

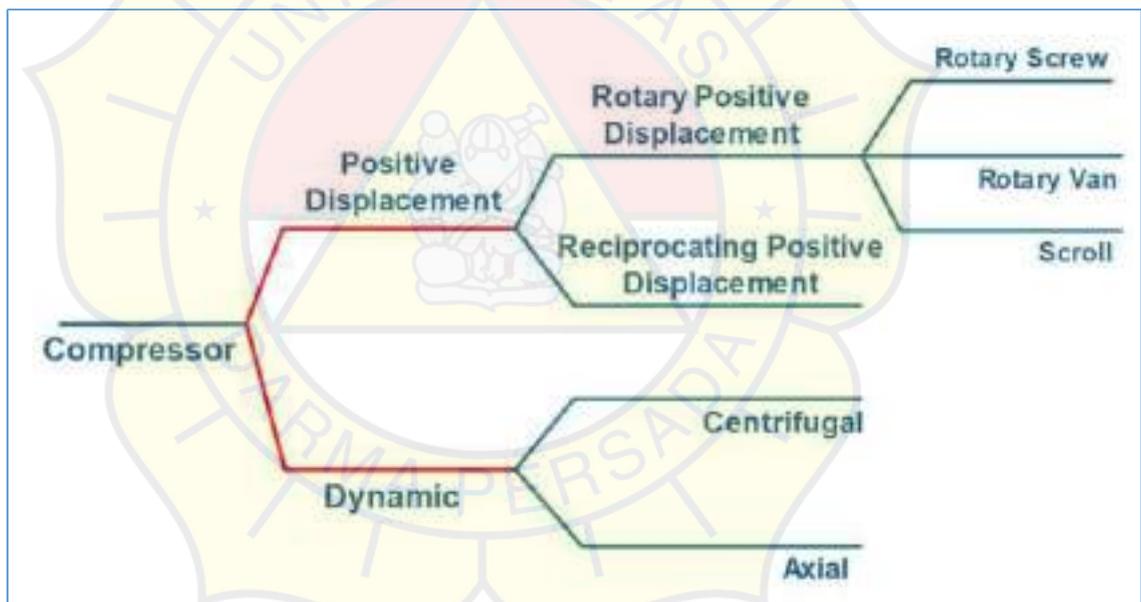
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kompresor

Mendengar kata Kompresor maka kata kompres yang pertama dipahami yang Artinya tekan mpat kemudian kata kompresor ini identic dengan kata angin / udara, dan dapat di simpulkan kompresor secara umum adalah penghasil udara. Kompresor adalah perangkat mesin yang mengkompres / memampatkan gas / udara, Dimana gas/udara berada pada atmosfer di hisap oleh kompresor ini. Besaran kanan membuat tingkat konsumsi energi bervariasi pada udara bertekanan yang di bangkitkan oleh kompresor

2.1.2 Jenis – Jenis Kompresor



Gambar 2 1- Diagram Kompresor

Secara umum kompresor dibagi menjadi 2 yaitu :

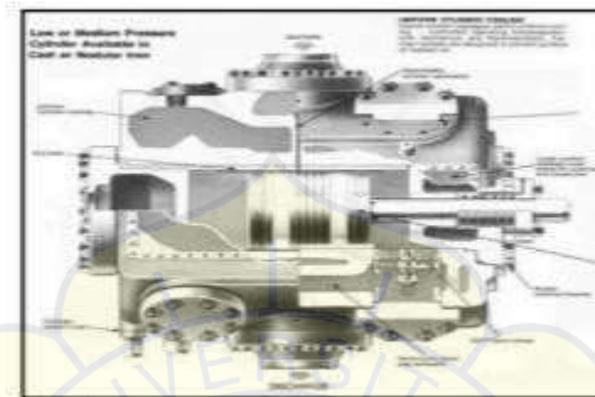
A. Positive Displacement Compressor

Kompresor perpindahan positif merupakan kompresor yang mengubah energi mekanik berupa gerak piston menjadi energi tekanan fluida (udara) yang bertekanan. Kompresor jenis ini menarik udara dalam jumlah tetap

ke dalam ruang , dan ukuran ruang tersebut diperkecil sehingga udara diberi tekanan.

Contohnya adalah reciprocating compressor dan rotary compressor.

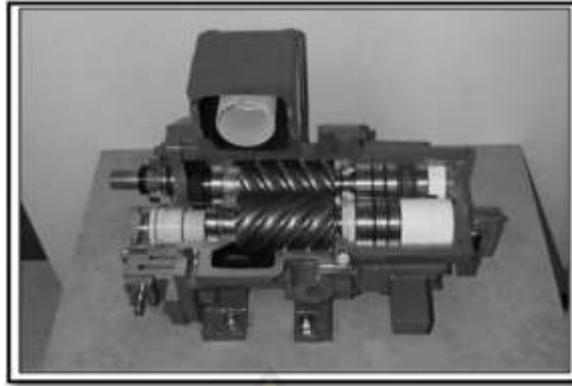
1. Reciprocating compressor



Gambar 2 2 – Reciprocating compressor

Kompresor ini menggunakan piston yang dikendalikan oleh poros engkol untuk menghasilkan tekanan udara. Piston ini bergerak di dalam tabung, mendorong dan memberi tekanan pada udara, sehingga meningkatkan tekanan udara. Kompresor kerja tunggal menggunakan piston yang biasa digunakan pada mobil yang dihubungkan ke poros engkol. Pada model ini, kompresi udara terjadi di bagian atas Piston. Pendinginan yang digunakan pada kompresor ini dapat berupa pendingin udara maupun air. Pelumasan kompresor jenis ini dikendalikan oleh pompa oli. Dua piston digunakan untuk gerakan piston bolak-balik kerja ganda. Pada kompresor ini, kompresi udara terjadi pada kedua bagian piston. Proses kompresi ini terdiri dari dua buah piston, satu batang piston, satu kepala bab, satu batang penghubung, dan satu poros engkol. Kompresor diafragma memberikan kompresi udara menggunakan diafragma berputar yang menarik udara ke bagian kompresi, memberi tekanan, dan menyimpannya di bagian tabung penyimpanan .

2. Rotary Compressor (Rotary Screw Compressor)



Gambar 2 3 – Rotary Compressor

Kompresor jenis ini memampatkan udara dengan mengubah energi mekanik dari penggerak awal (misalnya motor listrik) menjadi energi tekan di udara. Ini terdiri dari dua rotor spiral yang terhubung satu sama lain. Ketika salah satu rotor berputar searah jarum jam, rotor lainnya berputar berlawanan arah jarum jam. Ini memerangkap udara di antara ua rotor spiral, mengurangi volume udara dan meningkatkan tekanan.

B. Dynamic Compressor

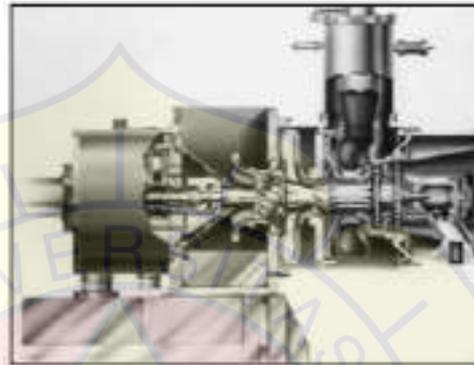
Dynamic compressor adalah kompresor yang merubah energi mekanik menjadi energi kinetik (kecepatan) fluida, kemudian kecepatan fluida dikurangi sehingga tekanannya menjadi lebih besar. Contoh dari kompresor

dynamic ad adalah centrifugal compressor dan axial compressor.

