

CUTTER SUCTION DREDGER DAN JENIS MATERIAL (PADA PEKERJAAN CAPITAL DREDGING PEMBANGUNAN PELABUHAN TELUK LAMONGAN)

Juris Mahendra

Ahli Pengerukan, Freelancer Independent
Email: jurishendra@gmail.com

ABSTRAK : Secara teknis, pengerukan itu adalah merelokasi sedimen bawah air untuk pembangunan dan pemeliharaan saluran air, tanggul dan prasarana transportasi laut, serta untuk perbaikan tanah atau reklamasi. Jadi pada gilirannya nanti, pengerukan itu juga menopang pembangunan dan pengembangan sosial, ekonomi dan restorasi lingkungan. Pekerjaan pengerukan itu sendiri untuk pembangunan yang berkelanjutan, seperti proyek-proyek infrastruktur yang menggunakan pendekatan holistik, artinya pekerjaan tersebut tidak dapat dipisahkan dengan pekerjaan lainnya dan merupakan satu-kesatuan yang utuh serta saling keterkaitan. Dengan pemanfaatan yang semakin berkembang, maka tentunya perkembangan peralatan keruk juga akan menyesuaikan dan mengikuti perkembangan itu dengan maksud untuk meningkatkan produktivitas dan nilai ekonomisnya. Maka dibangunlah peralatan keruk yang sangat spesifik dan berbeda dengan peralatan darat yang menggunakan alat berat. Dan peralatan ini dapat disebut kapal keruk (Dredger), yang memiliki ukuran yang bervariasi dan beragam jenis. Kapal Keruk jenis CSD dapat mengeruk berbagai jenis material tanah (kecuali tanah $SPT > 60$), sesuai dengan kemampuan pompa keruk dan Cutter Head-nya;

Kata Kunci : pengerukan, produktivitas, kapal keruk

ABSTRACT: Technically , dredging it is sedimentary relocate its underwater to pembangunan and maintenance of water channel , levee and sea transportation infrastructure , as well as for the soil improvement or reclaimed .So in turn later , dredging it also upholds development and social development , economic and environmental restoration. Dredging work itself to the sustainable development , such as infrastructure projects that use holistic approach , it means the job cannot be separated by other occupations and are satu-kesatuan the whole and each other . From the utilization of which keeps growing , then surely the development of dredging equipment will also adjust and closely follow the developments that with a view to increasing productivity and their economic value. The dredging equipment was built a very specific and different land with the equipment that uses heavy equipment .And this equipment can be called dredgers (dredger) , having varying size and of various kinds .Dredgers type csd could dredge various types of material land unless the ground like > 60) , in accordance with the ability to pump dredging and cutter head.

Keyword : dredging, productivity, dredger ship

PENDAHULUAN

Industri Pengerukan masa kini telah berkembang pesat baik metode pelaksanaannya, peralatannya dan fungsinya. Yang awalnya hanya untuk memperdalam alur pelayaran lalu-lintas kapal laut dan pertambangan Timah, saat ini berkembang untuk membangun dan memperbaiki kawasan, dan berbagai bidang industri lainnya yang juga memerlukan jasa pengerukan.

URAIAN UMUM

Pengerukan merupakan bagian dari ilmu Sipil, yang memiliki pengertian pemindahan material dari dasar bawah air dengan menggunakan peralatan keruk atau setiap kegiatan yang merubah konfigurasi dasar atau kedalaman perairan seperti laut, sungai, danau, pantai ataupun daratan sehingga mencapai elevasi tertentu dengan menggunakan peralatan kapal keruk.

Secara teknis, pengerukan itu adalah merelokasi sedimen bawah air untuk pembangunan dan pemeliharaan saluran air, tanggul dan prasarana transportasi laut, serta untuk perbaikan tanah atau reklamasi. Jadi pada gilirannya nanti, pengerukan itu juga menopang pembangunan dan pengembangan sosial, ekonomi dan restorasi lingkungan. Pekerjaan pengerukan itu sendiri untuk pembangunan yang berkelanjutan, seperti proyek-proyek infrastruktur yang menggunakan pendekatan holistik, artinya pekerjaan tersebut tidak dapat dipisahkan dengan pekerjaan lainnya dan merupakan satu-kesatuan yang utuh serta saling keterkaitan.

