

PERAWATAN INSTRUMEN MEKANIK DAN LISTRIK



**PELATIHAN PETUGAS IRADIATOR
PUSAT PENDIDIKAN DAN PELATIHAN
BADAN TENAGA NUKLIR NASIONAL**

PENDAHULUAN

Iradiator adalah suatu peralatan yang dapat digunakan untuk meradiasi suatu sampel, dimana sumber radiasinya ada yang menggunakan Co60 (Iradiator Gamma), yang memancarkan sinar gamma dan *Electron Gun* (Iradiator Elektron) dimana di dalamnya terdapat *filament* yang memancarkan berkas elektron.

Dalam peralatan tersebut banyak terdapat komponen-komponen mekanik dan listrik, seperti pada sistim kontrol banyak terdapat relai, pembatas arus dan kontaktor magnet, pada sistim vakum terdapat beberapa jenis pompa vakum, pada sistim transfortasi sampel dan lifter sumber Co60 banyak digunakan motor listrik, dimana komponen-komponen tersebut bekerja sesuai dengan fungsinya sehingga Iradiator dapat digunakan untuk meradiasi sampel.

Untuk menjaga agar Iradiator dapat beroperasi dengan optimum, dibutuhkan perawatan yang berkesinambungan oleh petugas-petugas yang profesional dalam bidangnya, oleh karena itu dalam melaksanakan tugas-tugas perawatan seorang pekerja iradiator harus mempunyai keahlian khusus dalam melaksanakan perawatan guna memastikan bahwa setiap sistem dalam Iradiator dapat bekerja dengan baik, sehingga Iradiator dapat beroperasi optimum dan aman.

Untuk menunjang pengetahuan perawatan peralatan mekanik dan listrik pada instalasi Iradiator, diktat ini akan menjelaskan tentang beberapa hal, antara lain : Depinisi perawatan, motor listrik, tranformator, pompa dan pneumatik. Dari penjelasan tentang komponen-komponen tersebut, peserta pelatihan juga akan memperoleh cara perawatan secara sistematis dan terdokumentasi guna memudahkan dan terjaganya kesinambungan operasional peralatan listrik dan mekanik yang dimiliki.

TIU : Setelah selesai mengikuti pelatihan ini para peserta dapat memahami komponen mekanik dan listrik pada IRADIATOR.

TIK : Setelah selesai mengikuti pelatihan ini para peserta dapat Melaksanakan perawatan sesuai kaidah managemen perawatan

I. Definisi dan Tujuan Perawatan

1. Pre- Maintenance (perawatan awal) :

Umumnya perawatan awal dilakukan untuk menjaga alat/ barang/ instrument secara langsung dengan cara memperhatikan kebiasaan peralatan tersebut pada kondisi awal. Selain itu Pre-Maintenance dapat dikatakan sebagai Daily Maintenance.

Contoh:

- Memperhatikan suplai arus sebagai batas yang diizinkan.
- Membersihkan alat kerja sebelum dan sesudah melakukan pekerjaan.
- Memperhatikan tegangan kerja alat yang diizinkan sebelum mengoperasikan alat.
- Membersihkan ataupun menutup peralatan yang tidak dioperasikan.

Pelaksanaan Pre-Maintenance tidak mencapai sasaran seandainya kegiatan tersebut tidak dicatat didalam buku log (record / log book). Kegunaan buku log ini adalah apabila terjadi ketidaksesuaian atau perubahan besaran angka pada factor koreksi atau pada hasil produksi seperti biasanya maka dengan mudah terdeteksi dan seandainya perlu pencegahan apakah peralatan tersebut telah melampaui jam kerja (work hour) maka dapat dilakukan perawatan ketinggian yang lebih tinggi.

2. Maintenance

Umumnya perawatan ini dimaksudkan dilakukan dengan cara mengikuti petunjuk/ prosedur yang dikeluarkan sebagai *maintenance guide-procedure* dari pabrik pembuat. Perawatan jenis ini lebih condong kepada *Periodik Maintenance, Work Hour Maintenance, Yearly Maintenance, Calibration, Replacement*, yang semuanya harus sesuai dengan koreksi dan sebagainya.

3. Pre-Reparation

Umumnya kejadian ini berlangsung adanya *Trouble Shooting* seketika ataupun menaikinya angka factor koreksi sehingga menimbulkan hasil produksi diluar kebiasaan. Perbaikan jenis ini umumnya dirasakan langsung seperti alat mati mendadak ataupun tiba-tiba tidak berfungsi.

Untuk penanganan Pre-Reparation umumnya pabrik pembuat alat barang/ instrument mengikut sertakan *quick fault finding guide* sebagai perlengkapan pada buku instruksi manual/ operasi.

Contoh:

- Mengganti sakelar ON-OFF.
- Mengganti pembatas arus dengan yang sesuai apabila terjadi Trouble Shooting pada arus yang berlebih.
- Mengganti kabel penghubung dimana sering terjadi putus karena umur ataupun kelebihan arus.
- Melakukan kalibrasi ulang setiap setelah perbaikan.

4. *Reparation*

Perbaikan(Reparasi) dilaksanakan apabila langkah *Pre-Reparation* tidak memberikan hasil sehingga dibutuhkan penanganan yang lebih rinci untuk membuktikan apakah perlu dilakukan penggantian/*replacement* dari salah satu *part* yang terjadi kegagalan/*mall-function*.

Untuk penanganan *Reparation*, umumnya diawali dengan langkah *quick fault finding guide* dan setelah dipastikan adanya *mall-function* pada *part* tersebut dan setelah selesai perbaikan juga diharuskan untuk melakukan kalibrasi ulang dan kegiatan tersebutdi *record* dalam buku *log Replacement Part and Accessories Form*.

Contoh:

- Mengganti/menggulung ulang transformer apabila diketahui salah satu atau keseluruhan transformer tersebut terbakar.
- Mengganti lagger ataupun boosing apabila diketahui sudah harus ataupun sekrup patah yang mengakibatkan mesin penggerak macet dan terbakar dan lebih sering dikatakan *brooke down*.

5. **Modifikasi dan Rehabilitasi**

Umumnya kegiatan **modifikasi** dilakukan apabila dalam rangka tingkat reparasi sedang dilaksanakan terjadi tidak tersedianya *part* pengganti di pasaran ataupun sudah tidak diproduksinya *part* yang dibutuhkan dengan *part* yang sesuai dengan cara menambah atau mengurangi bagian lainnya sehingga *part* modifikasi tersebut dapat berfungsi seperti *part* aslinya. Tingkat modifikasi umumnya (tidak semuanya) dapat ditingkatkan menjadi tingkat Rehabilitasi. **Rehabilitasi** akan terlaksana apabila terjadi banyaknya *part* yang harus dilakukan modifikasi sehingga *part* utama maupun penunjang mencapai diatas 50 % termodifikasi.

6. Tujuan Perawatan

Tujuan perawatan antara lain :

1. Untuk memperpanjang usia pakai peralatan
2. Untuk menjamin daya guna dan hasil guna

3. Untuk menjamin kesiapan operasi atau siap pakainya peralatan

4. Untuk menjamin keselamatan orang yang menggunakan peralatan

II. Motor listrik

Motor listrik merupakan sebuah perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini digunakan untuk, misalnya, memutar *impeller* pompa, fan atau blower, menggerakkan kompresor, mengangkat bahan, dll. Motor listrik digunakan juga di rumah (*mixer*, bor listrik, fan angin) dan di industri. Motor listrik kadangkala disebut “kuda kerja” nya industri sebab diperkirakan bahwa motor-motor menggunakan sekitar 70% beban listrik total di industri.