1. Centrifugal Compressor

Kompresor sentrifugal adalah suatu mesin, yang kerjanya didapat dari kerja poros (energi mekanik) yang dihubungkan oleh motor listrik. Prinsip kerja kompresor sentrifugal adalah dimulai dengan memberikan daya dari luar kepada poros kompresor untuk memutar impeler di dalam konstruksi kompresor. Maka udara yang ada di dalam impeler, oleh dorongan sudu-sudu ikut berputar. Karena timbul gaya sentrifugal maka udara mengalir dari tengah impeler ke luar melalui saluran di antara

sudu-sudu. Pada tahap ini tekanan udara bertambah besar begitu pula dengan kecepatan alirannya (energi kinetik) bertambah besar karena udara mengalami percepatan. Udara yang keluar dari impeler ditampung oleh saluran berbentuk volut (spiral) di keliling impeler dan disalurkan ke luar kompresor melalui nozzle. Di dalam nozzle ini sebagian energi kinetik diubah menjadi energi tekanan.



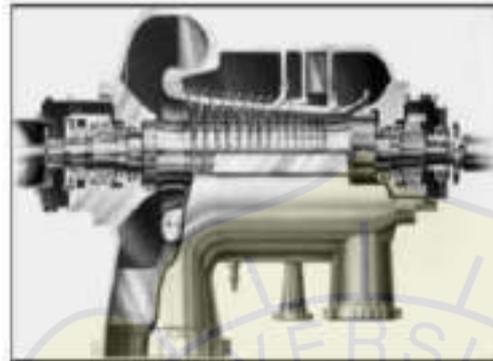
Gambar 2 4 - Centrifugal Compressor

2. Axial Compressor

Pada kompresor aksial, udara masuk dan keluar sejajar dengan poros kompresor.

Kompresor jenis ini terdiri dari rotor yang berputar dan stator yang tidak berputar. Mekanisme kerja kompresor aksial diawali dengan putaran rotor. Bilah-bilah pada setiap piringan rotor mengarahkan udara ke area di antara kelompok bilah stator. Udara mengenai sudu-sudu stasioner hingga diserap oleh sudu-sudu cakram rotor berikutnya. Ketika rotor memaksa lebih banyak udara ke dalam sudu-sudu tetap, tekanan udara meningkat dan udara menempati lebih sedikit ruang. Saat diam, tekanan tiap set sudu lebih tinggi bar dibandingkan tekanan set sudu sebelumnya. Sebuah kompresor mengkonsumsi energi mekanik dari perangkat penggerak seperti motor listrik. Energi mekanik ini diubah menjadi putaran rotor kompresor. Energi kinetik kemudian ditambahkan ke udara oleh kompresor. Ringkasnya, dalam kompresor

aliran aksial, bilah yang berputar (rotor) menambah energi kinetik pada udara, dan bilah stasioner (stator) mengubah energi kinetik udara menjadi energi tekanan.



Gambar 2.5 Axial compressor

Berdasarkan jumlah tahap, kompresor dibagi dua jenis, yaitu satu tahap dan dua tahap. Kompresor satu tahap adalah Kompresor yang memampatkan udara hanya dalam satu kali proses. Kompresor dua tahap adalah air kompresor yang memampatkan udara dalam dua kali proses, yaitu tahap rendah dan tahap tinggi.

Menurut jenis pendinginannya, kompresor dibagi dua jenis, yaitu kompresor berpendingin udara dan kompresor berpendingin air. kompresor berpendingin udara adalah kompresor yang menggunakan udara sebagai media pendinginnya kompresor berpendingin air adalah kompresor yang menggunakan air sebagai media pendinginnya

2.1.3 Kompresor udara di PT SMI 1

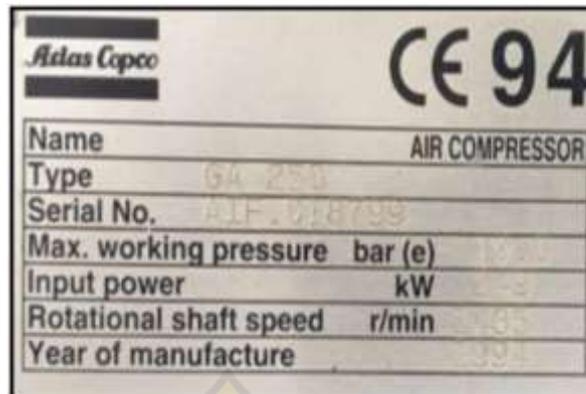
Adapun jumlah kompresor udara (tenaga Listrik) yang berada di PT SMI (satu) berjumlah 13 Unit ,terlampir di bawah :

DATA KOMPRESOR DI SMI 1											
COMPRESSOR ROOM NO 1			COMPRESSOR ELECTRICAL								
NO. UNIT	MODEL	TAHUN PEMANTAPAN	WORKING PRESSURE		DATA			AIR FLOW		STATUS OPERASIONAL	
			BAR	PSI	KW	HP	CFM	MG/HR	SEK/MENIT		
002 01	0A050 AF 018790	1994	10	145	249	249 kW 0-380 V/50 Hz	333	1498	2545	42	FULL RUNNING
002 02	0A050 AF 018790	1994	10	145	249	249 kW 0-380 V/50 Hz	333	1498	2545	42	FULL RUNNING
002 03	0A050 AF 018790	1994	10	145	249	249 kW 0-380 V/50 Hz	333	1498	2545	42	FULL RUNNING
002 04	0A050 AF 018790	1994	10	145	249	249 kW 0-380 V/50 Hz	333	1498	2545	42	FULL RUNNING
COMPRESSOR ROOM NO 2			COMPRESSOR ELECTRICAL								
NO. UNIT	MODEL	TAHUN PEMANTAPAN	WORKING PRESSURE		DATA			AIR FLOW		STATUS OPERASIONAL	
			BAR	PSI	KW	HP	CFM	MG/HR	SEK/MENIT		
DCC 05	LS 255-350HH WC SULL	2007	10	145	262	262 kW 0-380 V/50 Hz	350	1447	2458	41	FULL RUNNING
DCC 06	LS 255-350HH WC SULL	2007	10	145	262	262 kW 0-380 V/50 Hz	350	1447	2458	41	FULL RUNNING
DCC 07	LS 255-350HH WC SULL	2007	9	130.5	221	221 kW 0-380 V/50 Hz	300	1363.9	2317	39	FULL RUNNING
DCC 08	LS 255-350HH WC SULL	2007	9	130.5	221	221 kW 0-380 V/50 Hz	300	1363.9	2317	39	FULL RUNNING
DCC 09	LS 255-350HH WC SULL	2007	10	145	262	262 kW 0-380 V/50 Hz	350	1447	2458	41	FULL RUNNING
DCC 10	LS 255-350HH WC SULL	2007	9	130.5	221	221 kW 0-380 V/50 Hz	300	1363.9	2317	39	FULL RUNNING
COMPRESSOR ROOM NO 3			COMPRESSOR ELECTRICAL								
NO. UNIT	MODEL	TAHUN PEMANTAPAN	WORKING PRESSURE		DATA			AIR FLOW		STATUS OPERASIONAL	
			BAR	PSI	KW	HP	CFM	MG/HR	SEK/MENIT		
DCE 11	LS 205-300HH WC SULL	2005	8	116	221	221 kW 0-380 V/50 Hz	300	1363.9	2317	39	FULL RUNNING
DCE 12	LS 255-350HH WC SULL	2005	10	145	262	262 kW 0-380 V/50 Hz	350	1447	2458	41	FULL RUNNING
DCE 13	TS32-400 WC	2005	0.3	135	204	204 kW 0-380 V/50 Hz	400	1042	3200	55	FULL RUNNING