Pemanfaatan pengerukan dapat dibagi atas 2 manfaat, yaitu :

1. Pemanfaatan Material Yang Dikeruk
Material hasil kerukan, dimanfaatkan sebagai hasil Tambang, seperti pasir Timah, Emas, Batubara dan lain-lain. Material hasil kerukan, dimanfaatkan sebagai bahan baku untuk reklamasi/timbunan daerah basah, sehingga menjadi daerah yang siap dibangun. Seperti pembangunan lahan kawasan industri, perumahan dan perbaikan pantai.
2. Pemanfaatan Lokasi Yang Dikeruk
Biasanya untuk lalu-lintas air, suplai air, pengendalian banjir ataupun untuk mendirikan konstruksi pada tanah yang kurang baik daya dukungnya. Pemanfaatan ini dapat dibagi atas 2 jenis pekerjaan, yaitu :
 - Capital Dredging (Pengerukan Baru)
Mengeruk pada daerah yang belum pernah dikeruk, dan biasanya merupakan material sedimentasi yang sudah solid.
 - Maintenance Dredging (Pengerukan Perawatan)
Pengerukan jenis ini dilaksanakan secara rutin atau berkala, sesuai dengan kebutuhan penggunaan area tersebut. Biasanya material yang dikeruk merupakan material hasil sedimentasi.

Dengan pemanfaatan yang semakin berkembang, maka tentunya perkembangan peralatan keruk juga akan menyesuaikan dan mengikuti perkembangan itu dengan maksud untuk meningkatkan produktivitas dan nilai ekonomisnya. Maka dibangunlah

peralatan keruk yang sangat spesifik dan berbeda dengan peralatan darat yang menggunakan alat berat. Dan peralatan ini dapat disebut kapal keruk (Dredger), yang memiliki ukuran yang bervariasi dan beragam jenis.

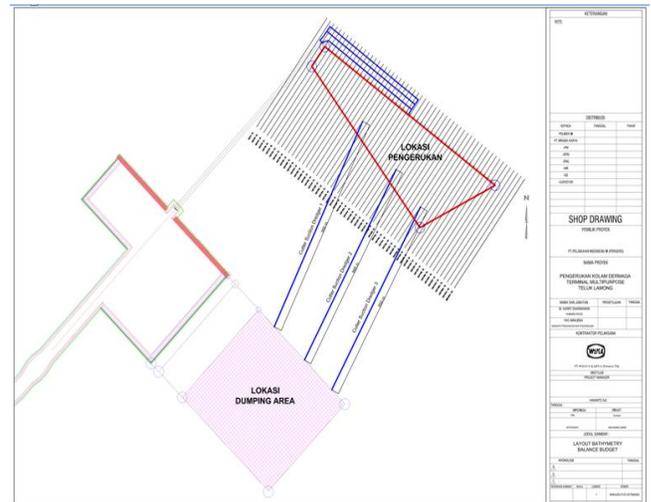
Salah satu jenis kapal keruk yang mengalami perkembangan yang cukup pesat adalah CUTTER SUCTION DREDGER. Kapal keruk yang bisa memotong materialnya dan menghisap material untuk dibuang. Kapal ini dapat mengeruk berbagai macam material dan pada kedalaman yang bervariasi. Seluruh alur pelayaran yang menuju pelabuhan di Indonesia dibuat dengan menggunakan kapal keruk jenis ini. Terutama pelabuhan yang berposisi di daerah sungai/pedalaman. Untuk studi kasus ini pada Proyek Pekerjaan capital dredging Teluk Lamong Surabaya.

Pada proyek ini, area basin sekitar dermaga dilaksanakan pendalaman berupa Capital dredging dan material dibuang ke lokasi pantai yang nantinya dapat dipergunakan sebagai area terbuka. Dan tentunya memerlukan waktu yang lama agar material buangan tersebut dapat jenuh konsolidasinya. Dalam hal ini, terjadi permasalahan pada produksi CSD yang sangat rendah sehingga proyek mengalami kemunduran waktu penyelesaiannya dan tentunya memerlukan biaya tambahan.

ANALISA

Proyek Pelabuhan Teluk Lamong yang berfungsi sebagai Terminal Multipurpose berlokasi di Surabaya memiliki kapasitas 1,5 juta TEUs dan memiliki kedalaman pelabuhan -10,5m LWS. Kolam

pelabuhannya dikeruk menggunakan kapal keruk Jenis CSD dengan ukuran 20"-30".



