

Jurnal Ilmiah

ENERGI & KELISTRIKAN



SEKOLAH TINGGI TEKNIK - PLN

STUDI ANALISIS PENGARUH PARTIAL DISCHARGE PADA SKTM TERHADAP KEHANDALAN PENYULANG

Supriadi Legino; Firman Jurjani

PENGUJIAN KONDISI ISOLASI MAIN TRANSFORMATOR GTG 1.1 DENGAN METODE DIELECTRIC RESPONSE ANALYSIS (DIRANA)

Erlina; Muhlas

PEMODELAN KONTROL FREKUENSI BEBAN DAN STRATEGI PEMUTUSAN BEBAN PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GAS

Erick Sutjiadi; Soetjipto Soewono

STUDI ANALISIS SISTEM MONITORING TEMPERATUR RUANG BEARING

Tri Joko Pramono; Adang Maksus

PERANCANGAN SOLAR CELL SYSTEM OFFGRID PADA DAERAH RAWAN GEMPA YANG TERDAPAT SITUS BERSEJARAH (Studi Kasus : Kawasan Candi Prambanan)

Kukuh Aris Santoso; Tri Wahyu Kuningsih

PEMANFAATAN SAMPAH MENJADI SUMBER ENERGI

Isworo Pujotomo

KAJIAN POTENSI ENERGI SURYA DI PROVINSI NUSA TENGGARA BARAT (NTB)

Heri Suyanto

ANALISIS SISTEM DISTRIBUSI KABEL BERCABANG DENGAN KABEL KONVENSIONAL DI APARTEMEN ANCOL MANSION

Eko Sawiji; Juara Mangapul Tambunan

SISTEM PROTEKSI PADA PESAWAT BOEING 737 – CLASSIC

Retno Aita Diantari; Shulli Alifiannisa Putri

STUDI EVALUASI PEMADAMAN PADA JARINGAN DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK 20 kV

Tony Koerniawan

ANALISIS SISTEM DISTRIBUSI KABEL BERCABANG DENGAN KABEL KONVENSIONAL DI APARTEMEN ANCOL MANSION

Eko Sawiji¹⁾, Juara Mangapul Tambunan²⁾

¹⁾Teknik Elektro, Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta

²⁾Teknik Elektro, STT- PLN Jakarta

email : juaramangapult_stmsi@yahoo.com

Abstract : In this Mansion Apartment Building there is electricity installation that have capacity about 3600 kVA that's be supplied by main electricity resource namely PLN State Electricity Company and Generator set as reserve source. Low voltage cable distribution system network in order to distribute the power of electricity to building main panel to each floor panel use cable branch system that according to developer it is more saver from its investment cost sector and also more efficient from its installation technical and can decrease the appreciate of distribution voltage. This research analyze this building electricity distribution system that have been installed the branch of cable be compared if use conventional cable by method in collecting burden data, the flat and length of cable as suitable with the field. For conventional cable data be made assumption base on burden data, meanwhile the flat and length of cable as suitable with the exist cable. Result of this analysis be gotten the electricity distribution sistem comparison data that use branch of cable more saver for the investment sector and operational method be compared if use conventional cable. The results obtained by analysis of usage data distribution cables on each floor according to the load and cable length shrinkage maximum voltage wires branched 1.64% on the 40th floor, while 2.98% of conventional cables at the floor sama. Susut voltage does not exceed 5% .. Comparison of electrical distribution system use more sparingly branched wiring in investment and operationally than using conventional cables at 24.35%.

Keywords : system of distribution, branching of cable, conventional cable

Abstrak : Pada gedung Apartemen Ancol Mansion ini terdapat Instalasi listrik yang berkapasitas 3600 kVA disuplai dari sumber daya listrik utama yaitu PLN dan Generator set sebagai sumber cadangan. Jaringan sistem distribusi kabel tegangan rendah untuk menghantarkan daya listrik dari panel utama gedung ke setiap panel lantai menggunakan sistem pencabangan kabel yang oleh pengembang dianggap lebih hemat dari segi biaya investasinya dan lebih efisien dari segi teknik pemasangannya serta bisa mengurangi susut tegangan distribusi. Penelitian ini menganalisis sistem distribusi listrik gedung yang sudah terpasang pencabangan kabel dibandingkan jika menggunakan kabel konvensional dengan cara mengumpulkan data beban, penampang dan panjang kabel sesuai lapangan. Untuk data kabel konvensional dibuat asumsi berdasarkan data beban, sedangkan penampang dan panjang kabel sesuai kabel cabang yang ada. Hasil analisis diperoleh data penggunaan kabel distribusi di setiap lantai sesuai beban dan panjang kabel untuk susut tegangan maksimal kabel bercabang 1.64 % pada lantai 40, sedangkan kabel konvensional 2.98 % pada lantai yang sama. Susut tegangan tidak melebihi 5 %.. Perbandingan sistem distribusi listrik yang menggunakan kabel bercabang lebih hemat secara investasi maupun secara operasional dibandingkan menggunakan kabel konvensional sebesar 24.35 %.

Kata Kunci: sistem distribusi, pencabangan kabel, kabel konvensional

I. PENDAHULUAN

Apartemen Ancol Mansion merupakan bangunan strategis yang terletak di pinggir pantai utara Jakarta berbatasan dengan kawasan Taman Impian Jaya Ancol memiliki tiga bagian bangunan yaitu Tower Podium (public area) 6 lantai, Tower Atlantic dan Pacific 40 lantai dengan total tinggi gedung 141.900 meter. Proyek ini dikembangkan oleh PT. Cahaya Agung Makmur sekaligus sebagai Pengelola Gedung.

