

Solusi Metering Adaptif untuk Rumah Tangga (SMART)

Yusuf Susilo Wijoyo, Aliefya Fadhila Ramadhani, Damai Bela Nusantara, Dimas Pulung Herjuno,
Muhammad Yasirroni, Oca Tanyta Saputra
Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada,
Jalan Grafika No. 2, 55281, Yogyakarta, Indonesia
yusufsw@ugm.ac.id

Abstract—*Electrical energy is a major requirement to support human activity in all aspects of life. There are two main problems in electricity supply services, breaker trips as overload solutions and load shedding as power supply shortage solutions. SMART as a complementary component of the utility meter will be placed on the outgoing side of the utility meter to overcome the two things. SMART as part of a smart home device can lead to overload on the consumer side without the cause of the utility meter. With the government and utility's cooperation in application and development, SMART can replace load shedding by limit customer power consumption and increasing utility revenues by flattening the load curve. SMART can also provide various benefits for both the utility and the consumer.*

Keywords—*overload; load shedding; SMART; smart house; smart city*

Abstrak—*Energi listrik merupakan kebutuhan utama penunjang aktivitas manusia di hampir segala aspek kehidupan. Terdapat dua pokok permasalahan pada jasa penyediaan listrik, yaitu breaker trip sebagai solusi overload dan pemadaman bergilir sebagai solusi kekurangan pasokan daya. SMART sebagai komponen pelengkap dari meteran utility akan diletakkan di sisi outgoing meteran utility guna mengatasi dua permasalahan tersebut. SMART sebagai bagian dari perangkat rumah cerdas dapat mengatasi overload pada sisi konsumen tanpa menyebabkan meteran utility mengalami trip. Apabila pihak pemerintah dan utility bersedia mengembangkan dan mengaplikasikan SMART, SMART dapat mengganti pemadaman bergilir dengan pembatasan konsumsi dan meningkatkan revenue pihak utility dengan pemerataan kurva beban. SMART juga dapat memberikan berbagai manfaat baik kepada pihak utility maupun konsumen.*

Kata kunci—*overload; pemadaman bergilir; SMART; rumah cerdas; kota cerdas*

I. PENDAHULUAN

Saat ini energi listrik merupakan kebutuhan utama penunjang aktivitas manusia di hampir segala aspek kehidupan, baik untuk rumah tangga maupun industri. Indonesia, negara dengan wilayah terluas se-Asia Tenggara[1], menduduki peringkat terendah dalam hal konsumsi listrik se-Asia Tenggara. Penggunaan listrik oleh penduduk Indonesia yang mencapai lebih dari 250 juta jiwa hanya berkisar sebesar 0,8 mega watt per jam, lebih rendah dari Thailand dan Vietnam[2]. Konsumsi listrik oleh masyarakat Indonesia belum bisa dilaksanakan secara maksimal karena berbagai permasalahan. Pada praktik penyediaan listrik, terdapat dua kasus permasalahan yang dirasakan pelanggan, yaitu pemutusan listrik secara mendadak saat konsumsi beban berlebih (*overload*) dan

pergiliran pelayanan listrik saat *utility* kekurangan suplai daya.

Kasus pertama, pemutusan terjadi ketika pelanggan menarik atau mengkonsumsi daya melebihi dari kelas langganan dayanya. Pengelompokan kelas konsumen tersebut memiliki tujuan untuk mengelompokkan tarif dan mengalokasikan subsidi. Selain itu, pengelompokan kelas konsumen juga bertujuan untuk melindungi trafo distribusi dan perlengkapan distribusi lainnya dari gangguan *overload*. Pada dasarnya, pemutusan secara mendadak dengan sistem breaker mekanis pada kWh meter tidaklah terlalu esensial. Justru hal tersebut dapat mengganggu pelanggan apabila pelanggan sedang melakukan kegiatan yang cukup penting dan tidak dapat diinterupsi, seperti menyalakan komputer dan lain sebagainya. Tentunya pemutusan mendadak yang terjadi juga dapat menyebabkan turunnya usia kerja peralatan elektronik. Selain itu, pemborosan daya akibat besarnya beban listrik pada saat starting beberapa peralatan listrik juga merupakan salah satu kerugian terjadinya pemutusan mendadak.