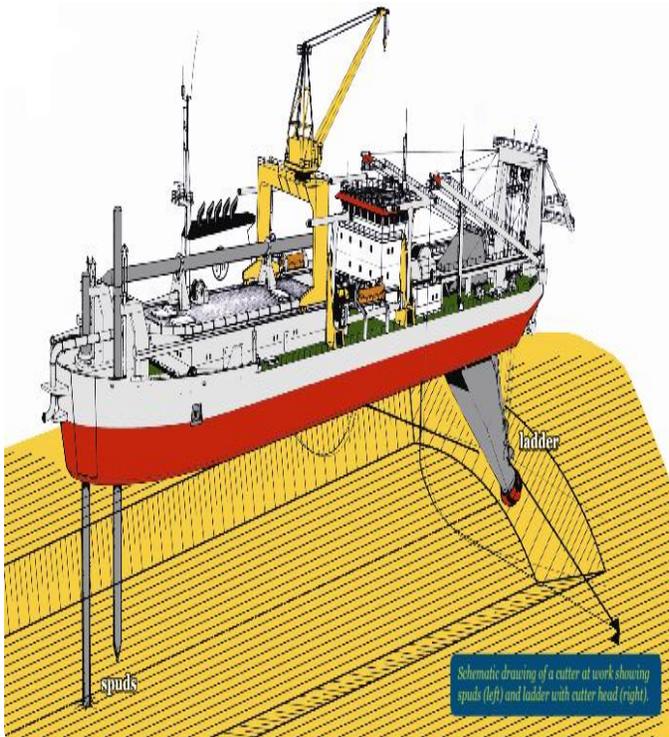
Gambar 1. Layout Lokasi Pengerukan dan Disposal

Design kedalaman - 10,5 m LWS, dan material dibuang ke lokasi Zona 2 dan Zona 3 untuk Lapangan Penumpukan/Container Yard.

Volume $\pm 1.600.00M^3$

Cutter Suction Dredger (CSD)

Kapal Keruk berdasarkan cara penggalian dan operasinya dapat dibagi dalam 3 jenis, yaitu cara mekanik, cara hidrolis dan cara hidrodinamik. Kapal keruk Hidrolis itu mencakup seluruh peralatan keruk yang menggunakan Pompa sentrifugal dalam sistem transportasinya memindahkan material hasil pengerukan. CSD diklasifikasikan kedalam kapal keruk Hidrolis, yang memiliki kemampuan untuk mengeruk hampir seluruh jenis tanah (Pasir, Tanah liat, Batu).



Gambar 2. Cutter Suction Dredger

Bagian yang sangat berpengaruh pada produksi CSD adalah :



Gambar 3. Cutter dan Cutter Drive



Gambar 4. Cutter Head



Gambar 5. Gambar Pompa Keruk



Gambar 6. Gambar Whinch jangkar

“The most obvious differences are based on the type of dredging vessel and type of soil” (IHC). Memang setiap jenis kapal keruk akan mengeruk sesuai dengan jenis material yang akan dikeruk.



Gambar 7. Jenis Tanah

“Dredging equipment does its work in one of the most unforgiving environments in the world. The material to be dredged is almost always erosional, sometimes extremely so” (IHC). Betul, material yang telah dikeruk akan mengalami kelongsoran dan akan terhenti jika terjadi keseimbangan.

Prosedure pekerjaan pengerukan dengan menggunakan *Cutter Suction Dredger*. Pergerakan CSD dalam mengeruk menggunakan Jangkar yang disambung dengan Sling yang diikatkan pada Cutterhead, dengan Winch Draghead ditarik kekiri-kanan untuk memotong material di dalam air. Sedangkan satu Spud bekerja agar CSD tetap pada posisinya. Untuk menggerakkan CSD pada lokasi lain dengan menggunakan *Spud* (seperti melangkah) salah satu *Spud station* dan Spud lainnya

bergerak maju. Untuk pergerakan vertikal Draghead, dengan menggunakan Winch yang disambungkan dengan sling dan diikatkan pada Pontoon/Barge. Segala kegiatan dalam air dimonitor melalui Komputer, yaitu pergerakan Draghead, sudut CSD dan tekanan pada pipa buang. Material disalurkan melalui pipa. Yang mempengaruhi kerja CSD adalah :

- karakteristik tanah, besaran butiran, SPT, plastisitas, berat isi;
- kedalaman keruk;
- kondisi cuaca, ombak, arus;
- lalu-lintas;
- pasang-surut;
- daya pompa;
- jenis Cutterhead;
- panjang pipa;
- daya winch;
- ketebalan material yang dikeruk;

