

EVALUASI INSTALASI LISTRIK PADA RUMAH SAKIT BERDASARKAN PUIL 2011 (Suatu Studi Kasus Pada Rumah Sakit Swasta di Jakarta Timur)

¹Hikmatul Mardiyah,²Irzan Zakir, ³Massus Subekti.

^{1,2,3}Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Negeri Jakarta

¹ Email : hikmatulmardiyah0410@gmail.com

Abstract

The purpose of this research is to know the confirmity about electricity installation which installed at a private hospital in East Jakarta with the standard of PUIL 2011 or no, see the signifcance of electrical installations in hospital. Data collection was done by observation, documentation, and measurement. The methode used in this study was qualitative and quantitative descriptive methods. In collecting the data, the observation of electrical installation components was conducted to determine the quality of electrical installation and measuring all of panels then evaluated for current and voltage.

The research result of the quality of electrical installation showed that the installastion picture installed did not correspond to the picture, the presence of instrument of protection against fire and protection against direct touch didn't exist, as well as there was an error of phase installation using the yellow striped green cable. In the current and voltage measurements, produced the magnitude of losses in the neutral cable that caused by power imbalance between phases. The magnitude of losses can caused the electricity bills swell. At the voltage of each phase is always changeable, but still within safe limits voltage.

The conclusion of the research's result is the electrical installation in private hospitals is not feasible based on the PUIL 2011 standards, considering there are several criteria for electrical installations which did not meet the standards.

Key Words: *Electrical Installation, Hospital, PUIL 2011*

Abstrak

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kesesuaian instalasi listrik yang terpasang pada rumah sakit swasta Jakarta Timur 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.

Hasil penelitian kualitas instalasi listrik menunjukkan gambar instalasi yang terpasang tidak sesuai dengan gambar, tidak terdapatnya alat proteksi terhadap bahaya kebakaran dan proteksi terhadap sentuh langsung, serta adanya kekeliruan pada pemasangan warna kabel untuk fasa. Pada pengukuran arus dan tegangan, dihasilkan besarnya rugi-rugi pada kabel netral yang diakibatkan ketidakseimbangan beban antar fasa. Besarnya rugi-rugi (losses) dapat mengakibatkan tagihan listrik membengkak. Pada tegangan tiap fasa selalu berubah-ubah, namun masih dalam batas aman tegangan.

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pemasangan instalasi listrik pada rumah sakit swasta ini tidak sesuai dengan standar PUIL 2011, mengingat masih terdapat beberapa kriteria instalasi listrik yang tidak memenuhi standar.

Kata Kunci: Instalasi Listrik, Rumah Sakit, dan PUIL 2011

PENDAHULUAN

Pada 14 Maret 2016 terjadi kebakaran di Rumah Sakit TNI AL Mintoharjo Jakarta hingga mengakibatkan empat orang tewas, kebakaran ini diduga karena korsleting listrik. hal ini menyadarkan pentingnya instalasi listrik yang baik pada rumah sakit. Sehingga perlunya evaluasi kelayakan instalasi pada rumah sakit. Adapun pembatasan masalah pada penelitian ini adalah penelitian ini dilakukan pada salah satu

rumah sakit swasta Jakarta Timur, pengukuran dilakukan pada semua panel di rumah sakit, dan dalam penelitian ini kriteria yang diteliti meliputi gambar instalasi, proteksi terhadap sentuh langsung, proteksi terhadap bahaya kebakaran, penghantar, polaritas, pemasangan, kelengkapan berstandar SNI, instalasi khusus kamar mandi, arus dan tegangan. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan data kelayakan instalasi listrik pada rumah sakit swasta Jakarta Timur berdasarkan PUIL 2011.

