



PUSAT BERTAULIAH
INSTEM
INSTITUT TEKNIKAL MELAKA

INSTITUT TEKNIKAL MELAKA
LOT 21,22,23,
PUSAT PERNIAGAAN SEBANG JAYA,
BANDAR PULAU SEBANG SEKSYEN 2,
78000 ALOR GAJAH MELAKA

KERTAS PENERANGAN

KOD DAN NAMA PROGRAM	F432-005-2:2019 SINGLE PHASE ELECTRICAL INSTALLATION AND MAINTENANCE	
TAHAP	2	
KOD DAN TAJUK UNIT KOMPETENSI	F432-005-2:2019 - C04 SINGLE PHASE MOTOR AND MOTOR CONTROL	
NO. DAN PENYATAAN AKTIVITI KERJA	1. PREPARE SINGLE PHASE MOTOR AND MOTOR CONTROL INSTALLATION REQUIREMENTS. 2. PERFORM SINGLE PHASE MOTOR AND MOTOR CONTROL INSTALLATION AND TERMINATION. 3. PERFORM SINGLE PHASE MOTOR CONTROL TESTING AND COMMISSIONING.	
NO. KOD	F432-005-2:2019-C04/KP(1/5)	Muka Surat: 1/28

TAJUK:

JENIS-JENIS MOTOR DAN PENGHIDUP MOTOR SATU FASA

TUJUAN:

Kertas Penerangan ini bertujuan untuk memberi kefahaman dan pengetahuan kepada pelatih tentang jenis-jenis motor dan penghidup motor satu fasa. Selepas mempelajari tajuk ini, pelatih boleh mengetahui jenis-jenis motor satu fasa dan kegunaannya, binaan asas motor, jenis-jenis kawalan motor satu fasa, mengenal pasti jenis-jenis komponen dan pengiraan motor satu fasa.

NO. KOD	F432-005-2:2019-C04/KP(1/5)	Muka Surat: 2/28
---------	-----------------------------	------------------

PENERANGAN:

Terdapat berbagai-bagai jenis penghidup motor yang biasa digunakan dalam kawalan motor. Motor elektrik digunakan secara meluas dengan kegunaan yang pelbagai. Tidak kira secanggih manapun teknologi yang digunakan pada masa kini, motor elektrik masih menjadi asas atau nadi bagi sesuatu sistem. Motor elektrik ialah mesin yang menukarkan tenaga elektrik kepada tenaga mekanikal.

1) JENIS-JENIS MOTOR SATU FASA

Motor satu fasa ialah motor yang direka khas supaya dapat dikendalikan pada bekalan satu fasa sahaja iaitu bekalan 230V. Saiz motor ini dibuat kecil sebab kecekapannya rendah dan perbelanjaan pengurusannya lebih tinggi jika dibandingkan dengan motor tiga fasa pada ukuran fizikal yang sama. Lazimnya motor ini digunakan di kilang-kilang perusahaan dan kadar kuasanya dihadkan sehingga 8 kW sahaja .

Motor satu fasa dikelaskan mengikut binaan dan prinsip bagaimana ia dijalankan. Secara umumnya motor ini terbahagi kepada dua jenis iaitu motor aruhan dan motor penukar tertib (*komutator*).

1.1) Motor Segerak (*Synchronous Motor*)

a) Binaan motor segerak (*Synchronous Motor*)

Binaannya sama dengan pengulang-alik jenis medan berkisar angker pegun. Statornya dibelit dengan belitan satu fasa sementara rotor dibuat dua bentuk iaitu sama ada kutub tonjol atau kutub silinder rata. Motor segerak ini memerlukan ujaan Arus Terus (AT) dari luar dan dibekalkan ke rotor melalui gelang gelincir.

b) Kendalian motor segerak (*Synchronous Motor*)

i) Apabila bekalan satu fasa dibekalkan, putaran medan magnet akan wujud pada stator motor itu. Bagi motor segerak berukuran kecil, rotor dibuat daripada magnet kekal (tidak memerlukan ujaan arus terus). Maka motor akan terus berputar mengikut arah putaran medan magnet stator pada kelajuan kesegerakan kerana rotor seolah-olah telah terkunci oleh medan magnet stator.

NO. KOD	F432-005-2:2019-C04/KP(1/5)	Muka Surat: 3/28
---------	-----------------------------	------------------

- ii) Bagi motor segerak yang berukuran sederhana, rotornya mempunyai belitan bersama-sama sangkar tupai. Semasa motor mula dihidupkan, putaran rotor diwujudkan dengan cara aruhan. Rotor akan terus berputar dengan sangkar tupai. Apabila kelajuan ini hampir mencapai kelajuan kesegerakan, bekalan arus terus diujakan kepada rotor motor itu.
 - iii) Medan magnet rotor yang baru itu seolah-olah dikunci oleh putaran medan magnet stator dan motor itu akan terus berputar pada kelajuan kesegerakan.
 - iv) Bagi motor yang berukuran besar, rotor motor itu akan dipusingkan dahulu dengan bantuan penggerak dari luar pada arah yang sama dengan arah putaran medan magnet stator. Bila kelajuan motor itu hampir mencapai kelajuan kesegerakan, barulah bekalan arus terus diuja pada rotor dan motor itu akan terus berputar pada kelajuan kesegerakan. Ketika itu barulah penggerak bantuan ditanggalkan dari rotor itu.
- c) Ciri-ciri

Kelajuan motor ini tetap dan kelajuan rotornya sama dengan kelajuan kesegerakan. Faktor kuasa motor ini boleh dilaraskan dengan mengubah nilai ujaan arus terus yang diberikan pada rotor. Jika nilainya lebih, faktor kuasa akan mendahului dan jika nilainya rendah, faktor kuasa akan menyusul. Semakin besar rotor motor ini, semakin tinggi kecekapannya dan biasanya ia hanya digunakan pada satu arah putaran sahaja serta tidak membawa beban yang berat.
- d) Kegunaan

Motor ini biasanya digunakan untuk melakukan kerja-kerja yang memerlukan kelajuan yang tetap dan terus menerus seperti pam, pemampat dan sebagainya kerana kecekapan motor ini tinggi. Selain itu, motor ini juga digunakan untuk memperbaiki faktor kuasa bekalan serta memperbaiki voltan pada talian.

NO. KOD	F432-005-2:2019-C04/KP(1/5)	Muka Surat: 4/28
---------	-----------------------------	------------------

1.2) Motor Penghidup Kapasitor (*Capacitor Start*)

- a) Pembinaan dalam dan cara kerja motor jenis ini adalah sama dengan motor jenis fasa belah. Motor jenis ini mempunyai daya kilas yang sangat rendah dan sesuai untuk motor kipas angin jenis siling, jenis meja, jenis dinding, peti sejuk (*refrigerator*), mesin pemampat (*compressor*), mesin cuci dan lain-lain. Saiznya kecil dan selalunya sehingga tiga kuasa kuda. Motor kapasitor adalah seakan sama dengan motor fasa belah, cuma ditambahkan kapasitor. Kapasitor ini dipasang siri dengan litar gelung permulan. Satu kapasitor perlu disambung di dalam litar secara tetap samada semasa hidup ataupun berputar serta ada juga yang terletak dalam kerangka motor itu sendiri semasa motor kapasitor dihidupkan, daya kilas permulaan (*starting torque*) adalah lebih besar daripada motor fasa belah. Motor kapasitor dibekalkan dengan arus ulang alik 220V/240V satu fasa (*single phase*).
- b) Jenis motor penghidup kapasitor
 - i) *Single voltage reversible type.*
 - ii) *Single voltage non-reversible type.*
 - iii) *Single voltage reversible with thermostat type.*
 - iv) *Single voltage non-reversible with magnetic switch type.*
 - v) *Two voltage non-reversible type.*
 - vi) *Two voltage reversible type.*
 - vii) *Single voltage 3 lead reversible type.*
 - viii) *Single voltage Instantly reversible type.*
 - ix) *Two speed type.*
 - x) *Two speed with two capasitor type.*
- c) Cara kendalian
 - i) *Single voltage externally reversible type*
 Dalam motor jenis ini terdapat 4 punca yang dikeluarkan, 2 daripada gelung pelari dan 2 lagi daripada gelung penghidup. Arah pusingan motor dapat ditukar dengan menukar punca-punca gelung pelari atau punca-punca gelung penghidup.

NO. KOD	F432-005-2:2019-C04/KP(1/5)	Muka Surat: 5/28
---------	-----------------------------	------------------

ii) *Single voltage non-reversible type*

Dalam motor jenis ini punca gulung penghidup dan punca gelung pelari disambung di sebelah dalam motor dengan hanya mengeluarkan 2 punca sahaja. Arah pusingan motor ini tidak boleh ditukar kecuali motor ini dibuka.

iii) *Single voltage reversible with thermostat type*

Dalam beberapa jenis motor, sebuah suis *thermostat* dipasang bagi mengawal motor daripada beban lampau, terlampau panas dan litar pintas. Suis *thermostat* ini mempunyai satu elemen *bimetalic* yang disambung sesiri dengan motor dan lazimnya dipasang di luar motor. Apabila salah satu daripada kerosakan seperti yang dinyatakan berlaku, haba akan terhasil dan ini menyebabkan elemen *bimetalic* membengkok dan memutuskan litar. Bila elemen ini menjadi sejuk, ia akan kembali seperti asal dan menyambungkan litar semula seperti kedudukan asal.

iv) *Single voltage non-reversible with magnetic switch*

Motor jenis ini biasanya digunakan di dalam peti sejuk yang mana suis ampar tidak dapat digunakan. Sesentuh elektromagnetik dalam motor ini menggantikan suis ampar yang mana elektromagnet ini diaruh oleh arus pelari. Pada permulaan, apabila arus pelari tinggi elektromagnet akan diaruh dan menutup sesentuh. Ini akan membolehkan arus mengalir ke lilitan penghidup. Apabila motor mencapai kelajuan sehingga 75% daripada halaju beban penuh, arus pelari akan menjadi rendah sehingga menyebabkan sesentuh terbuka. Oleh sebab kegunaan motor jenis ini memerlukan satu arah pusingan sahaja, maka sambungannya tidak perlu penukaran arah yang disambung selari dengan motor dan lazimnya dipasang di luar motor. Apabila salah satu daripada kerosakan seperti yang dinyatakan berlaku haba akan terhasil dan ini akan menyebabkan *bimetalic* membengkok dan memutuskan litar bila elemen ini menjadi sejuk ia akan kembali seperti asal dan menyambungkan litar semula.

NO. KOD	F432-005-2:2019-C04/KP(1/5)	Muka Surat: 6/28
---------	-----------------------------	------------------

v) *Two voltage non-reversible type*

Motor jenis ini boleh digunakan dengan 2 voltan AU, sama ada 110 V. 220 V atau 415 V. Motor ini terdiri daripada 2 gelung pelari dan satu gelung penghidup. Bila motor ini hendak dikendalikan dengan voltan rendah, kedua-dua gelung disambung selari dan apabila hendak dikendalikan dengan voltan lebih tinggi, kedua-dua gelung disambung sesiri. Gelung penghidup disambung secara selari dengan satu sahaja gelung pelari.

vi) *Two voltage reversible type*

Penukaran arah pusingan motor boleh dilakukan dengan mengeluarkan 2 punca tambahan dan gelung penghidup. Arah pusingan jam dan lawan arah pusingan jam yang dikendalikan dengan voltan rendah.

vii) *Single voltage 3 lead type*

Dalam motor jenis ini, satu gelung pelari 2 bahagian digunakan iaitu R1 dan R2 yang disambung sesiri dengan satu punca gelung penghidup di antara R1 dan R2 seperti dalam rajah. Bila punca luar gelung penghidup disambung kepada punca A gelung penghidup selari dengan R1 dan arah pusingan motor adalah ikut jam. Bila punca luar ditukar. Ia selari dengan R2, maka arus kepada gelung ditukar dan motor berpusing arah lawan jam.

viii) *Single voltage instantly reversible*

Motor jenis ini jarang digunakan dan penggunaannya terhad. Dalam motor jenis ini, suis-suis tambahan digunakan untuk menukar arah pusingan motor dengan serta merta.

NO. KOD	F432-005-2:2019-C04/KP(1/5)	Muka Surat: 7/28
---------	-----------------------------	------------------

ix) *Two speed type*

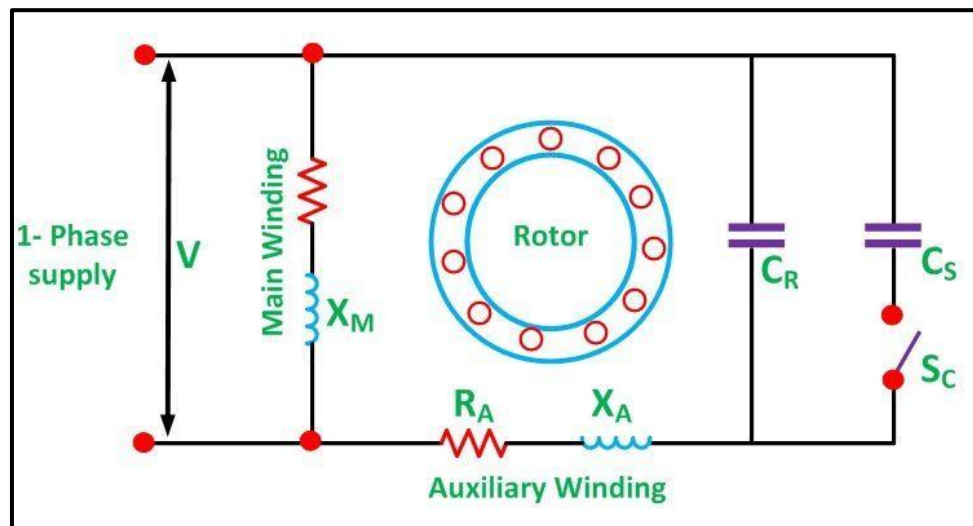
Kelajuan motor boleh ditukar dengan menukar bilangan kutub. Di dalam motor jenis ini terdapat 2 gelung pelari, 6 kutub dan 8 kutub yang dimasukkan di dalam lubang-lubang alur stator. Hanya satu gelung penghidup sahaja digunakan. Satu suis ampar dua tindakan yang mengandungi 3 sesentuh digunakan. Satu suis yang dipasang di luar motor digunakan untuk menukar kelajuan motor. Motor ini sentiasa menghidup dengan kelajuan yang tinggi tidak kira sama ada motor disuiskan pada kelajuan tinggi atau rendah. Jika motor disuiskan pada kelajuan yang rendah, maka apabila motor mencapai kelajuan yang membolehkan suis ampar beroperasi, ia akan membuka litar gelung penghidup dan gelung pelari kelajuan tinggi dan menutup gelung pelari kelajuan rendah.

x) *Two speed with 2 capasitor*

Motor ini mempunyai dua gelung pelari, dua gelung penghidup dan dua kapasitor. Satu kapasitor digunakan untuk operasi kelajuan tinggi dan satu lagi untuk operasi kelajuan rendah. Satu suis ampar dua hala digunakan untuk membuka litar gelung penghidup setelah motor berpusing pada kelajuan yang ditetapkan oleh suis empar.

1.3) *Capacitor Run*

- a) Motor larian *capacitor start* mempunyai pemutar sangkar, dan pemegunnya mempunyai dua belitan yang dikenali sebagai belitan utama dan belitan tambahan. Kedua-dua belitan itu disasarkan 90 darjah di angkasa. Terdapat dua kapasitor dalam kaedah ini satu digunakan pada masa permulaan dan dikenali sebagai kapasitor permulaan. Satu lagi digunakan untuk menjalankan motor secara berterusan dan dikenali sebagai kapasitor *run*.
- b) Jadi motor ini diberi nama *capacitor start capacitor run motor* dan kadangkala dikenali sebagai *two value capacitor motor*. Rajah 1 menunjukkan sambungan motor kapasitor dua injap.



Rajah 1: Sambungan Motor Kapasitor Dua Injap

- c) Terdapat dua kapasitor dalam motor ini yang diwakili oleh C_S dan C_R . Pada permulaan, kedua-dua kapasitor disambung secara selari seperti di dalam Rajah 1. Kapasitor C_S ialah kapasitor Permulaan diberi nilai masa yang singkat. Ia hampir elektrolitik. Jumlah arus yang besar diperlukan untuk mendapatkan tork permulaan. Oleh itu, nilai regangan berkemuatan X hendaklah rendah dalam belitan permulaan. Oleh sebab, $X_A = 1/2\pi f C_A$, nilai kapasitor permulaan hendaklah besar.

1.4) Motor Aruhan Penolakan (*Shaded Poles*)

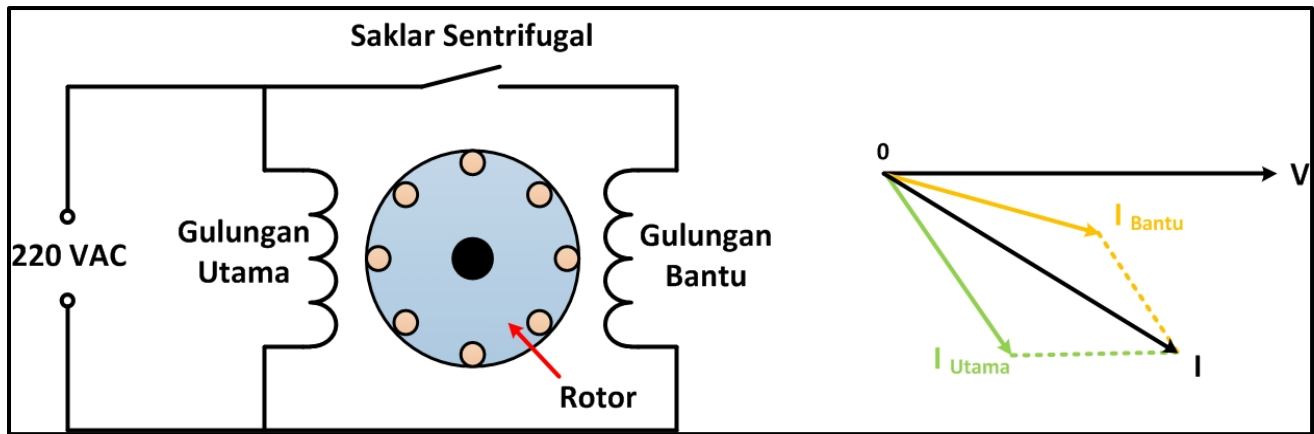
Gabungan motor belitan sangkar tupai dengan motor belitan penolakan. Mempunyai satu berus dan tidak mempunyai suis empar. Bermula dengan prinsip penolakan dan beroperasi dengan gabungan prinsip penolakan dan prinsip aruhan. Kelajuan motor lebih baik berbanding kelajuan motor segerak dalam keadaan tanpa beban. Daya kilas motor besar kerana gabungan daya kilas belitan sangkar dan belitan penolakan. Kelajuan daya kilas motor majmuk DC. Ia digunakan dalam pemampat, pengisar, peti sejuk dan mesin larik.

NO. KOD	F432-005-2:2019-C04/KP(1/5)	Muka Surat: 9/28
---------	-----------------------------	------------------

1.5) Motor Fasa Belah (*Split Phase Motor*)

Motor fasa belah (sangkar tupai) boleh digunakan untuk bekalan satu fasa seperti di rumah, tetapi teknik yang berlainan digunakan untuk menghidupkannya adalah diperlukan. Disebabkan arus rotor oleh stator melawan medan stator. Arus ini hanya boleh menggerakkan motor berputar, tetapi arus tersebut tidak dapat menghidupkan motor. Untuk mengatasi masalah ini, dua lilitan digunakan dalam motor fasa belah, lilitan itu adalah seperti berikut:

- a) Lilitan menghidup (*starting winding*) - mempunyai rintangan yang tinggi dan lilitan yang sedikit. Lilitan ini menggunakan dawai kuprum yang kecil bagi mewujudkan regangan yang rendah dan rintangan yang tinggi.
- b) Lilitan utama / pelari (*running winding*) - mempunyai rintangan yang rendah dan lilitannya banyak. Lilitan ini menggunakan dawai kuprum yang besar bagi mewujudkan regangan yang tinggi dan rintangan yang rendah.
- c) Cara kendalian motor fasa belah
 - i) Untuk memperbaiki ciri-ciri menghidup motor fasa belah, satu kapasitor digunakan sesiri dengan lilitan menghidup. Apabila kapasitor digunakan, ia menyebabkan arus mendahului voltan di dalam litar menghidup. Oleh sebab ini, arus menghidup dapat dikurangkan dan daya kilas bertambah, jadi keupayaan menghidup dapat diperbaiki. Semasa menghidup suis, kapasitor sesiri dengan gelung tambahan. Kapasitor yang telah disuaikan mempunyai nilai supaya lilitan tambahan berkesan menampung litar rintangan kapasitans di mana arus mendahului voltan lebih kurang 45° . Gelung stator mempunyai aruhan yang menyebabkan arus menyusul di belakang voltan. Rujuk Rajah 2. Kedua-dua arus adalah 90° daripada fasa dan begitu juga dengan medan magnet yang diperoleh dan ini akan menghasilkan kesan putaran medan magnet.



Rajah 2: Arus Yang Teraruh Cuba Menentang Perubahan Medan

- ii) Apabila medan magnet berputar memotong batang-batang / bar pada rotor, arus diaruh di dalamnya. Arus yang diaruh ini menghasilkan medan magnet di sekeliling pengalir dan akan bergaris terus dengan medan magnet stator. Tindak balas di antara kedua-dua medan magnet akan membuatkan rotor berputar. Hukum *Lenz* menyatakan arus yang diaruh cuba menentang perubahan medan yang mengaruhnya. Pada motor aruhan, perubahan tersebut ialah gerakan medan maka tekanan dipaksa di atas rotor disebabkan tindak balas antara medan rotor dan medan stator. Ini bermakna rotor akan bergerak sama arah dengan arah medan stator. Daya kilas motor ini adalah di antara 180% hingga 200% daripada daya kilas beban penuh dan arus permulaan ialah 6 hingga 8 kali arus beban penuh. Penggunaan motor ini adalah seperti kipas angin, pam, peti sejuk dan sebagainya. Saiz motor ini boleh didapati dari 1/20 hingga 1/3 kuasa kuda dengan kelajuan dari 865 p.s.m. hingga 3450 p.s.m.
- iii) Cara kendalian suis empar:
- Pada suis empar terdapat dua gegelung yang disambung kepadanya.
 - Gegelung Penghidup
 - Gegelung Pelari

NO. KOD	F432-005-2:2019-C04/KP(1/5)	Muka Surat: 11/28
---------	-----------------------------	-------------------

- iv) Apabila motor dihidupkan dan mencapai kelajuan $75\% > 85\%$ daripada halaju yang memusat (*Centrifugal Force*) suis empar akan tertarik ke arah sesentuh yang bertentangan.
- v) Keadaan ini akan melitarterbukakan lilitan penghidup dan disambungkan kepada lilitan pelari.
- vi) Apabila bekalan telah diputuskan suis empar akan berbalik / tersentuh semula pada kedudukan asal.