Gambar 2 6 – Data Kompresor SMI 1

SULLAIR 螺杆空气压缩机 美国寿力 Rotary Screw Air Compressor			
型号	LS255-350HH WC SULL		
S.O.M. No.	L5255-200433	生产许可证证书编号	
出厂编号	03-C014880	XK06-110-00019	
公称容积流量	1447	CFM	41 m ³ /min
额定排气压力		PSI	1.0 MPa
最大排气压力		PSI	MPa
外形尺寸	3265X2210X2200 [L x W x H] mm		
电动机功率	350 HP	262 kW	机组重量 3200 kg
额定转速	1485	rpm	出厂年月

Gambar 2 7 – Contoh Name plate Kompresor Sull Air



Gambar 2 8 - Contoh Name plate kompresor Atlas Copco

Penggunaan kompresor ini dapat diartikan sebagai penggunaan mesin . Kata penggunaan mesin termasuk salah satu pendukung produktivitas , sesuai dengan KKB “kata produktivitas “ arti kemeampuan seseorang /tim dalam menyelesaikan pekerjaan dalam tenggang waktu yang ditentukan termasuk jam Jam kerja (manhour) , Penggunaan Mesin ,kompetensi tenaga kerja , jumlah manpower. Adapun jenis kompresor yang di maksud adalah kompresor menggunakan tenaga listrk. Pemilihan kompresor listrik ini berdasarkan pengalaman produksi blasting dengan menggunakan portable Air Compressor (PAC) dengan bahan bakar solar yang menimbulkan pembengkakan biaya solar/diesel & biaya perawatan serta menghasilkan tekanan angin untuk proses kerja blasting tidak konsisten mengakibatkan hasil volume produksi rendah dan jadwal kerja menjadi lambat dan pengaruh polusi lingkungan

Dari tahun ke tahun volume pekerjaan blasting painting semakin meningkat dan keinginan owner untuk mendatangkan kapal ke PT Samudra Marine Indonesia berdasarkan harga yang kompentitife juga pertimbangan hasil kerja dari Blasting /Painting yang cepat ,qualitas baik dan tepat Produksi blasting /painting sangat memerlukan kestabilan udara bertekanan yang di suplai sehingga menjadikan hasil blasting lebih cepat sehingga jumlah volume kerja tetap tinggi , maka diperlukan pengecekan , perbaikan kemampuan/kinerja setiap kompresor dan juga motif konsumsi energi setiap kompresor.

Dalam beropersinya kompresor udara dimampatkan dan diubah energi listrik/matahari menjadi energi kinetik. Udara bertekanan tersebut kemudian didistribusikan ke alat-alat yang membutuhkan udara bertekanan tinggi, seperti: Mesin pneumatik, mesin pengecatan semprot, mesin bor, dan blasting. Kompresor yang di gunakan di perusahaan ini terdiri dari kompresor diesel dan kompresor listrik, pada saat ini 90% kompresor listrik digunakan untuk mendukung produksi dan supporting Kompresor listrik disebut juga dengan nama Central Compressor (Kompresor terpusat), dimana semua kompresor diletakan dalam ruang yang disebut ruang kompresor, angin /udara bertekanan di supply melalui jalur pipa

Berdasarkan jenis nya, kompressor listrik yang digunakan adalah Jenis dinamik tipe screw (Double Screw tipe Oil Injected). Merk kompresor yang ada saat ini Kobelco, Kaeser, Atlas Copco dan Sulair Kompresor Double Screw karena memiliki system dua buah ulir yang berdekatan satu sama lain dan saling berputar searah sehingga udara dihisap masuk melalui tabung inlet termampatkan oleh 2 buah srew yg berputar. Jenis kompresor screw ini memiliki kekurangan dan kelebihan dibanding jenis lainnya.

Kekurangan kompresor screw :

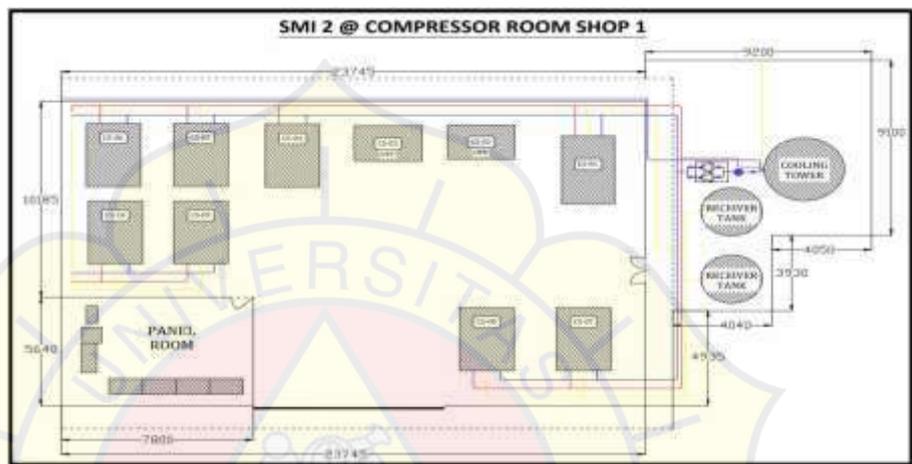
- Harga lebih mahal dari dari model piston
- Perangkatanya terpisah dengan tabung udara

Kelebihan kompresor screw :

- Level kebisingannya rendah
- Pencapai Air delivery dan Tekananan yang tinggi
- Sangat sesuai utk 24 jam operasional
- Mesin lebih mulus disbanding piston menyangkut operasi

Hubungan kerja antara kompresor dan pekerjaan produksi di galangan kapal sangat erat dimana tinggi tekanan udara yang di suplai akan memudahkan proses proses kerja seperti pekerja pompa air, minyak dari kapal ke luar

atau ke tanki , proses buka manhole , proses drill sement , blasting /painting , mengisi udara/angin ke balon air bag (down /up) , membersihkan debu debu dengan cara meniupkan melalu hose , gouging setelah pengelasan, dll .Dalam ruang kompresor dan sekitar ter dapat kompresor unit , jalur pipa udara bertekanan, jalur pipa air pendingan (masuk dan keluar) , valve katup , panel elektrik /kabel , tangki angin , tower pendingin , pompa dll



Gambar 2 9 – Lay out Ruang Kompresor No 2

2.1.4 Komponen Utama Sistim Udara Tekan

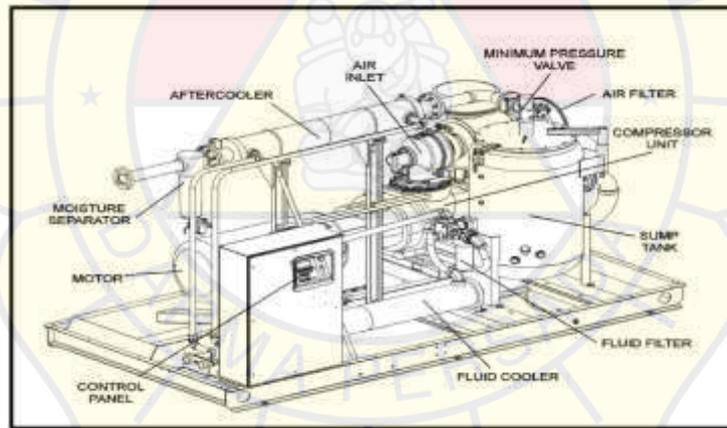
Masing masing jenis kompresor memiliki komponen utama yang berbeda disesuaikan pada Sistim kompresor . Untuk kompresor model screw memiliki sekitar tujuh komponen utama yang membuat pengaruh besar pada fungsi dan kinerja . tujuh tersebut sebagai berikut

