

Evaluasi Sistem Kelistrikan Ruangan Rawat Inap Kelas Terpadu RSUD DR Muhammad Zein Painan

Trino Juni Susanto^{1*}, Zulkarnaini²

^{1,2}Institut Teknologi Padang, Padang

*Penulis Korespondensi, email: 2021310048.trino@itp.ac.id

Received:28/12/2022

Revised:22/01/2023

Accepted:26/01/2023

Abstract. Each room has a different function be it a general or special room, as well as an integrated class inpatient room at Dr Muhammad Zein Painan Hospital, which is in the South Coast area of West Sumatra Province. Therefore it is necessary to update and re-analyze the hospital inpatient building, especially in the electrical, lighting and earthing systems. This research is to find out whether it is in accordance with SNI and PUIL 2011 or not which will be able to endanger people around as well as comfort and electromedical devices in it. The results of research on the quality of electrical installations show that there are no installation drawings, power recapitulation and building plans, so the authors make an analysis of the installation plans and power recapitulation, as well as lighting for inpatient rooms ranging from 250 lux and toilets from 100-200 lux according to the SNI 6197:2011 standard. , with digital lux meter measurements, lux data varies for each room and generally does not meet the specified standards so it needs to be normalized again, when compared to the DIALUX 11.0 version of the 2022 software method to get a value of 250 lux, requires 3 light points with 2000 lumens each light while manual calculations still get 2 light points but the lumen value is above 2000, so the integrated class room meets the standard. The grounding measurement is stated to be not good, namely 43.8 in the 200 ohm range, it is necessary to add rod electrodes so that the small grounding value is below <5 ohm, which is 2.28Ω .

Keywords: installation, lighting, grounding, puil 2011, software DIALUX 11.0 version 2022

Abstrak. Setiap ruangan memiliki fungsi yang berbeda baik itu ruangan umum maupun khusus, Begitupun ruangan rawat inap kelas terpadu di RSUD Dr Muhammad Zein Painan yang berada di daerah Pesisir Selatan di Provinsi Sumatera Barat. Oleh karena itu perlu pembaruan mengevaluasi dan menganalisa kembali pada Gedung rawat inap RS, terutama pada sistem kelistrikan, penerangan dan pembumian. Penelitian ini untuk mengetahui apakah sesuai SNI dan PUIL 2011 atau tidak yang akan bisa membahayakan orang sekitar serta kenyamanan dan perangkat elektromedis di dalamnya. Hasil penelitian kualitas instalasi listrik menunjukkan dokumen gambar instalasi, rekapitulasi daya dan denah gedung tidak ada sehingga penulis membuat analisa gambar denah instalasi dan rekapitulasi daya, serta untuk pencahayaan ruangan pasien inap berkisar sebesar 250 lux dan toilet dari 100-200 lux berstandar SNI 6197:2011, dengan pengukuran digital lux meter mendapat data lux bervariasi setiap ruangan dan secara umum belum memenuhi standar yang ditentukan sehingga perlu dinormalisasikan kembali, jika dibandingkan metode software DIALUX 11.0 versi tahun 2022 untuk mendapatkan nilai 250 lux, membutuhkan 3 titik lampu dengan 2000 lumen setiap lampunya sedangkan perhitungan manual tetap mendapatkan 2 titik lampu akan tetapi nilai lumennya diatas 2000 maka ruangan ruangan inap kelas terpadu memenuhi standar. Pengukuran pentanahan dinyatakan tidak baik yaitu 43,8 dalam range 200 ohm maka diperlukan penambahan elektroda batang sehingga nilai pentanahan kecil dibawah <5 ohm yaitu 2.28Ω .

Kata Kunci: instalasi, pencahayaan, pentanahan, puil 2011, software DIALUX 11.0 versi 2022

I. PENDAHULUAN

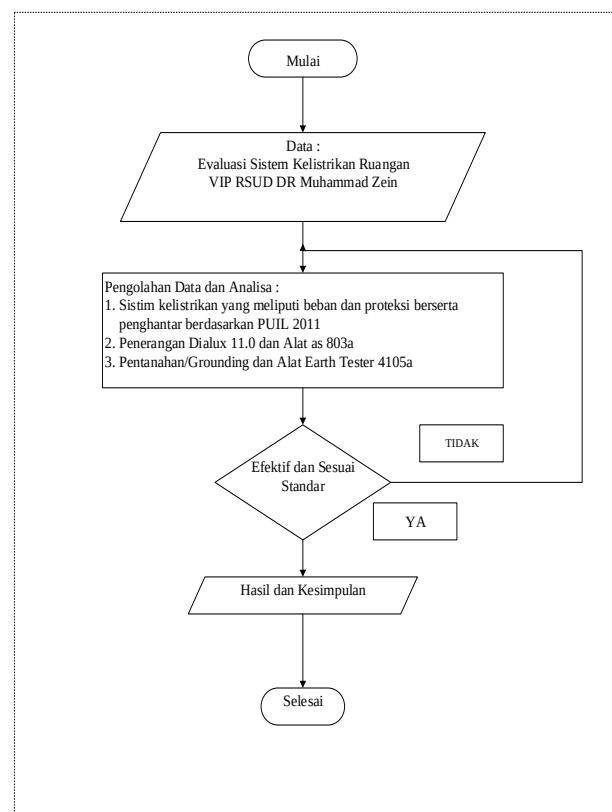
Energi listrik sangat penting dalam gedung Rumah Sakit. Hal ini sangat menunjang dalam

