



P-ISSN: 2528-5688
E-ISSN: 2528-5696

VOLT

Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro

Journal homepage: jurnal.untirta.ac.id/index.php/VOLT

Vol 2, No. 1, April 2017, 35-44



DESAIN DAN APLIKASI INTERNET OF THING (IOT) UNTUK SMART GRID POWER SYSTEM

Nur Asyik Hidayatullah^{1✉}, Dirvi Eko Juliando Sudirman²

¹Teknik Listrik, Jurusan Teknik
Politeknik Negeri Madiun, Madiun 63133, Indonesia
✉Corresponding author e-mail: asyik@pnm.ac.id

²Teknik Komputer Kontrol, Jurusan Teknik
Politeknik Negeri Madiun, Madiun 63133, Indonesia

Received: 23 March 2017. Received in revised form: 24 April 2017. Accepted: 24 April 2017

Abstrak

Jaringan listrik cerdas atau yang lebih dikenal dengan istilah *Smart Grid* merupakan salah satu bentuk transformasi dan reformasi teknologi di industri ketenagalistrikan. *Smart Grid* adalah jaringan energi listrik modern yang secara cerdas dapat mengintegrasikan jaringan listrik dengan perangkat komunikasi yang mendukung pembangkit dan jaringan transmisi distribusi listrik menjadi lebih atraktif, komunikatif dan berkualitas. *Smart Grid* juga mampu untuk mencegah dan mengisolasi gangguan dengan cepat serta menyajikan informasi data kelistrikan secara *real time*. Sedangkan Internet of Thing (IoT) adalah sebuah metode yang bertujuan untuk memaksimalkan manfaat dari konektifitas internet untuk melakukan transfer dan pemrosesan data-data atau informasi melalui sebuah jaringan internet secara nirkabel, virtual dan otonom. IoT secara teknis dapat mendorong dalam mengembangkan jaringan smart grid dengan mengintegrasikan infrastruktur utama power sistem mulai dari sisi pembangkit sampai dengan konsumen akhir melalui wireless sensor network secara otomatis. Dengan pemanfaatan IoT diharapkan dapat meningkatkan keandalan sistem informasi dari jaringan listrik serta meningkatkan efisiensi terhadap infrastruktur listrik yang sudah tersedia. Makalah ini akan menyajikan konsep teknologi smart grid, IoT dan membahas model desain dan aplikasi IoT di jaringan smart grid.

© 2017 Jurusan Pendidikan Teknik Elektro, FKIP UNTIRTA

Kata kunci: efisiensi energi, internet of things, smart grid.

PENDAHULUAN

Kerusakan lingkungan hidup yang ditandai dengan meningkatnya level CO₂ atau

emisi gas rumah kaca karena penggunaan bahan bakar fosil oleh manusia secara berlebihan sejak 10 tahun terakhir merupakan tantangan serius yang harus segera diminimalisir. Salah satu dampak yang paling menonjol adalah rusaknya ekosistem alam seperti kebakaran hutan karena suhu panas yang terlalu tinggi, naiknya permukaan air laut, banjir bandang, mencairnya pegunungan es di kutub utara dan selatan serta iklim alam yang tidak menentu. Dari sektor energi yang paling ikut berkontribusi terhadap pemanasan global adalah sektor pembangkit listrik. Saat ini masih banyak dijumpai pembangkit listrik yang menggunakan bahan bakar fosil seperti minyak bumi dan batu bara sebagai sumber utama penggerak turbin dalam membangkitkan energi listrik. Hasil pembakaran tersebut tentu menghasilkan gas CO₂ yang berkontribusi terhadap meningkatnya level pemanasan global.

Menanggapi isu krusial tersebut negara-negara maju membuat sebuah upaya untuk mengurangi dampak dari gas rumah kaca dengan melakukan penelitian dan pemanfaatan energi terbarukan sebagai sumber energi yang ramah lingkungan misalnya energi angin dan energi surya. Energi terbarukan mampu menghasilkan energi listrik tanpa menghasilkan dan meningkatkan gas rumah kaca. Tren pemanfaatan energi terbarukan saat ini terus meningkat yang ikut mendorong lahirnya konsep smart grid.