- **Rotor** : komponen vital dapat disebut sebagai Jantung kompresor .Diletak didalam silinder kompresor
- **Filter Udara** : Lapisan penyaring di dalam kompresor screw yang diletak di dalam katup pembuka guna menangkap debu , partikel dan kelembapan.
- **Katup suction** : fungsi nya adalah untuk menangkap/menghisap gas awal
- **Filter Oil** : Filter yang berada dinding ruang putar dengan

bertanggungjawab menyaring oil dari udara yang telah ter kompresor , sementara oli pelumas itu sendiri berfungsi sebagai pending dan mencegah mesin kopressor kepanasan dikarenakan system kerja kompresor yang selalu memproduksi panas tinggi

- **Bearings /Bantalan :** dibagian ujung rotor ter dapat bantalan /bearing yang tugas utamanya agar rotor tetap pada posisinya
- **Katup Pembuangan :** Posisnya berada dibawah tangki kompresi yang menjalankan tugas utk menerima udara bertekanan kemudian dilepaskan pada tangki penyimpanan .
- **Silinder Kompresi:** sebagai jalur penghubung antara rotor dan silinder.

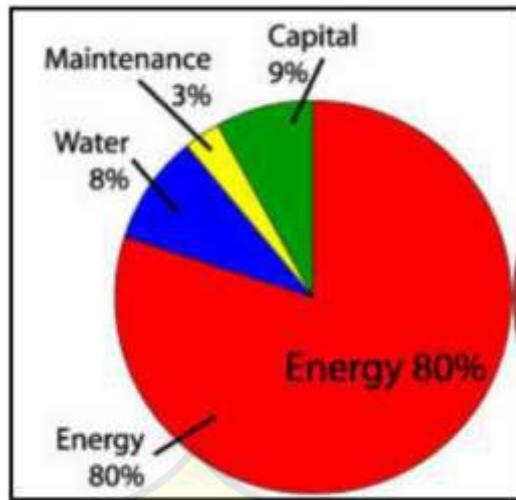
Ada juga komponen lain yang tidak kalah pentingnya adalah Motor , Kontrol Panel Tangki Receiver ,Separator dll



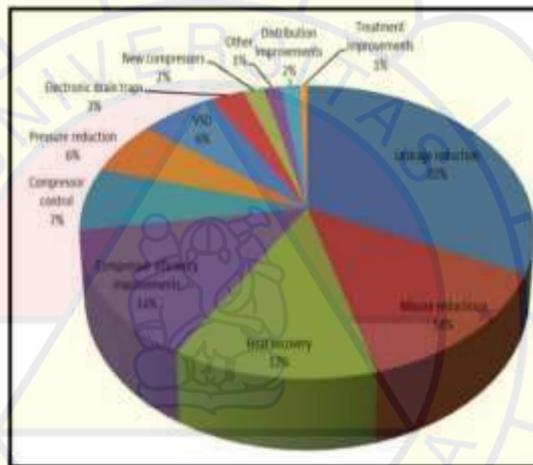
Gambar 2 10 – Komponen Kompresor dengan Pendingin Air

2.1.5 Kompresor membuat Peluang Penghematan energi

Hampir 80% dari biaya siklus hidup sistem kompresor udara bertekanan adalah energi, pemeliharaan + air mengkonsumsi sekitar 11% dan biaya investasi awal hanya 9%. Oleh karena itu, lebih banyak perhatian harus diberikan pada biaya energi. Di bawah ini adalah beberapa kemungkinan penghematan energi dari sistem kompresor ditampilkan gambar dibawah ini



Gambar 2 11 – Komponen Biaya Sistem Udara Bertekanan



Gambar 2 12 – Potensi Penghematan Kompresor Udara

Berdasarkan Grafik tersebut diatas bahwasannya menguramgi kebocoran pada kompresor dapat meningkatkan penghematann energi hingga 32 %,sementara mengoperasikan kompresor tidak tepat guna dan tidak mengikuti SOP serta perbaikan efisiensi kompresor sebesar 14 %, berikutnya adalah pemanfaatan panas buang sebesar 12 %. Jika melihat grafik di atas, Anda akan menemukan kemungkinan penghematan terbesar di perbaikan kebocoran air di hampir 100% lokasi. Mengganti kompresor baru dapat menghemat 15%, namun meskipun VSD dapat menghemat energi hingga 16% lebih banyak, VSD hanya ekonomis untuk sekitar 6% lokasi dibandingkan VSD. Namun kenyataannya penggunaannya ekonomis hanya di 30% lokasi.

2.1.6 Kebocoran mengakibatkan kerugian.

Kebocoran pada sistem udara bertekanan sangat umum terjadi dan tingkat kebocoran dapat mencapai 10% dalam kondisi normal. Faktanya, berdasarkan pengalaman di dunia nyata, pelanggaran dapat mencapai 20% di sekitar 80% industri tempat pengukuran dilakukan. Secara umum, jumlah udara yang terbuang bergantung pada ukuran lubang kebocoran dan tekanan pengoperasian kompresor.

Tabel 2.1 – Tabel Perkiraan Kerugian Aibat Kebocoron

Hole Diameter	Air Consumption at 6 bar (g) M ³ /min	Loss kW
1 mm	0,065	0,3
2 mm	0,240	1,7
4 mm	0,980	6,5
6 mm	2,120	12,0

Kebocoran tersebut diatas merupakan kebocoran yang bersumber dari Kompresor itu sendiri , selain itu ada sumber kebocoran lain seperti jalur produksi (pipa), Katup katup di manifold pada jalur produksi, blasting hose clamp dan joint point

Ada beberapa cara untuk menghemat konsumsi energi pada Kompresor udara diantaranya adalah mengurangi tekanan keluaran, menghilangkan atau mengurangi kebocoran udara tekan, penggantian motor listrik efisiensi tinggi, penggunaan multi stage compressor, penggunaan variable inlet volume dan penggunaan VSD.