1. Motor listrik satu phase

Motor satu fasa yang banyak digunakan dapat dikelompokkan menjadi 3 jenis yaitu :

- a. Motor split phase atau motor kapasitor
- b. Motor universal
- c. Motor shaded pole atau kutub bayangan

a. Motor split - phase

Jenis motor ini sering disebut motor fasa belah, mempunyai kumparan utama dan kumparan bantu. Pada kumparan bantu dipasang saklar sentrifugal gunanya untuk memutuskan arus listrik pada kumparan bantu bila putaran motor menrcapai 75% dari putaran nominal. Pada motor kapasitor, kapasitornya dihubungkan seri dengan kumparan bantu. Motor ini mempunyai kopel start lebih tinggi, sehingga banyak digunakan pada mesin cuci, pompa air dan peralatan rumah tangga lain

Konstruksi motor fasa belah

Susunan bagian-bagian pokok motor fasa belah terdiri dari :

- Stator
- Rotor
- Tutup sebagai penyanggan

Stator

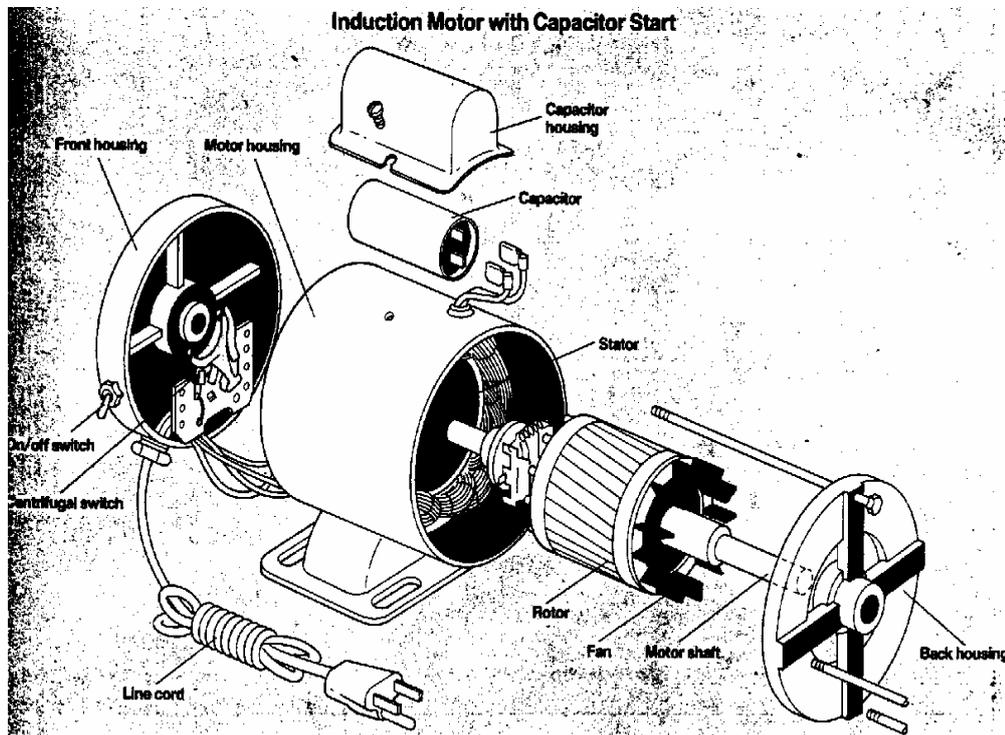
Stator adalah bagian motor yang diam, dibagian dalamnya terdapat alur-alur untuk menempatkan gulungan-gulungan utama dan gulungan bantu. Diameter kawat gulungan utama pada umumnya lebih besar dari diameter kawat gulungan bantu.

Rotor

Rotor yang digunakan adalah tipe gulungan sangkar tupai yang pada salah satu ujungnya dilengkapi dengan kipas fungsinya sebagai pendingin pada waktu motor bekerja. Rotor juga dilengkapi dengan alat mekanis yang dapat mendorong saklar sentrifugal.

Tutup sebagai penyangga rotor.

Pada kedua tutup terdapat bantalan (bearing) penyangga poros rotor . Salah satu tutup pada bagian dalam dilengkapi dengan saklar sentrifugal, pada tempat inilah sambungan-sambungan dari gulungan motor dikeluarkan untuk selanjutnyadihubungkan pada terminal motor.



Gambar II.1. Bagian-bagian motor fasa belah

Gangguan kerusakan motor fasa belah :

- 1) Motor cepat panas, ini disebabkan karena beban motor terlalu berat atau saklar sentrifugal tidak bekerja
- 2) Motor tidak mampu berputar, hal ini disebabkan oleh hubungan kumparan bantu terlepas atau kapasitornya bocor
- 3) Gulungan statornya terbakar, hal ini mungkin disebabkan tegangan kurang.

b. Motor Universal.

Motor ini banyak sekali dipakai pada peralatan rumah tangga, misalnya mixer, motor mesin jahit, bor listrik dan lain-lain. Motor ini dapat menggunakan tegangan listrik arus bolak balik (ac) atau listrik arus searah (dc) dengan menghasilkan kecepatan yang sama.

Konstruksi Motor Universal

Susunan bagian-bagian pokok motor Universal terdiri dari :

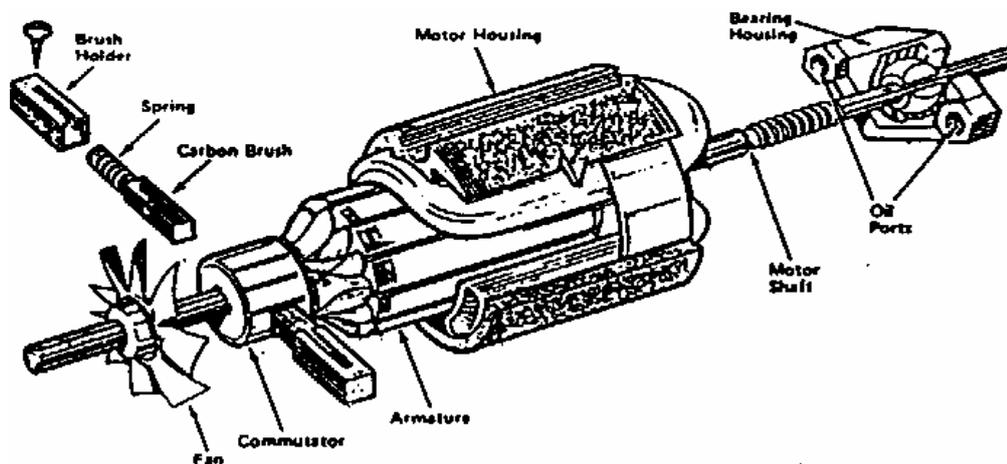
- Stator
- Rotor

Stator

Stator adalah tempat kumparan medan magnet diletakkan, pada umumnya motor universal mempunyai dua kutub

Rotor

Rotor disebut juga jangkar (*armature*) yaitu bagian yang berputar. Rotor terdiri dari dua bagian yaitu jangkar dan komutator. Jangkar adalah tempat belitan kawat email dan ujung-ujung belitannya ditempatkan pada komutator yang sesuai dengan langkah belitan jangkar. Pada salah satu ujung poros rotor (*shaft*) dibuat roda gigi memanjang untuk tempat memindahkan beban atau meneruskan putaran motor ke alat lain. Bagian-bagian lengkap motor universal dapat dilihat pada gambar 3-2 di bawah ini.



Gambar II.2. Motor Universal

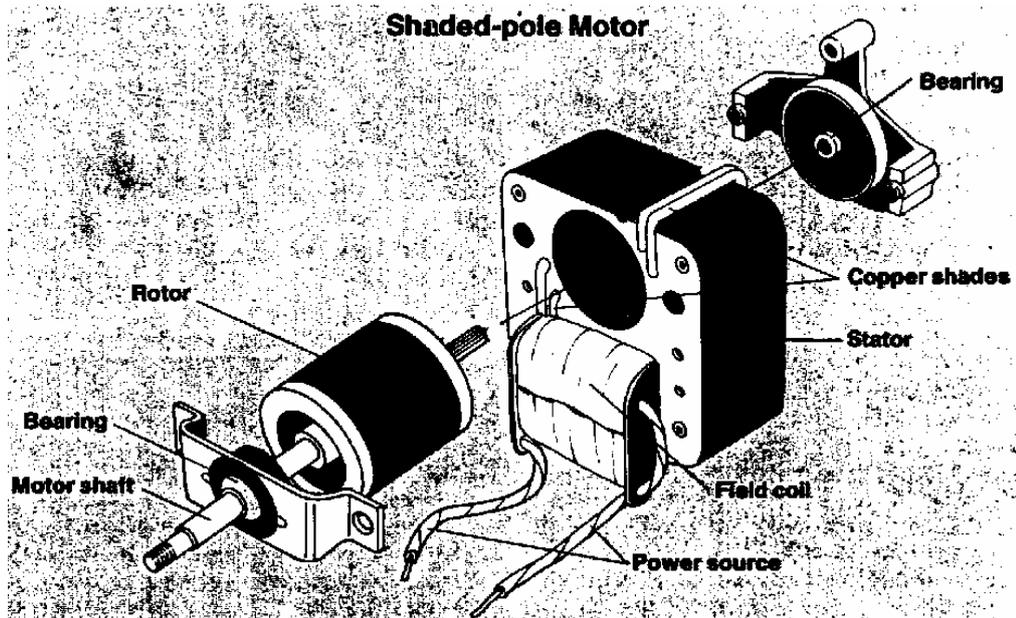
Gangguan dan kerusakan

Kerusakan yang sering terjadi pada motor universal adalah :

- 1) Sikat arang mengeluarkan bunga api, hal ini disebabkan karena kedudukan sikat tidak tepat, perpendekan sikat dan komutatornya kotor.
- 2) Gulungan magnet terbakar, hal ini disebabkan karena tegangan yang tidak sesuai
- 3) Lamel komutator aus, sikat arang terlalu keras

C. Motor Kutub Bayangan (Shaded Pole)

Motor *shaded pole* banyak digunakan pada alat-alat listrik yang memerlukan putaran dengan torsi yang ringan, seperti kipas angin, pompa air akuarium dan lain-lain. Konstruksi motor *shaded pole* sangat sederhana yaitu terdiri dari stator, rotor dan penyangga. Bagian lengkap dari motor shaded pole seperti terlihat pada gambar 3.3 di bawah ini



Gambar II.3. Motor Shaded Pole

Konstruksi Motor Shaded Pole

Susunan bagian-bagian pokok motor Motor Shaded Pole terdiri dari :

- Stator
- Rotor
- Peyangga

Stator

Bagian stator merupakan kutub-kutub yang bagian permukaannya ditempatkan cincin yang terbuat dari tembaga Karena cincin inilah yang menyebabkan terjadinya kutub bayangan.

