



Kursus Rekabentuk Pemasangan Elektrik Voltan Rendah (Asas)

Pengenalan Kepada Beban Elektrik

8 Februari 2021

Cawangan Kejuruteraan Elektrik

PENGENALAN

- Setiap rekabentuk mesti melalui proses pengiraan beban
- Punca Bekalan
- Kenali Jenis-jenis Beban
- Pengiraan Total Connected Load (TCL) & Maximum Demand (MD)
- Pemilihan Diversity Factor (DF)
- Komponen Utama di dalam DB
- 'Phase Balancing'

PUNCA BEKALAN

- ❑ Menentukan jenis punca bekalan
 - 1 fasa (1Ø), $V = 230V$
 - 3 fasa (3Ø), $V = 400V$
- ❑ Ditentukan untuk dijadikan asas pengiraan kuasa (P) dalam unit watt

$$P (1\text{Ø}) = VI \cos \theta \text{ [unit:W]}$$

$$I = \frac{P (1\text{Ø})}{V \cos \theta} \text{ [unit:A]}$$



$$P (3\text{Ø}) = \sqrt{3}VI \cos \theta \text{ [unit:W]}$$

$$I = \frac{P (3\text{Ø})}{\sqrt{3}V \cos \theta} \text{ [unit:A]}$$



FAKTOR KUASA

- Satu pengukuran kecekapan sesebuah litar elektrik
 - Formula (Kuasa)
 - ❖ $P = VI \cos \theta$; $\cos \theta = 0.85$ (faktor kuasa)
 - Yang dibenarkan oleh TNB adalah tidak kurang daripada 0.85
 - TNB akan mengenakan caj penalti kepada pengguna sekiranya faktor kuasa kurang daripada 0.85
-

JENIS BEBAN

☐ **Elektrik**

- Lampu (indoor dan outdoor lighting)
 - Fluorescent, Compact Fluorescent, MH, LED, etc
- Switched Socket Outlet (S/S/O)
 - 13A 3 pin, 15A 3 pin
- Fan
 - Ceiling fan, Wall fan, Exhaust fan (Ventilation fan), Oscillating(auto) fan
- Lampu Kecemasan
- 'Keluar' Sign
- Lain-lain seperti Commando Socket, HVLS fan, Isolator etc.

JENIS BEBAN

□ Mekanikal

- Sistem Penghawa Dingin
 - (sistem VRV, sistem AHU, Split Unit dan lain-lain)
 - Sistem Pencegahan Kebakaran
 - (hose reel pump, sprinkler pump, pressurise hydrant pump, clean agent control panel, fire alarm panel dan lain-lain)
 - Water Heater
 - Peralatan Dapur (eg. kitchen hood, baine marie)
 - Booster Pump
 - Lift System
-

JENIS BEBAN

☐ Mekanikal

Type of Starter	Starting Current
Direct On Line (DOL)	2.5X
Auto Transformer	2X
Star Delta	2X
Soft Starter	1.2X

✓ Penting untuk memilih saiz breaker dan kabel

☐ Tulis surat ke CKM untuk butiran beban mekanikal yang akan digunakan

☐ Kedudukan beban ditunjukkan dalam lukisan

Jadual Beban
Mekanikal

JENIS BEBAN

□ Mekanikal

- Di antara contoh butiran beban yang diberi oleh CKM :
 - SPN/230V/13A – aircond split unit (switched socket outlet)
 - SPN/230V/15A – aircond split unit (SSO, DP switch)
 - SPN/230V/20A – water heater (SSO, DP switch & RCCB 10mA)
 - TPN/400V/20A – water pump (20A TPN isolator)
 - TPN/400V/15A – kitchen hood (15A TPN isolator)
 - TPN/400V/150A – aircond (150A TPN isolator/MCCB)
-

JENIS BEBAN

- **Extra Low Voltage (ELV) System :-**
 - Public Address (PA) System
 - 15A S/S/O (Equipment rack)
 - CCTV System
 - 13A S/S/O atau Network point
 - Card Access System
 - 13A S/S/O atau Network point
 - Audio Visual System (bilik mesyuarat/bilik bincang)
 - 13A S/S/O
 - Stage Lighting (Dewan/ Auditorium)
 - Commando Socket, 13A S/S/O
 - Sound Reinforcement & Visual System (Dewan/ Auditorium)
 - 15A S/S/O (Equipment rack)
-