Jaringan transmisi dan distribusi listrik yang ada saat ini bisa dikategorikan sebagai jaringan listrik yang konvensional karena belum mampu memberikan pelayanan yang prima dan menyajikan data-data secara *real time*. Jaringan ini belum mampu memberikan keandalan, keamanan dan efisiensi dalam mensuplai energi listrik bahkan belum memiliki fleksibilitas untuk diintegrasikan dengan

pembangkit dari energi terbarukan atau *microgrid*. Sehingga pengenalan teknologi *smart grid* merupakan sebuah keharusan untuk mengurangi dampak pemanasan global sekaligus mendorong peningkatan efisiensi, keandalan dan tata kelola yang efektif dalam suplai energi listrik.

Smart grid adalah konsep jaringan listrik modern yang memiliki tingkat fleksibilitas, aksesibilitas dan efisiensi yang tinggi. Dalam jaringan *smart grid* tersebar sensor digital, *smart meter*, *online monitoring*, perlengkapan otomatisasi dan sistem komunikasi dua arah yang memungkinkan antara operator dan konsumen saling berinteraksi sehingga meningkatkan keandalan dalam pelayanan dibandingkan dengan power system yang ada saat ini. *Smart grid* merupakan sebuah konsep teknologi jaringan listrik yang terintegrasi dan lintas disiplin ilmu yang masih dalam taraf pengembangan (Potoc'nik, 2006). Namun demikian perkembangan *smart grid* sudah harus diantisipasi dari mulai sekarang karena akan menjadi model jaringan listrik modern yang memiliki manfaat sangat luas.

IoT adalah sebuah jaringan internet yang menyediakan, mengolah dan mentransfer informasi digital yang diperoleh dari peralatan sensor seperti identifikasi radio frekuensi (RFID), sensor infra merah, GPS, *scanner* dan *smart meter* (Momoh, 2009). Sensor yang ada dalam jaringan IoT berfungsi untuk mendeteksi dan mengidentifikasi parameter-parameter sebuah peralatan melalui jaringan komunikasi kabel maupun nirkabel sehingga mampu untuk memperoleh data yang akurat serta proses kontrol secara *real time*. *Smart grid* akan sangat tergantung salah satunya dengan teknologi IoT karena dibutuhkan keakuratan informasi dalam sistem kontrol dan tata kelola energi yang efisien. Dalam konteks *smart grid* maka IoT

akan bisa digunakan di seluruh domain pembangkit, transmisi, distribusi dan konsumen.

PEMBAHASAN

Smart Grid merupakan konsep jaringan listrik modern yang perencanaan, pengembangan dan penelitiannya telah dimulai sejak 10 tahun yang lalu. Beberapa negara di Amerika dan Eropa sudah sangat intensif untuk merealisasikan teknologi tersebut. Di USA penerapan *smart grid* dikoordinasikan oleh *Departmen of Energy (DOE)* bersama dengan *EPRI (Electric Power Reserach Institute)* dengan proyeknya yang bernama "*Intelligent Grid*". Proyek ini mengembangkan proses komunikasi antara jaringan listrik dengan komputer untuk meningkatkan keandalan *power system* dan pelayanan kepada konsumen. Selain itu DOE juga beraviliasi dengan sektor industri melalui program Gridwise. Fokus program ini adalah untuk menentukan desain komunikasi dan standar *smart grid*, perlengkapan simulasi dan analisa, *smart* teknologi, insfrastruktur tes dan *demo plant*, payung hukum dan *market framework*.

Sementara itu *Smart Grid European Technology Platform (ETP)* mempunyai visi bahwa jaringan *power system* di Eropa harus fleksibel dalam memenuhi kebutuhan konsumen, mudah diakses, reliabel dan ekonomis. Untuk mewujudkan visi tersebut syarat utamanya meliputi: (a) menciptakan solusi teknis yang langsung dapat diaplikasikan dengan biaya yang efektif sehingga mampu menerima integrasi dari semua sumber energi listrik; (b) mengharmonisasikan regulasi dan memfasilitasi lintas struktur komersial di Eropa dalam pelayanan energi listrik; (c) menerbitkan peraturan dan standar teknis; (d)

mengembangkan sistem berbasis IT; (e) memastikan keberhasilan integrasi antara desain sistem yang lama dengan sistem yang baru. Sampai dengan saat ini, belum ada kesepakatan bersama tentang definisi dari *smart grid*. Masing-masing negara dan lembaga riset dunia mendefinisikan *smart grid* secara berbeda-beda namun secara umum memiliki kesamaan *framework*.