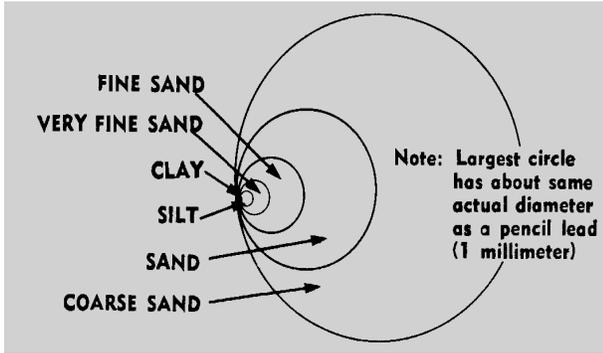
Produksi dan Material

Tanah menjadi faktor utama yang mempengaruhi dalam pemeliharaan kapal keruk dan produktivitas kapal. Material tanah ada beberapa macam sesuai dengan ukuran menurut Colorado State :

Name	particle diameter
Clay	below 0.002 mm
Silt	0.002 to 0.05 mm
Very fine sand	0.05 to 0.10 mm
Fine sand	0.10 to 0.25 mm
Medium sand	0.25 to 0.5 mm
Coarse sand	0.5 to 1.0 mm
Very coarse sand	1.0 to 2.0 mm
Gravel	2.0 to 75.0 mm
Rock greater	than 75.0 mm (~2 inches)

Produksi CSD sangat dipengaruhi oleh jenis material yang dikeruknya. Hal ini dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Besaran Butiran



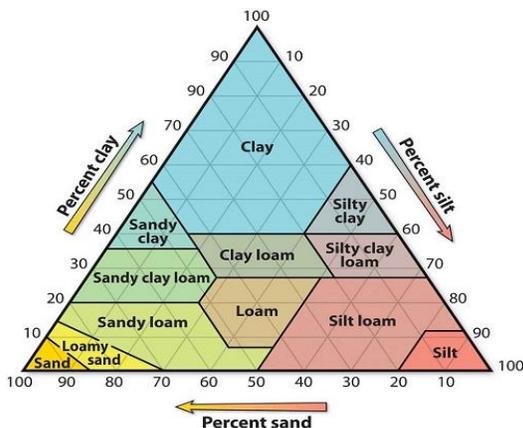
Gambar 9. Perbandingan Ukuran Sand, Clay dan Silt

Texture tanah yang berdasarkan ukuran partikelnya. Syarat ukuran pasir (sand), lumpur (silt) dan tanah liat (clay) sangat relatif, Pasir memiliki ukuran yang lebih besar (berpasir), Lumpur berukuran lebih moderat dan texturnya halus atau bertepung. Sedang Tanah Liat berukuran sangat kecil (ada 12.000 partikel setiap 1 inch) dan sifatnya lengket.

Soil Texture Triangle memberikan nama-nama yang terkait dengan berbagai kombinasi pasir, lumpur dan tanah liat. Sebuah tanah kasar bertekstur atau berpasir adalah salah satu terdiri terutama dari partikel pasir berukuran. Sebuah tanah bertekstur halus atau liat adalah salah satu didominasi oleh partikel tanah liat kecil. Karena sifat fisik yang kuat liat, tanah dengan partikel tanah liat hanya 20% berperilaku sebagai lengket, bergetah liat tanah. Lempung merujuk pada tanah dengan kombinasi pasir, lumpur, dan liat partikel berukuran. Sebagai contoh, sebuah tanah dengan 30% tanah liat, 50% pasir, dan 20%lumpur disebut lempung liat berpasir.

Tabel 1. Kecepatan Aliran

JENIS TANAH	KECEPATAN (M/Dtk)
Lumpur	2,5
Pasir Halus	3,0 - 4,0
Pasir Kasar	4,0 - 4,5
Kerikil	4,5 - 5,5
Batuan	6



Gambar 10. Soil Texture Triangle (USDA)

Besaran butiran mempengaruhi kecepatan aliran material di dalam pipa.

$$P = \frac{1000 \times W \times Q \times H}{75 \times n} \dots\dots\dots(1)$$

dimana, P = Tenaga pompa (PK)
 W = Berat jenis tanab dasar (t/m3)
 Q = Debit pompa (m3/jam)

H = Total tinggi penghisapan (m)
 n = Efisiensi pompa (0,5 - 0,6).

A = Luasan pipa (m²)
 = $\frac{1}{4} \times \pi D^2$ (D = diameter pipa)
 V = Kecepatan aliran (m/detik).

