

ANALISIS PENGEMBANGAN SIMULATOR SISTEM PENYALURAN JARINGAN TEGANGAN RENDAH (JTR) 220/380 V KEPADA PELANGGAN UNTUK MEDIA PEMBELAJARAN DISTRIBUSI TENAGA ELEKTRIK

Aji Prasetyawibawa

Abstrak: Pola pembelajaran JTR saat ini masih bersifat konseptual, berupa *cera-mah*, tanya-jawab dan diskusi kelompok. Pembangunan Simulator Sistem Penyaluran Jaringan Tegangan Rendah (JTR) Kepada Pelanggan bertujuan meningkatkan pemahaman mahasiswa mengenai sistem distribusi tenaga listrik. Pada penelitian ini menghasilkan tiga produk yaitu: simulator JTR ke konsumen, buku ajar dan jobsheet sebagai pedoman dalam melaksanakan praktikum. Uji produk menunjukkan bahwa produk cukup baik dalam hal pengayaan pengetahuan dan ketrampilan mahasiswa, kinerja produk dan bimbingan dosen.

Kata kunci: simulator, JTR, Media Pembelajaran

Mata Kuliah Distribusi Tenaga Listrik adalah salah satu mata kuliah yang dipersyaratkan untuk diikuti oleh mahasiswa Progam D3 Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Malang dengan muatan 2 sks/3 js. Mata kuliah ini bertujuan untuk mempelajari sistem distribusi tenaga listrik secara teori dan penerapannya dalam prak-tek. Untuk menunjang tercapainya tujuan diatas diperlukan suatu sarana praktek yang memadai sesuai dengan mata kuliah Sistem Distribusi Tenaga Listrik.

Selama ini sarana praktikum yang menunjang mata kuliah ini sangat terbatas dalam jumlah maupun pokok bahasan, sehingga metode pengajaran yang bersifat lebih praktis yang sesuai visi dan misi dari pro-gram D3 Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Malang yaitu mencetak profil lulusan yang memiliki kemampuan profesional dan ketrampilan pada bidang pengetahuan teknologi akan sulit dijangkau tanpa adanya sarana praktek yang memadai.

Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Malang telah memiliki simulator jaringan distribusi, namun media tersebut lebih tepat digunakan untuk mengilustrasikan Jaringan Teg-

angan Tinggi (JTT) dan Jaringan Tegangan Menengah (JTM), sehingga dibuat simulator Jaringan Tegangan Rendah (JTR) ke konsumen menggunakan Kabel Twisted dan sambungan rumah sebagai *utility* Jaringan Distribusi.

Pola pembelajaran JTR saat ini masih bersifat konseptual, berupa *ceramah*, tanya-jawab dan diskusi kelompok. Dosen hanya memberikan ilustrasi berupa gambar bagan di papan tulis tanpa menggunakan alat peraga (simulator). Pembangunan Simulator Sistem Penyaluran Jaringan Tegangan Rendah (JTR) Kepada Pelanggan akan melengkapi simulator yang sudah ada (JTT, JTM dan recloser) sehingga pemahaman mahasiswa mengenai sistem distribusi tenaga listrik semakin meningkat.

Berdasarkan pertimbangan di atas maka untuk lebih meningkatkan kualitas proses belajar mengajar di Jurusan Elektro perlu adanya suatu sarana praktikum yang lebih lengkap pada mata kuliah Sistem Distribusi Tenaga Listrik dengan jumlah yang memadai untuk para mahasiswa berupa Simulator Jaringan Tegangan Rendah (JTR) 220/380V kepada pelanggan.

Pembuatan simulator ini tidak hanya ditujukan untuk mahasiswa yang mengambil mata kuliah Distri-busi Tenaga Elektrik saat ini melain-kan juga untuk mahasiswa semester-semester berikutnya. Oleh karena itu faktor ketahanan dan keandalan alat sangat dipertimbangkan dalam peran-cangan. Ke depan pengembangan si-mulator ini dapat disesuaikan dengan kebutuhan dan perkembangan tekno-logi.