2.2. Sandblasting

2.2.1 Umum

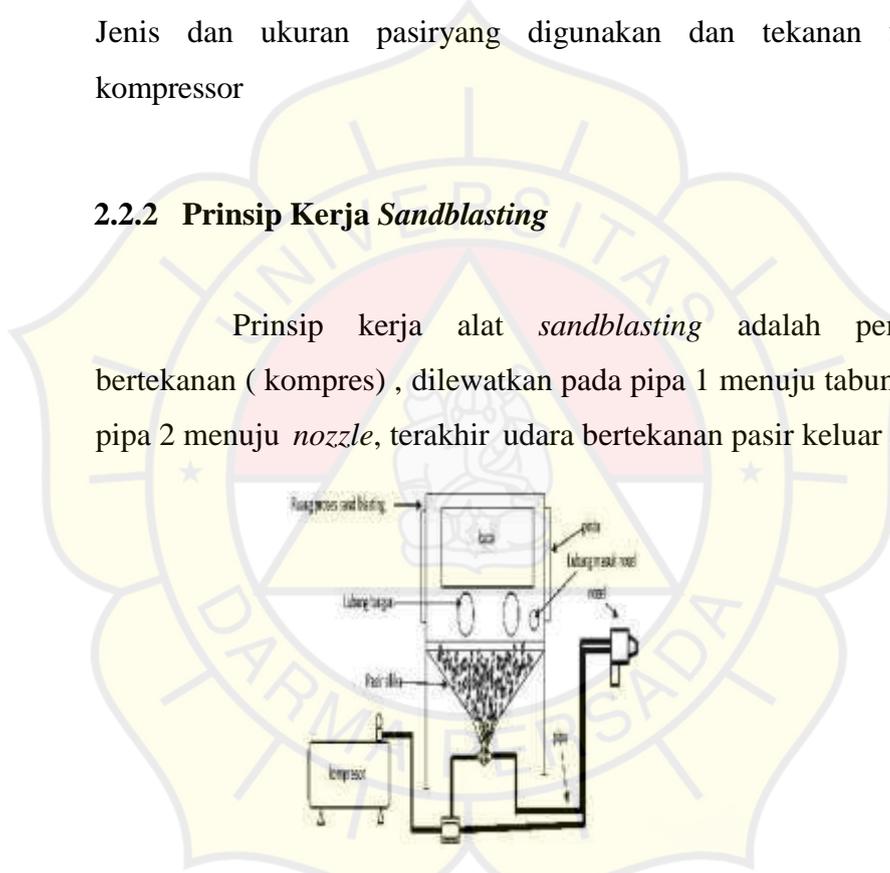
Menurut David (David, 2022) Sandblasting adalah metode penyemprotan bahan abrasif pada umumnya dalam kerangka pasir silika atau komparatif dengan berat dengan tekanan yang tinggi pada

suatu permukaan dengan tujuan untuk menghilangkan material lain yang melekat pada bagian bagian tertentu seperti Lambung, Deck Tank seperti karat, cat, garam, minyak, dan hewan laut (teritip) selalu menempel di bagian underwater lambung kapal .

Dalam perluasan, persiapan ini juga bertujuan untuk membuat kekerasan pada permukaan logam sehingga tingkat cengkeraman yang baik pat dicapai antara permukaan logam dan bahan pelindung seperti cat. Tingkat kekasaran aatu profile permukaan pelat tergantung pada Jenis dan ukuran pasir yang digunakan dan tekanan udara dari kompressor

2.2.2 Prinsip Kerja *Sandblasting*

Prinsip kerja alat *sandblasting* adalah pembangkitan bertekanan (kompres) , dilewatkan pada pipa 1 menuju tabung pasir dan pipa 2 menuju *nozzle*, terakhir udara bertekanan pasir keluar *nozzle*.



Gambar 2 13 – Prinsip Kerja Sand Blasting

Secara umum metode sandblasting adalah

1. Bersihkan Minyak dan *grease* dengan *thinner*
2. Bersihkan garam dengan *water jet*
3. Siapkan posisi material yang akan *diblasting*
4. Proses *Blasting*

5. Bersihkan pasir dan debu dari permukaan besi
6. Langsung dicat sebagai proteksi karat

2.2.3 Jenis -jenis Sandblasting

Sandblasting dibagi menjadi 2 jenis berdasarkan penggunaannya ,
yaitu:

1. Dry Sandblasting

Dry Sandblasting adalah proses pelaksanaan kegiatan surface preparation secara kering dengan cara menembakan abrasive Material berupa Pasir ,yaitu pasir silika Adapun ukuran pasir tersebut 8.30 Mesh . Pasir tersebut disemprot dengan dibantu udara ber Tekanan pada plat sehingga terjadi proses tabrakan dan gesekan antara material pasir dan surface plat. Surface plat akan mejadi kasar dan membentuk profile.

2. Wet Sandblasting

Wet Sand Blasting adalah proses pelaksanaan permukaan persiapan secara basah dengan cara penembakan material abrasive dengan air dibantu oleh udara bertekanan. Proses kerja yang membuat less dust dan dilakukan pada daerah tertentu dan kondisi tertentu. Hasil wet blasting sama seperti dengan dry sand blasting.

2.2.4 Standar Tingkat Kebersihan Sandblasting

Standar kebersihan dalam proses sandblasting mengacu pada tingkat kebersihan yang dapat dicapai setelah dilakukannya proses sand blasting. tingkat kebersihan ini diukur untuk menentukan bahwa permukaan material telah memenuhi spesifikasi yang akan digunakan pada tahap selanjutnya. Tingkat kebersihan dalam proses sandblasting dapat diukur dengan cara melakukan pengamatan secara visual

menggunakan metode Visual Pictorial Surface Standard ISO 8501-1.
(Fadlurrohman, Arianto & Rudianto, 2023)

1) Standard Abrasive 1.0 (Light Blast Cleaning/Sweep Blast)

Semprotan ringan atau penghilangan karat yang menonjol. Permukaan baja harus bebas dari minyak dan kotoran yang terlihat, dan harus bebas dari lapisan oksida lepas, karat, lapisan minyak, dan lapisan adhesi lainnya. Atau dengan kata lain standard sa 1.0 ini membuang bagian layer pertama dari kondisi cat yang menempel pada plat /lambung.

2) Standard Abrasive 2.0
(Thorough Blast Cleaning/Commercial Blast)

Semprot atau proyeksikan secara menyeluruh untuk menghilangkan karat yang menempel baik secara spot (point per point) atau Full (semua surface), sehingga ada 2 perlakuan blasting di Sa 2.0 ini yaitu Spot Blast dan Full Blast.

3) Standard Abrasive 2.5 (Near White Metal)

Tingkat pembersihan blasting , yaitu kebersihan, spot blast atau Full blast yang sangat menyeluruh. Permukaan baja harus bebas dari minyak, kotoran, kerak, lapisan cat karat, dan lampiran lainnya yang terlihat. Jejak yang tersisa seharusnya hanya berupa noda kecil berupa titik atau garis.



Gambar 2 14 – Sand Abrasive standard

2.2.5 Material Abrasif

Bahan abrasif adalah bahan yang dapat digunakan untuk membersihkan atau membuat permukaan bahan menjadi kasar. Bahan ini disemprotkan dengan tekanan udara yang tinggi melalui alat yang disebut wadah/sandpot, dan proses penyemprotan bahan abrasif ke permukaan bahan pelat baja/plat yg menempel di struktur kapal disebut blasting. Bahan abrasif yang digunakan untuk blasting permukaan bahan pelat mempunyai berbagai Kekerasan abrasif, bentuk partikel abrasif, dll, ukuran abrasif atau ukuran mesh, warna dan kebersihannya abrasif (F.Ishaka et al., 2021)

2.2.6 Komponen Sandblasting

Komponen Peralatan sandblasting terbagi menjadi 2 yaitu komponen sandblasting yang tidak berhubungan dengan Kompresor Udara bertekanan dan Komponen yang langsung berhubungan dengan kompresor Udara Bertekanan melibatkan berbagai peralatan yang memiliki fungsi masing-masing untuk menjalankan proses sandblasting dengan efisien.

Berikut beberapa komponen dari sandblasting :

1. Hopper Pasir



Gambar 2 15 – Hopper pasir

Hopper pasir merupakan tempat penyimpanan khusus yang digunakan untuk menyimpan media abrasif, seperti pasir atau media lainnya, yang akan digunakan dalam proses sandblasting. Ada 2

jenis Hopper pasir yaitu Hopper single (20 Ton x 1 x 6 Outlet) dan Hopper Double (25 Ton x 2 x 5 outlet) . Hopper pasir juga memiliki fungsi penting dalam mencegah kontaminasi atau pengotoran media abrasif. Dalam Hopper pasir yang tertutup, media abrasif akan tetap bersih dan bebas dari partikel lain seperti debu, kotoran yang dapat mengganggu proses sandblasting.

