ITATS

SEMITAN

Jurnal Sumberdaya Bumi Berkelanjutan

https://ejurnal.itats.ac.id/semitan

ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMIS PROSES SANDBLASTING PADA PEKERJAAN BANGUNAN KAPAL BARU DI PT.PAL INDONESIA (PERSERO)

Amar Zainul Fikri *[1], Minto Basuki[1]

[1] *Jurusan Teknik Perkapalan, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya*

Jl. Arief Rahman No. 100 Surabaya

*e-mail: amarzainul11@gmail.com

DOI:

Info Artikel

Diserahkan:
dd month year #
Direvisi:
dd month year #
Diterima:
dd month year #
Diterbitkan:
dd month year #
diisi oleh editor

Abstrak

Perusahaan manufaktur selalu membutuhkan proses *finishing* untuk mendapatkan hasil maksimal dari produk manufaktur mereka. proses *sandblasting* sangat cocok karena bekerja dengan benda kerja yang besar dan kompleks. Keuntungan dari proses *sandblasting* yaitu kecepatan pengerjaannya, fleksibel dengan bentuk benda kerja yang rumit dan pembentukan profil kekasaran jauh lebih mudah. Analisa teknis dan ekonomis dibutuhkan untuk dapat mengetahui hasil dari pekerjaan sandblasting. Metodologi yang digunakan dalam menyelesaikan penelitian ini dimulai dengan tahap studi literature dengan mengumpulkan data dari jurnal, buku-buku sesuai dengan judul serupa dan studi lapangan dengan cara melihat, mengamati, wawancara, dan analisa suatu proses pekerjaan di lapangan. selanjutnya menganalisa data-data yang telah dibutuhkan selanjutnya menganalisis dan menghitung kebutuhan material abrasif dan menganlisa biaya produksi yang dikeluarkan untu menyelesaikan pekerjaan tersebut. Kemudian hasil dianalisis dan di buat laporan. Dari hasil analisa dilapangan disimpulkan mengenai proses sandbalting pada pekerjaan kapal baru ada 2 yakni shot blasting dan sandblasting sebelum dirangkai menjadi kapal utuh. Hasil dari proses blasting ada beberapa pengujian yaitu tingkat kebersihan dan kekasaran permukaan. Dari 2 pengujian tersebut terdapat perbandingan biaya operasional dari tingkat kebersihan Sa 2 dan Sa 2 ½. Pada Sa 2 ½ biaya operasioanal sandblasting sedikit lebih mahal karena konsumsi pasir yang dikeluarkan jauh lebih banyak karena demi mendapatkan hasil yang diinginkan. Biaya operasional sandblasting Sa 2 ½ bisa membutuhkan biaya kurang lebih Rp. 18.868.081 dengan luasan 994,82 m² lebih mahal dari pada tingkat Sa 2 yang membutuhkan biaya sekitar Rp.13.099.554 dengan luasan yang sama.

Kata kunci: Analisa, Sandblasting, biaya

Abstract

Manufacturing companies always need a finishing process to get the most out of their manufactured products. the sandblasting process is especially suitable for working with large and complex workpieces. The advantages of the sandblasting process are the speed of processing, flexibility with complex workpiece shapes and the formation of a roughness profile is much easier. Technical and economic analysis is needed to be able to know the results of the sandblasting work. The methodology used in completing this research begins with the literature study phase by collecting data from journals, books with similar titles and field studies by observing, observing, interviewing, and analyzing a work process in the

ITATS

SEMITAN

Jurnal Sumberdaya Bumi Berkelanjutan

https://ejurnal.itats.ac.id/semitan

field. then analyze the data that has been needed then analyze and calculate the need for abrasive materials and analyze the production costs incurred to complete the work. Then the results are analyzed and made a report. From the results of the analysis in the field, it is concluded that the sandbalting process on the new ship works there are 2, namely shot blasting and sandblasting before being assembled into a complete ship. The results of the blasting process have several tests, namely the level of cleanliness and surface roughness. From the 2 tests there is a comparison of operational costs from the level of cleanliness Sa 2 and Sa 2 . At Sa 2 the operational cost of sandblasting is slightly more expensive because the consumption of sand that is spent is much more in order to get the desired results. The operational cost of sandblasting Sa 2 can cost approximately Rp. 18,868,081 with an area of 994.82 m² is more expensive than the Sa 2 level which costs around Rp. 13,099.554 with the same area.

***Keywords**: Analysis, Sandblasting, cost*

Pendahuluan

Sandblasting adalah rangkaian kegiatan *surface preparation* dengan cara menembakkan partikel padat berbentuk pasir dengan ukuran *Grit* 18 – 40 seperti pasir silica, *steel grit* atau *steel shot* ke suatu permukaan dengan tekanan tinggi sehingga terjadi tumbukkan dan gesekan.. Efek dari *sandblasting* ini membuat permukannya menjadi kasar dan permukaan yang kasar ini membuat cat dapat melekat dengan kuat.