JENIS BEBAN

- Stage Curtain System
 - Isolator for Motor
 - Court Room Transcription System (Mahkamah)
 - 13A S/S/O, Network point
 - SMATV / MATV System
 - 13A S/S/O (Headband amp & multiswitch every floor)
 - Intercom System
 - Fireman Intercom System
 - Direct Telephone Line
-

JENIS BEBAN

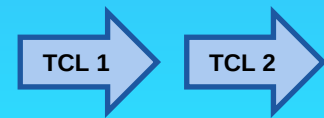
- **Telefon**
 - Bilik Telekom/SDF - S/S/O, A/C point
 - Bilik PABX - S/S/O, A/C point
 - **ICT**
 - Bilik Server - equipment rack, S/S/O, A/C point
 - Bilik TCR - equipment rack, S/S/O
 - **Pihak Pelanggan**
 - Peralatan elektrik dalam bengkel
 - Peralatan elektrik dalam makmal
-

ANGGARAN BEBAN

- Beban dikira daripada beban DB, SSB hingga ke MSB
 - Dalam pengiraan beban MESTI mengambilkira 'phase balancing'
 - Mengapa perlu pengiraan beban?
 - Menentukan Saiz Circuit Breaker
 - Menentukan Saiz Kabel
 - Menentukan Jenis Kabel
 - Menentukan Sambungan Bekalan Elektrik (LV-400V atau MV-11kV,33kV)
 - Saiz Genset
 - Saiz UPS
-

JUMLAH BEBAN TERSAMBUNG (TOTAL CONNECTED LOAD), TCL

- Jumlah beban (unit kW atau Ampere) bagi setiap peralatan di dalam sesuatu pemasangan dengan andaian kesemua peralatan digunakan secara serentak
- Contohnya sebuah bangunan mempunyai 30 bilangan 13A S/S/O, dan tidak pernah kesemua S/S/O tersebut digunakan secara serentak pada satu-satu masa
- Dinyatakan dalam lukisan skematik DB, SSB dan MSB



FAKTOR KEPELBAGAIAN (DIVERSITY FACTOR), DF

- Perbezaan atau nisbah di antara Kehendak Maksima kepada Jumlah Beban Tersambung
- DF berbeza mengikut jenis beban
- Penentuan DF berbeza-beza mengikut '*complexity of the building*'
- DF mestilah ditentukan dengan setepat mungkin supaya sistem pemasangan elektrik yang direkabentuk tidak OVERDESIGNED atau UNDERDESIGNED
- Jurutera yang lebih berpengalaman dalam rekabentuk akan dapat menentukan nilai DF berdasarkan penggunaan beban dalam bangunan-bangunan yang telah digunapakai oleh pelanggan
- CKE telah menggariskan DF untuk panduan perekabentuk



KEHENDAK MAKSIMA / MAXIMUM DEMAND (MD)

- Beban maksima (unit kW atau Ampere) yang diperlukan oleh sesuatu pemasangan dengan andaian tidak semua beban elektrik digunakan secara serentak
- Kurang daripada atau sama dengan Jumlah Beban Tersambung (TCL)

$$\text{MD} = \text{TCL} \times \text{DF}$$

- MD perlu diperolehi bagi membolehkan kita menentukan saiz circuit breaker, saiz kabel, jenis kabel, bekalan elektrik daripada TNB, saiz Genset dan saiz UPS.
-

KEHENDAK MAKSIMA / MAXIMUM DEMAND (MD)

- Nilai MD juga perlu dikemukakan kepada pihak Utility (TNB/SESB/SEB) untuk ditentukan saiz kabel masukan dan kapasiti bekalan elektrik.
 - Anggaran MD sangat penting kerana Caj Sambungan Pengguna (CSP) akan dikira dan bekalan elektrik yang sebenar tidak boleh melebihi anggaran MD.
 - Dinyatakan dalam lukisan skematik DB, SSB dan MSB
-

KENAPA KEHENDAK MAKSIMA (MD)?

