

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Data-Data tentang Tugas Akhir ini diambil mengacu pada Laporan Praktek Kerja Lapangan (PKL) yang diberikan tugas dan di perhadapkan dengan sistem pendingin *Primary Cooling Water Pump* oleh karena itu *Primary Cooling Water Pump* sangat menarik karena berkaitan dengan dunia Teknik Mesin dan juga mempunyai peranan penting di pembangkit listrik tenaga panas bumi dan sangat menarik dalam pengembangan Tugas Akhir.

Perubahan Teknologi menjadikan pola tingkah manusia yang berhubungan dengan kehidupan seringkali diperluas. Orang romawi kuno menggerakkan roda gigi dengan memakai kuda, tenaga budak, dan mungkin juga tenaga air untuk itu manusia menciptakan alat yang dapat membantu meringgankan beban untuk memindahkan air, salah satunya adalah pompa. Pompa merupakan suatu alat yang digunakan untuk mengubah energi mekanis menjadi energi hidrolis. Secara umum pompa digunakan untuk memindahkan *fluida* dari suatu tempat ke tempat yang lain dengan menaikkan tekanan *fluida* tersebut, dan pompa memberikan energi kepada fluida yang dipompanya.

Pada dasarnya prinsip kerja pompa adalah membuat tekanan rendah pada isap, sehingga *fluida* akan terhisap masuk dan mengeluarkannya pada sisi tekan atau sisi keluar dengan tekanan yang lebih tinggi, semua itu dilakukan dengan menggunakan elemen pompa penggerak yaitu *impeller*, *plunger* atau *piston*. Untuk bekerja pompa membutuhkan energi yang diperoleh dari luar yang biasa diperoleh dari motor listrik atau motor bakar.

1.2. Perumusan Masalah

Dengan melihat latar belakang masalah tersebut maka penulis menitik beratkan pada :

- Bagaimana mengetahui sistem pendingin dan cara kerja dari *Primary Cooling water pump*.
- Bagaimanakah mengetahui pemeliharaan *Primary Cooling Water Pump* secara Preventive, Predictive dan Corective.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penulisan yang akan dicapai adalah :

- Untuk mengetahui sistem kerja *Primary Cooling Water System* di PLTP Lahendong.
- Untuk mengetahui pemeliharaan *Primary Cooling Water Pump* sesuai Standar Operasional Prosedur (SOP) di PLTP Lahendong.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat bagi Akademik

Manfaat Bagi Politeknik Negeri Manado Khususnya Jurusan Teknik Mesin adalah sebagai bahan masukan dan menambah wawasan tentang sistem pendingin khususnya *Primary Cooling Water Pump* yang ada di PLTP Lahendong.

Manfaat bagi Industri

Manfaat bagi industri yaitu sebagai bahan acuan bagi mahasiswa untuk lebih mengenal PLTP Lahendong.

Manfaat bagi Penulis

Manfaat bagi penulis yaitu untuk menambah wawasan tentang pemeliharaan dan cara kerja khususnya pada *Primary Cooling Water Pump* di PLTP Lahendong.

1.5. Batasan Masalah

Dalam penulisan Tugas Akhir ini, Penulis membahas tentang:

- Sistem kerja *Primary Cooling Water System* di PLTP Lahendong.
- Pemeliharaan *Primary Cooling Water Pump* di PLTP Lahendong.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan tugas akhir ini di bagi menjadi 5 bab sebagai berikut :

- Bab 1. Menjelaskan tentang Latar Belakang Masalah, Perumusan Masalah, Tujuan Penelitian, Manfaat Penelitian, Batasan Masalah.
- Bab 2. Berisi tentang Tinjauan Pustaka, bab ini menguraikan tentang teori-teori yang berkaitan dengan pembahasan yang akan di bahas.
- Bab 3. Membahas tentang Metodologi, bab ini membahas tentang pengambilan data di PLTP Lahendong
- Bab 4. Pada bab ini menguraikan tentang pemeliharaan *Primary Cooling Water Pump* di PLTP Lahendong yang mengacu pada Standar operasional prosedur.
- Bab 5. Berisi tentang Kesimpulan dan Saran.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Prinsip kerja PLTP Lahendong

