



Corrective Maintenance Pompa Sentrifugal PT. Sumi Asih Indonesia

Rio Rizal Maulana Wahab¹ Marno²

Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang, Indonesia^{1,2}

Email: riowahab79@gmail.com¹

Abstrak

PT Sumi Asih adalah perusahaan yang semua proses bisnis dalam produksinya menggunakan mesin, karena bahan baku utamanya adalah minyak kelapa sawit, maka mesin yang digunakan di PT Sumi Asih adalah kompresor dan pompa yang sumber energinya terdapat dua yaitu turbin dan listrik. Mesin merupakan alat bantu yang setiap saat bisa rusak dan ketika rusak dapat menyebabkan kerugian perusahaan. Untuk meminimalisir kerusakan tersebut, dari hasil studi lapangan tentang "Corrective Maintenance Centrifugal Pump diantaranya adalah: Dilakukannya corrective maintenance pada pompa sentrifugal, Proses corrective maintenance pada pompa sentrifugal komponen yang mengalami kerusakan diantaranya seperti, bearing, shaft, dan impeller, Kerusakan umum yang terjadi pada pompa adalah selalu berhubungan dengan kebocoran, suara yang berisik dan pompa yang mengalamivibrasi, Sebelum melakukan kegiatan corrective maintenance perlunya melihat history yang dilakukan sebelumnya, agar dalam pengerjaan nantinya dapat memudahkan menemukan apa saja kerusakan yang sering terjadi pada pompa tersebut. Diharapkan pada pompa sentrifugal, saat harus terjadi penggantian komponen yang mengalami kerusakan, maka sparepart cadangan harus sudah siap. Pelumasan pada pompa sentrifugal dilaksanakan secara rutin atau periodik selama satu bulan sekali.

Kata Kunci: *Corrective, Maintenance, Pompa Sentrifugal*

Abstract

PT Sumi Asih is a company where all business processes in production use machines, because the main raw material is palm oil, the machines used at PT Sumi Asih are compressors and pumps which have two energy sources, namely turbines and electricity. Machines are tools that can be damaged at any time and when damaged can cause company losses. To minimize this damage, the results of a field study on "Corrective Maintenance of Centrifugal Pumps include: Carrying out corrective maintenance on centrifugal pumps, corrective maintenance process on centrifugal pumps, components that experience damage, including bearings, shafts and impellers. Common damage that occurs to pumps is always related to leaks, noise and pumps that experience vibrations. Before carrying out corrective maintenance activities, it is necessary to look at the history of what was previously carried out, so that in future work it can be easier to find any damage that often occurs to the pump. It is hoped that for centrifugal pumps, when a damaged component must be replaced, spare spare parts must be ready. Lubrication of centrifugal pumps is carried out routinely or periodically once a month.

Keywords: *Corrective, Maintenance, Centrifugal Pump*



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

PENDAHULUAN

PT Sumi Asih adalah perusahaan yang semua proses bisnis dalam produksinya menggunakan mesin, karena bahan baku utamanya adalah minyak kelapa sawit, maka mesin yang digunakan di PT Sumi Asih adalah kompresor dan pompa yang sumber energinya terdapat dua yaitu turbin dan listrik. Mesin merupakan alat bantu yang setiap saat bisa rusak dan ketika rusak dapat menyebabkan kerugian perusahaan. Untuk meminimalisir kerusakan tersebut, Oleh karena itu, pemeliharaan dan perbaikan pompa sentrifugal, seperti corrective maintenance, menjadi krusial. Corrective maintenance pada pompa sentrifugal melibatkan penghentian operasi, pembongkaran, inspeksi, dan perbaikan atau penggantian komponen yang rusak. Dengan memastikan pompa sentrifugal beroperasi dengan baik, proses pengolahan

limbah cair dapat berjalan efektif, mengurangi dampak negatif pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh kegiatan industri.

