

# STUDI KOMPARASI PROSES ABRASIVE BLASTING PADA PEMBANGUNAN KAPAL DIKAJI DARI SEGI TEKNIS DAN EKONOMIS

Sarjito Joko Sisworo \*

\* Program Studi S-1 Teknik Perkapalan - Undip

## ABSTRAK

*At this opportunity of writer use 3 ( three ) kinds of sand type that is : vulkanik, kuarsa, and coperslag, in abrasive operation of blasting. Will study technically that is : roughness test ( deepness of profile ), salt test, and also laboratory test concerning kimiawi content found on each sand waste after sandblasting. Later then will study economically by counting/calculating arising out production cost every M2 by paying attention : sand type amount of labour, usage of consumable material, condition of plate, environmental of activity, and usage of other supporter material.*

*Result of research technically show that roughness test with deepness of profile flatten to use coperslag type sand. While biggest sandblasting waste chemical content : Iron (Fe) : coperslag, Lead (Pb) : kuarsa, Copper (Cu) : copperslag, Zinc (Zn) : kuarsa, Chromium (Cr) : coperslag. As for if evaluated economically hence :quickest fastest time which in reaching to finish blasting is to use coperslag type sand .most economic production cost is also got by if us use coperslag type sand time at longest which in reaching to finish blasting is to use vulkanik type sand, production cost which at most got by if us use kuarsa type sand.*

*Key word : abrasive media , production cost ,technically, economically*

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Pada umumnya pekerjaan *sandblasting* yang diaplikasikan pada galangan-galangan kapal hanya menggunakan satu atau dua jenis pasir sebagai media *abrasivenya*. dan kualitas pasirpun jarang yang dilaksanakan pengujian secara teknis.

### Batasan Masalah

Batasan masalah digunakan sebagai arahan serta acuan dalam penulisan tugas akhir sehingga sesuai dengan permasalahan serta tujuan yang diharapkan. Batasan permasalahan yang dibahas dalam tugas akhir ini adalah :

1. Secara teknis dipakai ke tiga jenis pasir yaitu pasir jenis vulkanik, kuarsa, dan *coperslag* hingga mencapai *standart abrasive Sa2 ½* (sesuai *spec* dari PT PAL)
2. Dilaksanakan uji teknis berupa *salt test*, uji *roughness*, maupun uji limbah pasir.
3. Secara ekonomis dilakukan perhitungan mengenai biaya produksi per M2 luasan *sandblasting*.

### Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang serta permasalahannya maka penulisan Penelitian ini bertujuan untuk :

- Mendapatkan nilai teknis dan ekonomis sebagai studi komparasi yang diperoleh

melalui proses *abrasive blasting* menggunakan pasir :

- a. Vulkanik
- b. Kuarsa
- c. *Coperslag*.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Standart Abrasive Blasting

#### 1. NACE 1 /SSPC-SP5

Secara kasat mata, setelah permukaan logam dibersihkan harus bebas dari semua minyak, gemuk, pasir, debu, kerak besi, karat, pelapisan lama, oksida dan kontaminan lainnya yang nampak dimana keseluruhan permukaan *menyerupai warna putih besi*.

#### 2. NACE2/SSPC-SP10

Secara kasat mata, setelah permukaan logam dibersihkan harus bebas dari semua minyak, gemuk, pasir, debu, kerak besi, karat, pelapisan lama, oksida dan kontaminan lainnya yang nampak dimana keseluruhan permukaan *hampir menyerupai warna putih besi*. Kecuali kontaminan yang diperbolehkan pada permukaan hanya noda atau bayangan bekas karat, kerak besi, dan pelapisan lama yang banyaknya tidak boleh lebih dari 5 % total keseluruhan luas permukaan.

#### 3. NACE3/SSPC-SP6

Secara kasat mata, setelah permukaan logam dibersihkan harus bebas dari semua minyak, gemuk, pasir, debu, kerak besi karat, pelapisan lama, oksida dan kontaminan lainnya yang nampak dimana keseluruhan permukaan *hampir menyerupai warna putih besi*.