Sistem Pembangkit PLTP Lahendong Unit 1 dan 2 merupakan sistem pembangkit yang memanfaatkan tenaga panas bumi yang berupa uap. Uap tersebut di peroleh dari sumur-sumur produksi yang di suplai PT. Pertamina. Uap dari PT. Pertamina mula-mula di alirkan di *demister* yang berfungsi mengeliminasi butir-butir air yang terbawah oleh uap dari PT. Pertamina. Pengeliminasian di lakukan untuk menghindari terbentuknya kerak nosel dan erosi pada rotor turbin yang dapat menyebabkan terjadinya vibrasi pada turbin dan pada akhirnya dapat menurunkan efisiensi turbin. Uap yang telah bersih kemudian di alirkan melalui *main stop valve* (MSV) menuju *main control valve* (MCV) kemudian masuk ke turbin. Di dalam turbin uap tersebut berfungsi memutar turbin yang di kopel dengan rotor generator pada kecepatan 3000 rpm. Proses ini kemudian menghasilkan energy listrik 3 fase frekuensi 50 Hz, tegangan 11 KV, dan Daya 20 MW. Melalui transformer *step-up*, tegangan listrik dinaikkan hingga 150 KV, selanjutnya di sambungkan secara paralel dengan sistem interkoneksi Minahasa-Kotamobagu-Gorontalo.

Agar turbin bekerja secara efisien maka exhaust steam/uap keluaran dari turbin yang menuju main condenser harus dalam kondisi vakum. Kevakuman pada *main condenser* terjadi ketika uap bekas dari turbin memiliki temperatur tinggi dan memiliki kerapatan massa lebih kecil didinginkan oleh air pendingin yang berasal dari menara pendingin yang kemudian diinjeksi kedalam *main condenser* melalui *spray nozzle*. Hal ini menyebabkan uap bekas dari turbin terkondensasi dan menyebabkan penurunan temperatur uap bekas dan bertambahnya kerapatan massa dari uap bekas dari volume yang tepat pada *main condenser*. Selain dari hasil pengkondensasian uap bekas di *main condenser*, kevakuman juga terjadi di karenakan adanya *first stage steam ejector* dan *second stage steam ejector*.

Untuk menjaga kevakuman *main condenser*, gas yang tidak terkondensasi harus di keluarkan secara kontinyu oleh sistem ekstaksi gas. Gas-gas ini mempunyai sistem ekstasi gas terdiri atas *first stage* dan *second stage ejector*.

Uap yang tidak dapat di kondensasikan di *main condenser* , dihisap oleh *first stage steam ejector* untuk di teruskan di *intercondensor*. Di mana uap tersebut di kondensasikan dengan air yang di pompakan oleh *primary auxiliary cooling water pump* (PCWP). Uap yang dapat di kondensasikan di *intercondensor* di kembalikan ke *main condenser*. Sedangkan gas yang tidak dapat di kondensasikan di hisap kembali oleh *second stage steam ejector* untuk di alirkan di *after condensor* uap yang tidak dapat di kondensasikan oleh *inter condenser* di kondensasikan kembali dengan air (*Primary Cooling Water System*) yang di pompakan oleh *Primary Auxiliary Cooling Water Pump* (PCWP). Uap yang dapat di kondensasikan di *after condenser* di kembalikan ke *main condenser*.Sedangkan gas yang tidak dapat di kondensasikan di hembuskan di udara bebas oleh 3 buah fan yang berada di atas *cooling tower*.

Level kondensat di dalam *main condenser* selalu di jaga dalam kondisi normal oleh dua buah *main cooling water pump* (MCWP). Air *condensate* yang di pompakan oleh MCWP ke menara pendingin kemudian di dinginkan dalam menara pendingin sebelum di sirkulasi kembali.Menara pendingin berfungsi sebagai *heat exchanger* (penukar calor) yang besar, sehinga air mengalami pertukaran kalor/panas dengan udara paksa dari fan.