Dengan demikian, Hopper pasir adalah komponen penting dalam sistem sandblasting yang memastikan pekerjaan dilakukan dengan efisien, konsisten, dan aman.

2. Sand Pot /Blasting pot

Sand Pot pasir adalah salah satu komponen penting dalam proses sandblasting yang memiliki beberapa fungsi utama. Kapasitas Sand Pot ini memiliki banyak ukuran Pertama, wadah/pot pasir digunakan untuk menerima pasir dari outlet hopper dan dihubungkan dengan hose blasting yang tersambung pada jalur pipa produksi dan mengalirkan media abrasif, seperti pasir, ke hose blasting dan diakhirnya pada nozzle .



Gambar 2 16 – Sand Pot

Sand Pot pasir adalah salah satu komponen penting dalam proses sandblasting yang memiliki beberapa fungsi utama. Kapasitas Sand Pot ini memiliki banyak ukuran Pertama, wadah/pot pasir digunakan untuk menerima pasir dari outlet hopper dan dihubungkan dengan hose blasting yang tersambung pada jalur pipa

produksi dan mengalirkan media abrasif, seperti pasir, ke hose blasting dan diakhirnya pada nozzle .

Fungsi ini sangat penting karena media abrasif harus tersedia secara terus-menerus selama proses sandblasting untuk menjaga produktivitas dan kualitas pekerjaan. Penyaringan material lain atau material yang ukurannya besar dapat dilakukan dengan memberikan saringan manual dia tas sand pot , Selain itu Sand pot juga dapat memiliki fitur penyaringan untuk menjaga kualitas media abrasif dengan menghilangkan kontaminan atau partikel asing yang dapat mengganggu hasil sandblasting.

Hal ini penting untuk memastikan bahwa media abrasif tetap bersih dan efektif dalam menghilangkan kotoran atau lapisan dari permukaan yang sedang dikerjakan. Dengan demikian, pot pasir adalah komponen yang penting dalam menjaga keberhasilan proses sandblasting, mengontrol aliran media abrasif dan tekanan udara, serta memastikan kualitas hasil akhir yang diinginkan.

3. Nozzle

Tekanan udara yang digunakan pada nozzle blasting biasanya 90 sampai 100 psi atau sama dengan 6 sampai 7 bar contoh Nozzle No 7 pada 100 psi maka besaran CFM = 254



Gambar 2 17 – Sandblasting Nozzle No 7

Ukuran dan tipe serta bentuk nozzle yang menentukan kecepatan blasting. Pada umumnya ukuran nozzle yang digunakan memiliki diameter 6/16” atau 3/8”. Material nozzle terbuat dari bahan keramik, silicon carbide, tungsten carbide, cast iron dan boron silicon carbide. yang mempunyai ketahanan umur pemakaian yang berbeda.

4. Blasting Hose



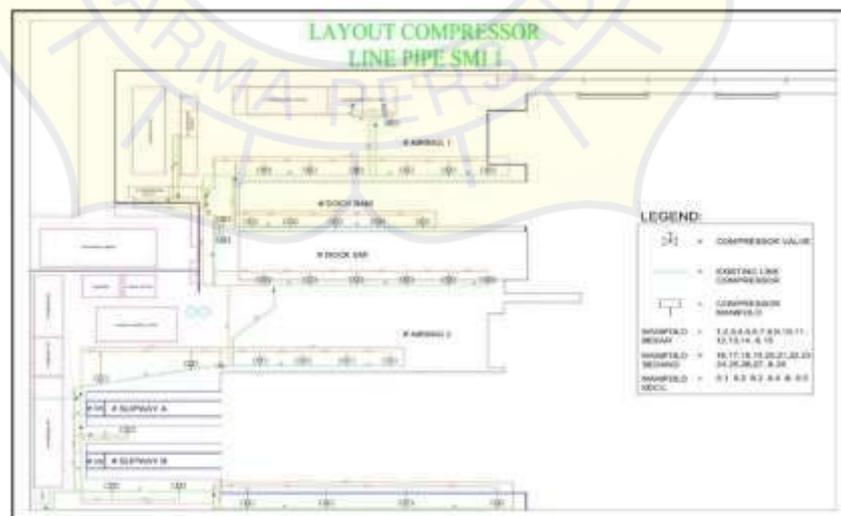
Gambar 2 18 – Blasting Hoses (Selang Blasting)

Diameter bagian dalam selang jet harus minimal 3 kali (sebaiknya 4 kali) lubang nosel. Misalnya, nosel berukuran 3/8 inci (9,5 mm) memerlukan ID selang minimal 1 1/8 inci (28,5 mm). Kami tidak mempunyai selang tiup 1 1/8 inchi, maka gunakanlah ukuran berikut: 1 1/4 inchi (32 mm) Alat ini memindahkan tekanan udara atau sebagai media penghubung bercampur pasir dari pot tiup ke alat tiup.

Ukuran selang ini harus empat kali diameter jet nozzle yang digunakan. Selang harus memiliki ketahanan yang tinggi terhadap abrasi, ketahanan tekanan hingga 175 psi, dan ketahanan panas hingga 80°C. Selang juga harus sangat fleksibel agar sandblasting lebih mudah bagi operator, karena dapat menahan tekanan angin /udara yang bertekanan dan pasir abrasif yang digunakan.

5. Jalur Pipa Produksi

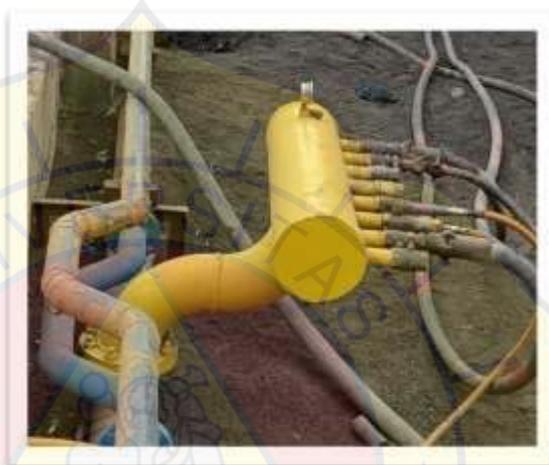
Jalur pipa produksi merupakan jalur pipa yang di lewati oleh Udara bertekanan dari Ruang Kompresor menuju keTangki Penyimpanan Udara dan kemudah ke jalur Utama Pipa udara bertekanan .Ukuran pipa Jalur Produksi sand blasting adalah Diameter Pipa 6 “.



Gambar 2 19 - Jalur Pipa Produksi

6. Manifold

Manifold adalah konstruksi pipa berdiameter 6 Inchi yang terpasang pada jalur utama pipa produksi pada setiap 20–25 meter Fungsi dari manifold ini sebagai penyalur udara bertekanan ke Sand Pot dan Blasting hoses juga nozzle. Disetiap manifold terpasang gate valve , pressure gauge, water drain



Gambar 2 20 – Manifold (Supply)

6. Pakaian Pelindung dan Pelindung pernafasan



Gambar 2 21 – Blaster Hood

Pekerjaan sandblasting merupakan salah satu pekerjaan yang berhubungan langsung dengan keadan yg mengharuskan persiapan peralatan keselamatan yang tinggi . Pekerjaan blasting berhubungan langsung dengan angin / udara yang bertekanan (7 bar) dari kompressor melalui jalur pipa produksi dan manifold menuju sand pot . dan juga berhubungan langsung dengan debu sand blasting

Ada 2 area yang harus menjadi perhatian bagi operator blasting, yaitu seorang helper yang menjaga sand pot dan seorang blaster yang melakukan pekerjaan blasting itu sendiri

Maka diperlukan Alat Pelindung Diri (APD) dalam menjaga dan melindungi diri blaster /operator dari hal hal yang membahayakan dalam proses sandblasting. Sandblasting menggunakan media abrasif yang dapat menghasilkan debu, partikel keras, dan suara bising. Oleh karena itu, penggunaan APD sangat penting bagi kesehatan dan keselamatan pekerja.

