

PERENCANAAN SISTEM KELISTRIKAN DAN SUMBER TENAGA LISTRIK (Aplikasi Kawasan Stadium Utama Sumatera Barat)

Yani Ridal¹, Hajrul Muarif²

¹⁾ Jurusan Teknik Elektro Universitas Bung Hatta
Jl. Gajah Mada No. 19 Padang
Email: yani.ridal@yahoo.com

ABSTRACT

The main stadium area of West Sumatera is located in the Lubuk Alung sub-district, Padang Pariaman district, covering an area of approximately 38 hectares. The main stadium area of West Sumatera consists of 6 building units, namely (GOR 1 building, GOR 2 building, GOR 3 building, main stadium building, athletic tribune building, and aquatic building). The total power is 2,602,363 Watts with TDL PT. PLN (Persero) 2,770 kVA voltage 20 kV. From the three locations for the placement of the substation, the cost of distribution cable channels is obtained, namely the middle East Rp 50,934,394,900 the North center Rp 12,993,577,300 and the central South Rp 13,725,059,660. Placement of a more efficient power source is the North central from the area, there is a difference of approximately IDR 37,209,335,240.

Keywords: *Electricity System, Losses, Voltage Drop, Electrical System Cost*

1. PENDAHULUAN

Pada setiap pembangunan bangunan gedung suatu kawasan memerlukan pendistribusian daya dan sistem kelistrikan yang sesuai dengan kebutuhan dan standar yang ada. Namun tidak jarang dalam pengerjaan proyek tersebut, terdapat beberapa kekurangan suatu penempatan gardu distribusi listrik kurang di manfaatkan secara maksimal, guna memenuhi kebutuhan akan energi listrik saat ini dan di masa yang akan datang. Oleh karena itu di perlukan suatu sistem kelistrikan mempunyai keandalan, efektifitas, safety, estetika sistem dan ramah lingkungan, yang di terapkan pada kawasan stadium utama Sumatera Barat.

Stadion utama Sumatera Barat yang berada di Sikabu kabupaten Padang Pariaman ini, merupakan stadion yang dirancang sebagai stadion terbesar di Sumatera Barat dengan luas kurang lebih 38,5 hektar. Stadion ini akan dilengkapi dengan berbagai fasilitas, seperti lintasan atletik, ruang atlet dan sebagainya. Stadion utama itu diperkirakan mampu menampung penonton dengan jumlah mencapai 45 ribu penonton untuk tempat duduk. Tidak hanya itu saja, ada sarana dan prasarana seperti GOR 1, GOR 2, GOR 3, stadion utama, tribune atletik. Pada layout kawasan stadium utama, penempatan utilitas seperti sumber tenaga listrik (gardu distribusi) menjadi perhatian, agar pendistribusian listrik dapat di optimalkan.

Oleh karena itu, perlu di rancang dan desain penempatan sumber tenaga listrik (gardu distribusi) berdasarkan kapasitas dayanya, rating pengaman dan ukuran kabel pada panjang saluran. Dan perlu dianalisa mengenai keterja dari sistem kelistrikan yang ada dalam kawasan stadium utama Sumbar, untuk mendapatkan sistem kelistrikan yang sesuai dengan standard PUIL 2011.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Kelistrikan

Sistem kelistrikan dapat di artikan sebagai sistem sarana utama dalam penyaluran tenaga listrik dari sumber ke pusat beban. Sementara sistem kelistrikan dan instalasi adalah cara pemasangan penyalur tenaga listrik atau peralatan listrik yang memerlukan tenaga listrik, dimana pemasangannya harus sesuai dengan peraturan yang telah ditetapkan di dalam Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) dan standard konstruksi sambungan tenaga listrik. Sumber tenaga listrik untuk beban memiliki kondisi dan persyaratan tertentu, maka sarana penyalurannya dikehendaki memenuhi persyaratan tertentu pula. Kondisi dan persyaratan yang dimaksudkan tersebut antara lain:

1. Setiap peralatan dirancang memiliki rating tegangan, ukuran kabel dan daya nominal tertentu.
2. Letak titik sumber gardu listrik (pembangkit) dengan titik beban harus konsentris.
3. Pada pengoperasian peralatan listrik, perlu dijamin keamanan bagi peralatan itu sendiri, bagi manusia pengguna dan bagi lingkungan.

Dalam upayaantisipasi ketiga hal tersebut maka untuk sistem penyempaian tenaga listrik di tuntut beberapa kreteria :

1. Diperlukan saluran daya (tenaga) yang handal, aman ekonomis dan ramah lingkungan
2. Diperlukan tersedianya daya (tenaga) listrik dengan kapasitas yang cukup (memenuhi) tegangan yang stabil pada harga nominal tertentu, sesuai design peralatan.
3. Diperlukan sarana sistem pengaman yang baik, sesuai dengan persyaratan pengamanan (cepat kerja, sensitif, selektif, handal dan ekonomis).

