

Perencanaan Penggunaan *Wireless* kWh Meter Untuk Monitoring Pemakaian Daya Listrik dan Instalasi Kabel Listrik di Rumah Sakit

Mardiansyah

Program Studi Teknik Elektro,
Fakultas Teknik,
Universitas Sutomo, Serang
marrdiansyah@gmail.com

Abstrak

Listrik menjadi salah satu energi vital dalam sistem pelayanan di rumah sakit. Pemadaman listrik secara tiba-tiba di rumah sakit akan mengakibatkan kerugian dari segi finansial, pelayanan, bahkan keselamatan. Pemadaman listrik di rumah sakit akan menimbulkan kerugian pendapatan dan psikologi pasien akibat tindakan operasi yang dibatalkan dan pemindahan pasien. Kualitas dan keandalan daya yang kurang baik akan menyebabkan penurunan pelayanan dan pengeluaran anggaran biaya listrik yang berlebihan pada. Tujuan penelitian ini adalah untuk membuat perencanaan power monitoring dengan menggunakan teknologi *wireless* kWh meter, untuk dapat menentukan *wireless* kWh meter yang paling baik secara kualitas dan ekonomis serta dapat menentukan kabel distribusi listrik yang tepat pada instalasi listrik rumah sakit. Berdasarkan hasil penelitian, *wireless* kWh meter dapat diterapkan pada beberapa alat dengan tegangan rendah, untuk tegangan menengah dan tinggi perlu melakukan survey produk lebih lanjut. *Wireless* kWh meter yang dapat diterapkan pada penelitian ini untuk satu fasa SonOff Pow R2 dan untuk tiga fasa TOMZN DTS238-7. Kabel distribusi listrik yang dapat diterapkan pada instalasi rumah sakit adalah kabel NYM dengan ukurannya disesuaikan dengan besar arus yang ada pada peralatan.

Kata kunci: *wireless*, kWh meter, rumah sakit, daya listrik, instalasi kabel

Abstract

Electricity is one of the vital energies in the service system in hospitals. A sudden power outage in a hospital will result in financial, service, and even safety losses. Power outages in hospitals will cause income and patient psychological losses due to canceled surgeries and patient transfers. Poor power quality and reliability will cause a decrease in service and excessive electricity budget expenditures. The purpose of this research is to plan power monitoring using *wireless* kWh meter technology, so as to be able to determine the best quality and economical *wireless* kWh meter and to determine the right power distribution cable for hospital electrical installations. Based on the results of the research, the *wireless* kWh meter can be applied to several devices with low voltage, for medium and high voltage it is necessary to carry out further product surveys. The *wireless* kWh meter that can be applied in this study is for one phase SonOff Pow R2 and for three phase TOMZN DTS238-7. The electrical distribution cable that can be applied to hospital installations is the NYM cable whose size is adjusted to the amount of current in the equipment.

Keywords: *wireless*, kWh meter, hospital, electric power, cable installation

1. Pendahuluan

Pasokan listrik yang andal sangat penting untuk rumah sakit. Setiap gangguan atau kehilangan daya akan memberikan dampak lebih dari sekadar ketidaknyamanan. Gangguan sistem kelistrikan dapat mengganggu kegiatan operasional rumah sakit dan berdampak pada proses perawatan yang bertujuan untuk menyelamatkan jiwa. Untuk mencapai keandalan dan keamanan sistem kelistrikan yang optimal bagi karyawan dan pasien maka diperlukan pemeriksaan dan analisis kualitas daya yang teratur dan komprehensif serta perencanaan sistem kelistrikan yang berkelanjutan. Rumah sakit atau gedung pelayanan kesehatan adalah fasilitas sosial yang dirancang untuk memberikan perawatan kepada pasien, yang beroperasi secara umum lebih dari 24 jam/hari [1]-[2].

Rumah sakit merupakan salah satu jenis bangunan besar yang membutuhkan sistem pemantauan energi untuk keamanan dan keandalannya. Mempertimbangkan konsumsi energi di rumah sakit, energi listrik merupakan konsumsi energi yang paling banyak sehingga sistem pemantauan energi listrik dapat dianggap sebagai sistem pemantauan paling signifikan yang membantu meningkatkan keamanan dan keandalan serta efisiensi energi dalam sistem operasional [3].

Menentukan konfigurasi sistem kelistrikan yang akan digunakan pada pelayanan fasilitas kesehatan sangatlah penting. Sistem kelistrikan yang akan digunakan pada kompleks rumah sakit harus memenuhi kriteria tinggi seperti keandalan, efisiensi dan keamanan, untuk memastikan polusi rendah maka biaya implementasi dan pemeliharaan harus tepat dan konsumsi energi harus dilakukan dengan efisien [4].

Terdapat beberapa konfigurasi sistem tenaga listrik yang berbeda yang dapat ditemukan di fasilitas kesehatan. Konfigurasi tersebut tidak mewakili semua desain sistem tenaga listrik karena bervariasi berdasarkan konsultan teknik, tetapi beberapa yang paling sering terlihat di rumah sakit [5]. Untuk menggunakan optimasi energi, perlu untuk mulai dengan mengukur dan memantau parameter yang ditargetkan, penggunaan energi yang signifikan dan indikator kinerja energi dengan sarana sistem manajemen energi [6].

Infrastruktur yang sempurna pada awal penggunaannya selalu mengalami degradasi dan membutuhkan perbaikan terus menerus dari waktu ke waktu, untuk mempertahankan optimasi biaya. Hanya sistem manajemen yang berdasarkan prinsip perbaikan berkelanjutan, yang dapat memberikan solusi untuk tata kelola yang baik dari bangunan penting seperti rumah sakit. Manajemen energi menjadi pilihan strategis yang memperkenalkan analisis dan perencanaan strategis disamping perencanaan operasional biasa [7].