1.6) *Commutator Motor*

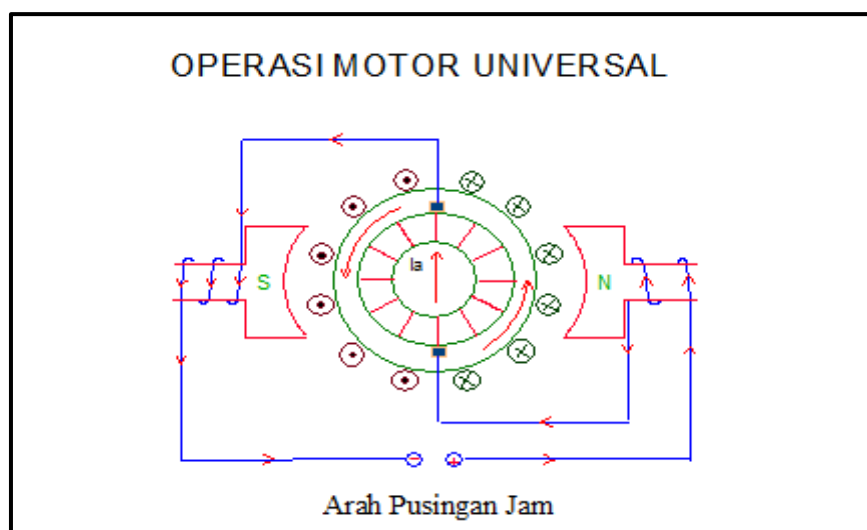
Motor komutator AC (*Alternating Current*), seperti motor DC (*Direct Current*) setanding, mempunyai tork / tujahan permulaan yang lebih tinggi dan kelajuan yang lebih tinggi daripada motor aruhan AC. Motor siri beroperasi jauh atas kelajuan segerak motor AC konvensional. Motor komutator AC mungkin sama ada satu fasa atau fasa poli. Memandangkan motor komutator boleh beroperasi pada kelajuan yang lebih tinggi daripada motor aruhan, ia boleh mengeluarkan lebih kuasa daripada motor aruhan saiz yang serupa. Walau bagaimanapun motor komutator tidak bebas penyelenggaraan seperti motor aruhan, disebabkan oleh berus dan memakai komutator. Motor komutator yang lebih biasa ialah siri motor, motor universal, motor tolakan dan motor aruhan tolakan dengan pelbagai pengubahsuaian dan kombinasi.

a) Universal motor

- i) Motor universal ditakrifkan sebagai motor yang boleh digunakan pada AT (Arus Terus) & AU (Arus Ulangalik) untuk halaju dan keluaran yang sama. Biasanya motor jenis ini dibuat dalam saiz yang kecil seperti 1/2 hp (kuasa kuda) hingga 1/3 hp. Disebabkan motor ini adalah dan jenis lilitan siri, maka ia mempunyai daya kilas yang tinggi serta halaju yang berubah-ubah. Pada keadaan tanpa beban, motor ini berlari pada kelajuan yang tinggi dan berbahaya. Oleh sebab itu, biasanya motor ini sentiasa dijalankan dengan berbeban. Motor universal ini dibuat dalam dua jenis iaitu:
 - *Concentrated-pole non-compensated.*
 - *Distributed field compensated.*

NO. KOD	F432-005-2:2019-C04/KP(1/5)	Muka Surat: 12/28
---------	-----------------------------	-------------------

- ii) Jenis *concentrated pole*, biasanya mempunyai dua *salient pole* sebagaimana pada motor arus terus kecuali semua laluan magnetnya (*Magnetic Path*) dibuat dalam keping-keping besi (*laminated*). Stator yang berlainan adalah perlu kerana fluks akan berulang alik apabila motor digunakan pada AU. Rotor atau angkernya adalah sama dengan motor AT. Jenis *Distributed Field* pula mempunyai stator yang sama dengan stator fasa belah dan rotor yang sama dengan motor AT. Satu gelung *compensating* digunakan bagi mengurangkan voltan regangan terdapat pada angker apabila motor beroperasi dengan AU. Voltan ini disebabkan oleh fluks ulang-alik (*alternating fluxes*) melalui tindakbalas alatubah.
- iii) Dalam motor *two pole non compensated*, voltan yang diaruh oleh tindak balas alat ubah dalam gelung rotor semasa komutasi tidak mencukupi untuk menghasilkan gangguan komutasi. Beberapa karbon rintangan tinggi digunakan bagi membantu komutasi.
- iv) Operasi motor universal
 - Motor ini biasanya menghasilkan daya kilas berbagai-arrah (*unidirectional torque*) tanpa mengira sama ada ia digunakan pada AT atau AU. Penghasilan daya kilas berbagai-arrah adalah seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3.
 - Motor ini bekerja mengikut prinsip yang sama dengan motor AT iaitu daya di antara fluks medan dan arus dalam pengalir angker.



Rajah 3: Operasi Motor Universal

NO. KOD	F432-005-2:2019-C04/KP(1/5)	Muka Surat: 13/28
---------	-----------------------------	-------------------

a) Motor tolakan (*repulsion motor*)

Dari segi binaannya, motor jenis ini terdiri daripada:

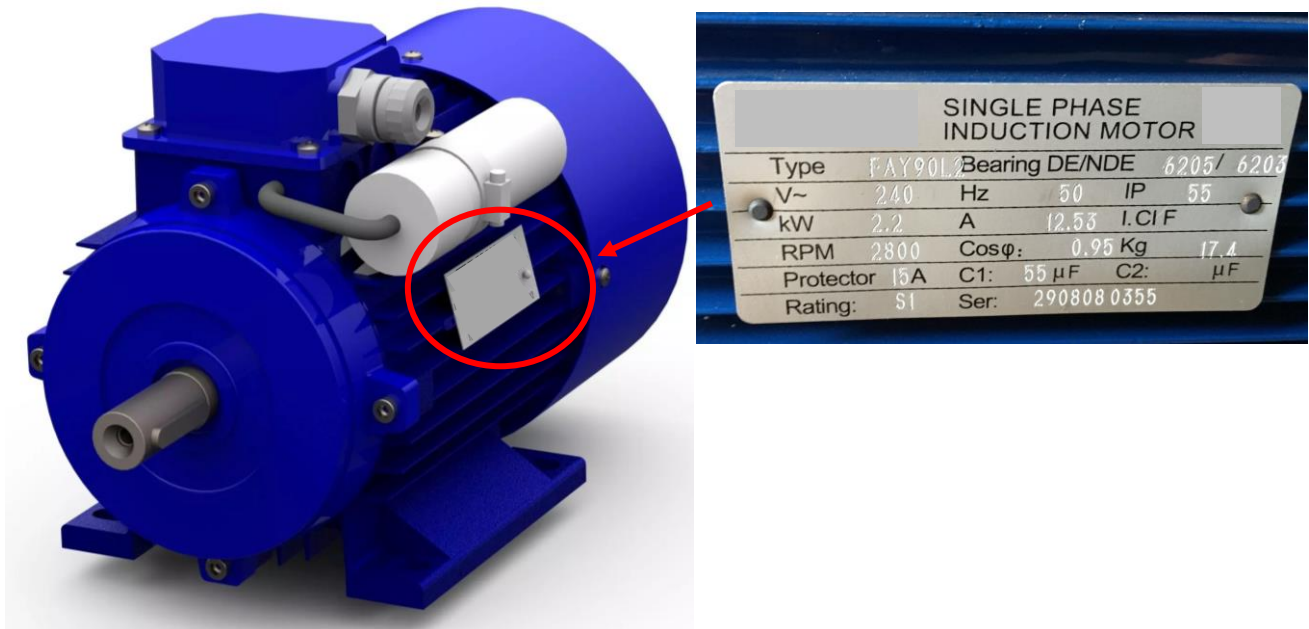
- i) Gelung stator - adalah dan jenis di *switchboard non-salient pole* dan ia biasanya dililit dalam 4, 6 atau 8 kutub.
- ii) Rotor - adalah dari jenis *slotted core* yang mempunyai *distributed winding* (sama ada dari jenis *lap move*) yang mana disambungkan kepada penukar tertib. Biasanya sama dengan angker bagi motor AT.
- iii) Satu penukar tertib.
- iv) Beberus karbon yang dilitar-pintaskan

Apabila arus mengalir melalui gelung stator, magnet yang dihasilkan oleh gelung stator akan memotong gelung pada stator yang menyebabkan gelung rotor teraruh dan menghasilkan magnetnya sendiri. Kutub bagi magnet di rotor ditetapkan supaya kutubnya sama dengan kutub magnet di stator. Dengan ini satu penolakan akan menyebabkan terhasilnya daya kilas. Kedudukan beberus karbon adalah bagi menentukan arah pusingan rotor. Daya kilas permulaan bagi motor ini ialah 350% dan arus permulaannya ialah 2 hingga 3 kali arus semasa motor berlari.

2) BINAAN ASAS MOTOR

Dalam menjalankan kerja-kerja yang berkaitan dengan motor elektrik, adalah penting bagi setiap individu mengetahui dan boleh mentafsirkan terma-terma yang terdapat atau digunakan dalam kerja tersebut. Pada sebarang alatan elektrik pun, terdapat spesifikasi yang telah ditetapkan oleh pengeluar begitu juga dengan motor elektrik.

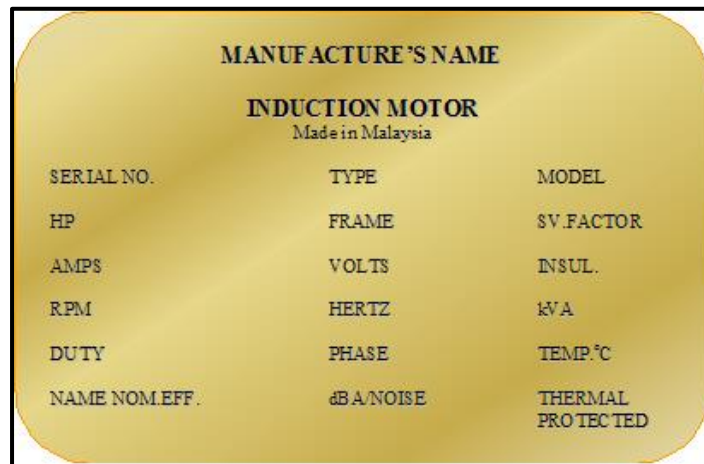
Pada kebiasaannya terdapat sekeping plat logam yang dilekatkan pada motor, yang mengandungi data ciri-ciri elektrik bagi menjadi rujukan kepada pekerja yang terlibat dengan kerja-kerja pemasangan motor elektrik. Spesifikasi data elektrik tersebut amat penting dalam kerja-kerja pemasangan bagi menentukan saiz konduit, *wire* dan jenis perlindungan yang sesuai untuk diaplikasikan. Para pelatih akan berupaya mentakrifkan perkataan-perkataan yang terdapat dalam plat nama motor elektrik seperti Rajah 4.



Rajah 4: Motor Elektrik Satu Fasa

2.1) Plat Nama Motor

- Plat nama motor akan memberi maklumat yang penting, mengenai pemilihan dan pemasangan motor. Data-data yang terdapat dalam plat nama motor akan memberi penerangan mengenai ciri-ciri elektrik yang terdapat pada motor. Daripada maklumat ini, para juruteknik dapat menentukan saiz *conduit*, *wire* dan jenis perlindungan yang patut dipasang.
- Data-data reka bentuk dan perlakuan (*performance*) yang terdapat dalam plat nama sangat penting untuk kakitangan senggeraan. Jika terdapat motor yang rosak atau terbakar, dengan mengetahui maklumat ini mereka dapat menggantikan motor tersebut dengan cepatnya.
- Untuk fahaman yang lebih dalam mengenai data-data cuba lihat Rajah 5 di bawah:



Rajah 5: Data Plat Nama Motor Elektrik Satu Fasa

d) Kod Pembuat.

Mengikut piawaian British jenis penutup bagi alat-alat elektrik bergantung kepada jenis perlindungan yang diberi kepada seorang daripada sentuhan kepada dawai hidup.

Secara asasnya terdapat dua jenis penutup:

- Penutup pengalihudara (*Ventilated Enclosures*).
- Tutup sepenuhnya (*Totally Enclosed*).

i) Jenis-jenis penutup pengalih udara:

- *Protected*.
- *Screen protected (SP)*.
- *Drip-proof (DP)*.
- *Hose-proof*.
- *Weather-proof*.

ii) Jenis-jenis tutup sepenuhnya:

- *Plain totally enclosed motor (TE)*.
- *Totally enclosed fan motor (TEFC)*.
- *Totally enclosed flame proof (FLP)*.

e) *Serial Number*

Nombor siri pengenalan motor berkenaan. Ini menyatakan nombor individu motor tersebut.

f) *Model Number*

Nombor ini menyatakan pengenalan tambahan pembuat, kebiasaannya digunakan untuk tempahan.

NO. KOD	F432-005-2:2019-C04/KP(1/5)	Muka Surat: 16/28
---------	-----------------------------	-------------------

g) *Frame*

Saiz rangka menerangkan ukuran motor.

h) *Servis faktor*

Servis faktor 1.0 bermaksud motor tersebut tidak boleh digunakan melebihi kuasa yang tercatat. Jika motor tersebut dikendalikan lebih daripada kuasa yang tercatat, ini akan menyebabkan penebatan motor tersebut cepat rosak. Servis faktor yang biasa digunakan ialah 1.0 hingga 1.5.

i) *Amperes*

Bermaksud arus yang mengalir daripada talian apabila motor di kendali pada voltan dan frekuensi yang tercatat pada beban penuh.

j) *Volts*

Ialah nilai yang diukur pada punca motor dan hendaklah sama nilainya pada motor tersebut.

k) *Class insulations*

i) Kelas penebat adalah merujuk kepada bahan penebatan yang digunakan dalam lilitan stator motor. Terdapat banyak jenis kelas penebat dan ianya adalah seperti berikut:

- Kelas Y (suhu maksima ialah sampai 90 degree C)
- Kelas A (suhu maksima ialah 105 degree C)
- Kelas E (suhu maksima ialah 120 degree C)
- Kelas B (suhu maksima ialah 130 degree C)
- Kelas F (suhu maksima ialah 155 degree C)
- Kelas H (suhu maksima ialah 180 degree C)
- Kelas C (suhu maksima ialah lebih daripada 180 degree C)

ii) Secara amnya motor tidak patut dikendalikan lebih daripada suhu maksima. Jika kita kendalikan motor lebih daripada suhu maksima ia akan menyebabkan jangka hayat motor tersebut berkurangan.

l) *Hertz*

Ialah frekuensi sistem kuasa untuk motor tersebut. Jika sebuah motor tidak dikendalikan pada frekuensi dan voltan yang tercatat ia akan menyebabkan daya kilas dan kelajuan motor tersebut berubah.

NO. KOD	F432-005-2:2019-C04/KP(1/5)	Muka Surat: 17/28
---------	-----------------------------	-------------------

m) *Duty*

Adalah jangkaan keupayaan kendalian motor itu di kendalikan dengan selamat. Biasanya terdapat dua jenis “*duty*” iaitu:

- i) “*Continuous*” bermakna bahawa motor tersebut boleh dikendalikan, tanpa berhenti atau tidak ada had masa untuk memberhentikan motor tersebut.
- ii) “*Short-time*” bermakna bahawa motor tersebut ada had *rating* masa untuk dikendalikan.

n) *Phase*

Menentukan fasa yang patut digunakan untuk mengendalikan motor.

o) *KVA*

Ialah kod di mana menunjukkan pada arus permulaan. Ini digunakan untuk memilih alat-alatan penghidup dan perlindungan motor berkenaan.

p) *Efficiency*

Keupayaan motor tersebut dalam peratusan. Nilai ini terdapat pada motor piawai (*Standard*).

q) *Noise*

Setengah motor direka untuk bunyi bising yang rendah. Tahap bunyi yang terdapat pada plat tanda diukur dalam unit “*dB*A”.

r) *Manufacture Notes*

Senarai sifat-sifat motor seperti “perlindungan haba” (*Thermal Protected*), alas tertutup (*Sealed Bearing*) dan lain-lain lagi.

3) JENIS-JENIS KAWALAN MOTOR SATU FASA

Mengikut peraturan *MS IEC*, sesebuah motor yang melebihi 0.5 kuasa kuda (Hp) atau 0.37KW mestilah mengadakan kawalan keselamatan bagi:

- Menghidupkan dan memberhentikan motor.
- Beban lampau (*Overload Relay*).
- Mengelak motor dihidupkan semula dengan tidak sengaja (*No.Volt Coil*).

Mengikut Peraturan-peraturan Elektrik 1994 iaitu Per.17(2) sesuatu motor hendaklah dikawal oleh satu atau lebih peranti yang berkesan untuk menghidup dan memberhentikanannya. Per.17(3) - Suis tersebut hendaklah di tempatkan mengikut cara yang betul supaya ia mudah dikendalikan oleh orang yang menjaga motor itu.

NO. KOD	F432-005-2:2019-C04/KP(1/5)	Muka Surat: 18/28
---------	-----------------------------	-------------------

3.1) Penghidup Talian Terus - *Direct Online (DOL) Starter*

- a) Penghidup ini digunakan untuk motor yang berukuran kecil daripada segi penggunaannya kerana bahaya arus mula yang tinggi sewaktu dihidupkan tidak begitu ketara dan tidak mengganggu beban yang lain.
- b) Digunakan untuk motor berukuran dari $\frac{1}{2}$ kuasa kuda (Hp) hingga 3 kuasa kuda (Hp) (0.37KW hingga 2.2KW).
- c) Biasanya digunakan untuk beban seperti penghawa dingin, penghembus udara, pemampat udara dan sebagainya.
- d) Bekalan dikenakan terus ke motor tanpa alat perantaraan untuk mengurangkan arus atau voltan ke motor.
- e) Arus mula ialah 6 hingga 8 kali ganda dari arus kendalian normal contohnya jika arus kendalian normal ialah 6A maka arus mula ialah 36A hingga 48A , ini berlaku hanya beberapa saat sahaja.
- f) Daya kilas (*Starting Torque*) penghidup jenis ini adalah sangat tinggi.
- g) Motor dihidupkan secara mendapat bekalan terus dari voltan bekalan tanpa apa-apa perantaraan untuk mengurangkan arus atau voltan ke motor. Arus mula (*Starting Current*) adalah enam hingga lapan kali daripada arus kendalian normal.
- h) Penghidup jenis ini digunakan untuk motor yang berkadar 1hp hingga 3hp untuk kegunaan penghawa dingin, penghembus udara dan lain-lain.
- i) Motor yang lebih besar tidak sesuai menggunakan penghidup jenis ini kerana boleh mengganggu sumber bekalan ke beban-beban lain.
- j) Terdapat juga motor yang besar menggunakan penghidup jenis ini dalam bangunan yang mempunyai jana kuasanya sendiri.
- k) Penghidup jenis ini menggunakan satu penyentuh (*contactor*) dan satu geganti haba untuk melindungi motor dari beban lebihan.

4) PENGIRAAN MOTOR SATU FASA

Pengiraan motor satu fasa adalah bagi kelajuan, arus, kuasa dan faktor motor sesebuah motor A.U fasa tunggal.

NO. KOD	F432-005-2:2019-C04/KP(1/5)	Muka Surat: 19/28
---------	-----------------------------	-------------------

4.1) *Motor Speed*

Pengiraan kelajuan, arus, kuasa dan faktor motor sesebuah motor A.U fasa tunggal bergantung kepada beberapa kriteria berikut iaitu:

- Kehilangan kuasa.
- Kuasa keluaran (P_o).
- Kuasa masukan (P_i).
- Faktor kuasa ($\cos \phi$).
- Kelajuan segerak (N_s).
- Kelajuan pemutar (N_r).
- Peratus gelinciran (S).

a) Kehilangan kuasa

- i) Sesebuah motor yang benar-benar unggul (kecekapan 100%) tidak wujud kerana pemindahan kuasa dari gegelung medan utama dan gegelung bantuan melibatkan rintangan belitan dan fluks magnet. Kehilangan yang disebabkan oleh pengalir belitan utama dan tambahan tetap berlaku dalam semua alat-alat elektrik.
- ii) Kehilangan ini dikenali sebagai kehilangan kuprum atau lebih mudah dipanggil kehilangan kuasa (I^2R). Kehilangan ini dalam bentuk haba dan di mana pengaliran arus dalam belitan pengalir dihalang oleh rintangan pengalir itu. Akibatnya daya gerak elektrik (d.g.e.) balikan yang dihasilkan akan berkurangan jika dibandingkan dengan voltan bekalan yang akan mempengaruhi kelajuan motor.
- iii) Apabila fluks magnet bertukar pada setiap kali perubahan frekuensi arus bekalan, ia bukan sahaja memotong belitan pengalir '*starting*' dan '*running*' tetapi juga teras rotor motor berkenaan. Oleh sebab teras-teras rotor diperbuat daripada besi atau keluli yang berlapis-lapis, satu bentuk arus lain akan terhasil dalam teras itu. Arus ini dipanggil arus pusar dan ini akan mempengaruhi kecekapan motor berkenaan.
- iv) Kesimpulannya kehilangan-kehilangan yang berlaku dalam motor dapat dibahagikan kepada dua iaitu:
 - Kehilangan kuprum (I^2R) dan
 - Kehilangan besi / magnet dalam bentuk arus pusar.

NO. KOD	F432-005-2:2019-C04/KP(1/5)	Muka Surat: 20/28
---------	-----------------------------	-------------------

b) Kuasa keluaran

Kuasa kuda (K.K) = Kuasa keluaran

$$\begin{aligned}
 & 746 \text{ watt} \\
 & = 2p \times T1 \times N \\
 & \quad 33000 \\
 & = 2p \times T2 \times N \quad \times 1 \quad 60 \\
 & \quad 176
 \end{aligned}$$

di mana ; $T1$ = Daya kilas dalam 1b daya baki

$T2$ = Daya kilas dalam Nm

N = Kelajuan dalam p.s.m.

hp/kk = 746 watt

c) Kuasa masukan

Kuasa masukan = $VL \times IL \times \cos q$ (watt)

d) Faktor kuasa

Faktor kuasa / angkadar kuasa ($\cos q$) = Nisbah antara kuasa sebenar dengan kuasa ketara.

$$\begin{aligned}
 & = \frac{W}{VA}
 \end{aligned}$$

e) Kelajuan segerak (N_s)

$N_s = 120 f/P$; di mana F = frekuensi

P = Pole (bilangan kutub)

f) Peratusan gelinciran (S)

$$S = \frac{N_s - N_r}{N_s} \times 100 \% , \text{ di mana; } N_s = \text{Kelajuan Segerak}$$

$N_r = \text{Kelajuan pemutar}$

NO. KOD	F432-005-2:2019-C04/KP(1/5)	Muka Surat: 21/28
---------	-----------------------------	-------------------

g) Frekuensi rotor (Fr)

$$Fr = S \times F, \text{ di mana; } S = \text{Peratusan (\%)} \\ F = \text{Frekuensi}$$

Kecekapan bagi motor A.U. dapat dinyatakan dengan formula yang berikut:

$$\begin{aligned} \text{Kecekapan (h)} &= \frac{\text{Kuasa Keluaran}}{\text{Kuasa Masukkan}} \times 100 \% \\ &= \frac{\text{Kuasa Masukkan} - (\text{Jumlah Kehilangan})}{\text{Kuasa Masukkan}} \times 100 \% \end{aligned}$$

5) JENIS-JENIS LITAR KAWALAN MOTOR SATU

Setiap penghidup mengandungi litar utama dan litar kawalan. Litar kawalan ialah alat kawalan bagi membantu memutuskan bekalan litar utama.

Penghidup motor digunakan untuk melindungi sebuah motor elektrik daripada bahaya arus tinggi sewaktu mula-mula dihidupkan. Mengikut *MS IEC* setiap motor elektrik hendaklah dilengkapi dengan kawalan berikut:

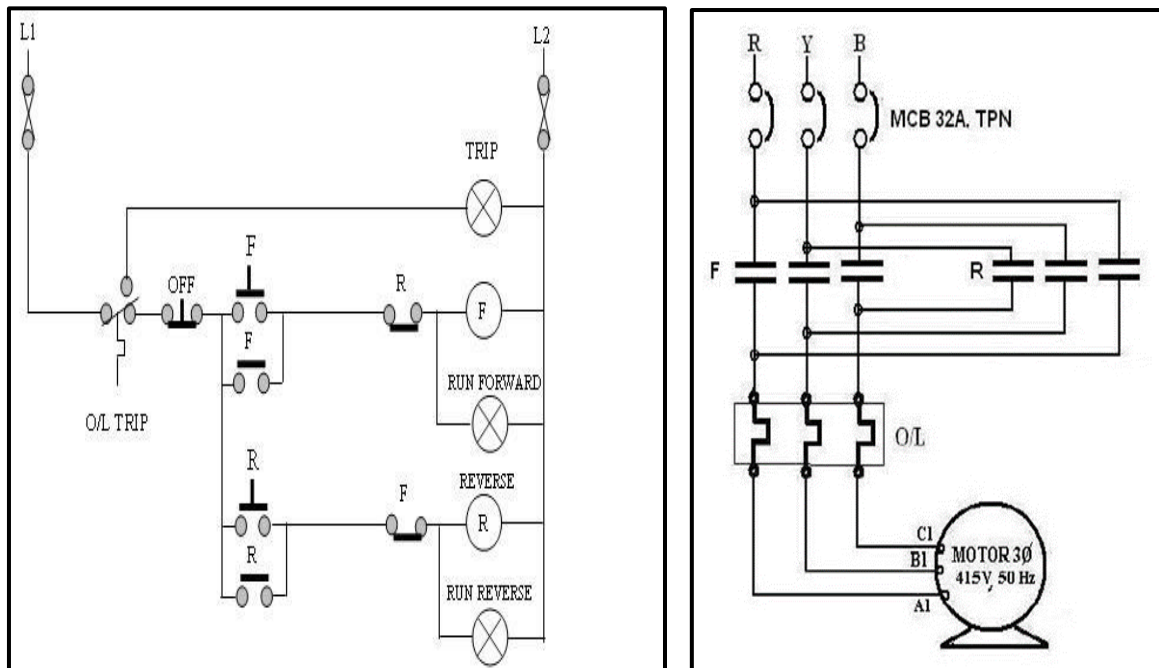
- Kawalan henti dan mula (*Stop dan Start Button*).
- Gelung tanpa voltan (*No Volt Coil*).
- Pelindung beban lampau (*Overload Relay*).
- Pengasing (*Isolator*).