Menurut Badan Standarisasi Nasional (2011) Instalasi listrik adalah rakitan perlengkapan listrik terkait yang memiliki karakteristik terkoordinasi untuk memenuhi keperluan spesifik. Desain instalasi listrik harus memenuhi ketentuan PUIL dan undang-undang yang berlaku. Desain instalasi listrik harus berdasarkan persyaratan yang ditentukan dan memperhitungkan serta memenuhi proteksi untuk keselamatan yang ditentukan. Pada rumah sakit, sistem pembumian pada instalasi listrik harus menggunakan sistem IT. Sistem IT adalah sistem instalasi yang harus menggunakan pengaman terhadap sentuh langsung dan pengaman terhadap kebakaran yaitu $GPAS \leq 30mA$ dan $\leq 500mA$. Pada ruang khusus menurut Badan Standarisasi Nasional (2011: 554) menjelaskan bahwa dalam merancang sistem perkawatan serta komponennya harus diperkirakan lingkungan gas berbahaya, termasuk faktor mekanik, kimia dan termal. Warna kabel pada PUIL 2011 harus diidentifikasi sesuaikan dengan *International Electrotechnical Commission* (IEC) 60446 (Badan Standar Nasional, 2011: 13) yaitu warna kabel untuk fasa 3 adalah coklat hitam abu-abu, untuk netral adalah warna biru, dan untuk pembumian adalah warna loreng hijau-kuning. Setiap jenis perlengkapan listrik yang digunakan dalam instalasi listrik harus memenuhi standar SNI/IEC dan/atau standar lain yang berlaku.

METODE

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode penelitian kualitatif, dimana hasil akhir berupa sesuai atau tidaknya dengan PUIL 2011 instalasi listrik yang terpasang. Dengan demikian penelitian ini dilakukan untuk mengetahui sejauh mana kesesuaian instalasi listrik yang dipakai di Rumah Sakit Swasta Jakarta Timur dengan standar PUIL 2011 dilihat dari observasi, dan perolehan data berupa pengukuran setelah itu dievaluasi berdasarkan PUIL 2011. data pada penelitian ini adalah data kualitas keadaan instalasi listrik yang meliputi gambar instalasi, proteksi terhadap sentuh langsung, proteksi terhadap bahaya kebakaran, penghantar, polaritas, pemasangan, kelengkapan instalasi listrik berstandar SNI, instalasi khusus kamar mandi, arus dan tegangan listrik pada Rumah Sakit Swasta Jakarta Timur. Sumber data

adalah kondisi instalasi listrik yang terpasang pada rumah sakit yang diteliti.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembagian suplai listrik pada rumah sakit ini dibagi menjadi dua area disetiap lantainya yaitu area belakang dan area depan, tujuannya agar memudahkan pembagian suplai jika suatu waktu terjadi pemadaman listrik pada salah satu sumber listrik PLN. Rumah Sakit Swasta Jakarta Timur terdiri dari tiga lantai, dan disetiap lantainya terdapat 4 panel distribusi (2 untuk area belakang dan 2 untuk area depan). Pembagian jalur fasa RST berada disetiap lantai. Jadi, ketika terjadi pemadaman pada jalur R, jalur S dan T akan menhandel kebutuhan listrik dari jalur R. Sehingga akan aman digunakan untuk pasien yang sedang melakukan pengobatan yang membutuhkan alat elektromedik.

Berikut adalah hasil observasi:

Tabel 1. Gambar Instalasi Listrik

NO	Pemeriksaan	Standarisasi Berdasarkan PUIL 2011	Kondisi	
			Ya	Tidak
1.	a. Gambar instalasi sesuai dengan yang terpasang	Gambar instalasi listrik meliputi: - Desain tata letak yang menunjukkan dengan jelas letak perlengkapan listrik beserta kendalinya, seperti titik lampu, kotak kontak, sakelar, PHBK dan lain-lain. - Desain hubungan perlengkapan listrik dengan gawai kendalinya seperti hubungan lampu dengan sakelarnya, gambar hubungan antara bagian sikit akhir tersebut dan PHBK yang bersangkutan, ataupun pemberian tanda dan keterangan yang jelas mengenai hubungan tersebut. - Tanda ataupun keterangan yang jelas setiap perlengkapan listrik		✓
2.	b. Diagram garis tunggal sesuai dengan yang terpasang	- Diagram PHBK lengkap dengan keterangan ukuran dan besaran penenal komponennya. - Keterangan mengenai jenis dan besar beban yang terpasang dan pembagiannya.		✓
3.	c. Denah bangunan sesuai	- Sistem Pembumian - Ukuran dan jenis konduktor yang terpasang		✓

Gambar instalasi yang terdapat pada salah satu Rumah Sakit Swasta Di Jakarta Timur dikatakan tidak layak karena gambar pengawatan yang tertera pada gambar instalasi dengan yang ada dilapangan tidak cocok.