2. Tinjauan Pustaka

Listrik memainkan peran besar dalam kehidupan sehari-hari. Baik itu di rumah, sekolah, pusat perbelanjaan lokal, atau tempat kerja, rutinitas sehari-hari sangat bergantung pada penggunaan listrik. Sejak bangun pagi hari hingga tidur malam hari, kehidupan sehari-hari bergantung pada listrik. Alarm yang harus dimatikan setiap pagi menggunakan listrik. Lampu di kamar tidur, pancuran air panas, pisau cukur listrik, semua ini membutuhkan listrik agar dapat berfungsi. Kulkas yang membuat semua makanan tetap dingin dan segar membutuhkan listrik untuk menjalankannya atau pemanggang yang memasak bacon dan telur juga membutuhkan daya untuk beroperasi. Energi ini umumnya (kecuali kompor gas) berasal dari listrik. Listrik tidak hanya

memainkan peran besar dalam kehidupan sehari-hari di rumah, tetapi sangat penting untuk semua hal yang terjadi di dunia dalam kehidupan modern, seperti industri, kesehatan dan komunikasi seperti dalam bentuk radio, televisi, email, internet, dan lain sebagainya. Transportasi adalah aspek lain dari kehidupan sehari-hari yang bergantung pada listrik sampai tingkat tertentu [8].

2.1. Konsumsi Energi Listrik di Indonesia

Energi listrik adalah energi primer yang diperlukan untuk peralatan listrik dalam menopang kehidupan sehari-hari umat manusia. Perusahaan Listrik Negara atau yang bisa disingkat dengan PLN merupakan satu-satunya pemasok listrik di Indonesia dengan mengoperasikan pembangkit dan pen transmisi ke seluruh masyarakat. Dengan jumlah energi listrik yang terjual pada tahun 2019 adalah 245.518,17 GWh untuk berbagai segmen pelanggan mulai dari rumah tangga sebesar 103.733 GWh, industri sebesar 77.879 GWh, bisnis sebesar 46.901 GWh, lainnya sebesar 17.005 GWh. Konsumsi listrik di Indonesia terus mengalami peningkatan. Pada tahun 2015, konsumsi listrik sekitar 910 kWh per kapita. Kemudian, meningkat menjadi 1.084 kWh/kapita pada tahun 2019 [9], seperti yang ditunjukkan Gambar 1.



Gambar 1. Konsumsi listrik nasional 2015-2019

Sumber: Kementerian ESDM, 9 Januari 2020

Dalam menjalankan manajemen penggunaan energi listrik pada suatu bangunan, sangat kurang apabila hanya mempergunakan kWh meter prabayar, dikarenakan fungsi dari kWh meter prabayar hanyalah untuk memonitor serta membatasi pemakaian listrik, atas dasar tersebut dibutuhkan kesediaan masyarakat yang menggunakan listrik untuk melaksanakan penghematan pemakaian listrik [10].

Untuk dapat menjalankan manajemen listrik dengan baik, maka dibutuhkan perangkat elektronika yang dapat memonitor pemakaian energi listrik pada perangkat yang berdaya tinggi yang dianggap cukup boros, seperti teknologi *wireless* kWh Meter. Dengan menerapkan *wireless* kWh meter ini pada alat-alat yang berdaya tinggi pada rumah sakit, seperti Air Conditioner (AC), CT-Scan, dan lain lain, maka dapat diketahui kualitas daya listrik yang ada sehingga dapat menerapkan manajemen konsumsi energi listrik pada rumah sakit dengan baik dan akan membuat penghematan anggaran untuk biaya listrik di rumah sakit.

2.2. Power Monitoring Pada Rumah Sakit

Gangguan pasokan listrik dapat menyebabkan kerugian ekonomi yang besar untuk bisnis dan sektor lainnya seperti kesehatan serta termasuk juga kegagalan sistem

pembayaran dan gangguan produksi untuk industri manufaktur [11]. Memastikan arus listrik bekerja tanpa gangguan sangat penting untuk perekonomian, dan terutama untuk konsumen kategori pertama seperti pangkalan militer, puskesmas, rumah sakit dan lain-lain yang menjadi prioritas utama [12].

Listrik adalah energi yang paling utama dalam sistem pelayanan di rumah sakit. Daya listrik yang bermasalah dapat menjadi masalah hidup atau mati di fasilitas pelayanan kesehatan. Untuk menjamin aliran daya listrik yang andal, sistem kelistrikan rumah sakit dan semua komponennya harus berfungsi dengan baik dan otomatis, bahkan dalam kondisi yang sulit sekalipun. Sebagian besar pemadaman jaringan listrik disebabkan oleh cuaca buruk, kondisi yang dapat menyebabkan penurunan daya dan menyebabkan periode yang lebih lama tanpa daya [13]-[14].

Masalah pada kualitas daya dapat menyebabkan kerusakan peralatan medis seperti distorsi tampilan, hasil diagnostik yang salah atau kesalahan kontrol dan kegagalan ventilator. Masalah kualitas daya rumah sakit yang sering terjadi antara lain akibat beban non-linier, injeksi harmonisa dan interaksi antar peralatan medis. Implementasi teknologi pada sistem power monitoring perlu diterapkan untuk menjaga ketahanan pada sistem kelistrikan di rumah sakit. *Power monitoring* telah ada sejak lama, prosesnya sangat teknis dan biasanya digunakan oleh produsen besar untuk mengontrol dan memantau daya yang dimiliki.