5.1) Simbol Lukisan Skematik Motor

Lukisan skematik motor dan kawalan motor satu fasa amat penting dalam lukisan skematik kawalan motor kerana ia mudah difahami dan mudah dibaca oleh juruteknik elektrik berbanding litar pendawaian kawalan motor. Jadi penggunaan simbol dalam lukisan skematik kawalan motor elektrik satu fasa seperti di dalam Jadual 1, adalah amat penting dalam sesuatu lukisan itu.

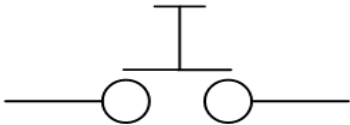
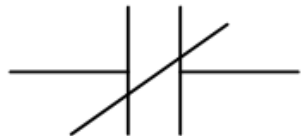
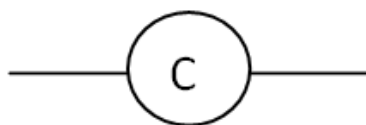
NO. KOD	F432-005-2:2019-C04/KP(1/5)	Muka Surat: 22/28
---------	-----------------------------	-------------------

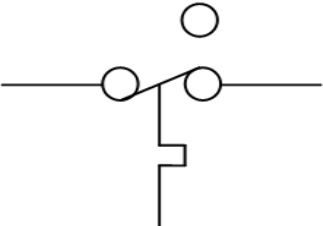
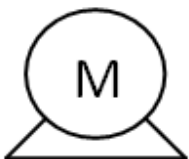
- a) Sebelum memahami litar pada lukisan skematik kawalan motor tersebut, juruteknik hendaklah memahami terlebih dahulu simbol yang terdapat pada lukisan tersebut agar pemahaman bagi sesebuah litar lebih mudah difahami.
- b) Tujuan lukisan skematik ini dibina adalah untuk memudahkan pendawaian dan penyambungan litar, memudahkan pengguna memahami kendalian litar tersebut dan memudahkan pengguna melakukan proses baik pulih ataupun *troubleshoot*.
- c) Lukisan skematik ini terbahagi kepada dua jenis litar iaitu litar kawalan dan litar utama ataupun disebut litar motor.
- d) Litar kawalan menunjukkan komponen-komponen yang memerlukan bekalan arus yang kecil sahaja. Jika komponen-komponennya memerlukan bekalan voltan yang besar contohnya 400V, maka ia hendaklah disambungkan kedua dua punca dari litar kawalan ke mana - mana dua punca dari bekalan voltan 400V iaitu voltan tiga fasa.
- e) Seperti yang ditunjukkan Rajah 6, L dan N boleh disambungkan kepada punca R dan Y, R dan B, ataupun Y dan B. Jika komponennya memerlukan voltan yang rendah iaitu 230V, maka punca-punca dari litar kawalan boleh disambung salah satu dari R,Y atau B dan neutral.
- f) Litar kawalan mengandungi sesentuh, sesentuh tambahan, sesentuh geganti beban lampau, suis punat tekan dan lampu.
- g) Litar utama menyambungkan bekalan kuasa terus ke motor. Kebiasaannya, litar utama mengandungi sesentuh utama, geganti beban lampau dan motor.
- h) Kedua-dua litar ini menolong memahami bagaimana sesuatu litar itu bekerja. Ia juga dapat menolong untuk mencari kerosakan yang mungkin berlaku.



Rajah 6: Litar Kawalan Dan Litar Utama Penghidup Talian Terus Mara Songsang

Jadual 1: Simbol-Simbol Komponen Penghidup Motor

BIL	SIMBOL	FUNGSI
1.		PUNAT TEKAN HIDUP / <i>PUSH BUTTON START</i> Menyambungkan bekalan ke litar kawalan.
2.		PUNAT TEKAN MATI / <i>PUSH BUTTON STOP</i> Memutuskan bekalan ke litar kawalan.
3.		SEDIA TUTUP / <i>NORMALLY CLOSE</i> N/C akan menjadi N/O apabila mendapat bekalan dan kembali kepada N/C apabila bekalan tidak diberikan.
4.		SEDIA BUKA / <i>NORMALLY OPEN</i> N/O akan menjadi N/C apabila mendapat bekalan dan kembali kepada N/O apabila bekalan tidak diberikan.
5.		SESENTUH / <i>CONTACTOR</i> Di dalamnya terdapat <i>coil</i> / gegelung, apabila bekalan diberikan ia akan <i>energize</i> dan akan menghasilkan medan magnet. Ia berfungsi untuk menghubungkan bekalan dan memutuskan bekalan secara automatik iaitu menghubungkan arus yang besar untuk menghidupkan motor.

BIL	SIMBOL	FUNGSI
6.		FIUS / FUSE Memutuskan litar apabila berlaku arus lebih.
7.		LAMPU PENUNJUK / INDICATOR LAMP Sebagai penunjuk kepada kefungisian sesuatu litar.
8.		GEGANTI BEBAN LAMPAU / OVER LOAD Memutuskan bekalan apabila berlaku beban lampau daripada memasuki motor.
9.		GEGANTI LEWAT MASA / TIMER Melambatkan dan mempercepatkan masa bagi menghidupkan sesuatu <i>contactor</i> .
10.		MOTOR Menggerakkan sesuatu beban dengan kaedah pusingan pada paksi tetap.

5.2) Litar Kawalan (*Control Circuit*)

- Melakukan penyambungan pengalir neutral daripada punca keluar pengasing untuk gegelung tanpa voltan untuk penyentuh, lampu pandu mara dan lampu pandu pelantik.
- Melakukan penyambung pengalir hidup untuk litar kawalan daripada punca keluar pengasing ke punca masuk pemutus litar kenit 6 (ampiar).
- Melakukan penyambungan pengalir hidup daripada punca keluar MCB ke punca masuk sesentuh sedia tutup geganti beban lampau.

NO. KOD	F432-005-2:2019-C04/KP(1/5)	Muka Surat: 26/28
---------	-----------------------------	-------------------

- d) Melakukan penyambungan pengalir hidup daripada punca keluar geganti beban lampau ke punca *common* punat tekan henti.
- e) Melakukan penyambungan pengalir hidup dari punca keluar punat tekan henti ke punca *common* punat tekan hidup, punca *common* sesentuh sedia buka penyentuh.
- f) Melakukan penyambungan pengalir hidup daripada punca keluar *common* sesentuh sedia buka penyentuh ke gegelung tanpa voltan penyentuh.
- g) Melakukan penyambungan pengalir (*load*) untuk lampu pandu mara dari punca keluar sesentuh sedia buka (2) penyentuh.
- h) Melakukan penyambungan pengalir (*load*) untuk lampu pandu pelantik dari punca keluar sesentuh sedia buka (98) geganti beban lampau.

5.3) Litar Utama (*Main Circuit*)

- a) Melakukan penyambungan dari MCB kawalan ke pengasing dua kutub.
- b) Melakukan penyambungan dari pengasing ke penyentuh.
- c) Melakukan penyambungan geganti beban lampau dengan penyentuh.
- d) Melakukan penyambungan geganti beban lampau dengan motor.

NO. KOD	F432-005-2:2019-C04/KP(1/5)	Muka Surat: 27/28
---------	-----------------------------	-------------------

SOALAN:

1. Berikan dua (2) jenis motor satu fasa.

2. Senaraikan tiga (3) perkara yang terdapat pada plat nama motor satu fasa.

3. Apakah fungsi penghidup pada motor?

4. Berikan tiga (3) jenis kawalan motor satu fasa.

5. Nyatakan fungsi-fungsi bagi komponen tersebut.

a) *Normally open:*

b) *Normally close:*

c) *Contactors:*

d) *Timer:*

NO. KOD	F432-005-2:2019-C04/KP(1/5)	Muka Surat: 28/28
---------	-----------------------------	-------------------

RUJUKAN:

1. A Manan, MD Nasir. (2007). *Panduan Pendawaian Elektrik Domestik I.E.E. Edisi 16 BS7671:1992 (Edisi Ketiga)*. IBS BUKU. ISBN 9789679501810.
2. Hanif, Abd Samad. (2004). *Pemasangan Dan Penyelenggaraan Elektrik* (Edisi Kedua). Kuala Lumpur, Malaysia: Dawama Sdn Bhd. ISBN 9836240632.
3. Suruhanjaya Tenaga Malaysia. *Standard Pendawaian Malaysia (Electrical Installations Of Buildings - MS IEC 60364)* Jabatan Standard Malaysia.
4. Hj. Yahya bin Emat. *Kawalan Motor Elektrik*. IBS Buku Sdn. Bhd. ISBN 9789679502176.



PUSAT BERTAULIAH
INTEM
INSTITUT TEKNIKAL MELAKA

INSTITUT TEKNIKAL MELAKA
LOT 21,22,23,
PUSAT PERNIAGAAN SEBANG JAYA,
BANDAR PULAU SEBANG SEKSYEN 2,
78000 ALOR GAJAH MELAKA

KERTAS PENERANGAN

KOD DAN NAMA PROGRAM	F432-005-2:2019 SINGLE PHASE ELECTRICAL INSTALLATION AND MAINTENANCE	
TAHAP	2	
KOD DAN TAJUK UNIT KOMPETENSI	F432-005-2:2019 - C04 SINGLE PHASE MOTOR AND MOTOR CONTROL	
NO. DAN PENYATAAN AKTIVITI KERJA	1. PREPARE SINGLE PHASE MOTOR AND MOTOR CONTROL INSTALLATION REQUIREMENTS. 2. PERFORM SINGLE PHASE MOTOR AND MOTOR CONTROL INSTALLATION AND TERMINATION. 3. PERFORM SINGLE PHASE MOTOR CONTROL TESTING AND COMMISSIONING.	
NO. KOD	F432-005-2:2019-C04/KP(2/5)	Muka Surat: 1/26

TAJUK:

KEPERLUAN PEMASANGAN LITAR KAWALAN MOTOR SATU FASA

TUJUAN:

Kertas Penerangan ini bertujuan untuk memberi kefahaman dan pengetahuan kepada pelatih tentang keperluan pemasangan litar kawalan motor satu fasa. Boleh mengenal pasti setiap komponen pemasangan litar kawalan motor satu fasa.

PENERANGAN:

Kawalan motor ialah satu sistem yang terdiri daripada gabungan beberapa peralatan yang bertujuan untuk mengawal pergerakan motor satu fasa.

1) JENIS-JENIS AKSESORI KAWALAN MOTOR SATU FASA (*TYPES OF SINGLE PHASE MOTOR CONTROL ACCESSORIES*)

Terdapat pelbagai jenis aksesori yang digunakan dalam kawalan motor. Di dalam litar penghidup terdapat pelbagai jenis komponen dengan berbagai fungsi dan kendalian. Setiap komponen ini mestilah dikenal pasti fungsi dan kegunaannya.

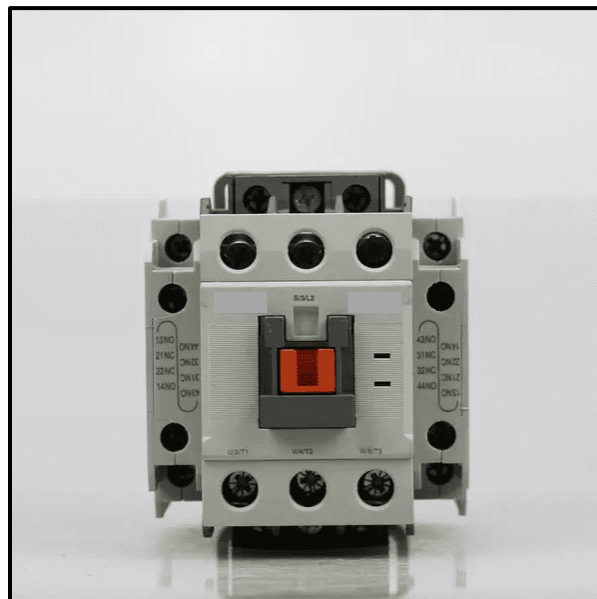
1.1) Penyentuh Magnet (*Magnetic Contactor*)

- a) Penyentuh ialah satu suis yang dikendalikan oleh satu elektromagnet. Elektromagnet mempunyai gelung di mana litarnya dilengkapi dengan satu punat tekan, suis had apung atau mana-mana alat kawalan yang lain. Ia ialah suis elektromagnet yang berfungsi menyambungkan atau memutuskan pengaliran arus elektrik dalam litar.
- b) Arus akan mengalir ke dalam gelung dan menghasilkan urat daya magnet yang mana akan menarik angker supaya ia bergerak daripada keadaan terbuka kepada tertutup. Sesentuh-sesentuh suis dihubungkan secara mekanikal ke angker supaya apabila angker bergerak kepada keadaan tertutup, ia juga akan menutup sesentuh tersebut.
- c) Terdapat beberapa faktor yang menyebabkan penyentuh tidak dapat bekerja dengan sempurna dan mengeluarkan bunyi bising ketika penyentuh sedang beroperasi. Antara sebab-sebab itu ialah:-
 - i) Voltan kendalian terlalu rendah.
 - ii) Gelung yang salah pemasangannya.
 - iii) Susunan antara angker dan pasangan magnet tidak lurus.

- iv) Kotor, karat dan lain-lain atas permukaan magnet. Ini menyebabkan angker tidak dapat menutup sepenuhnya.
- v) Bahagian-bahagian yang bergerak menghadapi kesukaran untuk berbuat demikian, oleh itu pergerakan bagi angker sepenuhnya terhalang.
- vi) Pemasangan penyentuh tidak betul.

1.2) Sesentuh (*Contacts*)

Sesentuh bagi penyentuh ialah bahagian pembawa arus yang terdekat kepada perlengkapan litar kuasa ke motor apabila penyentuh tertutup. Bahagian penyentuh yang tidak bergerak dilekatkan ke tapak penyentuh sementara bahagian sesentuh yang bergerak dicantumkan kepada satu bar atau pembawa sesentuh yang digerakkan oleh angker. Jika sesentuh itu membuka suis dinamakan sesentuh lazim buka (*Normally Open*), jika sesentuh itu tertutup sebelum penyentuh bertenaga ia dinamakan sesentuh lazim tutup (*Normally Close*). Rujuk Rajah 1.



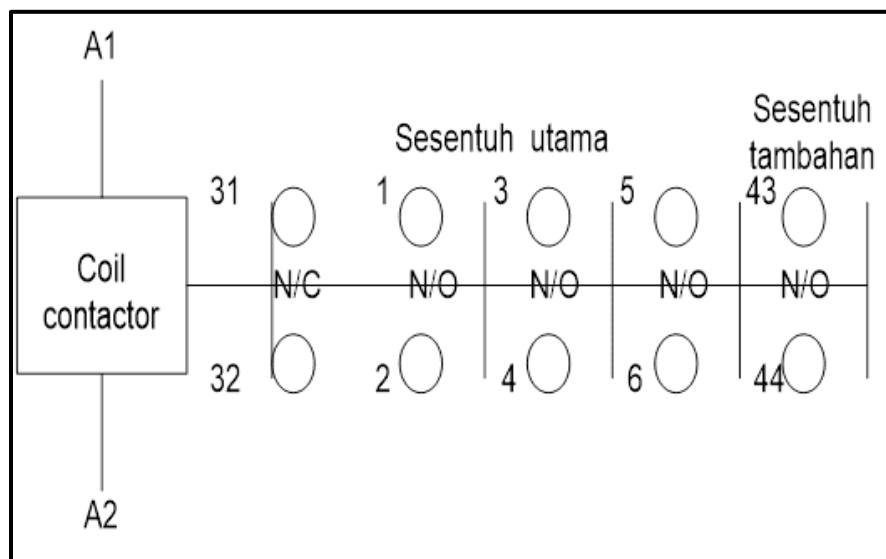
Rajah 1: *Contactors MEC*

a) Sesentuh lazim buka (*Normally Open*)

Sesentuh ini akan terbuka semasa penyentuh belum bertenaga. Pada kedudukan ini arus tidak akan mengalir ke dalam litar. Rujuk Rajah 2 bahagian utama *contactor*.

b) Sesentuh lazim tutup (*Normally Close*)

Sesentuh ini akan tertutup semasa penyentuh belum bertenaga. Arus akan mengalir dan akan berhenti apabila penyentuh sudah mendapat bertenaga. Rujuk Rajah 2 bahagian utama *contactor*.

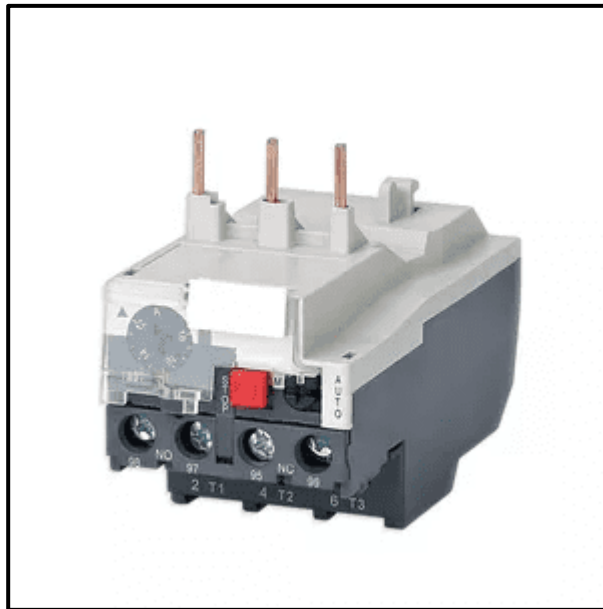


Rajah 2: Tiga Bahagian Utama *Contactor*

1.3) Ganti Beban Lampau (*Overload Relay*)

Untuk menghalang sesebuah motor elektrik daripada terbakar dan tahan lama, maka satu pelindung beban lampau perlu ada di dalam litar kawalan. Sesebuah motor elektrik jika dikendalikan melebihi daripada kadar keupayaannya akan terjadi beban lampau disebabkan oleh pemutaran mesin, voltan talian yang rendah atau talian yang terbuka dalam sistem berbagai-bagai fasa yang mana akan menghasilkan kendalian-kendalian sefasa. Semasa beban lampau berlaku pada sesebuah motor, ia akan mengambil arus yang berlebihan di mana akan menyebabkannya terlalu panas. Oleh sebab kepanasan yang terik akan

menyebabkan kerosakan penebat lilitan motor tersebut yang dengan sendirinya merosakkan motor itu. Untuk melindungi sesebuah motor daripada kepanasan maka satu geganti beban lampau seperti Rajah 3, dipasang di penghidup agar dapat memutuskan litar motor apabila lebihan arus berlaku. Geganti beban lampau bagi satu penghidup bekerja untuk melindungi sesuatu motor daripada mengeluarkan arus yang berlebihan. Geganti beban lampau jenis '*thermo*' - peka atau elemen magnet disambungkan sama ada terus ke talian motor atau secara tidak langsung melalui alat ubah. Geganti beban lampau bekerja untuk menghentikan tenaga elektrik terhadap penghidup atau menghentikan sesebuah motor itu apabila arus yang berlebihan melaluinya.



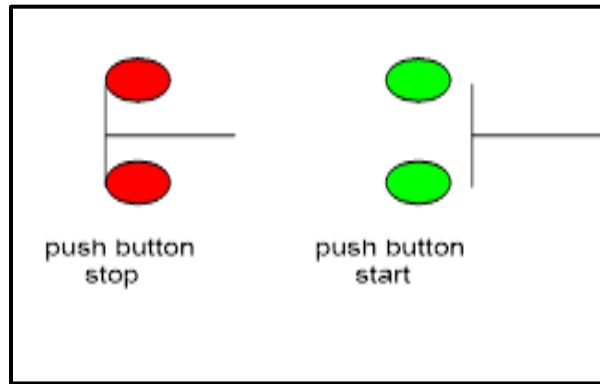
Rajah 3: Geganti Beban Lampau Jenis MEC (*Overload Relay*)

1.4) Punat Tekan (*Push Button*)

- a) Punat tekan hidup (*Push button start*)
 - i) Kebiasaannya berwarna hijau dan mempunyai 2 terminal seperti Rajah 4 dan Rajah 5, untuk tamatan kabel litar kawalan. Keadaannya mestilah boleh ditekan dan dilepaskan. Ia berfungsi untuk menyambungkan pengaliran arus elektrik dalam litar.
 - ii) Apabila punat ditekan, sesentuh akan tertutup dan menyambungkan pengaliran arus. Sebaliknya apabila punat dilepaskan sesentuh akan terbuka dan pengaliran arus terputus.
- b) Punat tekan mati (*Push button stop*)
 - i) Kebiasaannya berwarna merah dan mempunyai 2 terminal seperti Rajah 4 dan Rajah 5, untuk tamatan kabel litar kawalan. Keadaannya mesti boleh ditekan dan dilepaskan. Ia memutuskan pengaliran arus elektrik dalam litar.
 - ii) Apabila ditekan, sesentuh akan terbuka dan memutuskan pengaliran arus. Sebaliknya, apabila dilepaskan sesentuh akan tertutup dan menyambungkan pengaliran arus.



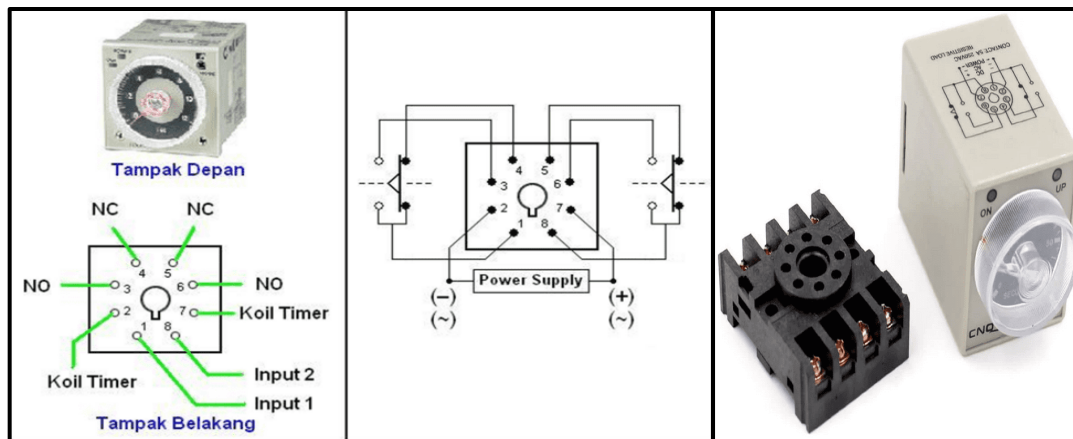
Rajah 4: *Push Button Start* (Hijau) Dan *Stop* (Merah)

Rajah 5: Simbol *Push Button Stop* Dan *Start*

1.5) Suis Pemasa (*Timer*)

Digunakan untuk menghidupkan dan mematikan litar secara automatik dan bergantung kepada masa yang ditetapkan seperti saat, minit, jam, mingguan atau bulanan. Alat ini akan beroperasi dengan bekalan arus terus dan arus ulang alik. Lazimnya suis ini digunakan untuk litar kawalan.

- a) Apabila bekalan dibekalkan pada gelung pemasa ia akan mula mengira masa yang ditetapkan. Setelah masa yang ditetapkan tiba semua sesentuh tambahannya akan dikendalikan iaitu daripada keadaan sentiasa terbuka kepada keadaan sentiasa tertutup (*NO-NC*) manakala keadaan sentiasa tertutup kepada keadaan sentiasa terbuka (*NC-NO*). Apabila bekalan diputuskan ia akan berhenti beroperasi dan sesentuh tambahannya akan menjadi seperti sediakala. Rajah 6 menunjukkan contoh *Timer Delay* dan litarnya.