Dalam peneilitian ini, peneliti melakukan analisa dari proses *sandblasting* pada pekerjaan bangunan kapal baru dengan berbagai perbedaanya, setelah itu peneliti juga menganalisa secara teknis mengenai hasil yang dihasilkan dari proses *sandblasting* seperti tingkat kebersihan dan kekasaran (*roughness*) permukaan blok. Peneliti juga menganalisa perbandingan biaya yang dibutuhkan dari perbedaan hasil yang dihasilkan.

Pada proses *sandblasting* pada pekerjaan pemabangunan kapal baru, ada beberapa macam proses *sandblasting.* Proses *sandblasting* yang pertama adalah proses *sandblasting* untuk plat yang baru datang dari pabrik. Pada plat yang baru datang dari pabrik tidak langsung bisa digunakan untuk proses penggambaran atau pemotogan tetapi ada proses *sandblasting* yang disebut *shot blasting*. Proses *sandblating* yang kedua adalah proses *sandblasting* setelah plat plat tersebut dirangkai menjadi sebuah blok atau panel panel yang nanti akan di rangkai untuk menjadi kapal utuh. Proses *sandblasting* blok berbeda dengan *shot blasting* karena pada proses *sandblasting* ini sangat lah diperhatikan untuk tingkat kebersihan dan kekasaran (*roughness*) permukaanya untuk bisa melanjutkan ke proses pelapisan (*coating*).

Setelah proses *sandblasting*, plat di *blow* untuk membersihkan sisa pasir yang masih menempel pada plat. Standar warna yang digunakan sebagai pembanding berupa standar warna permukaan yang disebut *visua*l *pictorial surface standard* ISO 8501-1 untuk memastikan tercapainya tingkat kebersihan yang diinginkan. Pada blasting blok atau panel panel yang nantinya akan di rangkai menjadi kapal, tingkat kebersihan yang digunakan adalah tingkat kebersihan Sa 2 dan Sa 2 ½ atau biasa disebut di PT.PAL Indonesia dengan sebutan *sweep blast* dan *full blast.* Setelah melakukan uji kebersihan selanjutnya melakukan uji kekasaran (*roughness*) dengan menggunakan *press o film* atau *surface roughness tester.*

Menurut As'ad [7], perusahaan manufaktur selalu membutuhkan proses *finishing* untuk mendapatkan hasil maksimal dari produk manufaktur mereka. Proses ini membutuhkan peralatan yang dapat memenuhi kebutuhan utama yaitu proses *finishing*. Memilih mesin dan alat yang tepat dapat membuat pekerjaan Anda lebih mudah, mengurangi biaya, dan mempercepat. Dalam hal ini, proses *sandblasting* sangat cocok karena bekerja dengan benda kerja yang besar dan kompleks seperti sasis, bagian

ITATS
SEMITAN
Jurnal Sumberdaya Bumi Berkelanjutan
https://ejurnal.itats.ac.id/semitan

dinding kapal, pesawat terbang, mobil dan kendaraan kereta api. Menurut Herman dkk [1], dalam industri maritim, logam merupakan bahan dasar dalam pembuatan kapal dan bangunan lepas pantai. Logam adalah unsur kimia yang mempunyai sifat-sifat kuat, keras, penghantar listrik dan panas, tapi logam juga mempunyai titik lemah yaitu mudah mengalami korosi. Korosi pada logam bisa terjadi karena bereaksi dengan lingkungan.

Proses *sandblasting* menurut Ashari dan Agung [4] adalah suatu proses pengerjaan logam dimana permukaan logam dibuat untuk menjadi kasar dan rata dengan derajat kekasaran serta laju pengikisan tertentu sesuai dengan kebutuhan dengan cara menembakkan serbuk besi tegak lurus ke permukaan logam dengan tekanan tinggi. *Sandblasting* juga merupakan proses mekanik untuk membersihkan merubah kekasaran permukaan material. Widiyarta dkk [8]. Proses produksi harus memperhatikan kualitas produk, salah satunya adalah pada kekasaran permukaan yang dihasilkan. Kekasaran permukaan akan sangat memperngaruhi hasil dari proses pengecatan. Kondisi permukaan yang baik membuat cat dapat melapisi logam dengan baik sehingga akan menghambat laju korosi yang terjadi. Sulistyo dan Setyarini, [3]. Menurut Susetyo dan Soepomo [11] proses sandblasting menggunakan meterial abrasif sebagai bahan untuk membersihkan dan membentuk kekasaran permukaan.