Adapun $Q = A \times V \dots \dots \dots (2)$
 Dimana Q = Debit pompa (m³/jam)

Tabel 2. Headloss Pada CSD dan Pipa

NO	URAIAN	RUMUS	KETERANGAN
1	Pada Cuter	$H_1 = E_1 \cdot (V^2/2.g)$	$E_1 =$ Koefisien (0,25 – 0,5)
2	Pada Titik masuk Pipa Hisap	$H_2 = E_2 \cdot (V^2/2.g)$	$E_2 =$ Koefisien (0,25 – 0,5)
3	Pada Pipa Buang	$H_3 = E_3 \cdot a \cdot (L/D) \cdot (V^2/2.g)$	$E_3 =$ Koefisien: Pipa baru = $0,02 + 0,0005 \times L/D$ Pipa lama = $0,02 + 0,0005 \times L/D$ L = Panjang pipa (m) D = Diameter pipa (m) a = Koefisien tanah
4	Pada Pipa bengkok	$H_4 = E_4 \cdot (V^2/2.g)$	$E_4 = \sin^2(\alpha/2) + 2 \sin^4(\alpha/2)$ $\alpha =$ Sudut bengkok pipa
5	Pada pipa naik turun	$H_5 = E_5 \cdot (V^2/2.g)$	$E_5 = \sin^2(B/2) + 2 \sin^4(B/2)$ $\alpha =$ Sudut naik pipa
6	Pada pipa membesar	$H_6 = E_6 \cdot ((V_1 - V_2)^2 / 2.g)$ Atau $H_6 = E_6 \cdot (1 + (A_1/A_2)) \cdot (V^2/2.g)$	$V_1 =$ Kecepatan pada pipa kecil $V_2 =$ Kecepatan pada pipa besar $E_6 =$ Koefisien (1,1 – 1,2) $A_1 =$ Luas penampang pipa kecil $A_2 =$ Luas penampang pipa besar
7	Pada pipa Yang mengecil	$H_7 = E_7 \cdot (V^2/2.g)$ $= ((1-C)/C)^2 \cdot (V^2/2.g)$	$E_7 = ((1-C)/C)^2$ C = Koefisien perbedaan penampang
8	Pada Pipa Yang Membesar Secara Gradual	$H_8 = E_8 \cdot ((V_1 - V_2)^2 / 2.g)$	$E_8 =$ Koefisien kontraksi

Tabel 3. koefisien tanah pada headloss di pipa (a)

PROSENTASE LUMPUR (%)	LUMPUR LUNAK	PASIR LEMBUT	PASIR KASAR
5	1.05	1,09	1,18
7	1.07	1.12	1.25
10	1.10	1.18	1.35
12	1.12	1,22	1.42
15	1.15	1,28	1.53

Pada Rumusan Tabel di atas :

$$H_3 = E_3 \cdot a \cdot (L/D) \cdot (V^2/2 \cdot g)$$

E_3 = Koefisien :

Pipa baru = $0,02 + 0,0005 \times L/D$

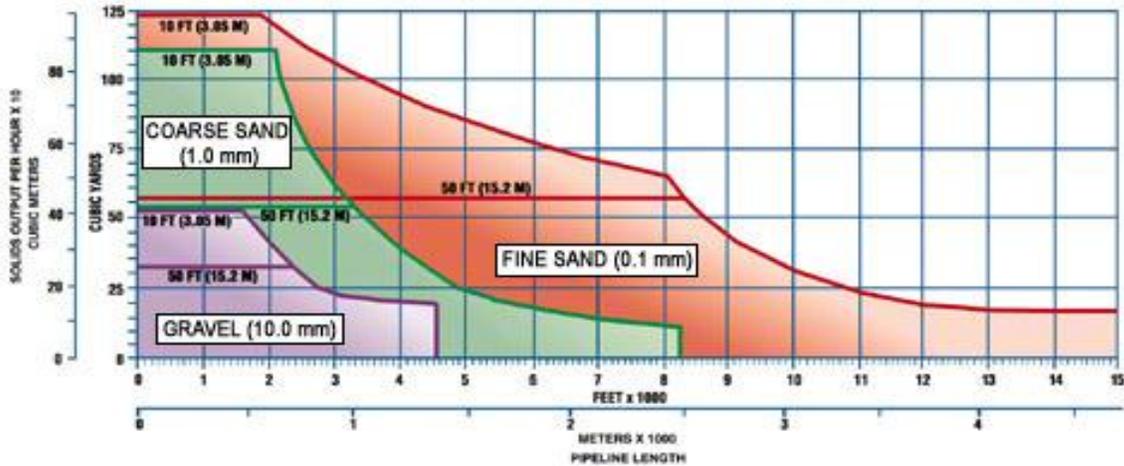
Pipa lama = $0,02 + 0,0005 \times L/D$

L = Panjang pipa (m)