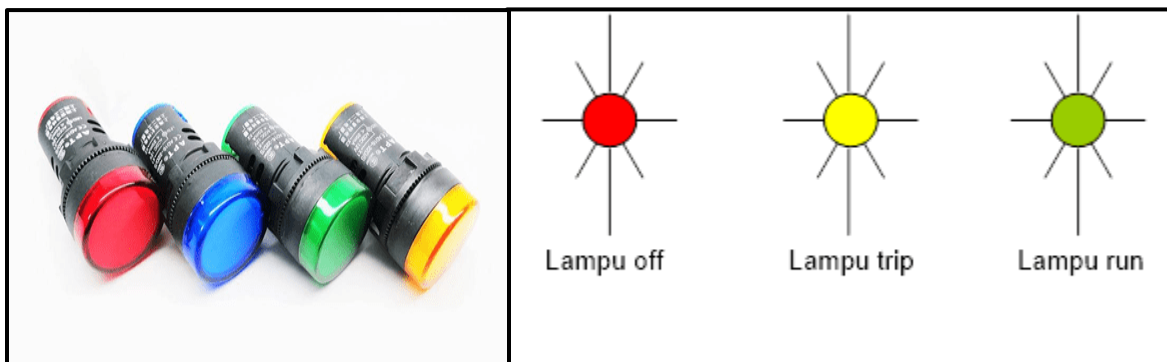
Rajah 6: Timer Delay Relay 12V

1.6) Lampu Pandu (*Pilot Lamp*)

Alat ini digunakan untuk memberi isyarat kepada pengguna dan penyelia panel kawalan tentang operasi litar kawalan seperti di Jadual 1 dan Rajah 7.

Jadual 1: Warna Dan Maksud Kod

Warna	Maksud kod warna
Merah	Stop, Trip, fasa merah
Kuning	Fasa kuning, pemanas (<i>Heater</i>)
Biru	Fasa biru
Hijau	ON, Run



Rajah 7: Warna Lampu Pandu Dan Simbol Bagi Menunjukkan Penghidup Sama
Ada OFF Trip Dan Run

1.7) Peranti Perlindungan (*Protection Device*)

- a) Arus lebihan dan pelindung arus lebihan
 - i) Arus lebihan berlaku apabila arus di dalam satu litar naik ke satu nilai yang lebih tinggi daripada biasa. Ini disebut litar pintas (kadang-kala sebahagian kerosakan tebatan lilitan motor juga menghasilkan arus lebihan yang terhad. Arus ini mampu membawa kepada litar pintas). Pelindung arus lebihan dibekalkan oleh fuis ataupun pemutus litar. Pelindung arus lebihan juga menjadi sebahagian komponen kawalan.
 - ii) Fuis terdiri daripada alat atau komponen yang kecil tetapi mempunyai fungsi yang besar untuk melindungi litar elektrik. Bekalan dan arus yang berlebihan daripada kadar keupayaan fuis yang dipasangkan pada litar elektrik akan menyebabkan fuis terputus. Apabila fuis terputus litar elektrik juga akan terputus bekalan voltannya dan secara tidak langsung menyelamatkan alat elektrik yang digunakan. Fuis juga berfungsi untuk memutuskan litar jika berlaku litar pintas pada litar elektrik.

2) SPESIFIKASI KABEL (*CABLE SPECIFICATION*)

Pemilihan kabel yang dipilih itu berupaya membawa tenaga elektrik dengan cekap. Kabel itu mestilah selamat digunakan pada tempatnya. Kabel yang dipilih itu seboleh-bolehnya hendaklah mengikut standard MS IEC 60364 dan mempunyai ciri-ciri keselamatan.

2.1) Saiz Kabel

- a) Litar utama kabel 2.5 mm PVC (PVK)

Kabel ini digunakan dalam membuat pendawaian bagi litar utama penghidup talian terus satu fasa tetapi bergantung kepada kuasa motor yang akan digunakan di mana saiz 2.5 mm ini ialah saiz yang paling minima bagi litar utama kawalan motor.
- b) Litar kawalan kabel 1.5 mm PVC (PVK)

Kabel ini digunakan dalam membuat pendawaian bagi litar kawalan penghidup talian terus kerana litar ini tidak menggunakan arus yang tinggi dalam kendaliannya.

2.2) Jenis Kabel

a) Kabel

Pengalir yang berpenebat dikenali sebagai kabel. Ia adalah bahan yang membentuk litar pada beban dalam sistem pemasangan elektrik. Kabel berupaya:

- i) Mengalirkan arus elektrik daripada bekalan kuasa ke dalam peralatan-peralatan elektrik atau mesin elektrik dengan selamat.
- ii) Menghalang berlakunya denyutan daya gerak elektrik apabila bersentuh padanya.
- iii) Kabel-kabel mempunyai kod warna yang telah ditetapkan seperti di dalam Jadual 2.

Jadual 2: Pengenalan Warna Kabel

FUNGSI KABEL	PENGENALAN WARNA
Pengalir perlindungan	Hijau dan kuning
Pengalir litar satu fasa	Merah / Hitam
Pengalir neutral	Hitam / Biru

b) Binaan

Kabel terbentuk dari 3 bahagian utama iaitu:

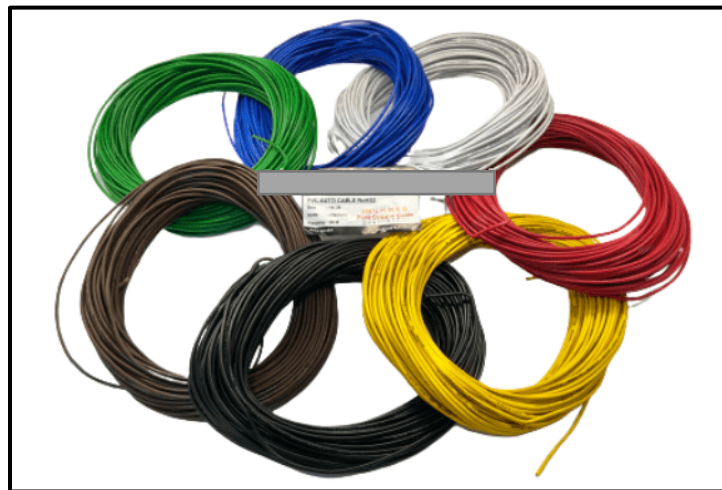
- i) Pengalir.
- ii) Penebat.
- iii) Pelindung mekanikal.

c) Pengalir / Teras

- i) Semua kabel mempunyai satu atau lebih teras yang diperbuat dari aluminium atau kuprum.
- ii) Pemilihan kuprum sebagai pengalir kerana ia mempunyai nilai rintangan yang rendah dan mudah di bentuk.
- iii) Ia berbentuk lembaran dawai. Tujuan pengalir dibuat berlembar supaya ia mudah dilenturkan semasa kerja dilakukan.

d) Kabel auto (*Auto Cable*)

Auto cable seperti di dalam Rajah 8, digunakan untuk litar kawalan penghidup motor elektrik dan litar voltan, arus, frekuensi, faktor kuasa dan geganti perlindungan yang terdapat di dalam papan suis utama. Saiz kabel bagi litar kawalan ialah 14/0.26mm.



Rajah 8: Contoh Kabel Auto

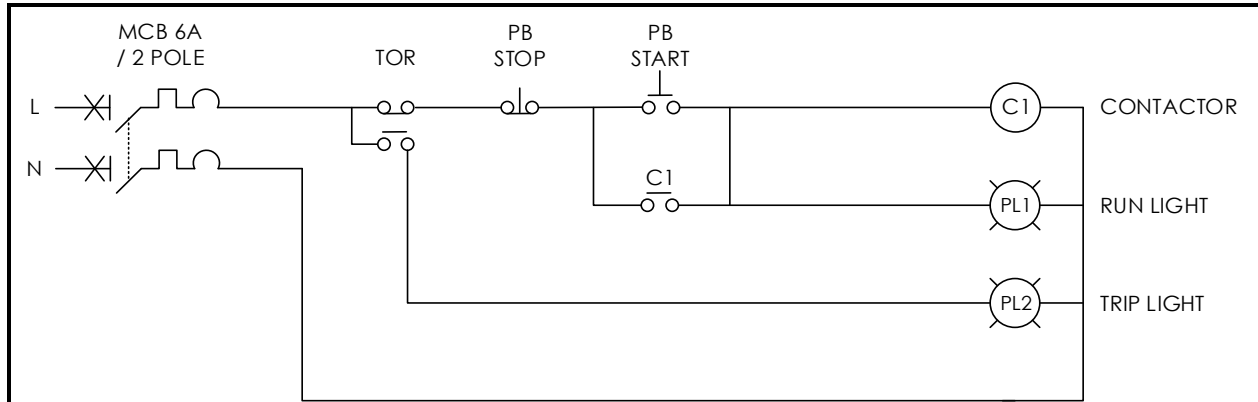
Contoh penggunaan *auto cable* seperti di dalam Rajah 9.



Rajah 9: Contoh Penggunaan *Auto Cable* Pada Panel Kawalan Motor

3) LUKISAN PEMASANGAN MOTOR TALIAN SATU FASA (*SINGLE LINE MOTOR INSTALLATION DRAWING*)

Motor dihidupkan secara mendapat bekalan terus dari voltan bekalan tanpa apa-apa perantaraan untuk mengurangkan arus atau voltan ke motor. Arus mula (*starting current*) adalah enam hingga lapan kali daripada arus kendalian normal. Penghidup jenis ini seperti Rajah 10, digunakan untuk motor yang berkadar 1-3hp untuk kegunaan penghawa dingin, penghembus udara dan lain-lain. Motor yang lebih besar tidak sesuai menggunakan penghidup jenis ini kerana boleh mengganggu sumber bekalan beban-beban lain. Terdapat juga motor yang besar menggunakan penghidup jenis ini dalam bangunan yang mempunyai jana kuasanya sendiri. Penghidup jenis ini menggunakan satu penyentuh (*contactor*) dan satu geganti haba untuk melindungi motor dari beban lebihan.



Rajah 10: Litar Kawalan Penghidup Talian Terus
(*Direct On Line Starter*)

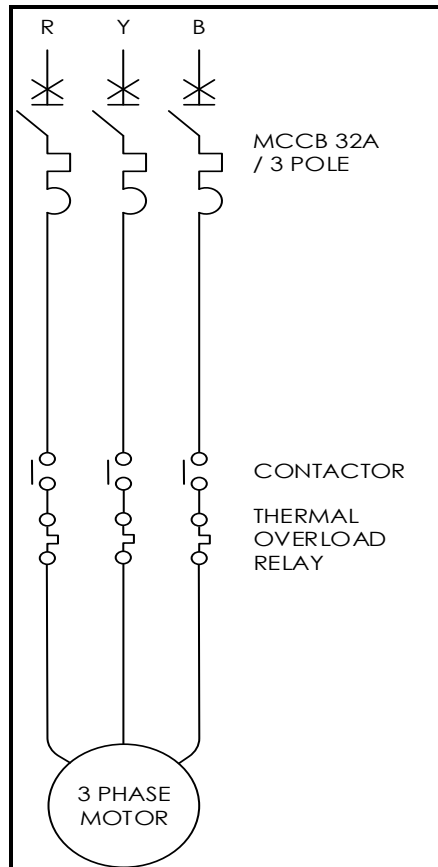
Prinsip kendalian penghidup talian terus

- Apabila punat tekan hidup ditekan litar lengkap terjadi dari pengalir hidup ke neutral, arus masuk melalui litar kawalan terus ke gegelung menjadi bertenaga elektromagnet (*Energised*) dan menarik semua sesentuh.
- Apabila punat tekan hidup (*Start button*) dilepaskan, arus masih boleh mengalir melalui sesentuh tambahan sedia buka pada penyentuh itu. Tujuan sesentuh tambahan adalah sebagai kontak pemegang (*Holding Contact*).
- Motor atau beban yang disambung boleh beroperasi kerana bekalan masuk melalui litar utama terus ke motor.
- Untuk memberhentikan motor tekan punat tekan henti (*Stop Button*). Gegelung tidak menerima bekalan dan tidak bertenaga. Begitu juga dengan motor kerana tidak menerima bekalan dari litar utama.
- Kegunaan *overload contact* ialah untuk memutuskan litar kawalan jika berlakunya litar pintas, beban lebih pada litar utama atau motor.
- Perlindungan lain yang dipasang dalam litar penghidup ini ialah MCB atau fius kawalan (*Control Fuse*).

- Gegelung dipanggil *no volt coil* kerana ia tidak akan *energised* jika voltan tidak cukup dan perlu ditekan *start button* semula bila berlaku gangguan bekalan.

3.1) Litar Utama (*Main Circuit*)

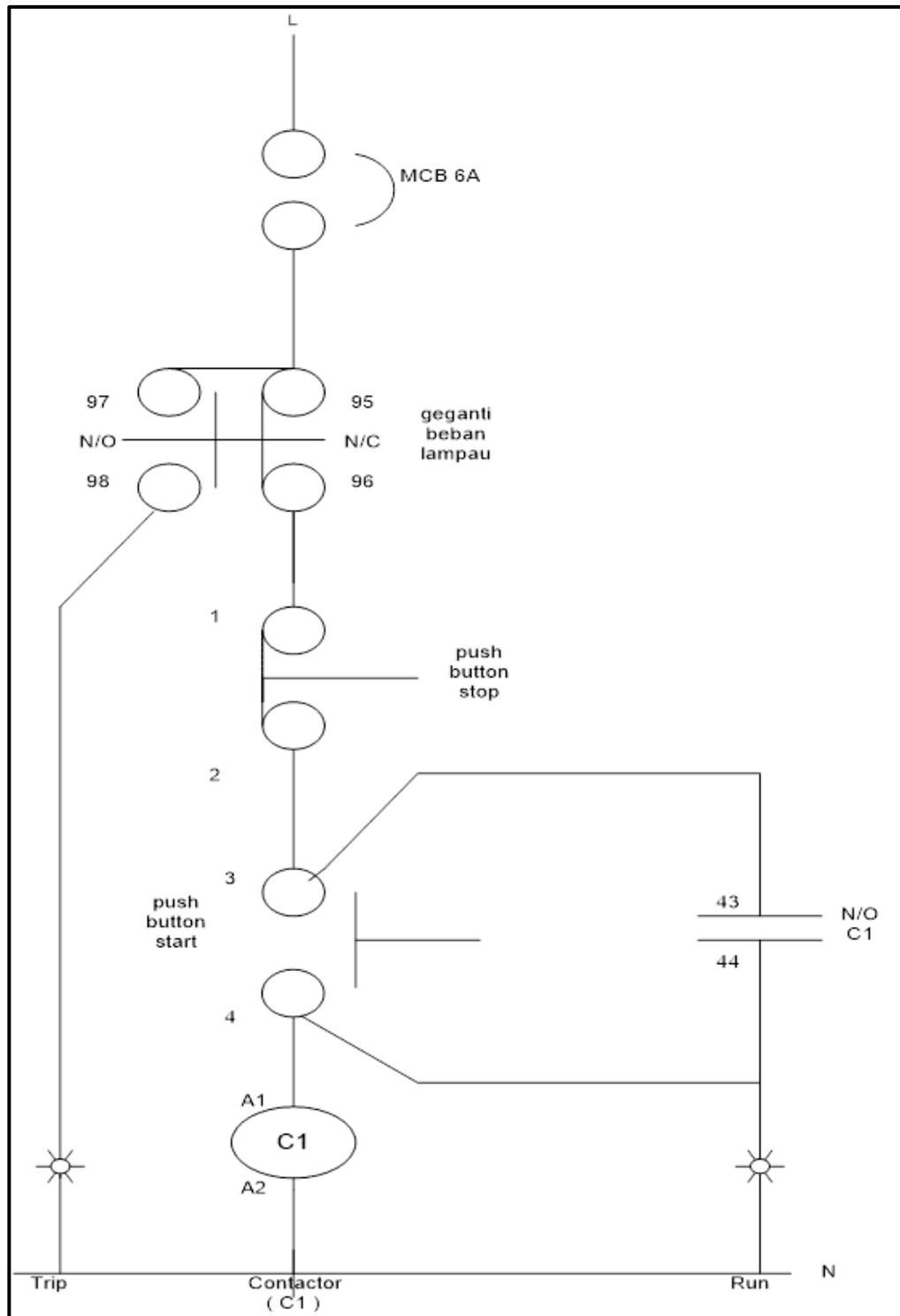
Rajah 11 menunjukkan litar utama penghidup talian terus satu fasa.



Rajah 11: Litar Utama Penghidup Talian Terus Satu Fasa

3.1) Litar Kawalan (*Control Circuit*)

Rajah 12 menunjukkan litar kawalan penghidup talian terus satu fasa.



Rajah 12: Litar Kawalan Penghidup Talian Terus Satu Fasa

4) PERALATAN PEMASANGAN MOTOR SATU FASA (*SINGLE PHASE MOTOR AND MOTOR CONTROL INSTALLATION TOOLS AND EQUIPMENT*)

Kerja-kerja pendawaian elektrik memerlukan beberapa alatan tangan khas di samping perkakas kerja berkuasa elektrik atau bateri. Dengan menggunakan perkakas yang betul dan sesuai akan membolehkan kita membuat kerja dengan sempurna dan pantas.

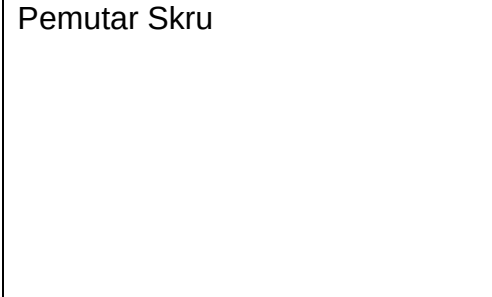
4.1) Alat Tangan (*Hand Tools*)

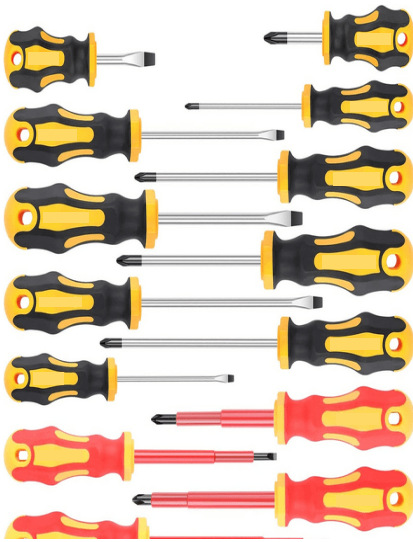
Pemilihan alatan tangan penting sebelum sesuatu kerja atau proses pemasangan dilakukan bagi mengelakkan kemalangan disebabkan oleh kurang mahir dalam pengendalian dan kurang pengetahuan. Oleh itu pemilihan alatan tangan sangat penting seperti yang dinyatakan seperti di Jadual 3.

Jadual 3: Jenis-Jenis Alat Tangan

BIL	GAMBAR ALAT	FUNGSI
a)		Pita pengukur digunakan untuk menyukat dan menanda jarak dengan pensel. Selain itu, alat ini berfungsi dalam menguji jarak antara tanda-tanda dan menyelaraskan jarak tolak.
b)		Alat ini digunakan untuk menguji dan mengesan kebocoran arus dan wayar hidup.

NO. KOD	F432-005-2:2019-C04/KP(2/5)	Muka Surat: 17/26
---------	-----------------------------	-------------------

BIL	GAMBAR ALAT	FUNGSI
c)	Playar Pemotong Sisi 	Pemotong sisi alat ini digunakan untuk memotong wayar elektrik dan lebihan wayar pada punca tamatan.
d)	Playar Muncung Tirus 	Alat ini digunakan untuk membentuk kaki komponen, memotong dawai, memegang benda kecil dan memasukkan komponen di ruang yang sempit.
e)	Playar Gabung 	Alat ini digunakan untuk memegang, mencengkam, memotong, membentuk dan membengkok wayar.
f)	Cutter Kabel 	Alat ini digunakan untuk memotong kabel.
g)	Pemutar Skru 	Pemutar skru ialah sejenis alat yang digunakan bagi memasang skru. Alat ini terdiri daripada sebatang bilah yang

BIL	GAMBAR ALAT	FUNGSI
		berfungsi mengetatkan atau melonggarkan kepala skru atas permukaan bergantung kepada arah pusingan yang dikenakan, serta pemegang disatu hujung yang lainnya bagi memudahkan pengguna.
h)	Penjalur Wayar 	Alat ini mempunyai dua bahagian yang berbeza fungsi. Mata pemotong dawai digunakan untuk memotong wayar atau dawai dan rahang menanggalkan penebat untuk menjalur wayar atau membuang penebat wayar dengan kemas.

4.2) Alat Kuasa (*Power Tools*)

Peralatan tangan perlu disenggarakan supaya sentiasa dalam keadaan baik manakala perkakas pemotong dipastikan tajam dan mempunyai penutup perlindungan. Untuk keselamatan ketika bekerja pilihlah alatan tangan yang bahagian pemegangnya mempunyai penebat elektrik. Peralatan tangan perlu digunakan mengikut fungsi yang betul seperti di dalam Jadual 4, supaya kabel dan aksesori tidak mengalami kerosakan.

Jadual 4: Jenis – Jenis Alatan Tangan Kuasa

BIL	GAMBAR ALAT	FUNGSI
a)	<i>Battery Drill (Cordless Hand Drill)</i> 	Antaranya membuka dan mengetatkan skru, menggerudi kayu, membuat lubang pada permukaan konkrit dan banyak lagi. Gerudi tangan elektrik juga memang senang untuk digunakan walaupun untuk mereka baru dalam bidang bertukang.
b)	<i>Hand Drill</i> 	Alat ini digunakan untuk kerja-kerja menebuk di permukaan kayu, simen dan logam, operasi kendalian menggunakan kuasa elektrik 240V dan juga boleh laras sama ada untuk menebuk kayu, simen dan logam.

5) PERALATAN PENGUJIAN MOTOR DAN KAWALAN MOTOR SATU FASA (SINGLE PHASE MOTOR AND MOTOR CONTROL TESTING EQUIPMENT)

Alat-alat pengujian yang digunakan untuk pengujian ke atas litar motor ialah:

- i) Jangka ohm (*Ohm meter*) / jangka pelbagai (Multimeter). Digunakan untuk melakukan pengujian keterusan dan kekutuban.
- ii) Alat penguji rintangan penebatan (*Insulation Resistance Tester*). Digunakan untuk melakukan pengujian rintangan penebatan.
- iii) Lampu penguji. Digunakan untuk ujian kekutuban dan keterusan bagi penghidup dalam keadaan litar hidup.

5.1) Multimeter

Multimeter seperti Rajah 13, digunakan sebagai alat ukur dan alat uji. Ia digunakan untuk mengukur sesuatu kuantiti seperti arus, voltan dan rintangan pada satu-satu litar elektrik dan elektronik.

- a) Kuantiti-kuantiti tersebut diukur dengan menggunakan tiga alat ukur yang berlainan seperti *volt meter*, *ampere meter*, dan *ohm meter*.
- b) Fungsi pengukuran, terdapat 3 fungsi utama:
 - i) Mengukur kerintangan pada perintang - *Ohm Meter* (Ω).
 - ii) Mengukur kuantiti voltan bekalan mengukur beza upaya pada sesuatu litar - *Volt Meter* (V).
 - iii) Mengukur kuantiti arus yang mengalir pada sesuatu litar - *Ampere Meter* / Ammeter (A).



Rajah 13: Alat Uji Multimeter

5.2) *Clamp Meter*

Amprobe seperti Rajah 14, ialah alat yang direka khas untuk mengukur arus, voltan dan rintangan.

- a) Keistimewaan alat ini ialah ia boleh mengukur arus secara terus tanpa perlu disambung secara siri di dalam litar. Voltan dan rintangan diukur dengan menggunakan '*probe wire*' yang disediakan di mana kaedahnya adalah sama dengan menggunakan multimeter.
- b) Alat ini mempunyai *Tong* (pengapit) yang boleh digerakkan untuk mengapit pengalir. Apabila pengalir yang membawa arus elektrik dikapit, medan magnet yang mengelilingi pengalir akan mengaruh ke dalam pengapit yang mempunyai besi lembut. Arus aruhan ini akan menggerakkan jarum penunjuk untuk memberikan bacaan arus elektrik. Konsep bekerja yang digunakan oleh *clamp on meter* adalah sama dengan pengubah arus.



Rajah 14: Alat Uji *Clamp Meter*

5.3) *Insulation Resistance Tester*

Meter *megger* seperti Rajah 15, ialah alat untuk menguji rintangan penebatan. Meter *megger* adalah dari reka bentuk ohm meter. Jika litar terbuka, tiada arus mengalir. Jarum penunjuk akan menunjukkan pada skala infiniti (∞). Jika litar mempunyai rintangan yang sangat rendah, jarum penunjuk akan menunjuk ke arah sifar. Sekiranya rintangan tersangat rendah, kemalangan elektrik seperti kebocoran elektrik, renjatan elektrik, kebakaran elektrik boleh berlaku. Rintangan penebatan yang tinggi adalah lebih baik dan selamat digunakan. Unit dalam rintangan penebatan ialah Mega Ohm (MO).