operasional di Rumah Sakit. Konsumsi energi pada sistem kelistrikan Rumah Sakit membutuhkan energi listrik yang sangat besar. Pembayaran listriknya mencapai 100 juta rupiah. Maka dari itu

dibutuhkan perhatian khusus Dalam penyediaan energi listriknya. Dari penelitian yang diketahui berdasarkan audit energi awal besarnya nilai intensitas konsumsi energi listrik Rumah Sakit Untan yang diperoleh yakni sebesar 229,15 kwh / m² per tahun masih dalam kriteria efisien karena masih dibawah standar IKE yang di tetapkan sebesar 380 kwh / m² per tahun[1] Selain itu perubahan fungsi ruangan akan menyebabkan berubahnya beban listrik beban tersebut. Dengan banyaknya pemakaian beban dan pembangunan gedung baru, maka membutuhkan daya yang tidak sedikit, sehingga dibutuhkan suatu analisis dan evaluasi pengembangan sistem jaringan listrik yang ada saat ini[2] untuk mengetahui kesesuaian instalasi listrik yang terpasang pada rumah sakit dengan standar Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) 2011 atau tidak, melihat pentingnya instalasi listrik pada rumah sakit. Dilakukan pengambilan data dengan cara observasi, dokumentasi dan pengukuran. Metode yang digunakan adalah metode deskriptif kualitatif. Pada pengumpulan data, dilakukan observasi komponen instalasi listrik untuk mengetahui kualitas instalasi listrik dan dilakukan pengukuran terhadap semua panel untuk kemudian dievaluasi arus dan tegangannya[3] Pencahayaan merupakan suatu aspek yang sangat berharga dan penting ketika akan mendesain sebuah ruangan supaya bisa berperan dengan baik. Tetapi, apabila pencahayaannya tidak cocok dan tidak memenuhi standar yang sudah ditetapkan semacam pencahayaan yang tidak terang (redup) ataupun sangat terang, sehingga bisa mengganggu penglihatan untuk setiap pengguna ruangan. Oleh sebab itu tingkat pencahayaannya perlu direncanakan sesuai dengan luas maupun fungsi ruangan yang akan digunakan supaya aman dalam beraktivitas serta nyaman untuk penglihatan[4] Setiap gedung yang memiliki instalasi listrik baik untuk penerangan serta laboratorium komputer dan perangkat elektronik harus memiliki dan terkoneksi dengan sistem pembumian [5]

II. METODOLOGI

Penelitian yang dilaksanakan berjenis Studi Evaluatif merupakan penelitian yang mengkaji mengevaluasi kembali suatu kondisi kelistrikan dan terlepas dari itu dapat mengaudit seperti sistem kelistrikan yang bisa berubah sewaktu-waktu dikarenakan ada beban yang bertambah atau penghematan dengan standar PUIL 2011. Oleh karena itu penelitian ini mengevaluasi dari penghantar dan pengaman, serta penerangan dan pembumian

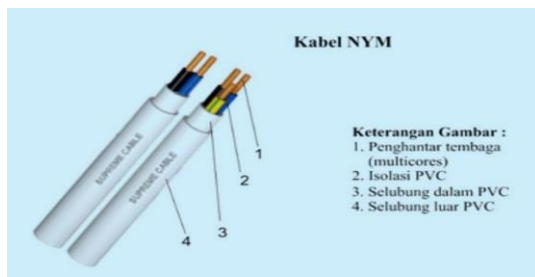


Gambar 1. Diagram Alir

A. Penghantar dan pengaman

1. Penghantar

Bahan Tembaga yang digunakan untuk penghubung aliran listrik dari satu titik ke titik lainnya dan bersifat konduktor. kabel instalasi biasa digunakan pada instalasi penerangan dan denah, jenis kabel yang banyak digunakan dalam instalasi rumah hunian, perkantoran, industri yaitu penghantar NYM.



Gambar 2. Kabel NYM
(Sumber : thecityfoundry, 2022)

Tabel 1. KHA terus menerus yang diperbolehkan untuk kabel instalasi berinsulasi dan berselubung PVC, serta kabel fleksibel dengan voltase pengenal 230/400 (300) volt dan 300/500 (400) volt pada suhu ambien 30 C, dengan suhu konduktor 70 c (SNI 0225-2011/Amd 1 : 2013)

Jenis Konduktor	Luas Penampang Nominal (mm)	KHA Terus Menerus A	KHA pengenal gawai proteksi A
NYM	1,5	18	10
Nyif	2,5	26	20
NYify	4	34	25
NYPLYW	6	44	35
NYRAMZ	10	61	50
NYRZYr	16	82	63
NYUBY	25	108	80
NYLRZY	35	135	100
Dan kabel	50	168	125
fleksibel	70	207	160
berinsulasi	95	250	200
pvc	120	292	250

2. Pengaman

Pengaman adalah suatu peralatan listrik yang digunakan untuk melindungi komponen-komponen dan rangkaian listrik dari kerusakan yang diakibatkan oleh gangguan misalnya arus beban lebih, Perhitungan sistem kelistrikan ini digunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Arus dengan satu fasa } I = \frac{P}{V \times \cos \phi} \text{ (A)} \quad (1)$$

3. Mini Circuit Breaker (MCB)

Pada MCB terdapat dua jenis pengaman yaitu secara *thermis* dan *elektromagnetis*, pengaman *thermis* berfungsi untuk mengamankan arus beban lebih sedangkan pengaman *elektromagnetis* berfungsi untuk mengamankan jika terjadi hubung singkat.