METODE PENELITIAN

Jenis pengamatan ini adalah pengamatan kualitatif dengan menggunakan metode deskriptif. Pengamatan ini berusaha memecahkan masalah dengan mengkaji secara mendalam serta memaparkan dalam tulisan ini dengan mengenai Corrective Maintenance Pompa Sentrifugal dan masalah-masalah yang ditemukan serta jalan keluarnya dalam rangka melakukan perbaikan yang tepat dan optimal. Karena, tujuan tersebut sangat relevan jika pengamatan ini dilakukan dengan menggunakan pendekatan kualitatif.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pompa Sentrifugal

Pengertian Pompa Senrifugal

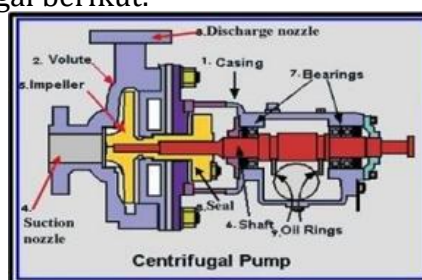
Pompa sentrifugal adalah pompa yang memiliki elemen utama berupa motor penggerak dengan sudu impeller yang berputar dengan kecepatan tinggi. Salah satu jenis pompa pemindah non positif yang prinsip kerjanya mengubah energi kinetis (kecepatan) fluida menjadi energi potensial (dinamis) melalui suatu impeller yang berputar dalam casing. Dimana, tenaga ini digunakan untuk mengalirkan cairan dan melawan hambatan yang ada sepanjang aliran fluida



Gambar 1. Pompa Sentrifugal

Komponen Pompa Sentrifugal

Pompa sentrifuga memiliki beberapa komponen yang dimana komponen ini sangat mendukung pompa dalam melakukan tugasnya, Secara umum komponen yang terdapat pada pompa sentrifugal adalah sebagai berikut:



Gambar 2. Komponen Pompa Sentrifugal

- a. Casing. Merupakan bagian paling luar dari pompa yang berfungsi sebagai pelindung elemen yang berputar didalamnya.
- b. Volute. Volute adalah bagian yang menyatu dengan casing yang memberikan arah aliran fluida dari impeller dan mengkonversikan energi kecepatan menjadi energi tekanan.
- c. Discharge Nozzle. Yaitu saluran tempat keluarnya fluida yang bertekanan dari dalam pompa.
- d. Suction Nozzle. Yaitu saluran tempat masuknya fluida kedalam pompa.
- e. Impeller. Impeller berfungsi untuk mengubah energi dinamis dari pompa menjadi energi kecepatan pada cairan yang dipompakan secara kontinyu, sehingga cairan pada sisi isap secara terus menerus akan masuk mengisi kekosongan akibat dari cairan yang masuk sebelumnya.
- f. Shaft (Poros). Poros berfungsi untuk meneruskan putaran dari penggerak selama beroperasi dari tempat kedudukan impeller dan bagian-bagian berputar lain .
- g. Bearing. Bearing pada pompa berfungsi untuk menumpu dan menahan beban dari poros agar dapat berputar dengan baik. Bearing juga memungkinkan poros untuk dapat berputar dengan lancar dan pada tempatnya, sehingga kerugian gesek menjadi lebih kecil.
- h. Mechanical Seal. Sistem Packing pada pompa adalah untuk mengontrol kebocoran fluida yang mungkin terjadi pada sisi casing pompa dengan poros pompa. Sistem sealing yang banyak digunakan pada pompa sentrifugal adalah mechanical seal dan gland packing.
- i. Oil Rings Shaft. Bagian ini berfungsi sebagai perapat untuk mencegah kebocoran oli pada pompa

Faktor faktor yang menyebabkan kerusakan pada Pompa sentrifugal

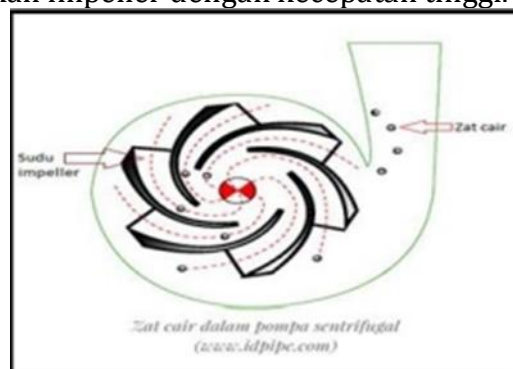
Berikut adalah faktor-faktor yang menyebabkan rusaknya pompa centrifugal