Rotor

Rotor adalah bagian yang berputar dan tipenya adalah rotor sangkar

Penyangga

Penyangga poros rotor ini sangat sederhana yang dibuat dari besi plat yang dibentuk sedemikian rupa sehingga dapat memegang bagian rotor yang berputar.

Kerusakan pada motor shaded pole

Kerusakan yang sering terjadi adalah kumparan penguat medan sering terbakar yang disebabkan putaran rotor terganggu atau macet. Untuk memperbaikinya dapat digulung ulang.

2. Motor Tiga phase

Motor arus bolak-balik (AC) adalah suatu motor yang berfungsi untuk mengubah tenaga listrik arus bolak-balik menjadi tenaga mekanik, dimana tenaga gerak ini berupa putaran dari rotor. Motor induksi sebagai penggerak atau penghasil tenaga mekanis merupakan motor arus bolak-

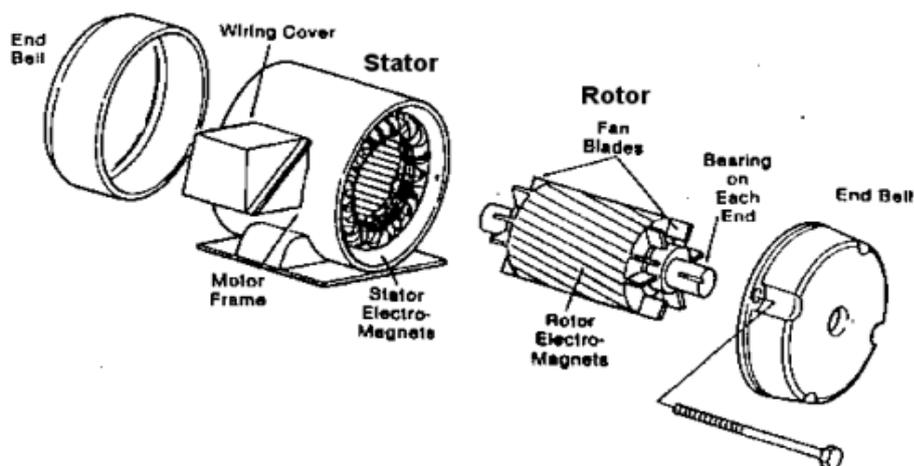
balik (AC). Hal ini disebut motor arus bolak-balik karena merupakan suatu motor yang dicatu dengan arus bolak-balik pada statornya secara langsung dan pada rotornya dengan imbas dari stator.

Umumnya untuk kapasitas beban yang tetap, pengendalian motor induksi lebih sederhana, beratnya lebih ringan dan handal. Penamaanya sendiri didasarkan pada kenyataan bahwa arus rotor motor ini bukan diperoleh dari sumber tertentu, tetapi merupakan arus yang terinduksi sebagai akibat adanya perbedaan relatif antara putaran rotor dengan putaran medan magnet (*rotating magnetic field*) yang dihasilkan oleh arus stator.

Belitan stator yang dihubungkan dengan sumber tegangan tiga fasa akan menghasilkan medan magnet yang berputar dengan kecepatan sinkron. Medan magnet putar pada stator tersebut akan memotong konduktor-konduktor pada rotor, sehingga terinduksi oleh arus dan rotor pun akan turut berputar mengikuti medan magnet putar stator. Bertambahnya beban akan memperbesar pula arus induksi pada rotor dan slipnya. Jadi bila beban bertambah, maka putaran rotor cenderung menurun.

Beberapa kelebihan motor induksi :

- Strukturnya yang sederhana,
- Konstruksinya yang kuat,
- Mudah dioperasikan atau dijalankan,
- Perawatannya mudah,
- Harganya relatif rendah, dan
- Motor induksi mempunyai standart karakteristik putaran konstan.



Gambar II.4. Motor induksi 3fasa

Dalam motor induksi tiga fasa ada dua jenis rotor, yaitu : motor induksi tiga fasa jenis rotor belitan (*wound rotor motor*) dan motor induksi tiga fasa jenis rotor sangkar tupai (*squirrel cage rotor motor*). Kedua jenis motor tersebut bekerja pada prinsip dasar dan mempunyai konstruksi stator yang sama, tetapi berbeda dalam konstruksi rotornya

Stator

Merupakan bagian yang diam dari motor induksi tiga fasa, pada bagian stator terdapat beberapa slot yang merupakan tempat kawat(konduktor)

dari tiga kumparan tiga fasa yang disebut kumparan stator, yang masing-masing kumparan mendapatkan suplai arus tiga fasa, maka pada kumparan tersebut segera timbul medan putar.

Dengan adanya medan magnet putar pada kumparan stator akan mengakibatkan rotor berputar, hal ini terjadi karena adanya induksi magnet dengan kecepatan putar rotor sinkron dan kecepatan putar stator. Stator motor induksi tiga fasa jenis rotor sangkar tupai pada prinsipnya tersusun atas lempengan inti besi teratur yang disatukan dalam rangka stator yang terbuat dari besi tuang atau plat-plat baja yang dipabrikasikan untuk memberikan lintasan magnetik dengan rugi pusar yang rendah.

Stator berfungsi untuk menghasilkan medan magnet putar. Bila diberikan sumber tegangan pada belitannya, maka medan magnet putar tersebut akan menginduksikan tegangan pada rotor. Stator terdiri dari inti stator yang kemudian dilindungi dengan rangka stator secara tertutup. Konstruksi stator terdiri dari :

- Rumahnya stator yang terbuat dari besi tuang,
- Inti stator yang terbuat dari besi lunak atau baja silikon,
- Alur dan gigi yang materialnya sama dengan inti stator (alur tempat menempatkan belitan), dan
- Belitan stator yang terbuat dari tembaga .

Belitan stator dirangkai untuk motor induksi tiga fasa dan juga dapat dirangkai untuk motor induksi satu

3. Pengaruh Panas Terhadap Motor Listrik

Panas yang berlebihan akan menyebabkan penurunan kondisi atau kerusakan pada isolasi dalam *winding* motor, sehingga mengurangi umur pakai. Secara umum dikatakan bahwa: setiap penambahan pemanasan 10 C pada *winding* dengan waktu lama atau terus menerus, mengakibatkan umur isolasi berkurang separonya.

Contoh:

Sebuah motor listrik jika dioperasikan pada temperature normal diperkirakan mencapai umur 20 tahun. Tapi jika motor harus beroperasi 40 C diatas normal, maka umurnya menjadi $1/16 \times 20$ th. Banyak ahli sependapat dengan rumusan tsb. diatas. Standard organisasi terkenal membuat survey dan hasilnya bahwa : 30% kerusakan motor diakibatkan kerusakan isolasi dan 70% nya adalah overheating.

Ada 5 sebab overheating. :

- Beban berlebih
- Kondisi power supply tidak normal
- High effective service factor
- Terlalu sering di-start dan di-stop
- Kondisi lingkungan / ruang

Overload

Arus stator sering dipakai gambaran sebagai berapa beban/load motor, tetapi mungkin dalam kondisi overvoltage. Kesalahan yang sering terjadi ialah motor dioperasikan dalam kondisi overvoltage dgn maksud arus turun dan

harapannya juga panas turun. secara umum besar arus tidak boleh lebih dari yg tercantum di *name-plate* motor I_n atau $I_{full\ load}$. Jika ada tertulis $S_f=1,15$ artinya besar arus full-load boleh sebesar $1,15 \times I_n$ dalam waktu lama. Panas yang timbul dalam winding adalah fungsi kwadrat arus, jadi I_n bertambah sedikit saja mengakibatkan peningkatan panas besar. Ini juga sangat dipengaruhi oleh faktor ruang tempat motor, ventilasi, panas matahari dan pendinginan.