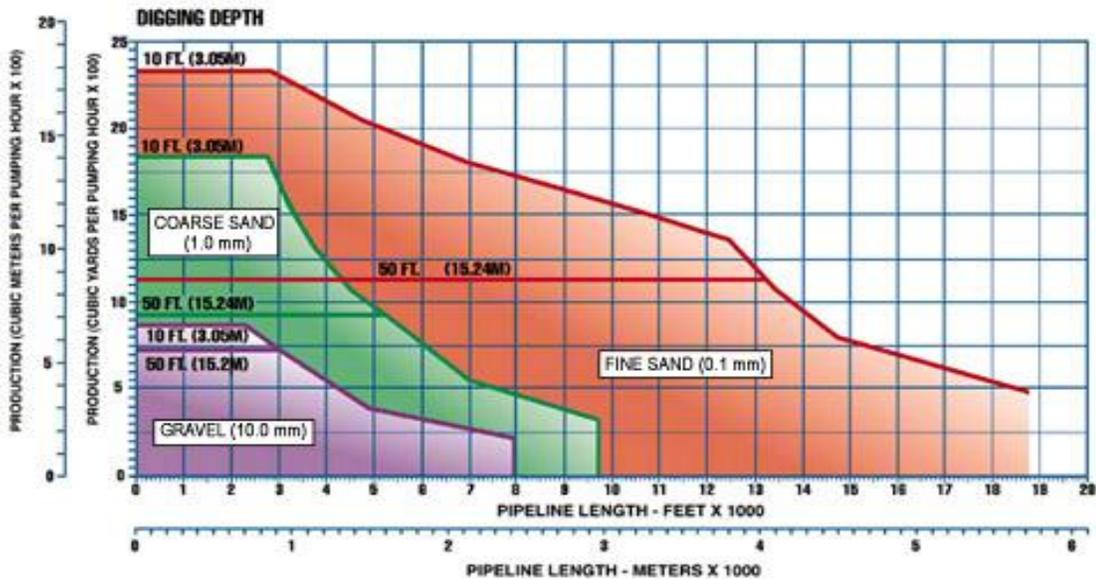
D = Diameter pipa (m)

a = Koefisien tanah

Produksi CSD Berdasarkan Grafik



Gambar 11. Grafik " DRAGON®" Model Series 1870 - 20" (508mm) I.D. Pipeline



Gambar 12. Grafik " SUPER-DRAGON®" Model Series 4170 Using 27" (686mm) I.D. Pipeline

Pengaruh Besaran Butiran :

- Semakin besar diameter butiran, maka kecepatan material semakin besar dan memperbesar debit air serta materialnya lebih sedikit, sehingga mengurangi produksi.
- Semakin besar diameter butiran, maka Koefisien Tanah semakin besar dan meningkatkan Headloss serta mengurangi produksi.
- Semakin kecil diameter butiran, maka semakin besar plastisitasnya akan semakin lengket dan mengurangi produksi.

2. Berat Isi

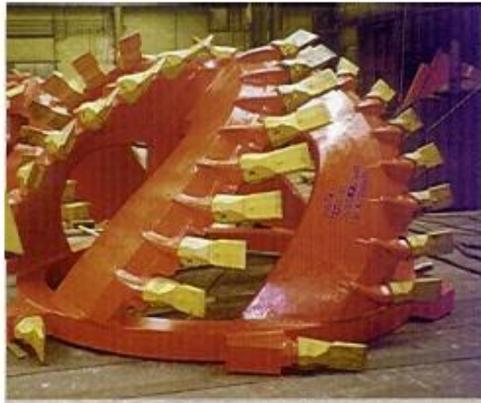
Berat Isi pada Formula (1) di atas (W), jika semakin besar maka Pompa memerlukan daya yang lebih besar lagi. Jika Dayanya tetap, maka akan mengurangi produktifitas CSD.