1. Menyalakan Pompa Saat Tidak Ada Air. Anda sebagai calon pemilik atau pengguna pompa centrifugal, tentunya jangan pernah menyalakan pompa saat tidak ada air, yang mana itu juga berlaku pada tahap pengetesan. Hal itu karena apabila pompa dinyalakan tanpa air dalam waktu lama, maka itu akan berpotensi dalam menimbulkan kehancuran pada suku cadang. Contoh kerusakannya seperti di komponen mechanical seal, impeller, diffuser, casing pompa, dan lain sebagainya. Namun hendak juga anda perlu waspada, apabila Water Tingkat Kontrol tidak berjalan dengan semestinya, maka anda perlu mengeceknya secara berkala.
2. Pemipaan yang Tidak Benar. Bukan hanya pipa, posisi pompa yang salah-pun bisa jadi faktor utama dalam kerusakan di pompa centrifugal. Perlu anda ketahui, posisi peletakan pompa bisa mempengaruhi energi tahan pompa. Jadi kesimpulannya apabila ada pompa yang diletakan di ruangan yang lembab terutama yang terbuat dari bahan logam, maka pompa tersebut akan mudah terkena korosi. Tidak hanya itu, dan juga perlu waspada terhadap suhu ruangan yang panas atau tidak mempunyai ventilasi ataupun pertukaran aliran udara.
3. Menggunakan Pompa dengan Cara yang Salah. Mau apapun itu, pastinya jika penggunaannya salah maka jelas bisa menimbulkan kerusakan. Gunakanlah pompa dengan cara yang benar dan tepat, seperti hanya digunakan untuk memindahkan cairan atau transfer pump sesuai dengan cairan yang dikondisikan. Jangan anda yakin sendiri tanpa melihat ukuran dan kekuatan, ataupun larangan bahaya dari penggunaan pompa yang sembarangan.
4. Mengabaikan Perawatan Pompa Secara Berkala. Perlu anda ketahui, pompa itu mempunyai komponen yang terus bergerak jika terus digunakan, maka dari itu dengan terdapatnya komponen yang kerap bergerak, maka itu bisa menimbulkan komponen yang cepat aus atau masalah sebagainya. Nah agar masalah tidak menjadi kerusakan, maka jelas pompa centrifugal perlu dirawat dengan benar, yaitu jelas dengan rajin untuk maintenance atau service pompa secara berkala.

5. Suhu operasi yang tinggi. Suhu operasi yang terlalu tinggi dapat mengurangi viskositas pelumas, meningkatkan gesekan, dan mempercepat keausan. Suhu tinggi juga dapat menyebabkan deformasi termal pada bearing dan poros.
6. Pelumasan yang tidak memadai. Over-lubrication atau under-lubrication dapat menyebabkan peningkatan gesekan dan panas yang dapat merusak bearing. Penggunaan pelumas yang salah atau kualitas pelumas yang buruk juga dapat menyebabkan kerusakan.