Gambar 3. MCB
(Sumber : Akhdanazizan)

4. MCCB

Merupakan sebuah pemutus tenaga yang memiliki fungsi sama dengan MCB, yaitu mengamankan peralatan dan instalasi listrik saat terjadi hubung singkat dan membatasi kenaikan arus karena kenaikan beban. Hanya saja yang membedakan MCCB dengan MCB adalah chasingnya, dimana untuk MCB tiga fasa memiliki chasing dari tiga buah MCB satu phase yang di kopel secara mekanis sementara MCCB memiliki tiga buah terminal phase dalam satu chasing yang sama. Itulah sebabnya MCCB dikenalsebagai *Molded Case Circuit Breaker*.

B. Penerangan

Instalasi penerangan merupakan suatu rangkaian beberapa komponen listrik dari sumber ke beban yang saling berhubungan antara satu dengan lainnya, Yang terletak pada suatu tempat atau ruangan tertentu. Jenis instalasi ini berupa titik cahaya sehingga terbentuklah suatu sistem yang mempunyai fungsi dan juga menggunakan alat digital serta *software dialux 11.0* versi 2022 dan dengan persamaan sebagai berikut sebagai berikut :

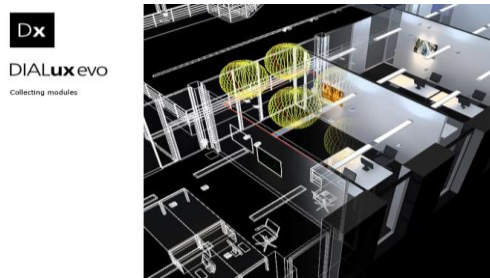
$$n = \frac{EXA}{\Phi \times n \text{ arm} \times kd} \quad (2)$$

Keterangan :

n = Lampu
E = Intensitas cahaya
A = Luas ruangan
 Φ = Fluks cahaya dikeluarkan oleh lampu
 n_{arm} = Effisiensi Armaturn standar
Kd = Faktor depresiasi Lampu standar (0.8)



Gambar 4. Digital Lux Meter
(Sumber : Bigo.id)



Gambar 5. Dialux evo
(Sumber : Dialux evo)

C. Pentanahan

Sistem pentanahan bertujuan untuk mengamankan peralatan – peralatan listrik maupun manusia yang berlokasi di sekitar gangguan dengan cara mengalirkan arus gangguan ke tanah, hingga tercapai suatu nilai yang aman untuk semua kondisi operasi, baik kondisi normal maupun saat terjadi gangguan dan berikut ini Alat Earth Tester serta perhitungannya tahanan jenis tanah dengan 2 elektroda bantu :

$$R = \frac{\rho}{4\pi L} \left(\ln \frac{4L}{a} - 1 \right) + \frac{\rho}{4\pi S} \left(1 - \frac{L^2}{3S^2} + \frac{2}{5} \frac{L^2}{S^4} \right) \quad (3)$$

Keterangan :

R = Tahanan pentanahan (Ω)
 ρ = Hambatan jenis tanah (Ωm)
L = Kedalaman (m)
 A_R = Diameter elektroda (m)
S = Jarak (m)



Gambar 6. Earth Tester

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

RSUD DR Muhammad Zein painan ialah terletak di kabupaten pesisir selatan kota painan yang dimana penulis mengevaluasi kembali suatu objek gedung dan ruangan rawat inap kelas terpadu dengan acuan persyaratan umum instalasi listrik (PUIL 2011) dan menggunakan acuan Standar Nasional Indonesia (SNI). Bagian ebejek evaluasi tersebut dari mulai dari denah, proteksi, serta beban yang digunakan lalu meliputi pencahayaan standar ruangan inap VIP serta Pengukuran pentanahan yang baik. Untuk itu dapat diambil analisa dan pembahasan sebagai berikut :