2.1.1 Sistem Kelistrikan

Bentuk jaringan ini merupakan bentuk dasar, paling sederhana dan paling banyak digunakan karena satu daya berasal dari satu titik sumber. Karena adanya pencabangan dalam saluran, maka arus beban yang mengalir sepanjang saluran menjadi tidak sama besar. Oleh karena kerapatan arus (beban) pada setiap titik sepanjang saluran ini tidak sama besar, maka penampang konduktor pada jaringan bentuk radial ini ukurannya tidak harus sama. Dalam artian saluran utama (yang berada dekat dengan sumber) yang menanggung arus beban besar, ukuran penampangnya relatif besar, dan saluran cabang-cabangnya makin ke ujung dengan arus beban yang lebih kecil, ukurannya lebih kecil pula. Hal ini disebabkan karena antara titik sumber dan titik beban hanya ada satu alternatif saluran, sehingga bila saluran tersebut mengalami gangguan, maka seluruh rangkaian sesudah titik gangguan akan mengalami pemadaman.

Sistem radial mempunyai kelebihan dan kekurangan :

Kelebihan :

- a. Lebih murah biaya investasinya
- b. Lebih sederhana pengendalian dan sistemnya

Kekurangan :

- a. Kualitas listrik kurang baik
- b. Jika mengalami gangguan pada satu titik maka titik yang lain tidak akan teraliri listrik.

2.1.2 Sistem Kelistrikan Loop

Pada jaringan ini, titik beban memiliki dua alternatif saluran yang berasal berasal lebih dari satu sumber. Jaringan ini merupakan jaringan dengan bentuk tertutup. Susunan rangkaian penyulang membentuk ring, yang memungkinkan titik beban dilayani dari dua arah penyulang. Pada keadaan normal tipe ini bekerja secara radial dan pada saat terjadi gangguan PMT dapat dioperasikan, sehingga gangguan dapat terlokalisasi. Tipe ini lebih

handal dalam penyaluran tenaga listrik dibandingkan tipe radial, namun biaya investasi lebih mahal.

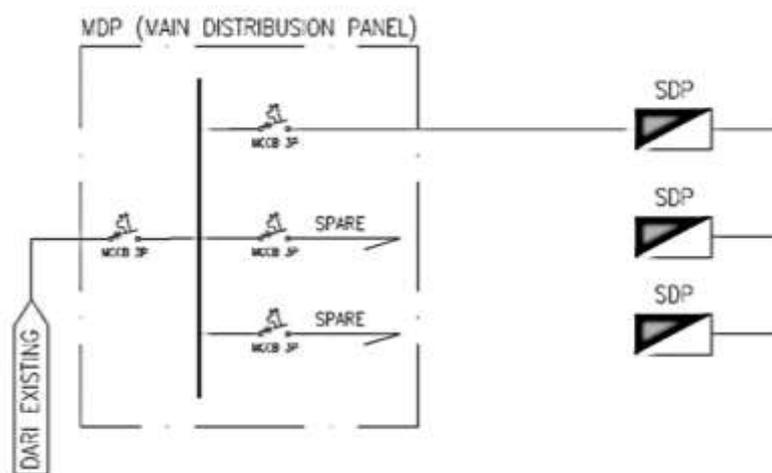
Sistem loop mempunyai kelebihan dan kekurangan :

Kelebihan :

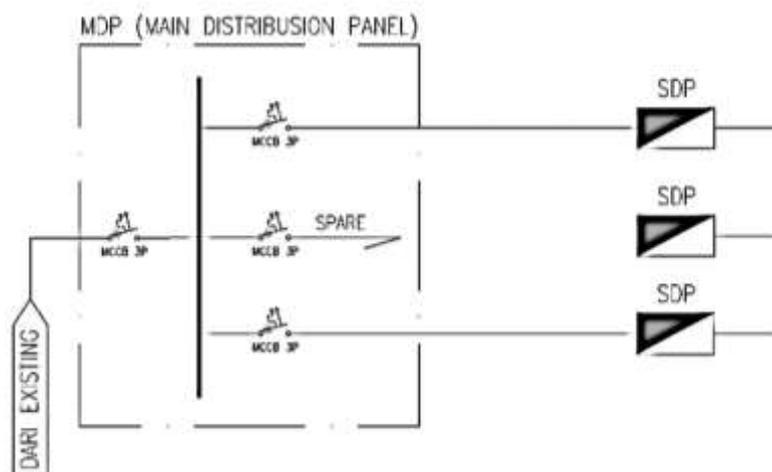
- a. Kualitas listrik lebih baik/handal.
- b. Jika mengalami gangguan pada satu titik, maka titik yang lain dapat di aliri listrik dari PMT yang lain.