Kecuali kontaminan yang diperbolehkan pada permukaan hanya noda atau bayangan bekas karat, kerak besi, dan pelapisan lama yang banyaknya tidak boleh lebih dari 33 % total keseluruhan permukaan.

#### 4. NACE4/SSPC-SP7

Secara kasat mata, setelah permukaan logam dibersihkan harus bebas dari semua minyak, gemuk, pasir, debu, kerak besi yang mudah lepas, karat lama yang mudah lepas, pelapisan lama yang sifatnya merekat keras pada permukaan diperbolehkan ada jika tidak dapat di congkel dengan pisau dempul, setelah permukaan dibersihkan dengan *abrasive*.

### Tinjauan Ekonomis

#### Pengertian Biaya

Menurut Kuiper ( 1971 ) semua biaya dikelompokkan menjadi dua yaitu biaya modal ( *capital cost* ) dan biaya tahunan ( *annual cost* ).

#### Biaya Modal

##### 1. Biaya Langsung ( *Direct Cost* )

Biaya ini merupakan biaya yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu proyek. Dalam proyek *sandblasting* ini biaya langsung yang diperlukan.

##### 2. Biaya Tak Langsung ( *Indirect Cost* )

Biaya ini terdiri dari tiga komponen :

- Kemungkinan / hal yang tidak terduga ( *contingencis* ) dari biaya langsung, semakin kecil.
- Biaya Teknik
- Bunga

#### Biaya Modal = Biaya Langsung + Biaya Tak Langsung

#### Biaya Tahunan

- Bunga

Biaya ini menyebabkan terjadinya perubahan biaya modal karena adanya tingkat suku bunga selama umur proyek.

- *Depresiasi* atau *Amortisasi*

Dua istilah ini hampir sama tapi beda fungsi. Menurut Kuiper ( 1971 ) *depresiasi* adalah turunnya/penyusutan

suatu harga / nilai dari sebuah benda karena pemakaian dan kerusakan atau keusangan benda itu. Sedangkan *amortisasi* adalah pembayaran pada suatu periode tertentu sehingga hutang yang ada akan terbayar lunas pada akhir periode tersebut.

## METODOLOGI PENELITIAN

### Persiapan Bahan dan Peralatan

#### 1. Peralatan

Peralatan-peralatan yang di gunakan adalah :

- a. Kompresor
- b. *Air hose* ( Selang angin )
- c. *Blast machine* ( Pot Blasting )
- d. *Hose Coupling* ( sambungan selang )
- e. *Blast nozzle*
- f. *Sand manifold*
- g. Peralatan – peralatan uji teknis :
  - Uji *roughness*: *depth micrometer*, *replica tape*
  - *Salt test* : gelas ukur , air destilasi, pH indicator

### Pengujian Specimen Material *Abrasive*

#### 1. *Salt Test*

Alat-alat yang digunakan : gelas, air destilasi, Ph paper, 3 macam jenis pasir *abrasive*.

Metoda :

Satu sendok teh material *abrasive* dimasukkan ke dalam gelas yang diisi dengan air destilasi dan di aduk merata kemudian memperhatikan hal-hal sebagai berikut :

- *Grease* yang terbentuk di permukaan
- Warna kekeruhan air karena debu
- Garam terlarut dengan *conductivity* ( endapan ) setelah penguapan
- Cek keasaman atau basa dengan Ph *paper*

#### 2. Uji *Roughness*

Alat – alat yang digunakan : *depth micrometer*, *replica tape*.

Metoda :

*Tape* digosokkan ke permukaan hasil blasting menggunakan *plastic swizzle stick*, untuk menghasilkan *replica profile* hasil blasting. Kemudian *replica* diukur dengan *dial micrometer*.

#### 3. Uji Lab Kandungan Kimiawi Limbah Pasir

Alat – alat yang digunakan : limbah 3 jenis pasir yang digunakan setelah proses operasional blasting selesai.

Metoda :

Kerjasama dengan lembaga penelitian sucofindo, ke tiga limbah pasir dibawa ke instansi tersebut kemudian di analisa kandungan kimiawi yang terdapat pada masing-masing jenis pasir.