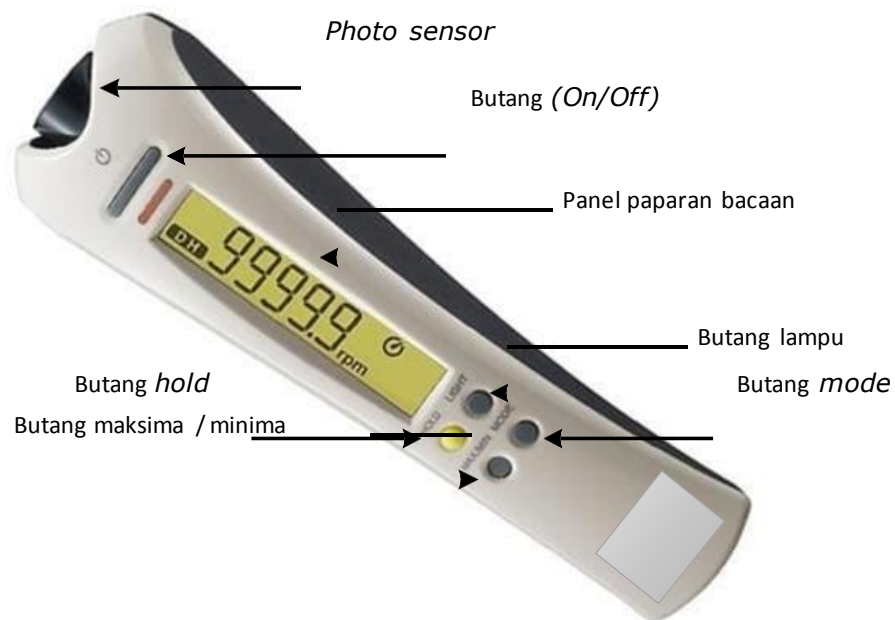
Rajah 15: Alat uji *Insulation Resistance Tester*

5.4) *Tachometer*

Alat penguji *tachometer* seperti Rajah 16, digunakan untuk melakukan ujian mengukur kelajuan di mana peranti mekanikal berputar yang kebiasaannya ditunjukkan dalam unit *revolutions per minute* (rpm). Ia digunakan untuk mengukur kelajuan pusingan motor elektrik.

NO. KOD	F432-005-2:2019-C04/KP(2/5)	Muka Surat: 23/26
---------	-----------------------------	-------------------

- a) Terdapat 2 jenis penggunaan alat penguji *tachometer*, iaitu melalui sentuhan (*contact measurement*) dan tanpa sentuhan (*Non Contact Measurement- Photo Sensor*).
- b) Fungsi pengukuran mengukur pusingan kelajuan motor elektrik dalam unit *Revolutions Per Minute (RPM)*.
- c) Langkah keselamatan penggunaan alat penguji kelajuan pusingan motor (*Tachometer Tester*).
- d) Sebelum melakukan pengukuran, pakai pakaian perlindungan diri dan pastikan rambut dan pakaian anda tidak terjerat oleh objek berputar.
- e) Jangan sekali-kali menyentuh objek berputar semasa pengukuran.
- f) Prosedur penggunaan alat penguji kelajuan pusingan motor
 - i) Hidupkan motor elektrik sehingga *shaft* berputar laju.
 - ii) Pilih *mode* pengukuran dan pilih *rotation speed measurement* iaitu *revolutions perminute (rpm)*, *revolutions per second (rps)*, *rotation count measurement (counts)* dan *interval measurement (milliseconds)* untuk membuat pengujian.
 - iii) Halakan bahagian *photo sensor* alat penguji *tachometer* ke *reflective tape* yang ditampalkan pada *shaft* motor elektrik yang sedang berputar.
 - iv) Dapatkan bacaan 10 – 20 saat dalam unit dikehendaki.
 - v) Tekan butang *hold* pada alat penguji bagi mendapatkan bacaan yang tepat.
 - vi) Rujuk Rajah 16 bagi kaedah pengujian.

Gambar Alat Penguji **Tachometer**Gambarajah Pengujian **Tachometer**Rajah 16: Alat Uji **Tachometer** Dan Cara Pengujiannya

NO. KOD	F432-005-2:2019-C04/KP(2/5)	Muka Surat: 25/26
---------	-----------------------------	-------------------

SOALAN:

1. Nyatakan fungsi penyentuh magnet yang digunakan dalam alat kawalan motor.

2. Berapakah saiz kabel yang digunakan pada litar utama kawalan motor satu fasa?

3. Namakan dua (2) litar kawalan yang digunakan dalam mengawal operasi sesuatu litar motor elektrik satu fasa.

4. Berikan tiga (3) jenis alat uji yang digunakan untuk pengujian pada pemasangan motor satu fasa.

5. Berikan dua (2) jenis alat tangan yang digunakan untuk pemasangan litar kawalan.

NO. KOD	F432-005-2:2019-C04/KP(2/5)	Muka Surat: 26/26
---------	-----------------------------	-------------------

RUJUKAN:

1. Abd Samad Hanif (1994). *Akta Bekalan Elektrik 1990 Dan Peraturan-Peraturan IEC*. Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur.
2. Abdul Samad Bin Hanif (1988). *Pemasangan Dan Penyelenggaraan Elektrik*. Dewan Bahasa Dan Pustaka. ISBN 9836200290.
3. Suruhanjaya Tenaga Malaysia. *Standard Pendawaian Malaysia (Electrical Installations Of Buildings - MS IEC 60364)* Jabatan Standard Malaysia.
4. Hj. Yahya bin Emat. *Kawalan Motor Elektrik*. IBS Buku Sdn. Bhd. ISBN 9789679502176.
5. Undang-Undang Malaysia. (2005). *Akta Bekalan Elektrik 1990 Dan Peraturan-Peraturan Elektrik 1994*, Pindaan sehingga 2005. MDC Publisher Sdn Bhd Malaysia.
6. Suruhanjaya Tenaga Malaysia. *Standard Pendawaian Malaysia (Electrical Installations Of Buildings - MS IEC 60364)* Jabatan Standard Malaysia.
7. The Institution of Electrical Engineers (1998). *Peraturan-Peraturan Bagi Pemasangan Elektrik, Edisi 16*. Golden Books Centre Sdn Bhd.



PUSAT BERTAULIAH
INSTEM
INSTITUT TEKNIKAL MELAKA

INSTITUT TEKNIKAL MELAKA
LOT 21,22,23,
PUSAT PERNIAGAAN SEBANG JAYA,
BANDAR PULAU SEBANG SEKSYEN 2,
78000 ALOR GAJAH MELAKA

KERTAS PENERANGAN

KOD DAN NAMA PROGRAM	F432-005-2:2019 SINGLE PHASE ELECTRICAL INSTALLATION AND MAINTENANCE	
TAHAP	2	
KOD DAN TAJUK UNIT KOMPETENSI	F432-005-2:2019 - C04 SINGLE PHASE MOTOR AND MOTOR CONTROL	
NO. DAN PENYATAAN AKTIVITI KERJA	1. PREPARE SINGLE PHASE MOTOR AND MOTOR CONTROL INSTALLATION REQUIREMENTS. 2. PERFORM SINGLE PHASE MOTOR AND MOTOR CONTROL INSTALLATION AND TERMINATION. 3. PERFORM SINGLE PHASE MOTOR CONTROL TESTING AND COMMISSIONING.	
NO. KOD	F432-005-2:2019-C04/KP(3/5)	Muka Surat: 1/15

TAJUK:

PEMASANGAN KAWALAN MOTOR SATU FASA

TUJUAN:

Kertas Penerangan ini bertujuan untuk memberi kefahaman dan pengetahuan kepada pelatih tentang pemasangan kawalan motor satu fasa dan prosedur pemasangan kawalan motor satu fasa.

NO. KOD	F432-005-2:2019-C04/KP(3/5)	Muka Surat: 2/15
---------	-----------------------------	------------------

PENERANGAN:

Dalam menjalankan kerja-kerja yang berkaitan dengan motor elektrik, adalah penting bagi setiap individu mengetahui dan boleh mentafsirkan terma-terma yang terdapat atau digunakan dalam kerja tersebut. Pada sebarang alatan elektrik pun, terdapat spesifikasi yang telah ditetapkan oleh pengeluar begitu juga dengan motor elektrik. Pada kebiasaannya terdapat sekeping plat logam yang dilekatkan pada motor, yang mengandungi data ciri-ciri elektrik bagi menjadi rujukan kepada pekerja yang terlibat dengan kerja-kerja pemasangan motor elektrik. Spesifikasi data elektrik tersebut amat penting dalam kerja-kerja pemasangan bagi menentukan saiz konduit, *wire* dan jenis perlindungan yang sesuai untuk diaplikasikan.

1) FAKTOR KESTABILAN PEMASANGAN MOTOR

Terdapat dua faktor utama bagi melancarkan pergerakan sesebuah motor iaitu:

1.1) Penjajaran Motor (*Alignment*)

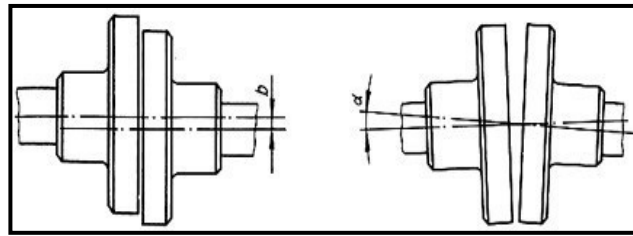
Penjajaran motor diperlukan semasa proses pemasangan motor, ia memusatkan antara pam dan aci motor bagi mengurangkan gegaran semasa memulakan operasi motor.

1.2) Pendakap Motor (*Mounting*)

Pendakap motor ialah alat untuk menempatkan sesebuah motor bertujuan bagi memastikan motor tidak akan bergerak semasa dihidupkan serta mengurangkan gegaran motor.

- a) Pemasangan penjajaran motor dan pendakap motor diperlukan semasa proses pemasangan motor, ia memusatkan antara pam dan aci motor bagi mengurangkan gegaran semasa memulakan operasi motor. Oleh itu, terdapat keperluan untuk memusatkan pam dan motor. Operasi ini dilakukan pada plat biasa dengan melaraskan kedudukan mereka menggunakan gasket. Walau bagaimanapun, penyelarasan mungkin terjejas:
 - i) Semasa pengangkutan.
 - ii) Apabila ubah bentuk plat asas yang diperbuat daripada ketebalan kecil.
 - iii) Daripada penuaan logam.
 - iv) Sekiranya tidak mematuhi plat unit ke asas.

NO. KOD	F432-005-2:2019-C04/KP(3/5)	Muka Surat: 3/15
---------	-----------------------------	------------------

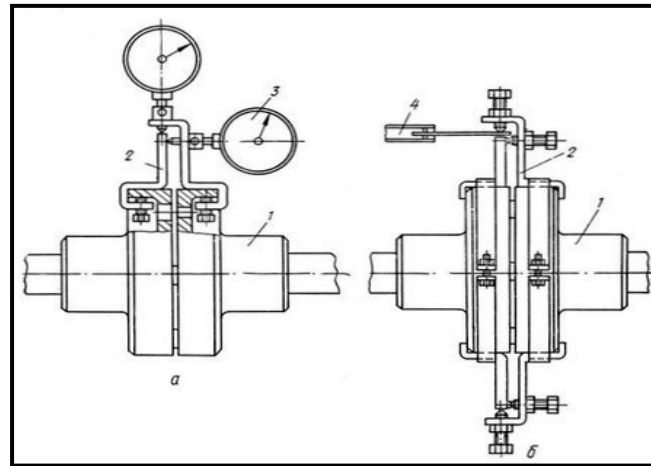


Rajah 1: Sisihan Daripada Penjajaran Aci

- Mengimbangi dalam satah mendatar. Paksi kekal selari.
 - Mengimbangi dalam satah menegak. Gempa melintang.
- b) Dalam kedua-dua kes seperti Rajah 1, apabila nilai tertentu melebihi, unit akan beroperasi dengan tidak normal:
- i) Terdapat bunyi bising.
 - ii) Terdapat getaran.
 - iii) Penggunaan kuasa semakin meningkat.
 - iv) Galas berlebihan.
 - v) Gandingan dipanaskan.
- c) Butiran motor elektrik dan pam dengan penyimpangan sedemikian memakai lebih cepat daripada biasanya. Kelajuan dan berat bahagian berputar mempengaruhi nilai penyimpangan yang dibenarkan daripada penjajaran *shafts*.
- d) Terdapat beberapa cara untuk memusatkan pam dan pam motor. Cara paling moden ialah penggunaan peralatan laser. Peranti sedemikian membolehkannya, menjamin penjajaran yang tepat bagi aci motor dan pam (atau peralatan lain). Walau bagaimanapun, disebabkan kos tinggi alat laser, kaedah pemusat tradisional masih digunakan dengan jayanya.
- e) Proses penjajaran pam dan bahagian gandingan motor.
- i) Pertama, perlu menentukan pam dan aci motor yang perlu disesuaikan.
 - ii) Kemudian dua wayar 15 sentimeter dipasang pada kedua-dua aci supaya kedudukan mereka tepat tegak pada paksi.
 - iii) Kemudian wayar adalah bengkok berbentuk g ke arah satu sama lain supaya jurang kecil 2-3 mm kekal di antara hujungnya.
 - iv) Sekarang anda perlu memutar aci dan memastikan bahawa kedudukan wayar relatif terhadap satu sama lain tidak berubah.

NO. KOD	F432-005-2:2019-C04/KP(3/5)	Muka Surat: 4/15
---------	-----------------------------	------------------

- v) Sekiranya ini berlaku dan jarak di antara hujung dawai bertambah atau berkurangan (secara mendatar atau menegak), adalah perlu untuk meletakkan *shims* dalam gandingan. Ulangi sehingga penjaran disesuaikan.



Rajah 2: Penjaran Aci Motor

- f) Penjaran pam dan aci motor seperti Rajah 2, mestilah dijalankan dengan mematuhi peruntukan asas yang berikut:
- Dalam unit dengan kotak gear, elemen utama ialah kotak gear. Ia dipasang, mengesahkan pemasangan yang betul dan tetap dengan pin.
 - Motor elektrik, pam dan gandingan cecair berpusat pada kotak gear.
 - Dalam peranti dengan gandingan bendalir, pam dan motor elektrik berpusat pada gandingan bendalir, sebelum ia ditentukan terlebih dahulu.
 - Dalam unit di mana tiada *gearbox*, penyelarasan dilakukan oleh pam, sebelum ditentukan ukur dan ditetapkan.
- g) Memusatkan unit tanpa plat biasa dilakukan dalam dua peringkat:
- Sebelum memasang *bolt* untuk asas.
 - Selepas menetapkan pam ke asas.
 - Untuk memusatkan unit yang mempunyai plat asas biasa, perlu menghasilkannya selepas penjaran dan mengetatkan *bolt*.

NO. KOD	F432-005-2:2019-C04/KP(3/5)	Muka Surat: 5/15
---------	-----------------------------	------------------

2) PROSEDUR PEMASANGAN MOTOR ELEKTRIK

Peraturan (MS IEC 60364) Bagi Motor

- (476 – 7) Setiap motor mestilah mengadakan suis pemencil bagi memutuskan bekalan ke motor, ke pemula motor, ke litar kawalan dan sebagainya. Pemencil ini hendaklah dipasang di tempat yang mudah dicapai.
- (473 – 2) Peranti pelindung boleh disambungkan ke mana-mana litar di sepanjang pengalir litar akhir motor dengan syarat tiada cabangan litar. Oleh itu peranti ini boleh dipasang di dalam pemula.
- (473 – 6) Pelindung litar pintas hendaklah dipasang di tempat berlakunya penurunan keupayaan membawa arus iaitu di papan agihan. Peranti pelindung ini boleh juga dipasang pada bahagian beban dengan syarat jarak di antara peranti pelindung litar pintas dan titik mula keupayaan membawa arus mula menurun tidak melebihi 3 m.
- (552 – 1) Kadaran arus kabel yang digunakan untuk membawa arus permulaan, arus pemecutan dan arus beban motor hendaklah sekurang-kurangnya sama dengan kadaran arus beban penuh.
- (552 – 2) Saiz kabel bagi menyuap pemutar motor aruhan gelang gelincir atau motor aruhan berpenukartertiban hendaklah sesuai untuk menanggung arus permulaan dan arus beban penuh kerana arus ini lebih besar daripada arus di pemegun.
- (552 – 3) Motor yang berkadar lebih daripada 0.37 KW hendaklah mempunyai alat kawalan yang mempunyai pelindung arus lebih (beban lampau) bagi melindungi motor dan kabel antara alat kawalan itu dan motor.

NO. KOD	F432-005-2:2019-C04/KP(3/5)	Muka Surat: 6/15
---------	-----------------------------	------------------

(552 – 4) Setiap motor elektrik memerlukan alat kawalan yang berikut:

- i) Alat untuk mengelakkan motor daripada dihidupkan secara automatik selepas kegagalan bekalan. Ketetapan ini bertujuan bagi mengelakkan bahaya apabila motor dihidupkan secara mengejut sebaik sahaja bekalan dipulihkan semula (gunakan pelindung tanpa voltan) kecuali di tempat-tempat tertentu yang tidak membahayakan, motor ini boleh dihidupkan secara automatik. Misalnya motor untuk kipas siling.
- ii) Jika terdapat lebih dari satu cara kawalan yang digunakan untuk memberhentikan motor, ketika berlaku keadaan yang bahaya, kesemua alat yang boleh memberhentikan motor itu hendaklah disetkan semula sebelum motor itu boleh dihidupkan.
- iii) Mengadakan suis pemencil. Suis pemencil itu hendaklah dipasang di tempat yang sesuai (dekat dengan motor). Jika alat itu jauh dari motor, alat pemencil tambahan atau alat utama yang boleh dikunci dalam keadaan 'mati' perlu dipasang untuk menjamin keselamatan pengasingan litar semasa memperbaiki motor itu.

2.1) Keperluan Tempat

Aplikasi sistem pengagihan yang digunakan dalam perindustrian besar dan komersial boleh menjadi lebih kompleks. Punca kuasa boleh diagihkan melalui papan suis pelbagai, transformer dan papan panel. Aplikasi ini digunakan untuk pelbagai kegunaan contohnya sebagai pemanas, penyejuk, pencahayaan dan bagi kegunaan jentera bermotor.

a) Saiz panel kawalan

Rajah 3 menunjukkan contoh saiz penel kawalan motor yang biasa digunakan.

NO. KOD	F432-005-2:2019-C04/KP(3/5)	Muka Surat: 7/15
---------	-----------------------------	------------------



Rajah 3: Panel Kawalan Motor

i) Asas kawalan motor

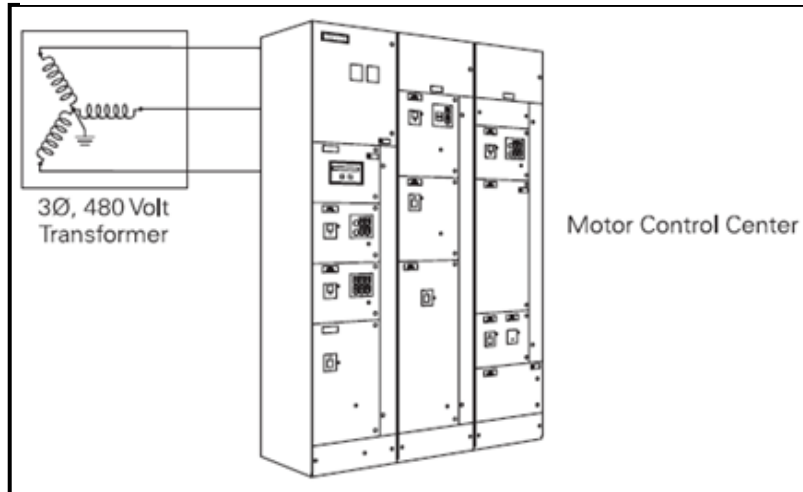
Terdapat sistem kawalan motor apabila motor digunakan. Dalam asas-asas komponen kawalan, anda telah mempelajari bagaimana pelbagai jenis produk kawalan digunakan untuk mengawal operasi setiap motor.

- Asas ini terdapat pada motor kawalan ulang-alik (AC motor) contohnya digunakan untuk menghidupkan dan mematikan kawalan motor (*ON / OFF*). Ini dicapai apabila ia menggunakan satu pemula penggerak yang mengandungi sesentuh dan geganti beban lebih di mana penyentuh dalam keadaan tutup untuk menghidupkan motor manakala dalam keadaan buka untuk mematikan motor.
- Gerakan secara elektro mekanikal ini menggunakan punat tekan '*ON*' dan '*OFF*' ataupun peralatan berasaskan wayar untuk mengawal sesentuh tersebut. Geganti beban lebih melindungi motor tersebut dengan memutuskan bekalan kuasa yang disalurkan pada motor tersebut apabila wujudnya beban lebih.
- Beban lebih ini terjadi secara automatik apabila sebuah alat pengangkut terhenti secara tiba-tiba. Walaupun geganti beban lebih melindungi daripada terjadinya beban lebih, ia tidak menyediakan perlindungan litar pintas bagi sesuatu pendawaian yang menyalurkan kuasa pada sesuatu motor. Atas sebab ini, *circuit breaker* atau fius kadang kala digunakan.

NO. KOD	F432-005-2:2019-C04/KP(3/5)	Muka Surat: 8/15
---------	-----------------------------	------------------

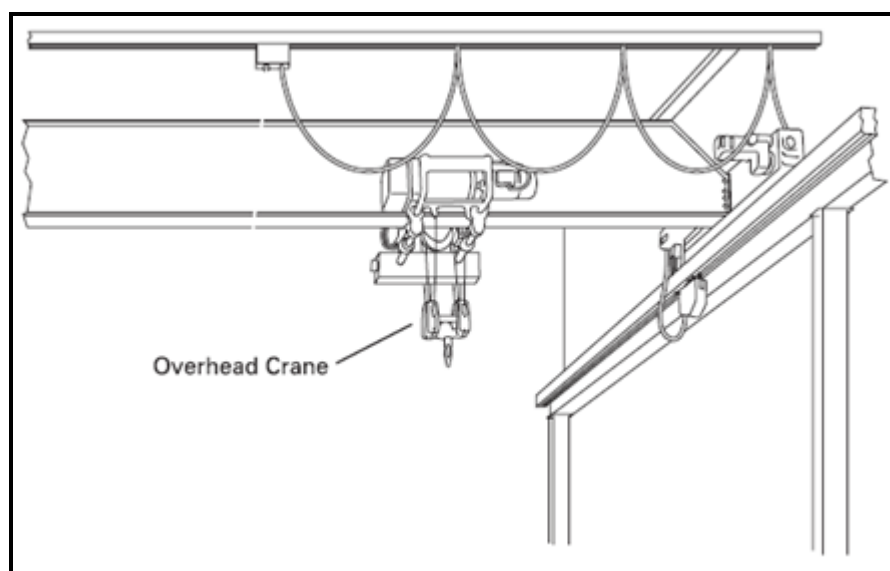
2.2) Keadaan Tempat

- a) Beberapa kelebihan menggunakan pusat kawalan motor seperti Rajah 4 ialah:-
- i) Pendawaian dan pemasangan yang cepat dan mudah.
 - ii) Kemudahan pusat kawalan motor.
 - iii) Kurang penggunaan ruang.



Rajah 4: Panel Pusat Kawalan Motor

- b) Banyak kemudahan direka dalam bentuk operasi *forward & reverse*. Sebagai contoh seperti Rajah 5, satu kren bergerak mungkin menggunakan arah depan untuk menaikkan kren dan sebelah bertentangan untuk menurunkan kren.