Dengan kemajuan teknologi dan peningkatan konektivitas internet, kemampuan untuk memanfaatkan teknologi power monitoring berbasis *wireless* kini menjadi kenyataan. *Power monitoring* adalah salah satu kunci untuk mencegah masalah yang tidak direncanakan dan biaya tambahan yang menyertainya. Selain mendeteksi masalah daya yang dapat menyebabkan listrik padam, solusi *power monitoring* memainkan peran utama dalam tantangan pusat data utama lainnya, yaitu meningkatkan efisiensi energi dan mendukung perencanaan kapasitas yang lebih baik.

2.3. kWh Meter

kWh Meter adalah salah satu alat pengukur listrik yang cukup penting dalam sebuah sistem tenaga listrik, dikarenakan kWh Meter dipergunakan untuk menjadi alat ukur pada transaksi daya listrik [15]. kWh Meter sangat dibutuhkan di rumah sakit untuk dipasang pada setiap ruangan yang ada di rumah sakit dan setiap peralatan baik medis ataupun non-medis. kWh Meter ini akan berguna untuk mengontrol pemakaian listrik dalam tiap bulannya. Sehingga, akan mempermudah perhitungan tarif biaya listrik yang harus dikeluarkan yang membuat rumah sakit dapat lebih mudah untuk mengontrol pengeluaran anggaran untuk biaya listrik. kWh meter menghitung daya listrik dengan mengukur arus listrik dan tegangan listrik menggunakan rumus.

$$P \text{ (Watt)} = I \text{ (Ampere)} \times V \text{ (Volt)} \quad (1)$$

Pemakaian daya listrik pada umumnya dihitung per jam dengan persamaan.

$$\text{Pemakaian Daya Listrik (kWh)} = P \text{ (Watt)} \times t \text{ (Hours)} \quad (2)$$

PLN sebagai salah satu industri terbesar yang memberikan layanan energi listrik menyediakan perangkat kWh meter untuk layanan listrik pelanggan. Di mana kWh meter yang digunakan sebagian menggunakan kWh meter analog (Gambar 2) dan beberapa menggunakan kWh meter digital (Gambar 3) untuk pelanggan prabayar atau yang menggunakan token [16]. Dalam kWh meter yang disediakan oleh PLN, data yang diperoleh dari kWh meter hanya dapat dilihat pada kWh meter. Dalam kWh meter

analog pencatatan konsumsi energi listrik masih bersifat pintu ke pintu [17]. Belum ada fitur untuk mengetahui penggunaan energi listrik dalam kWh meter analog [18].



Gambar 2. Alat kWh meter analog



Gambar 3. Alat kWh meter digital

Pengukuran daya monitor pada suatu gedung merupakan ukuran dari energi yang digunakan oleh peralatan yang terhubung ke listrik gedung. Untuk memahami bagaimana hal tersebut dilakukan, penting untuk mengetahui segala sesuatu tentang bagaimana peralatan berinteraksi dengan sistem listrik. Tidak semua peralatan berinteraksi dengan sistem kelistrikan dengan cara yang sama.

Kekuatan daya sering didefinisikan sebagai daya yang digunakan oleh perangkat untuk menghasilkan kekuatan yang maksimal. Kekuatan yang sebenarnya digunakan oleh beban, yaitu daya yang akan mengalir dikurangi daya yang kembali, hal tersebut adalah kekuatan yang sebenarnya. Daya reaktif atau imajiner adalah ukuran daya bolak-balik antara beban yang tidak berguna dan persediaan.

Akibatnya, daya aktif dalam sistem dengan non-sinusoidal dan tegangan serta arus asimetris menjadi tidak berguna tetapi berbahaya untuk komponen. Pengukuran daya yang ditransmisikan sangat penting ketika biaya energi meningkat dan rasionalisasi dalam sistem dengan tegangan dan arus non-sinusoidal dan asimetris, hal tersebut direkomendasikan oleh para ahli [19].

Untuk mencatat konsumsi pemakaian listrik PLN masih menggunakan metode pintu ke pintu (pada kWh meter analog), Pembacaan Meter Otomatis (AMR) di industri, dan listrik pintar menggunakan voucher (prabayar). Dari semua penggunaan kWh meter yang ada, pemantauan konsumsi hanya bisa dilihat dari alatnya sedangkan untuk penggunaan detail pengguna masih belum bisa memantau seberapa besar penggunaan listrik secara langsung [20].

Seiring perkembangan zaman, saat ini perangkat *wireless* kWh meter sudah dapat ditemukan, sistemnya adalah kWh meter yang ada dihubungkan secara nirkabel menggunakan jaringan Wi-Fi untuk dapat melakukan monitoring penggunaan energi listrik yang sudah dipakai, monitoring dilakukan secara online menggunakan perangkat lunak IOS atau Andorid dan bisa juga melalui internet browser.

2.4. Sistem Instalasi Kabel Listrik

Untuk penyebaran cepat dalam layanan jaringan broadband, maka pentingnya pemasangan kabel di gedung atau di pusat data harus diperhatikan. Misalnya, server yang merupakan poros dari layanan, sakelar, dan router yang membentuk jaringan menghubungkan server, dan sistem kabel generik yang menghubungkan semua itu terakumulasi di pusat data [21]. Kualitas kabel diketahui dapat mempengaruhi seluruh jaringan dan memberikan hasil yang sangat serius. Oleh karena itu, jelas bahwa akan ada kerusakan besar jika sambungan kabel tidak berfungsi dan tidak dilakukan secara efektif dengan kualitas instalasi yang baik.