Kasus kedua, pemutusan terjadi ketika *utility* tidak mampu membangkitkan listrik sesuai dengan kuantitas yang dibutuhkan oleh masyarakat. Hal ini dapat terjadi akibat beberapa peristiwa, antara lain yaitu kerusakan pembangkit, keterlambatan pengiriman bahan bakar pembangkit, atau bahkan memang kapasitas pembangkit pada suatu jaringan yang tidak mampu memenuhi permintaan daya konsumen. Berdasarkan statistik ketenagalistrikan yang dirilis Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan, hingga tahun 2015 *utility* terus meningkatkan penyediaan tenaga listrik[3], tetapi pasokan yang tersedia belum dapat memenuhi kebutuhan konsumsi listrik penduduk Indonesia. Untuk mengatasi hal tersebut, *utility* melakukan rotasi pelayanan listrik atau yang biasa disebut masyarakat sebagai pemadaman bergilir. Pada rotasi pelayanan tersebut, suatu daerah akan mendapatkan pasokan listrik dengan konsekuensi pelayanan listrik pada daerah lainnya akan dimatikan, dimana pemberhentian pelayanan listrik sementara tersebut dirotasikan kepada beberapa konsumen. Berhentinya pelayanan pada suatu daerah tentu akan mematikan roda ekonomi dan menghambat produktivitas daerah tersebut. Bahkan pemutusan layanan listrik pada penerangan jalan dapat menjadi sangat berbahaya. Oleh sebab itu, akan lebih bijak apabila pelayanan listrik tetap berjalan.

Dari uraian yang telah dipaparkan, dapat disimpulkan bahwa terdapat dua pokok permasalahan, yaitu *breaker trip* sebagai solusi *overload* dan pemadaman bergilir sebagai solusi kekurangan pasokan daya. Oleh karena itu, diperlukan suatu solusi yang dapat mengatasi kedua

permasalahan tersebut, terutama untuk pelanggan rumah tangga.

II. KAJIAN PUSTAKA

A. Pelepasan Beban Sebagai Solusi Kekurangan Daya Pembangkitan

Pelepasan beban (*load shedding*) merupakan solusi tunggal kekurangan daya pembangkitan. Pelepasan beban harus dilakukan untuk melindungi generator dari keadaan kelebihan pembebanan. Pelepasan beban ini sering disebut pemadaman bergilir di Indonesia. Salah satu kasus pelepasan beban yang cukup menarik terjadi di sistem Jawa-Bali pada April 2016 lalu, di mana Pembangkit Paiton tidak dapat beroperasi dengan optimal akibat diserang ubur-ubur. [4]

B. Thermal Breaker Sebagai Pembatas Konsumsi

Setiap pelanggan jasa penyediaan listrik memiliki *thermal breaker* sebagai pengaman arus berlebih. Pengamanan arus berlebih ini bertujuan untuk menjaga jaringan dari kerusakan akibat arus berlebih. Pada kasus *overload* penggunaan listrik oleh pelanggan, seringkali trip merugikan pelanggan apabila pelanggan sedang melakukan kegiatan penting seperti menyalakan komputer, berada di dalam kamar mandi, dan sebagainya. Pengamanan jaringan dengan cara demikian biasa disebut dengan istilah *njglek*.

III. METODE

A. Komponen Penyusun SMART

SMART sebagai meteran cerdas terdiri dari tiga bagian utama yaitu perangkat keras, *cloud*, dan perangkat lunak *smartphone*.

1) Perangkat keras.

a) Sensor arus ACS 712

Sensor arus ACS 712 digunakan untuk membaca arus listrik AC ataupun DC di kawat. Keluaran yang dihasilkan berupa sinyal tegangan analog. Data hasil keluaran tersebut selanjutnya dikirim ke arduino.

b) Arduino

Arduino merupakan pengendali mikro *single-board* yang bersifat *open-source*, yang diturunkan dari *Wiring platform*, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Pada SMART, Arduino berfungsi sebagai pengubah sinyal analog ke digital (ADC), sekaligus mengkalibrasi bacaan sinyal dari ACS 712.

c) Raspberry Pi

Raspberry Pi atau disingkat Raspi adalah adalah komputer papan tunggal (*single-board circuit*) yang seukuran dengan kartu kredit, yang dapat digunakan untuk layaknya komputer mini. Raspi digunakan sebagai komponen utama dari SMART.