A. Analisa Hasil Penerangan

1. Hasil Pengukuran Pencahayaan Digital Lux Meter as 803

Tabel 2. Hasil pengukuran

NO.	Penerangan	Hasil pencahayaan Lux meter	Watt dan Lumen	PXL
1	R. Tulip	163 lux	2x28 watt / 2000 lm	5X3,5
2	K. Mandi Tulip	118 lux	10 w/1100 lm	1,5X1,5
3	R. Lavender	201 lux	2x28 watt / 2000 lm	5X3,5
4	K. Mandi Lavender	101 lux	10 watt/1100 lm	1,5X1,5
5	R. Kenanga	196 lux	2x28 watt / 2000 lm	5X3,5
6	K. Mandi Kenanga	139 lux	10 watt/1100 lm	1,5X1,5
7	R. Alamanda	114 lux	2x28 watt / 2000 lm	5X3,5
8	K. Mandi Alamanda	130 lux	10 watt/1100 lm	1,5X1,5
9	R. Dahlia	166 lux	2x28 watt / 2000 lm	5X3,5
10	K. Mandi Dahlia	95 lux	10 watt/1100 lm	1,5X1,5
11	R. Anyelir	235 lux	2x28 watt / 2000 lm	5X3,5
12	K. Mandi Anyelir	178 lux	10 watt/1100 lm	1,5X1,5

2. Analisa Perhitungan Pencahayaan

Intensitas pencahayaan ruang pasien 250 lux
puil Lampu LED 28 watt terpasang 2 buah
Menghasilkan lumen 4000 lumen

Index Ruang (k) :

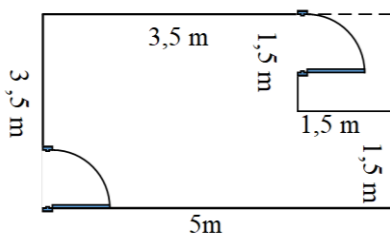
Panjang ruangan (p) = 6 m

Lebar ruangan (l) = 3 m

Tinggi ruangan (h) = 2,8 m

Tinggi dari bidang kerja (tb) = $h - 0,8 = 2$ m,

Karena ruang ini tidak sempurna persegi empatnya maka :



Gambar 7. Denah Ruang

Luas sebenarnya $A = L1 - L2$

$$\begin{aligned} L1 &= P \times L & L2 &= P \times L \\ &= 5 \times 3 = 17,5 \text{ m}^2 & &= 1,5 \times 1,5 \\ & & &= 2,25 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$A = 17,5 - 2,25 = 15,25 \text{ m}^2$$

$$k = \frac{pxl=A}{tb(p+l)}$$

$$k = \frac{15,25}{2(5+3,5)} = 0,89$$

Dari perhitungan *index* ruang diatas, maka didapatkan faktor *utility* (kp)Warna dinding *cream* dan warna langit – langit putih, Faktor refleksi lantai (r_m) = 0.3 Sistem penerangan yang dipakai ialah sistem penerangan langsung (*direct lighting*)

$$k1 = 0,8 \quad kp1 = 0,65$$

$$k2 = 1 \quad kp2 = 0,76$$

maka Faktor *Utility*, yaitu:

$$\begin{aligned} \eta &= kp1 \frac{k-kp1}{kp2-kp1} (kp2-kp1) = 0,65 \frac{0,89-0,8}{1-0,8} (0,76-0,65) \\ &= 0,65 \frac{0,09}{0,2} (0,11) = 0,65 + (0,45 \times 0,11) = 0,69 \end{aligned}$$

Penentuan jumlah *armature* n diketahui sebagai berikut :

A = Luas ruangan (m²) $P \times L$

Φ = Fluks cahaya yang dikeluarkan oleh lampu in – lite 2000 (lumen)

E = intensitas penerangan (lux) sebesar 245 lux

η_{arm} = Effisiensi (%) Armatur standar 0.69

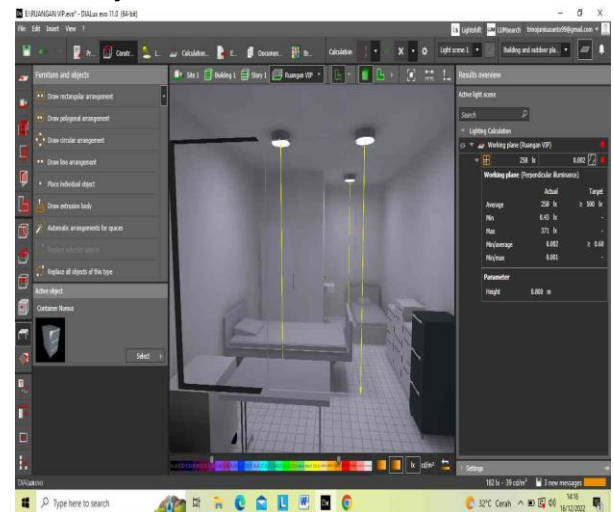
kd = Faktor depresiasi standar umum = 0.8

Dari data-data diatas maka jumlah lampu yang dibutuhkan ruangan ini yaitu :

$$\begin{aligned} n &= \frac{EXA}{\Phi \times \eta_{arm} \times kd} \\ n &= \frac{250 \times 15,25}{4000 \times 0,69 \times 0,8} \\ n &= \frac{3812,5}{2208} = 1,72 \approx 2 \text{ titik lampu} \end{aligned}$$

3. Analisa Software Dialux 11.0 Versi 2022

Untuk mendapatkan hasil pencahayaan kamar ruangan rawat inap kelas terpadu dengan standart SNI yaitu 250 lux. Disimulasikan Pada Software DIALUX 11.0 data yang di *input* dengan dinding warna *cream* dan dinding langit dengan warna putih dengan posisi lampu berada di atas, tanpa terbenam. Terletak 3 titik lampu 15 watt lalu flux lumen 2000 berdasarkan pada bagian samping kanan *software* DIALUX 11.0 *Average* atau rata-rata 250 lux dimana hasil pencahayaan standar pencahayaan inap rumah sakit berkisar 250 lux. Dengan artinya pencahayaan 3 titik lampu dengan lumen masing-masing lampu 2000 lumen mendapatkan sesuai standar SNI dari kondisi sebenarnya.