Prinsip Kerja Pada Pompa Sentrifugal

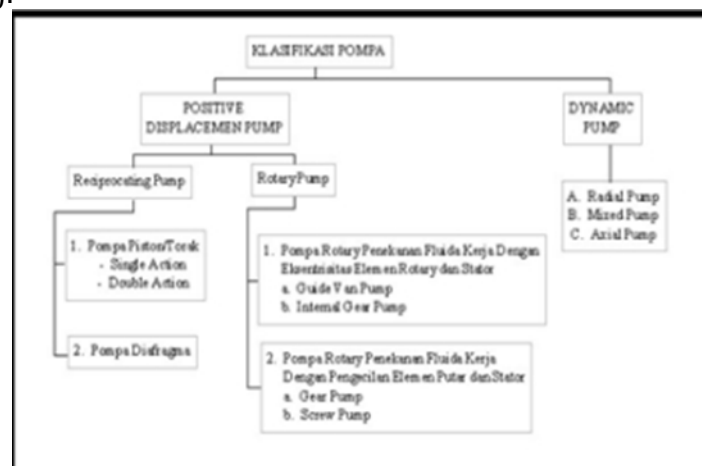
Pompa digerakkan oleh motor. Daya dari motor diberikan kepada poros pompa untuk memutar impeller yang terpasang pada poros tersebut, kemudian impeller berputar. Zat cair yang ada didalam impeller akan ikut berputar karena dorongan sudu-sudu. Karena timbul gaya sentrifugal maka zat cair mengalir dari tengah impeller akan keluar melalui saluran diantara sudu-sudu dan meninggalkan impeller dengan kecepatan tinggi.



Gambar 3. Impeller

Klasifikasi Pompa Sentrifugal

Menurut prinsip kerjanya, pompa diklasifikasikan menjadi dua yaitu Pompa Perpindahan Positif (Positive Displacement Pump) dan Pompa Dinamik (Non-Positive Displacement Pump).



Gambar 4. Klasifikasi Pompa Sentrifugal

Jenis – jenis pompa sentrifugal menurut API-610 (American Petroleum Institute's)

Ada 3 kategori pompa sentrifugal seperti gambar berikut :

1. Pompa sentrifugal Overhang (OH Type) : casing dan impeller pompa yang menjalur kedepan yang didukung dengan satu penahan.
2. Pompa sentrifugal Between Bearing (BB Type) : casing dan impeller pompa yang berada diantara dua penahan.

3. Pompa sentrifugal vertical suspended (VS Type) : saluran hisap pompa yang terletak dibawah dan saluran keluar terletak diatas dan di tengah – tengah penahan.

Pemeliharaan (maintenance)

Pengertian Pemeliharaan

Mengenai permasalahan dan perawatan pompa sentrifugal adalah untuk mengetahui apa penyebab pompa tersebut mengalami kerusakan dan bagaimana cara menanganinya serta perawatannya sehingga tidak mengakibatkan kerusakan yang lebih besar dikemudian hari dan untuk menjaga agar kondisi peralatan dan mesin selalu dalam keadaan siap pakai secara optimal. Sehingga menjamin kelangsungan produksi serta dapat memperpanjang masa penggunaan peralatan mampu untuk menjamin keselamatan kerja, sehingga memberikan kenyamanan kerja yang optimal. Apa itu pemeliharaan? Kata pemeliharaan diambil dari bahasa Yunani "terein" artinya merawat, menjaga dan memelihara. Pemeliharaan adalah suatu kombinasi dari berbagai tindakan yang dilakukan untuk menjaga suatu barang dalam, atau memperbaikinya sampai suatu kondisi yang bisa diterima. Untuk Pengertian Pemeliharaan lebih jelas adalah tindakan merawat mesin atau peralatan pabrik dengan memperbaharui umur masa pakai dan kegagalan/kerusakan mesin.

Secara umum Maintenance dapat di definisikan sebagai serangkaian aktivitas yang di perlukan untuk mempertahankan dan menjaga suatu produk atau sistem tetap berada dalam kondisi yang aman, ekonomis, efisien dan pengoperasian yang optimal. Kurang diperhatikannya pemeliharaan (maintenance) diantaranya disebabkan oleh banyaknya dana yang dibutuhkan, dan rumitnya tugas pemeliharaan (maintenance) namun bagi kegiatan operasi perusahaan, maintenance sudah menjadi dwi fungsi, yaitu pelaksanaan dan kesadaran untuk melakukan pemeliharaan terhadap fasilitas - fasilitas produksi. Aktivitas pemeliharaan dalam perusahaan sangat di perlukan karena:

- a. Setiap peralatan mempunyai umur penggantian (useful life) dimana suatu saat dapat mengalami kegagalan atau kerusakan.
- b. Kerusakan (Failure) dari suatu peralatan atau mesin tidak dapat di ketahui secara pasti
- c. Manusia selalu berusaha untuk meningkatkan umur penggunaan dengan melakukan pemeliharaan (Maintenance).