Secara umum, kualitas pemasangan kabel dari sistem pemasangan kabel bangunan tergantung dari keahlian pemasang. Jika keterampilan pemasangan dari para pekerja buruk, maka dibutuhkan waktu ekstra dan biaya konstruksi akan meningkat. Apalagi jika kualitas instalasi buruk, akan ada kemungkinan bahwa akan berpengaruh besar terhadap kinerja jaringan, dan juga ketika masalah terjadi maka waktu dan biaya yang sangat besar akan timbul untuk pemecahan masalah. Ini dapat mengubah pekerjaan yang menguntungkan menjadi pekerjaan yang tidak menguntungkan sehingga sangat penting sebelum proses pemasangan kabel untuk memastikan kualitas kabel saat merencanakan instalasi.

Dalam instalasi kabel biasanya digunakan dua teknik yaitu *in bow*, teknik ini memposisikan unit perangkat listrik (stop kontak kabel, dan saklar) dibenamkan ke dalam dinding seakan-akan tertanam dalam dinding tersebut dan teknik *out bow*, adalah sebaliknya di mana unit perangkat listrik diposisikan berada di luar dinding sehingga posisinya menonjol. Dalam instalasi kabel listrik, terdapat beragam jenis kabel yang dapat dipilih tergantung kebutuhan daya dan fungsinya (Gambar 4 – 9), di antaranya adalah:

1. Kabel NYA

Kabel NYA terdiri dari N = Kabel inti tembaga, Y = Isolasi PVC dan A = Kabel tunggal. Kabel NYA adalah kabel dengan inti tembaga tunggal, berisolasi PVC satu lapis (450V-750V)



Gambar 4. Kabel NYA
Sumber: Tokopedia

2. Kabel NYM

Kabel NYM terdiri dari N = Kabel inti tembaga, Y = Isolasi PVC dan M = Lebih dari satu inti kabel. Kabel NYM adalah kabel dengan inti tembaga berisolasi PVC dengan lebih dari satu inti dan berisolasi PVC di bagian luar (300V-500V).



Gambar 5. Kabel NYM
Sumber: Tokopedia

3. Kabel NYY

Kabel NYY terdiri dari N = Kabel inti tembaga, Y = Isolasi PVC dan Y = Isolasi Luar PVC. Kabel NYY adalah kabel dengan inti tembaga berisolasi PVC, dengan satu atau lebih dari satu kabel inti, dengan selubung luar PVC (0,6kV-1kV).



Gambar 6. Kabel NYY
Sumber: Tokopedia

4. Kabel NYAF

Kabel NYAF terdiri dari N = Kabel inti tembaga, Y = Isolasi PVC, A= Kabel tunggal dan F= Konduktor kawat halus (serat). Kabel NYAF adalah kabel dengan inti serat tembaga (Flexible), dengan inti tunggal (satu) dan satu lapisan berisolasi PVC (450V-750V).



Gambar 7. Kabel NYAF
Sumber: Tokopedia

5. Kabel NYRGBY

Kabel NYAF terdiri dari N = Kabel inti tembaga, Y = Isolasi PVC, R = Pelindung kawat baja bulat, GB = Pelat baja dan Y = Isolasi PVC. Kabel NYRGBY adalah kabel dengan inti tembaga berisolasi PVC, dengan inti tunggal atau lebih dari satu, pelindung kawat baja bulat atau pelat baja berbungkus, dengan selubung isolasi PVC (0,6kV- 1kV).



Gambar 8. Kabel NYRGBY
Sumber: Tokopedia

6. Kabel NYHY

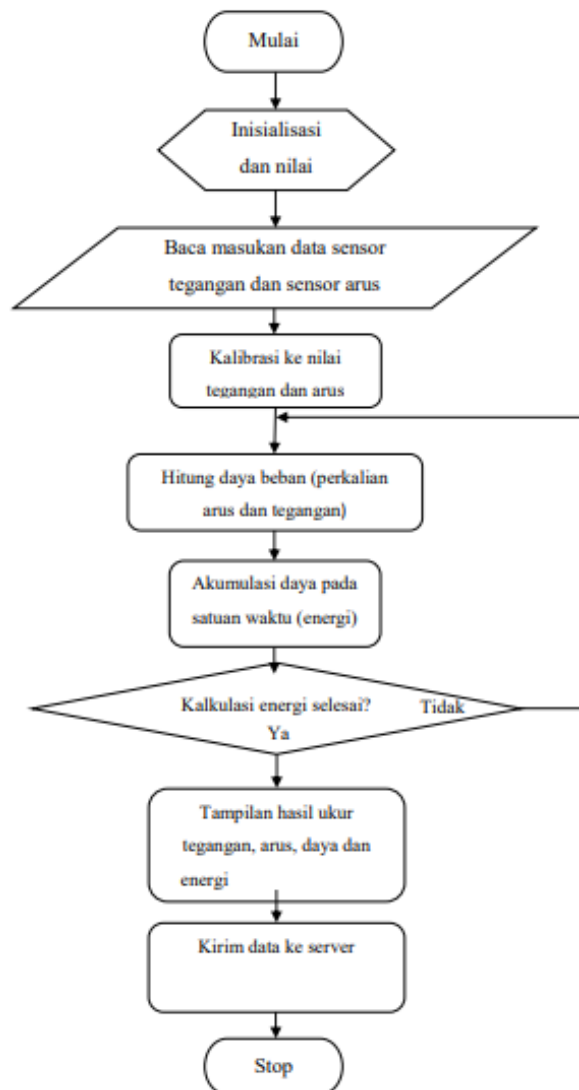
Kabel NYHY terdiri dari N = Kabel inti tembaga, Y = Isolasi dalam PVC, Y = Isolasi tengah PVC, H= Kabel Fleksibel (Serat), Y = Isolasi luar PVC. Kabel NYHY adalah kabel dengan inti tembaga serat berisolasi PVC, dengan inti tunggal atau lebih dari satu, dan selubung luar PVC (0,6kV-1kV).