Rajah 5: Pemasangan Motor Sebagai Kren Bergerak

NO. KOD	F432-005-2:2019-C04/KP(3/5)	Muka Surat: 9/15
---------	-----------------------------	------------------

2.3) Peraturan Pemasangan Kawalan Motor

a) A-63 (kawalan motor)

Semua motor elektrik mesti diperuntukkan dengan alat menghidup dan memberhentikan motor, alat ini di tempatkan di mana ia mudah dikendalikan oleh penjaga motor.

b) A-64

Semua motor elektrik mesti diperuntukkan dengan alat kawalan seperti:

- i) Bagi mencegah penghidupan secara automatik selepas terhenti disebabkan susutnya voltan atau putusnya bekalan di mana motor menghidup dengan tidak disangka-sangka.
- ii) Di mana lebih daripada satu cara pemberhentian dengan tangan dibekalkan dan bahaya mungkin disebabkan oleh penghidupan motor dengan tidak disangka-sangka atau sesuatu mesin yang dipacu oleh motor elektrik dengan alat mencegah semula penghidupan sehingga semua alat pemberhentian disetkan.
- iii) Bagi memisahkan voltan litar motor dengan menggunakan alat pemisah yang dipasang di tempat yang sesuai dan semua alat termasuk pemutus litar automatik yang digunakan. Jika alat pemisah ini jauh daripada motor, tambahan alat pemisah dipasang bersebelahan dengan motor atau secara pilihan peruntukan akan dibuat bagi mengunci alat utama dalam keadaan *OFF*.

c) A-65

Semua motor elektrik yang mempunyai kadaran lebih daripada 0.37Kw mestilah diperuntukkan dengan alat kawalan yang mengandungi alat yang sesuai untuk memberikan perlindungan lebihan arus di dalam motor atau kabel di antara alat itu di dalam motor.

d) A-66 (litar motor)

Kabel yang membawa arus penghidup, arus larian (*running current*) dan arus beban mestilah berkadaran sekurang-kurangnya sama dengan arus beban penuh motor apabila di kadar berdasarkan kepada kesesuaian piawaian British.

NO. KOD	F432-005-2:2019-C04/KP(3/5)	Muka Surat: 10/15
---------	-----------------------------	-------------------

e) A-68

Di mana penghidup diperuntukkan yang memberikan perlindungan daripada lebih arus di dalam motor dan kabel di antara penghidup dan motor. Kadar fuis atau pemutus litar yang melindungi litar kecil akhir motor mestilah tidak melebihi dua kali ganda arus di dalam kabel atau pemutus litar dan penghidup.

3) PRINSIP OPERASI PENGHIDUP

- Apabila punat tekan hidup ditekan, arus akan mengalir masuk litar kawalan penghidup talian terus.
- Arus ini akan mengalir melalui gegelung seterusnya gegelung ini akan menghasilkan medan magnet / bertenaga.
- Medan magnet ini akan menarik semua sesentuh tambahannya C1 daripada keadaan terbuka kepada keadaan tertutup. (ON-OFF)
- Apabila sesentuh tambahan ini menjadi tertutup ia akan membenarkan arus dalam talian fasa melaluinya terus ke motor seterusnya ke talian neutral dan motor terus berputar.
- Apabila punat tekan hidup dilepaskan, motor masih lagi berputar kerana gegelung masih menghasilkan medan magnet kerana adanya sesentuh tambahan yang selari dengan punat tekan hidup.
- Sesentuh tambahan ini membenarkan arus talian melalui litar kawalan ini walaupun punat tekan hidup dilepaskan.
- Apabila punat tekan henti dilepaskan, arus tidak dapat memasuki litar kawalan dan litar utama terutama gegelung seterusnya tidak dapat menghasilkan medan magnet.
- Ini akan menyebabkan motor tidak berputar kerana sesentuh tambahan pada talian telah menjadi seperti asal iaitu sentiasa terbuka.
- Motor juga berhenti berputar sekiranya beban lampau. Semasa beban lampau arus meningkat dan menyebabkan suis beban lampau terbuka. Ini akan menyebabkan seluruh litar tidak berfungsi.

NO. KOD	F432-005-2:2019-C04/KP(3/5)	Muka Surat: 11/15
---------	-----------------------------	-------------------

j) Kadaran peratus arus hendaklah disetkan pada beban lampau iaitu 125% daripada arus kendalian motor. Punat tekan hidup dan punat tekan henti boleh dipasang seberapa banyak yang boleh tetapi hendaklah mengikut konsepnya.

- Punat tekan hidup - dipasang selari di antara satu sama lain.
- Punat tekan henti - dipasang sesiri di antara satu sama lain.

3.1) Penghidup Talian Terus (*Direct Online (DOL) Starter*)

- Pemula ini digunakan untuk motor yang berukuran kecil daripada segi penggunaan dan saiznya yang mana bahaya arus tinggi sewaktu mula-mula dihidupkan tidak begitu ketara. Pemula ini biasanya digunakan untuk motor berukuran $\frac{1}{2}$ kk hingga 3kk (0.37Kw hingga 2.2Kw) yang biasanya digunakan untuk beban-beban seperti penghawa dingin penghembus udara, pemampat udara dan sebagainya. Arus mula ialah 6 hingga 8 kali daripada arus kendalian normal. Jika sesuatu motor mempunyai arus kendalian normal 6Amp. ini bermakna arus mula yang akan wujud pada motor itu ialah 36Amp. hingga 48Amp. Ini hanya berlaku untuk beberapa saat sahaja. Beban yang digunakan tidak boleh melebihi 3kk kerana arus mula yang tinggi boleh mengganggu sumber bekalan ke beban-beban lain kerana dalam sistem penghidup talian terus ini, bekalan dikenakan terus kepada motor tanpa alat perantaraan untuk mengurangkan arus atau voltan ke motor. Motor satu fasa yang biasa digunakan ialah motor yang digunakan di dalam A/C satu fasa.
- Penghidup talian terus adalah di mana sistem bekalan dikenakan terus pada motor tanpa apa-apa alat perantaraan untuk mengurangkan arus atau voltan ke motor. Dalam sistem penghidup motor kendalian automatik, alat digunakan untuk menggantikan suis tiga kutub adalah sesentuh-sesentuh dari penyentuh.
- Pada penghidup ini geganti haba digunakan untuk melindungi motor daripada lebihan beban / beban lampau. Mengikut peraturan 25 kaedah elektrik 1949, penghidup talian terus hanya digunakan bagi motor yang mempunyai keupayaan tidak melebihi 3 kuasa kuda atau 2.2kk.

NO. KOD	F432-005-2:2019-C04/KP(3/5)	Muka Surat: 12/15
---------	-----------------------------	-------------------

d) Prinsip operasi penghidup talian terus (keadaan mara) *forward*.

- Apabila punat tekan mula F(*start push button*) ditekan, arus akan mengalir ke dalam litar kawalan lalu memberikan litar pada gegelung penyentuh F.
- Gegelung penyentuh F ini akan menjadi elektromagnet dan seterusnya ia akan menarik semula sesentuh buka menjadi tutup.
- Sesentuh ini akan menyebabkan arus di talian L (*live*) memasuki motor dan motor ini terus beroperasi dalam keadaan mara.
- Apabila punat tekan mula F dilepas motor akan kekal beroperasi di mana sesentuh tambahan buka F mengambil alih tugas punat tekan mula F.
- Apabila punat tekan henti (*stop*) ditekan, bermakna litar gegelung penyentuh F diputuskan. Keadaan ini menyebabkan gegelung penyentuh kehilangan tenaga kemagnetannya dan seterusnya ia akan melepaskan balik penyentuh lazim terbuka ke kedudukan asal. Motor akan berhenti berputar kerana litar bekalan terbuka.
- Motor akan berhenti juga apabila berlaku beban lebih. Ketika itu arus litar ke motor akan meningkat lalu menyebabkan logam dua lapis beban berfungsi. Ini bermakna litar gegelung penyentuh akan terputus dan semua penyentuh akan kembali ke kedudukan asal dan motor pun berhenti.

e) *Forward and reverse*

- Apabila punat tekan R (*start push button*) ditekan, arus akan mengalir ke dalam litar kawalan lalu melengkapkan litar pada gegelung penyentuh R.
- Gegelung penyentuh R ini akan menjadi elektromagnet dan seterusnya ia akan menarik semua sesentuh buka menjadi tutup.
- Sesentuh ini menyebabkan arus talian L (*live*) memasuki motor dan motor ini terus beroperasi dalam keadaan songsang.
- Apabila punat tekan mula R dilepaskan, motor akan kekal beroperasi di mana sesentuh tambahan buka R mengambil alih tugas punat tekan mula R.

NO. KOD	F432-005-2:2019-C04/KP(3/5)	Muka Surat: 13/15
---------	-----------------------------	-------------------

- Apabila punat tekan henti (*stop*) ditekan, bermakna litar gegelung penyentuh R diputuskan. Keadaan ini menyebabkan gegelung penyentuh kehilangan tenaga kemagnetannya dan seterusnya ia akan melepaskan balik penyentuh lazim terbuka ke kedudukan asal. Motor akan berhenti berputar kerana litar bekalan telah terbuka.
- Motor akan berhenti juga apabila berlaku beban lebih. Ketika itu arus litar ke motor akan meningkat lalu menyebabkan logam dua lapis beban lebih berfungsi. Ini bermakna litar gegelung penyentuh akan terputus dan semua penyentuh akan kembali ke kedudukan asal dan motor pun berhenti.

NO. KOD	F432-005-2:2019-C04/KP(3/5)	Muka Surat: 14/15
---------	-----------------------------	-------------------

SOALAN:

1. Berikan dua (2) faktor utama bagi melancarkan pergerakan sesebuah motor.

2. Merujuk ke peraturan MS IEC 60364, terangkan peraturan (473-2).

3. Jelaskan peraturan pemasangan kawalan motor merujuk kepada A-68.

4. Di manakah punat tekan hidup dipasang pada panel kawalan motor?

5. Terangkan dua (2) prinsip operasi penghidup talian terus.

NO. KOD	F432-005-2:2019-C04/KP(3/5)	Muka Surat: 15/15
---------	-----------------------------	-------------------

RUJUKAN:

1. Abd Samad Hanif (1994). *Akta Bekalan Elektrik 1990 Dan Peraturan-Peraturan IEC*. Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur.
2. Hanif, Abd Samad. (2004). *Pemasangan Dan Penyelenggaraan Elektrik (Edisi Kedua)*. Kuala Lumpur, Malaysia: Dawama Sdn. Bhd. ISBN 9836240632.
3. Suruhanjaya Tenaga Malaysia. *Standard Pendawaian Malaysia (Electrical Installations Of Buildings - MS IEC 60364)* Jabatan Standard Malaysia.
4. Hj. Yahya bin Emat. *Kawalan Motor Elektrik*. IBS Buku Sdn. Bhd. ISBN 9789679502176.
5. Chua Yew Chian (1980). *Membaiki Motor Elektrik*. Petaling Jaya: Poly Equipment. ISBN 967950008X



PUSAT BERTAULIAH
INTEM
INSTITUT TEKNIKAL MELAKA

INSTITUT TEKNIKAL MELAKA
LOT 21,22,23,
PUSAT PERNIAGAAN SEBANG JAYA,
BANDAR PULAU SEBANG SEKSYEN 2,
78000 ALOR GAJAH MELAKA

KERTAS PENERANGAN

KOD DAN NAMA PROGRAM	F432-005-2:2019 SINGLE PHASE ELECTRICAL INSTALLATION AND MAINTENANCE	
TAHAP	2	
KOD DAN TAJUK UNIT KOMPETENSI	F432-005-2:2019 - C04 SINGLE PHASE MOTOR AND MOTOR CONTROL	
NO. DAN PENYATAAN AKTIVITI KERJA	1. PREPARE SINGLE PHASE MOTOR AND MOTOR CONTROL INSTALLATION REQUIREMENTS. 2. PERFORM SINGLE PHASE MOTOR AND MOTOR CONTROL INSTALLATION AND TERMINATION. 3. PERFORM SINGLE PHASE MOTOR CONTROL TESTING AND COMMISSIONING.	
NO. KOD	F432-005-2:2019-C04/KP(4/5)	Muka Surat: 1/15

TAJUK:

JENIS TAMATAN KABEL DAN PENGALIR PERLIDUNG KAWALAN MOTOR SATU FASA

TUJUAN:

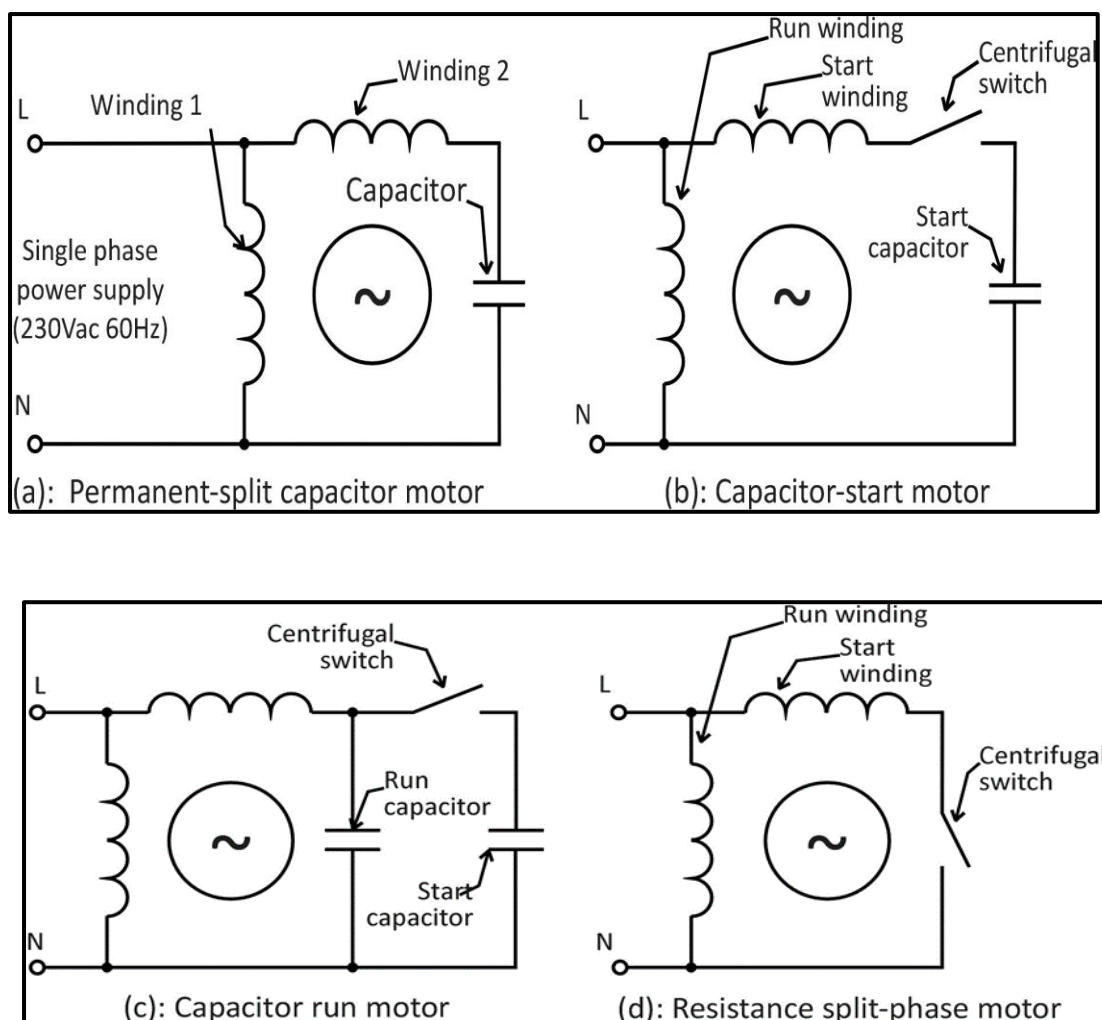
Kertas Penerangan ini bertujuan untuk memberi kefahaman dan pengetahuan kepada pelatih tentang jenis tamatan dan pengalir pelindung kawalan motor satu fasa.

PENERANGAN:

Kabel merupakan media yang amat penting dalam pemasangan elektrik. Ia menjadi perantaraan sambungan bagi membekalkan tenaga elektrik peralatan elektrik. Oleh sebab kadar arus, kadar voltan, keadaan alat tempat yang berbeza-beza, kabel-kabel dibuat berbagai-bagai jenis dan saiz bagi menyesuaikan dengan keperluan tersebut. Oleh itu, pengguna haruslah bijak ketika membuat pilihan supaya pilihan yang dibuat itu betul dan sesuai sebelum kerja-kerja pemasangan dilakukan. Kesimpulannya pilihan itu biarlah tidak merugikan, tidak bahaya dan cekap dari segi kemampuan membawa arus.

1) PENAMATAN SISTEM MOTOR

- a) Terdapat pelbagai jenis motor satu fasa. Rajah 1 ialah pendawaian untuk empat jenis motor aruhan satu fasa yang berbeza.



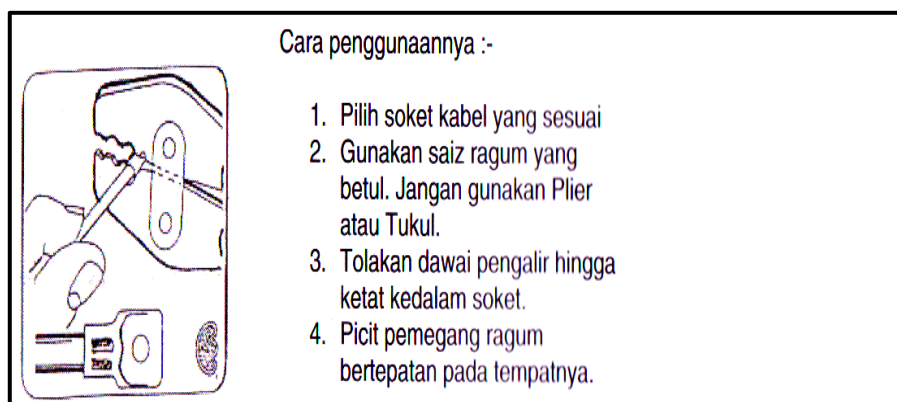
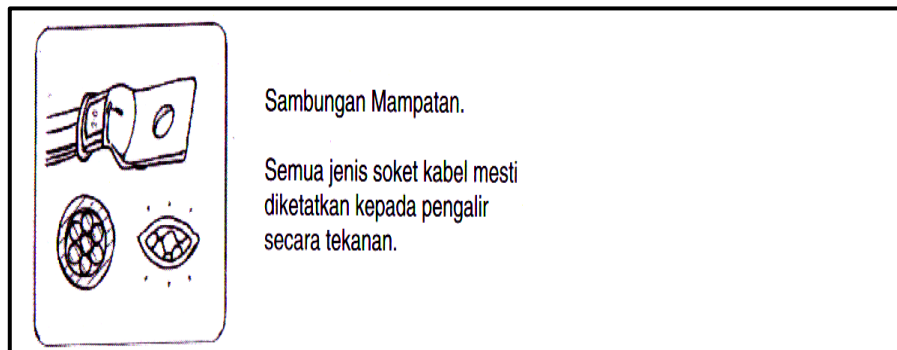
Rajah 1: Empat Jenis Motor Aruhan Satu Fasa

NO. KOD	F432-005-2:2019-C04/KP(4/5)	Muka Surat: 3/15
---------	-----------------------------	------------------

- b) Sebelum mulakan pemasangan kabel pada motor anda perlu pastikan jenisnya supaya tidak berlaku kesilapan pada penyambungan pada motor.
- c) Boleh menukar arah larian motor dengan membalikkan sambungan sama ada belitan permulaan atau belitan larian. Ini perlu dilakukan sebelum anda menghidupkan motor, tidak boleh melakukannya semasa ia sedang berjalan.
- d) Kecekapan motor ialah persoalan kritikal apabila motor berpusing. Dua cara untuk ini dicapai ialah:
 - Pemilihan kabel yang betul untuk penggulangan motor.
 - Pemilihan inti yang betul.
- e) Motor elektrik sama ada AC atau DC bergantung pada kemagnetan untuk menghidupkan motor. Satu gegelung wayar individu hanya akan mempunyai kesan kecil pada motor. Cara terbaik secara teori dan amalan sebenar ialah menggunakan seberapa banyak gegelung yang mungkin dalam had fizikal motor. Dilakukan dengan menggunakan apa yang dikenali dalam industri sebagai kabel magnet. Tolok kabel atau diameter ditentukan oleh tarikan arus maksimum motor dan diseimbangkan dengan bilangan lilitan yang dikehendaki dan saiz motor.
- f) Motor AC memerlukan medan berputar untuk dimulakan. Untuk tujuan ini motor satu fasa mempunyai dua belitan. Untuk mencipta medan magnet berputar, arus dalam salah satu belitan tersebut telah beralih fasanya (mencapai puncak lebih awal daripada belitan yang lain). Satu cara mudah untuk mencapai anjakan fasa ialah menyambungkan kapasitor secara bersiri dengan belitan kedua (bermula).
- g) Sebaik sahaja motor berputar, belitan permulaan mungkin diputuskan (dengan geganti).
- h) Motor boleh balik mungkin mempunyai pilihan untuk menyambung sama ada kearuhan atau kapasitor secara bersiri dengan belitan permulaan.
- i) Satu lagi reka bentuk fasa satu menggunakan tiang berlorek. Motor ini biasanya hanya mempunyai satu gegelung besar dan sepasang tiang. Fluks magnet pada satu hujung tiang ditangguhkan, ini mewujudkan beberapa kemiripan medan magnet berputar. Penangguhan fluks dilakukan dengan gegelung terpendek (gelang tembaga yang sering kelihatan). Motor tiang berlorek hanya baik untuk kuasa kecil kerana kecekapannya yang rendah. Satu perkara yang berlaku untuk motor jenis ini adalah murah untuk dibuat.

1.1) Jenis-Jenis Tamatan Kabel

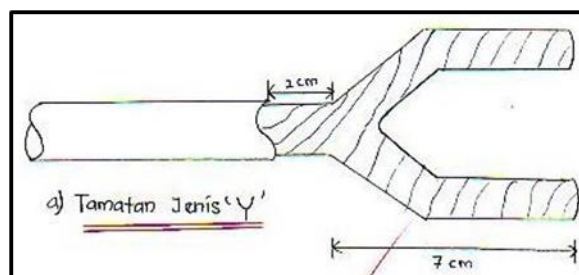
- a) Jenis-jenis tamatan kabel yang digunakan untuk tamatan ke motor.
- i) Kabel *Lug* digunakan untuk membuat tamatan kabel dengan menggunakan kaedah tertentu. Pengapit *Lug* dan *Ferrules* dan sambungannya mestilah ketat seperti Rajah 2, bagi mengelakkan kepanasan, kerosakan dan litar pintas.



Rajah 2: Sambungan Kabel Pada Kabel Lug

ii) Tamatan Y

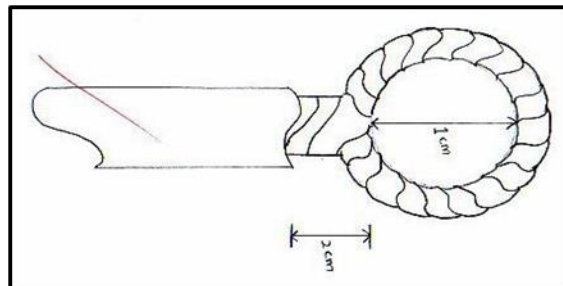
Ia digunakan untuk membuat tamatan kabel dengan menggunakan kaedah tertentu. Rajah 3 menunjukkan contoh tamatan Y.



Rajah 3: Bentuk Y

iii) Tamatan cincin

Ia digunakan untuk membuat tamatan kabel dengan menggunakan kaedah tertentu. Rajah 4 menunjukkan contoh tamatan cincin.



Rajah 4: Tamatan Cincin

1.2) Saiz Tamatan Kabel

Saiz tamatan kabel adalah mengikut Rajah 5 seperti yang telah ditetapkan.

Wire Size In (mm ²)	Number of wires and Thickness of Each Wire	Current Carrying Capacity In Amps	Voltage Drop Per 100 Feet
1	1/.044*	06	5
1.5	3/.029*	07	4
2.5	7/.029	18	2.5
4	7/.036	27	3
6	7/.044	36	1.6
10	7.052	43	1.3
16	7.064	53	1

Rajah 5: Saiz Kabel

- Kabel digunakan bagi menghubungkan terminal motor terus kepada punca bekalan dan menghasilkan arus permulaan bermula pada motor. Sesuai digunakan kepada motor kecil <5hp (3.75kW).
- Kebanyakan motor boleh bergerak arah dan arah lawan jam tertakluk kepada litar yang dibina.