Menurut NIST *smart grid* dapat didefinisikan sebagai suatu jaringan sistem tenaga listrik yang menggunakan teknologi informasi dua arah, teknologi komunikasi *cyber* yang aman dan kecerdasan komputasi secara terintegrasi di seluruh spektrum sistem energi listrik mulai dari pembangkit sampai dengan konsumen. Sedangkan *smart grid* menurut *Departement Of Energy (DOE)* USA adalah *power system* yang berbasis teknologi penginderaan (*sensing*), komunikasi, kontrol digital, teknologi informasi (IT) dan peralatan lapangan lainnya yang berfungsi untuk mengkoordinasikan proses yang ada dalam jaringan listrik sehingga lebih efektif dan dinamis dalam pengelolaannya.

Kelayakan dan keandalan suplai listrik merupakan salah satu parameter yang vital dalam distribusi energi khususnya untuk lintas aplikasi atau operator. Informasi yang tersedia di masing-masing area pembangkit, transmisi dan distribusi biasanya hanya untuk masing-masing jaringan listrik lokal dan data sistem tersebut belum berbasiskan data yang *real time*. Hal inilah yang menjadi tantangan ke depan agar jaringan listrik mampu lebih berkualitas dengan tingkat keandalan yang tinggi serta aman dari gangguan. Kurang efisiennya sistem yang ada saat ini merupakan salah satu hal yang mendorong hadirnya paradigma *smart grid*. Perbandingan umum antara power sistem

saat ini dengan smart grid di tunjukkan di Tabel 1.

Tabel 1. Perbedaan Power system saat ini dengan *smart grid*

Power System Saat ini	Smart Grid
Pembangkit terpusat	Pembangkit tersebar
Komunikasi 1 arah	Komunikasi 2 arah
Proteksi elektromekanikal	Smart proteksi
Sedikit sensor	Banyak sensor
Manual kontrol	Kontrol otomatis
<i>Manual monitoring</i>	<i>Auto online monitoring</i>
Kurang efisien	Sangat efisien
Pemadaman & Gangguan	Prediktif & Preventif
Terpisah dengan RE	Terintegrasi dengan RE
Alat ukur analog	Alat ukur digital
Konsumen pasif	Konsumen aktif
Komunikasi data konvensional via kabel	Komunikasi data berbasis IT via FO/Wifi/Radio

Smart grid akan menjadi kunci utama dalam proses transformasi di sektor energi listrik karena beberapa manfaat yang dimilikinya, antara lain :

a) Aman dan Handal

Keamanan *cyber* tingkat tinggi menjadi salah satu parameter terpenting agar *smart grid* aman dan handal. Sistem komunikasi dan proteksi *smart grid* yang berbasis IT sangat rawan terhadap serangan *hacker* dan juga gangguan alam. Namun dengan mengadopsi sistem keamanan enkripsi yang canggih serta multi layer maka *cyber attack* dan gangguan lainnya bisa dicegah. Kemungkinan terjadinya gangguan karena faktor alam juga akan bisa terdeteksi lebih dini dengan adanya sensor cuaca yang bisa memberikan laporan cuaca secara *real time*. Sistem proteksi juga lebih handal karena sudah *auto maintenance* dan *auto repair* sehingga mengurangi lamanya

waktu perbaikan jika terjadi gangguan di jaringan listrik.

b) Self Healing

Self healing adalah istilah yang digunakan untuk mendeskripsikan kemampuan jaringan listrik dalam mendeteksi, memprediksi, mengantisipasi dan merespon gangguan yang terjadi pada sistem dengan cepat berdasarkan data atau informasi yang dikirimkan oleh sensor-sensor yang sudah dipasang. Misalnya, ketika ada gangguan pada transformator maka sistem proteksi akan secara otomatis mengisolir gangguan tersebut tanpa menunggu operator datang ke lokasi gangguan sehingga tidak mengganggu jaringan lainnya dan tidak menyebabkan pemadaman di jaringan sekitarnya.