Gambar 9. Kabel NYHY
Sumber: Tokopedia

3. Metode

Dalam penelitian ini, objek penelitian adalah rumah sakit X yang berada di propinsi Jawa Barat, rumah sakit X adalah rumah sakit yang sedang berkembang sehingga membutuhkan rekomendasi mengenai tata kelola sistem ketenagalistrikan yang baik untuk menjaga keberlangsungan proses pelayanan kesehatan serta melakukan efisiensi biaya listrik di rumah sakit. Gambar 10 merupakan flow chart metodologi penelitian yang menunjukkan proses kerja sistem, aliran proses kerja sistem sesuai dengan perencanaan yang dibuat dan bekerja pada sistem monitoring. Dimulai dengan inialisasi dan nilai awal yaitu kondisi awal dari sistem sebelum adanya sistem monitoring. Dilanjutkan dengan pembacaan masukan yaitu tegangan dan arus beban. Program akan kalibrasi data tersebut menjadi nilai sebenarnya dan menghitung daya beban. Daya yang diakumulasi pada satuan waktu untuk menghasilkan besaran energi. Selanjutnya data hasil monitoring dapat digunakan sebagai bahan evaluasi pemakaian daya listrik.



Gambar 10. Alur metodologi penelitian

3.1. Cakupan Proyek

Kualitas dan keandalan daya yang kurang baik akan menyebabkan penurunan pelayanan dan pengeluaran anggaran biaya listrik yang berlebihan pada rumah sakit dan penggunaan kabel yang tepat pada instalasi listrik rumah sakit. Rumah sakit X melaksanakan perencanaan penggunaan *wireless* kWh meter untuk monitoring pemakaian daya listrik dan instalasi kabel listrik dengan harapan dapat membuat perencanaan power monitoring dengan menggunakan teknologi *wireless* kWh meter. Tujuan lainnya adalah agar dapat menentukan *wireless* kWh meter yang paling baik secara kualitas dan ekonomis untuk dapat diterapkan serta dapat menentukan kabel distribusi listrik yang tepat pada instalasi listrik rumah sakit.

Proyek manajemen energi yang ada di rumah sakit X adalah proyek yang terdiri atas power supply berbasis sel surya, back-up power dengan menggunakan UPS, dan power monitoring dengan *wireless* kWh meter. Pada penelitian ini membahas tentang power monitoring berbasis teknologi *wireless* kWh meter yang merupakan proyek untuk membangun sistem monitor pada daya di rumah sakit X serta instalasi kabel distribusinya. Harapan rumah sakit X dengan adanya penelitian ini adalah tidak ada *blackout* untuk sistem power supply di rumah sakit X terutama di ruang operasi dan ruang ICU, sistem ketenagalistrikan harus stabil, alatnya aman untuk digunakan, memiliki sistem isolasi yang bagus apabila terjadi kebakaran. Penelitian ini mencakup sekitar 200 tempat tidur dan 400 staf rumah sakit.

3.2. Penggunaan Power meter

Pada penelitian ini akan digunakan *power meter* satu fasa dan *power meter* tiga fasa. *Power meter* satu fasa dapat mengukur berbagai parameter listrik, mulai dari arus dan tegangan hingga resistansi, kontinuitas, dan seterusnya. Pengukur daya satu fasa digunakan oleh kontraktor listrik untuk menilai banyak hal, mulai dari kabel hidup dan pemutus sirkuit hingga panel listrik dan transformator daya. Selain disebut sebagai pengukur daya satu fasa, pengukur daya satu fasa memiliki banyak nama berbeda, termasuk namun tidak terbatas pada penjepit meter, penjepit arus, multimeter digital, penguji listrik, osiloskop, penguji sirkuit, pemeriksa tanah, detektor tegangan, milliohm meter, meteran rotasi fasa dan penganalisis daya. Beberapa produk dari *power meter* satu fasa akan dianalisis untuk kemudian dipilih satu produk yang paling cocok dengan kebutuhan rumah sakit X.

Pengukur daya tiga fasa atau penganalisis daya tiga fasa, juga disebut pengukur daya tiga fasa, dapat digunakan untuk mengukur berbagai parameter listrik, mulai dari arus dan tegangan hingga hambatan, kontinuitas, dan seterusnya. Penganalisis daya tiga fasa digunakan oleh kontraktor listrik untuk menilai banyak hal, mulai dari kabel hidup dan pemutus sirkuit hingga panel listrik dan transformator daya. Selain disebut sebagai pengukur daya tiga fasa, pengukur daya tiga fasa juga memiliki banyak nama yang berbeda, termasuk namun tidak terbatas pada penjepit meter, penjepit arus, multimeter digital, penguji listrik, osiloskop, penguji sirkuit, pemeriksa tanah, detektor tegangan, milliohm meter, meteran rotasi fasa dan penganalisis daya. Beberapa produk dari *power meter* satu fasa akan dianalisis untuk kemudian dipilih satu produk yang paling cocok dengan kebutuhan rumah sakit X.

Pada penelitian ini telah ditetapkan tipe *power meter* satu fasa dan *power meter* tiga fasa, telah ditetapkan masing-masing enam produk yang akan dianalisis untuk ditentukan produk mana yang paling sesuai dengan kebutuhan dari rumah sakit X.

untuk tipe produk *power meter* satu fasa diantaranya adalah POW R2, DTS238-4, ZMAi-90, ZMAi-90, WDS688 dan ZMAi-90, sedangkan untuk tipe produk *power meter* tiga fasa di antaranya adalah ADW400, AEW100-D15X, DTZ1737, KPM37, DTS238-7 dan DDS576. Pada Gambar 11 dapat dilihat 6 produk *power meter* satu fasa yang akan dianalisis kesesuaiannya dengan kebutuhan rumah sakit X dan pada Gambar 12 dapat dilihat 6 produk *power meter* tiga fasa.