Gambar 8. Visualisasi Ruang

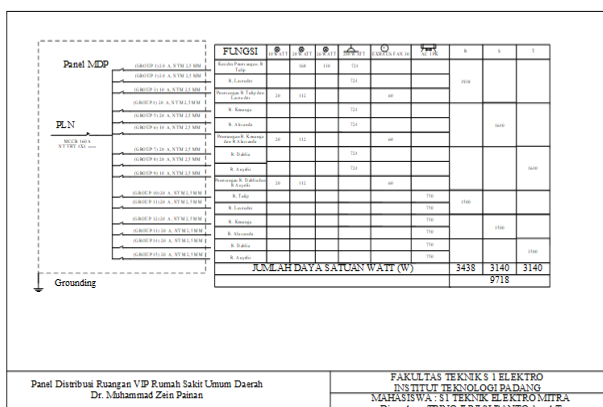
Tabel 3. Hasil Perbandingan Pengukuran, perhitungan dan Dialux 11.0. Berdasarkan (SNI nomor seri 6197:2011)

No	Nama Ruangan	Standar Pencahayaan lux	Hasil Pengukuran Digital AS803	Hasil Simulasi Dialux 11.0 Versi 2022	Hasil Perhitungan secara Manual
13	R. Tulip	250 lux	163 lux	250 lux / 3 ~~titik lampu~~	250 lux / 1,72 ≈ 2 titik lampu
14	K. Mandi Tulip	100-200 lux	118 lux	129 lux / 1 ~~titik lampu~~	100 lux / 0,62 ≈ 1 titik lampu
15	R. Lavender	250 lux	201 lux	250 lux / 3 ~~titik lampu~~	250 lux / 1,72 ≈ 2 titik lampu
16	K. Mandi Lavender	100-200 lux	101 lux	129 lux / 1 ~~titik lampu~~	100 lux / 0,62 ≈ 1 titik lampu
17	R. Kenanga	250 lux	196 lux	250 lux / 3 ~~titik lampu~~	250 lux / 1,72 ≈ 2 titik lampu
18	K. Mandi Kenanga	100-200 lux	139 lux	129 lux / 1 ~~titik lampu~~	100 lux / 0,62 ≈ 1 titik lampu
19	R. Alamanda	250 lux	114 lux	250 lux / 3 ~~titik lampu~~	250 lux / 1,72 ≈ 2 titik lampu
20	K. Mandi Alamanda	100-200 lux	130 lux	129 lux / 1 ~~titik lampu~~	100 lux / 0,62 ≈ 1 titik lampu
21	R. Dahlia	250 lux	166 lux	250 lux / 3 ~~titik lampu~~	250 lux / 1,72 ≈ 2 titik lampu
22	K. Mandi Dahlia	100-200 lux	92 lux	129 lux / 1 ~~titik lampu~~	100 lux / 0,62 ≈ 1 titik lampu
23	R. Anyelir	250 lux	245 lux	250 lux / 3 ~~titik lampu~~	250 lux / 1,72 ≈ 2 titik lampu
24	K. Mandi Anyelir	100-200 lux	178 lux	129 lux / 1 ~~titik lampu~~	100 lux / 0,62 ≈ 1 titik lampu

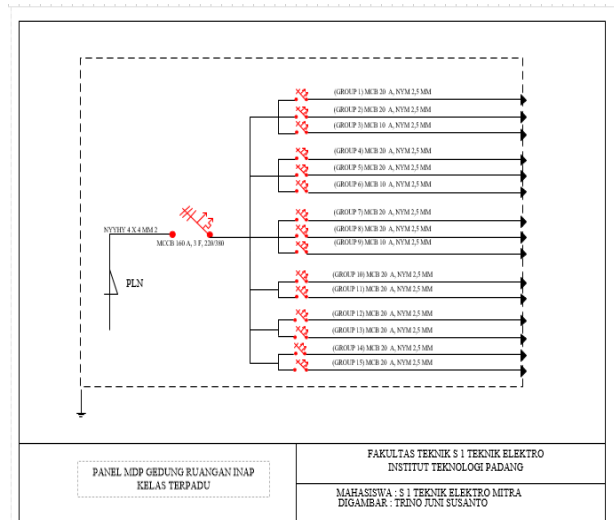
Dari tabel 3 didapatkan bahwa item penerangan, Untuk ruangan pengukuran pencahayaan manual dengan lampu 2 titik 28 watt 4000 lumen, menghasilkan 12 ruangan penggunaan data lux bervariasi dari digital lux meter sedangkan perbandingan simulasi dialux 11.0 untuk mendapatkan hasil 250 lux standar penggunaan menggunakan 3 titik lampu mendapatkan hasil 250 lux dengan standar rawat inap rumah sakit yaitu 250 lux. Sedangkan Perhitungan manual yang ingin dicapai untuk titik lampu mendapatkan 2 titik lampu ruangan mendapatkan 250 lux meter.