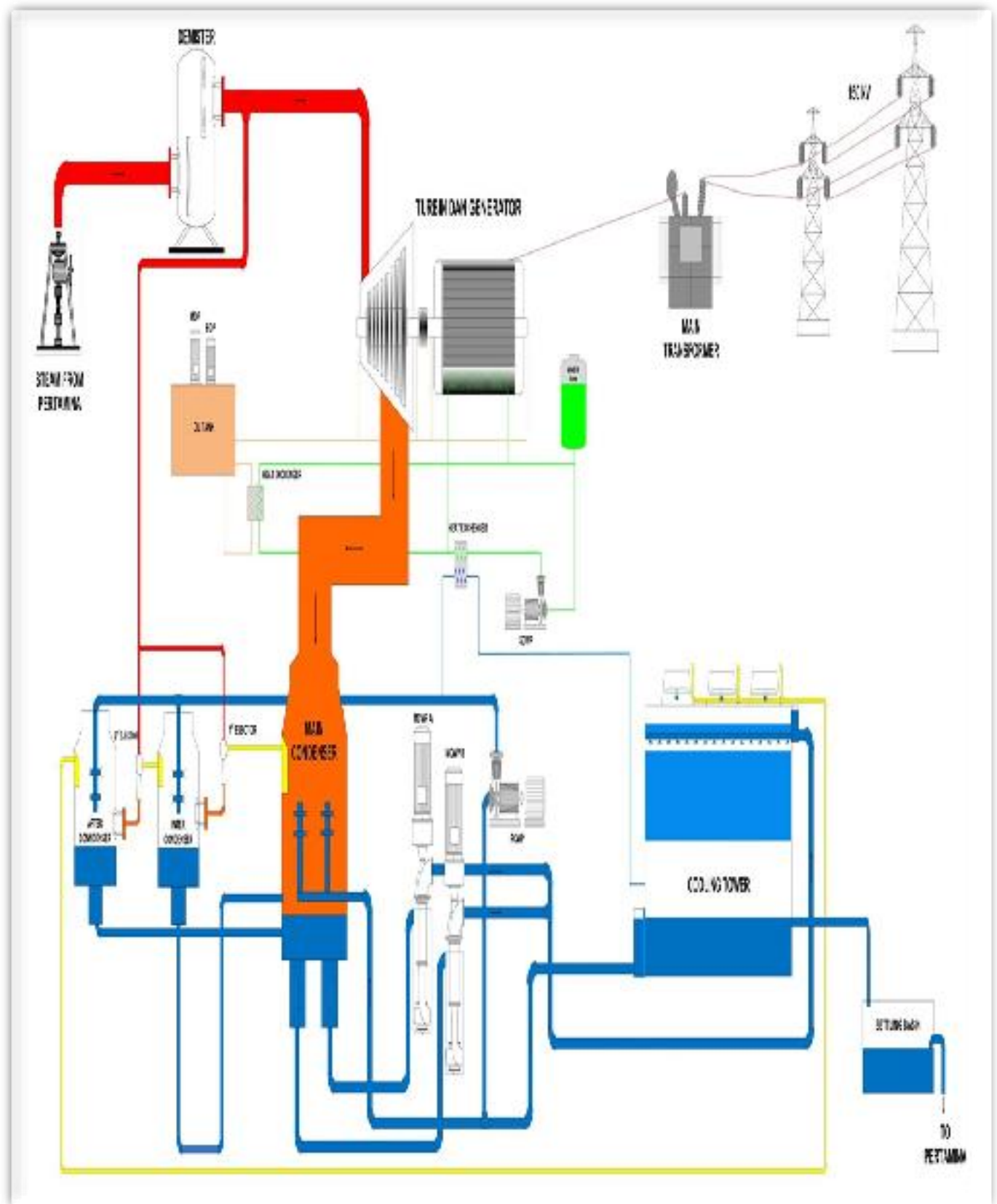
Air dari *cooling tower* yang di jatuhkan tersebut mengalami penurunan temperatur dan tekanan ketika sampai di penampungan air dingin (cold basin). Air dalam penampungan air dingin dialirkan ke dalam *main condenser* untuk mengkondensasikan uap bekas setelah memutar turbin sedangkan kelebihan di injeksikan kembali kedalam sumur yang tidak produktif dan di harapkan menjadi air pengisi atau penambah dalam *reservoir* di dalam bumi,se sedangkan sebagian lagi di gunakan untuk *secondary auxiliary cooling water system, heat exchanger, flash tank, intercondenser dan aftercondenser*.