c) Efisien dan Cerdas

Masing-masing domain di *smart grid* yang meliputi pembangkit, transmisi, distribusi dan konsumen akan dilengkapi dengan *Advanced Sensor Infrastructures (ASI)* yang berfungsi untuk memberikan data-data parameter tertentu di jaringan *smart grid* yang dikehendaki secara *real time*. Dengan data tersebut, maka operator bisa meminimalisir terjadinya gangguan, misalnya beban berlebih (*overload*) yang bisa menyebabkan pemadaman total (*black out*).

d) Akomodatif

Smart grid akan lebih fleksibel untuk diintegrasikan dengan pembangkit dari energi terbarukan misalnya pembangkit energi surya dan energi angin yang berbentuk mikro grid. *Smart grid* juga lebih akomodatif terhadap pembangkit listrik skala kecil yang tersebar (*distributed generation* dan *micro grid*).

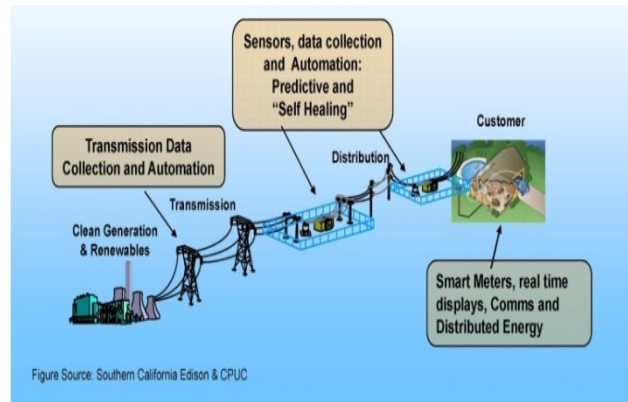
e) Ramah Lingkungan

Dimungkinkan terintegrasinya pembangkit listrik mikro berbasis energi terbarukan dalam skala besar membuat *smart grid* sangat ramah lingkungan. Pemanfaatan energi terbarukan akan mengurangi dampak gas rumah kaca sehingga mendorong penurunan pemanasan global (*global warming*).

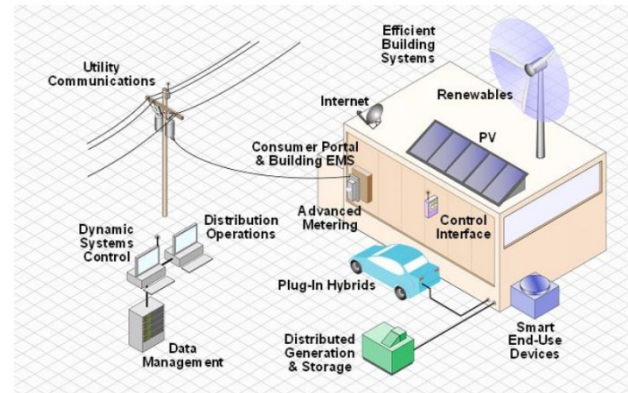
f) Mengutamakan Kualitas dan Stabilitas

Smart grid akan lebih fokus dalam mempertahankan kualitas daya (*power quality*) dalam suplai energi listrik. Permasalahan-permasalahan yang merugikan konsumen dan penyedia energi listrik bisa dikurangi secara maksimal. Masalah tersebut biasanya terjadi karena tidak stabilnya tegangan, naik turunnya frekuensi dan munculnya harmonisa.

Gambar 1 menunjukkan konsep serta model *Smart Grid* dari NIST. Pada jaringan *smart grid* terdapat beberapa peralatan digital seperti data kolektor dan *recording*, otomatisasi, sensor, *smart meter*, *real time data display*, data manajemen dan aplikasi komunikasi dua arah ditambahkan dalam jaringan listrik mulai dari pembangkit sampai dengan konsumen. Sehingga sistem jaringan listrik menjadi lebih kompleks khususnya dalam hal komunikasi data dan koordinasi antar sensor. Untuk mengatasi hal ini maka sistem membutuhkan pengintegrasian teknologi informasi dan data processor yang memadai di seluruh domain jaringan listrik.