B. Analisa Pemilihan Penghantar dan Pengaman

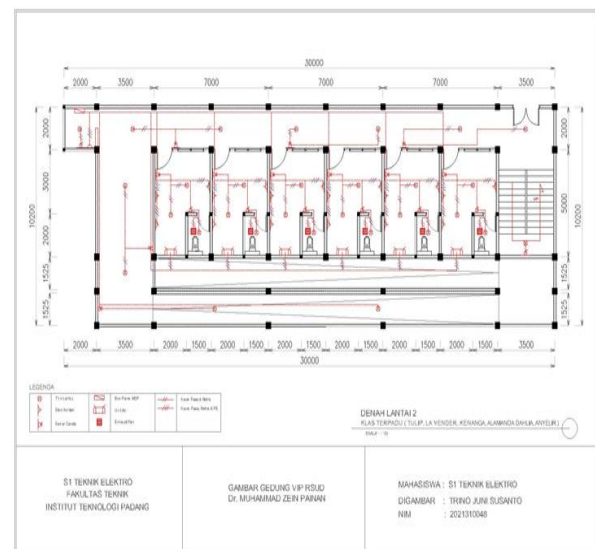
3 gambar menyajikan hasil dari analisa penulis di ruangan meliputi Rekapitulasi Daya, *Single Line* Panel MDP dan Denah Diagram Satu Garis.



Gambar 9. Rekapitulasi Daya



Gambar 10. *Single Line Panel MDP*



Gambar 11. Denah dan Diagram Satu Garis

Perhitungan Manual

Pemilihan luas penampang kabel nym, berdasarkan pada SNI KHA PUIL 2011 tabel 1 (Kemampuan Hantar Arus) *Group* 1 (Lantai 2) Perhitungan untuk penghantar pada penerangan koridor dan ruangan tulip kelas terpadu dengan beban (fasa R) 11 lampu terdiri dari 5 x 26 W dengan total beban 130 watt dan 6 x 28 dengan total beban 168 dengan daya ruangan 724 total beban 1022 dengan nilai cos phi 0,85.

$$I = \frac{P}{V \times \cos \varphi}$$
$$I = \frac{1022}{220 \times 0.85} = 5,46A$$

Berdasarkan tabel SNI (Nym) penghantar yang dianjurkan untuk digunakan adalah nym 3 x 1,5 mm² dengan Pengaman yang digunakan MCB 10 A

Tabel 4. Tabel Hasil Perbandingan Perhitungan dan Data Lapangan

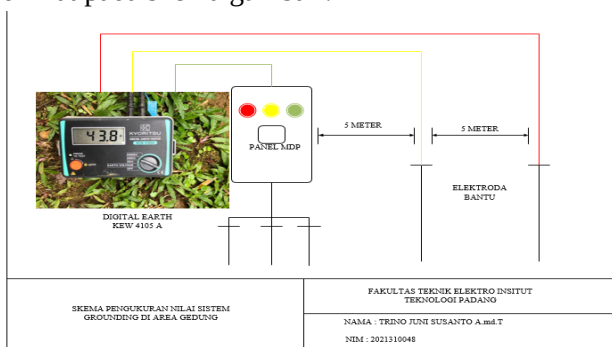
Grup	Hasil Perhitungan			Data Lapangan	
	Arus Listrik (I)	Pengaman MCB (A)	Penghantar (mm ²)	Pengaman MCB (A)	Penghantar (mm ²)
1	5,46	10	Nym 3 x 1,5	20	Nym 3 x 2,5
2	3,87	10	Nym 3 x 1,5	20	Nym 3 x 2,5
3	1,02	10	Nym 3 x 1,5	10	Nym 3 x 2,5
4	3,87	10	Nym 3 x 1,5	20	Nym 3 x 2,5
5	3,87	10	Nym 3 x 1,5	20	Nym 3 x 2,5
6	1,02	10	Nym 3 x 1,5	10	Nym 3 x 2,5
7	3,87	10	Nym 3 x 1,5	20	Nym 3 x 2,5
8	3,87	10	Nym 3 x 1,5	20	Nym 3 x 2,5
9	1,02	10	Nym 3 x 1,5	10	Nym 3 x 2,5
10	4,01	10	Nym 3 x 1,5	20	Nym 3 x 2,5
11	4,01	10	Nym 3 x 1,5	20	Nym 3 x 2,5
12	4,01	10	Nym 3 x 1,5	20	Nym 3 x 2,5
13	4,01	10	Nym 3 x 1,5	20	Nym 3 x 2,5
14	4,01	10	Nym 3 x 1,5	20	Nym 3 x 2,5
15	4,01	10	Nym 3 x 1,5	20	Nym 3 x 2,5