2) Cloud

Cloud merupakan gabungan pemanfaatan teknologi komputer (komputasi) dan pengembangan berbasis internet (*cloud*). *Cloud* adalah metafora dari internet, sebagaimana awan yang sering digambarkan di diagram jaringan komputer. Sementara *cloud storage* adalah media

penyimpanan yang dalam pengaksesannya memerlukan jaringan internet. *Cloud* digunakan untuk tempat penyimpanan database komunikasi Raspi dengan aplikasi SMART.

3) Aplikasi Smartphone

SMART menggunakan aplikasi *smartphone* sebagai antar muka utama untuk menghubungkan pengguna dengan SMART. Aplikasi *smartphone* dipilih karena kemampuannya yang fleksibel untuk mendorong konsep *internet of things* (IoT).

B. Letak Pemasangan SMART

SMART sebagai komponen pelengkap dari meteran *utility* akan diletakkan di sisi outgoing meteran *utility*. Sebagai pemutus arus, SMART dilengkapi pemutus mini yang diletakkan pada calon saluran yang akan dibuang. Pemasangan seperti ini dipilih karena SMART belum dijadikan sebagai pengganti meteran *utility*. SMART baru bisa menjadi pengganti meteran *utility* apabila pihak-pihak terkait sudah setuju dengan gagasan SMART.

IV. PEMBAHASAN

A. SMART Sebagai Solusi Trip dan Pemadaman Bergilir

Solusi Metering Adaptif untuk Rumah Tangga (SMART) adalah suatu meteran cerdas (*smart meter*) yang memiliki beberapa keunggulan dibanding meteran cerdas pada umumnya. Meteran ini bekerja secara individu sebagai bagian dari perangkat rumah cerdas (*smart home*) dan bekerja secara komunal sebagai bagian dari salah satu perangkat kota cerdas (*smart city*). Sebagai bagian dari perangkat rumah, SMART bisa dimanfaatkan oleh pengguna tanpa ada keterlibatan pemerintah. Adapun SMART sebagai bagian dari salah satu perangkat kota cerdas hanya dapat diterapkan apabila pihak pemerintah dan *utility* bersedia mengembangkan dan mengaplikasikan SMART.

SMART sebagai bagian dari perangkat rumah cerdas akan mengukur konsumsi daya konsumen secara langsung (*real time*) dan bekerja layaknya meteran konvensional ataupun meteran listrik pintar. Kelebihan SMART dari sisi perangkat rumah cerdas adalah kemampuannya dalam mengatasi permasalahan *overload* dan *korsleting*. Kemampuannya mengatasi kedua permasalahan tersebut ditempuh dengan tindakan preventif dan responsif. Sebagai tindakan preventif, SMART akan mengirimkan notifikasi ke *smartphone* pengguna dan mengeluarkan suara *beeper*. Suara *beeper* berfungsi sebagai pemberitahuan apabila pengguna menggunakan daya yang mendekati maksimum. Pemberitahuan melalui *smartphone* dan *beeper* ini dapat diatur nilainya, misalnya pada 80% kapasitas maksimum. Sebagai tindakan responsif, SMART akan memutuskan aliran listrik ke beban yang tidak esensial ketika nilai arus sudah melebihi 100% rating. Beban tidak esensial yang dapat diputus antara lain, mesin cuci, setrika, dan AC. Dengan demikian, rumah tidak perlu *njglek* karena daya yang mengalir kembali di bawah rating MCB *thermal* milik *utility*.

Dalam kasus *korsleting*, SMART akan memutuskan beban yang mengalami gangguan *korsleting* saja. Kedua jenis pemutusan ini dilakukan oleh *mini breaker* (*mini relay*). Pemutusan dilakukan berdasarkan nilai prioritas.