Gambar 11. Produk *power meter* satu fasa
Sumber: Tokopedia, Amazon, Alibaba



Gambar 12. Produk *power meter* tiga fasa
Sumber: Alibaba, Tokopedia

Untuk produk-produk tersebut baik *power meter* satu fasa maupun *power meter* tiga fasa akan dianalisis, aspek-aspek yang akan dijadikan bahan pertimbangan dalam pemilihan produk untuk rumah sakit X antara lain seperti seberapa besar *volte range* yang dimiliki tiap produk, berapa suhu yang dapat digunakan pada saat mengoperasikan produk, berapa frekuensi *wireless* dari setiap produk dan berapa pasaran harga dari setiap produk.

4. Hasil dan Pembahasan

Setelah kandidat produk didapatkan maka proses selanjutnya adalah melakukan analisis mengenai produk *wireless kWh meter* mana yang paling cocok dengan kebutuhan rumah sakit X. Adapun aspek yang menjadi perhatian utama adalah terkait *voltage range*, suhu operasional *power meter*, frekuensi *wireless* dan harga yang ada di pasaran. Fokus utama yang menjadi perhatian adalah *volte range* dan suhu operasional *power meter* karena ke depannya akan memberikan dampak terhadap kualitas, keandalan dan daya tahan *power meter* yang dipilih.

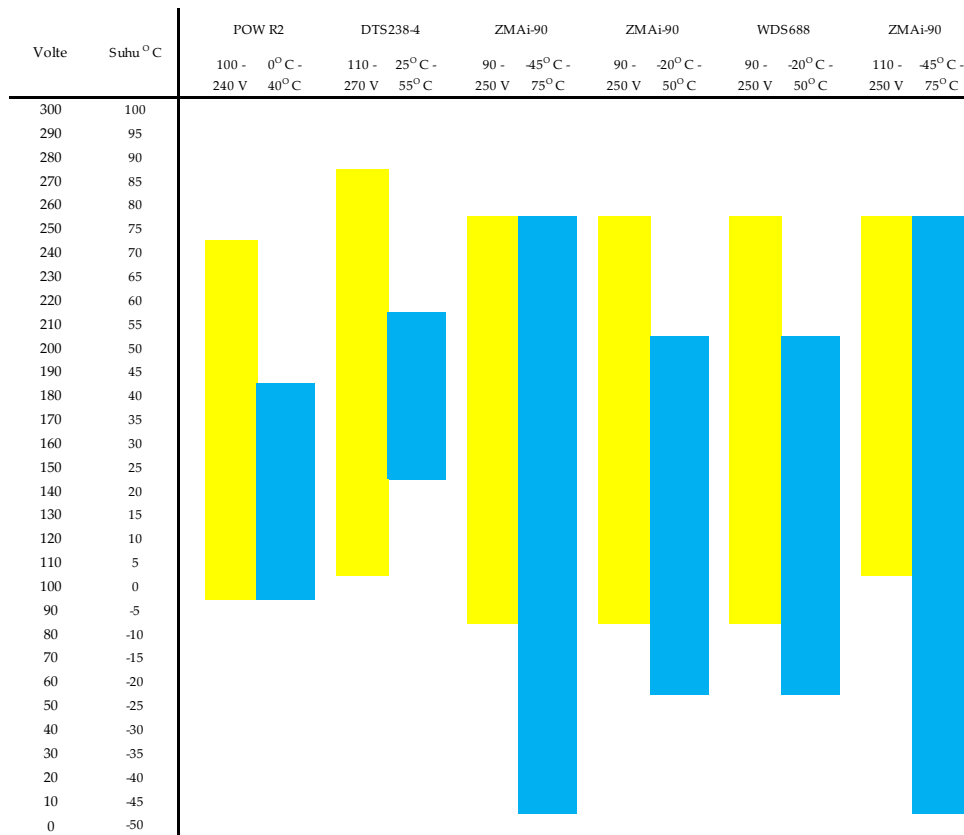
Pertimbangan utama tersebut tentu saja tidak mengesampingkan analisis lainnya mengenai seberapa jauh jangkauan frekuensi *power meter wireless* dan seberapa besar perhitungan biaya yang dibutuhkan untuk pembelian. Untuk produk *power meter* satu fasa hasil analisisnya dapat dilihat pada Tabel 1 dan grafik hasil analisis dapat dilihat pada Gambar 13.

Tabel 1. Pemetaan *power meter* satu fasa

Produk	<i>Voltage Range</i>	Suhu Operasional	Frekuensi <i>Wireless</i>	Pasaran Harga
POW R2	100-240 V	0°C - 40°C	2,4 GHz	Rp. 185.000
DTS238-4	110-270 V	25°C - 55°C	2,4 GHz	Rp. 340.000
ZMAi-90	90-250 V	-45°C - 75°C	2,4 GHz	Rp. 440.000
ZMAi-90	90-250 V	-20°C - 50°C	2,4 GHz	Rp. 985.000
WDS688	90-250 V	-20°C - 50°C	2,4 GHz	Rp. 480.000
ZMAi-90	110-250 V	-45°C - 75°C	2,4 GHz	Rp. 480.000

Untuk *power meter* tiga fasa pertimbangan yang diperhitungkan juga sama dengan pertimbangan pada *power meter* satu fasa dimana aspek yang menjadi perhatian utama adalah terkait *volte range*, suhu operasional *power meter*, frekuensi *wireless* dan harga yang ada di pasaran. Untuk produk *power meter* tiga fasa hasil analisisnya dapat dilihat pada Tabel 2 dan grafik hasil analisis dapat dilihat pada Gambar 14.