Sistem Suplai daya listrik untuk gedung ini menggunakan dua macam sumber tenaga listrik utama, yaitu : PLN (sebagai sumber daya utama) dan Generator (sebagai sumber cadangan jika PLN padam).

Infrastruktur kabel riser utama untuk jaringan distribusi sistem kelistrikan gedung ini menggunakan 2 sistem, diantaranya : Sistem

Distribusi Kabel Konvensional dengan kabel jenis XLPE/CU, NYY dan NA2XY, sedangkan Sistem Distribusi Pencabangan Kabel menggunakan kabel berjenis CB-XLPE/AL

Masalah yang dibahas di dalam penulisan ini mengenai besar arus pengaman dan penampang Hantaran serta rugi-rugi atau susut tegangan (*Drop Voltage*)

Tujuannya untuk menganalisis arus pengaman dan penampang hantaran serta rugi-rugi tegangan (*drop voltage*) dalam Sistem Distribusi Listrik yang digunakan di Apartemen Ancol Mansion, yaitu dengan membandingkan antara pemakaian sistem Kabel Bercabang dengan Kabel Konvensional.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Pada dasarnya bangunan bertingkat tinggi dibutuhkan pelayanan daya listrik dengan keandalan yang tinggi, serta kemampuan jangkauan sistem distribusi yang baik untuk mensuplai daya listrik. Faktor penting yang mempengaruhi perencanaan sistem kelistrikan pada gedung bertingkat tinggi yaitu karakteristik beban, mutu pelayanan, luas dan fungsi bangunan, disamping itu dituntut pula kemampuan kerja peralatan pengaman dan sistem distribusi yang fungsinya untuk menghantarkan tegangan atau daya listrik sampai di beban sesuai dengan kebutuhan kapasitas peralatan yang ada sesuai jarak atau tinggi gedung tersebut. Untuk mendapatkan mutu dan keandalan yang diinginkan perlu diperhatikan pemilihan yang tepat pada sistem distribusi di dalam gedung itu sendiri termasuk dalam memilih peralatan pengaman yang sesuai.

2.1 Sistem Jaringan Di Luar Gedung

Untuk mencegah kemungkinan terjadinya kerugian akibat pemadaman aliran listrik, dibutuhkan keandalan suplai daya listrik yang tinggi agar semua peralatan dapat bekerja sesuai dengan fungsi dan waktu yang diinginkan terutama peralatan listrik yang berhubungan langsung dengan aktivitas penghuninya maupun yang berfungsi sebagai pengaman bahaya kebakaran (alat deteksi kebakaran).

2.2 Sistem Jaringan Dalam Gedung

Sistem Jaringan dalam bangunan gedung merupakan suatu susunan rangkaian peralatan listrik yang direncanakan sedemikian rupa sehingga dapat menyalurkan daya listrik sesuai dengan kebutuhan dan persyaratan yang telah ditentukan.

2.2.1 Sistem Distribusi Beban

Pada jaringan distribusi gedung bertingkat tinggi beban mendapat suplai daya listrik dibedakan menjadi 2 macam, yaitu :

1. Beban Penting (*Preference Load*) adalah beban yang mendapat suplai dari PLN, Genset dan Battery (UPS) antara lain ; Penerangan dan Stop Kontak, Transportasi Gedung (Lift), Pompa Air (*Fire Hydrant dan Water Supply*), Sistem Komunikasi, Sistem Evakuasi dan pendeteksi kebakaran.
2. Beban biasa (*Non Preference Load*)

2.2.2 Menentukan Pengaman dan Penampang Hantaran

Setelah data diatas diketahui maka dapat dihitung dengan rumus dibawah ini :

$$P = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos \phi \quad (2.1)$$

Dari beban-beban P (watt) dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \phi} \quad (2.2)$$

P = Kapasitas beban (watt)

I = Kapasitas arus beban (ampere) sering disebut sebagai **In** (Arus Nominal)

V = Tegangan jaringan (volt)

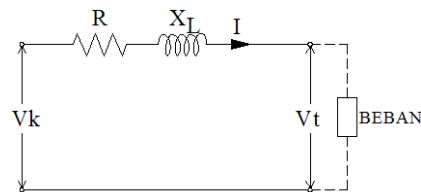
Sedangkan rumus pengenalan minimum untuk pemutus tenaga (pengaman) **Ir = 1.5 x In** (rumus ini untuk menentukan pengaman sesuai tabel yang ada). Setelah besar arus didapat kemudian disesuaikan dengan tabel kemampuan hantar arus atau dengan perhitungan mencari besar ukuran penampang kabel dengan rumus :

$$q \text{ atau } \varepsilon = \frac{\sqrt{3} \times L \times I \times \cos \phi}{\rho \times \Delta V} \quad (2.3)$$

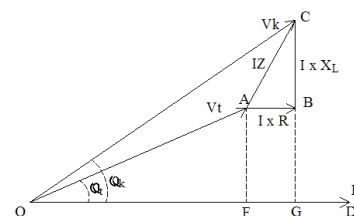
q = besar ukuran penampang kabel (mm²)
I = besar arus yang mengalir sepanjang saluran (ampere)
L = panjang saluran (meter)
ρ = konstanta daya hantar jenis Tembaga (Cu)= 0,0175; Aluminium (Al)= 0,03
cos φ = faktor daya yang ada (0,9)

2.2.3 Jatuh Tegangan Sepanjang Saluran

Voltage drop pada instalasi bangunan bertingkat tinggi dihitung dari panel utama tegangan rendah (LVMDP) ke panel distribusi (SDP). Jatuh tegangan atau *voltage drop* yang baik untuk titik terjauh beban penerangan maksimum 2 % dan untuk beban motor 5 %, dengan ditentukannya besar *voltage drop* ini dapat dihitung besar penampang kabel yang memenuhi syarat untuk dapat menyalurkan daya yang aman dan efisien.