Voltage Unbalanced.

Voltage Unbalanced artinya voltage yang tersedia di ketiga phasanya tidak sama, ini dapat terjadi di sistem distribusi dimana saja. Ini dapat menimbulkan problem serius pada motor dan peralatan2 induksi. Memang balance secara sempurna tidak akan pernah ada, namun harus diminimalkan. Kondisi unbalance lebih sering disebabkan oleh variasi dari beban. juga akibat winding motor tidak sama Z nya di 3 phasanya. Ketika baban satu phase dengan phase lain berbeda, maka saat itulah kondisi unbalance terjadi. Hal ini mungkin disebabkan oleh impedansi, type beban, atau jumlah beban berbeda satu phase dengan phase lain. Misal satu phase dengan beban motor satu phase, phase lain dengan heater dan satunya dengan beban lampu atau kapasitor.

Menghitung unbalance :

NEMA(National Elektrikal Manufacturers Assosiation) (MGI) part 14.35

memberikan cara menghitung unbalance :

$V\ \% \text{ Unbalance} = 100\% \times \frac{\text{Selisih maximum voltage dengan voltage rata2}}{\text{voltage rata2}}$

Contoh:

Misal phase : $X = 380V$ $Y = 400V$ $Z = 390V$

Voltage rata2 $= (380 + 400 + 390) : 3 = 390 \text{ Volt}$

% Unbalance $= 100\% \times (400 - 390) : 390 = 2,56\ \%$

NEMA(National Elektrikal Manufacturers Assosiation) memberikan rekomendasi : motor dapat dioperasikan secara normal pada kapasitas rated jika *unbalance voltage* tidak lebih dari 1%. Karena lebih dari 1% , Maka contoh diatas tidak direkomendasikan untuk supply ke motor, sebab motor akan cepat rusak. Kondisi *Unbalance* disebabkan antara lain oleh kondisi beban secara keseluruhan system, dimana beban satu phase tidak sama dengan phase yang lain, sehingga impedansi dari beban2 tsb. Atau impedansi sebuah motor tidak sama phase satu dengan yang lain.

Sebab lain adalah :

- Unbalance dari power supply
- Taping di trafo tidak sama
- Ada trafo single phase dalam system
- Ada open phase di primer trafo distribusi
- Ada fault atau ground di trafo power
- Ada open delta di trafo-bank

- Ada fuse-blown di 3 phase di kapasitor bank (kapasitor untuk perbaikan power factor)
- Impedance dari konduktor power supply tidak sama.
- Unbalance distribusi / single phase load (lighting)
- Heavy reactive single phase load. Misal : mesin welder.
- motor tidak sama Z nya di tiga phasenya.

Kondisi unbalance merupakan yang paling umum mempunyai efek merusak pada motor listrik. Efek ini juga dapat disebabkan oleh *power supply wiring*, transformer dan generator. *Unbalance voltage* pada terminal motor mengakibatkan *unbalance arus phase* sebesar **6 - 10 kali** persen *unbalance voltage* pada motor dengan beban penuh (*full load*)

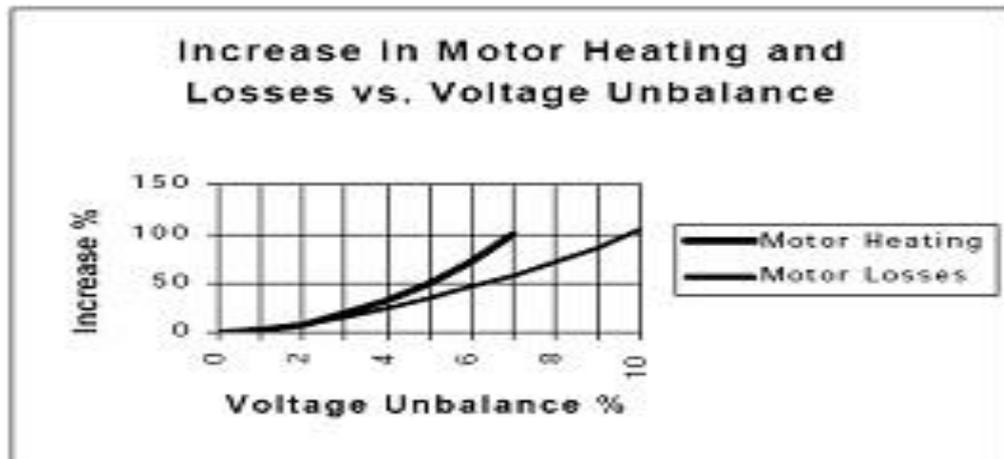
Contoh:

Jika *unbalance voltage* sebesar 1% maka *unbalance* arus bisa mencapai sekitar 6% s/d 10%. Dari contoh itu menimbulkan *overcurrent* atau arus berlebih dan menimbulkan *overheat*, umur menjadi pendek dan kemudian bisa terbakar. Akibat lain pada motor yaitu arus *locked rotor* di *winding stator* (yang sudah relative tinggi) juga menjadi *unbalance* sebanding dengan *unbalance-nya voltage*, putaran juga cenderung turun demikian juga torsi. Jika *unbalance voltage* cukup tinggi maka putaran tsb sehingga motor tidak sesuai dengan pemakai , karena putaran rated tidak dapat tercapai Berikut Tabel ilustrasi efek dari *voltage unbalance* dari Motor 5 Hp, 3 phase, 230V , 60Hz, 1725 Rpm dan service faktor 1.0

Characteristic	Performance		
voltage	230	230	230
% unbalance voltage	0,3	2,3	5,4
% unbalance arus	0,4	17,7	40
Kenaikan temperature derajat C	0	30	40

Akibat dari *unbalance voltage* hampir semua kerusakan terjadi pada isolasi *winding*. Umur isolasi *winding* berkurang separonya setiap kenaikan temperature 10C . Dari kolom tiga terlihat unbalance 5,4% mengakibatkan kenaikan temperature sebesar 40C dan umur yang bisa diharapkan hanya sekitar 1/16 dari normal. Motor dengan *service faktor* 1,15 dapat bertahan dengan *unbalance voltage* 4,5% tetapi tidak dioperasikan diatas rated Hp *nameplate*. Jadi unbalance 5.4% terlalu besar, dengan akibat yang sangat buruk.

Dibawah ini grafik ilustrasi kenaikan % kerugian dan panas di motor sehubungan dengan % unbalance.



Gb:

Contoh: Dari grafik dapat dilihat bahwa jika unbalance voltage sebesar 5%, berakibat panas meningkat 50% dan losses dalam motor meningkat 37%. Sebuah motor sering dioperasikan terus-menerus dengan kondisi voltage unbalance, tentunya efisiensi menjadi berkurang. Berkurangnya efisiensi diakibatkan oleh naiknya arus listrik (I) dan resistansi (R) karena panas. Kenaikan I dan R berkontribusi pada kenaikan panas. Kesimpulan dengan bertambahnya losses, panas ikut naik dan karena panas I dan R naik, sedemikian sehingga panas naik terus tidak terkendali hasilnya deterioration pada winding bahkan failure winding mudah terjadi.

Overheating

Jika motor hanya satu phase saja yang berfungsi pada motor 3 phase akan berakibat motor "overheating", karena arus menjadi sangat besar sedang kemampuan output turun. Ketika motor beroperasi dibeban penuh sedangkan yang berfungsi hanya 1 phase maka motor mengalami "stall" kemudian stop atau berhenti berputar. Dalam kondisi stall timbulah arus listrik yang sangat besar (overcurrent) dan menghasilkan kenaikan panas yang besar dan cepat. Jika proteksi motor tidak bekerja maka kerusakan stator dan rotor akan dimungkinkan akibat overheating. Proteksi seharusnya dipasang disetiap phase agar lebih aman.