Sistem pendingin di PLTP Lahendong merupakan sistem pendingin dengan sirkulasi tertutup dari air hasil kondensasi uap, di mana kelebihan dengan kondensasi yang terjadi dikembalikan ke Pertamina dan di injeksikan ke dalam

sumur reinjeksi. Prinsip penyerapan energi panas dari air yang di sirkulasi di menara pendingin yaitu dengan mengalirkan udara pendingin secara paksa dengan arah aliran tegak arus tipe *counter flow* menggunakan 3 buah fan yang berada di bagian atas *cooling tower*.

Sekitar 70 % uap yang terkondensasikan akan hilang karena penguapan dalam menara pendingin, sedangkan sisanya di injeksikan kembali kedalam reservoir. Reinjeksi di lakukan untuk mengurangi pengaruh pencemaran lingkungan, mengurangi *round subsidence*, menjaga tekanan serta *recharge water* bagi reservoir.

2.1.1 Synoptic diagram PLTP Lahendong



Gambar2.1 :Synoptic Diagram PLTP Lahendong

Pada langkah kerja dari *synoptic* diagram PLTP Lahendong tersebut , Uap tersebut di peroleh dari sumur-sumur produksi yang di suplai oleh PT.Pertamina.Uap dari PT.Pertamina mula-mula di alirkan ke demister yang berfungsi untuk mengeliminasi butir-butir air dan zat yang tidak pernah di inginkan yang terbawah oleh uap dari Pertamina.Pengeliminasian ini di lakukan untuk menghindari terjadinya bentuk kerak.Dan uap pada turbin bergerak dengan kecepatan yang tinggi. Jika terdapat butiran air pada uap, butiran air tersebut akan bergerak dengan sangat cepat seperti peluru dan akan membentur *blade turbin*. Benturan tersebut akan memberikan dampak distruksi pada turbin.

2.2 Primary Cooling Water Pump

PCWP berfungsi untuk memompakan air dari menara pendingin untuk mengkondensasikan uap di *flash tank*, *inter condenser* dan *after condenser* serta sebagai media pendingin di *secondary cooling water system* melalui *heat exchanger*. Untuk menjaga kevakuman *main condenser*, gas yang tidak terkondensasi harus di keluarkan secara kontinyu oleh sistem ekstasi gas. Gas-gas ini mempunyai sistem ekstasi gas terdiri *atas first stage* dan *second stage ejector*. Uap yang tidak dapat di kondensasikan di *main condenser* ,di hisap oleh *first stage steam ejector* untuk di teruskan di *intercondenser*. Di mana uap tersebut di kondensasikan dengan air yang di pompakan oleh *primary auxiliary cooling water pump* (PCWP). Uap yang dapat di kondensasikan di *inter condensor* di kembalikan di *main condenser*. Sedangkan gas yang tidak dapat di kondensasikan di hisap kembali oleh *second stage steam ejector* untuk di alirkan di *after condenser* uap yang tidak dapat di kondensasikan oleh *inter condenser* di kondensasikan kembali dengan air (*primary cooling water system*) yang di pompakan oleh *primary cooling water pump* (PCWP). Uap yang dapat di kondensasikan di *after condenser* di kembalikan ke *main condenser*.Sedangkan gas yang tidak dapat di kondensasikan di hembuskan di udara bebas oleh 3 buah fan yang berada di atas *cooling tower*.

Berhubung pompa merupakan suatu mesin (alat pengubah tenaga) maka dalam penggunaannya memerlukan penggerak (*driver*) yang dapat berupa motor listrik, *turbine* dan *engine*. Pompa merupakan alat untuk memindahkan *fluida* cair yang paling efektif sehingga penggunaannya cukup luas, khususnya di sektor industri kimia, industri minyak, industri kertas, industri tekstil dan lain-lain.