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### ANALISA TEKNIS

#### 1. Data Hasil Pengujian Material Pasir Vulkanik/Kuarsa/*Copperslag*

Spesifikasi data-data teknis yang dipakai untuk mengaplikasikan *sandblasting* sebagai berikut :

1. Kondisi : *Spotblasting*
2. Area type : *shop primer steel*
3. Luas area uji coba : 7 m<sup>2</sup>
4. *Standart Abrasive* : Sa2 ½
5. Tipe nozzle : CSD 6
6. Tekanan kompresor : 7 bar ( 98 psi )
7. Diameter *hose* : 1 inchi
8. Panjang *hose* : 30 meter
9. RPM Kompresor : 2200

#### A. Data Hasil Konsumsi Pasir Per Jam

Sesuai spesifikasi data di atas, diperoleh data mengenai konsumsi per jam yaitu : **625 kg**.

B. Data Hasil Konsumsi Pasir Per Meter Persegi Sesuai spesifikasi data di atas, diperoleh data mengenai konsumsi per meter persegi yaitu : vulkanik : **35,7 kg** ; kuarsa : **28,7 kg**; *coperslag* : **28kg**.

C. Data Hasil Pengukuran Kedalaman Profil Sesuai spesifikasi data di atas, diperoleh data mengenai kedalaman profil yang di ukur menggunakan depth micrometer dan replica tape yaitu : vulkanik : **12,7 mikromili**; kuarsa : **25 mikromili**; *coperslag* : **62 mikromili**.

D. Data Hasil Uji *Salt Test* Sesuai spesifikasi data di atas, diperoleh data mengenai : tingkat keasaman, kandungan *grease*, tingkat kekeruhan, kandungan kadar garam :

- pH : 0 (Nol )
- Kandungan *grease* : nihil
- Tingkat kekeruhan : vulkanik :keruh  
; kuarsa : sedang; *coperslag* : jernih.
- Kadar Garam rendah

Table 4.1. Data Kandungan Kimiawi Limbah Pasir Jenis Vulkanik

Parameter/ Characteristic	Unit	Results
Iron ( Fe )	%	0.68
Lead ( Pb )	ppm	Undetectable
Copper ( Cu )	%	0.02
Zink ( Zn )	ppm	83.05
Mercury ( Hg )	ppb	Undetectable
Cadmium (Cd)	ppm	Undetectable
Chromium (Cr)	ppm	Undetectable

(Sumber : hasil uji lab sucofindo, limbah pasir dari PT Jasa Marina Indah Semarang)

Table 4.2. Baku Mutu Air Laut Untuk Perairan Pelabuhan

Parameter/ Characteristic	Limit	Remark
Iron ( Fe )	-	Nihil

Lead ( Pb )	0.05	Nihil
Copper ( Cu )	0.05	The result below standart
Zink ( Zn )	0.1	The result up of standart
Mercury ( Hg )	0.03	Nihil
Cadmium ( Cd )	0.01	Nihil
Chromium ( Cr )	0.002	Nihil

Mengacu pada persyaratan baku mutu air laut untuk perairan pelabuhan di atas dan membandingkan nilai hasil uji laboratorium pada pasir jenis vulkanik dapat dilihat bahwa, partikel *copper* ( Cu ) memenuhi standar persyaratan yang ditetapkan Kementrian Negara Lingkungan Hidup, akan pada partikel *zink* ( Zn ) kandungan terlalu tinggi yaitu 83,05 mg per partikel dari ambang batas yang ditetapkan yaitu : 0,1mg per partikel.

Table 4.3.. Data Kandungan Kimiawi Limbah Pasir Jenis Kuarsa

Parameter/ Characteristic	Unit	Results
Iron ( Fe )	%	0.78
Lead ( Pb )	ppm	5.0
Copper ( Cu )	%	0.01
Zink ( Zn )	ppm	86.62
Mercury ( Hg )	ppb	Undetectable
Cadmium ( Cd )	ppm	Undetectable
Chromium ( Cr )	ppm	Undetectable

(Sumber: hasil uji lab sucofindo, limbah pasir dari PT Jasa Marina Indah Semarang)

