiri. Jadi kerja kapal keruk jenis ini tidak memakai tali temali maupun penggerak kapal sendiri. Kapal ini dapat beroperasi tanpa mengganggu lalu lintas kapal-kapal lain.

Kedalaman pengerukan tergantung dari berat grabnya, semakin berat grab akan semakin dalam pula hasil kerukannya. Peralatan kapal tidak terlalu rumit dan sangat sederhana sekali, yaitu suatu Crane yang diletakkan diatas pontoon, untuk keperluan operasi dilengkapi dengan tiga buah spud, dan spud-spud penggulung kawat baja yang diperlukan untuk pengangkatan maupun penurunan dari spud-spud tersebut.



Gambar 2.3 Kapal keruk jenis cengkram