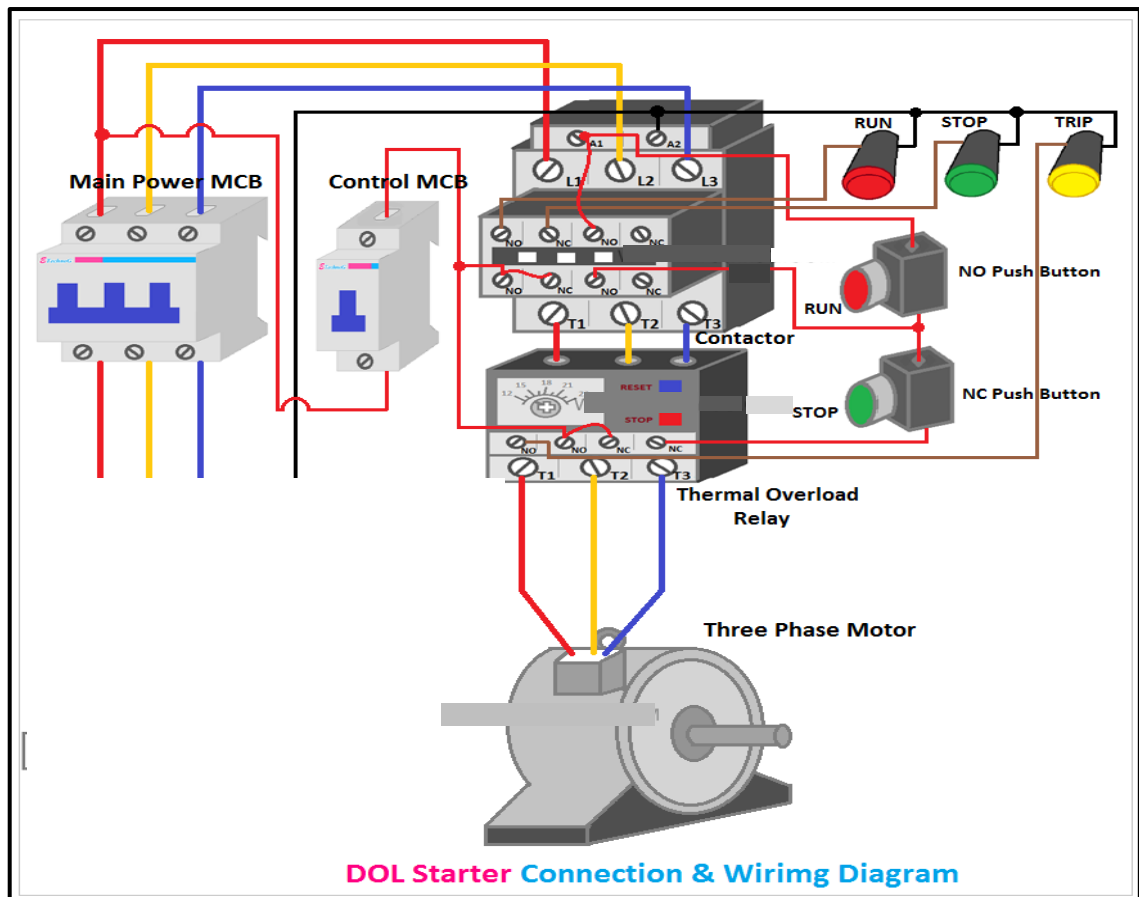
- c) Biasanya digunakan untuk memulakan pam air, mesin-mesin pemampat (*Compressors*), kipas dan pengangkut (*Conveyor*).
- d) Rajah 6 dan Jadual 1 menunjukkan kod warna kabel mengikut kegunaannya.
- e) Kabel digunakan bagi membuat tamatan sesuatu litar seperti Rajah 7.

Existing Cable Colour Code				
System	Phase Conductor			Neutral Conductor
Single Phase		or 	or 	
3 Phase	L1 	L2 	or L3 	
New Cable Colour Code				
System	Phase Conductor			Neutral Conductor
Single Phase				
3 Phase	L1 	L2 	L3 	

Rajah 6: Kabel

Jadual 1: Warna Kabel

FUNGSI KABEL	PENGENALAN WARNA
Pengalir perlindungan	Hijau atau hijau dan kuning
Pengalir litar satu fasa	Merah atau kuning atau biru
Fasa R bagi litar 3 fasa	Merah
Fasa Y bagi litar 3 fasa	Kuning
Fasa B bagi litar 3 fasa	Biru
Neutral bagi litar 1 fasa atau 3 fasa	Hitam
Positif bagi litar 2 dawai arus terus (A.T)	Merah
Negatif bagi litar 2 dawai arus terus (A.T)	Hitam



Rajah 7: Tamatan Kabel Pada Motor

2) KONDUKTOR PERLINDUNGAN

- Berikut merupakan maklumat terkini tentang penandaan terminal motor untuk sambungan yang betul kepada sumber kuasa untuk semua motor arus ulang-alik yang dikeluarkan mengikut piawaian yang diterima pakai oleh persatuan pengilang elektrik kebangsaan.
- Di samping itu, bahagian ini mengandungi data penting yang meliputi pendawaian dalaman ke terminal motor yang akan terbukti tidak ternilai kepada jurutera perkhidmatan penyejukan dalam menyelesaikan masalah motor.
- Lokasi penanda terminal

Penandaan terminal hendaklah diletakkan pada atau bersebelahan terus dengan terminal yang mesti ada sambungannya diperbuat dari litar luar atau daripada peranti tambahan yang mesti diputuskan sambungannya untuk penghantaran. di mana sahaja dinyatakan, pengekodan warna boleh digunakan dan bukannya tanda huruf dan angka biasa.

NO. KOD	F432-005-2:2019-C04/KP(4/5)	Muka Surat: 8/15
---------	-----------------------------	------------------

2.1) Jenis-Jenis Pengalir Pelindung

Bahan yang disalut di sekeliling penebat untuk mengelakkan kerosakan mekanikal pada kabel semasa pemasangan atau sepanjang penggunaannya. Di antara bahan yang digunakan ialah, salutan PVC, salutan getah, pita keluli (*steel tape*) atau *galvanized steel wire*, salutan *plumbum* / kuprum dan konduit atau sesalur.

a) Kabel

i) Kord boleh lentur

- Kabel ini dibuat dalam julat 600/1000 V dan boleh didapati dalam beberapa bentuk.
- Antaranya termasuklah yang berteras tunggal, kembar berbulat dan berteras banyak.
- Pengalir yang digunakan adalah kuprum yang disepuh lindap dan kemudian disadur dengan timah pateri.
- Jenis penebat yang digunakan ialah getah vulkan, getah butil dan getah etilena-propilena.
- Ada juga kabel in bersarung untuk kegunaan tugas berat atau dalam kes-kes tertentu kabel tersebut mungkin disarungkan dengan perisai.

b) Kord dan kabel boleh lentur

- i) Ia merupakan suatu jenis kabel yang mempunyai lembaran pengalir yang banyak dan halus. Ia lebih mudah dilenturkan berbanding dengan kabel biasa. Jadual 2 ialah perbandingan di antara kord dan kabel boleh lentur. Rujuk Rajah 8 bagi jenis-jenis kord dan kabel boleh lentur dan Jadual 3 bagi warna teras bagi kord boleh lentur.

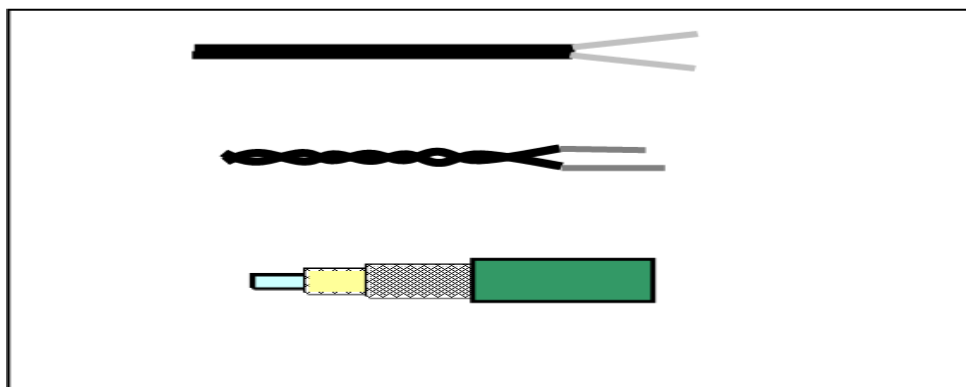
Jadual 2: Perbandingan Kord Dan Kabel Boleh Lentur

KORD BOLEH LENTUR	KABEL BOLEH LENTUR
1. Luas keratan rentas keseluruhan pengalir bagi kord ialah 4.0mm ² atau kurang.	Luas keratan rentas keseluruhan pengalir bagi kabel ialah lebih 4.0mm ² .
2. Disambung di antara siling ros dan pemegang lampu.	Disambungkan untuk kadaran beban yang lebih besar.
3. Disambungkan antara palam dan alat-alat mudah alih.	Disambungkan di antara palam dan alat-alat tetap.

BILANGAN TERAS	TUGAS (FUNGSI)	Pengenalan Warna
2	Fasa neutral	Coklat Biru
3	Fasa neutral pelindung	Coklat Biru Hijau dan kuning
4 atau 5	Fasa neutral pelindung	Coklat atau hitam Biru Hijau dan kuning

Rajah 8: Jenis-Jenis Kord dan Kabel Boleh Lentur

Jadual 3: Warna Teras Bagi Kord Boleh Lentur



NO. KOD	F432-005-2:2019-C04/KP(4/5)	Muka Surat: 10/15
---------	-----------------------------	-------------------

2.2) Ciri-Ciri Pengalir Pelindung

Pengalir pelindung kabel adalah suatu bahan yang disalutkan atau dilapikkan sekeliling penebat kabel untuk mengelak berlaku kerosakan ke atas kabel semasa pemasangan atau di sepanjang perkhidmatannya.

a) Perlindungan mekanikal

Perlindungan mekanikal bagi sesuatu kabel adalah untuk melindungi kabel daripada tercedera disebabkan oleh bahaya-bahaya mekanik seperti terkena besi-besi tajam, terhempap benda-benda berat dan terhimpit. Biasanya perlindungan mekanikal yang terdapat pada sesuatu kabel dibuat daripada bahan yang teguh dan bahan yang separuh teguh.

2.3) Keperluan Pengalir Pelindung

a) Faktor-faktor pemilihan keupayaan kabel membawa arus

i) Jenis kabel

Pemilihan sesuatu jenis kabel bergantung sepenuhnya pada jenis pendawaian yang akan dibuat. Oleh sebab itu faktor-faktor pemilihan sesuatu jenis pendawaian dapat memainkan peranan dalam mengenali jenis kabel yang sesuai.

ii) Arus yang diperlukan

Nilai arus yang diperlukan oleh beban yang mahu dipasang hendaklah ditentukan. Nilai ini boleh diketahui dengan menghitung berdasarkan formula $I = W/V$, dengan I ialah arus yang diperlukan dan W ialah kuasa yang dikeluarkan sementara V ialah voltan bekalan.

iii) Saiz kabel

Saiz kabel bagi litar motor, saiz minimumnya tidak boleh kurang dari 2.5mm² dan saiz kabel bergantung kepada arus sesebuah motor di mana nilai kebolehan membawa arus sesuatu kabel litar motor mestilah 2 kali ganda arus nominal motor.

NO. KOD	F432-005-2:2019-C04/KP(4/5)	Muka Surat: 11/15
---------	-----------------------------	-------------------

2.4) Saiz Pengalir Pelindung

- a) Kabel merupakan satu daripada bahan keperluan utama dalam kerja-kerja pendawaian elektrik di samping aksesori lain sama ada untuk pendawaian domestik atau industri. Kabel berfungsi sebagai penghubung atau laluan kepada bekalan elektrik dari satu punca kepada punca yang lain.
- b) Terdapat pelbagai jenis kabel yang digunakan untuk tujuan membawa bekalan elektrik mengikut voltan. Ini termasuk jenis bahan yang digunakan sebagai pengalir, saiz kabel dan cara penebatannya. Pengalir yang kerap digunakan dalam pembinaan kabel yang dipilih dari bahan kuprum dan aluminium. Kuprum merupakan bahan pengalir yang baik dan lembut serta mudah dibentuk. Selain itu harganya yang sederhana. Oleh sebab ia mudah dilentur dan dibentuk, kabel berpengalir kuprum paling sesuai untuk kabel pendawaian dalam rumah atau di luar rumah bagi pemasangan tetap.
- c) Faktor-faktor pemilihan kabel
 - i) Perkara-perkara yang perlu dipertimbangkan sewaktu membuat pemilihan sesuatu jenis kabel yang hendak digunakan ialah seperti yang berikut:
 - Kabel yang dipilih itu berupaya membawa tenaga elektrik dengan cekap: maknanya saiz kabel itu mampu membawa arus yang diperlukan oleh sesuatu beban tanpa memanaskan kabel. Di samping itu susut voltannya tidak melebihi 4 % voltan bekalan sebagaimana yang dinyatakan dalam peraturan 525-01-02 edisi ke-16.
 - Kabel itu mestilah selamat digunakan pada tempatnya. Maknanya, penebat kabel yang akan dipilih itu bersesuaian dengan keadaan sekeliling tempat kabel itu hendak dipasang. Setiap penebat mempunyai suhu maksimum yang ia mampu bertahan, misalnya kabel PVK sesuai untuk suhu 0° C hingga 65° C. Suhu yang lebih atau kurang daripada julat ini akan menyebabkan kabel PVK rosak. Jadi keselamatan kabel yang dilindunginya akan tergugat dan seterusnya akan mendatangkan bahaya kepada pengguna kabel tersebut.

NO. KOD	F432-005-2:2019-C04/KP(4/5)	Muka Surat: 12/15
----------------	-----------------------------	-------------------

- Kabel yang dipilih itu seboleh-bolehnya hendaklah berharga murah. Kadangkala beberapa jenis kabel mempunyai keupayaan, kecekapan dan ciri-ciri keselamatan yang hampir sama tetapi harganya berbeza-beza. Untuk menjimatkan belanja eloklah diberi keutamaan kepada kabel yang harganya lebih murah.
- Jadual 4 menunjukkan saiz pengalir pelindung kabel dan kegunaan.

Jadual 4: Saiz Pengalir Pelindung Kabel

NO BS	PENEBAT	BINAAN	PENGALIR	KEGUNAAN
6004	PVK	Tidak bersalut 1 teras.	Kuprum pejal berlembar, boleh lentur.	Di dalam pembuluh dan sesalur di atas permukaan tanah. Bagi kabel yang tidak direndami air, tidak sesuai kepada plaster simen.
6004	PVK	Bersalut satu teras, berbilang teras.	Kuprum pejal berlembar boleh lentur.	Pada dulang atau <i>tray</i> , tangga penyokong pendawaian permukaan di mana tidak terdapat kerosakan mekanikal, boleh diplaster simen dan ditanam dalam bumi.
6346	PVK	Perisai besi atau aluminium berjalur dengan salutan PVK, satu teras @ berbilang teras.	Kuprum dan aluminium, pejal dan berlembar.	Boleh digunakan dimana-mana tempat termasuk dalam tanah.
4553	PVK	Terpisah sepusat, satu fasa dan bumi.	Kuprum berlembar.	Boleh digunakan di pelbagai tempat kecuali terdapat kerosakan mekanikal.

NO. KOD		F432-005-2:2019-C04/KP(4/5)		Muka Surat: 13/15
NO BS	PENEBAT	BINAAN	PENGALIR	KEGUNAAN
6007	Elektromagnetik (getah vulkan, getah silicon)	Tidak berperisai dengan berbagai-bagai lapisan, berbilang teras.	Kuprum, aluminium, berlembar dan boleh lentur.	Butil getah EP dan kabel berteat silicon untuk keadaan suhu tinggi.
5467	Elektromagnetik (polietna atau getah EP)	Berperisai.	Kuprum dan aluminium berlembar.	Sebagai kabel BS 6346 tidak boleh digunakan pada keadaan suhu yang tinggi.
6141	Getah@ PVK	Tidak bersalut, kabel satu teras, bersalut 2 dan 3 teras boleh lentur.	Kuprum berlembar boleh lentur (hanya saiz kecil).	Kawasan atau ruang panas seperti rumah dandang.
6207	Mineral	Bersalut kuprum dengan tambahan penebat PVK.	Kuprum pejal.	Kawasan panas, rumah dandang dan tempat terdedah kepada api.

NO. KOD	F432-005-2:2019-C04/KP(4/5)	Muka Surat: 14/15
---------	-----------------------------	-------------------

SOALAN:

1. Berikan dua (2) cara untuk mencapai kecekapan motor.

2. Namakan dua (2) jenis tamatan kabel yang digunakan pada motor satu fasa.

3. Nyatakan warna teras kabel boleh lentur bagi fasa dan neutral.

NO. KOD	F432-005-2:2019-C04/KP(4/5)	Muka Surat: 15/15
----------------	-----------------------------	-------------------

RUJUKAN:

1. Abd Samad Hanif (1994). *Akta Bekalan Elektrik 1990 Dan Peraturan-Peraturan* IEC. Dewan Bahasa Dan Pustaka, Kuala Lumpur.
2. Abdul Samad Bin Hanif (1988). *Pemasangan Dan Penyenggaraan Elektrik*. Dewan Bahasa Dan Pustaka. ISBN 9836200290.
3. Suruhanjaya Tenaga Malaysia. *Standard Pendawaian Malaysia (Electrical Installations Of Buildings - MS IEC 60364)* Jabatan Standard Malaysia.
4. Hj. Yahya Bin Emat. *Kawalan Motor Elektrik*. IBS Buku Sdn. Bhd. ISBN 9789679502176.



PUSAT BERTAULIAH
INTEM
INSTITUT TEKNIKAL MELAKA

INSTITUT TEKNIKAL MELAKA
LOT 21,22,23,
PUSAT PERNIAGAAN SEBANG JAYA,
BANDAR PULAU SEBANG SEKSYEN 2,
78000 ALOR GAJAH MELAKA

KERTAS PENERANGAN

KOD DAN NAMA PROGRAM	F432-005-2:2019 SINGLE PHASE ELECTRICAL INSTALLATION AND MAINTENANCE	
TAHAP	2	
KOD DAN TAJUK UNIT KOMPETENSI	F432-005-2:2019 - C04 SINGLE PHASE MOTOR AND MOTOR CONTROL	
NO. DAN PENYATAAN AKTIVITI KERJA	1. PREPARE SINGLE PHASE MOTOR AND MOTOR CONTROL INSTALLATION REQUIREMENTS. 2. PERFORM SINGLE PHASE MOTOR AND MOTOR CONTROL INSTALLATION AND TERMINATION. 3. PERFORM SINGLE PHASE MOTOR CONTROL TESTING AND COMMISSIONING.	
NO. KOD	F432-005-2:2019-C04/KP(5/5)	Muka Surat: 1/19

TAJUK:

PENGUJIAN DAN LAPORAN KAWALAN MOTOR SATU FASA

TUJUAN:

Kertas Penerangan ini bertujuan untuk memberi kefahaman dan pengetahuan kepada pelatih tentang pengujian dan laporan kawalan motor satu fasa setelah mempelajari tajuk ini, pelatih boleh mengenal pasti jenis-jenis alat uji dan kegunaan, mengetahui jenis-jenis pengujian yang dijalankan serta cara-cara membuat pengujian dalam litar hidup dan litar mati.

NO. KOD	F432-005-2:2019-C04/KP(5/5)	Muka Surat: 2/19
---------	-----------------------------	------------------

PENERANGAN:

Apabila selesai membuat pendawaian untuk litar kawalan dan litar utama satu fasa maka ia haruslah diuji terlebih dahulu dengan menggunakan alat-alat pengujian untuk mengetahui cara ia berfungsi. Ujian juga perlu dijalankan ke atas motor dan kawalan motor supaya tiada berlaku kerosakan ke atas motor ketika digunakan serta berfungsi dengan baik.

1) JENIS-JENIS PENGUJIAN LITAR MATI

Ujian litar mati mesti dilakukan selepas pendawaian kawalan motor sebelum sebarang ujian lain berlaku. Ini adalah untuk memastikan semua sistem keselamatan seperti pembumian utama, ikatan utama dan semua konduktor pelindung litar berada di tempatnya dan tiada risiko sebarang litar pintas atau kerosakan bumi berlaku sebaik pemasangan dihidupkan. Pengujian yang dilakukan terhadap kawalan motor adalah seperti berikut:

1.1) Ujian Penebatan (*Insulation*)

Ujian ini dilakukan pada motor elektrik dalam keadaan litar mati bagi memastikan tiada litar pintas berlaku antara pengalir fasa dan pengalir fasa serta antara pengalir fasa dan badan (bumi) motor. *Insulation Tester* digunakan bagi membuat ujian ini di mana jika ada litar pintas jarum meter akan naik di bawah 1 mega ohm.

a) *Insulation tester*

Digunakan untuk membuat ujian penebatan pada motor elektrik bagi memastikan tiada litar pintas di antara pengalir hidup dan neutral serta di antara pengalir dengan badan (*Earth*) *coil* motor dalam keadaan litar mati.

i) Mengukur rintangan penebat motor

- Memastikan tiada arus bocor di antara pengalir bertebat.
- Tiada kebocoran berlaku ke bumi.
- Tiada kebocoran pada mana-mana bahagian logam motor.
- Alat yang digunakan adalah *Insulation Tester*.
- Jangkaan pelaksanaan 1 tahun.

Jadual 1: Bacaan Ujian Rintangan Penebatan

Voltan Litar Terendah (Volt)	Voltan Ujian (Volt)	Rintangan Penebatan Minimum (MegaOhm)
Kurang 500 V	500	0.5
Melepasi 500V	1000	1.0

ii) Pengalir yang perlu diuji

- Antara fasa merah dan kuning.
- Antara fasa kuning dan biru.
- Antara fasa biru dan merah.
- Antara fasa merah dan neutral.
- Antara fasa kuning dan neutral.
- Antara fasa biru dan neutral.
- Antara fasa merah dan bumi.
- Antara fasa kuning dan bumi.
- Antara fasa biru dan bumi.
- Antara neutral dan bumi.

iii) Bacaan ujian rintangan penebatan merujuk kepada Jadual 1.

1.2) Ujian Untuk Gelung Yang Berlitar Pintas (*Continuity*)

Ujian ini bertujuan untuk menguji gelung atau belitan pada stator dan rotor sama ada terdapat litar pintas pintas ataupun tidak. Gelung-gelung yang berlitar pintas atau terbuka pada rotor dan stator boleh dikesan dengan cara keterusan (*Continuity*). Jangkaan pelaksanaan 1 tahun.

1.3) Ujian Imbangan Arus (*Polarity*)

Ujian imbangan arus bertujuan untuk memastikan arus pada setiap fasa motor adalah sama atau seimbang. Peralatan utama yang digunakan adalah ammeter jenis kepit (*Clamp-on Meter*). Jangkaan pelaksanaan 6 bulan.

- Setiap fasa akan diambil bacaan arusnya.
- Jika terdapat satu fasa yang tinggi arusnya, ini bermakna lilitan dalam fasa tersebut berlitar pintas.

NO. KOD	F432-005-2:2019-C04/KP(5/5)	Muka Surat: 4/19
---------	-----------------------------	------------------

- c) Jika ketiga-tiga Ammeter tersebut menunjukkan bacaan yang tinggi pada ketiga-tiga fasa tetapi bacaan sama, ini menunjukkan motor tersebut berfungsi pada beban yang berlebihan.