2.4 Klasifikasi Pompa

Sehubungan aplikasi pompa sangat luas, maka jenis-jenis pompa yang beredar di pasaran dan yang dibuat oleh produsen pompa cukup banyak, baik ditinjau dari sisi konstruksi, tipe dan materialnya. Tapi berdasarkan prinsip kerjanya, pompa dikelompokkan menjadi dua bagian, yaitu:

- **Pompa Aksial**

Pompa aksial adalah pompa yang pada saat terjadi kenaikan kecepatan putaran pada *impeller*, aliran pada saluran *discharge* arahnya aksial (searah poros).

- **Pompa Campuran**

Mixed pump adalah pompa yang pada saat terjadi kenaikan kecepatan putaran pada *impeller*, arah aliran pada saluran *discharge* merupakan gabungan antara sentrifugal dan aksial.

2.5 Pompa Sentrifugal (Radial)

Pompa Sentrifugal adalah pompa yang dimana pada saat terjadi kenaikan kecepatan pada *impeller*, aliran *fluida* pada sisi *discharge* (keluaran) arahnya sentrifugal (tegak lurus terhadap poros).

Ciri – ciri pompa sentrifugal :

- a) Umumnya memiliki rumah/ *casing* berbentuk *volute* (rumah keong).
- b) Secara umum bentuknya lebih besar dari pada pompa positive displacement.
- c) Digunakan untuk kapasitas aliran fluida cair yang besar.

2.6 Prinsip Kerja Pompa Sentrifugal

Daya putar dari penggerak mula (motor/turbin) diberikan pada poros pompa untuk memutar *impeller*, *impeller* yang berputar akan menghisap *fluida* lalu memutarkannya. Akibat dari putaran *fluida* cair yang cepat maka timbul gaya Sentrifugal yang besar sehingga cairan akan terlempar dan mengalami kenaikan kecepatan. Setelah keluar dari *impeller*, *fluida* akan mengalir dan ditampung pada saluran berbentuk spiral (*volute*) kemudian sebagian kecepatan aliran dirubah menjadi tekanan keluaran (*discharge pressure*). Jadi di dalam *impeller*, *fluida* mengalami kenaikan energi kinetik.

2.7 Masalah – Masalah pada Pompa Sentrifugal :

2.7.1 Masalah Mekanika

Adapun gangguan yang diakibatkan oleh faktor mekanikal adalah sebagai berikut:

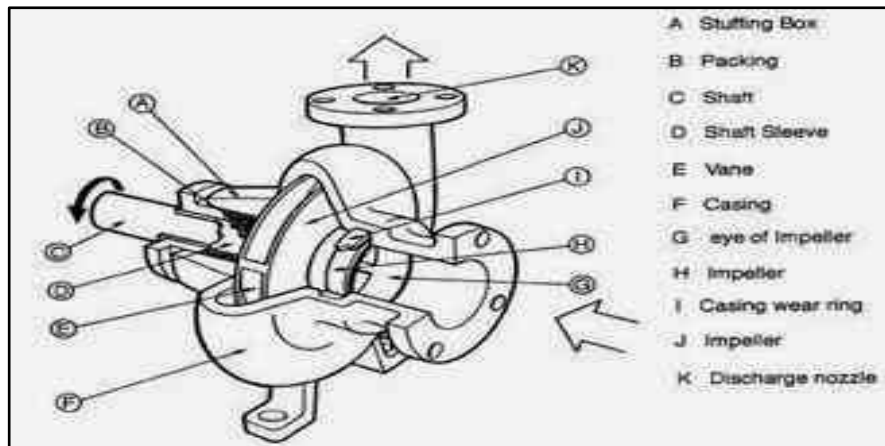
- ✓ *Impeller* jebol.
- ✓ *Mechanical seal* (perapat mekanikal) bocor.
- ✓ Poros (*shaft*) patah atau bengkok.
- ✓ Kerusakan pada bantalan.