Selain Baju blaster (blaster hood) adalah APD yang umum digunakan dalam sandblasting disamping itu ada juga menggunakan masker atau respirator yang dirancang khusus untuk perlindungan pernafasan.

Dilapangan Baju blaster ini memiliki hose membantu pernafasan dimana hose tersebut akan ter sambung dengan hongkong filter , di mana hongkong filter memberikan udara yang bersih kepada blaster tersebut sehingga pekerja blasting dapat dilakukan dengan lama dan nyaman sehingga faktor keselamatan terjaga .

2.2.8 Optimalkan Proses Sand Blasting

Efisiensi blasting sering kali diukur dari cakupan area yang dicapai dalam waktu tertentu. Blasting adalah proses yang memakan waktu dan

menuntut fisik dan apa pun yang dapat digunakan oleh operator untuk memungkinkan mereka bekerja lebih efektif penting untuk dipertimbangkan. Meskipun media peledakan dan campuran udara menentukan proses blasting, namun mengoptimalkan tekanan udara, kecepatan, dan kandungan abrasif sangat penting jika proses blasting ingin dilakukan secara efisien.

Meskipun variabel yang terkait dengan proses ini terbatas; output kompresor, tekanan pot, pengaturan katup media, panjang selang, ukuran nozzle, dll. Memahami dari bagaimana mengoptimalkan variabel-variabel ini sangatlah penting. Sistem Abrasive Blast Machine dirancang untuk memberikan tekanan dan aliran optimal dari udara dan media blasting melalui nozzle blasting.

Memastikan bahwa tekanan & kecepatan aliran udara dan campuran media abrasif pada nozzle diatur dengan benar akan memberikan kondisi ideal untuk blasting yang efisien. Untuk menghasilkan blasting nosel blasting yang ideal diperlukan pemahaman dasar tentang efek penggunaan kapasitas kompresor yang lebih besar (cfm atau m³/menit) dan efek peningkatan atau penurunan ukuran nosel.

1. Kapasitas Kompresor

Sebagai aturan umum, kapasitas kompresor yang lebih tinggi (dalam cfm atau m³/menit) menghasilkan tekanan nosel dan kecepatan udara yang lebih tinggi

sehingga menghasilkan peluang untuk meningkatkan efisiensi blasting. Sebagai contoh, jika 100psi (6,89bar) ditetapkan sebagai tekanan nozzle untuk menghasilkan produktivitas yang optimal, maka tekanan nozzle 80psi (5,52bar) akan menghasilkan efisiensi blasting akan sebesar 66% dan tekanan nozzle hanya 60psi (4,14bar) akan menghasilkan efisiensi blasting sebesar 50%. Pengurangan produktivitas tersebut cukup signifikan dan penting untuk

memahami sepenuhnya bagaimana pilihan peralatan yang tepat dapat meningkatkan efektivitas blasting Anda. Pada contoh di atas, meningkatkan tekanan nozzle dari 60psi menjadi 100psi (4,14bar menjadi 6,89bar) akan membuat operator dapat melipatgandakan efisiensi dan melipatgandakan kecepatan kerjanya.

Menggunakan kapasitas kompresor yang lebih tinggi juga memberikan peluang untuk mengurangi konsumsi grit seperti yang dijelaskan di bawah ini. Tidak dapat dipungkiri bahwa kompresor berkapasitas lebih besar akan menggunakan lebih banyak bahan bakar. Namun ketika waktu blasting n dapat dikurangi setengahnya, biaya bahan bakar tambahan menjadi tidak signifikan.

Contoh di atas menunjukkan bagaimana mengoptimalkan pengaturan peralatan sangat penting untuk kinerja. Ini adalah fungsi dari kapasitas kompresor dan pengaturan mesin blasting. Tekanan nosel, tekanan sistem, aliran udara, dan kapasitas kompresor semuanya dihubungkan oleh persamaan matematika sederhana.

Sederhananya, menggunakan kompresor berkapasitas lebih tinggi akan menghasilkan tekanan sistem dan nosel yang lebih tinggi dan juga kecepatan media yang lebih tinggi sehingga menghasilkan peluang untuk menggunakan ukuran nosel yang lebih besar dan dengan demikian mencapai cakupan area blasting yang lebih efisien.

2. Ukuran Nozzle

Menggunakan ukuran lubang nosel yang lebih besar menghasilkan area cakupan blasting akan yang lebih besar tetapi membutuhkan kapasitas udara yang lebih besar (cfm atau m³/menit) untuk 'menggerakkan' nosel. Ukuran nosel yang lebih kecil biasanya akan

menghasilkan pola semburan yang lebih sempit dan mengkonsumsi lebih sedikit udara. Untuk memaksimalkan manfaat potensial dari penggunaan diameter nosel yang lebih besar, penting untuk 'memasok' nosel dengan campuran udara & media yang benar dengan kecepatan dan tekanan yang memadai.

Oleh karena itu, pilihan nosel ditentukan oleh aliran udara yang tersedia yang dihasilkan oleh kompresor. Jika nosel yang lebih besar dipilih, maka untuk blasting secara efisien, diperlukan kapasitas udara yang lebih tinggi. Adapun ukuran nozzle yang digunakan pada pekerjaan sandblasting di PT SMI adalah ukuran no 6 /7

Tabel 2.2 - Tabel Nozzle

Nozzle Orifice	Satuan	Presssure at the Nozzle (Psi/Bar)		
		80 /5,5	90/6,2	100/6,9
NO 6 (3/8 “)	Air (Cfm)	161	173	196
	Compressor HP	36	39	44
NO 7 (7/16”)	Air (Cfm)	217	240	254
	Compressor HP	49	54	57

Tabel di bawah ini menunjukkan korelasi antara volume udara, ukuran nosel dan tekanan nosel dan sering digunakan dalam industri untuk memilih ukuran nosel. Manfaat sebenarnya adalah untuk memilih ukuran nozzle yang optimal untuk tekanan nozzle yang diperlukan untuk melakukan pekerjaan.

Jika pengguna membutuhkan tekanan nosel 100psi (6,8bar) untuk blasting optimal dan menggunakan diameter nosel ½ "#8 maka mereka akan membutuhkan kompresor dengan rating 340cfm (9,63m3/menit). Jika kompresor 222cfm digunakan maka tekanan nosel yang dihasilkan dengan menggunakan nosel #8 yang sama akan berkurang dari 100psi menjadi 60 psi (6,89bar menjadi 4,14bar), yang berarti efisiensi blasting akan berkurang 50% (lima puluh persen)

3. Panjang & Kondisi Selang

Jika panjang selang yang panjang diperlukan, blast abrasif bertekanan tinggi (H) yang memiliki tekanan kerja maksimum 225psi (15,51bar). Karena kehilangan tekanan yang melekat yang terkait dengan selang yang panjang, mesin-mesin ini dapat terus memasok tekanan nosel yang tinggi bahkan ketika panjang selang biasanya akan menghasilkan tekanan rendah pada nosel. Dalam hubungan erat tekanan dan panjang selang angin yang di gunakan, yaitu selang angin yang digunakan bila melebihi 40 meter panjangnya harus memiliki diameter dalam , paling tidak empat (4) kali lebih besar dari ukuran diameter nozzle blasting yang digunakan dan ini dapat menghindari hilangnya tekanan .