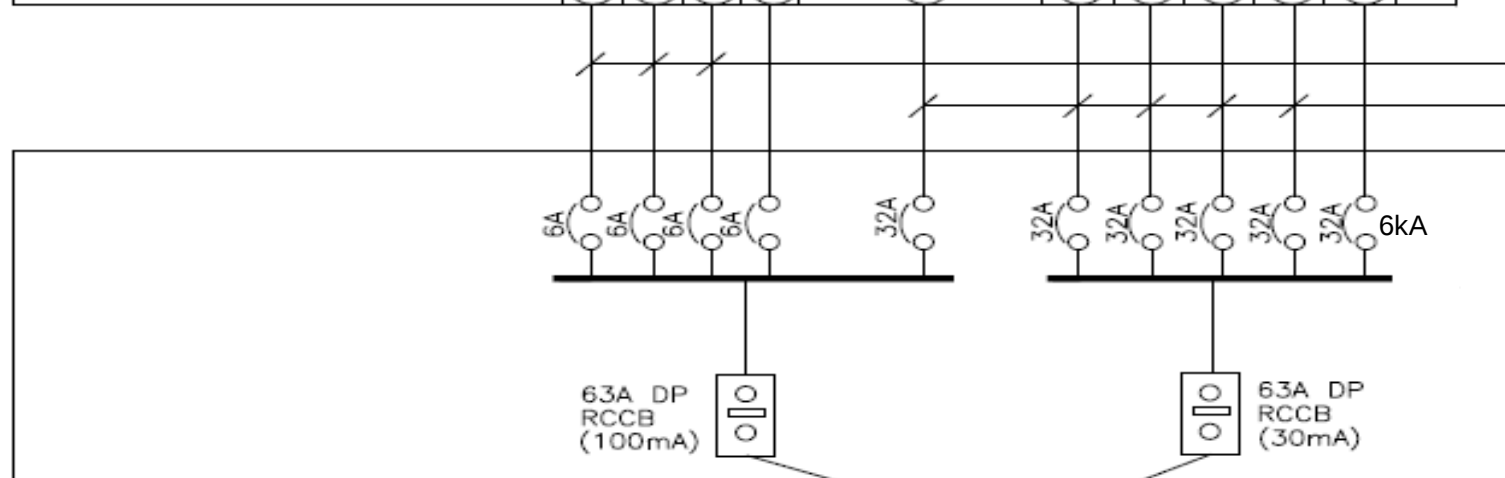
- Rekabentuk yang ekonomik
 - Kos yang ekonomik
 - Rekabentuk yang tidak oversized
 - Dengan menggunakan MD, banyak kos dapat dikurangkan seperti saiz kabel, saiz circuit breaker, saiz busbar etc.
 - Perbezaan kos yang ketara apabila dibandingkan dengan pemasangan elektrik kompleks atau kecil.
-

KEHENDAK MAKSIMA / MAXIMUM DEMAND (MD)

- Setelah MD diketahui maka ia hendaklah ditambah spare (%) pada DB dan 30% pada SSB/MSB untuk menentukan saiz incoming circuit breaker. Ini adalah kerana mengambil kira pertambahan beban pada masa akan datang oleh pihak pelanggan.
 - DB :-
 - Sekolah = 20% spare daripada nilai MD
 - Pejabat = ikut nilai TCL
 - Hospital/Klinik = nilai TCL + 30% spare
 - SSB - tambah 30% spare
 - MSB - tambah 30% spare
-

CONTOH PENGIRAAN TCL & MD

TOTAL MD WATT (AMPS)	WATT										QUANTITY	
DIVERSITY FACTOR		0.8				1.0	0.5					
TCL (W)												
CL (W)		181	475	224	SPARE	746	1500	750	1500	1500		SPARE
1 X 14W (F)	17W	1		3								5
1 X 28W (F)	31W	4	5	3								11
CEILING FAN 1500	80W		4	1								5
EXHAUST FAN	40W	1										1
AIR COND POINT (1HP)	746W					1						1
1 X 13A 3 PIN S/S/O	250W						6	3	6	6		20
CIRCUIT NO.		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	



PENGIRAAN BEBAN

Pengiraan untuk Lampu dan Kipas :-

- Beban untuk setiap litar lampu dan kipas mestilah tidak lebih daripada 1000 watt atau 10 points (yang mana terdahulu)
 - Litar lampu dan kipas perlu menggunakan 6A rated current (In) MCB
 - Untuk lampu dengan nilai watt yang tinggi, rated current (In) MCB hendaklah berdasarkan pengiraan watt
 - Untuk menentukan bilangan DB Way
 - * Cth : no. of circuit = 10
 - Bilangan Way DB = $10 \times 20\% (1.2) = 12$ Way
 - Untuk menentukan rated current (In) MCCB
 - TCL = 3057W (15.6 A), MCCB yang dipilih 20 A
 - Perlu *discreminate* MCCB dalam DB, SSB dan MSB
-