Dengan simulator ini diharap-kan mahasiswa memiliki kemampuan profesional dan ketrampilan pada bidang pengetahuan teknologi, kare-na pada simulator ini banyak sekali pokok bahasan Sistem Distribusi Te-naga Elektrik khususnya pada *utili-ty*nya yang secara praktek akan dilakukan dan dipelajari kandungan ilmu yang ada di dalamnya, sehingga nantinya mahasiswa lebih siap me-menangkan bursa tenaga kerja dalam era globalisasi.

Material Konstruksi JTR

Jaringan tegangan rendah yang menggunakan *overhead twisted isolated cable* (TIC) dibagi menjadi dua yaitu:

1. JTR *under built* yang pemasangannya di bawah JTM (JTM dan JTR dalam satu ti-ang)
2. JTR murni yang biasanya menggunakan tiang 9m/200 daN

Tiang

Pada daerah pemasangan *un-der built* dengan SUTM digunakan ti-ang beton tipe 12m/200daN, 11m/ 350daN dan 14 m/350daN. Tiang di-tanam 1/6x panjang tiang, pemakaian ini berdasarkan beban jaringan, be-ban lampu jalan dan tarikan sam-bungan rumah. Kadang-kadang harus dipakai juga tiang penyangga dari besi.

Tiang atap (dakt standar) tidak boleh disambung secara konduktif dengan instalasi penangkal petir. Jarak antara tiang atap dan instalasi pe-

ngangkal petir sekurang-kurangnya 1 meter (PUIL 2000).

Perlengkapan (*acesories*)

Pemasangan JTR ini memerlu-kan beberapa perlengkapan yaitu:

1. *Pole bracket* (plat penjepit pa-da tiang) berfungsi untuk ber-gantungnya *suspension clamp* (klem penggantung kabel) maupun *strain clamp* (klem penegang kabel).
2. Pengikat untuk mengikat *pole bracket* ke tiang dipakai *stain-less steel strip* 200mm x 0,7mm yang dipasang dengan memakai *stopping buckle* (ges-per akhir).
3. *Turn Buckle* (gesper pembe-lok) dipakai diujung penarikan untuk konstruksi akhir (*adjust-able dead end assembly*).
4. *Suspension clamp* dipakai pa-da tiang awal yang jaringannya lurus.

Penghantar/konduktor Berpilin dan Berisolasi *Twisted Isolated Cable* (TIC)

Apabila dibandingkan dengan bare konduktor harga TIC ini lebih mahal, namun memiliki kelebihan yaitu:

1. Mengurangi gangguan
2. Mengurangi pencurian listrik
3. Mengurangi penebangan
4. Mengurangi peralatan Bantu seperti isolator TR

Jenis TIC yang umum dipakai adalah NYM-T, NYMZ, NFYM, NFY, NF2X, NFA2X, NFA2XSEY-T. 00

Perlengkapan Hubung Bagi (PHB)

PHB adalah suatu perleng-kapan untuk membagi tenaga listrik dan/atau mengendalikan sirkit dan pemanfaat listrik mencakup sakelar pemutus sirkit, papan hubung bagi te-gangan rendah dan sejenisnya (PUIL, 2000). PHB harus ditata dan di-pasang sedemikian rupa sehingga terlihat rapi dan teratur dan harus ditempatkan dalam ruang yang

cukup leluasa. Tujuannya untuk memudahkan proses pemeliharaan dan pelayanan.

Semua komponen yang pada waktu kerja memerlukan pelayanan, seperti instrumen ukur, tombol dan sakelar, harus dapat dilayani dengan mudah dan aman dari depan tanpa bantuan tangga, meja atau perkakas yang tidak lazim lainnya. Penyambungan saluran masuk dan saluran keluar pada PHB harus menggunakan terminal sehingga penyambungannya dengan komponen dapat dilakukan dengan mudah, teratur dan aman. Ketentuan ini tidak berlaku bila komponen tersebut letaknya dekat dengan saluran keluar atau saluran masuk.