Menurut kurniawan [6] dalam proses penyemprotan biasanya menggunakan material berupa steel grit dengan tekanan tinggi pada suatu permukaan dengan tujuan untuk menghilangkan material kontaminasi seperti karat, cat, garam, oli dll. selain itu juga bertujuan untuk membuat profil (kekasaran). Tingkat kekasarannya dapat disesuaikan dengan ukuran pasirnya serta tekanannya.Menurut Djumhariyanto [2] *steel* grit umumnya digunakan pada *fabrication shop* untuk bisa digunakan kembali (daur ulang) karena harganya cukup mahal. Kedalaman profil kekasaran tergantung dari jenis cat atau coating yang akan diaplikasikan. Untuk mendapatkan profil kekasaran tertentu, selain dari ukuran pasir juga dapat dipengaruhi dari ukuran nosel dan besar *pressure* dari *blasting* prosesnya.

Keuntungan dari proses *sandblasting* yaitu kecepatan pengerjaannya, fleksibel dengan bentuk benda kerja yang rumit dan pembentukan profil kekasaran jauh lebih mudah. Ada beberapa parameter yang mempengaruhi produktivitas peledakan bahan logam yaitu ukuran pasir, tekanan penyemprotan, sudut penyemprotan, waktu penyemprotan dan jarak penyemprotan. Rosidah, [9]. Menurut Kodatie [10] Analisis ekonomi teknik sendiri memiliki peranan yang besar dalam perencanaan suatu proyek pembangunan. Analisis ekonomi proyek merupakan suatu kajian secara ekonomi apakah suatu ide, sasaran, atau rencana suatu proyek akan dapat diwujudkan dengan porsi yang layak secara ekonomi.

Metode yang digunakan peneliti melakukan pegumpulan data data dengan cara studi literarur dan juga melakukan observasi/pengamatan dengan cara terjun langsung ke lapangan. Hasil dari penelitian ini guna untuk pengetahuan mengenai proses *sandblasting* pada pekerjaan bangunan kapal baru, dan menentukan hasil dari proses *sandblasting* yang sesuai standart, serta menganalisa perbandingan biaya yang diperlukan dalam proses *sandblasting* seperti biaya operasioanal, biaya *maintenance* peralatan dan upah tenaga kerja dengan perbedaan tingkat kebersihannya.

Metodologi

Pada metode yang digunakan dalam penelitian ini terdapat beberapa tahapan kegiatan yang dilakukan, langkah pertama yaitu langkah pengumpulan data yang merupakan data primer dan sekunder, data primer didapatkan melalui observasi/pengamatan dengan cara terjun langsung ke lapangan dan wawancara. Data sekunder diperoleh dari studi literatur bebagai sumber informasi seperti buku, media elektronik, artikel atau jurnal, bahkan dari arsip yang terdapat pada perusahaan. Setelah didapatkan data yang akurat kemudian dilanjutkan dengan proses pengumpulan data diantaranya dengan mengamati segala bentuk proses pekerjaan pada bangunan kapal baru yang terdapat di lapangan. Setelah data yang dibutuhkan terkumpul selanjutnya menganalisa secara teknis mengenai proses sandblasting pada pekejaan pembangunan kapal baru di PT PAL Indoneisa. Dalam analisa teknis tersebut dianalisa mengenai proses sandblasting pada pekerjaan bangunan kapal baru setelah itu menganalisa hasil dari proses sandblasting pada blok mengenai tingkat kebersihan dan kekasaran permukaan. Selanjutnya menganalisa perbandingan biaya operasioanal mencakup kebutuhan material

ITATS
SEMITAN
Jurnal Sumberdaya Bumi Berkelanjutan
https://ejurnal.itats.ac.id/semitan

abrasif yang dibutuhkan, biaya *maintenance* dan bahan bakar peralatan sandblasting dan upah tenaga kerja. Kemudian hasil tersebut dianalisis dan dibuat laporan.

Hasil dan pembahasan

1. Tahapan Proses *Sandblasting* Pembangunan Kapal Baru

PT.PAL Indonesia pada pekerjaan pembangunan kapal baru terdapat beberapa proses *sandblasting*. Pertama proses *sandbasting* yang dilakukan untuk membersihkan lembaran plat yang akan digunakan untuk membuat atau membangun sebuah kapal biasanya menggunakan material abrasif jenis *steel shot*, kedua proses *sandblasting* untuk pembersihan setelah plat sudah dirangkai menjadi sebuah panel-panel atau blok sebelum dilakukan pengecatan mengguakan material abrasif jenis *steel grit*.