2.7.2 Masalah Operasional

Gangguan yang berkaitan dengan oprasional alat seperti:

- ✓ *Kavitasi*.
- ✓ Berkurangnya aliran *fluida*.
- ✓ Berkurangnya tekanan *fluida*.
- ✓ Putaran tidak mau naik.
- ✓ Temperatur naik

2.8 Komponen-Komponen Pompa



Gambar 2.4 : Pompa

- A. *Stuffing Box*, yang memiliki fungsi mencegah kebocoran pada daerah dimana poros ini menembus casing dari pompa sentrifugal
- B. Untuk mencegah bocornya cairan dari *casing* pompa yang melalui poros, diperlukanlah packing yang juga terbuat dari asbes atau beton.
- C. *Shaft*, atau poros yang akan terus bergerak selama pompa ini dioperasikan.
- D. *Shaft sleeve*, sebuah alat yang melindungi poros dari erosi, korosi, dan juga keausan
- E. *Vane* atau baling-baling yang memutar dan mendorong cairan.
- F. Bagian utama dari pompa sentrifugal adalah *casing* dari pompa ini. Bagian ini adalah bagian paling luar dari pompa dengan fungsi sebagai pelindung berbagai elemen, khususnya elemen yang berputar, *guide vane*, *inlet* dan *outlet dari nozel*. *Casing* juga dapat berfungsi sebagai penentu arah aliran dari *impeller*.
- G. *Eye of the impeller* adalah bagian dimana cairan masuk untuk dihisap oleh *impeller*.
- H. Bagian yang paling sering disebut sebagai inti dari pompa sentrifugal adalah *impeller*. *Impeller* lah yang mengubah energi mekanik dari pompa menjadi energi kecepatan pada cairan jika fluida itu dipompakan secara terus menerus

- I. Terdapat *Wearing ring* yang meminimalisasi kebocoran cairan yang melewati bagian depan atau bagian depan *impeller* dengan memperkecil celah antara *casing* dengan *impeller*.
- J. *Bearing* atau bantalan memiliki fungsi menahan beban dari poros. *Bearing* menjadi tumpuan bagian yang dapat berputar dan dapat menahan beban axial maupun radial. *Bearing* memastikan putaran yang terjadi dalam pompa tetap lancar dan berada dalam tempat yang benar.

2.9 Pemeliharaan Tidak Terencana (*Unplanned Maintenance*)

Hanya ada satu jenis pemeliharaan tak terencana yaitu pemeliharaan darurat atau *breakdown/emergency*. Dikenal sebagai jenis pemeliharaan yang paling tua. Aktivitas pemeliharaan jenis ini adalah mudah untuk dipahami semua orang. Jenis pemeliharaan ini mengijinkan peralatan-peralatan untuk beroperasi hingga rusak total (fail). Kegiatan ini tidak bisa ditentukan / direncanakan sebelumnya, maka aktivitas ini juga dikenal dengan sebutan *unplanned maintenance*. Ciri-ciri jenis pemeliharaan ini adalah alat-alat mesin dioperasikan sampai rusak dan ketika rusak barulah tenaga kerja dikerahkan untuk memperbaiki dengan cara ‘penggantian’.

Keuntungan pemeliharaan jenis ini hanya satu yaitu mudah dilaksanakan dan tidak perlu melakukan perencanaan pemeliharaan.

Kelemahannya :

- Karena tidak bisa diketahui kapan akan terjadi *breakdown*, maka jika waktu *breakdown* adalah pada saat-saat periode produksi maksimal, maka akan mengakibatkan tidak tercapainya target produksi pada periode ini.
- Jika suku cadang untuk perbaikan ternyata sukar untuk dipenuhi berarti dibutuhkan waktu tambahan untuk membeli atau memperoleh dengan cara lain suku cadang tersebut.

- Karena kegiatan ini sifatnya mendadak, dalam tugasnya bagian pemeliharaan bekerja dibawah tekanan bagian produksi yang akan berakibat :
 - Rendahnya efisiensi dan efektifitas pekerja
 - Tidak optimalnya mutu hasil pekerjaan perbaikan / pemeliharaan
 - Biaya relatif lebih besar.

2.10 Pemeliharaan Terencana (*Planned Maintenance*)

Pemeliharaan Terencana adalah pemeliharaan yang diorganisasi dan dilakukan dengan pemikiran ke masa depan, pengendalian dan pencatatan sesuai rencana yang telah ditentukan. Pemeliharaan Terencana terdiri dari Pemeliharaan Pencegahan (*Preventive Maintenance*) , Pemeliharaan Korektif (*Corrective Maintenance*) dan *Predictive Maintenance*.