Kekurangan :

- a. Lebih mahal biaya investasinya.
- b. Lebih rumit pengendalian dan sistemnya.



Gambar 1. Sistem kelistrikan radial



Gambar 2. Sistem kelistrikan loop

3. METODOLOGI PENELITIAN

Tahap perencanaan sistem kelistrikan dan sumber tenaga listrik (aplikasi kawasan stadion utama Sumbar) dapat dilihat pada gambar 3.

Langkah-langkah penelitian adalah :

1. Data

Data penelitian diperoleh melalui wawancara dengan pihak-pihak yang bertanggung jawab dengan sistem kelistrikan pada kawasan stadion utama Sumbar dan di survey

langsung. Data juga diperoleh dari sebagai perlengkapan kawasan stadium utama Sumbar meliputi data gambar mekanikal elektrikal kawasan stadium utama Sumbar.

2. Perhitungan

Proses perhitungan dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- a. Perhitungan daya $3\phi = Pin$ (Watt)

$$Pin = \sqrt{3} \times V \times In \times \cos \varphi \quad (1)$$

- b. Perhitungan I rating, $k = 1,25$

$$Irating = k \times In \quad (2)$$

- c. Perhitungan Isc (arus hubung singkat)

$$Isc = \frac{Vln}{R} \quad (3)$$

- d. Perhitungan Ibc (arus breaking capacity)

$$Ibc = 1,6 \times Isc \quad (4)$$

- e. Perhitungan tahanan penghantar

$$R = \frac{\ell \times \rho}{A} \quad (5)$$

- f. Perhitungan drop tegangan

$$Vd = \sqrt{3} \times I \times R \times \cos \varphi \quad (6)$$

$$Vd\% = \frac{Vdrop}{Vkrim} \times 100\% \quad (7)$$

- g. Perhitungan daya losses

$$PL = 3 \times I^2 \times R \quad (8)$$

- h. Perhitungan rugi-rugi energi

$$WL = PL \times t \times \text{harga listrik/kWh} \quad (9)$$

- i. Penampang kabel

$$A = \frac{\sqrt{3} \times I \times \ell \times \rho \times \cos \varphi}{Vd} \quad (10)$$

- j. Kapasitas daya kapasitor bank

$$Qc = Ql - Qb \quad (11)$$

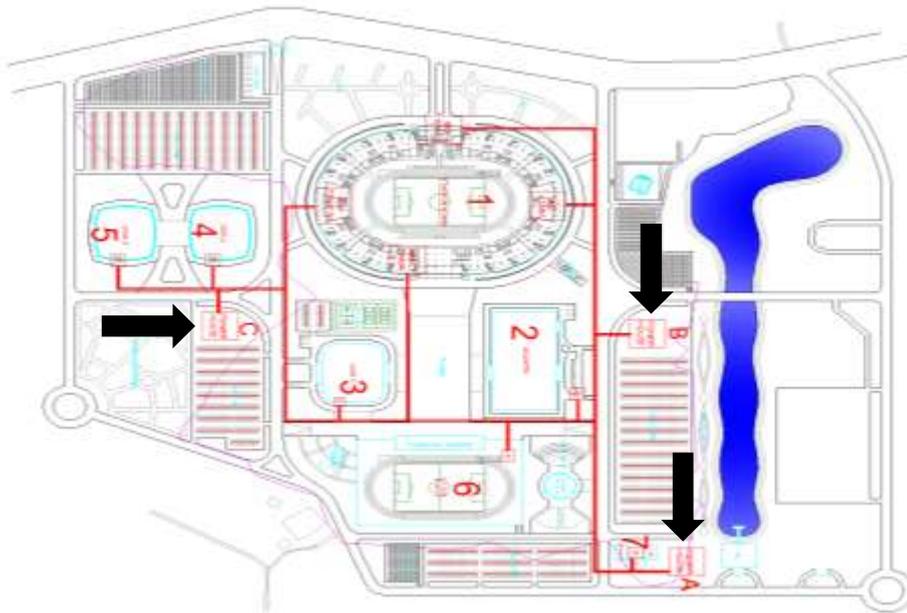
3. Pembahasan

Pada bagian ini membahas hasil perhitungan analisis kinerja sistem kelistrikan kawasan stadium utama Sumbar, pembahasan yang di lakukan adalah :

- Daya yang terhitung pada tiap-tiap gedung
- Daya kapasitor bank
- Penampang kabel
- Rating pengaman
- Drop tegangan
- Rugu-rugi daya
- Rugi-rugi energi
- Arus (Isc) dan (Ibc).