Dari perhitungan item dalam panel MDP beberapa MCB dari data yang didapat di lapangan lebih baik diganti sesuai arus beban yang dipasang dan juga untuk menyesuaikan dengan arus yang dihasilkan. *Group* panel sebaiknya mengganti dari MCB 20 menjadi 10 ampere agar lebih efisien dan menghemat biaya. Untuk penghantar sudah cukup disesuaikan dengan menggunakan kabel Nym 3 x 1,5, sebab mempunyai isolasi yang cukup baik dan harganya standar serta sesuai PUIL 2011

C. Pehitungan Pembumian

1. Pengukuran Tahanan grounding

Pengukuran tahanan grounding melakukan di tiga titik. Titik pertama dihubungkan di panel elektroda utama pada gedung RS dan Panel kedua dan ketiga di hubungkan pada elektroda pembantu dengan menggunakan alat KEW 4105A dapat dilihat pada skema gambar :



Gambar 12. Skema Pengukuran Pembumian

Dari skema penggambaran pentanahan ditentukan Jarak antara elektroda baik utama atau bantu adalah 5 meter dengan kedelaman 1 meter mendapatkan hasil 43.8 dalam range pengukuran 200 ohm. Berdasarkan penelitian yang dilakukan nilai pentanahan didapatkan sesuai standar PUIL 2011 yaitu $\leq 5\Omega$ dapat dinyatakan baik

2. Pengukuran Tahanan Jenis Tanah

Diketahui =

R = nilai tahanan pentanahan = 4.38

S = 5 M = 500 cm

Diameter $\frac{3}{4}$ inch = 0,01905 M

L = 1 M = 100 cm

Jari – jari elektroda (r) = $0,01905/2 = 9,525 \times 10^{-3}$

M = 0,9525 cm

Dengan menggunakan persamaan :

$$R = \frac{\rho}{4\pi L} \left(\ln \frac{4L}{a} - 1 \right) + \frac{\rho}{4\pi S} \left(1 - \frac{L^2}{3S^2} + \frac{2}{5} \frac{L^2}{S^4} \right)$$

$$43,8 = \frac{\rho}{4,3,14,100} \left(\ln \frac{4,100}{0,9525} - 1 \right) + \frac{\rho}{4,3,14,500} \left(1 - \frac{100^2}{3,500^2} + 0,4 \frac{100^2}{500^4} \right)$$

$$43,8 = \frac{\rho}{1256} \left(\ln \frac{400}{0,9525} - 1 \right) + \frac{\rho}{6280} \left(1 - \frac{10000}{750,000} + 0,4 \frac{100000000}{62500000000} \right)$$

$$43,8 = \frac{\rho}{1256} \left(\ln 4199,475 - 1 \right) + \frac{\rho}{6280} \left(1 - 0,013 + 0,4 \cdot 0,0016 \right)$$

$$43,8 = \frac{\rho}{1256} \left(7,34 - 1 \right) + \frac{\rho}{6280} \left(7,387 \right)$$

$$43,8 = 5,843 \times 10^{-3} \rho + 1,176 \times 10^{-3} \rho$$

$$43,8 = 0,07019 \rho$$

$$\rho = 43,8/0,07019$$

$$= 624,020 \text{ Ohm} - \text{cm}$$

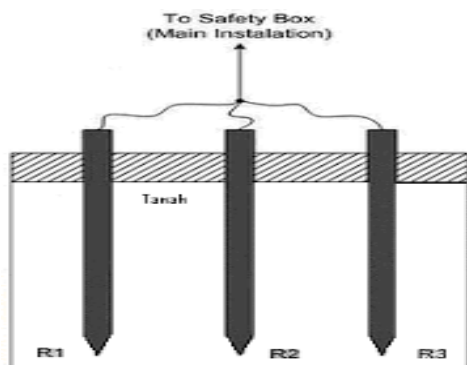
$$\rho = 6,24 \Omega \text{ M}$$

Dari PUIL 2011 Jenis tanah pada lokasi ini yaitu jenis tanah rawa dari 1 – 30 Ωm

3. Perbaikan Pentanahan

Berdasarkan hasil pengukuran menggunakan alat *earth tester* nilai pentanahan mendapatkan 43,8 ohm dengan *range* 200 ohm di gedung VIP dimana nilai tahanan tidak cukup baik berdasarkan PUIL 2011 yaitu <5 ohm. Adapun salah satu factor yang menyebabkan terjadinya pentanahan kurang baik yaitu : korosi atau karatan elektroda batang yang digunakan mengingat pemakaian yang lama di dalam tanah lalu lokasi ini berjarak <250 meter dari laut.