Tujuan Pemeliharaan (maintenance)

Maintenance adalah kegiatan pendukung bagi kegiatan komersil, maka seperti kegiatan lainnya, maintenance harus efektif, efisien dan berbiaya rendah. Dengan adanya kegiatan maintenance ini, maka mesin/peralatan produksi dapat digunakan sesuai dengan rencana dan tidak mengalami kerusakan selama jangka waktu tertentu yang telah direncanakan tercapai. Beberapa tujuan pemeliharaan (maintenance) yang utama antara lain:

- a. Kemampuan berproduksi dapat memenuhi kebutuhan sesuai dengan rencana produksi.
- b. Menjaga kualitas pada tingkat yang tepat untuk memenuhi apa yang dibutuhkan oleh produk itu sendiri dan kegiatan produksi yang tidak terganggu.
- c. Untuk membantu mengurangi pemakaian dan penyimpangan yang diluar batas dan menjaga modal yang diinvestasikan dalam perusahaan selama waktu yang ditentukan sesuai dengan kebijakan perusahaan mengenai investasi tersebut.
- d. Untuk mencapai tingkat biaya maintenance secara efektif dan efisien keseluruhannya.
- e. Untuk menjamin keselamatan orang yang menggunakan sarana tersebut.
- f. Memaximumkan ketersediaan semua peralatan sistem produksi (mengurangi downtime).
- g. Untuk memperpanjang umur/masa pakai dari mesin/peralatan.

Jenis - Jenis Pemeliharaan (maintenance)

Maintenance adalah segala kegiatan yang bertujuan untuk menjaga peralatan dalam kondisi terbaik. Proses maintenance meliputi pengetesan, pengukuran, penggantian, menyesuaikan, dan perbaikan. Ada beberapa jenis maintenance yang biasa dilakukan, yaitu:

- a. Corrective maintenance. Corrective maintenance adalah aktivitas perbaikan peralatan yang beroperasi secara tidak normal. Perawatan jenis ini memiliki kegiatan identifikasi penyebab kerusakan, penggantian komponen yang rusak, mengatur kembali kontrol, dan lain - lain.
- b. Preventive. Maintenance Preventive maintenance merupakan tindakan perawatan pencegahan dalam rangkaian aktivitas pemeliharaan. Perawatan jenis ini memiliki tujuan mencegah terjadinya kerusakan peralatan selama operasi berlangsung.

Predictive maintenance Perawatan jenis ini memiliki kemiripan dengan preventive maintenance namun tidak dijadwal secara teratur. Predictive maintenance mengantisipasi kegagalan suatu peralatan sebelum terjadi kerusakan total. Predictive maintenance menganalisa suatu kondisi peralatan dari trend perilaku peralatan. Trend ini dapat digunakan untuk memprediksi sampai kapan peralatan mampu beroperasi secara normal.

Analisa Dan Evaluasi Planned Corrective Maintenance Overhaul Pada Pompa Sentrifugal

Overhaul merupakan kegiatan pembongkaran komponen - komponen, kemudian diperiksa dengan sangat teliti agar didapat data - data yang benar (valid) sehingga langkah perbaikan selanjutnya dapat tepat atau sesuai. Overhaul ini bertujuan untuk mengembalikan mesin kepada performa yang kembali membaik setelah melakukan pembongkaran. Pada saat melakukan pembongkaran pada pompa tersebut, melibatkan peralatan berat, serta mekanik yang menanggulangnya berikut langkah-langkah pembongkaran dan komponen yang rusak.

- a. Poros (Shaft). Poros pompa merupakan suatu komponen yang sangat penting dalam sebuah konstruksi mesin, yang berfungsi sebagai penerus daya dari motor penggerak ke pompa.