Gambar 1. Rangkaian Suplai Daya pada Beban



Gambar 2. Diagram Pasor untuk Faktor Daya Tertinggal

Sesuai dengan definisi jatuh tegangan adalah :

$$\Delta V = V_k - V_t \quad (2.4)$$

Dimana :

ΔV = Nilai antara selisih tegangan pengirim dan penerima

V_k = Tegangan ujung kirim (Volt) dan V_t = Tegangan ujung terima (Volt)

Jadi tegangan ujung pengirim adalah :

$$V_k = [(V_r \cos \phi_r + IR)^2 + (V_r \sin \phi_r + IX_L)^2]^{1/2} \quad (2.5)$$

Faktor daya dari beban diukur pada tegangan ujung pengirim adalah :

$$\cos \phi_k = \frac{OG}{OC} = \frac{OF + OG}{OC} = \frac{V_t \cos \phi_t + IR}{V_k} \quad (2.6)$$

2.2.4 Jatuh Tegangan Pada Sistem Fasa Tiga, Tiga Kawat

$$\text{Beban } S = \sqrt{3} \cdot V_j \cdot I_l \quad (2.7)$$

Dimana :

S = Daya Semu (fasa tiga) dalam VA

P = Daya aktif (fasa tiga) dalam Watt

Q = Daya reaktif (fasa tiga) dalam VAR

$$(\Delta V) \% = S \times L \times k \% \quad (2.8)$$

2.2.5 Perhitungan Jatuh Tegangan Pada Saluran Tegangan Rendah

Perhitungan diasumsikan beban-bebannya merupakan beban fasa tiga yang seimbang dan faktor dayanya ($\cos \phi$) = 0.9

Tegangan secara pendekatan dapat dihitung berdasarkan hubungan :

$$(\Delta V) = I (R \cos \phi + X \sin \phi) \text{ Volt} \quad (2.9)$$

$$\text{maka } I = \frac{10^3 \times S}{\sqrt{3} \times V} = \frac{10^3 \times P}{\sqrt{3} \times V \cos \phi} \text{ (Ampere)}$$

dimana S dalam kVA dan P dalam kW, maka :

$$(\Delta V) = \frac{10^3 \times P}{3 \times V \cos \phi} = (R \cos \phi + X \sin \phi) \text{ Volt.} \quad (2.10)$$

Sebagaimana diketahui tahanan atau resistansi

$$r = \frac{l}{\rho \cdot q} \Omega/\text{m}$$

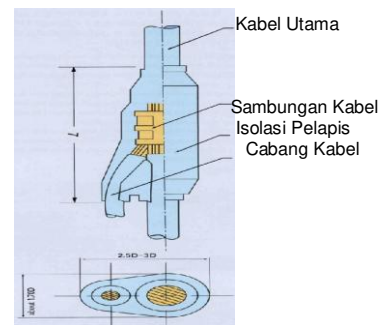
$$(\Delta V) \% = (P \cdot L) \cdot \Theta \cdot 10^{-4} \% \quad (2.11)$$

V = tegangan jala-jala (Volt); R = L.r (Ω); X = L.x (Ω)

Θ = koefisien konduktifitas hantaran (mho-meter/ m^2)

2.2.6 Sistem Distribusi Kabel Bercabang

Kabel Bercabang (*Branch Cable*) adalah kabel yang mempunyai cabang terdiri dari beberapa bagian yaitu ; Kabel Utama (*Main cable*), Cabang Kabel (*Branch line*) dan Sambungan Cabang (*Branch Joint*).



Gambar 3. Bagian Percabangan

2.2.7 Sistem Distribusi Kabel konvensional

Sistem ini digunakan dalam jaringan distribusi gedung yaitu setiap panel distribusi disuplay dengan satu kabel feeder dan satu fuse (breaker) dari panel utama.