Maka untuk itu penting penurunan nilai pentanahan salah satu dengan cara penambahan elektroda dan jarak, jika 1 elektroda pembumian tidak mencapai dengan nilai tahanan yang baik maka dapat menambah jumlah elektroda batang secara terhubung atau paralel yang dikombinasikan dengan pengaturan jarak elektroda batang berikut gambarnya:



Gambar 13. Elektroda Terpasang Kombinasi

Berdasarkan gambar diatas adalah menampilkan segitiga sama sisi elektroda utama dengan pengaturan jarak 10-60 cm dengan kedalaman 1 meter dengan mendapatkan hasil dari digital earth tester pada tabel sebagai berikut:

Tabel 5. Hasil Perbaikan Pentanahan

NO	Kombinasi segitiga sama sisi dengan range eart tester 20 Ohm	
	Jarak cm	R (Ω)
1	10	2.51
2	30	2.46
3	60	2.28

Berdasarkan penambahan dua elektroda ke elektroda utama yang dihubungkan secara paralel atau kombinasi dengan *range* jarak yang diatas mendapatkan nilai parameter pengukuran eart tester dan pengukuran pentanahan nilai yang kecil terdapat pada jarak 60 cm yaitu 2.28 Ohm meter sebagaimana yang dituangkan di PUIL 2011 nilai terbaik pentanahan atau *grounding sytem* yaitu dibawah 5 Ohm. Hasil gambar dari pengukuran *earth tester* KEW 4105a dapat dilihat



Gambar 14. Hasil Pengukuran

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Berdasarkan evaluasi penghantar dan pengaman dinyatakan baik berdasarkan (SNI kemampuan hantar arus 0225-2011/Amd 1 : 2013) dimana beban arus yang melewati tidak melebihi dari kemampuan penghantar yang digunakan
2. Berdasarkan evaluasi dan analisa pengukuran digital lux meter as 803 mendapatkan data lux bervariasi di setiap ruangan diakibatkan beberapa faktor yaitu faktor seperti defresiasi dan kotoran pada lampu penerangan. Secara umum pencahayaan ruangan belum memenuhi (SNI 6197:2011) jika di dibandingkan simulasi *software* DIALUX 11.0 versi 2022 untuk mencapai 250 lux membutuhkan 3 titik lampu akan tetapi dari hasil perhitungan manual tetap 2 titik lampu namun perlu digaris bawahi untuk mencapai standar harus mengganti 2000 lumen yang lebih tinggi sehingga ruangan inap memenuhi standar, demi peningkatan pelayanan dibidang kesehatan.
3. Analisa dan pembahasan pada pengukuran

pentanahan pada alat *earth tester* dengan 2 titik bantu elektroda mendapatkan nilai 43,8 dalam *range* 200 ohm, berdasarkan nilai tahanan belum memenuhi PUIL 2011 yaitu $\leq 5 \Omega$ tidak dapat dinyatakan baik maka dari itu perlu adanya penambahan elektroda batang pada elektroda utama dengan kombinasi jarak sehingga mendapatkan pentanahan yang baik dibawah <5 ohm yaitu 2.28Ω .

UCAPAN TERIMA KASIH

Penyampaian ucapan terimakasih secara individu Trino Juni Susanto S.T kepada Ibu/kakak Indah Martha Fitriani, M.Tr.T selaku masukan dan tempat terbit jurnal ini beserta jajarannya yang berada di jurnal Metrotech.

REFERENSI

- [1] S. Miqrad, "Analisis Efisiensi Penggunaan Energi Listrik Dengan Audit," *J. Tek. Elektro Univ. Tanjungpura*, vol. 1, no. 1, 2021,
- [2] P. S. Tatipikalawan, Wijono, and R. N. Hasanah, "Evaluasi dan Perencanaan Pengembangan Sistem Jaringan Listrik Kampus Politeknik Negeri Ambon," vol. 9, no. 1, pp. 7–12, 2015.
- [3] R. Sakit and B. Puil, "1 1,2.3.," vol. 2011, 2011.
- [4] M. R. Pahlevi and M. Muliadi, "Analisis dan Desain Tingkat Pencahayaan Pada Ruang Perpustakaan Universitas Iskandar Muda," *Jambura J. Electr. Electron. Eng.*, vol. 4, no. 2, pp. 196–201, 2022,
- [5] A. B. Pulungan, H. Hambali, T. Taali, and H. Habibullah, "Perancangan Sistem Grounding Pada Gedung Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Padang," *JTEIN J. Tek. Elektro Indones.*, vol. 3, no. 1, pp. 111–119, 2022,
- [6] A. Syofian and H. A. Novendri, "Evaluasi Sistem Kelistrikan Pada Gedung Bertingkat Plaza Andalas Padang," *J. Tek. Elektro ITP*, vol. 6, no. 1, p. 44, 2017.
- [7] S. 0225 National Standardization Body (BSN), "General electrical installation requirements (PUIL) 2011, 8-21: Emergency (genset) generator installation," *DirJen Ketenagalistrikan*, vol. 2011, no. PUIL, pp. 1–133, 2011.
- [8] Y. F. Muhamad, S. Nisworo, D. Pravitasari, T. Elektro, and U. Tidar, "Evaluasi Instalasi Listrik Gedung Rumah Sakit Jiwa Magelang," *THETA OMEGA J. Electr. Eng.*, p. 2021, 2021.
- [9] A. L. T. ILHAM and H. Wahab, "Evaluasi Sistem Kelistrikan Di Gedung Igd Dan Gizi Rumah Sakit Muhammadiyah Kota Palembang," 2019,
- [10] R. Febriyursandi, A. A. Zakri, and A. Hamzah, "Desain Dan Analisis Kualitas Pencahayaan Berbasis Perangkat Lunak Dialux Evo 8.1," *Jom FTEKNIK*, vol. 6, no. 2, pp. 1–8, 2019.