Terminal kabel kendali harus ditempatkan terpisah dari terminal saluran daya. Beberapa PHB yang letaknya berdekatan dan disuplai oleh sumber yang sama sedapat mungkin ditata dalam satu kelompok. PHB tegangan rendah atau bagiannya, yang masing-masing disuplai dari sumber yang berlainan harus jelas terpisah dengan jarak sekurang-kurangnya 5 cm. Komponen PHB harus ditata dengan memperhatikan keadaan di Indonesia dan dipasang sesuai dengan petunjuk pabrik pembuatnya.

KWh Meter

KWh Meter digunakan untuk mengukur energi listrik yang menentukan besar kecilnya rekening listrik pemakai. Mengingat sangat pentingnya arti KWh meter, baik bagi PLN maupun pelanggan maka perlu diperhatikan cara-cara penyambungannya.

Pemasangan JTR masuk ke rumah Pelanggan

Sambungan pelayanan adalah suatu hantaran beserta kelengkapannya, yang dimulai dari titik (tiang)

penyambungan sampai dengan alat pembatas PLN di konsumen. Sambungan rumah adalah saluran listrik yang menghubungkan instalasi pelanggan dan jaringan distribusi (PUIL, 2000)

Hantaran sambungan pelayanan dapat berupa kawat udara tidak berisolasi (BCC) dan dapat berupa kawat udara berisolasi (BC maupun ACC). Untuk konstruksi pemasangan sambungan dengan hantaran udara berisolasi (kabel udara) serta tipe pemasangan penghantar berisolasi dipilin diilustrasikan oleh Gambar 1, Gambar 2 dan Gambar 3.

Untuk hantaran udara tidak berisolasi dipergunakan perangkat keras:

§ Unit atap : 2 isolator RM III; 1 Traver; 1 Tule; 1 Genteng seng; 1 pipa gas 1,5 inci

§ Unit tiang penyambungan : 2 Isolator RM III; Travers

§ Kabel hantaran dalam

Unit alat pembatas: pembatas stozt; KWh-meter; Kotak KWh meter; Klem Blok.

Metode Pengembangan Simulator

Simulator yang dibangun mempunyai dua bagian dengan sifat berbeda. Satu bagian harus dipasang permanen dan bagian lainnya adalah suatu media yang dalam prakteknya bisa dibongkar pasang. Bagian yang permanen adalah bagian utama simulator yang harus terlebih dahulu dibangun. Yang termasuk bagian ini adalah:

1. Model rumah yang merepresentasikan sebagai rumah pelanggan/pengguna listrik. Model rumah yang disediakan terdiri dari dua tipe rumah, yaitu model rumah yang terbuat dari kayu dan model rumah yang terbuat dari tembok. Model rumah yang terbuat dari kayu terdapat empat model rumah sedangkan model

- rumah tem-bok disediakan tiga model ru-mah.
2. Pemasangan sambungan ka-bel dari saluran PLN dari PHB pusat gedung G4 ke PHB labo-ratorium instalasi dimana simu-lator dipasang.
 3. PHB 3 fasa yang digunakan untuk pengamanan dan pe-ngendalian simulator.
 4. Tiang utama yang disambung-kan dari PHB ke model rumah. Terdapat satu tiang sambung-an dan berakhir pada tiang tambahan yang dipasang de-ngan suatu ketinggian tertentu.

Sedangkan bagian yang tidak permanen adalah perlengkapan-per-lengkapan yang digunakan sehu-bungan dengan penyambungan JTR ke konsumen. Perlengkapan ini dapat dibongkar pasang sesuai dengan po-kok bahasan yang akan dilaksanakan pada saat pelaksanaan praktikum.