Tabel 1. Denah lokasi kawasan (layout)

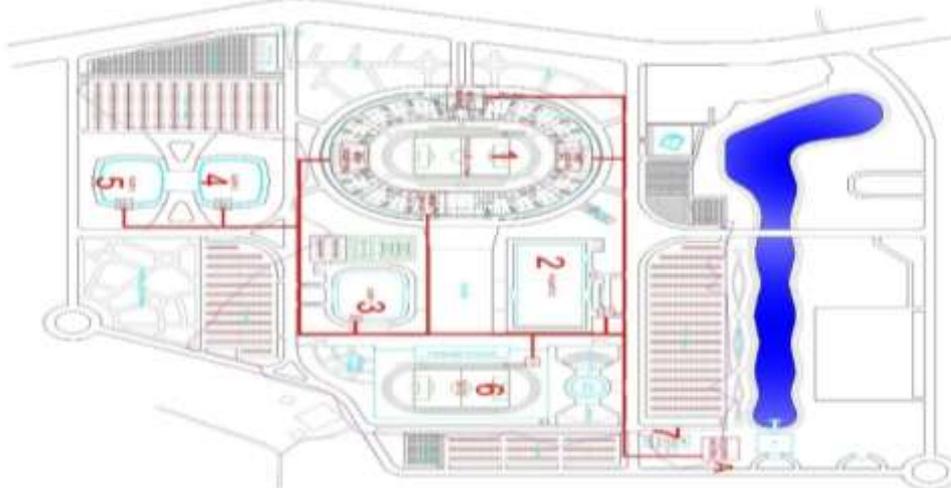
NO	Keterangan gedung	NO	Keterangan power house
1	Stadium utama	A	Power house 1
2	Aquatic	B	Power house 2
3	GOR 1	C	Power house 3
4	GOR 2		
5	GOR 2		
6	Lapangan olahraga terbuka		
7	Pompa transfer		



Gambar 3. Perencanaan penempatan sumber tenaga listrik

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perencanaan 1 penempatan sumber tenaga listrik



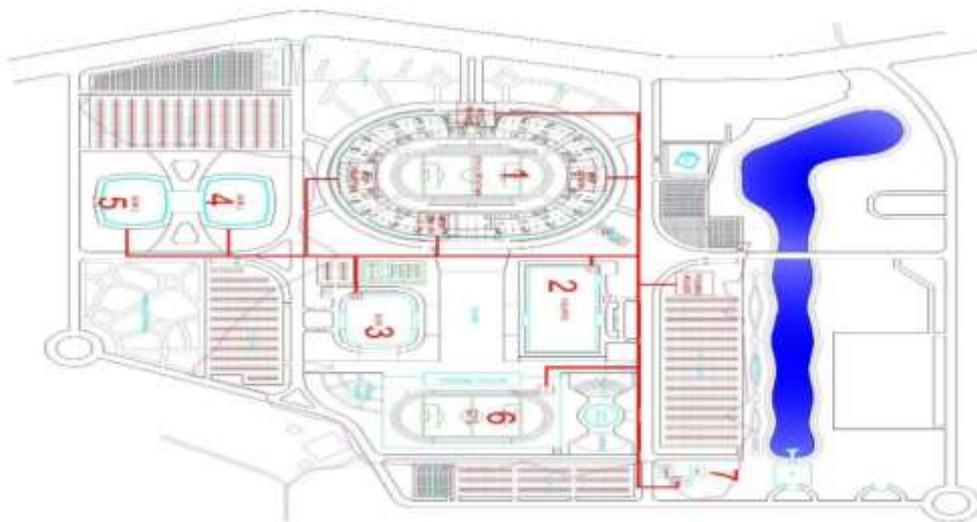
Gambar 4. Perencanaan 1 penempatan sumber tenaga listrik terletak dibagian arah Timur

Tabel 2. Data perencanaan 1 penempatan sumber tenaga listrik terletak arah Timur, lokasi, beban dan panjang saluran kabel

No	Lokasi	Total beban (W)/(kVA)	Panjang kabel (m)
1	PUTM – TRAFO 1	1.600 kVA	17
2	PUTM – TRAFO 2	1.600 kVA	13
3	TRAFO 1 – PUTR 1	1.246.773 W	17,50
4	TRAFO 2 – PUTR 2	1.355.590 W	24
5	GENSET 1 – PUTR 1	1.440.000 W	13
6	GENSET 2 – PUTR 2	1.440.000 W	23
7	PUTR 1 – MDP Utara	50.757 W	697