PENGIRAAN BEBAN

Pengiraan untuk Switched Socket Outlet (SSO) :-

- Beban untuk setiap litar soket mestilah tidak lebih daripada 6 nos. S/S/O (radial) atau 10 nos. S/S/O (ring)
 - Rated current (In) MCB yang digunakan adalah 16A, 20A atau 32 A
 - 16A untuk 1 no. S/S/O
 - 20A untuk 2 bilangan S/S/O
 - 32A untuk 10 nos. S/S/O (ring)
 - 32A untuk 6 nos. S/S/O (radial)
 - * Cth : no. of circuit = 5
 - Bilangan Way DB = $5 \times 20\% (1.2) = 6$ Way
 - Untuk menentukan Saiz MCCB
 - TCL = 6500W (33.2 A), MCCB yang dipilih 40A
-

KABEL LITAR AKHIR

- **Merujuk kepada On-site Guide IET**
 - Garis panduan mudah menjalankan senggaraan dan bilangan soket yang terlibat apabila satu litar mengalami tripping hendaklah diambil kira bagi meminimumkan kesan penggunaan beban elektrik kepada pengguna.

KABEL LITAR AKHIR

Litar	MCB	Kabel (mm ²)	Luas Lantai / Bilangan
Lampu & kipas	6A	1.5	10 nos.
13A S/S/O (Ring)	32A	2.5	100 m ² 10 nos.
13A S/S/O (Radial)	32A	4.0	75 m ² 6 nos.
13A S/S/O (Radial)	20A	2.5	50 m ² 2 nos.
Litar EL / Keluar Sign	6A	1.5	Tidak boleh disekalikan dgn litar lampu ≤ 10 nos.

KABEL LITAR PERLINDUNGAN

- Circuit Protective Conductor (CPC) adalah kabel yang bertujuan mengalir arus baki ke bumi

Saiz kabel fasa (mm ²)	Saiz Kabel Perlindungan (mm ²)
S tidak melebihi 16	S
S dari 16 hingga 35	16
S melebihi 35	S/2

KABEL LITAR PERLINDUNGAN

Litar	Kabel (mm²)	Kabel CPC (mm²)
Lampu & kipas	1.5	1.5
S/S/O (Ring)	2.5	2.5
S/S/O (Radial)	4.0	4.0
S/S/O (Radial)	2.5	2.5
Aircond Point	4.0	4.0

KOMPONEN UTAMA DI DALAM DB

MCB

- Miniature Circuit Breaker
- Fungsi melindungi litar dari kerosakan berpunca dari beban lampau (*overload*) atau litar pintas (*short circuit*)
- Rated Current : 6, 10, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 60, 63 A
- kA Rating : 6 kA
- Type C
- Dipasang pada DB untuk litar akhir
- SP/DP/3P/4P



KOMPONEN UTAMA DI DALAM DB

RCCB

- Residual Current Circuit Breaker without integral overcurrent protection
- Fungsi sebagai perlindungan terhadap kebocoran arus ke bumi
- Rated current : 40A, 63A
- Sensitivity : 10mA, 30mA, 100mA
- Wajib dipasang pada DB untuk litar akhir
- Type AC, A, B
- Type G, S
- DP/4P



RCBO

- Residual Current Circuit Breaker with integral overcurrent protection
-

KOMPONEN UTAMA DI DALAM DB

MCCB

- Moulded Case Circuit Breaker (incomer)
- Fungsi sama seperti MCB
- Kadaran lebih besar daripada MCB
- Lebih *robust*
- Rated Current : 16, 20, 25, 32, 40, 50, 60(63) A
- Untuk DB, kA rating : $\geq 10\text{kA}$ (Icu)
- DP/TPN/4P
- Rated voltage : 400V/230V



DB 1 FASA DAN 3 FASA

- DB 1 fasa ke 3 fasa
 - >60A
 - >2 nos Alat Penghawa Dingin jenis Split Unit
 - Pejabat / Hospital
 - DB Lighting
 - DB Power
 - Sekolah / Pondok Pengawal
 - DB Lighting + Power
-

PHASE BALANCING

- Satu proses di mana nilai MD diseimbangkan di antara fasa merah (R), kuning (Y) dan biru (B) iaitu bagi sistem 3 fasa
 - ✓ DB 3 fasa
 - Balance di antara fasa R, Y, B
 - ✓ SSB
 - Balance di antara fasa untuk semua DB (DB TPN & DB SPN)
 - MSB
 - Balance untuk semua SSB
 - Julat yang dibenarkan antara fasa adalah +/- 15% (JKR best practice)
-



SEKIAN, TERIMA KASIH