Metode Pengembangan Job Sheet & Buku Ajar

Pembuatan buku ajar dimaksudkan untuk membekali mahasiswa dengan pengetahuan dasar sehu-bungan dengan pengetahuan dalam penyambungan pelayanan dari JTR ke sambungan rumah. Sedangkan pembuatan jobsheet dimaksudkan se-bagai pedoman mahasiswa dalam melaksanakan praktikum penyam-bungan JTR ke rumah. Pembuatan kedua produk diatas juga bertujuan agar mempermudah mahasiswa un-tuk melakukan studi secara mandiri. Materi-materi yang disajikan pada pembuatan jobsheet dan buku ajar adalah sebagai berikut :

- pemasangan JTR 1 fasa ke pel-anggan
- pemasangan JTR 3 fasa ke pe-langgan

- menghubungkan dakt standar ke KWh 1 fasa
- menghubungkan dakt standar ke KWh 3 fasa
- pentanahan KWh meter 1 fasa
- pentanahan KWh meter 3 fasa
- peneraan KWh meter 1 fasa dengan berbagai macam karak-teristik beban (resistif, induktif dan kapasitif).
- peneraan KWh meter 3 fasa de-ngan berbagai macam karak-teristik beban (resistif, induktif dan kapasitif).

Pada jobsheet dilengkapi de-ngan evaluasi yang bertujuan untuk mengidentifikasi kemampuan maha-siswa dalam pengetahuan dan ana-lisa. Tetapi penilaian akhir tidak ha-nya pada produk laporan atau nilai evaluasi, tapi juga ketrampilan ma-hasiswa dalam praktek, kedisiplinan dan penerapan sikap keselamatan kerja.

Buku ajar tidak dibuat dengan judul tersendiri melainkan sebagai pelengkap buku ajar sistem distribusi sebelumnya. Buku ajar distribusi ha-nya berisi tentang jaringan tegangan menengah sehingga perlu ditambah-kan pokok bahasan jaringan tegang-an rendah (JTR) dan sambungan ru-mah. Penyusunan buku ajar tambah-an untuk mata kuliah Sistem Distri-busi Tenaga Elektrik menggunakan PUIL 2000 sebagai rujukan utama de-ngan buku-buku referensi terbaru sebagai tambahan.

Dalam pembuatan jobsheet dan buku ajar tenaga ahli berperan sebagai konsultan dan pengevaluasi. Yang dianggap sebagai tenaga ahli adalah dosen-dosen D3 Teknik Elek-tro yang memiliki sertifikasi dan pe-ngalaman di bidang distribusi tenaga elektrik. Beberapa dosen telah meng-gunakan simulator sesuai dengan panduan jobsheet. Kebanyakan dari mereka mengatakan simulator dan tata urutan

jobsheet sesuai dengan kondisi riil di lapangan.

Metode uji simulator dan jobsheet

Dilaksanakan dua macam pengujian untuk mengetahui kehandalan dari simulator yang dibangun. Pertama adalah pengujian simulator, pengujian simulator bertujuan menguji ketahanan mekanik dan elektrik. Uji mekanis dengan cara mengoperasikan alat dalam kondisi berbeban dalam waktu 200 menit untuk mengetahui ketahanan alat. Uji elektrik dengan mengoperasikan simulator berbeban dan menera KWh Meter untuk mengetahui validitas dan reliabilitas alat. Setelah diuji ternyata simulator tetap pada kondisi yang prima tanpa adanya indikasi gangguan yang terjadi, baik berupa indikasi gangguan hubung singkat atau gangguan putusnya kabel. Hal ini menandakan bahwa simulator handal pada bagian elektrik dan mekanisnya.

Pengujian yang kedua adalah pengujian efektifitas pembangunan simulator terhadap proses pembelajaran pada mata kuliah Distribusi Tenaga Listrik. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar efektifitas pengadaan simulator beserta Jobsheet & Buku Ajar. Pengujian ini dilakukan dengan menyebarkan kuisisioner pada mahasiswa peserta mata kuliah Sistem Distribusi Listrik. Kuisisioner yang disebarkan berisi bagaimana pendapat mahasiswa tentang kelengkapan komponen job sheet, kemenarikan, kemudahan, kesesuaian dengan teori, adanya evaluasi. Pengujian simulator menggunakan kuisisioner dengan indikasi kemenarikan, kelengkapan, ketahanan alat, kemudahan dan kemungkinan pengembangan. Identifikasi kuisisioner melalui penilaian dengan skala 1-5. Tabel 1 menunjukkan hasil kuisisioner yang disebarkan pada mahasiswa.