Tabel 2. Proteksi Terhadap Bahaya Kebakaran Dan Sentuh Langsung

No	Pemeriksaan	Standarisasi Berdasarkan PUIL 2011	Kondisi Ya Tidak
B. PROTEKSI TERHADAP BAHAYA KEBAKARAN DAN SENTUH LANGSUNG			
4.	GPAS \leq 500 mA	- GPAS yaitu gawai yang digunakan sebagai pemutus, yang peka terhadap arus sisa yang dapat secara otomatis memutuskan sirkit termasuk penghantar netralnya, dalam waktu tertentu bila arus sisa yang timbul karena terjadinya kegagalan isolasi melebihi nilai tertentu sehingga bertakutnya tegangan sentuh yang terlalu tinggi dapat dicegah.	✓
5.	GPAS \leq 300 mA	- GPAS direkomendasi apabila proteksinya lengkap, hanya tidak direkomendasikan untuk instalasi yang peka terhadap masalah KEM (kekesusuan elektromagnet)	✓
6.	Proteksi dengan penunsaan supply secara langsung	- Untuk rumah tangga, industri dan perkantoran yang tidak peka terhadap masalah KEM.	✓
7.	1. Sistem pembumian IT	- Sistem TN-C tidak diizinkan dala lokasi medik dan bangunan medik setelah panel distribusi utama.	✓
8.	2. Penghantar Proteksi PE	- Tindakan proteksi pada fasilitas kesehatan menggunakan sistem IT terdapat pada pasal pasal 8.27.3.5 bagian ketentuan untuk berbagai ruang dan instalasi khusus	✓
9.	a. Pada saluran sirkit masuk	- Pengantar PE harus ada pada setiap sirkit karena beban berupa kotak kontak memuatkan PE sebagai pengamanan arus bocor.	✓
10.	b. Pada sirkit cabang akhir	- Pengantar PE harus tersambung dari elektroda batang	✓
11.	c. Pada kotak kontak	- Pengantar PE harus ada pada setiap sirkit karena beban berupa kotak kontak memuatkan PE sebagai pengamanan arus bocor.	✓
12.	3. Hubungan penghantar PE dan penghantar netral (N) pada	- Sistem Pembumian IT, penghantar PE dan netral tidak dihubungkan.	✓

Pada rumah sakit ini tidak terdapat ELCB dengan jenis proteksi terhadap bahaya kebakaran dan terhadap sentuh langsung. Proteksi pemutus suplai secara langsung pada sistem pembumian menggunakan sistem IT, sistem ini mempunyai semua bagian aktif diisolasi dari bumi atau satu titik dihubungkan ke bumi melalui impedans. Tindakan proteksi pada fasilitas kesehatan menggunakan sistem IT terdapat pada pasal pasal 8.27.3.5. bagian ketentuan untuk berbagai ruang dan instalasi khusus Terdapat penghantar proteksi PE pada saluran sirkit masuk, cabang, dan sirkit akhir, serta pada kotak kontak/stop kontak.

Tabel 3. Penghantar

No.	Pemeriksaan	Standarisasi Berdasarkan PUIL 2011	Kondisi Ya Tidak
C. Penghantar			
11.	a. Jenis Penghantar	- Penampang minimum pada konduktor sirkit masuk harus mempunyai penampang tidak kurang dari 4 mm ² untuk konduktor berinsulasi dan berpanyangga.	✓
12.	12. Warna Kabel	- Penampang saluran cabang harus lebih dari 4 mm ² dan KHA saluran cabang harus lebih besar dari beban terpasang	✓
13.	2. Saluran/sirkit cabang a. Jenis Penghantar	- Warna kabel loreng-hijau-kuning untuk pembumian, biru untuk netral, coklat hitam abu-abu untuk fasa	✓
14.	b. Warna Kabel	- Semua sirkit cabang dan sirkit akhir harus bermula pada PHEK utama atau PHEK distribusi.	✓
15.	3. Saluran/sirkit akhir a. Jenis Penghantar	- Semua konduktor fase dari suatu sirkit cabang atau sirkit akhir harus bermula dari satu PHEK.	✓
16.	b. Warna Kabel	- Penampang minimum sirkit cabang harus dipertimbangkan semua beban sirkit akhir yang terhubung padanya. Direkomendasikan sebaiknya penampang sirkit cabang minimum 4 mm ² untuk mengantisipasi kebutuhan beban mendatang	✓
17.	4 Hubungan penghantar N dan PE dilakukan di PHEB konsumen dengan terminal didalam OK PLN/PHEB	- Warna kabel loreng hijau-kuning untuk pembumian, biru untuk netral, coklat hitam abu-abu untuk fasa	✓
		- KHA sirkit akhir lebih besar dari beban terpasang	✓
		- Warna kabel loreng hijau-kuning untuk pembumian, biru untuk netral, coklat hitam abu-abu untuk fasa	✓
		- Untuk sistem TN-C-S, penghantar PE dan penghantar netral dihubungkan di PHEB utama	✓
		- Pada OK PLN penghantar PE dan penghantar netral sudah dihubungkan didalam rangkaian PLN.	✓