Mengacu pada persyaratan baku mutu air laut untuk perairan pelabuhan di atas dan membandingkan nilai hasil uji laboratorium pada pasir jenis kuarsa dapat dilihat bahwa partikel *copper* ( Cu ) memenuhi standar persyaratan yang ditetapkan Kementrian Negara Lingkungan Hidup, akan pada partikel lead ( Pb ) kandungan diatas ambang 5,0 mg per partikel dari ambang yang ditetapkan yaitu : 0,05 mg per partikel dan *zink* ( Zn ) kandungan juga terlalu tinggi yaitu 83,05 mg per partikel dari ambang batas yang ditetapkan yaitu : 0,1 mg per partikel.

Table 4.4. Data Kandungan Kimiawi Limbah Pasir Jenis *Coperslag*

Parameter/ Characteristic	Unit	Results
Iron ( Fe )	%	3.26
Lead ( Pb )	%	0.17
Copper ( Cu )	%	0.10

Mengacu pada persyaratan baku mutu air laut untuk perairan pelabuhan di atas dan membandingkan nilai hasil uji laboratorium pada pasir jenis *coperslag* dapat dilihat bahwa partikel *zink* ( Zn ) memenuhi standar persyaratan yang ditetapkan Kementerian Negara Lingkungan Hidup, akan tetapi pada partikel *coper* ( Cu ) kandungan terlalu tinggi yaitu 0,10 mg per partikel dari ambang batas yang ditetapkan yaitu : 0,05 mg per partikel, Partikel yang lain yaitu *Lead* ( Pb ) kandungan terlalu tinggi yaitu 0,17 mg per partikel dari ambang batas 0,05 mg per partikel. Kemudian *chromium* ( Cr ) juga terlalu tinggi 47,89 per partikel dari ambang batas yang ditetapkan yaitu 0,002 per partikel. Sedangkan pada partikel *mercury* ( Hg ), *cadmium* ( Cd ), dan *chromium* hasil laboratorium tidak terdeteksi. Pada partikel *iron* ( Fe ) hasil laboratorium terdeteksi namun pada baku mutu perairan air laut tidak tercantum.

## ANALISA EKONOMIS

### A.1.1. Biaya *maintenance* dan pengadaan bahan bakar kompresor

Tabel 4.5..Biaya kompresor *sandblasting* dengan pasir jenis vulkanik

ITEM	LAM A KERJ A	JUMLAH PENGELUARAN	TOTAL
<i>Maintenance</i> Kompresor	2 hari	Per hari Rp.20.000,-	Rp. 40.000,-
Solar	2 hari	477 liter (1 liter : Rp 4.100,-)	Rp.1.954.060,-
TOTAL BIAYA			Rp. 1.994.060,-

Zink ( Zn )	%	0.08
Mercury ( Hg )	ppb	<i>Undetectable</i>

(Sumber : hasil uji lab sucofindo, limbah pasir dari PT Jasa Marina Indah Semarang)

### A.1.2. Upah tenaga kerja

Tabel 4.6..Biaya tenaga kerja *sandblasting* dengan pasir jenis vulkanik

TENAGA	WAKTU	JML TENAGA	GAJ/ORG/HR	TOTAL
Blaster	2 hari	2 orang	Rp. 100.000,-	Rp. 400.000,-
Operator1	2 hari	1 orang	Rp. 75.000,-	Rp. 150.000,-
Operator2	2 hari	1 orang	Rp. 50.000,-	Rp. 100.000,-
Pengawas	2 hari	1 orang	Rp. 150.000,-	Rp. 300.000,-
Cleaning	2 hari	4 orang	Rp. 35.000,-	Rp. 280.000,-
TOTAL BIAYA :				Rp. 1.230.000,-

### A.1.3. Biaya Pengadaan Pasir

- ❖ Diketahui konsumsi pasir per meter persegi adalah 35,7 kg, sehingga dengan luasan blok 500m<sup>2</sup> pasir yang dibutuhkan adalah 35,7 X 500 = **17,85 ton**.
- ❖ Apabila konsumsi pasir per jam adalah 625 kg, maka bisa diketahui bahwa blok tersebut bisa di selesaikan selama 17,85 ton/625 kg,yaitu **28,6 jam** ( 2 hari ).
- ❖ Diasumsikan saat pengujian harga pasir vulkanik di pasaran adalah Rp 180,- per kg,maka dengan jumlah pasir yang dibutuhkan 17,85 ton,biaya yang dikeluarkan Rp 180,- X 17,85 ton = **Rp.3.213.000,-**