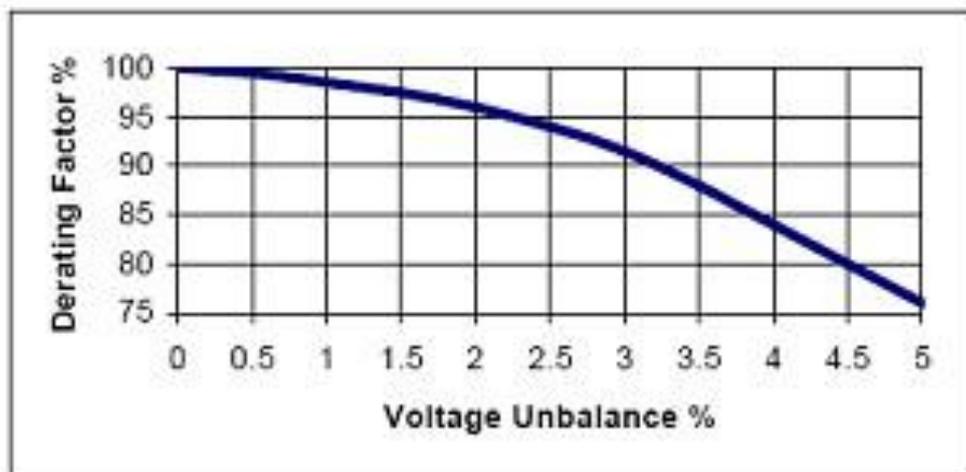
Untuk menghindari *overheating*, langkah pertama adalah lakukan test *unbalance voltage* yaitu dengan mengukur tegangan antar line pada terminal mesin dan ukurlah arus di tiap phase, karena arus unbalance bahkan dapat mencapai 6 -10 kali lebih besar dari *unbalance voltage*. Dengan diketahuinya tegangan kerja antar line dan arus tiap phase, maka kita dapat memastikan bias terjadi atau tidaknya overheating.

Unbalance voltage kebanyakan disebabkan oleh distribusi beban tidak sama satu phase dengan phase lain, cara memperbaiki ialah dengan mengurangi beban phase yang ketinggian dan menambahkan beban pada phase rendah, sehingga menghasilkan beban yang balance. Atau dapat menggunakan *Automatic voltage regulator (AVR)* untuk memperbaiki kondisi undervoltage dan overvoltage, sama halnya dengan unbalance. Sebagai peralatan active-device, AVR bekerja secara otomatis memperbaiki fluktuasi voltage. Alat ini

banyak digunakan untuk proteksi terhadap kondisi *fluktuasi voltage* Beban yang paling umum pada line satu phase ialah beban penerangan dan mesin las (*welder*).

Juga perlu di periksa fuse pada *capasitor bank (power factor improvement capasitor)*. Cara lain yang merupakan keterpaksaan ialah “*derating*” motor atau harus menurunkan rated motor. Ketika unbalance voltage melebihi 1% maka motor harus *derating* agar motor dapat dioperasikan dengan baik.

NEMA(National Elektrikal Manufacturers Assosiation) memberi petunjuk dengan membuat kurva, terlihat bahwa unbalance maximum 5% dan derating 75% dari Hp nameplate.



Gb : Kurva NEMA, unbalance vs derating

Didalam plan bisa terjadi kondisi voltage tidak balance. Menurut NEMA MG-1 section II & IV bahwa kualitas *voltage* merupakan fungsi tidak *balance voltage* dan kerusakan.

Sehingga agar motor dapat berumur panjang harus di turunkan beban/derating

Misal:

- kondisi unbalance 4%, beban harus diturunkan menjadi 82%
Untuk motor 100Hp maka harus diturunkan menjadi 82 Hp
- Kondisi unbalance 5%, beban diturunkan menjadi 75%

Frequent Starts & Stop.

Ketika motor di start, motor memerlukan arus start yang sangat tinggi, mungkin dapat mencapai beberapa kali atau lebih dari 5 kali. Arus tinggi menimbulkan panas dan *thermal shock*, sehingga jika ini dilakukan berulang-ulang dan tanpa ada jeda waktu, maka berakibat sangat buruk terhadap *winding* motor(menyebabkan *overheating*). Sehingga sangatlah perlu mendapat perhatian serius perihal start dan stop semua motor listrik agar kerusakan fatal dapat dihindari. Tabel No dibawah ini memberi gambaran jumlah start dan stop operasi motor yang ada korelasinya dengan putaran dan daya(Hp). Banyak dokumen perawatan motor mencatat bahwa kerusakan motor kebanyakan diakibatkan oleh pembebanan yang terlalu

berlebihan. Hubung pendek (short circuit) disebabkan karena terlalu sering start dan stop. Kuncinya ialah harus lebih dimonitor jumlah start dan stop terhadap motor listrik,

HP	2-Pole		4- Pole		6-Pole	
	A	C	A	C	A	C
1	15	75	30	38	34	33
5	8.1	83	16.3	42	18.4	37
10	6.2	92	12.5	46	14.2	41
15	5.4	100	10.7	46	12.1	44
20	4.8	100	9.6	55	10.9	48
50	3.4	145	6.8	72	7.7	64
75	2.9	180	5.8	90	6.6	79
100	2.6	220	5.2	110	5.9	97
200	2	600	4	300	4.8	268
250	1.8	1000	3.7	500	4.2	440

Referensi : "Baker", NEMA

A= maximum jumlah start / jam

B= minimum waktu istirahat dalam detik jeda start.

Kondisi lingkungan:

Motor beroperasi pada temp ambient tinggi menyebabkan timbulnya panas yang melebihi. Juga Ruang tertutup tidak ada ventilasi, radiasi panas dari mesin lain, ruang terbuka yang sangat tinggi suhunya ketika seharian terik matahari, ruang yang sangat kotor/berdebu, dan kondisi2 upnormal lainnya. Kotoran maupun hambatan pada sistem pendinginan besar pengaruhnya terhadap sifat pendinginan motor itu sendiri yang dapat menimbulkan panas.

4. Meningkatkan perawatan

Hampir semua inti motor dibuat dari baja silikon atau baja gulung dingin yang dihilangkan karbonnya, sifat-sifat listriknya tidak berubah dengan usia. Walau begitu, perawatan yang buruk dapat memperburuk efisiensi motor karena umur motor dan operasi yang tidak handal. Sebagai contoh, pelumasan yang tidak benar dapat menyebabkan meningkatnya gesekan pada motor dan penggerak transmisi peralatan. Kehilangan resistansi pada motor, yang meningkat dengan kenaikan suhu. Kondisi ambien dapat juga memiliki pengaruh yang merusak pada kinerja motor. Sebagai contoh, suhu ekstrim, kadar debu yang tinggi, atmosfir yang korosif, dan kelembaban dapat merusak sifat-sifat bahan isolasi; tekanan mekanis karena siklus pembebanan dapat mengakibatkan kesalahan penggabungan. Perawatan yang tepat diperlukan untuk menjaga kinerja motor.

Sebuah daftar periksa praktek perawatan yang baik akan meliputi:

1. Pemeriksaan motor secara teratur untuk pemakaian *bearings* dan rumahnya (untuk mengurangi kehilangan karena gesekan) dan untuk kotoran/debu pada saluran ventilasi motor (untuk menjamin pendinginan motor)

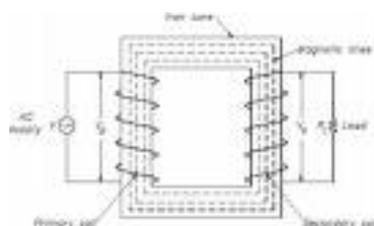
2. Pemeriksaan kondisi beban untuk meyakinkan bahwa motor tidak kelebihan atau kekurangan beban. Perubahan pada beban motor dari pengujian terakhir mengindikasikan suatu perubahan pada beban yang digerakkan, penyebabnya yang harus diketahui.
3. Pemberian pelumas secara teratur. pihak pembuat biasanya memberi rekomendasi untuk cara dan waktu pelumasan motor. Pelumasan yang tidak cukup dapat menimbulkan masalah, seperti yang telah diterangkan diatas. Pelumasan yang berlebihan dapat juga menimbulkan masalah, misalnya minyak atau gemuk yang berlebihan dari *bearing* motor dapat masuk ke motor dan menjenuhkan bahan isolasi motor, menyebabkan kegagalan dini atau mengakibatkan resiko kebakaran.
4. Pemeriksaan secara berkala untuk sambungan motor yang benar dan peralatan yang digerakkan. Sambungan yang tidak benar dapat mengakibatkan sumbu as dan *bearings* lebih cepat aus, mengakibatkan kerusakan terhadap motor dan peralatan yang digerakkan.
5. Dipastikan bahwa kawat pemasok dan ukuran kotak terminal dan pemasangannya benar. Sambungan-sambungan pada motor dan *starter* harus diperiksa untuk meyakinkan kebersihan dan kekencangannya.
6. Penyediaan ventilasi yang cukup dan menjaga agar saluran pendingin motor bersih untuk membantu penghilangan panas untuk mengurangi kehilangan yang berlebihan. Umur isolasi pada motor akan lebih lama: untuk setiap kenaikan suhu operasi motor 10°C diatas suhu puncak yang direkomendasikan, waktu pegulungan ulang akan lebih cepat, diperkirakan separuhnya.