Gambar 1. Konsep Smart Grid



Gambar 2. Model dan Skenario *Smart Grid* oleh EPRI

Gambar 2 merupakan model *Intelligrid* yang didesain oleh *Electrical Power Research Institute's (EPRI's)*. Dalam jaringan tersebut terpasang teknologi *smart grid* meliputi sistem kontrol dinamis, data manajemen, *advanced metering infrastruktur (AMI)*, sistem komunikasi internet, *plug-in* mobil *hybrid*, *energi storage*, *distributed generation* dan portal konsumen untuk manajemen energi serta *smart devices* untuk konsumen akhir.

Dari serangkaian infrastruktur yang terpasang di seluruh sektor jaringan listrik di gambar 2, yang menjadi pondasi utamanya adalah tersedianya berbagai macam sensor cerdas, teknologi informasi dan komunikasi yang terintergrasi antara konsumen dan

jaringan listrik. Dengan teknologi tersebut maka data-data mentah yang dikirim oleh sensor baik melalui kabel *fiber optic*, *wireless* dan internet dapat diolah, ditranfer dan dianalisa ketika sudah berada di pusat data untuk selanjutnya diberikan respon (*feedback*).

Salah satu teknologi yang akan menjadi tulang punggung dalam implementasi *smart grid* adalah teknologi informasi dan komunikasi. *Internet of Things (IoT)* adalah sebuah jaringan yang terdiri dari berbagai macam alat sensor dan penginderaan yang melakukan pengolahan informasi yang terdiri dari *radio frequensi identification (RFID)*, sensor infra merah, *global positioning system (GPS)*, *laser scanner* dan internet (Momoh, 2009). Teknologi IoT sudah banyak digunakan untuk *monitoring* lalu lintas, proses industri, militer dan lingkungan.

Penggunaan *Internet of Things (IoT)* dalam jaringan *power system* merupakan hasil dari berkembangnya teknologi informasi dan komunikasi. Saat ini implementasi teknologi informasi dan komunikasi di jaringan listrik masih sangat terbatas bahkan di beberapa tempat masih belum ada sama sekali. Sehingga tingkat otomatisasinya tergolong rendah. Hal ini berdampak pada lemahnya tata kelola informasi di jaringan listrik khususnya jaringan transmisi dan distribusi yang secara simultan juga berdampak terhadap menurunnya pelayanan kepada konsumen. Meskipun dalam beberapa aspek tingkat otomatisasi selalu dilakukan perubahan dan peningkatan jumlahnya namun masih belum mampu memenuhi harapan khususnya dalam konteks *smart grid*.

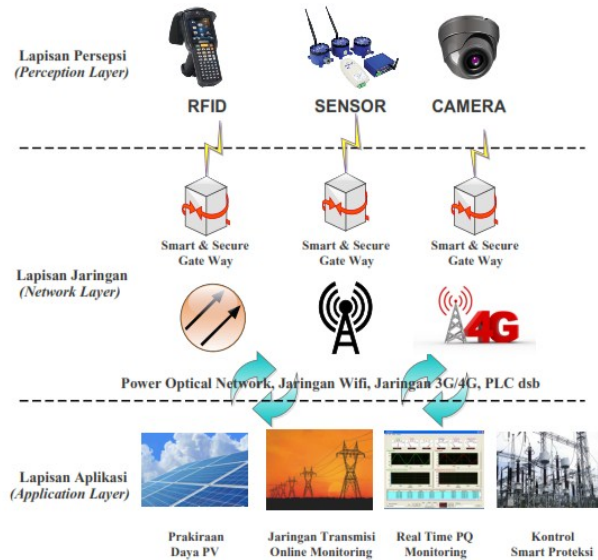
Jaringan listrik yang ada saat ini masih memiliki banyak celah atau kelemahan dalam sistem komunikasi data jaringan. Misalnya dalam memonitor kualitas daya di jaringan distribusi, operator harus melakukan