8	PUTR 1 – MDP Selatan	50.757.W	1.048
9	PUTR 1 – MDP Barat	291.399 W	920
10	PUTR 1 – MDP Timur	269.818 W	786
11	PUTR 1 – DP Pompa Transfer	154.000 W	15
12	PUTR 1 – MDP GOR 1	215.014 W	615
13	PUTR 1 – MDP GOR 2	215.014 W	984
14	PUTR 2 – MDP GOR 3	215.014 W	1.098
15	PUTR 2 – MDP OU AC Barat	336.140 W	920
16	PUTR 2 – MDP OU AC Timur	189.700 W	786
17	PUTR 2 – MDP Outdoor Stadium	147.597 W	514
18	PUTR 2 – Aquatic Stadium	328.132 W	401
19	PUTR 2 – DP Pompa Hydrant	139.000 W	24

4.2 Perencanaan 2 penempatan sumber tenaga listrik



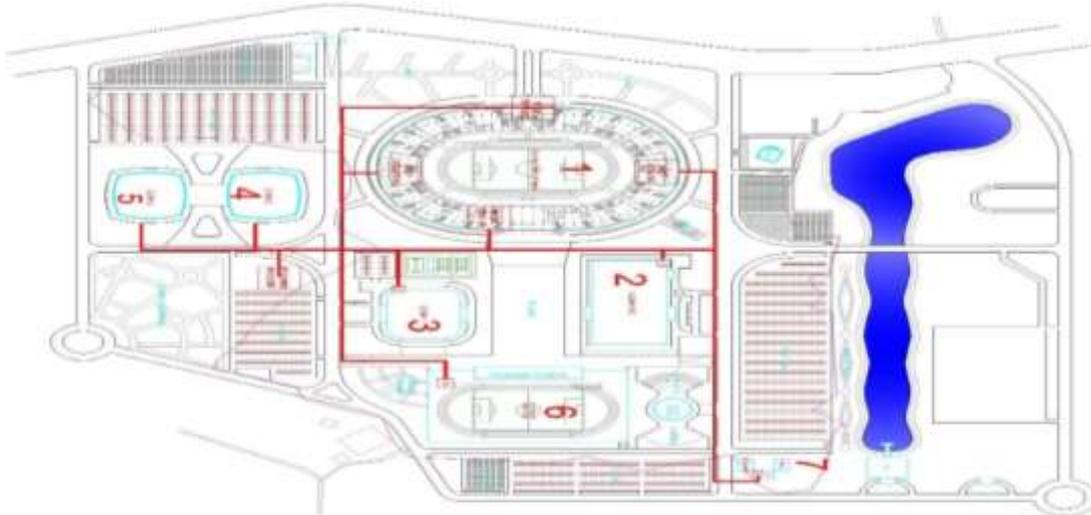
Gambar 5. Penempatan sumber tenaga listrik terletak di arah bagian tengah Utara

4.3 Perencanaan 3 penempatan sumber tenaga listrik

Tabel 3. Data perencanaan 2 penempatan sumber tenaga listrik terletak di arah tengah Utara, lokasi, beban dan panjang saluran kabel

No	Lokasi	Total beban (W)/(kVA)	Panjang kabel (m)
1	PUTM – TRAF0 1	1.600 kVA	17
2	PUTM – TRAF0 2	1.600 kVA	13
3	TRAF0 1 – PUTR 1	1.246.773 W	17,50
4	TRAF0 2 – PUTR 2	1.355.590 W	24
5	GENSET 1 – PUTR 1	1.440.000 W	13
6	GENSET 2 – PUTR 2	1.440.000 W	23
7	PUTR 1 – MDP Utara	50.757 W	260
8	PUTR 1 – MDP Selatan	50.757.W	614
9	PUTR 1 – MDP Barat	291.399 W	492
10	PUTR 1 – MDP Timur	269.818 W	340
11	PUTR 1 – DP Pompa Transfer	154.000 W	443
12	PUTR 1 – MDP GOR 1	215.014 W	457
13	PUTR 2 – MDP GOR 2	215.014 W	580
14	PUTR 2 – MDP GOR 3	215.014 W	690
15	PUTR 2 – MDP OU AC Barat	336.140 W	492

No	Lokasi	Total beban (W)/(kVA)	Panjang kabel (m)
16	PUTR 2 – MDP OU AC Timur	189.700 W	340
17	PUTR 2–MDP Outdoor Stadium	147.597 W	315
18	PUTR 2 – Aquatic Stadium	328.132 W	154
19	PUTR 2 –DP Pompa Hydrant	139.000 W	443



Gambar 6. Penempatan sumber tenaga listrik terletak bagian ditengah Selatan

Tabel 4. Data perencanaan 3 penempatan sumber tenaga listrik terdapat di arah tengah Selatan, lokasi, beban dan panjang saluran kabel