3. SPT/N-Value

Tabel Jenis Kapal Keruk dan Jenis Tanah Yang Mampu Dikeruk

Tabel 4. Tabel Jenis Kapal Keruk dan Jenis Tanah Yang Mampu Dikeruk

Type of Soil			Type of Dredger				
Klasifikasi	State	N Value	CSD	TSHD	Grab	Bucket	Dipper
Clay	Soft mud	1 - 4	■				
	Soft	4 - 10	■				
	Medium	10 - 20	■				
	Hard	20 - 30	■				
	Harder	30 - 40	■	■			
	Hardest	40 - 50	■	■			
Sand	Soft	1 - 10	■				
	Medium	10 - 20	■				
	Hard	20 - 30	■				
	Harder	30 - 40	■				
	Hardest	40 - 50	■	■			
	Clay w/ Gravel	Soft	1 - 30	■		■	
Hard		30 -	■		■		
Rock	Softer	40 - 50	■		■		
	Soft	50 - 60	■		■		
	Medium						
	Hard						
	Hardest						
Gravel	Loose		■				■
	Packed						



Sand/clay cutter head



Rock cutter head

Cutter with chisels



Ini berhubungan juga dengan Daya Pompa kapal keruk CSD. Jika yang dikeruk material keras dan menggunakan Cutterhead biasa, maka akan terjadi penurunan produksi. CSD yang digunakan harus sesuai dengan N-Value material dan Cutter Headnya juga harus sesuai dengan jenis material.

Pengaruh SPT/N-Value :

- Semakin tinggi N-Value memerlukan CSD yang berukuran besar, jika dengan CSD standar maka akan mengurangi produksi serta waktu menjadi lama;
- Kerja Cutter Head dan Pompa keruk semakin berat, akan mempercepat keausan material Cutter Head dan Pompa, dan mungkin akan merusak alat tersebut jika dipaksakan.

4. Plastisitas

Texture tanah yang berdasarkan ukuran partikelnya. Syarat ukuran pasir (sand), lumpur (silt) dan tanah liat (clay) sangat relatif, Pasir memiliki ukuran yang lebih besar (berpasir), Lumpur berukuran lebih moderat dan texturenya halus atau bertepung. Sedang Tanah Liat berukuran sangat kecil (ada 12.000 partikel setiap 1 inch) dan sifatnya lengket. Ini juga mempengaruhi jenis Cutter Head (lihat Gambar Cutter Head).

Gambar 13. Jenis Cutterhead sesuai jenis Material



Gambar Cutter Head dan Stiff Clay

- Material yang menempel pada Cutter Head harus dibersihkan, sehingga Jam kerja kapal CSD akan berkurang. Karena waktu pembersihan membutuhkan waktu dan tenaga yang lebih besar.

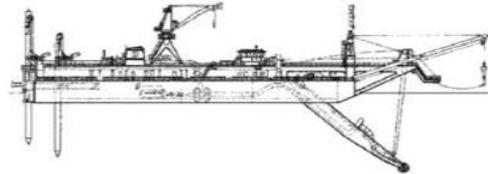
Pengaruh Plastisitas :

- Semakin besar plastisitasnya akan semakin lengket dan semakin kuat menempel pada Cutter Head, sehingga akan memperkecil produksi;

Tabel 5. Biaya dan Jam Kerja CSD (Kondisi baru) *Ciria

Table 201 Cutter suction dredgers, not self propelled

With certificate for unrestricted navigation area^a
 Dredgers with a lightweight >250 tons and cutter power >200 kW
 Service life 18 years
 Service hours 168 hours per week
 Residual value 10 % of V
 Utilisation period 26 weeks
 D+i 9,647 % of V per year or 0,371 % per week
 Standard value $V = 3800 \times C + 20\,000 \times W_{cgb} + 1400 \times (P + J) + 9050 \times W + 15\,000 \times W^{0,35}$



Power cutter motors (C) kW	Weight of cutter gearbox (W _{cgb}) t	Power dredge and jet pumps (P+J) kW	Lightweight (W) t	Remarks	Value (V) €	Costs per week		M+R/ week % of V
						D+I €	M+R €	
250	8	850	360	-	5 680 000	17 882	20 786	0.3660
250	10	1000	380	-	6 110 000	20 405	22 026	0.3605
350	0	1675	400	-	7 420 000	27 528	25 567	0.3446
550	0	1700	520	-	9 310 000	34 540	30 103	0.3233
750	0	3300	1050	-	17 100 000	63 441	40 830	0.2388
750	30	4100	1370	-	21 800 000	80 878	46 580	0.2137
900	33	4000	2000	-	28 000 000	103 880	53 400	0.1907
1100	34	6000	2500	-	36 100 000	133 931	61 517	0.1704
1300	44	6400	2650	-	39 000 000	144 690	64 330	0.1649
1500	50	6500	2850	-	41 800 000	155 078	66 923	0.1601
1700	55	7000	3200	-	46 600 000	172 886	71 250	0.1529
2500	57	7000	3400	-	51 500 000	191 065	75 667	0.1469