Pada saat proses *shot blasting* plat, plat yang baru datang dari pabrik pasti memiliki *mill scale*, Apabila lapisan *mill scale* tersebut tidak dihilangkan maka akan berdampak buruk pada saat proses produksi kapal terutama pada *fabrikasi* dan *assembly*. Oleh karena itu perlu adanya proses *shot blasting* untuk menghilangkan *mill scale* tersebut dengan menggunakan materil abrasif jenis *steel shot* karena dengan bentuk pasir yang bulat beraturan sehingga hasil yang dihasilkan bisa seragam. Pada proses *shot blasting* ada hasil yang harus dicapai yaitu tingkat kebersihan dan tingkat kekasaran permukaan (*roughness*) plat. Tingkat kebersihan yang harus tercapai pasti berbeda beda semua tergantung spec. Tetapi rata rata tingkat kebersihannya mencapai Sa 2 ½ dan untuk tingkat kekasarannya hingga 125 micron dengan minimal 30 micron. Selain di *blasting*, plat tersebut juga otomatis langsung di cat *shop primer* agar saat penyimpanan plat dalam waktu yang lama tidak terjadi korosi dan nantinya memudahkan untuk proses selanjutnya yaitu *fabrikasi* dan *assembly*.

Blasting blok blok yang telah dirakit dari bengkel *assembly* dan akan dirakit di *erection hall* harus diblasting ulang untuk menghilangkat karat yang timbul dan sisa *slack* dari laslasan untuk kemudian dicat ulang dengan beberapa lapis cat. Sebelum proses *sanblasting*, harus mengetahui terlebih dahulu *block* yang akan di *sandblasting* merupakan bagian tangki atau bukan dilihat dari *block division* atau *painting schedule* kapal tersebut. Blok bagian tangki bermacam macam seperti tangki bahan bakar, tangki air bersih, dan tangki pemadam kebakaran. Proses *sandblasting* pada blok yang terdapat bagian tangki di lakukan *blasting* hingga mencapai tingkat *standard abrasive* Sa 2 ½ atau biasa disebut di PT.PAL Indonesia dengan sebutan *full blast*, berbeda dengan block yang tidak terdapat bagian tangki hanya menggunakan *standard abrasive* Sa 2 atau *sweep blast*. Pada saat *blasting* blok tedapat parameter yang harus diperhatikan saat *blasting* yaitu sudut penembekannya sekitar 90º dan harus tegak lurus, apabila sisinya sulit bisa menggunakan sudut penembakan 45º dengan tekanan angin 6-8 bar dengan waktu penembakan kurang lebih 1,1 m² per menitnya untuk Sa 2 sedangkan untuk tingkat kebersihan Sa 2 ½ perlu memerlukan waktu lebih lama yakni kurang lebih 0,82 m² per menit karena pada tingkat Sa 2 ½ lebih bersih.

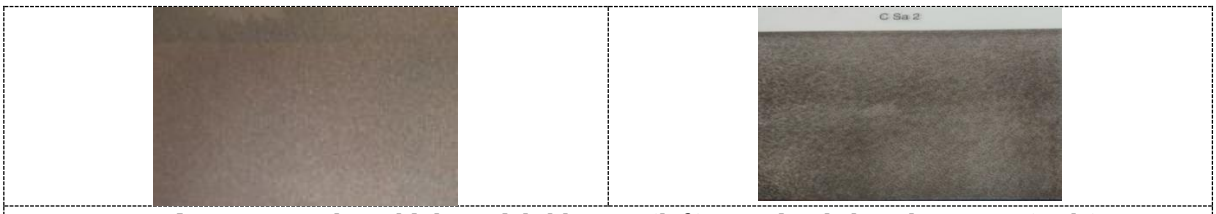
2. Hasil Dari Proses *Sandblasting*

Hasil dari proses *sandblasting* adalah tujuan dari proses *sandblasting* yaitu dimana hasil ini yang diperlukan untuk bisa lanjut ke proses selanjutnya yaitu pelapisan atau pengecatan. Dalam hasil ini pengujian yang ditinjau adalah mengenai tingkat kebersihan dan kekasaran permukaan.

Inspeksi Visual Hasil *Sandblasting*

Dalam inpeksi visual hasil sandblasting dilakukan untuk memastikan bahwa material yang telah di *blasting* sesuai dengan tingkat kebersihan yang ingin dicapai. *Sweep blast* atau Sa 2 digunakan untuk blok atau panel panel yang tidak memuat bahan bakar atau bukan tangki sedangkan *full blast* atau Sa 2 ½ digunakan untuk block atau panel panel pada bagian tangki. Adapun cara untuk melakukan pengujian ini adalah dengan membandingkan material yang telah di-*blasting* dengan gambar yang ada di standard ISO 8501-1. Dapat kita ketahui pada gambar 1 (*left*) bahwa warna permukaan blok atau panel dengan jenis baja *grade* A tidak jauh berbeda dengan warna pada gambar 1 (*right*) standard Sa-2 (ISO-8501-1). Sehingga dapat dinyatakan bahwa permukaan block yang telah di-blasting dengan material abrasif *steel grit* telah lolos uji visual hasil blasting.