No	Lokasi	Total beban (W)/(kVA)	Panjang kabel (m)
1	PUTM – TRAF0 1	1.600 kVA	17
2	PUTM – TRAF0 2	1.600 kVA	13
3	TRAF0 1 – PUTR 1	1.246.773 W	17,50
4	TRAF0 2 – PUTR 2	1.355.590 W	24
5	GENSET 1 – PUTR 1	1.440.000 W	13
6	GENSET 2 – PUTR 2	1.440.000 W	23
7	PUTR 1 – MDP Utara	50.757 W	603
8	PUTR 1 – MDP Selatan	50.757.W	270
9	PUTR 1 – MDP Barat	291.399 W	556
10	PUTR 1 – MDP Timur	269.818 W	281
11	PUTR 1 – DP Pompa Transfer	154.000 W	918
12	PUTR 1 – MDP GOR 1	215.014 W	112
13	PUTR 1 – MDP GOR 2	215.014 W	204
14	PUTR 2 – MDP GOR 3	215.014 W	204
15	PUTR 2 – MDP OU AC Barat	336.140 W	556
16	PUTR 2 – MDP OU AC Timur	189.700 W	281
17	PUTR 2–MDP Outdoor Stadium	147.597 W	428
18	PUTR 2 – Aquatic Stadium	328.132 W	432
19	PUTR 2 –DP Pompa Hydrant	139.000 W	918

Tabel 5. Perhitungan rugi-rugi energi dan biaya kabel feeder 3 lokasi sumber tenaga listrik

No	Lokasi	Wlosses (Rp)	Biaya kabel feeder (Rp)
1	Arah Timur	98.396.157,76	50.934.394.900
2	Arah tengah Utara	98.396.157,76	12.887.924.140
3	Arah tengah Selatan	96.766.250,5	13.619.406.500

Dari hasil perhitungan rugi-rugi energi dan biaya kabel feeder dalam 3 lokasi perencanaan penempatan sumber tenaga listrik, maka didapat perencanaan penempatan sumber tenaga listrik yang efisien adalah terletak pada arah tengah bagian Utara, dengan rugi-rugi energi Rp 98.396.157,- dan biaya kabel feeder sebesar Rp 12.887.924.140,-

5. KESIMPULAN

Setelah dilakukan perhitungan dan perencanaan mengenai perencanaan sistem kelistrikan dan sumber tenaga listrik (aplikasi kawasan stadion utama Sumbar), maka di peroleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Daya masuk dari PT. PLN (Persero) 2.770 kVA, pelanggan tegangan menengah 20 kV.
2. Total beban yang didapat dari hasil perhitungan pada PUTR 1 total beban 1.248.773 Watt dan pada PUTR 2 total beban 1.355.590 Watt.
3. Beban masing-masing fasa pada PUTR 1 fasa, R = 428.310 Watt, S = 400.139 Watt, T = 418.312 Watt dan pada PUTR 2 fasa, R = 412.225 Watt, R = 448.501 Watt, S = 451.145 Watt.
4. Kabel N2XSJ yang digunakan dengan ukuran 1x35 mm², kabel NYY yang digunakan ukuran 4x120 mm², 1x240 mm² dan kabel NYFGbY yang digunakan ukuran 4x50 mm², 4x95 mm², 4x120 mm², 4x150 mm², 4x185 mm² dan 4x240 mm².
5. Drop tegangan maksimum yang di dapatkan dari perhitungan sebesar 5 % dan drop tegangan minimum sebesar 0,1 %, masih dibawah standard yaitu di bawah 5%.
6. Total daya losses pada perencanaa 1, penempatan sumber tenaga listrik (gardu listrik) terdapat di arah Timur sebesar 119,38197 kW, pada perencanaan 2 penempatan sumber tenaga listrik terdapat di tengah Utara losses sebesar 119,50731 kW, perencanaan 3 penempatan sumber tenaga listrik terdapat di arah tengah Selatan losses sebesar 117,40445 kW.
7. Total rugi-rugi energi pada perencanaan 1 penempatan sumber tenaga listrik terdapat di arah Timur rugi-rugi energi sebesar Rp 98.396.157,- pada perencanaan 2 penempatan sumber tenaga listrik terdapat di arah tengah Utara rugi-rugi energi sebesar Rp 98.499.454,- pada perencanaan 3 penempatan sumber tenaga listrik terdapat di arah tengah Selatan rugi-rugi energi sebesar Rp 96.766.250,-
8. Biaya kabel feeder yang besar terdapat pada perencanaan 1 Rp 50.934.394.900,- dan biaya kabel feeder yang terkecil terdapat pada perencanaan 2 Rp 12.887.924.140,-.