Seperti pada Tabel 1 mahasiswa peserta mata kuliah Sistem Distribusi Tenaga Listrik sebanyak 25 orang. Poin ke satu sampai ke lima adalah pengujian pada jobsheet dan buku ajar yang dihasilkan. Sedangkan poin ke enam sampai ke empat belas adalah pengujian pada produk simulator.

Dari hasil kedua pengujian yang dilaksanakan yaitu pengujian secara elektrik dan mekanis juga uji keefektifan produk terhadap proses belajar mengajar maka produk yang dihasilkan layak dipakai dalam mendukung perkuliahan Sistem Distribusi Tenaga Listrik. Produk ini mendukung mata kuliah yang lain, misalnya perkuliahan Pengukuran Listrik, karena pada mata kuliah ini juga membutuhkan alat peraga praktikum untuk mengetahui prinsip kerja alat ukur yang berupa KWh meter.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat ditarik pada pembuatan simulator JTR ke sambungan rumah sebagai berikut.

Pada penelitian ini menghasilkan tiga produk yaitu : simulator/alat peraga praktikum JTR ke konsumen, buku ajar sebagai buku teori dasar yang mendukung alat peraga, jobsheet sebagai pedoman dalam melaksanakan praktikum.

Simulator sambungan JTR kepada pelanggan terdiri atas dua tipe peralatan yaitu peralatan yang bersifat permanen dan peralatan yang bersifat nonpermanen. Peralatan yang bersifat permanen terdiri atas PHB, Tiang utama JTR dan enam buah model rumah. Model rumah yang disediakan terdiri atas dua tipe yaitu tiga tipe rumah kayu dan tiga tipe rumah tembok.

Hasil uji secara mekanis dan elektrik dengan membiarkan simulator bertegangan selama 200 menit, menunjukkan bahwa simulator tidak me-

ngalami gangguan yang bersifat elek-tris dan mekanis.

Pelengkap produk simulator berupa jobsheet dan buku ajar yang memuat materi yang dicakup oleh simulator yang dihasilkan.

Uji produk menunjukkan bahwa produk cukup baik dalam hal pe-ngayaan pengetahuan dan ketrampil-an mahasiswa, kinerja produk dan bimbingan dosen.

DAFTAR PUSTAKA

APEI. 2004. *Materi Kursus/ Pembe-kalan Uji Keahlian Bidang Teknik Tenaga Listrik Kualifikasi Ahli Muda*. Jakarta.APEI

Badan Standardisasi Nasional.2000. *Persyaratan Umum Instalasi Lis-trik 2000*. Jakarta. Yayasan PUIL.