Penghantar yang digunakan sudah cukup baik karena semua ukuran luas penghantar sudah memenuhi persyaratan, pada sirkit masuk penghantar yang digunakan adalah NYY yang tahan terhadap mekanik dan air serta dapat tertanam didalam tanah, kabel ini berukuran 4X50mm untuk kabel 3 fasa dan netral, dan 1 kabel NYA 50mm sebagai kabel pembumian. Digunakan kabel pembumian terpisah agar tidak terjadi tambahan termal pada serangkaian kabel NYY 4x40mm. Warna kabel pada saluran sirkit masuk masih menyesuaikan dengan warna kabel berdasarkan PUIL 2000 yaitu untuk fasa berwarna coklat, hitam dan kuning, sedangkan untuk kabel netral dan pembumian tidak berbeda yaitu berwarna biru untuk netral dan kabel pembumian berwarna loreng hijau-kuning, sehingga tidak sesuai dengan standar PUIL 2011.

Tabel 4. Polaritas

No.	Pemeriksaan	Standarisasi Berdasarkan PUIL 2011	Kondisi Ya Tidak
D. POLARITAS			
18.	1 Fiting Lampu	- Fiting Lampu jenis Edison harus dipasang dengan cara menghubungkan kontak dasarnya pada penghantar fasa dan kontak luarnya pada penghantar netral.	✓
19.	2 Kotak Kontak	- Kotak kontak harus dipasang dengan kutub netral ada disebelah kanan atau disebelah bawah kutub tegangan	✓
20.	3 Sakelar	- Sakelar harus dipasang dengan bagian yang dapat bergerak tidak bertegangan pada waktu sakelar dalam keadaan terbuka atau tidak menghubungkan dan kedudukan kontak untuk semua tuas tombol sakelar harus seragam.	✓

Polaritas pada fitting lampu sudah sesuai dengan peraturan dimana fasa berada pada lidah dalam dan netral berada pada sisi dalamnya, pada kotak kontak fasa berada pada lubang sebelah kiri dan netral berada pada lubang sebelah kanan, dan pada sakelar digunakan sakelar biasa pada umumnya terbuat dari bahan isolator, dan kedudukan untuk semua tombol sakelar seragam.

Tabel 5. Pemasangan PHB

No.	Pemeriksaan	Standansi Berdasarkan PUIL 2011	Kondisi	
			Ya	Tidak
E. PEMASANGAN				
21.	1.PHB	- Pemasangan ketinggian PHB sesuai yaitu $\geq 1,25$ meter untuk KK (Kotak Kontak) tanpa pengaman.	✓	
22.	a. Ketinggian	-	✓	
23.	2. Kotak Kontak	-	✓	
24.	a. Ketinggian terendah	-	✓	
25.	b. Jenis kotak kontak	- Jenis kotak kontak dengan pelindung dapat diletakkan 30 cm diatas permukaan lantai atau tanah	✓	
26.	3. Pemasangan Kabel	- Kabel tertanam (magun) digunakan untuk instalasi yang tidak portabel atau tetap, tidak dapat dimobilisasi	✓	
27.	a. Menempel tertanam	-	✓	
28.	b. Letak penghantar	-	✓	
29.	c. Sambungan	-	✓	
30.	d. Kesambungan	-	✓	
31.	sakit: pada penghantar	-	✓	
32.	sakit akhir	-	✓	

Pemasangan PHB dipasang pada ketinggian diatas 2 meter, dan untuk kotak kontak tanpa pengaman berada pada ketinggian diatas 1,25 meter jenis kotak kontak yang ada pada rumah sakit adalah kotak kontak biasa kecuali untuk beban AC.

Tabel 6. Perlengkapan Instalasi Listrik Berstandar SNI

No.	Pemeriksaan	Standansi Berdasarkan PUIL 2011	Kondisi	
			Ya	Tidak
28.	1.MCB	- Terdapat pada lampiran mengenai merk yang bertanda SNI, yaitu Schneider, Broco,	✓	
29.	2.Kotak kontak	-	✓	
30.	3.Sakelar	- Panasonic, dan Etheta adalah SNI	✓	
31.	4.Penghantar	-	✓	

Pada MCB merk yang digunakan adalah Merlin Gerin dan MCB yang digunakan merk Domei Schneider, kedua pembatas ini telah berstandar SNI. Kotak kontak dan sakelar dengan merk Broco, dan kabel yang terdapat lambang SNI.