III. Transformator

Transformator atau biasa dikenal dengan trafo berasal dari kata *transformatie* yang berarti perubahan. Transformator adalah suatu alat listrik yang dapat memindahkan dan mengubah energi listrik dari satu rangkaian listrik ke rangkaian listrik yang lain, melalui gandeng magnit berdasarkan pada prinsip elektromagnetik

Jenis trafo berdasarkan letak kumparan

1. *Core type* (jenis inti) yakni kumparan mengelilingi inti.
2. *Shell type* (jenis cangkang) yakni inti mengelilingi belitan



Gambar III.1. trafo jenis inti Gambar III.2. Trafo jenis cangkang
 Frekuensi pada kumparan primer dan kumparan sekunder adalah sama,

$$f_1 = f_2$$

Tegangan dan arus pada kumparan primer dan kumparan sekunder dapat diubah ubah sesuai dengan kebutuhan.

1. Konstruksi Transformator

Konstruksi trafo secara umum terdiri dari:

1. Inti yang terbuat dari lembaran-lembaran plat besi lunak atau baja silikon yang diklem jadi satu.
2. Belitan dibuat dari tembaga yang cara membelitkannya pada inti dapat konsentris maupun spiral.
3. Sistem pendinginan pada trafo-trafo dengan daya yang cukup besar.

2. Prinsip Kerja Transformator

Apabila kumparan primer dihubungkan dengan tegangan (sumber), maka akan mengalir arus bolak-balik I_1 pada kumparan tersebut. Oleh karena kumparan mempunyai inti, arus I_1 , menimbulkan fluks magnet yang juga berubah – ubah, pada intinya. Akibat adanya fluks magnet yang berubah – ubah, pada kumparan primer akan timbul GGL induksi

3. Kegunaan Transformator

Untuk keperluan apa tegangan atau arus suatu transformator diubah, ada beberapa alasan antara lain:

1. Digunakan untuk pengiriman tenaga listrik
2. Untuk menyesuaikan tegangan
3. Untuk mengadakan pengukuran dari besaran listrik
4. Untuk memisahkan rangkaian yang satu dengan yang lain
5. Untuk memberikan tenaga pada alat tertentu

Trafo apabila ditinjau dari kegunaannya dapat dibedakan menjadi bermacam-macam antara lain:

1. Trafo tenaga, ada 2 macam yaitu:
 - a. Trafo penaik tegangan (step up)
 - b. Trafo penurun tegangan (step down)
2. Trafo distribusi
3. Trafo pengukuran, ada 2 macam yaitu:
 - a. Trafo tegangan
 - b. Trafo arus
4. Trafo dengan bentuk khusus, misal:
 - a. Trafo pemberi daya
 - b. Trafo pengatur tegangan
 - c. Trafo las

IV. POMPA

Pompa digunakan untuk mengangkat zat cair atau udara dari suatu tempat ke tempat lain. Kapasitas pompa dinyatakan dalam meter kubik per-menit atau liter per-menit.

1. Klasifikasi pompa

Pompa sentrifugal digolongkan atas pompa volut dan pompa difuser. Pada pompa volut aliran yang keluar dari impeler pompa volut dan ditampung

didalam volut (rumah spiral) yang selanjutnya disalurkan keluar melalui nosel sedangkan pompa difuser mempunyai difuser yang dipasang mengeliling impeler. Guna difuser adalah untuk menurunkan kecepatan aliran yang keluar dari impeler sehingga energy kinetic aliran dapat diubah menjadi energi tekanan secara efisien sehingga cocok untuk daya angkat (total head) yang tinggi.

2. Pemilihan pompa

Pertama harus diketahui kapasitas aliran serta jarak angkat yang diperlukan untuk mengalirkan zat cair yang akan dipompa. Agar pompa bekerja tanpa mengalami kavitasi perlu diperkirakan tekanan isap minimum yang tersedia pada sisi masuk pompa sehingga dapat ditentukan putaran pompa.

3. Mengatasi Gangguan Pompa

Getaran dan bunyi dapat terjadi pada pompa karena beberapa sebab:

a. Fluktuasi tekanan, karena jumlah sudu impeler pompa terbatas maka tekanan pada sisi keluar impeler tidak merata diseluruh kelilingnya. Fluktuasi tekanan ini akan dirambatkan secara periodic mulai dari lidah volut dan ujung sudu antar ke sisi keluar pompa sehingga menimbulkan getaran dan bunyi.

b. Aliran yang tidak mantap

Didalam impeler sudu antar dan rumah pompa akan terjadi pusaran jika pompa dioperasikan jauh dari luar titik spesifikasinya, pusaran ini akan menimbulkan gaya penyebab getaran. Demikian pula jika katub terbuka sebagian dapat timbul pusaran tak stabil yang menyebabkan getaran dan bunyi.

c. Kavitasi, gejala penguapnya zat cair yang sedang mengalir karena tekanannya berkurang sampai dibawah tekanan uap jenuhnya dan mengakibatkan timbulnya gelembung-gelembung uap zat cair.

d. Keadaan tak seimbang bagian yang berputar

Terjadi karena keausan dan korosi pada bagian yang berputar. Selain itu kopleng yang rusak sering menyebabkan getaran.

4. Pemeliharaan

Prosedur pemeliharaan pompa yang baru dipasang atau yang sudah lama tidak dioperasikan sebagai berikut:

1. Pemeriksaan Pendahuluan pada Pompa

- a. Pembersihan Tadah Hisap dan Pipa Hisap adanya : kotoran, benda asing, sampah.
- b. Pemeriksaan Sistem Listrik : pemutus arus, ukuran relai , sambungan kabel
- c. Pemeriksaan kelurusan poros pompa dan motor penggerak

- d. Pemeriksaan minyak pelumas bantalan ; kebersihan dan jumlah
- e. Pemeriksaan memutar poros dg tangan
- f. Pemeriksaan seluruh katub pd system pipa pembantu spt: pipa pendingin, pipa perapat mekanis, pipa pengimbang harus dapat terbuka penuh, jumlah, tekanan dan air pelumasnya.
- g. Pemeriksaan katub sorong pd pipa hisap.
- h. Memancing dg cairan.
- i. Pemanasan / pendinginan awal : sesuai dg cairan yg dipompa.
- j. Pemeriksaan arah putaran motor penggerak tanpa pompa.

2. Pemeriksaan Kondisi Saat Beroperasi

- a. Pembacaan Manometer dan Ampermeter: tekanan keluar dan hisap harus tetap dan arus listrik < data spesifikasi.
- b. Temperature dan kebocoran kontak paking < 0,5cm/s pd 30 C
- c. Pemeriksaan bantalan ; pelumasan cincin harus berputar normal, rumah bantalan tidak terasa panas.
- d. Pemeriksaan getaran dan bunyi.
- e. Pemeriksaan cakram pengimbang.
- f. Cara menangani instrument dengan katub sumbat.

3. Butir dan Jangka Waktu Pemeriksaan

Bagian/ butir yang perlu diperiksa ditentukan terlebih dahulu:

- a. Pemeriksaan Harian;
 - Temp. permukaan rumah bantalan, rumah pompa.
 - Tekanan Hisap/keluar pd Manometer dan vakummeter.
 - Kebocoran pd kotak paking
 - Arus listrik pd ampermeter
 - Jumlah minyak pelumas; dilihat ,dirasakan, didengarkan.
- b. Pemeriksaan Bulanan;
 - Ukur tahanan isolasi pd motor pompa => 1 M. Ohm
- c. Pemeriksaan tiga bulanan;
 - Ganti minyak dlm rumah Bantalan
 - Pemeriksaan gemuk / ganti jika sudah jelek
- d. Pemeriksaan enam bulanan;
 - Pemeriksaan paking tekan dan selubung poros
 - Keadaan kopling kaku antara poros pompa dan poros motor
- e. Pemeriksaan lima tahunan;
 - Keausan pd bagian yang berputar, celah pd cincin perapat
 - Korosi di dalam rumah pompa
 - Keadaan katub dg bagian yang bergerak (cegah&hisap)
 - Kelurusan poros
 - Tahanan isolasi

4. Log Operasi

Hal tgl	Temp. Ruang [C]	Tekan hisap (m)	Tekan luar (m)	Arus (A)	Tegangan (V)	Getaran / suara	Temp. bantal C	Paking tekan	Ket lain
9/2-98	25	3,5	30,5	21	220	normal	30	Tetes air perapat	Awal operasi
10/2-98	27	3,5	30,5	21	220	s.d.a	<25	s.d.a	
11/2-98	24	3,8	32	23	195	>no rm	>=30	s.d.a	

5. Pompa Vakum

Fungsi pompa vakum adalah untuk mengurangi densitas gas dan oleh sebab itu tekanan gas didalam ruang yang berisi gas atau partikel gas tersebut harus dikeluarkan dari ruang tersebut. Secara umum pompa vakum dibagi kedalam dua kelompok dan perbedaan masing-masing:

a. Jenis Pompa Vakum

1. Gas transfer pump, berfungsi dapat memindahkan partikel gas dari ruang pompa dan membawanya keluar lingkungan ruangan dalam satu atau lebih tahapan kompresi. Pompa ini dikenal sebagai **Pompa kompresi**.