Gambar 4. Contoh-contoh jenis kabel konvensional

Gambar 4. Contoh-contoh jenis kabel konvensional

3. METODOLOGI PENELITIAN

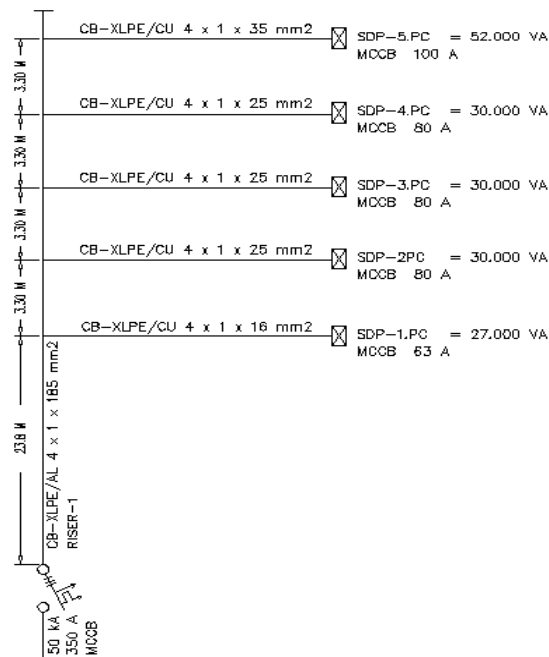
3.1 Data Gedung

1. Nama Proyek : Ancol Mansion
2. Pengembang : PT. Cahaya Agung Makmur & Euro Asia
3. Lokasi : Jl. Pasir Putih II (Depan Gedung Jan Hidros Mabes AL) Ancol Timur, Jakarta Utara 14430
4. Website: www.agungsedayu.com/ancolmansion
5. E-mail : ancolmansion@agungsedayu.com
6. Luas Lahan : 18.968 M² (NETTO)
7. Total Bangunan : 112.823 M² (Lower Ground sampai dengan Top Roof)
8. Tinggi Bangunan : 141.950 meter
9. Fisik Gedung :
Bentuk Bangunan: 2 Tower (Atlantic & Pacific) dan Podium
Jumlah Lantai : 40 Lantai + Top roof lantai 43
Jumlah Unit : Total 1040 unit, dengan rincian :
a. 1 Bed Room: 632 unit, daya listrik 3500 VA
b. 2 Bed Room :254 unit, daya listrik 4400 VA
c. 3 Bed Room : 62 unit, daya listrik 5500 VA
d. Townhome : 92 unit, daya listrik 3500 VA

3.2 Beban Kabel Bercabang

Sistem Distribusi Kabel Bercabang untuk gedung ini dibagi beberapa riser, setiap riser melayani 3 sampai 5 lantai sesuai ukuran diameter kabelnya, kemudian Sistem Distribusi Tower Atlantic dan Pacific tipikal dijelaskan pada gambar 7, antara lain :

- a. Riser 1



Gambar 5. Distribusi kabel melayani lantai 1 – 5

3.3 Beban Kabel Konvensional

Tabel 3.1 : Data Beban Kabel Konvensional

No	Panel Utama	Breaker Out	Panel Lantai Distribusi	Breaker In	Kabel XLPE/CU	Panjang (meter)	Beban (VA)
1	LVMDP-PC	63 A	SDP-1.PC	63 A	4 x 1 x 16	23.8	27000
2	LVMDP-PC	80 A	SDP-2.PC	80 A	4 x 1 x 25	27.1	30000
3	LVMDP-PC	80 A	SDP-3.PC	80 A	4 x 1 x 25	30.4	30000
4	LVMDP-PC	80 A	SDP-4.PC	80 A	4 x 1 x 25	33.7	30000
5	LVMDP-PC	100 A	SDP-5.PC	100 A	4 x 1 x 35	37	52000
6	LVMDP-PC	125 A	SDP-6.PC	125 A	4 x 1 x 35	41	60000
7	LVMDP-PC	100 A	SDP-7.PC	100 A	4 x 1 x 35	44.3	55000
8	LVMDP-PC	100 A	SDP-8.PC	100 A	4 x 1 x 35	47.6	55000
9	LVMDP-PC	200 A	SDP-9.PC	200 A	4 x 1 x 70	52	75000
10	LVMDP-PC	200 A	SDP-10.PC	200 A	4 x 1 x 70	51	75000
11	LVMDP-PC	200 A	SDP-11.PC	200 A	4 x 1 x 70	54.3	75000
12	LVMDP-PC	200 A	SDP-12.PC	200 A	4 x 1 x 70	57.6	75000
13	LVMDP-PC	200 A	SDP-13.PC	200 A	4 x 1 x 70	60.9	75000
14	LVMDP-PC	200 A	SDP-14.PC	200 A	4 x 1 x 70	68	75000
15	LVMDP-PC	200 A	SDP-15.PC	200 A	4 x 1 x 70	71.3	75000
16	LVMDP-PC	200 A	SDP-16.PC	200 A	4 x 1 x 70	74.6	75000
17	LVMDP-PC	200 A	SDP-17.PC	200 A	4 x 1 x 70	77.9	75000
18	LVMDP-PC	200 A	SDP-18.PC	200 A	4 x 1 x 70	81	75000
19	LVMDP-PC	200 A	SDP-19.PC	200 A	4 x 1 x 70	84.3	75000
20	LVMDP-PC	200 A	SDP-20.PC	200 A	4 x 1 x 70	87.6	75000
21	LVMDP-PC	200 A	SDP-21.PC	200 A	4 x 1 x 70	90.9	75000
22	LVMDP-PC	200 A	SDP-22.PC	200 A	4 x 1 x 70	94	75000
23	LVMDP-PC	200 A	SDP-23.PC	200 A	4 x 1 x 70	97.3	75000
24	LVMDP-PC	200 A	SDP-24.PC	200 A	4 x 1 x 70	100.6	75000
25	LVMDP-PC	200 A	SDP-25.PC	200 A	4 x 1 x 70	103.9	75000
26	LVMDP-PC	200 A	SDP-26.PC	200 A	4 x 1 x 70	108	75000
27	LVMDP-PC	200 A	SDP-27.PC	200 A	4 x 1 x 70	111.3	75000
28	LVMDP-PC	200 A	SDP-28.PC	200 A	4 x 1 x 70	114.6	75000
29	LVMDP-PC	200 A	SDP-29.PC	200 A	4 x 1 x 70	117.9	75000
30	LVMDP-PC	200 A	SDP-30.PC	200 A	4 x 1 x 70	122	75000
31	LVMDP-PC	200 A	SDP-31.PC	200 A	4 x 1 x 70	125.3	75000
32	LVMDP-PC	200 A	SDP-32.PC	200 A	4 x 1 x 70	128.6	75000
33	LVMDP-PC	200 A	SDP-33.PC	200 A	4 x 1 x 70	131.9	75000
34	LVMDP-PC	160 A	SDP-34.PC	160 A	4 x 1 x 50	135	65000
35	LVMDP-PC	160 A	SDP-35.PC	160 A	4 x 1 x 50	138.3	65000
36	LVMDP-PC	125 A	SDP-36.PC	125 A	4 x 1 x 35	141.6	55000
37	LVMDP-PC	63 A	SDP-37.PC	63 A	4 x 1 x 16	144	27000
38	LVMDP-PC	63 A	SDP-38.PC	63 A	4 x 1 x 16	147.3	27000
39	LVMDP-PC	63 A	SDP-39.PC	63 A	4 x 1 x 16	150.6	27000
40	LVMDP-PC	63 A	SDP-40.PC	63 A	4 x 1 x 16	153.9	27000