Tabel 7. Instalasi Khusus Kamar Mandi

NO.	Pemeriksaan	Standansi Berdasarkan PUIL 2011	Kondisi	
			Ya	Tidak
F. INSTALASI KHUSUS KAMAR MANDI				
32.	Instalasi khusus kamar mandi	- Pada instalasi khusus kamar mandi atau ruang yang mudah terjangkau oleh air, tidak diizinkan adanya sakelar didalam kamar mandi, atau diperbolehkan dengan adanya pelindung sakelar	✓	
33.	1. Sakelar dalam kamar mandi	- Kotak kontak yang ada didalam kamar mandi harus dengan model pelindung pada setiap lubang kotak kontak	✓	
34.	2. Kotak kontak dalam kamar mandi	-	✓	

Pada kamar mandi terdapat kotak kontak biasa dengan ketinggian mencapai 2 meter yang difungsikan sebagai penyedia listrik untuk *exhaus fan*. Dan terdapat sakelar untuk lampu kamar mandi, yang ketinggiannya mencapai 1,75cm. Dalam PUIL 2011 tidak disarankan untuk adanya sakelar pada kamar mandi.

Hasil dokumentasi digunakan sebagai hasil data pendukung instalasi yang diteliti diatas. Berdasarkan hasil dokumentasi didapat bahwa warna kabel pada panel seragam, namun pada panel 1B terdapat perbedaan warna kabel keluaran dari MCCB yaitu menggunakan kabel berwarna

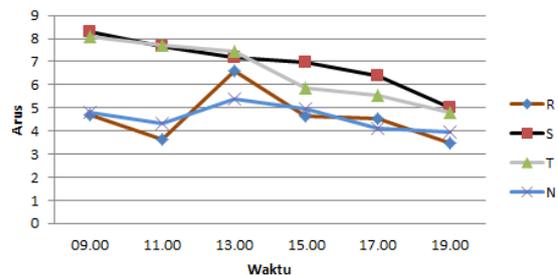
loreng hijau-kuning. Seharusnya warna kabel loreng hijau-kuning hanya boleh digunakan untuk menandai konduktor pembumian, konduktor proteksi, dan konduktor yang menghubungkan ikatan ekuipotensial ke bumi (Badan Standarisasi Nasional, 2011: 286). Dari keseluruhan warna kabel pada rumah sakit ini tidak sesuai dengan PUIL 2011 karena masih mengacu pada PUIL 2000.

Jika dilihat dari keseluruhan kualitas instalasi listrik melalui perolehan data dari pengamatan dan pengambilan dokumentasi, dapat ditentukan kualitas instalasi listrik pada rumah sakit swasta ini adalah sebagai berikut:

- Pada rumah sakit ini gambar diagram garis tunggal dengan keadaan di lapangan tidak sesuai.
- Instalasi listrik rumah sakit ini tidak menggunakan pengaman terhadap sentuh langsung dan pengaman terhadap bahaya kebakaran.
- Terdapat kabel yang tidak sesuai dengan peraturan warna kabel berdasarkan PUIL 2011.

Gambar 4.1. Grafik Arus Terhadap Tegangan

Grafik Arus Terhadap Waktu



Gambar 1. Grafik Arus Terhadap Waktu

Dari grafik yang menunjukkan besarnya arus terhadap waktu dapat disimpulkan bahwa arus yang mengalir pada setiap fasa berbeda-beda bergantung pada beban yang tersambung, namun masih dalam batas yang diizinkan dilihat dari besaran pembatas dan kabel yang digunakan. Arus yang mengalir pada netral tidak jauh beda dengan arus-arus yang mengalir pada ketiga fasa, sehingga dapat menyebabkan rugi-rugi yang cukup besar bila dijumlahkan. Tegangan yang mengalir bervariasi, ketika pagi hari hingga menjelang sore pukul 15.00 tegangan yang mengalir masih pada batas 215volt sampai dengan 228volt. Sedangkan bila sudah mencapai malam hari atau pukul 19.00 tegangan dominan naik mencapai 230volt sampai