Perlu diketahui juga, setiap kelipatan 20 meter panjang selang terjadi kehilangan sekitar 2 – 3 psi (0,2 bar) dan untuk tiap tekukan 90 derajat terdapat kehilangan tekanan sekitar 5 – 6 psi (0,4 bar)

Mesin blast/sand pot bertekanan tinggi ideal untuk digunakan dengan kompresor berkapasitas besar dan aplikasi dengan panjang selang yang panjang seperti yang ditemukan di banyak lokasi konstruksi dan galangan kapal.

4. Pengaturan Katup Media

Kapasitas kompresor (dalam cfm atau m³/menit) dan ukuran nosel menghasilkan tekanan kerja pada nosel untuk blasting yang optimal. Aliran media yang masuk ke aliran udara dikontrol oleh pengaturan katup media. Desain apa pun yang dipilih, katup ini dirancang untuk memastikan campuran udara/media yang optimal untuk masuk ke dalam selang blasting.

Menggunakan katup media 'terbuka' akan memungkinkan lebih banyak media masuk ke dalam aliran udara di dalam selang. Berat media yang berlebih akan mengurangi kecepatan udara yang, meskipun tidak berdampak negatif pada tekanan nosel, akan

menghasilkan kecepatan media yang lebih rendah pada nosel. Kecepatan media yang lebih rendah menghasilkan lebih sedikit aksi pemotongan dari bahan abrasif dan dengan demikian mengurangi efisiensi pekerjaan blasting.

Lebih jauh lagi, ketika tekanan sistem tidak diatur secara optimal (penggunaan cfm yang tidak mencukupi atau penggunaan nosel yang terlalu besar atau aus) maka konsumsi media akan meningkat. Karena biaya media merupakan bagian penting dari proses blasting maka sangat penting bagi katup pasir untuk disetel secara optimal untuk kondisi tersebut.

Ada empat variabel utama yang memiliki pengaruh signifikan terhadap produktivitas proses Sand Blasting .

- Kompresor cfm
- Ukuran Nozzle
- Panjang & Kondisi Selang
- Pengaturan Katup Media

2.3 Audit Energi

Menerapkan audit energi menentukan penggunaan energi atau konsumsi dan metode identifikasi untuk penghematan energi. Kompresor udara menyumbang sejumlah besar listrik yang digunakan di industri manufactur, galangan dan lain lain . Kompresor udara digunakan di berbagai industri untuk memasok kebutuhan proses, untuk mengoperasikan alat dan peralatan pneumatik, dan untuk memenuhi kebutuhan instrumentasi. Hanya 10 - 30% energi yang mencapai titik penggunaan akhir, dan menyeimbangkan 70 - 90% energi dari kekuatan penggerak utama yang diubah menjadi energi panas yang tidak dapat digunakan dan pada tingkat yang lebih rendah hilang dalam bentuk gesekan, penyalahgunaan, dan kebisingan.

Audit Energi adalah kunci dari pendekatan sistematis untuk pengambilan keputusan di bidang manajemen energi. Audit ini mencoba menyeimbangkan total input energi dengan penggunaannya, dan berfungsi untuk mengidentifikasi semua aliran energi di sebuah fasilitas. Audit ini mengukur

penggunaan energi sesuai dengan fungsi-fungsi yang terpisah. Audit energi industri adalah alat yang efektif dalam menentukan dan menjalankan program manajemen energi yang komprehensif.

Audit Energi mencakup parameter utama yang harus dilakukan:

- Neraca Material dan Neraca Energi
- Pemantauan dan Penargetan Energi
- Perencanaan Aksi Energi
- Analisis dan Manajemen Keuangan
- Langkah-langkah yang efektif dari segi biaya

Audit energi berfokus pada tujuan-tujuan berikut yang harus dicapai saat melakukan audit:

- Menghubungkan input energi dan output produk
- Menyoroti pemborosan di area utama
- Penerapan konservasi energi
- Realisasi penghematan

Audit Energi sangat mudah digunakan dan merupakan alat yang sangat membantu serta ramah lingkungan karena berfokus pada aplikasi konservasi energi. Oleh karena itu, sangat penting bagi setiap organisasi atau industri untuk menindaklanjuti audit Energi untuk menekan peningkatan biaya dalam permintaan energi.

2.3.1. Jenis-jenis Audit Energi

Orientasi audit energi akan memberikan hasil positif dalam pengurangan tagihan energi yang mana program pemeliharaan dan kontrol kualitas yang sesuai dan hemat biaya sangat penting yang mengarah pada peningkatan produksi dan kegiatan utilitas ekonomi. Jenis audit energi yang akan dilakukan tergantung pada fungsi atau jenis industri.

Ada dua jenis audit energi.

1. Audit pendahuluan (audit langsung)

Untuk audit energi yang terperinci (atau diagnostik), diperlukan data dan informasi yang lebih rinci. Pengukuran dan inventarisasi data biasanya dilakukan dan sistem energi yang berbeda (pompa, kipas angin, udara terkompresi, uap, pemanasan proses, dll.) dinilai secara rinci. Oleh karena itu, waktu yang dibutuhkan untuk jenis audit ini lebih lama dibandingkan dengan audit pendahuluan. Hasil dari audit ini lebih komprehensif dan bermanfaat karena memberikan gambaran yang lebih akurat tentang kinerja energi Galangan dan rekomendasi yang lebih spesifik untuk perbaikan.

2. Audit terperinci (audit diagnostik).

Dalam audit energi pendahuluan, data yang sudah tersedia sebagian besar digunakan untuk analisis sederhana tentang penggunaan energi dan kinerja galangan. Jenis audit ini tidak memerlukan banyak pengukuran dan pengumpulan data. Audit ini membutuhkan waktu yang relatif singkat dan hasilnya lebih umum, memberikan peluang umum untuk efisiensi energi. Analisis ekonomi biasanya terbatas pada perhitungan periode pengembalian modal sederhana, atau waktu yang dibutuhkan untuk mengembalikan investasi modal awal melalui penghematan energi yang direalisasikan.

2.3.2 Tahapan Audit Energi

1. Pengumpulan Data

Melibatkan pengukuran konsumsi energi, identifikasi peralatan utama, dan pengamatan operasional.

2. Analisis Data

Menilai efisiensi energi, mengidentifikasi kerugian energi, dan menentukan faktor-faktor yang mempengaruhi

penggunaan energi.

3. Rekomendasi Perbaikan

Menyusun langkah-langkah untuk meningkatkan efisiensi energi, Seperti pemeliharaan rutin, penggunaan teknologi efisiensi tinggi, dan perubahan operasional.

2.3.3 Manfaat Audit Energi

1. Pengurangan Biaya Operasional

Mengidentifikasi dan mengimplementasikan peluang penghematan energi dapat secara signifikan mengurangi biaya operasional.

2. Peningkatan Efisiensi:

Audit energi membantu dalam mengoptimalkan kinerja peralatan dan proses, yang berdampak pada peningkatan efisiensi