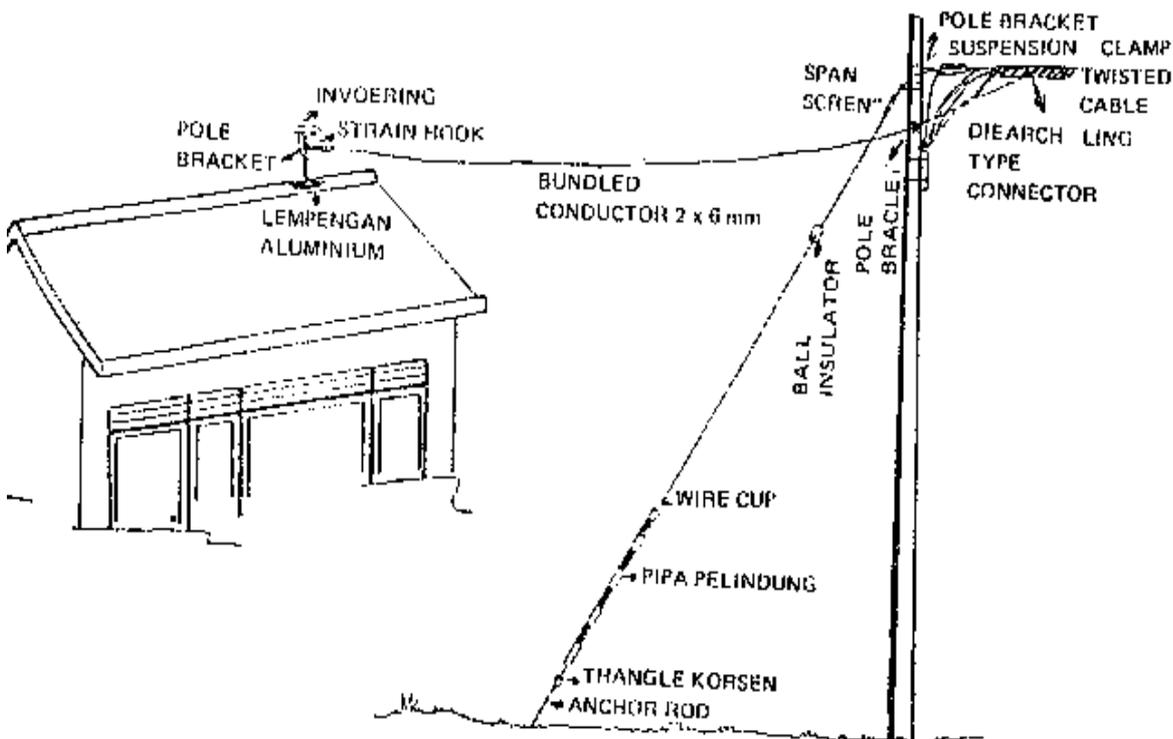
Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik Perusahaan Lis-trik

Negara. 1978. *Pentanahan Jaringan Tegangan Rendah PLN dan Pentanahan Instalasi*. Jakar-ta. Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik Peru-sahaan Listrik Negara

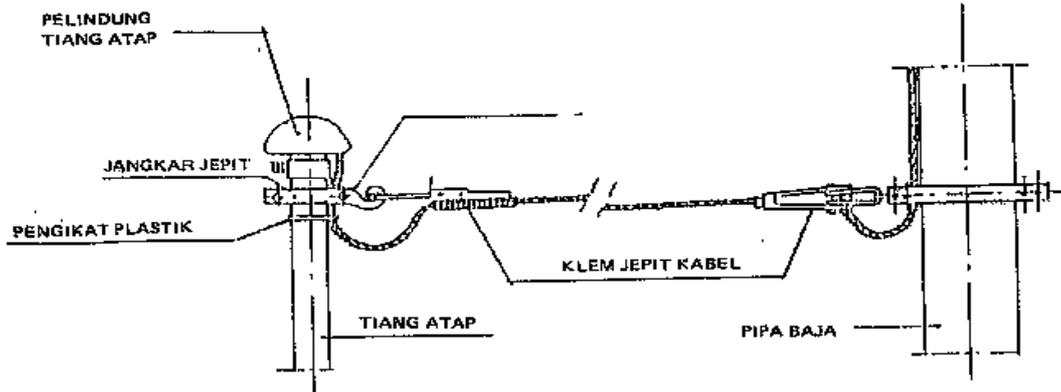
Irijanto, Yudadi. *PLN (KWH Meter)*. Jakarta: Pusat Pendidikan dan Latihan PLN.

Perusahaan Listrik Negara. 1982. *Pengoperasian dan Pemeliha-raan Jaringan Distribusi (Konsep Standar)*. Jakarta.PLN

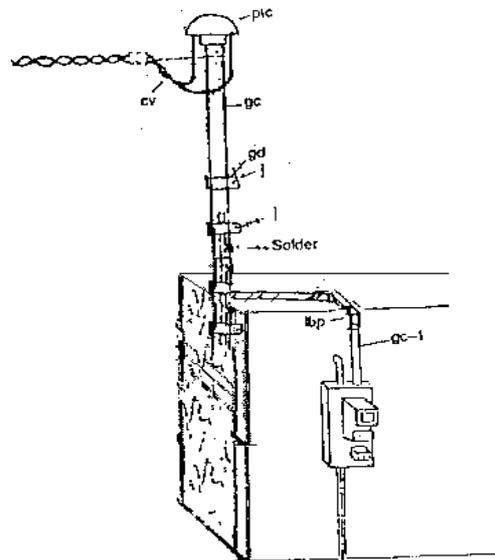
Perusahaan Listrik Negara. *Operasi& Pemeliharaan Jaringan Distribu-si (Dasar)*.Surabaya.APEI