Apabila kedua pemutusan masih belum dapat mengatasi gangguan yang terjadi, maka SMART akan memutus aliran utama sebelum meteran *utility* sempat merespon. Dengan demikian, SMART tetap mendapatkan aliran daya. Setelah pengguna dapat mengatasi gangguan yang terjadi, pengguna dapat menyalakan kembali aliran utama secara *remote* melalui aplikasi SMART pada *smartphone*.

Tahapan perlindungan dari *overload* dan *short circuit* ada beberapa tahap. Pertama, SMART akan membaca arus yang mengalir melalui SMART. Ketika arus mendekati rating MCB *thermal* milik *utility*, maka SMART akan memberikan peringatan. Ketika arus sudah melebihi *rating*, maka SMART akan memutus aliran daya ke sebagian peralatan elektronik. Pemutusan didasarkan pada prioritas elektronik. Pemutusan ini dilakukan sebelum MCB *thermal* milik *utility* sempat merespon. Pada kasus *short circuit*, terdapat sensor arus yang akan mengirimkan data *Boolean* yang dimaknai sebagai status jaringan. Apabila arus yang mengalir pada kabel sangat besar, maka sensor arus akan mendeteksinya sebagai *short circuit* dan memutus aliran daya pada kawat tersebut.

SMART sebagai bagian dari perangkat kota cerdas akan bekerja sama dengan SCADA untuk menjadi salah satu solusi permasalahan kurangnya pasokan daya listrik pada suatu daerah. Solusi yang ditawarkan SMART adalah pembatasan konsumsi dengan pendekatan *demand site management*, di mana masyarakat diajak turut berpartisipasi menyelesaikan permasalahan penyediaan listrik. Ketika suatu pembangkit atau jaringan penyulung (*feeder*) gagal bekerja dan kapasitas pembangkitan menjadi di bawah nilai permintaan daya, maka SMART akan mengatur batasan konsumsi setiap pelanggan. Dengan demikian, aliran listrik ke pelanggan tidak perlu dimatikan, tetapi cukup dibatasi saja. Pembatasan yang dilakukan SMART disesuaikan dengan keadaan grid. Sebagai permisalan, pembatasan dilakukan pada 80% daya nominal untuk Darurat IV dan 25% daya nominal untuk Darurat I. Pada keadaan ini, himbuan dari pihak *utility* akan disampaikan melalui aplikasi *smartphone*. Poin inilah yang memberi karakter adaptif pada SMART, yang mampu beradaptasi dan bekerja sesuai dengan keadaan grid. Keunggulan metode ini dibanding *load shedding* adalah tidak terganggunya aliran listrik ke tempat-tempat penting, seperti rumah sakit dan institusi pemerintahan. Pada intinya, SMART mampu memberikan solusi permasalahan kekurangan daya pembangkitan tanpa *load shedding*, tetapi diganti pembatasan daya yang bisa digunakan setiap individu.

B. SMART Sebagai Pendorong Ekonomi Kota Cerdas

Biaya pembangkitan listrik tidak selalu sama pada setiap waktunya. Hal tersebut dikarenakan *utility* harus mempertimbangkan faktor *reserve margin* dan kurva beban. Pada saat beban puncak, sekitar pukul 18.00 - 22.00, biaya pembangkitan listrik di Indonesia tergolong sangat tinggi. Hal ini dikarenakan pembangkit yang memiliki biaya mahal harus dioperasikan pada saat beban puncak. Sedangkan pada beban dasar, sekitar pukul 01.00 - 04.00, biaya pembangkitan listrik tergolong sangat murah. Padahal, tarif pembayaran listrik di Indonesia didasarkan pada rata-rata biaya pembangkitan listrik. Artinya, kelebihan pembayaran daya saat beban dasar sejatinya akan menutupi kekurangan pembayaran saat beban puncak.

Dengan adanya SMART sebagai meteran digital, SMART akan mampu mengawasi pola konsumsi listrik pelanggan. Berdasarkan data tersebut, pihak *utility* dapat memotivasi pelanggan untuk mengubah pola konsumsinya. Bentuk motivasi atau dorongan yang dapat dilakukan adalah pemberian diskon biaya listrik pada jam beban dasar. Dengan demikian, profil beban akan cenderung lebih merata dan pihak *utility* dapat meningkatkan *revenue*.