2. Entrapment vacuum pump, berfungsi mengkondensasi atau dengan cara lainnya seperti secara kimia akan mengikat partikel yang akan dikeluarkan pada dinding yang solid/ kedap yang merupakan bagian dari ruang pompa. Pompa ini dikenal sebagai **Pompa kondensasi** dan **Getter Pump**.

b. Tipe Pompa Vakum

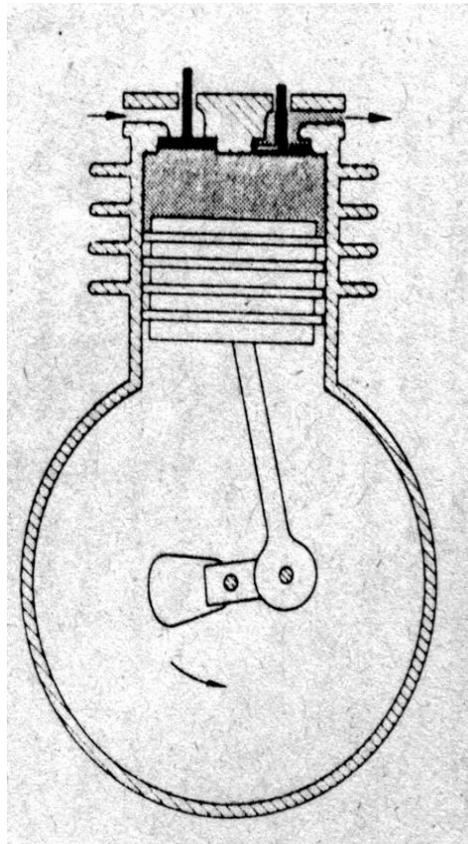
1. Pompa yang dioperasikan dengan cara meningkatkan dan mengurangukan volume kamar pompa secara terus menerus merupakan jenis **Pompa Gas Ballast**, yang termasuk jenis ini seperti **Rotari-vane** dan **Rotari Piston Pump**.
2. Pompa yang mengantarkan gas dari tekanan rendah ke tekanan tinggi sedangkan volume kamar pompa dijaga tetap konstan sebagai contoh model **Root Pump** dan **Turbo molekul pump**.
3. Pompa yang bertingkat sebagai pemompa umumnya yang melakukan pendifusian gas-gas pada aliran bebas gas dengan kecepatan tinggi sebagai contoh **Vapour Pump**.
4. Pompa yang berupa Vapour Pump dengan pengkondensasi sebagai tambahan pompa tersebut dapat memindahkan gas secara

permanen dengan cara pengkondensasi pada temperature yang sangat rendah sebagai contoh **Cryo-Pump**.

5. Pompa yang dapat mengikat atau mengelilingi gas pada permukaan bebas gas yang luas dengan cara mengabsorbisnya, sebagai contoh **Sorption Pump**.

V. KOMPRESOR

Udara bertekanan sangat diperlukan untuk menggerakkan tuas-tuas saklar mikroelektrik melalui penggunaan peralatan pneumatic sebagai alat control system mekanis lainnya. Kompresor adalah alat yang dapat menghimpun udara tekan yang bervariasi yang berbentuk silinder-silinder dengan toraknya yang digerakkan oleh motor listrik lainnya. Jenis dan macam kompresor dibagi kedalam:



Gambar IV.1. Kompresor torak langkah tunggal dengan silinder pendinginan udara bebas

1. Klasifikasi kompresor

- a. Berdasarkan jumlah tingkat kompresi: satu tingkat, dua tingkat dan banyak tingkat.

- b. Berdasarkan langkah kerja pada kompresor torak: kerja tunggal, kerja ganda.
- c. Berdasarkan susunan silinder pada kompresor torak: mendatar, tegak, bentuk L, V, W, bentuk bintang, lawan berimbang (balans oposed).
- d. Berdasarkan cara pendinginan: pendinginan pendinginan air, dan udara.
- e. Berdasarkan transmisi penggerak: langsung, sabuk V, roda gigi.
- f. Berdasarkan penempatan: permanen, dapat dipindah (portabel).
- g. Berdasarkan cara pelumasan: dengan minyak atau tanpa minyak.

2. Perawatan Kompresor

Pemeriksaan Harian

No	Yang diperiksa	Cara memeriksa
1	Permukaan minyak	Jaga permukaan pelumas pd batas yg ditentukan.
2	Pembuangan air pengembunan	Buka katub pembuang air dr tangki udara (air mudah keluar pd tekanan tangki 0,5 -1,0 kg/cm ² atau 0,05-0,1 MPa)
3	Pengukur tekanan	Periksa apakah jarum manometer dpt bergerak secara halus dan menunjuk pada angka nol.
4	Katub pengatur	Periksa dg amati manometer apakah kompresor bekerja pd tekanan yang ditetapkan sesuai pengatur tekanan.
5	Tombol pengaman	s.d.a sesuai dg tombol tekanan.
6	Katub pengaman	Tarik sedikit jarum katub pengaman pd keadaan tekanan mencapai maksimum, jika ringan katub dinyatakan baik.
7	Lain-lain	Periksa apakah ada bagian yg bunyi ataupun bergetar tidak normal.

Pemeriksaan Rutin

KARTU KENDALI PEMELIHARAAN / PERAWATAN

AIR COMPRESSOR SYSTEM

No	Komponen yang diperiksa	Kriteria	Waktu Pemeriksaan						Keterangan
			Harian	Mingguan	Bulanan	3 Bulanan	6 Bulanan	Tahunan	
1	Unit kompresor -periksa oli	Warna Volum Kekentalan		√					Warna berubah diganti Volum kurang tambah Encer ganti Rusak perbaiki
	-Uji fungsi motor	Berfungsi		√					
2	Tangki udara tekan	Baik				√			Rusak/karat perbaiki
3	Pressure safety valve	Berfungsi				√			Rusak ganti
4	Ball valve	Berfungsi				√			Rusak ganti
5	Check valve	Berfungsi				√			Rusak ganti
6	Filter	Bersih				√			Kotor bersihkan
7	Air dryer -periksa tekanan	Normal				√			Tidak normal ganti

VI. SISTEM PNEUMATIK

Pneumatik berasal dari bahasa Yunani yang berarti udara atau angin. Semua sistem yang menggunakan tenaga yang disimpan dalam bentuk udara yang dimampatkan untuk menghasilkan suatu kerja disebut dengan sistem Pneumatik. Dalam penerapannya, sistem pneumatik banyak digunakan sebagai sistem otomatis.

A. Penggunaan sistem Pneumatik antara lain sebagai berikut :

- a. Rem
- b. Buka dan tutup Pintu
- c. Pelepas dan penarik roda-roda pendarat pesawat.
- d. Dan lain-lain.

B. Kelebihan sistem Pneumatik antara lain :

- a. Fluida kerja mudah didapat dan ditransfer.
- b. Dapat disimpan dengan baik
- c. Penurunan tekanan relatif lebih kecil dibandingkan dengan sistem hidrolik.
- d. Viskositas fluida yang lebih kecil sehingga gesekan dapat diabaikan.
- e. Aman terhadap kebakaran.

C. Kekurangan dari sistem Pneumatik antara lain:

- a. Gangguan suara yang bising
- b. Gaya yang ditransfer terbatas
- c. Dapat terjadi pengembunan.

1. TEKANAN PADA SISTEM PNEUMATIK

A. Sistem Tekanan Tinggi

Untuk sistem tekanan tinggi, udara biasanya disimpan dalam tabung metal (Air Storage Cylinder) pada range tekanan dari 1000 – 3000 Psi, tergantung pada keadaan sistem.

Tipe dari tabung ini mempunyai 2 Klep, yang mana satu digunakan sebagai klep pengisian, dasar operasi Kompresor dapat dihubungkan pada klep ini untuk penambahan udara kedalam tabung. Klep lainnya sebagai klep pengontrol. Klep ini dapat sebagai klep penutup dan juga menjaga terperangkapnya udara dalam tabung selama sistem dioperasikan.