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengukuran Arus dan Tegangan Pada Panel Distribusi

Tabel 4.1 : Data Hasil Pengukuran Tegangan Distribusi di Panel Lantai

 Date Of Test05 Januari 2012 Time Of Test18.00				TEST & COMMISSIONING											
				FORM CODE	FM/ 001 / CAM / MNE -TCOM-LI-10/00										
				WORK ITEM	VOLTAGE DROP FOR PANEL DISTRIBUTION										
				CONTRACTOR	1. PT. Surya Tata Internusa					: Ridwan & Bambang					
				TESTER CONTR	2. Guna Era Manufactura					: Beny & Jaka					
PANEL UTAMA (LVMDP)															
METERING				CURRENT IN ACB (A)			TEGANGAN KIRIM						Ground (A)	Phase Sequences	
COS ϕ		: 0.9		R	S	T	R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N	N-G	0.3	R S T
FREQ		: 50 Hz		1640	1632	1624	395	395	395	228	228	228	0		ok
PANEL DISTRIBUSI LANTAI															
No.	PANEL	RISER	CURRENT (A)			TEGANGAN TERIMA						T (°C)	GROUNDING (A)		
			R	S	T	R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N	N-G		KABEL	
1	SDP-1.AT	I	37	36	34	394	394	394	226	226	226	0	38	0	
2	SDP-2.AT		42	40	40	394	394	394	226	226	226	0	38	0	
3	SDP-3.AT		43	40	40	394	394	394	226	226	226	0	38	0	
4	SDP-4.AT		39	38	38	394	394	394	226	226	226	0	38	0	
5	SDP-5.AT		76	74	72	394	394	394	226	226	226	0	38	0	
6	SDP-6.AT	II	83	80	78	394	394	394	226	227	227	0	40	0.2	
7	SDP-7.AT		80	81	75	394	394	395	226	227	227	0	40	0.1	
8	SDP-8.AT		82	78	76	394	394	394	227	227	227	0	40	0	
9	SDP-9.AT		93	92	92	393	394	394	226	227	227	0	40	0.1	
10	SDP-10.AT		98	97	95	393	393	393	225	225	225	0	42	0	
11	SDP-11.AT	III	97	96	96	393	393	393	225	225	225	0	42	0	
12	SDP-12.AT		96	97	93	393	393	393	225	225	225	0	42	0	
13	SDP-13.AT		95	97	97	393	393	393	225	225	225	0	42	0	
14	SDP-14.AT		99	97	92	392	393	393	225	225	225	0	42	0.2	
15	SDP-15.AT		97	95	96	393	393	393	225	225	225	0	42	0	
16	SDP-16.AT	IV	96	97	94	393	393	393	225	225	225	0	42	0	
17	SDP-17.AT		96	96	95	393	393	393	225	225	225	0	42	0	
18	SDP-18.AT		99	95	96	391	392	392	222	224	224	0	45	0.2	
19	SDP-19.AT		95	94	98	393	393	392	224	224	222	0	45	0.2	
20	SDP-20.AT		97	99	92	393	392	393	224	222	224	0	45	0.2	
21	SDP-21.AT	V	98	94	96	392	393	393	224	224	224	0	45	0.1	
22	SDP-22.AT		94	96	91	392	392	392	224	224	224	0	45	0.2	
23	SDP-23.AT		99	96	97	391	392	392	223	224	224	0	45	0	
24	SDP-24.AT		98	97	94	391	392	392	223	224	224	0	45	0	
25	SDP-25.AT		97	96	92	392	392	392	224	224	224	0	45	0.1	
26	SDP-26.AT	VI	98	97	97	391	392	392	223	224	224	0	46	0	
27	SDP-27.AT		97	94	95	391	392	392	223	224	224	0	46	0	
28	SDP-28.AT		96	94	94	392	392	392	224	224	224	0	46	0	
29	SDP-29.AT		98	95	92	391	392	392	223	224	224	0	46	0.1	
30	SDP-30.AT		95	98	94	392	392	392	224	224	224	0	47	0.1	
31	SDP-31.AT	VIII	96	98	96	392	392	392	224	224	224	0	47	0	
32	SDP-32.AT		97	95	94	392	392	392	224	224	224	0	47	0	
33	SDP-33.AT		96	92	92	392	392	392	224	224	224	0	47	0.1	
34	SDP-34.AT		68	68	64	391	391	391	223	223	223	0	38	0.1	
35	SDP-35.AT		68	65	62	391	391	391	223	223	223	0	38	0.1	
36	SDP-36.AT	IX	67	62	63	391	391	391	223	223	223	0	38	0	
37	SDP-37.AT		38	34	35	388	388	388	223	224	224	0	38	0.1	
38	SDP-38.AT		36	36	35	388	388	388	224	224	224	0	38	0	
39	SDP-39.AT		41	40	38	387	387	388	224	224	225	0	38	0.1	
40	SDP-40.AT		38	38	34	387	388	388	224	224	225	0	38	0.1	
TEST RESULT NOTE			Contractor			WITNESS			APPROVED BY PT. CAM						
VOLTAGE DROP maksimal 5 %			PT. STI			POM			INSPECTOR		ENGINEER		MANAGER		