Gambar 5. Shaft Mengalami Korosi Dan Pecah

Beberapa penyebab terjadinya poros tidak sejajar dan aus: Terjadinya Unbalance. Terjadinya cacat pada bearing. Terjadinya korosi.

- b. Bantalan (Bearing). Bantalan (bearing) merupakan suatu komponen yang berfungsi untuk mengurangi gesekan pada mesin atau kompone-komponen yang bergerak dan saling menekan antar satu dengan yang lainnya. Bantalan (bearing) tersebut digunakan menahan atau menyangga komponen-komponen yang bergerak.



Gambar 6. Bearing Terjadi Korosi Dan Pecah

Dampak dari bantalan (Bearing) terjadi korosi akan menimbulkan atau menyebabkan benda lain hancur atau memperoleh dampak negatif, antara lain: Suara pompa kasar saat beroperasi; Vibrasi pada pompa; Bearing akan pecah jika dibiarkan; Peningkatan temperatur pada body motor; Konsumsi listrik menjadi boros.

Langkah-Langkah Pembongkaran Pompa

Dalam kegiatan Kerja Praktek mahasiswa melakukan kegiatan pembongkaran pada pompa sehingga ada beberapa cara yang harus dilakukan dalam pengerjaannya. Langkah-langkah tersebut meliputi:

- a. Sebelum melakukan pekerjaan, terlebih dahulu gunakanlah safety sesaat sebelum mengerjakan pekerjaan. Karena bertujuan untuk melindungi diri dari bahaya.
- b. Siapkan alat-alat yang akan digunakan dalam melakukan kegiatan pembongkaran tersebut.
- c. Mulailah dengan membuka baut yang terpasang pada pompa bukalah secara bertahap dan apabila saat membuka baut mengalami kesusahan, maka kita bisa menggunakan Acytelene yaitu alat pemanas, dimana alat ini berguna untuk membuka baut-baut yang keras saat dibuka.
- d. Bongkar seluruh accessories yang ada pada pompa.
- e. Bukalah baut-baut pengikat yang ada disekitar pompa, agar pada saat pelepasan nya pompa akan mudah dibuka.
- f. Mulailah melepas satu persatu casing yang ada pada pompa.
- g. Lepaskan impeller dari casing.
- h. Lepaskan nut gland mechanical seal/gland packing.
- i. Usahakan sebisa mungkin agar memposisikan pompa secara vertikal kemudian angkat casing dari body pompa.
- j. Buka dan lepaskan mechanical seal/gland packing dari shaft.
- k. Lepaskan baut pada deflector.
- l. Buka cover pada bearing housing
- m. Gunakanlah palu atau alat press hidrolik, kemudian dorong ujung shaft ke arah luar, agar gampang di keluarkan.
- n. Lepaskan Hub Copling dari shaft.
- o. Lepaskan Locknut bearing dan washernya.
- p. Bongkar bearing dari shaftnya.
- q. Bersihkan part-part yang sudah di bongkar, agar dalam pemasangan nanti tidak ada part-part yang kotor dan tidak mengganggu kinerja pompa setelah dioperasikan.

Rekomendasi: Agar dilakukan penggantian shaft-sleeve dudukan gland packing baik sisi inboard dan outboard pompa.



Gambar 7. Shaft Yang Sudah Aus

Catatan / perbandingan : Karena mengalami keausan melebihi 400 mikrometer maka shaft tersebut bisa direpair dengan cara pengelasan (welding), las listrik (GTAW). Setelah dilakukannya pembongkaran terhadap pompa tersebut, maka akan diketahui beberapa kerusakan yang ada pada pompa. Sehingga kita bisa melakukan perbaikan pada pompa yang akan berpengaruh pada pompa saat pompa beroperasi. Setelah dapat dilakukannya pembongkaran pada pompa, maka selanjutnya akan dilakukan pemasangan pada pompa tersebut.