ITATS
SEMITAN
Jurnal Sumberdaya Bumi Berkelanjutan
https://ejurnal.itats.ac.id/semitan



Gambar 1. Permukaan blok setelah *blasting* (*left),* Standart kebersihan Sa 2 (*right*)

Pengujian Kekasaran Permukaan

Setelah proses inspeksi visual, blok atau panel diukur tingkat kekasaran permukaannya menggunakan *roughness meter atau press o film* dengan standart ASTMD 4417. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kedalaman profil pada material yang telah di-blasting. Pengujian ini perlu dilakukan karena merupakan salah satu faktor yang diteliti pengaruhnya terhadap kualitas *coating* nantinya. Hasil Pengujian kekasaran permukaan dari blok yang sudah di *blasting* diambil 3 sampel titik untuk pengukuran tingkat kekasarannya. Dari ketiga titik mempunyai nilai kekasaran sebagai berikut

Tabel 1. Sampel hasil uji *roughness*

Material Pelat	**Material Abrasif**	**Nilai kekasaran permukaan**			
		1	2	3	Rata Rata
Baja *Grade* A	Steel Grit	80	90	110	93

Hasil pengujian kekasaran permukaan diatas dari 3 sample titik menunjukkan bahwa penggunaan material abrasif dengan jenis steel grid menghasilkan nilai rata rata kekasaraan permukaan yang tinggi yaitu 93 dan mencapai standart kekasaran permukaan yang diminta oleh PT. PAL Indonesia yaitu minimal 70. Apabila sudah mencapai tingkat kekasaran yang diinginkan *block* tersebut bisa lanjut ke proses selanjutnya yaitu *coating* atau pengecatan.

3. Analisis Perbandingan Biaya Operasional *Sandblasting*

Analisis biaya disini adalah berguna untuk memperkirakan beberapa biaya yang dibutuhkan untuk proses *sandblasting* blok, terutama block yang mengharuskan menggunakan *standart abrasive* Sa 2 ½ dan Sa 2 guna mengetahui biaya modal yang dibutuhkan untuk bisa *blasting* blok dengan luasan 994,82 m². Analisis disini meliputi kebutuhan material abrasif, biaya maintenance dan bahan bakar sandblasting, upah tenaga kerja dan biaya teknik lainnya.

Biaya Operasioanal *Sandblasting* Untuk Tingkat Kebersihan Sa 2

Dalam proses *sandblasting* pasti membutuhkan banyak peralatan dan pasti menggunakan energi daya untuk menghidupkan mesin tersebut. Tedapat biaya perawatan peralatan dalam durasi waktu selama proses *sandblasting* tersebut, perlatan untuk proses *sandblasting* diantara lain kompressor, *nozzle, dehimudifier*, vakum. Dalam proses *sandblasting* juga banyak membutuhkan tenaga kerja untuk menjalankan proses *sandblasting*. Dibawah ini adalah tabel tabel rincian untuk biaya operasioanal s*amdblasting* dengan tingkat kebersihan Sa 2.

Tabel 2. Biaya Maintenance dan Bahan Bakar Sandblasting

Item	**Lama Kerja**	**Jumlah Pengeluaran**	**Total**
Maintenance	14 jam/2 hari	7 jam/hari	Rp1.400.000,-
5 Kompresor		Rp.700.000,-	
5 Listrik	14 jam/2 hari	50 Kw/h	Rp.3.488.450,-

ITATS
SEMITAN
Jurnal Sumberdaya Bumi Berkelanjutan
https://ejurnal.itats.ac.id/semitan

kompresor		(1Kw/h : Rp.996,-)	
5 *Nozzle*	14 jam/2 hari	Rp.250.000,-/block	Rp.1,250.000,-
Dehumidifier	24 jam/2 hari	12 jam/hari Rp.200.000,-	Rp.400.000
Vacum	14 jam/2 hari	7 jam/hari Rp.200.000,-	Rp.400.000,-
	Total Biaya		Rp6.938.450,-

Tabel 3. Upah Tenaga Kerja

TENAGA	WAKTU 7 JAM/HARI	JAM TENAGA	GAJI ORANG/HARI	TOTAL
Blaster	2 hari	2 orang	Rp.110.000,-	Rp.440.000,-
Operator	2 hari	4 orang	Rp.100.000,-	Rp.800.000,-
Pengawas	2 hari	1 orang	Rp.125.000,-	Rp.250.000,-
Helper	2 hari	2 orang	Rp.90.000,-	Rp.360.000,-
		Total Biaya		Rp.1.850.000,-