Perencanaan Penggunaan *Wireless* kWh Meter Untuk Monitoring Pemakaian Daya Listrik dan Instalasi Kabel Listrik di Rumah Sakit
Mardiansyah



Gambar 13. Grafik Hasil Pemetaan *Power meter* Satu Fasa

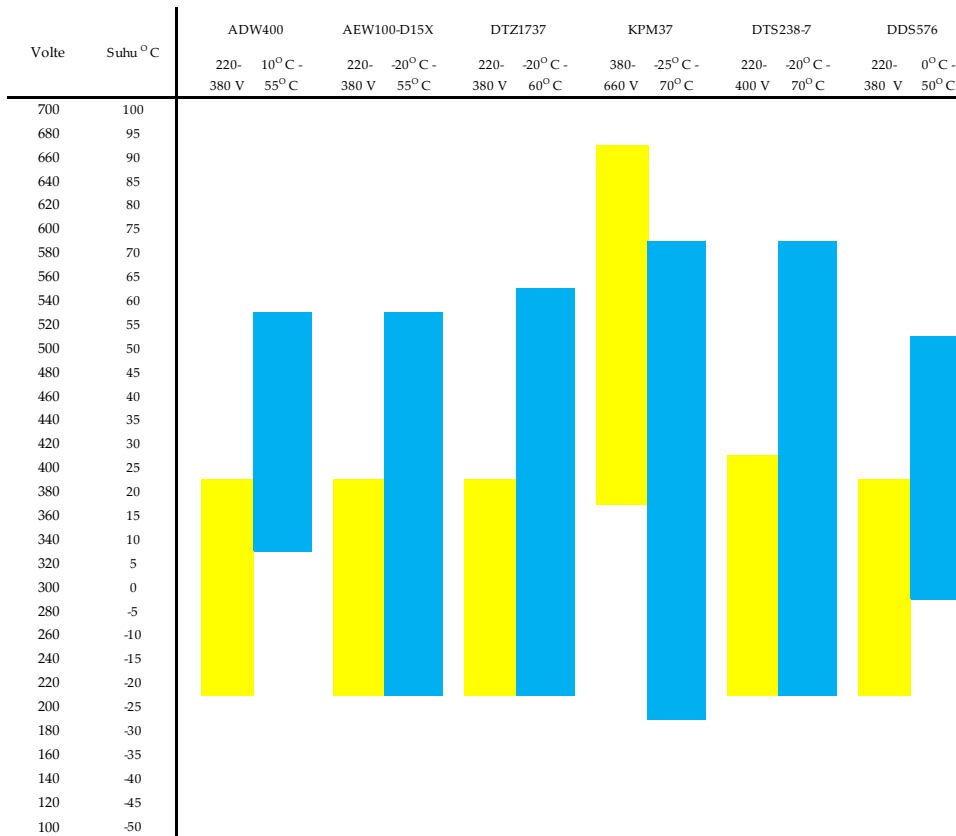
Tabel 2. Pemetaan *power meter* tiga fasa

Produk	Volte Range	Suhu Operasional	Frekuensi <i>Wireless</i>	Pasaran Harga
ADW400	220-380 V	10°C - 55°C	470 MHz	Rp. 1.315.000
AEW100-D15X	220-380 V	-20°C - 55°C	470 MHz	Rp. 1.310.000
DTZ1737	220-380 V	-20°C - 60°C	4G	Rp. 2.150.000
KPM37	380-660 V	-25°C - 70°C	2,4 GHz	Rp. 1.920.000
DTS238-7	220-400 V	-20°C - 70°C	2,4 GHz	Rp. 950.000
DDS576	220-380 V	0°C - 50°C	2,4 GHz	Rp. 470.000

Setelah dilakukan analisis terhadap produk-produk yang ada maka selanjutnya adalah melakukan analisis mengenai kecocokan antara *power meter* dengan peralatan dan ruangan yang ada di rumah sakit X, ruangan dan peralatan yang diuji kecocokanya di antaranya:

1. Ruang operasi dengan alat ventilator
2. Ruang bayi dengan alat inkubator bayi dan mesin anastesi
3. Ruang laboratorium dengan alat medical freezer

Hasil analisis kecocokan antara *power meter* dengan peralatan dan ruangan yang ada di rumah sakit X dapat dilihat pada Tabel 3.



Gambar 14. Grafik Hasil Pemetaan *Power meter* Tiga Fasa

Tabel 3. Hasil pemetaan *power meter* dengan ruangan dan peralatan di Rumah Sakit

Ruangan	Nama Alat	Fasa	Tegangan	Arus Maksimum	KWH Meter
Operasi	Ventilator	Satu	240 volt	1.3 Ampere	Pow R2
		Satu	100 volt	3.4 Ampere	Pow R2
Ruang bayi	Inkubator Bayi	Satu	220 volt 240 volt	9.9 Ampere	Pow R2
Laboratorium	Mesin Anastesi	Satu	220-240 volt	10 Ampere	Pow R2
	Medical Freezer	Tiga	3x400 V	16 Ampere	DTS238-7

Berdasarkan analisis kebutuhan dan kesesuaian dengan kultur rumah sakit X maka dipilih produk kWh Meter *wireless* Pow R2 untuk satu fasa dan produk DTS238-7 untuk tiga fasa. Berdasarkan hasil tersebut maka kabel yang tepat untuk diinstalasi pada rumah sakit X dalam rangka menunjang penggunaan kWh Meter *wireless* adalah kabel NYM dengan pertimbangan ukuran yang sesuai dengan besar arus yang ada pada peralatan di rumah sakit X.