4.2 Perhitungan Arus Pengaman dan Penampang Hantaran

Sesuai data beban panel lantai gambar 6 dan tabel 3.1 maka analisis pengaman yang terpasang akan dibuktikan dengan persamaan rumus :

$$10^3 \times S \text{ (daya semu dalam kVA)}$$

$$\text{maka } I = \frac{10^3 \times S}{\sqrt{3} \times V}$$

1. Panel Lantai 1 :

$$10^3 \times 27$$

$$I = \frac{10^3 \times 27}{\sqrt{3} \times 380} = 41.03 \text{ A (disebut sebagai In = Arus Nominal)}$$

Selanjutnya menentukan rating pengaman atau breaker dimasukan ke rumus :

$$I_r = 1.5 \times I_n \text{ dan } I_r = 1.5 \times 79.05 \text{ maka } I_r = 61.55 \text{ A (pengaman mendekati yaitu 63 A)}$$

Pengaman atau Breaker yang terpasang dilapangan adalah 63 A (sesuai)

Sedangkan hasil pengukuran arus panel Lantai 1 adalah 37 A

Sehingga ada selisih dari hasil perhitungan dengan hasil pengukuran sebesar :

$$41,03 \text{ A} - 37 \text{ A} = 4.03 \text{ A}$$

Dari breaker yang terpasang juga masih ada cadangan daya listrik sebesar :

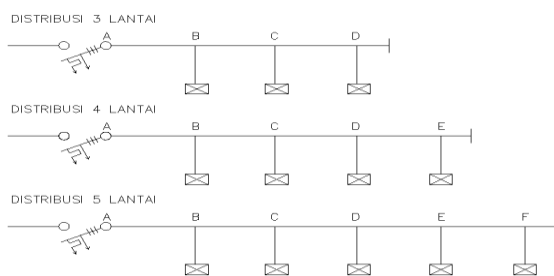
$$63 \text{ A} - 37 \text{ A} = 26 \text{ A}$$

Tabel 4.2 : Data Hasil Perhitungan Penampang Hantaran

No	Panel Lantai Distribusi	Panjang (meter)	Beban (VA)	In Nominal	Penampang q (mm2)	Terpasang q (mm2)	Memenuhi Standart
1	SDP-1.PC	23.8	27000	41.03	4.57	16	√
2	SDP-2.PC	27.1	30000	45.59	5.79	25	√
3	SDP-3.PC	30.4	30000	45.59	6.49	25	√
4	SDP-4.PC	33.7	30000	45.59	7.19	25	√
5	SDP-5.PC	37	52000	79.03	13.69	35	√
6	SDP-6.PC	41	60000	91.19	17.51	35	√
7	SDP-7.PC	44.3	55000	83.59	17.34	35	√
8	SDP-8.PC	47.6	55000	83.59	18.63	35	√
9	SDP-9.PC	52	75000	113.98	27.75	70	√
10	SDP-10.PC	51	75000	113.98	27.22	70	√
11	SDP-11.PC	54.3	75000	113.98	28.98	70	√
12	SDP-12.PC	57.6	75000	113.98	30.74	70	√
13	SDP-13.PC	60.9	75000	113.98	32.50	70	√
14	SDP-14.PC	68	75000	113.98	36.29	70	√
15	SDP-15.PC	71.3	75000	113.98	38.06	70	√
16	SDP-16.PC	74.6	75000	113.98	39.82	70	√
17	SDP-17.PC	77.9	75000	113.98	41.58	70	√
18	SDP-18.PC	81	75000	113.98	43.23	70	√
19	SDP-19.PC	84.3	75000	113.98	44.99	70	√
20	SDP-20.PC	87.6	75000	113.98	46.76	70	√
21	SDP-21.PC	90.9	75000	113.98	48.52	70	√
22	SDP-22.PC	94	75000	113.98	50.17	70	√
23	SDP-23.PC	97.3	75000	113.98	51.93	70	√
24	SDP-24.PC	100.6	75000	113.98	53.69	70	√
25	SDP-25.PC	103.9	75000	113.98	55.46	70	√
26	SDP-26.PC	108	75000	113.98	57.64	70	√
27	SDP-27.PC	111.3	75000	113.98	59.41	70	√
28	SDP-28.PC	114.6	75000	113.98	61.17	70	√
29	SDP-29.PC	117.9	75000	113.98	62.93	70	√
30	SDP-30.PC	122	75000	113.98	65.12	70	√
31	SDP-31.PC	125.3	75000	113.98	66.88	70	√
32	SDP-32.PC	128.6	75000	113.98	68.64	70	√
33	SDP-33.PC	131.9	75000	113.98	70.40	70	x
34	SDP-34.PC	135	65000	98.78	62.45	50	x
35	SDP-35.PC	138.3	65000	98.78	63.97	50	x
36	SDP-36.PC	141.6	55000	83.59	55.42	50	x
37	SDP-37.PC	144	27000	41.03	27.67	16	x
38	SDP-38.PC	147.3	27000	41.03	28.30	16	x
39	SDP-39.PC	150.6	27000	41.03	28.94	16	x
40	SDP-40.PC	153.9	27000	41.03	29.57	16	x

4.3. Perhitungan Susut Tegangan Distribusi Kabel Bercabang

Untuk mempermudah dalam perhitungan maka jalur distribusi pada percabangan kabel dibuat gambar sederhana seperti gambar 6 di bawah ini :



Gambar 6. Jalur Distribusi Percabangan Kabel dengan 3, 4 dan 5 cabang

1. Pada Riser-1 gambar 6 terdapat jalur A-B-C-D-E-F, dengan kabel Aluminium 185 mm² untuk nilai $\theta = 1.821$ maka jatuh tegangan dapat dihitung :