Diketahui data konsumsi pasir/m² untuk tingkat kebersihan Sa 2 adalah 0,1 kg, sehingga dengan luasan blok 994,82 m² pasir yang dibutuhkan adalah 99,482 Kg. Apabila konsumsi pasir/jam adalah 7,1 kg, maka dapat diketahui bahwa blok tersebut membutuhkan waktu selama 14 jam kerja.
Diasumsikan harga pasir jenis *steel grit* saat ini dipasaran adalah Rp.17.000,- per Kilogram, maka dari jumlah pasir yang dibutuhkan tersebut sebanyak 99,482 kg, biaya yang dibutuhkan untuk pengadaan pasir jenis *steel grit* adalah sebesar Rp.1.691,194,-
Sehingga total biaya langsung (*fixed cost*) adalah =
Biaya *maintenance* dan bahan bakar peralatan + Upah tenaga kerja + Biaya pengadaan pasir
= Rp. 6.938.450,- + Rp. 1.850.000,- + Rp. 1.691.194,-
= Rp.10.479.644,-
Dalam pengerjaan suatu proyek tidak hanya biaya langsung aja yang dihitung atau *fixed cost* tetapi terdapat biaya tidak langsung *atau inderect cost* yag harus di hitung, *inderect cost* diantara lain adalah kemungkinan yang tidak terduga selama proses *sandblastin*g dan biaya teknik. Biaya kemungkinan tidak terduga saya asumsikan 15 % dari biaya langsung dan 10 % untuk biaya tekniknya.
Perhitungan biaya tidak langsungatau *inderct cost* :

1. Kemungkinan tak terduga: 15 % x Biaya Langsung (*fixed cost)*, 15% x Rp.10.479.644,- = Rp.1.571.946,-
2. Biaya teknik: 10 % x Biaya Langsung (*fixed fost*), 10% X Rp.10.479.644,- = Rp.1.047.464,-

Jadi biaya modal yang dibutuhkan untuk menyelesaikan sebuah blok berukuran 994,82 m² adalah dengan mejumlah biaya yang ada yaitu biaya langsung (*fixed cost*) dan biaya tak langsung (*inderct cost*). Biaya Modal = Biaya langsung + Biaya tak langsung = Rp.10.479.644,- + Rp. 2.619.910 = Rp.13.099.554,-
PT.PAL Indonesia (Persero) untuk bisa menyelesaikan sebuah block dengan ukuran 994,82 m² dengan tingkat kebersihan Sa 2 adalah membutuhkan biaya sebesar Rp.13.099.554,- dengan durasi pengerjaan selama 14 jam kerja atau 2 hari.

Biaya Operasioanal *Sandblasting* Untuk Tingkat Kebersihan Sa 2 ½

Dalam pengerjaan *sandblastin*g dengan tingkat kbersihan Sa 2½ juga sama halnya dengan Sa 2, akan tetapi untuk tingkat kebersihan Sa 2 ½ jauh lebih lama untuk waktu penembakannya yaitu sekitar 0,82 m² per menitnya, jadi hasil yang dihasilkan jauh lebih bersih dari pada tingkat kebersihan Sa 2. Dalam proses *sandblasting* juga sama membutuhkan banyak peralatan dan pasti menggunakan energi daya untuk menghidupkan mesin tersebut. Tedapat biaya perawatan peralatan dalam durasi waktu selama

ITATS
SEMITAN
Jurnal Sumberdaya Bumi Berkelanjutan
https://ejurnal.itats.ac.id/semitan

proses *sandblasting* tersebut, perlatan untuk proses *sandblasting* diantara lain kompressor, *nozzle*, *dehimudifier*, vakum. Dalam proses *sandblasting* juga banyak membutuhkan tenaga kerja untuk menjalankan proses *sandblasting.* Dibawah ini adalah tabel tabel rincian untuk biaya operasioanal *samdblasting* dengan tingkat kebersihan Sa 2 ½.

Tabel 4. Biaya Maintenance dan Bahan Bakar Sandblasting

Item	Lama Kerja	Jumlah Pengeluaran	Total
Maintenance 5 Kompresor	21 jam/3 hari	7 jam/hari Rp.700.000,-	Rp2.100.000,-
5 Listrik kompresor	21 jam/3 hari	50 Kw/h (1Kw/h : Rp.996,-)	Rp.5.232.675,-
5 *Nozzle*	21 jam/3 hari	Rp.250.000,-/block	Rp.1,250.000,-
Dehumidifier	36 jam/2 hari	12 jam/hari Rp.200.000,-	Rp.600.000
Vacum	21 Jam/2 Hari	7 jam/hari Rp.200.000,-	Rp.600.000,-
	Total Biaya		Rp 9.782.675,-