Sehingga total biaya langsung = **Rp.6.437.060,-**

### A.2. Biaya tak langsung

Kemungkinan tak terduga

15% X Rp.6.437.060,- = Rp. 965.559,-

Biaya teknik

10% X Rp.6.437.060,- = Rp. 643.706,-

### Biaya Langsung + Biaya Tak Langsung

$$\frac{\text{Rp.8.046.325}}{5} \left\{ \frac{(F/A,15,5)-5}{6.742} = \text{Rp. 2.803.340,-} \right.$$

**Biaya Modal Rp. 10.849.665,-**

### B. Pasir Jenis Kuarsa

Biaya modal yang timbul meliputi biaya langsung dan biaya tak langsung

Tabel 4.7. Biaya kompresor *sandblasting* dengan pasir jenis kuarsa

ITEM	LAMA KERJA	JUMLAH PENGELUARAN	TOTAL
Maintenance Kompresor	2 hari	Per hari Rp.20.000,-	Rp. 40.000,-
Solar	2 hari	423 liter (1 liter : Rp 4.100,-)	Rp. 1.732.333,-
TOTAL BIAYA :			Rp. 1.772.333,-

#### B.1.2. Upah tenaga kerja

Tabel 4.8. Biaya tenaga kerja *sandblasting* dengan pasir jenis kuarsa

TENAGA	WAKTU	JML TENAGA	GAJI/ORG/HARI	TOTAL
Blaster	2 hari	2 orang	Rp. 100.000,-	Rp. 400.000,-
Operator1	2 hari	1 orang	Rp. 75.000,-	Rp. 150.000,-
Operator2	2 hari	1 orang	Rp. 50.000,-	Rp. 100.000,-
Pengawas	2 hari	1 orang	Rp. 150.000,-	Rp. 300.000,-
Cleaning	2 hari	4 orang	Rp. 35.000,-	Rp. 280.000,-
TOTAL BIAYA :				Rp. 1.230.000,-

- ❖ Diketahui konsumsi pasir per meter persegi adalah 28,7 kg, sehingga dengan luasan blok 500m<sup>2</sup> pasir yang dibutuhkan adalah 28,7 X 500 = **14.35 ton**.
- ❖ Apabila konsumsi pasir per jam adalah 625 kg, maka bisa diketahui bahwa blok tersebut bisa di selesaikan selama **15,85 ton/625 kg, yaitu 25,36 jam**. (2 hari kerja).
- ❖ Diasumsikan saat pengujian harga pasir kuarsa di pasaran adalah Rp 300,- per kg, maka dengan jumlah pasir yang dibutuhkan 14,35 ton, biaya yang dikeluarkan **Rp 300,- x 14,35 ton adalah Rp.4.305.000,-**

Sehingga **Rp.8.046.325,-** langsung

$$= \text{Rp. 7.307.333,-}$$

#### B.2. Biaya tak langsung

**Rp.10.849.665,-**  
Kemungkinan tak terduga

$$15\% \times \text{Rp. 12.512.333,-} = \text{Rp. 1.876.850,-}$$

Biaya teknik

$$10\% \times \text{Rp. 12.512.333,-} = \text{Rp. 1.251.233,-}$$

### Biaya Langsung + Biaya Tak Langsung

**:Rp.10.435.420,-**

$$\frac{\text{Rp.15.640.420}}{5} \left\{ \frac{(F/A,15,-)-5}{6.742} = \text{Rp. 5.449.125,-} \right.$$