Rumus : $(\Delta V) \% = (P.L) \theta . 10^{-4} \%$

$$E-F : (\Delta V_{EF}) \% = (41.6 \times 3.3) \times 1.821 \times 10^{-4} \% = 0.024 \%$$

$$D-E : (\Delta V_{DE}) \% = (41.6 + 24 \times 3.3) \times 1.821 \times 10^{-4} \% = 0.021 \%$$

$$C-D : (\Delta V_{CD}) \% = (41.6 + 24 + 24 \times 3.3) \times 1.821 \times 10^{-4} \% = 0.053 \%$$

$$B-C : (\Delta V_{BC}) \% = (41.6 + 24 + 24 + 24 \times 3.3) \times 1.821 \times 10^{-4} \% = 0.068 \%$$

$$A-B : (\Delta V_{AB}) \% = (41.6 + 24 + 24 + 24 + 21.6 \times 23.8) \times 1.821 \times 10^{-4} \% = 0.114 \%$$

Maka jatuh tegangan riser-1 (A-F) sesuai gambar 3(a) adalah :

$$(\Delta V_{AF}) \% = (\Delta V_{EF}) \% + (\Delta V_{DE}) \% + (\Delta V_{CD}) \% + (\Delta V_{BC}) \% + (\Delta V_{AB}) \%$$

$$(\Delta V_{AF}) \% = 0.024 \% + 0.021 \% + 0.053 \% + 0.068 \% + 0.114 \% = 0.28 \%$$

Untuk Tegangan kirim di Panel Utama Ancol Mansion (Vk) adalah 395 Volt

$$(\Delta V_{AF}) \% = 0.28 \% \quad \text{atau} \quad 395 \text{ Volt} \times 0.28 \% = 1.106 \text{ Volt}$$

Sehingga sisi Tegangan terima (Vt) : 395 Volt – 1.106 Volt = 393.89 Volt

Tabel 4.3 : Data Hasil Perhitungan Susut Tegangan Riser Kabel Bercabang

No	Riser	Susut Tegangan Percabangan (%)					Total (%)	Susut (Volt)	Tegangan Terima
		A – B	B – C	C – D	D – E	E – F			
1	Riser-I	0.114	0.068	0.053	0.021	0.024	0.28	1.11	393.89
2	Riser-II	0.175	0.02	0.017	0.016		0.23	0.90	394.10
3	Riser-III	0.269	0.026	0.021	0.016		0.33	1.31	393.69
4	Riser-IV	0.354	0.026	0.021	0.016		0.42	1.65	393.35
5	Riser-V	0.418	0.026	0.021	0.016		0.48	1.90	393.10
6	Riser-VI	0.483	0.026	0.021	0.016		0.55	2.16	392.84
7	Riser-VII	0.553	0.026	0.021	0.016		0.62	2.43	392.57
8	Riser-VIII	0.623	0.026	0.021	0.016		0.69	2.71	392.29
9	Riser-IX	0.734	0.022	0.014			0.77	3.04	391.96
10	Riser-X	1.502	0.026	0.021	0.086		1.64	6.46	388.54

4.4. Susut Tegangan Distribusi Kabel Konvensional

Susut tegangan pada kabel konvensional bisa dihitung dengan Rumus yang sama :

$$(\Delta V) \% = (P.L) \theta . 10^{-4} \%$$

1. Susut tegangan pada distribusi kabel ke SDP-1.PC, kabel XLPE/CU 16mm², dengan nilai $\theta = 8.964$, maka jatuh tegangan dapat dihitung :

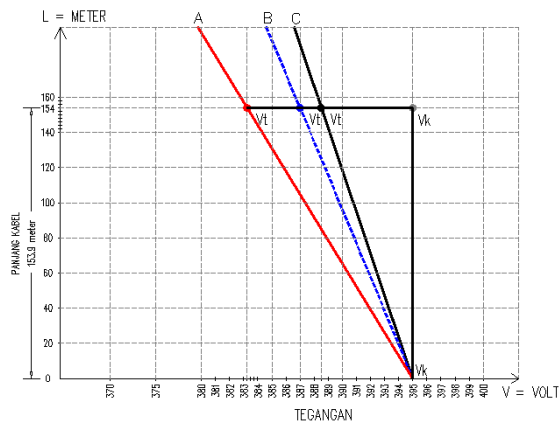
$$A-B : (\Delta V_{AB}) \% = (21.6 \times 23.8) \times 8.964 \times 10^{-4} \% = 0.461 \%$$

Untuk Tegangan kirim di Panel Utama Ancol Mansion (Vk) adalah 395 Volt

$$(\Delta V_{AB}) \% = 0.461 \% \quad \text{atau} \quad 395 \text{ Volt} \times 0.461 \% = 1.82 \text{ Volt}$$

Sehingga sisi Tegangan terima (Vt) : 395 Volt – 1.82 Volt = 393.18 Volt

Dari hasil pengukuran tegangan di lapangan dan perhitungan susut tegangan untuk sistem distribusi Kabel Bercabang dan Kabel Konvensional maka bisa di buat suatu grafik selisih tegangan dengan diambil 1 contoh lantai 40, karena lantai tersebut terjadi susut tegangan yang paling besar.