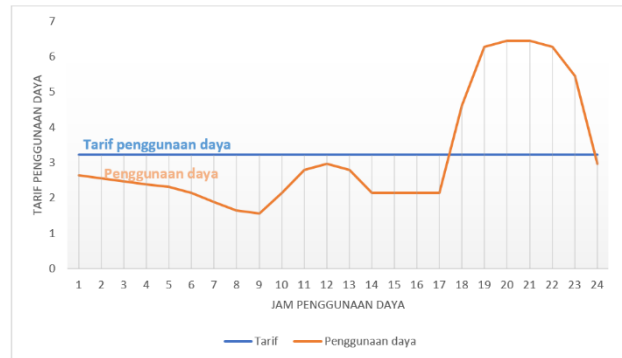


Figure 1. Ilustrasi kurva beban dan tarif listrik

C. Dampak Pengaplikasian SMART Pada Kota Cerdas

Adapun manfaat yang dapat diterima oleh pihak *utility* dari pengimplementasian SMART adalah:

- Pemasangan SMART dapat dikatakan sebagai upgrade keandalan penyaluran listrik dan pemberian kemudahan dalam penggunaan listrik. Hal ini berarti pihak *utility* dapat memberikan biaya tambahan sebagai biaya kemudahan dan keandalan.
- *Utility* dapat dengan mudah mematikan dan mengubah kuantitas beban maksimum konsumen. Hal ini karena pihak *utility* mampu mengatur *trip* digital dari jarak jauh menggunakan jaringan *remote*. Dengan demikian, penerapan piranti SMART pada suatu kota maupun desa dapat meminimalisasi terjadinya pemadaman bergilir yang disebabkan oleh kurangnya kapasitas pembangkitan.

Sementara itu, manfaat yang dapat diterima oleh pelanggan dari pengimplementasian SMART adalah:

- Meningkatnya keandalan pelayanan *utility*. Hal ini dimungkinkan dapat terealisasi karena dengan adanya piranti SMART yang tertanam pada kWh meter, piranti diharapkan dapat meminimalisasi terjadinya *trip* ketika *overload* daya. Padahal, terjadinya *trip* pada suatu rumah dapat mengganggu kenyamanan pengguna serta merusak komponen elektronik yang tersambung ke sumber daya.
- Adanya pengingat SMART, baik berupa notifikasi pada *smartphone* maupun *beeper*, dapat membantu pelanggan mengetahui keadaan listriknya. Dengan demikian, pelanggan menjadi lebih jarang melakukan *overload*.
- *Lifetime* peralatan menjadi lebih panjang karena pemadaman mendadak lebih jarang terjadi, baik

pemadaman akibat *overload* ataupun pemadaman bergilir. Dengan demikian, konsumen dapat lebih berhemat untuk perawatan atau pembelian perabotan listrik.

V. KESIMPULAN

SMART dapat mengatasi *overload* pada sisi konsumen tanpa menyebabkan meteran *utility* mengalami *trip*. Apabila pihak pemerintah dan *utility* bersedia mengembangkan dan mengaplikasikan SMART, SMART dapat mengganti pemadaman bergilir dengan pembatasan konsumsi dan meningkatkan *revenue* pihak *utility* dengan pemerataan kurva beban. SMART juga dapat memberikan berbagai manfaat baik kepada pihak *utility* maupun konsumen.

REFERENSI

- [1] CIA, "The World Factbook"
<https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/rankorder/2147rank.html#id>
- [2] OECD/IEA, "Electric Power Consumption",
<http://data.worldbank.org/indicator/EG.USE.ELEC.KH.PC>
- [3] Direktorat Jendral Ketenagalistrikan, "Statistik Ketenaga Listrikan 2015",
<http://www.djk.esdm.go.id/pdf/Buku%20Statistik%20Ketenagalistrikan/Statistik%20Ketenagalistrikan%20T.A.%202016.pdf>
- [4] Baban Gandapurnama, 2016, detikNews, "Listrik di Sebagian Wilayah Jabar Padam Akibat PLTU Paiton Diserang Ubur-ubur",
<https://news.detik.com/berita/3199397/listrik-di-sebagian-wilayah-jabar-padam-akibat-pltu-paiton-diserang-ubur-ubur>