**Biaya Modal = Rp.15.884.540,-**

### C. Pasir Jenis *Coperslag*

Biaya modal yang timbul meliputi biaya langsung dan biaya tak langsung

Tabel 4.9. Biaya kompresor *sandblasting* dengan pasir jenis *coperslag*

ITEM	LAMA KERJA	JUMLAH PENGELUARAN	TOTAL
Maintenance Kompresor	2 hari	Per hari Rp.20.000,-	Rp. 40.000,-
Solar	2 hari	373 liter (1 liter : Rp 4.100,-)	Rp. 1.530.667,-
TOTAL BIAYA :			Rp. 1.570.667,-

#### C.1.2. Upah tenaga kerja

Tabel 10. Biaya tenaga kerja *sandblasting* dengan pasir jenis *coperslag*

TENAGA	WAKTU	JM TENAGA	GAJI/ORG/HARI	TOTAL
Blaster	2 hari	2 orang	Rp. 100.000,-	Rp. 400.000,-
Operator1	2 hari	1 orang	Rp. 75.000,-	Rp. 150.000,-
Operator2	2 hari	1 orang	Rp. 50.000,-	Rp. 100.000,-
Pengawas	2 hari	1 orang	Rp. 150.000,-	Rp. 300.000,-
Cleaning	2 hari	4 orang	Rp. 35.000,-	Rp. 280.000,-
TOTAL BIAYA :				Rp. 1.230.000,-

### C.1.3. Biaya Pengadaan Pasir

NO	JENIS PASIR	HARGA /KG	KONSUMSI /M2	BIAYA MODAL
1.	Vulkanik	RP.180,-	35,7 KG	Rp.10.849.665,-
2.	Kuarsa	RP.300,-	28,7 KG	Rp.14.071.120,-
3.	Coperslag	RP.700,-	28 KG	Rp.10.226.500,-

Tabel 4.11 .Data konsumsi pasir vulkanik kuarsa, dan coperslag dan biaya modal

- ❖ Diketahui konsumsi pasir per meter persegi adalah 28 kg, sehingga dengan luasan blok 500m<sup>2</sup> pasir yang dibutuhkan adalah **14 ton**.
- ❖ Apabila konsumsi pasir per jam adalah 625 kg, maka bisa diketahui bahwa blok tersebut bisa di selesaikan selama 14 ton/625 kg,yaitu **22,4 jam**.
- ❖ Diasumsikan saat pengujian harga pasir coperslag di pasaran adalah Rp 700,- per kg,maka dengan jumlah pasir yang dibutuhkan 14 ton,biaya yang dikeluarkan Rp 700,- x 14 ton adalah Rp.9.800.000,-  
Pasir coperslag baru ,bisa dipakai sandblast hingga 3-4 kali.Sehingga apabila kita ambil minimal,yaitu 3 kali sandblast maka biaya operasional pengadaan pasir : Rp.9.800.000,-/3 = **Rp.3.266.667,-**

Sehingga total biaya langsung

$$= \text{Rp.6.067.334,-}$$

### B.2. Biaya tak langsung

Kemungkinan tak terduga

$$15\% \times \text{Rp.6.067.334,-} = \text{Rp 910.100,-}$$

Biaya teknik

$$10\% \times \text{Rp.6.067.334,-} = \underline{\text{Rp 606.735,-}}$$

### Biaya Langsung + Biaya Tak Langsung Rp.7.584.170,-

$$\frac{\text{Rp.7.584.170,-}}{5} \{ (F/A,15,5)-5 = \text{Rp 2.642.325,-} \}$$

### Biaya Modal Rp.10.226.500,-

## KESIMPULAN

### 1. Teknis

- Uji *roughness* :

*Profile* paling dalam dihasilkan oleh pasir jenis *coperslag*. Berdasar pada literature *Coating Inspector Muda* modul 3 hal 75 secara umum *profile* yang lebih dalam akan memberikan ikatan adhesi yang lebih baik. Sehingga bisa disimpulkan bahwa pasir *coperslag* paling baik dilihat dari kedalaman *profile* yang dihasilkan.

- *Salt test* :

Kandungan kadar garam rata-rata rendah pada masing-masing jenis pasir. Sedangkan tingkat kekeruhan paling tinggi pada pasir jenis vulkanik. Hal ini menunjukkan bahwa pasir vulkanik menghasilkan debu yang paling banyak diantara 3 jenis pasir.