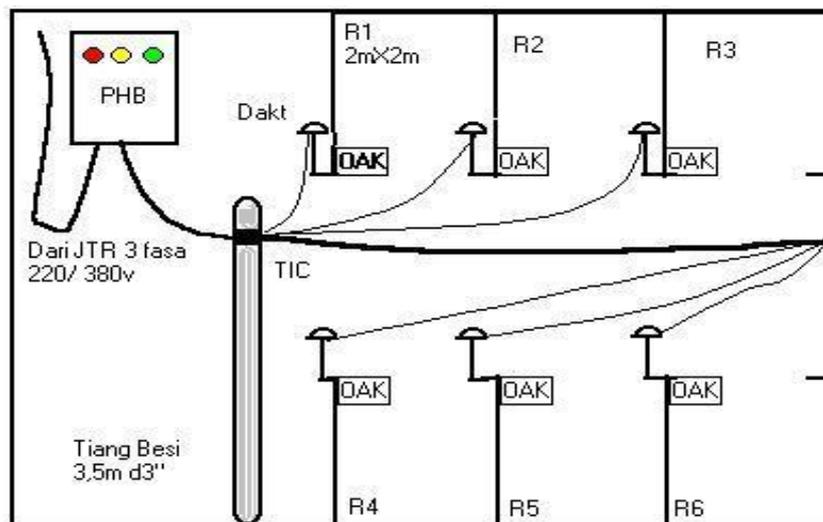
Gambar 1 Konstruksi pemasangan sambungan dengan hantaran udara berisolasi (kabel udara)
Sumber: PLN



Gambar 2 konstruksi tiang ke dakt standar



Gambar 3 konstruksi sambungan Dakt ke KWh Meter



Gambar 4 Layout Labororium Instalasi

Tabel 1 Hasil Kuisisioner 25 orang mahasiswa mata kuliah Sistem Distribusi Tenaga Listrik

No	KETERANGAN	NILAI					Jumlah	Nilai	Kesimpulan
		1	2	3	4	5			
1	Kemenarikan materi jobsheet & Buku Ajar	0	0	0	12	13	25	4,52	Sangat Baik
2	Kesesuaian jobsheet dengan materi yang disampaikan	0	0	3	18	4	25	4,04	Baik
3	Kejelasan prosedur percobaan/praktikum dalam jobsheet	0	0	11	9	5	25	3,76	Baik
4	Media evaluasi jobsheet	0	0	11	14	0	25	3,56	Baik
5	Kemenarikan ilustrasi jobsheet & buku ajar	0	3	7	12	3	25	3,6	Baik
6	Kemenarikan alat peraga dan media yang digunakan	0	0	2	12	11	25	4,36	Baik
7	Kelengkapan alat peraga dan media yang digunakan	0	0	11	10	4	25	3,72	Baik
8	Realibilitas peralatan selama praktikum	0	0	0	13	12	25	4,48	Baik
9	Validitas peralatan selama praktikum	0	0	0	10	15	25	4,6	Sangat Baik
10	Keselamatan kerja selama praktikum	0	0	8	12	5	25	3,88	Baik
11	Perbandingan alat dengan peserta praktikum	3	8	14	0	0	25	2,44	Buruk
12	Ketrampilan dosen menggunakan peralatan dan media praktikum	0	0	0	13	12	25	4,48	Baik
13	Pengayaan dan ketrampilan mahasiswa tentang materi praktikum	0	0	12	13	0	25	3,52	Baik

Keterangan nilai

- 1 Sangat Buruk
- 2 Buruk
- 3 Cukup
- 4 Baik
- 5 Sangat Baik