dengan 235volt. Tegangan pada seluruh panel ini masih dikatakan baik karena tidak kurang dari ketentuan *drop voltage* dan tidak melebihi ketentuan *over voltage*.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari 33 item standar berdasarkan PUIL 2011, rumah sakit ini memenuhi 26 standar, dan tidak memenuhi 7 standar PUIL 2011 pada bagian gambar instalasi listrik dan pada proteksi terhadap sentuh langsung dan bahaya kebakaran, serta pada warna kabel tidak sesuai karena masih mengacu pada PUIL 2000. Pada gambar instalasi listrik rumah sakit ini, tidak sesuai dengan yang terpasang pada tarikan kabel dan perlengkapan listrik beserta kendalinya, sehingga menyulitkan pembacaan pada gambar instalasi listrik. Terdapat warna kabel yang digunakan pada semua fasa R S dan T tidak sesuai dengan PUIL 2011. Berdasarkan pengukuran pada lantai 1, terdapat lebih banyak beban yang digunakan pada lantai 1, karena pada lantai 1 terdapat semua poli di rumah sakit dan terdapatnya panel hemodialisa yang menggunakan banyak beban. Tegangan pada seluruh panel lantai 1 masih dalam batas normal. Pada lantai 2 berdasarkan pengukuran arus yang mengalir pada setiap panel tidak seimbang dan pada panel area belakang terdapat fasa S yang tidak digunakan sehingga arus lebih tidak seimbang dan menyebabkan arus pada netal besar, Tegangan pada seluruh panel lantai 2 masih dalam batas normal. Pada lantai 3 berdasarkan pengukuran, arus mengalir pada setiap panel tidak sebesar pada lantai 1, namun tidak stabil setiap fasanya sehingga menyebabkan rugi-rugi yang besar. Rugi-rugi yang besar dapat menyebabkan pembengkakan pada tagihan listrik. Pemasangan instalasi listrik pada rumah sakit swasta ini tidak layak berdasarkan standar PUIL 2011, mengingat masih terdapat beberapa kriteria instalasi listrik yang tidak memenuhi standar.

Saran

Dari hasil penelitian, Rumah Sakit Swasta di Jakarta Timur ini diharapkan:

1. Karena terjadi ketidak layakan pada gambar instalasi listrik Rumah Sakit, sebaiknya segera dibuat gambar instalasi listrik yang sesuai dengan yang terpasang beserta kendali dan tarikan kabelnya.
2. Sebaiknya dipasang alat proteksi terhadap sentuh langsung dan proteksi terhadap bahaya kebakaran, mengingat Rumah sakit adalah Sarana Umum yang banyak didatangi orang-orang sakit.
3. Pada setiap tarikan kabel sebaiknya warna kabel diganti berdasarkan PUIL 2011 yaitu coklat hitam dan abu-abu. Pada tarikan kabel fasa dilarang menggunakan kabel loreng hijau-kuning.
4. Pada panel 1B menukar pembatas MCCB 100A dengan 60A agar fungsi MCCB yang digunakan lebih maksimal. Selain itu juga pada pembatas untuk dikurangi jumlah spare yang dipasang.
5. Melakukan evaluasi terhadap keseimbangan beban agar pada fasa R S dan T dipakai semua dengan seimbang untuk menghindari banyaknya rigu-rugi pada setiap panel.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standar Nasional. 2011. *Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011 (PUIL 2011)*. Jakarta: Standar Nasional Indonesia.
- Dakiri, M. Hanif. 2015. *Berita Negara Republik Indonesia*. Jakarta: Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia.
- Setiadji, Julius Sentosa., Machmudsyah, Tabrani. & Isnanto, Yanuar. (2006). Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral Dan Losses Pada Trafo Distribusi. *Jurnal Teknik Elektro*. 6:68-73.
- Sudijono, Anas. *Pengantar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Sugiyono. 2009. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif Dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sumardjati, Prih. dkk. 2008. *Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik*. Jakarta: Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional.

- Suryatmo,F. 1983. *Teknik Listrik InstalasiPenerangan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Suyono., Preasetyo, M. Tony., & Assafat, Luqman. (2011). Tingkat Keandalan Utilitas Kelistrikan Bangunan Gedung Bertingkat Di Kota Semarang. *Media Elektrika*. 4. No.1.
- Z, Indra. & Kamil, Ikhsan. (2011). Analisis Sistem Instalasi Listrik Rumah Tinggal dan Gedung untuk Mencegah Bahaya Kebakaran. *Jurnal Ilmiah Elite Elektro*. 2:40-44