- Uji lab hasil limbah paling banyak diatas ambang batas pada pasir jenis *coperslag*. Partikel *zink* ( *Zn* ) memenuhi standar persyaratan yang ditetapkan Kementerian Negara Lingkungan Hidup, akan tetapi pada partikel *coper* ( *Cu* ) kandungan terlalu tinggi yaitu 0,10 mg per partikel dari ambang batas yang ditetapkan yaitu : 0,05 mg per partikel, Partikel yang lain yaitu *Lead* ( *Pb* ) kandungan terlalu tinggi yaitu 0,17 mg per partikel dari ambang batas 0,05 mg per partikel. Kemudian *chromium* ( *Cr* ) juga terlalu tinggi 47,89 per partikel dari ambang batas yang ditetapkan yaitu 0,002 per partikel.

Ambang batas tersebut diatas adalah apabila limbah masuk ke air laut, sehingga diupayakan agar limbah pasir tidak masuk mencemari air laut.

## 2. Ekonomis

- Harga pasir yang mahal belum tentu menimbulkan biaya modal yang mahal, terbukti dari penelitian diatas biaya modal pasir coperslag dengan harga Rp.700,- / kg yaitu: Rp.10.226.500,- lebih murah di banding dengan pasir vulkanik dengan harga per kg Rp.180,- yaitu : Rp.10.849.665,- Hal ini disebabkan pasir *coperslag* baru ,bisa dipakai *sandblast* hingga 3-4 kali (*re-cycle*). Sehingga apabila kita ambil minimal, yaitu 3 kali *sandblast* maka biaya operasional pengadaan pasir : Rp.9.800.000,-/3 = **Rp.3.266.667,-**.

- Perhitungan titik impas menunjukkan bahwa :

Titik impas paling cepat dicapai setelah menyelesaikan *sandblasting* dengan luas 960 m<sup>2</sup>, menggunakan pasir jenis *coperslag*.

- Dari perhitungan mengenai biaya modal diperoleh bahwa : biaya modal pasir vulkanik : Rp. 10.849.665,- ,pasir kuarsa :Rp.14.071.120,- dan pasir *coperslag* Rp.10.226.500. Sedangkan harga *sandblasting* per m<sup>2</sup> : Rp.40.000,-. Sehingga apabila menyelesaikan blok dengan luas 500 m<sup>2</sup> pendapatan yang diperoleh Rp.20.000.000,-. Maka *cash flow* :

1. 20.000.000 – 10.849.665 =  
Rp 9.150.335,- (pasir vulkanik)
2. 20.000.000 - 14.071.120 =  
Rp. 5.928.880,- (pasir kuarsa)
3. 20.000.000 – 10.226.500 =  
Rp.9.773.500,- (pasir *coperslag*)

Dapat disimpulkan bahwa *net income / cash flow* paling besar juga diperoleh apabila *sandblasting* menggunakan pasir jenis *coperslag*.

## 5.2. SARAN.

Berdasarkan uji teknis dan perhitungan ekonomis di atas maka disarankan untuk menggunakan pasir jenis *coperslag* untuk menyelesaikan operasional *abrasive blasting*. Namun perlu diingat bahwa ada kandungan kimiawi limbah pasir *coperslag* di atas ambang batas baku perairan laut wilayah pelabuhan, sehingga agar dilakukan upaya penanggulangan limbah *sandblasting* agar tidak masuk mencemari air laut



## DAFTAR PUSTAKA

1. Alexander Wijaya 2008, Pemilihan coating & persaratan aplikasinya Wiwa Airless Equipment, Jakarta.
2. Ascoatindo 2007, Materi Pelatihan Coating Inspector Muda, Bandung-Indonesia
3. Asdep Pengendalian Kerusakan Pesisir dan Laut 2008 Kasus Pencemaran Lingkungan Hidup Oleh Industri Galangan Kapal, Dirjen-IAAT-Deperin Jakarta.
4. Dr.Ir.Waldiyono, MS 2008, Ekonomi Teknik (Konsepsi, Teori dan Aplikasi) Yogyakarta.
5. Sider Navegacao LDA 2008, Painting Schedule PT PAL Surabaya.