B. Sistem Tekanan Sedang.

Sistem Pneumatik tekanan sedang mempunyai range tekanan antara 100 – 150 Psi, biasanya tidak menggunakan tabung udara. Sistem ini umumnya mengambil udara terkompresi langsung dari motor kompresor.

C. Sistem Tekanan Rendah.

Tekanan udara rendah didapatkan dari pompa udara tipe Vane. Demikian pompa udara mengeluarkan tekanan udara secara kontinu dengan tekanan sebesar 1 –10 Psi. ke sistem Pneumatik.

2 KOMPONEN SISTEM PNEUMATIK

A. Kompresor

Kompresor digunakan untuk menghisap udara di atmosfer dan menyimpannya kedalam tangki penampung atau receiver. Kondisi udara dalam atmosfer dipengaruhi oleh suhu dan tekanan.

B. Oil and Water Trap

Fungsi dari Oil and Water Trap adalah sebagai pemisah oli dan air dari udara yang masuk dari kompresor. Jumlah air persentasenya sangat kecil dalam udara yang masuk kedalam sistem Pneumatik, tetapi dapat menjadi penyebab serius dari tidak berfungsinya sistem.

C. Dehydrator.

Fungsi unit ini adalah sebagai pemisah kimia sisa uap lembab yang tidak tertangkap oleh unit Oil and Water Trap.

D. The Air Filter

Setelah udara yang dikompresi melewati unit Oil and Water Trap dan unit Dehydrator, akhirnya udara yang dikompresi akan melewati Filter untuk memisahkan udara dari kemungkinan adanya debu dan kotoran yang masih terdapat dalam udara.

E. Pressure Regulator.

Unit yang mengatur tekanan udara dari tekanan tinggi untuk menambah tekanan pada bilik dan mendesak beban pada piston.

F. Restrictors

Restrictor adalah tipe dari pengontrol klep yang digunakan dalam sistem Pneumatik,

3. PERAWATAN SISTEM PNEUMATIK.

Perawatan sistem Pneumatik terdiri dari perbaikan, mencari gangguan, pembersihan, pemasangan komponen, dan uji coba pengoperasian. Tindakan pencegahan yang perlu dilakukan adalah menjaga agar udara yang masuk dalam sistem selalu terjaga kebersihannya. Saringan dalam komponen harus selalu dibersihkan dari partikel-partikel metal yang dapat menyebabkan keausan pada komponen. Setiap memasang komponen Pneumatik harus dijaga kebersihannya dan diproteksi dengan penutup debu setelah dilakukan pembersihan. Sangat penting mencegah masuknya air, karena dapat menjadi penyebab sistem tidak dapat memberikan tekanan.

VII. SISTEM HIDROLIK

Bertahun-tahun lalu manusia telah menemukan kekuatan dari perpindahan air, meskipun mereka tidak mengetahui hal tersebut merupakan prinsip hidrolik.

Sejak pertama digunakan prinsip ini, mereka terus menerus mengaplikasikan prinsip ini untuk banyak hal untuk kemajuan dan kemudahan umat manusia.

Hidrolik adalah ilmu pergerakan fluida, tidak terbatas hanya pada fluida air. Jarang dalam keseharian kita tidak menggunakan prinsip hidrolik, tiap kali kita minum air, tiap kali kita menginjak rem kita mengaplikasikan prinsip hidrolik.

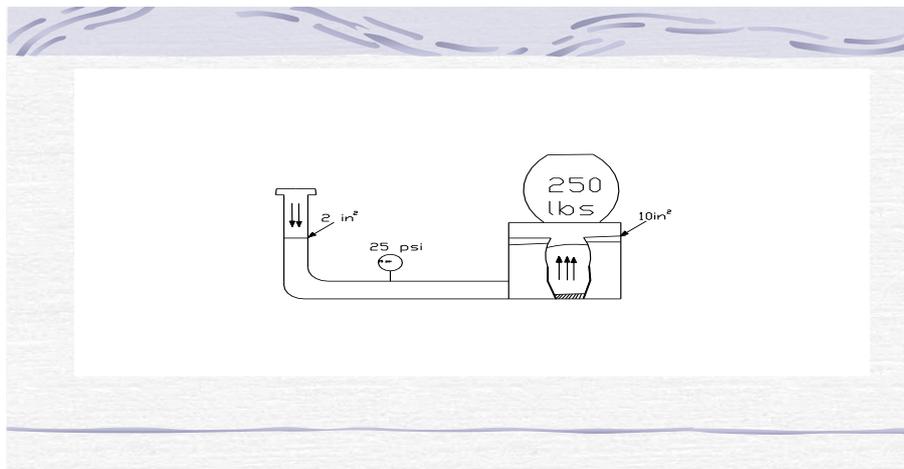
A. Keuntungan

Sistem hidrolik banyak memiliki keuntungan. Sebagai sumber kekuatan untuk banyak variasi pengoperasian.

Keuntungan sistem hidrolik antara lain:

- a. Ringan
- b. Mudah dalam pemasangan
- c. Sedikit perawatan
- d. Sistem hidrolik hampir 100 % efisien, bukan berarti mengabaikan terjadinya gesekan fluida.
- e. Keuntungan Mekanik

Dapat kita lihat ilustrasi dari keuntungan mekanik, ketika gaya 50 lbs dihasilkan oleh piston dengan luas permukaan 2 in², tekanan fluida dapat menjadi 25 psi . dengan tekanan 25 psi pada luas permukaan 10 in² dapat dihasilkan gaya sebesar 250 lbs



B. Hukum Pascal

Suatu aliran didalam silinder yang dilengkapi dengan sebuah penghisap yang mana kita dapat memakaikan sebuah tekanan luar p_0 tekanan p disuatu titik P yang sebarang sejarak h dibawah permukaan yang sebelah atas dari cairan tersebut diberikan oleh persamaan.

$$p = p_0 + \rho gh.$$

Prinsip Pascal, tekanan yang dipakaikan kepada suatu fluida tertutup diteruskan tanpa berkurang besarnya kepada setiap bagian fluida dan dinding-dinding yang berisi fluida tersebut. Hasil ini adalah suatu konsekuensi yang perlu dari hokum-hukum mekanika fluida, dan bukan merupakan sebuah prinsip bebas.

Tekanan

Sebagai contoh, diketahui gaya sebesar 100 lbs mendorong piston dengan luas permukaan 4 in² maka dapat kita ketahui tekanan $F/A = 25 \text{ lbs/in}^2$ (psi).

Volume

Jika piston mempunyai luas permukaan 8 in² bergerak dengan jarak 10 in dalam silinder. Berapa volume fluida yang dibutuhkan untuk menggerakkan piston, menggunakan diagram segitiga diatas maka $v = A.l$, jadi $v = 80 \text{ in}^3$.

C. Komponen Sistem Hidrolik

1. Motor Hidrolik

Motor hidrolik berfungsi untuk menggerakkan pompa hidrolik

2. Pompa Hidrolik.

Pompa digunakan untuk memindahkan sejumlah volume cairan yang digunakan agar suatu cairan tersebut memiliki bentuk energi.

3. Katup (Valve)

Katup (valve) berfungsi untuk mengarahkan aliran cairan (fluida) yang digunakan pada sistem.

D. Perawatan Sistem Hidrolik

Dalam perawatan sistem hidrolik, yang perlu diperhatikan adalah penggunaan dan kebersihan fluida, pemilihan tube dan seal yang layak.

Perbaikan sistem hidrolik, diperlukan satu prosedur khusus, Sebelum perbaikan dimulai, spesifikasi fluida harus diketahui, warna fluida pada sistem dapat juga digunakan sebagai penentu dari tipe fluida.

Perawatan yang efektif dari sistem hidrolik adalah dengan melihat kelayakan seal, tube serta selang yang digunakan. Untuk sistem hidrolik (3000 psi) digunakan tube stainless steel, dan untuk tekanan rendah dapat digunakan tube dari aluminium alloy.

Daftar pustaka :

1. Perawatan dan Perbaikan peralatan Rumah tangga, proyek pengembangan pendidikan berorientasi ketrampilan hidup, Direktur Jendral Pendidikan Menengah Kejuruan. Departemen Pendidikan Nasional. 2003
2. Transformator Satu Fase,
http://pksm.mercubuana.ac.id/nem/elearning/files_modul/13020-9-843492745.pdf.
3. Drs. Wirawan dan Drs.Pramono “ Bahan ajar Pneumatik-Hidrolik, Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang. <http://ocw.unnes.ac.id>.