kunjungan ke lapangan untuk memantau jaringan yang dihendaki sehingga data yang diperoleh tidak *real-time*. Pola komunikasi data antar jaringan juga masih satu arah (*one-way communication*) sehingga ketika terjadi gangguan (*fault*) masa perbaikannya (*recovery*) lebih lama. Beberapa peralatan seperti transformator masih terisolasi sehingga tidak bisa dipantau secara *online*. Perlengkapan proteksi yang terpasang pun masih bersifat elektromekanikal dan belum terintegrasi dengan sensor digital sehingga informasi yang bisa diterima oleh operator di ruang kontrol sangat terbatas. Dengan demikian tingkat kecerdasan seluruh jaringan listrik yang ada masih sangat rendah dan belum masuk kategori *smart grid*.

Untuk menjadikan *power system* yang ada saat ini menjadi lebih cerdas maka harus dilakukan peningkatan (*upgrading*) infrastruktur seperti penambahan sensor digital, sistem auto proteksi, *online monitoring*, *wireless sensor network*, alat ukur, kamera CCTV dan *smart devices* lainnya. Peningkatan infrastruktur tersebut harus mengadopsi teknologi *smart grid*. Namun demikian, keberadaan alat-alat tersebut tidak akan serta merta menjadikan sistem lebih cerdas tanpa adanya aplikasi IoT yang terintegrasi di jaringan listrik. IoT akan memfasilitasi peralatan tersebut untuk saling berinteraksi dan bertukar data secara *realtime* sehingga pola komunikasinya menjadi dua arah (*two ways communication*).

Dalam mewujudkan *smart grid* maka IoT merupakan salah satu kunci utama yang harus digunakan dalam jaringan listrik. IoT terdiri dari 3 lapisan layer yaitu *perception layer*, *network layer* dan *application layer*. Masing-masing lapisan mempunyai peran dan fungsi yang berbeda-beda namun masih dalam

satu kerangka kerja yang berkesinambungan dan terintegrasi seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Struktur IoT di Jaringan Smart Grid

Lapisan persepsi (*perception layer*) berfungsi untuk mempersepsikan dan mengidentifikasi sebuah obyek. Selain itu juga berfungsi untuk mengumpulkan dan menangkap informasi. Lapisan persepsi terdiri dari 2 dimensi kode penanda (*code tags*) dan kode pembaca (*code reader*), penanda dan pembaca RFID, GPS, video camera atau CCTV, sensor cerdas, sensor jaringan, terminal atau *interface* untuk mesin ke mesin dan *sensor gate way*. Lapisan persepsi biasanya dibagi menjadi 2 sub-lapis lagi yaitu sub-lapisan kontrol persepsi (*perception control sub-layer*) dan sub-lapisan perpanjangan komunikasi (*communication extension sub-layer*). Sub-lapisan kontrol persepsi mewujudkan persepsi cerdas dari dunia fisik meliputi pengenalan, perolehan informasi, pemrosesan data dan kontrol otomatis. Sementara itu sub-lapisan perpanjangan komunikasi terhubung ke entitas fisik yang dapat dihubungkan ke lapisan jaringan (*network layer*) dan lapisan aplikasi

(*application layer*) dengan bantuan modul komunikasi baik secara langsung atau melalui beberapa terminal penghubung.

Lapisan jaringan (*network layer*) terdiri dari berbagai jenis jaringan komunikasi (internet) dan jaringan inti. Lapisan jaringan komunikasi biasanya dijadikan sebagai jaringan akses. Sedangkan proses transfer informasi, pengarahan (*routing*) dan pengontrolan informasi dilakukan dan di implementasikan di jaringan inti. Lapisan jaringan dapat menggunakan jaringan komunikasi khusus yang didesain sesuai dengan kebutuhan atau bisa juga menggunakan jaringan yang sudah tersedia untuk umum.

Lapisan aplikasi (*application layer*) adalah kombinasi dari teknologi IoT dengan peralatan-peralatan industri yang bertujuan untuk menjadikan sistem sebagai solusi yang lebih cerdas. Lapisan aplikasi meliputi semua infrastruktur dan perangkat yang digunakan di industri yang berkaitan dengan proses monitoring dan berbasis IoT. Aplikasi-aplikasi yang ada di lapisan ini akan menyediakan proses pengolahan informasi, komputasi dan integrasi data. Sehingga keamanan dalam proses berbagi data menjadi perihal utama yang wajib diperhatikan di lapisan aplikasi.