Tabel 5. Upah Tenaga Kerja

Tenaga	Waktu 7 Jam/Hari	Jam Tenaga	Gaji Orang/Hari	Total
Blaster	3 hari	2 orang	Rp.110.000,-	Rp.660.000,-
Operator	3 hari	4 orang	Rp.100.000,-	Rp.1.200.000,-
Pengawas	3 hari	1 orang	Rp.125.000,-	Rp.375.000,-
Helper	3 hari	2 orang	Rp.90.000,-	Rp.540.000,-
		Total Biaya		Rp.2.775.000,-

Diketahui data konsumsi pasir/m² untuk tingkat kebersihan Sa 2 ½ adalah 0,15 kg, sehingga dengan luasan blok 994,82 m² pasir yang dibutuhkan adalah 149,223 Kg. Apabila konsumsi pasir/jam adalah 7,1 kg, maka dapat diketahui bahwa blok tersebut membutuhkan waktu selama 21 jam kerja.
Diasumsikan harga pasir jenis *steel grit* saat ini dipasaran adalah Rp.17.000,- per Kilogram, maka dari jumlah pasir yang dibutuhkan tersebut sebanyak 149,223 kg, biaya yang dibutuhkan untuk pengadaan pasir jenis *steel grit* adalah sebesar Rp.2.536,791,-
Sehingga total biaya langsung (*fixed cost*) adalah = Biaya *maintenance* dan bahan bakar peralatan + Upah tenaga kerja + Biaya pengadaan pasir = Rp 9.782.675,- + Rp. 2.775.000,- + Rp. 2.536,791,- = Rp.15.094.466,-
Dalam pengerjaan suatu proyek tidak hanya biaya langsung aja yang dihitung atau *fixed cost* tetapi terdapat biaya tidak langsung atau *inderect cost* yag harus di hitung, *inderect cost* diantara lain adalah kemungkinan yang tidak terduga selama proses *sandblastin*g dan biaya teknik. Biaya kemungkinan tidak terduga saya asumsikan 15 % dari biaya langsung dan 10 % untuk biaya tekniknya.
Perhitungan biaya tidak langsungatau *inderct cost :*

1. Kemungkinan tak terduga: 15 % x Biaya Langsung (*fixed cost)* = 15% x Rp.15.094.466,-= Rp. 2.264.169,-
2. Biaya teknik: 10 % x Biaya Langsung (*fixed cost*) = 10% x Rp.15.094.466,-= Rp. 1.509.446,-

Jadi biaya modal yang dibutuhkan untuk menyelesaikan sebuah blok berukuran 994,82 m² adalah dengan mejumlah biaya yang ada yaitu biaya langsung (*fixed cost*) dan biaya tak langsung (*inderect cost*)

ITATS
SEMITAN
Jurnal Sumberdaya Bumi Berkelanjutan
https://ejurnal.itats.ac.id/semitan

Biaya Modal = Biaya langsung + Biaya tak langsung, Rp.15.094.466,- + Rp. 3.773.615,- , Biaya Modal Rp.18.868.081,- PT.PAL Indonesia (Persero) untuk bisa menyelesaikan subuah blok dengan ukuran 994,82 m ² dengan tingkat kbersihan Sa 2 ½ adalah membutuhkan biaya sebesar Rp.18.868.081,- dengan durasi pengerjaan selama 21 jam kerja atau 3 hari.

Kesimpulan

Berdasarkan analisis data penelitian dan perhitungan disimpulkan mengenai proses sandblasting pada PT.PAL Indonesia terdapat 2 proses sandblasting. Pertama adalah proses sandblasting pada plat dan kedua adalah proses sandblasting ketika plat plat tersebut sudah dirangkai menjadi sebuah blok. Proses sandblasting pada plat disebut shot blasting. Shot blasting digunakan untuk menghilangkan mill scale yang terdapat pada plat plat yang baru datang dari pabrik. Pada saat shot blasting material abrasif yang digunakan adalah steel shot, plat tersebut di blasting hingga mencapai SA 2 ½ dan mencapai kekasaran 125 mikron. Setalah proses blasting dalam satu waktu dilakukan pengecatan untuk melindungi plat selama proses fabrikasi dan assembly. Sandblasting pada blok adalah proses setelah plat plat tersebut dirangkai menjadi sebuah blok. Blok yang telah melewati assembly diblasting ulang untuk menghilangkan karat yang timbul dan sisa sisa slack dari laslasan.