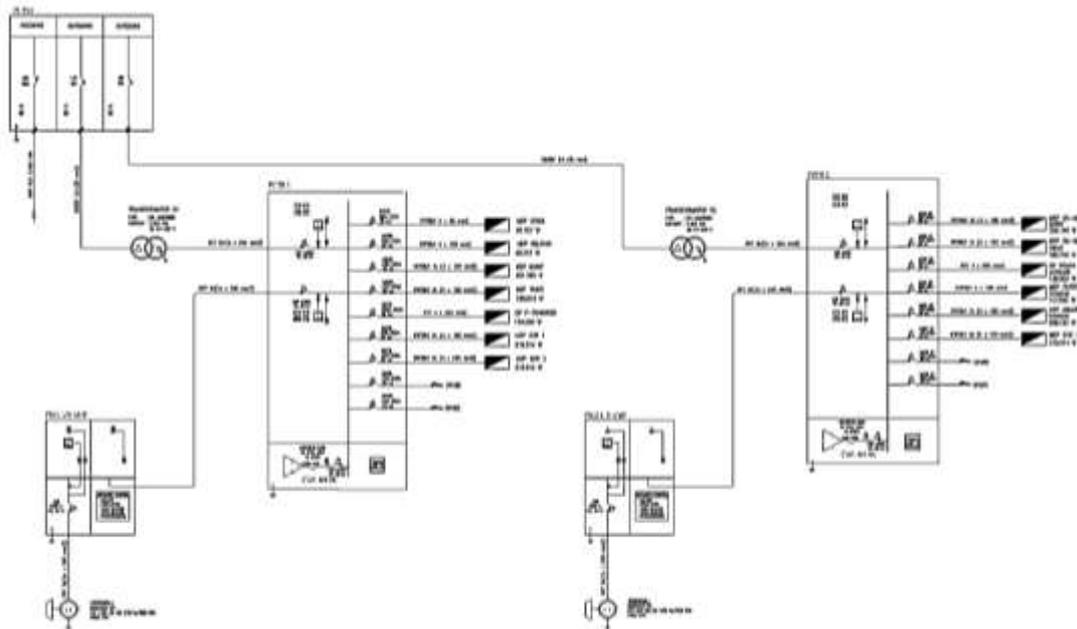
6. DAFTAR PUSTAKA

- Algifari, G., Ratnata, I. W., & Mulyana, E. (2016). Analisis Saluran Kabel Tegangan Rendah di Kampus Universitas Pendidikan Indonesia.
- Ashydiq Chenny, Moch Dhofir, Hery Purnomo, Universitas Brawijaya (2000). Perancangan Kelistrikan Pada Kondotel Borobudur Blimbing Kota Malang.
- Catalogue Schneider. (2019). Product Catalogue MCCB.
- Dharma, A., Gunantara, N., Amir, M., & Pramaita, N. (2016). Perencanaan Instalasi Ban~uelas, R., Antony, J., & Brace, M. (2005). An application of *Six Sigma* to reduce waste. *Quality and Reliability Engineering International*, 21(6), pp. 553–570.
- Gedung, D. I., & Glodok, H. (2017). Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Pakuan Bogor.
- Mu, A., Sains, I., & Teknologi, D. (2017). Perencanaan Sistem Distribusi Listrik Pelaksanaan Proyek Apartement.
- Nrnrtha, I. M.A. (2017). Evaluasi Sistem Instalasi Listrik Gedung B Kampus Fakultas Teknik Universitas Mataram.
- Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) (2011). PUIL 2011.

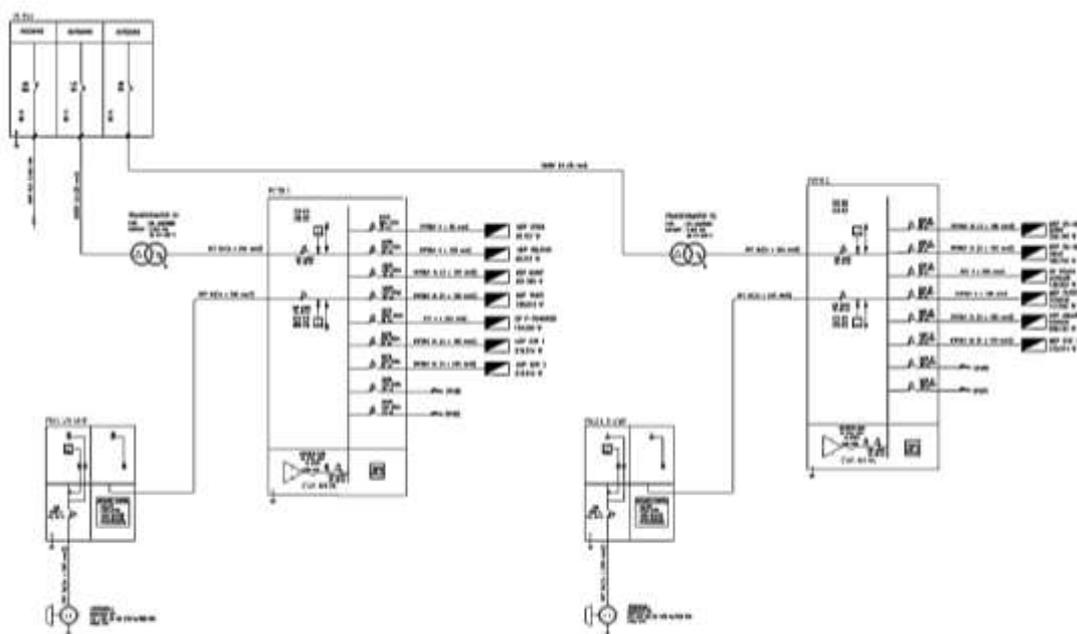
SPLN Standar Konstruksi Gardu Distribusi dan Gardu Hubung Tenaga Listrik (2010). PT. PLN (Persero) Jakarta.