Gambar 7. Grafik Susut Tegangan

Keterangan :

- A = Susut tegangan distribusi Kabel Konvensional 2.89 % (11.77 Volt) dengan Tegangan Terima 383.23 Volt
- B = Susut tegangan distribusi Hasil Pengukuran di lapangan 2.02 % (8 Volt) dengan Tegangan Terima 387 Volt
- C = Susut tegangan distribusi Kabel Bercabang 1.64 % (6.46 Volt) dengan Tegangan Terima 388.54 Volt

4.5 Rangkuman

Ada beberapa rangkuman dari hasil analisis di atas yaitu :

1. Susut Tegangan

No	Panel Distribusi Lantai	Perbandingan Susut Tegangan (Volt)				Susut Tegangan di izinkan PUIL < 5%		
		Kabel Bercabang		Kabel Konvensional		Pengukuran	Masuk	Tdk Masuk
		(%)	(Volt)	(%)	(Volt)			
1	SDP-1.PC	0.114	0.45	0.461	1.82	1	√	
2	SDP-2.PC	0.068	0.27	0.407	1.61	1	√	
3	SDP-3.PC	0.053	0.21	0.456	1.80	1	√	
4	SDP-4.PC	0.021	0.08	0.506	2.00	1	√	
5	SDP-5.PC	0.024	0.09	0.724	2.86	1	√	
6	SDP-6.PC	0.175	0.69	0.925	3.65	1	√	
7	SDP-7.PC	0.02	0.08	0.916	3.62	1	√	
8	SDP-8.PC	0.017	0.07	0.985	3.89	1	√	
9	SDP-9.PC	0.016	0.06	0.910	3.59	2	√	
10	SDP-10.PC	0.269	1.06	0.892	3.52	2	√	
11	SDP-11.PC	0.026	0.10	0.950	3.75	2	√	
12	SDP-12.PC	0.021	0.08	1.008	3.98	2	√	
13	SDP-13.PC	0.016	0.06	1.066	4.21	2	√	
14	SDP-14.PC	0.354	1.40	1.190	4.70	3	√	
15	SDP-15.PC	0.026	0.10	1.247	4.93	2	√	
16	SDP-16.PC	0.021	0.08	1.305	5.16	2	√	
17	SDP-17.PC	0.016	0.06	1.363	5.38	2	√	
18	SDP-18.PC	0.418	1.65	1.417	5.60	4	√	
19	SDP-19.PC	0.026	0.10	1.475	5.83	2	√	
20	SDP-20.PC	0.021	0.08	1.533	6.05	2	√	
21	SDP-21.PC	0.016	0.06	1.590	6.28	3	√	
22	SDP-22.PC	0.483	1.91	1.645	6.50	3	√	
23	SDP-23.PC	0.026	0.10	1.702	6.72	4	√	
24	SDP-24.PC	0.021	0.08	1.760	6.95	4	√	
25	SDP-25.PC	0.016	0.06	1.818	7.18	3	√	
26	SDP-26.PC	0.553	2.18	1.890	7.46	4	√	
27	SDP-27.PC	0.026	0.10	1.947	7.69	4	√	
28	SDP-28.PC	0.021	0.08	2.005	7.92	3	√	
29	SDP-29.PC	0.016	0.06	2.063	8.15	4	√	
30	SDP-30.PC	0.623	2.46	2.135	8.43	3	√	
31	SDP-31.PC	0.026	0.10	2.192	8.66	3	√	
32	SDP-32.PC	0.021	0.08	2.250	8.89	3	√	
33	SDP-33.PC	0.016	0.06	2.308	9.12	3	√	
34	SDP-34.PC	0.734	2.90	2.504	9.89	4	√	
35	SDP-35.PC	0.022	0.09	2.565	10.13	4	√	
36	SDP-36.PC	0.014	0.06	2.929	11.57	4	√	
37	SDP-37.PC	1.502	5.93	2.788	11.01	7	√	
38	SDP-38.PC	0.026	0.10	2.852	11.27	7	√	
39	SDP-39.PC	0.021	0.08	2.916	11.52	8	√	
39	SDP-40.PC	0.086	0.34	2.980	11.77	8	√	

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis diatas, diambil kesimpulan sebagai berikut :

- A. Dalam penggunaan kabel distribusi di setiap lantai sesuai beban dan panjang kabel untuk susut tegangan maksimal adalah sebagai berikut :
 - a. Untuk Kabel Bercabang 1.64 % pada lantai 40
 - b. Untuk Kabel Konvensional 2.98 % pada lantai 40dan susut tegangan tidak melebihi dari standart yang diizinkan sebesar 5%.
- B. Dari segi teknik pemasangan sistem distribusi menggunakan Kabel Bercabang lebih praktis dan efektif dibandingkan dengan Kabel Konvensional.
 - a. Kabel Bercabang jika ada perbaikan salah satu panel distribusi harus mematikan breaker dari panel utama sehingga panel yang disuplai dari satu kabel ikut padam.
 - b. Kabel Konvensional Jika ada perbaikan salah satu panel distribusi cukup mematikan breaker dari panel utama yang mensuplai panel tersebut sehingga panel yang lain tidak terganggu.

- C. Pembiayaan pada sistem distribusi menggunakan Kabel Bercabang lebih ekonomis 24.35 % dibandingkan menggunakan Kabel Konvensional.

DAFTAR PUSTAKA

1. Hasan-Basri. 1997. *Sistem Distribusi Daya Listrik*. Jakarta : Penerbit ISTN.
2. Munandar Aris, Prof. 1984. *Teknik Tenaga Listrik*, Jakarta : Penerbit Pradnya Paramita.
3. Soekarto. J. 1989. *Relaying dan Pengaman*. Jakarta : Penerbit ISTN.
4. Suryatmo. F. 1980. *Teknik Listrik Instalasi Penerangan*. Jakarta : Penerbit Rineka Cipta.
5. Yayasan PUIL. 2002. *Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000*. PLN.
6. Zuhail, Prof. 1982. *Dasar Teknik Tenaga Listrik*. Bandung : ITB Bandung.