Setelah proses *sandblasting* selesai dilanjut dengan inspeksi hasil *sandblasting.* Inspeksi hasil *sandblastin* dimulai dengan inspeksi visual hasil *sandblasting* yaitu tingkat kebersihan. Pada inspeksi visual ini cara melakukan pengujiannya adalah dengan membandingkan material yang telah di-*blasting* dengan gambar yang ada di standard ISO 8501-1. Apabila permukaan blok dengan gambar pada standard ISO 850-1 maka dinyatakan lolos uji visual. Setelah itu dilanjut dengan uji *roughness* atau kekasaran uji kekasaran ini berpengaruh nantinya untuk kualitas *coating* itu sendiri, standart yang digunakan di PT. PAL Indonesia adalah ASTMD 4417 atau minimal 70 mikron. Cara pengukuran kekasaran bisa menggunakan alat *Press O Film* atau *Surface Roughness Meter.* Biaya operasional untuk *sanblasting* block mempunyai perbedaan antara tingkat kebersihan Sa 2 dan Sa 2 ½. Tentunya Sa 2 ½ jauh lebih mahal karena proses *sandblasting* hingga mencapai tingkat kebersihan Sa 2 ½ membutuhkan waktu hampir 21 jam kerja atau 3 hari dan otomatis membutuhkan material abrasif yang lebih banyak dari pada tingkat kebersihan Sa 2. Untuk tingkat kebersihan SA 2 ½ untuk bisa menyelesaikan 1 blok membutuhkan biaya modal sebesar Rp. 18.868.081,- untuk luasan 994,82 m² sedangkan untuk tingkat Sa 2 dengan luasan yang sama membutuhkan biaya modal sebesar Rp.13.099.554,-.

Referensi:

[1] C. T. Nugroho, H. Pratikno, and A. Purniawan, “Analisa Pengaruh Material Abrasif Pada Blasting Terhadap Kekuatan Lekat Cat dan Ketahanan Korosi di Lingkungan Air Laut,” *J. Tek. ITS*, vol. 5, no. 2, pp. 231–235, 2017, doi: 10.12962/j23373539.v5i2.18090.

[2] D. Djumhariyanto, A. Bigwanto, and S. Mulyadi, “Analisis proses sandblasting dengan variasi jarak , sudut dan waktu terhadap kekasaran permukaan dengan metode respon surface,” *Pros. Nas. Rekayasa Teknol. Ind. dan Inf. XIII Tahun 2018*, vol. 2018, no. November, pp. 247–253, 2018, [Online]. Available: https://journal.itny.ac.id/index.php/ReTII/article/view/1017

[3] E. Sulistyo and P. H. Setyarini, “Pengaruh Waktu Dan Sudut Penyemprotan Pada Proses Sand Blasting Terhadap Laju Korosi Hasil Pengecatan Baja AISI 430,” *J. Rekayasa Mesin*, vol. 2, no. 3, pp. 205–208, 2011.

[4] Mardiyanto, “Jurusan teknik mesin fakultas teknik universitas muhammadiyah surakarta 2008,” *Ilusi Senja*, p. 31, 2008.

[5] S. J. Sisworo, “Studi Komparasi Proses Abrasive Blasting Pada Pembangunan Kapal Dikaji Dari Segi Teknis Dan Ekonomis,” *Undip*, pp. 11–19, 2009, [Online]. Available: http://eprints.undip.ac.id/5490/

[6] W. D. Kurniawan and P. Periyanto, “Proses Sandblasting dan Coating Pada Kapal di PT. Dok Perkapalan Surabaya,” *Otopro*, vol. 13, no. 2, p. 44, 2019, doi: 10.26740/otopro.v13n2.p44-53.

[7] M. As'ad, "**,** *Pengaruh Tekanan Udara Terhadap Nilai Kekerasan Pada Benda Kerja Plat*

ITATS

SEMITAN

Jurnal Sumberdaya Bumi Berkelanjutan

https://ejurnal.itats.ac.id/semitan

Dengan Bahan ST 37 Pada Proses Sandblasting" Skripsi, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta 2008.

[8] I. Widiyarta, I. M. Parwata, I. P. Lokantara, D. Perangin, A. N. Suryawiranata, " *Kekasaran Permukaan Baja Karbon Sedang Akibat Proses Sand-blasting Dengan Variasi Tekanan Dan Sudut Penyemprotan,"* Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Udayana Kampus Bukit Jimbaran Bali 80362, Bali 2015.

[9] A. Rosidah, " *Analisis Kekasaran Permukaan Pada Proses Sandblasting Dengan Variasi Jarak, Tekanan, Dan Sudut Pada Pelat A 36 Menggunakan Metode Box Behnken"* Politeknik Negeri Surabaya Jl. Teknik Kimia, Kampus ITS, Keputih, Sukolilo, Surabaya 60111, 2015.

[10] R. J. Kodatie " *Analisis Ekonomi Teknik,"* penerbit andi, Yogyakarta, 2001.

[11] P. Susetyo, dan I. H. Soepomo, " *Pemanfaatan Pasir Volcano Lumajang Sebagai Alternatif Digalangan Kapal,"* Jurusan Teknik Perkapalan Fakultas Teknologi Kelautan Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Surabaya, 2010.