1.4) Cara-Cara Membuat Pengujian Litar Mati Dan Litar Hidup Bagi Penghidup Talian Terus Satu Fasa

- a) Ujian litar mati (ujian keterusan) bagi litar kawalan dan litar utama

- i) Litar kawalan

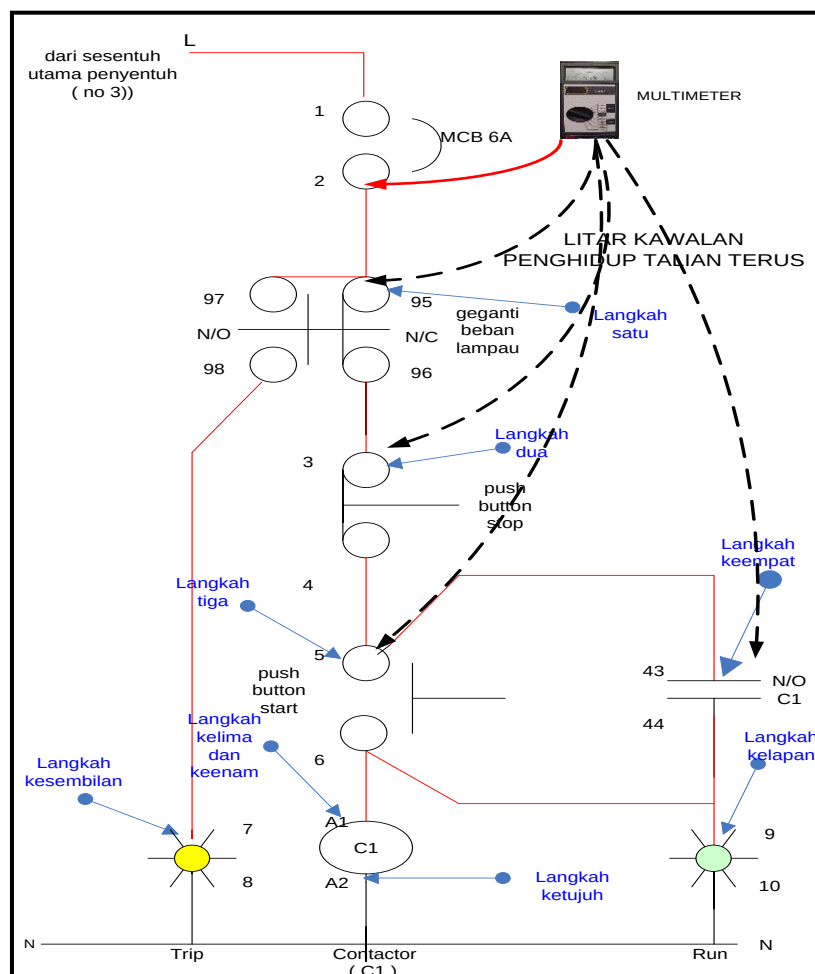
- Sebelum ujian dijalankan periksa bateri multimeter terlebih dahulu.
- Langkah pertama letakkan satu kabel *multimeter* pada mcb 6A dan satu lagi pada *overload*, jika betul bacaannya mestilah 0 ohm.
- Langkah kedua ialah ubah kabel multimeter pada *overload* dan letakkan pada *push button stop*, jika betul bacaannya mestilah 0 ohm.
- Langkah ketiga, ubah kabel multimeter pada *push button stop* ke *push button start*, jika betul bacaannya ialah 0 ohm.
- Langkah keempat, ubah kabel multimeter pada *push button start* ke *normally open contactor* (No.13), jika betul bacaannya 0 ohm.
- Langkah kelima, ubah kabel multimeter pada *N/O contactor* ke *coil contactor* (A1) kemudian tekan *push button start*, jarum meter akan naik ke-0 ohm dan apabila *push button* dilepaskan jarum meter akan turun balik.
- Langkah keenam, kekalkan kabel multimeter seperti langkah lima kemudian tekan *contactor*, jarum meter akan naik ke-0 ohm selepas itu lepaskan *contactor*, jarum meter akan turun balik.
- Langkah ketujuh, ubah kabel multimeter pada *coil* (A1) ke *coil* (A2) kemudian tekan *push button start*, jika betul jarum meter akan naik bawah 1 ohm selepas itu lepaskan *push button start*, jarum meter akan turun balik.
- Langkah kelapan uji pada lampu *run*, jika betul bacaan 0 ohm.
- Langkah kesembilan, uji pada lampu *trip* kemudian tekan *tripping test* pada *overload*, jika betul bacaannya ialah 0 ohm.

ii) Litar utama

- Langkah kesepuluh untuk litar utama, ubah kabel pada multimeter ke mcb 20A dan satu lagi letakkan pada *contactor* kemudian ubah ke *overload* dan seterusnya ke punca *live* pada motor, jika betul bacaannya mesti 0 ohm.
- Langkah kesebelas juga untuk litar utama, ubah kabel pada multimeter ke *neutral link* dan satu lagi letakkan pada *contactor* kemudian ke *overload* dan seterusnya ke punca neutral pada motor, jika betul bacaannya mesti 0 ohm.

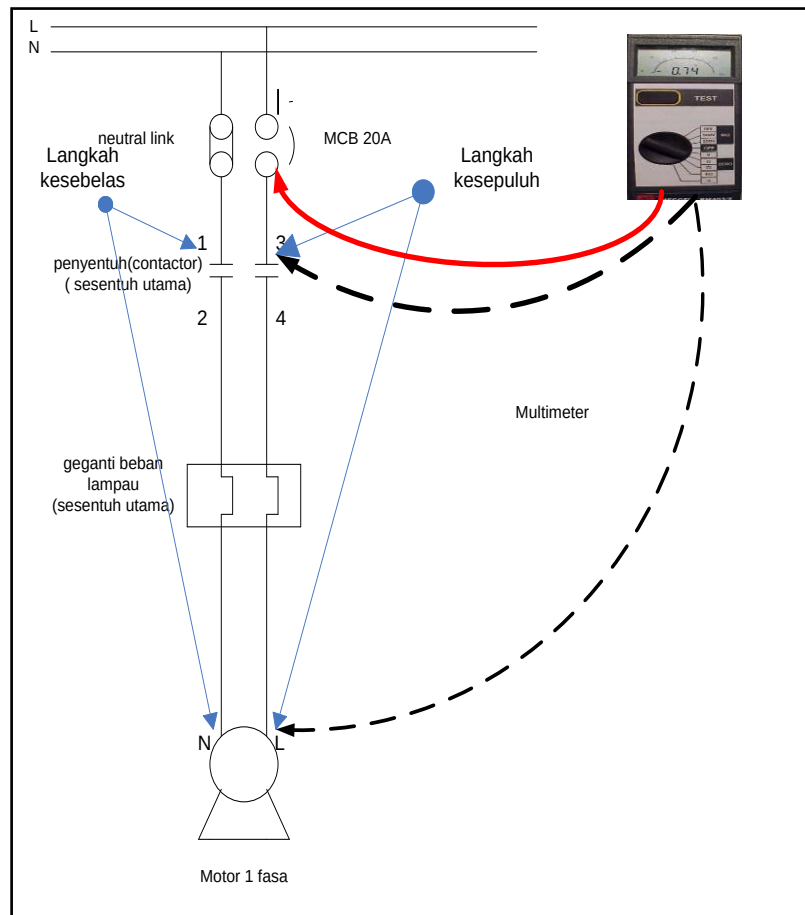
iii) Manual operasi

- Langkah-langkah membuat ujian keterusan litar mati bagi litar kawalan penghidup talian terus satu fasa merujuk Rajah 1.



Rajah 1: Cara Membuat Pengujian Keterusan Litar Mati Bagi Litar Kawalan Penghidup Talian Terus

- Langkah-langkah membuat ujian keterusan litar mati bagi litar utama penghidup talian terus merujuk Rajah 2.



Rajah 2: Cara Membuat Pengujian Keterusan Litar Mati Bagi Litar Utama Penghidup Talian Terus

2) **MOTOR TEST RUN**

Kerosakan boleh berlaku pada motor elektrik jika digunakan dalam masa yang lama dan tidak diselenggarakan dengan betul dan berkala. Oleh itu perlulah kita mengetahui punca-punca kerosakan dan cara membaiki kerosakan yang berlaku. Walau bagaimanapun jika selenggaraan dilakukan dengan sempurna akan menjamin jangka hayat sesuatu motor satu fasa yang lebih lama.

Jadual 2 menunjukkan jenis-jenis kerosakan motor dan sebab-sebabnya.

Jadual 2: Jenis Kerosakan pada Motor Satu Fasa

JENIS KEROSAKAN	SEBAB-SEBAB
Motor pegun.	a. Penggunaan motor yang salah untuk tujuan tertentu. b. Beban lampau. c. Voltan rendah. d. Bebola alas terkunci (<i>Mechanical locking in galas (bearing)</i>). e. Kawalan rintangan yang salah pada motor <i>slip ring</i>. f. Litar terbuka.
Motor tidak mencapai kelajuan.	a. Voltan terlalu rendah. b. Bar pemutar pecah. c. Kawalan rintangan tidak baik pada slip ring motor.
Bila motor dibebankan slip bertambah.	a. Voltan rendah. b. Beban lampau. c. Sambungan salah.
Motor mengambil masa yang lama untuk mencapai kelajuan.	a. Beban lampau. b. Pemutar sangkar tupai cacat.
Putaran salah.	a. Turutan fasa salah.
Motor terlalu panas semasa beroperasi.	a. Beban lampau. b. Salah satu fasa terbuka. c. Pengudaraan tidak baik. d. Lilitan pemegun litar pintas. e. Voltan terlalu tinggi. f. Voltan rendah. g. Voltan tidak seimbang.
Bunyi bising.	a. Ruang udara tidak sekata. b. Bebola (galas (<i>bearing</i>)) rosak atau longgar. c. Pemutar tidak seimbang.

JENIS KEROSAKAN	SEBAB-SEBAB
Percikan api pada <i>slip ring</i> .	a. Kualiti berus karbon yang tidak baik. b. Motor dibeban lampau. c. Periksa tekanan berus karbon.
Suhu di <i>slip ring</i> tinggi.	a. Pengudaraan yang tidak baik.
Motor bergetar.	a. <i>Alignment</i> tidak betul. b. Kerosakan mekanikal (<i>weak foundation</i>). c. Bebola gelas (<i>bearing</i>) rosak. d. Pemutar tidak seimbang.
Alas bebola gelas (<i>bearing</i>) menjadi panas.	a. Gris berkurangan. b. Beban berlebihan / terlampau beban.
Alas bebola bunyi gelas (<i>bearing knock</i>).	a. Bebola yang pecah. b. Ada bahan lain dalam alas.

2.1) On Load

Brake horse power seperti Rajah 3, digunakan sebagai beban simulasi yang disambung pada motor elektrik.



Rajah 3: *Brake Horse Power*

2.2) Perlindungan Tanpa Voltan (*OFF Load*)

- Pelindung tanpa voltan dimaksudkan ialah semasa motor sedang beroperasi tiba-tiba bekalan terputus. Dengan ini motor berhenti beroperasi. Beberapa minit kemudian bekalan pulih tetapi motor tidak beroperasi selagi punat tekan hidup tidak ditekan.

NO. KOD	F432-005-2:2019-C04/KP(5/5)	Muka Surat: 9/19
---------	-----------------------------	------------------

- b) Tujuannya ialah tidak membahayakan kepada pengguna, contohnya tangga bergerak dan tidak membahayakan kepada motor disebabkan hidup-henti.

2.3) *Rotation Direction*

- Sambungkan ketiga-tiga klip buaya (*crocodile clip*) yang mempunyai kod warna ke terminal punca kuasa tiga fasa di mana putaran cakera (*disc*) hendaklah mengikut arah putaran jam.
- Tekan suis punat tekan untuk beberapa ketika. Pada masa yang sama tentukan ketiga-tiga lampu penunjuk tersebut menyala.
- Selepas suis punat tekan dilepaskan, ketiga-tiga lampu penunjuk tersebut akan padam.
- Jika terdapat salah satu atau lebih penunjuk yang tidak menyala semasa suis punat tekan ditekan, ini bermakna terdapat fasa yang terbuka.
- Jika lampu penunjuk R (fasa merah) tidak menyala, litar terbuka pada fasa di mana klip buaya (*crocodile clip*) merah disambungkan.
- Jika lampu penunjuk S (fasa kuning) tidak menyala, litar terbuka pada fasa di mana klip buaya (*crocodile clip*) putih disambungkan.
- Jika lampu penunjuk T (fasa biru) tidak menyala, litar terbuka pada fasa di mana klip buaya (*crocodile clip*) biru disambungkan.
- Jika putaran cakera (*disc*) mengikut lawan jam, alihkan dan tukarkan dua daripada tiga klip buaya (*crocodile clip*) tersebut.
- Jika putaran cakera (*disc*) berputar mengikut putaran jam, maka R, S dan T adalah dalam turutan fasa yang betul.

2.4) *Ujian Fizikal Pada Motor*

Tujuan utama mengadakan satu jadual yang teratur ialah untuk menghalang mesin dari berlaku kerosakan, menghalang adalah lebih baik daripada membaiki mesin yang telah pun rosak. Catatan (rekod) pemeriksaan juga dapat digunakan sebagai panduan bagi menunjukkan bila motor tersebut dapat diganti semula, jika kos senggaraannya terlalu tinggi. Ia juga dapat menerangkan keadaan kerosakan yang sebenarnya, seperti salah guna atau lemah daripada segi kendalian kejuruteraan.

NO. KOD	F432-005-2:2019-C04/KP(5/5)	Muka Surat: 10/19
---------	-----------------------------	-------------------

- a) Setiap motor yang dipasang di dalam sesebuah kilang hendaklah dipastikan mempunyai rekod-rekod seperti yang berikut oleh pengilangnya:
 - i) Tarikh pemeriksaan.
 - ii) Butir-butir senggaraan.
 - iii) Kos.
- b) Faktor-faktor yang diambil kira dalam suatu pemeriksaan adalah seperti:
 - i) Kepentingan motor tersebut bagi skim pengeluaran.
 - ii) Peratus motor tersebut beroperasi dalam masa sehari.
 - iii) Kendalian.
 - iv) Persekitaran.
- c) Jenis-jenis tempoh pemeriksaan
 - i) Tiap-tiap 3 minggu
 - Periksa komutator dan set *brush*, sama ada AC atau DC.
 - Periksa paras minyak pada *bearing*.
 - Lihat sama ada cincin minyak bergerak bersama *shaft*.
 - Pastikan *shaft* yang terdedah bebas dari terkena *grease* dan minyak dari *bearing*.
 - Periksa juga suis pemula, fius, dan bahagian lain kawalan sama ada terdapat bahagian yang longgar.
 - Pastikan kelajuan sesebuah motor berada dalam keadaan yang normal, serta masa yang ditetapkan.
 - ii) Tiap-tiap 6 bulan
 - Cuci dan bersihkan motor secara menyeluruh, tiupkan segala habuk yang terdapat pada lilitan gelung dan bersihkan juga permukaan komutator dan berus karbon.
 - Periksa cincin pengapit komutator.
 - Periksa keadaan berus karbon, jika didapati haus lebih dari setengah, hendaklah digantikan.
 - Periksa pemegang berus karbon, jika kotor, bersihkan. Pastikan kedudukan berus karbon dalam tempat pemegangnya.
 - Periksa daya tekanan terhadap berus karbon.
 - Periksa kedudukan berus pada komutator.

NO. KOD	F432-005-2:2019-C04/KP(5/5)	Muka Surat: 11/19
---------	-----------------------------	-------------------

- Buangkan (keringkan), basuhkan, dan gantikan dengan minyak yang baru pada sarung *bearing*.
- Periksa minyak dalam *bearing* atau *roller bearing*.
- Periksa kelajuan operasi atau kelajuan motor.
- Pastikan kedudukan *shaft* adalah normal.
- Periksa serta ketatkan mana-mana bahagian yang longgar pada motor atau alat kawalannya.
- Periksa arus kemasukan dan bandingkan dengan keadaan yang normal.
- Mengesan bahagian-bahagian yang memutar, sama ada keadaan lariannya licin, tanpa gegaran, dan kerosakan pada *bearing*, rantai atau tali putar.
- Periksa *bolt* dan *nut* pada tapak motor, di kedua-dua penutup tepi, *pulley*, penyambung, gear dan semua bahagian yang melibatkan pemasangan skru dan kekunci.
- Pastikan semua penutup atau pengadang motor di tempatkan pada tempatnya dengan betul dan pastikan ia dipasang dengan selamat.

iii) Sekali setahun

- Bersihkan serta tukarkan *grease* baru ke dalam *bearing* bebola atau pengelak.
- Uji penebat dengan alat penguji mega *ohm meter*.
- Periksa ruang udara.
- Bersihkan benda halus yang terlekat di permukaan tersebut.
- Bersihkan jarak antara *shaft* dan lubang penutup motor supaya *bearing* tidak rosak.
- Bersihkan lurah pada komutator supaya tidak terdapat bendasing di dalamnya. Menyebabkan segmen komutator melintas antara satu dengan yang lain. Periksa kelicinan permukaan komutator.
- Periksa penyambungan antara komutator dan gelung angker.

NO. KOD	F432-005-2:2019-C04/KP(5/5)	Muka Surat: 12/19
---------	-----------------------------	-------------------

3) ANALISIS KEPUTUSAN UJIAN

Rekod boleh didefinisikan sebagai maklumat yang telah disimpan dalam bentuk dokumen sama ada ia dicipta atau diterima oleh syarikat atau persendirian. Rekod tersebut juga perlulah diuruskan agar ia dapat membantu perjalanan syarikat atau individu. Rekod yang baik ialah rekod yang mempunyai bukti atau bersifat bukti seperti Jadual 3. Sifat-sifat 'bukti' dalam konteks pengurusan maklumat adalah kekal (tidak boleh dipinda), bernilai, tulen dan unik. Antara perkara-perkara serta maklumat penting yang diperlukan dalam urusan merekod adalah maklumat yang terdapat pada motor seperti berikut:

- Kuasa motor: KW
- Kadar voltan: Volt
- Kadar arus: Amp
- PSM: Rpm
- Frekuensi: Hz
- Model:
- Kelas penempatan motor:
- *Duty*:
- *Index Protection*:

NO. KOD	F432-005-2:2019-C04/KP(5/5)	Muka Surat: 13/19
---------	-----------------------------	-------------------

Jadual 3: Borang Pengujian Pepasangan Motor Elektrik

BORANG PENGUJIAN PEPASANGAN		
1. UJIAN KETERUSAN PENGALIR LITAR UTAMA /KUASA (LITAR MATI)		
PERKARA DIUJI	BACAAN (Ω)	KEPUTUSAN
<i>(Dari MCB Ke Terminal Contactor)</i>		
i. Pengalir Fasa	.....	.....
ii. Pengalir Neutral	.....	.....
2. UJIAN KETERUSAN GELUNG (COIL) MOTOR		
PERKARA DIUJI	BACAAN (Ω)	KEPUTUSAN
i. Pengalir U – V	.....	.....
3. UJIAN PENEBATAN PENGALIR LITAR UTAMA / KUASA (LITAR MATI)		
PERKARA DIUJI	BACAAN (Ω)	KEPUTUSAN
<i>(Pada Terminal MCB)</i>		
i. Pengalir Fasa - Neutral	.....	.....
<i>(Gelung Motor)</i>	.....	.....
i. Pengalir U - V	.....	.....
4. UJIAN VOLTAN LITAR UTAMA / KUASA (LITAR HIDUP)		
PERKARA DIUJI	BACAAN (Ω)	KEPUTUSAN
<i>(Incoming Terminal) (Pada Terminal MCB)</i>		
Pengalir Fasa - Neutral	.....	.....
<i>(Terminal Motor)</i>	.....	.....
Pengalir U - V	.....	.....
5. UJIAN VOLTAN LITAR KAWALAN (LITAR HIDUP)		
PERKARA DIUJI	BACAAN (Ω)	KEPUTUSAN
Pengalir Fasa - Neutral	.....	.....
6. BACAAN ARUS PADA PENGALIR SEMASA MOTOR RUNNING		
PERKARA DIUJI	BACAAN (Ω)	KEPUTUSAN
Pengalir L	.....	.....
7. BACAAN RPM MOTOR		
PERKARA DIUJI	BACAAN (Ω)	KEPUTUSAN
RPM Motor	.....	.....
CATATAN	PENGESAHAN	
	 (TANDATNGAN PENGUJI)	
	NAMA :	
	TARIKH :	

NO. KOD	F432-005-2:2019-C04/KP(5/5)	Muka Surat: 14/19
---------	-----------------------------	-------------------

3.1) Ujian mengukur kelajuan *speed - Rotation Per Minute (RPM)*

Ujian ini bertujuan untuk menguji kelajuan motor. Sekiranya terdapat perbezaan antara kelajuan motor yang dicatat dengan kadar kelajuan yang sepatutnya, ini menunjukkan motor berfungsi pada beban yang tidak sepatutnya (beban berlebihan) atau terdapat kerosakan pada motor. Jangkaan pelaksanaan 3 minggu dan 6 bulan.

- a) Alat penguji kelajuan motor ialah *Tachometer* yang menggunakan unit rpm (*rotation per minute*).
- b) Kelajuan motor boleh diuji menggunakan laser ataupun menyentuh *Tachometer* pada motor.

3.2) Rekod Pemasangan Kawalan Motor

- a) Rekod boleh didefinisikan sebagai maklumat yang telah disimpan dalam bentuk dokumen sama ada ia dicipta atau diterima oleh syarikat atau persendirian. Rekod tersebut juga perlulah diuruskan agar ia dapat membantu perjalanan syarikat atau individu.
- b) Rekod yang baik ialah rekod yang mempunyai bukti atau bersifat bukti. Sifat-sifat 'bukti' dalam konteks pengurusan maklumat adalah kekal (tidak boleh dipinda), bernilai, tulen & unik.

3.3) Cara-Cara Membuat Laporan Kerosakan

- a) Terdapat beberapa kaedah bagi membuat laporan kerosakan motor elektrik kepada pihak yang bertanggungjawab, di antaranya adalah:
 - i) Kesan dan pastikan kerosakan melalui pandangan dan pendengaran semasa motor tersebut sedang beroperasi.
 - ii) Matikan bekalan.
 - iii) Periksa motor dan catatkan bahagian-bahagian yang mungkin mengalami kerosakan.
 - iv) Sediakan borang laporan kerosakan seperti Jadual 4 dan catatkan bahagian yang rosak di dalam borang tersebut.
 - v) Hantar kepada penyelia dan terangkan kepada penyelia bahagian yang rosak.
 - vi) Jika bahagian yang rosak dapat dibuka seperti geganti beban lampau, pastikan dan buka geganti tersebut untuk diberikan terus kepada penyelia.

NO. KOD	F432-005-2:2019-C04/KP(5/5)	Muka Surat: 15/19
---------	-----------------------------	-------------------

- vii) Pastikan keselamatan diutamakan.
- viii) Pastikan rekod bagi bahagian yang rosak disimpan untuk kegunaan pada masa akan datang.

Jadual 4: Borang Rombak Rawat

BORANG ROMBAK RAWAT					
NO	TARIKH	KETERANGAN	SEBELUM R/RAWAT	TINDAKAN	SELEPAS R/RAWAT
1.		Catitkan semua maklumat atau butir-butir mengenai motor yang hendak diselenggarakan			
2		Tandakan bahagian-bahagian motor yang hendak dibuka			
3.		Lakukan ujian rintangan penebatan kabel			
4.		Lakukan ujian rintangan penebatan gelung stator			
5.		Lakukan ujian keterusan lilitan stator			

NO	TARIKH	KETERANGAN	SEBELUM R/RAWAT	TINDAKAN	SELEPAS R/RAWAT	CATATAN
6.		Pemeriksaan/penyelenggaraan pada punca-punca sambungan (Terminal connection)				
7.		Pemeriksaan Alas				
8.		Pemeriksaan Aci dan Rotor				
9.		Pemeriksaan kelawasan antara rotor dan stator				
10.		Pemeriksaan kipas motor				

NO	TARIKH	KETERANGAN	SEBELUM R/RAWAT	TINDAKAN	SEBELUM R/RAWAT	CATATAN
11.		Pemeriksaan Bolt dan Nut				
12.		Periksa keseluruhan badan motor (motor frame)				

NAMA PELATIH :
 NO. K.P :

TARIKH MULA ROMBAKRAWAT : TARIKH TAMAT ROMBAKRAWAT :

NO. KOD	F432-005-2:2019-C04/KP(5/5)	Muka Surat: 18/19
---------	-----------------------------	-------------------

SOALAN:

1. Nyatakan tiga (3) jenis pengujian yang dilakukan pada motor satu fasa.

2. Berikan dua (2) jenis kerosakan yang berlaku pada motor satu fasa.

3. Namakan alat uji yang digunakan untuk mengukur kelajuan motor.

NO. KOD	F432-005-2:2019-C04/KP(5/5)	Muka Surat: 19/19
----------------	-----------------------------	-------------------

RUJUKAN:

1. Abd Samad Hanif (1994). *Akta Bekalan Elektrik 1990 Dan Peraturan-Peraturan* IEC. Dewan Bahasa Dan Pustaka, Kuala Lumpur.
2. Abdul Samad Bin Hanif (1988). *Pemasangan Dan Penyenggaraan Elektrik*. Dewan Bahasa Dan Pustaka. ISBN 9836200290.
3. Suruhanjaya Tenaga Malaysia. *Standard Pendawaian Malaysia (Electrical Installations Of Buildings - MS IEC 60364)* Jabatan Standard Malaysia.
4. Hj. Yahya Bin Emat. *Kawalan Motor Elektrik*. IBS Buku Sdn. Bhd. ISBN 9789679502176.