Proses Pemasangan Pompa

Setelah dilakukannya pembongkaran, maka sudah pasti kita akan melakukan pemasangan pada pompa tersebut. Pemasangan dilakukan dengan hati-hati karena ketika saat pemasangan ada sebagian komponen yang tinggal maka akan berefek sangat fatal pada saat pompa beroperasi. Berikut adalah proses pemasangannya

- a. Ukur semua part baru (pengganti) yang akan dipasang, pastikan sesuai dengan standar atau rekomendasi yang di anjurkan.
- b. Pasang bearing ke shaft dengan menggunakan bearing header, kemudia press dengan menggunakan hidrolik press.
- c. Pasang rotor ke bearing housing dari arah inboard.
- d. Pasang cover bearing housing beserta gasket dan ikat dengan baut-baut nya.
- e. Pasanglah baut deflector nya.
- f. Siapkan Mechanical Seal di posisinya.
- g. Pasang casing ke body pompa secara vertical.
- h. Ikat baut gland mechanical seal / gland packing.
- i. Pasang Impeller serta pastikan key dan lock nut terpasang dengan benar.
- j. Pasang cover casing pompa.
- k. Cek putaran rotor dan pastikan putaran ringan serta tidak ada gesekan.
- l. Jika tidak ada gesekan makan perakitan bisa dilanjutkan.
- m. Ikat baut-baut Mechanical Seal dan stel sesuai standar.
- n. Pastikan tidak ada kebocoran pada Mechanical Seal dan casing agar pompa bisa dioperasikan
- o. Pastikan semua baut-baut serta Accessories telah terpasang dan terikat dengan benar

Kegiatan tadi merupakan sebuah proses pemasangan pompa setelah dilakukannya sebuah pembongkaran. Kegiatan yang sesuai dengan SOP maka pekerjaan akan sangat cepat terselesaikan. Kegiatan pemasangan harus dilakukan dengan hati-hati, tujuan dilakukannya itu untuk mendapatkan hasil yang maksimal dan saat pompa beroperasi maka pompa tersebut akan bekerja secara optimal.



KESIMPULAN

Selama melakukan Praktek Lapangan (KP) industri di PT. Sumi Asih banyak sekali mendapatkan pengalaman dan pengetahuan yang berguna untuk diterapkan nantinya dalam pendidikan ataupun setelah tamat nantinya. Kesimpulan yang didapat dari hasil studi lapangan tentang "Corretive Maintenance Centrifugal Pump diantaranya adalah:

1. Dilakukannya corrective maintenance pada pompa sentrifugal
2. Proses corrective maintenance pada pompa sentrifugal komponen yang mengalami kerusakan diantaranya seperti, bearing, shaft, dan impeller.
3. Kerusakan umum yang terjadi pada pompa adalah selalu berhubungan dengan kebocoran, suara yang berisik dan pompa yang mengalamivibrasi.
4. Sebelum melakukan kegiatan corrective maintenance perlunya melihat history yang dilakukan sebelumnya, agar dalam pengerjaan nantinya dapat memudahkan menemukan apa saja kerusakan yang sering terjadi pada pompa tersebut

Diharapkan pada pompa sentrifugal, saat harus terjadi penggantian komponen yang mengalami kerusakan, maka sparepart cadangan harus sudah siap. Pelumasan pada pompa sentrifugal dilaksanakan secara rutin atau periodik selama satu bulan sekali.

DAFTAR PUSTAKA

Data PT.Sumu Asih Bekasi

<https://rakhman.net/ilmu-pengetahuan/bagian-pompa-sentrifugal/>

<https://vacuumpump.co.id/blog/pompa-sentrifugal>

Ir. Suharto, M.T.,IPM.,ACPE, "Pompa Sentrifugal", Ray Press, Jakarta, 2016.

R. Keith Mobley, Maintenance Fundamentals, 2nd edition, PlantEngineering Maintenance Series, ISBN : 0-7506-7798-8 © 2004

Van Hoten, Hendri, Andrio Rama Putra, and Nurbaiti Nurbaiti. "Corrective Maintenance Pompa Sentrifugal P-14 AVAK." *Rekayasa Mekanika 5.1* (2021): 19-26.