Suripto, S., Jamal, A., Purwanto, K., Wicaksono, W. N., Jusman, Y., Muhammadiyah, U., & Abdurrah, U. (2018). Electrical System Design and Installation of New Building.

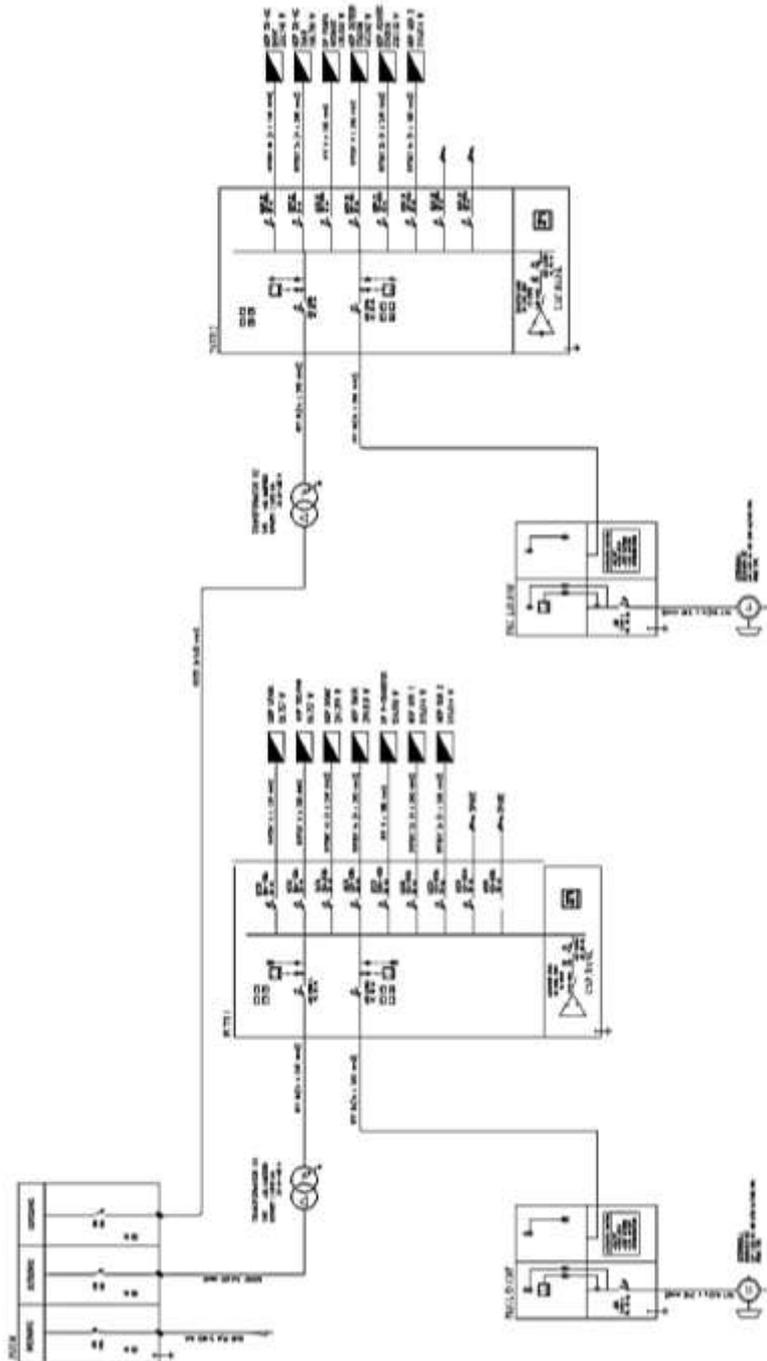
Syofian, A., & Novendri, H. A. (2017). Evaluasi Sistem Kelistrikan Pada Gedung Bertingkat Plaza Andalas Padang.



WIRING DIAGRAM SISTEM KELISTRIKAN PERANCANAAN 2



WIRING DIAGRAM SISTEM KELISTRIKAN PERANCANAAN 2



WIRING DIAGRAM SISTEM KELISTRIKAN PERANCANGAN 1