Dengan Jenis Tanah yang lebih keras (N-value), diameter lebih besar (grain size), density lebih besar (δ) dan sifat plastik lebih besar dari pada yang direncanakan, mengakibatkan :

1. Produksi CSD menurun;
Dikarenakan material lebih berat dan kecepatan alir di pipa menjadi rendah, serta koefisien tanah juga lebih besar.
2. Waktu menjadi lebih lama;
Dengan produksi yang rendah, maka waktu penyelesaian menjadi mundur. Juga jam kerja efektif yang normal 18 jam/hari menjadi turun karena harus membersihkan material pada cutterhead,
3. Keausan alat menjadi lebih cepat
The Cutter head, pump housing and pipelines operate in harsh conditions; they suffer important wear and tear. As a result, the various components which together make the Cutter head, pump housing and pipelines, need regular maintenance or replacement (DAMEN Dredging Equipment). Ke-Ausan alat akibat dari perubahan MATERIAL (Lunak menjadi Keras), menjadi lebih cepat umur sparepart.

KESIMPULAN

1. Kapal Keruk jenis CSD dapat mengeruk berbagai jenis material tanah (kecuali tanah SPT>60), sesuai dengan kemampuan pompa keruk dan Cutter Head-nya;
2. Bagian penting pada kapal keruk CSD yang mempengaruhi produksi adalah Daya pompa, Cutter Head dan kemampuan olah gerak kapal (whinch Jangkar);
3. Faktor lainnya yang mempengaruhi produksi (selain bagian CSD) adalah Karakteristik tanah, Kondisi sekitar proyek dan panjang pipa pembuangan material;
4. Karakteristik tanah yang mempengaruhi produksi adalah :
 - Besaran Butiran Tanah / Diameter / Grain Size.
Semakin besar diameter material, maka akan semakin berat material tersebut didorong oleh air, sehingga produktifitas CSD menurun. Pada jenis tanah di teluk Lamong tidak terlalu besar;
 - Berat Isi Tanah/Density Berat isi/density.
mempengaruhi daya pompa. Jika density besar, maka membutuhkan daya pompa yang besar dan mempengaruhi keausan pompa dan pipa buang. Jika daya pompa tidak sesuai, maka produktifitas kapal CSD akan menurun.
 - N-Value-SPT/Kekerasan Tanah
Kekerasan material, mempengaruhi kemampuan Cutter Head untuk memotong/Cutting material. Semakin keras, maka dibutuhkan Cutter Head yang khusus. Cutter Head standar yang digunakan untuk memotong material yang keras, mengakibatkan produktifitas kapal CSD menurun, keausan pada Cutter Head/Cutter Teeth, pompa keruk dan pipa buang. Jenis tanah di Teluk Lamong cukup keras dan Stiff.
 - Plastisitas/Kekenyalan
Material dengan nilai plastisitas yang tinggi akan sangat lengket dan akan

menempel pada Cutter Head. Material yang menempel akan mengurangi/menghabiskan permukaan hisap di Cutter head, sehingga daya hisap menjadi rendah dan kadang malah tertutup. Ini mengakibatkan produktifitas menurun atau kapal CSD harus dihentikan operasionalnya untuk membersihkan Cutter Head dan material tanah yang menempel. Jenis Tanah di Teluk Lamong plastisitasnya cukup tinggi dan lengket.

- Wear & Tear kapal keruk CSD sanga tinggi untuk mengeruk tanah dengan N-Value tinggi dan Plastisitas tinggi, yang dikarenakan percepatan keausan peralatan keruk, seperti Cutter Head (adaptor cepat rusak), Cutter Teeth (cepat rusak atau hilang), Pompa Keruk (casing pump dan impeller cepat tipis) dan pipa buang yang menjadi cepat menipis.

5. Material Stiff Clay pada Cutterhead.



Dengan kondisi material seperti ini Kapal Keruk CSD yang cocok adalah yang menggunakan Cutterhead khusus, yaitu Cutter Wheel Suction atau Clay Cutter Head dengan kemampuan pompa yang kuat.

DAFTAR PUSTAKA

Dunia Dredging dan Reklamasi di Indonesia, Juris Mahendra

Royal IHC, Cutter Suction Dredger, Netherland

Ellicot, Dragon Dredge, USA

Ciria, London, UK

Estimating Soil Texture, Colorado State

Dredging & Dredger, T Okude, Jepang

Proyek Teluk Lamong