5. Kesimpulan

Melalui penelitian yang telah dibuat untuk perencanaan penggunaan *wireless* kWh meter untuk monitoring pemakaian daya listrik dan instalasi kabel listrik di rumah sakit X, maka dapat disimpulkan bahwa *wireless* kWh meter dapat diterapkan pada beberapa peralatan rumah sakit dengan tegangan rendah, *wireless* kWh meter yang dapat diterapkan pada rumah sakit X adalah Pow R2 untuk satu fasa dan DTS238-7 untuk tiga

fasa. Kabel distribusi listrik yang dapat diterapkan pada instalasi rumah sakit X adalah kabel NYM dengan ukuran yang disesuaikan dengan besar arus yang ada pada peralatan.

Daftar Pustaka

- [1] J. G. S. Calcedo et al., "Economic and Environmental Impact of Energy Saving in Healthcare Buildings," *Applied Sciences*, vol. 8, 2018
- [2] A. Teke et al. Overview of Energy Savings and Efficiency Strategies at the Hospitals. *International Scholarly and Scientific Research & Innovation*, vol. 8, no. 1, 2014.
- [3] P. Sarikprueck, C. Attaphong, P. Lumyong and B. Ngamwatthanasilpa, "Analyzing technique for electrical energy monitoring system in Thailand hospital," *2017 IEEE International Conference on Environment and Electrical Engineering and 2017 IEEE Industrial and Commercial Power Systems Europe (EEEIC / I&CPS Europe)*, 2017, pp. 1-4, doi: 10.1109/EEEIC.2017.7977465.
- [4] B. Singh, A. Chandra, and K. Al-Haddad, *Power Quality Problems and Mitigation Techniques*. John Wiley & Sons Ltd, 2015.
- [5] A. Ferraioli, *Impianti elettrici nelle strutture sanitarie*. Italy: Dario Flaccovio Editore, 2015.
- [6] B. Nouridine and A. Saad, "Energy Efficiency and Importance of Energy Monitoring System in Moroccan Hospitals," *2019 7th International Renewable and Sustainable Energy Conference (IRSEC)*, 2019, pp. 1-7, doi: 10.1109/IRSEC48032.2019.9078270.
- [7] International standard of the ISO energy management systems 50001:2018.
- [8] Zohuri B., McDaniel P., *The Electricity: An Essential Necessity in Our Life*, 2015, *Thermodynamics in Nuclear Power Plan*. New York: Springer.
- [9] Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan, *Statistik Ketenagalistrikan Tahun 2019*, Edisi No. 33 Tahun Anggaran 2020.
- [10] T. Nusa, S. R. U. A. Sompie, and E. M. Rumbayan, "Sistem Monitoring Konsumsi Energi Listrik Secara Real Time Berbasis Mikrokontroler", *E-Jurnal Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 4, no. 5, pp. 19–26, 2015.
- [11] S. Küfeoğlu, *Economic Impacts of Electric Power Outages and Evaluation of Customer Interruption Costs*. DSc Thesis, October 2015.
- [12] M. Ivanova, R. Dimitrova and A. Filipov, "Analysis of Power Outages and Human errors in the Operation of Equipment in Power Grids," *2020 12th Electrical Engineering Faculty Conference (BulEF)*, 2020, pp. 1-5, doi: 10.1109/BulEF51036.2020.9326058.
- [13] H. Alhelou, M Hamedani – Golshan, T. Njenda, and P. Siano, "A survey on power system blackout and cascading events: research motivations and challenges," in *Energies*, vol. 12, p. 682, 2019.; doi:10.3390/en12040682.
- [14] National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, *Enhancing the Resilience of the Nation's Electricity System*, Chapter: 3 The Many Causes of Grid Failure. Washington, DC: The National Academies Press, 2017. Ebook: 978-0-309-46310-2, DOI: <https://doi.org/10.17226/24836>.
- [15] Darma S, Yusmartato dan Akhiruddin, "Studi Sistem Peneraan KWH Meter", 2019, *Journal of Electrical Technology*, Vol. 4, No.3, Oktober 2019.

- [16] W. Hlaing, S. Thepphaeng, V. Nontaboot, N. Tangsunantham, T. Sangsuwan, and C. Pira, "Implementation of WiFi-Based single phase smart meter for internet of things (IoT)," *2017 Int. Electr. Eng. Congr. iEECON 2017*, March, pp. 8-10, 2017.
- [17] A. A. Anwar dan K. Adi, "Pengambilan Data KWh Meter Menggunakan Mikrokontroler Atmega8535 Dengan Komunikasi Inframerah," *Youngster Physics Journal*, vol. 2, no. 1, pp. 1-6, 2014.
- [18] F. Ramdana, M. Nasrun, C. Setianingsih and M. A. Murti, "Prototype Design Mapping of kWh Meters Based on Internet of Things (IoT)," *2019 International Conference on Advanced Mechatronics, Intelligent Manufacture and Industrial Automation (ICAMIMIA)*, 2019, pp. 356-362, doi: 10.1109/ICAMIMIA47173.2019.9223353.
- [19] J. Kolanko and Z. Leonowicz, "AC Power and Energy Measurements based on Physical Definitions," *2015 IEEE 15th Int. Conf. Environ. Electr. Eng.*, no. 2, pp. 7-11, 2015.
- [20] G. Wibisono and E. Suryati, "Machine to machine application as KWh meter controlling," *QiR 2017 - 2017 15th Int. Conf. Qual. Res. Int. Symp. Electr. Comput. Eng.*, vol. 2017-Decem, pp. 425 428, 2017.
- [21] T. Kikuchi and D. Sugita, "A method of an efficient installation process for generic cabling inside customer premises," *2014 International Conference on Intelligent Green Building and Smart Grid (IGBSG)*, 2014, pp. 1-4, doi: 10.1109/IGBSG.2014.6835245.