Untuk merealisasikan IoT di jaringan *power system* maka ada beberapa teknologi penting yang wajib digunakan di jaringan pembangkit, transmisi, substation, distribusi dan konsumen akhir. Teknologi tersebut antara lain:

a. Smart sensor teknologi

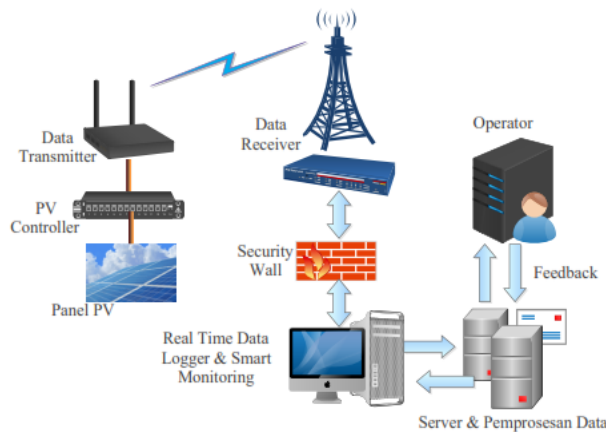
Sensor merupakan piranti utama yang diletakkan pada infrastruktur yang akan dipantau. Sensor akan menyediakan informasi secara *real time* berupa signal baik dari analog ke digital atau sebaliknya. Data mentah tersebut akan diproses, dikirim, dianalisa dan kemudian

diberikan umpan balik (*feedback*). Contoh smart sensor antara lain sensor suhu, sensor cahaya, sensor tekanan, sensor panas, sensor daya, sensor arus, sensor gerak dan sebagainya. Dengan adanya sensor maka data yang dikirim ke lapisan jaringan dan jaringan aplikasi bisa lebih akurat dan *real time*.

b. Teknologi informasi dan komunikasi

Data yang telah dikumpulkan oleh sensor di jaringan lapisan persepsi akan dikirimkan ke lapisan jaringan melalui *secure gate way* untuk diteruskan ke lapisan aplikasi. Informasi data tersebut harus dipastikan aman, tidak bisa diretas atau hilang dalam proses pengiriman sehingga pengaman tingkat tinggi wajib terpasang di lapis jaringan. Tipe jaringan yang bisa digunakan antara lain kabel serat optik, jaringan 3G/4G, *Wireless Sensor Network (WSN)*, Internet berbasis IP dan Bluetooth.

IoT dapat digunakan untuk memonitor pembangkit tenaga surya (*Photovoltaic Generation System*) khususnya melalui *Wireless Sensor Network (WSN)*. Topologi sistem tersebut bisa dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Topologi *Monitoring PV System*

PV panel akan menghasilkan data meliputi temperatur panel, tingkat radiasi

matahari, kapasitas daya, data konverter, data besar tegangan dan arus serta gangguan sistem (*fault system*). Data-data tersebut akan diterima oleh mikrokontroller yang ada di PV controller. Komunikasi dalam hal ini masih menggunakan kabel atau *serial port*. Data kemudian dikirimkan ke pusat data dengan WSN

Melalui WSN pusat pemantauan dan penyimpanan data akan menerima informasi data secara *real time* dari *instrument* sensor yang akan dikirimkan oleh data transmitter. Data tersebut meliputi temperatur panel, tingkat radiasi matahari, kapasitas daya, data konverter, data besar tegangan dan arus serta gangguan sistem (*fault system*). Data yang terkirim tersebut akan diterima oleh data *receiver* yang akan dikirimkan ke server.

KESIMPULAN

Smart grid merupakan *power system* yang berbasis teknologi penginderaan (*sensing*), komunikasi, kontrol digital, teknologi informasi (IT) dan peralatan lapangan lainnya yang berfungsi untuk mengkoordinasikan proses yang ada dalam jaringan listrik sehingga lebih efektif dan dinamis dalam pengelolaannya. IoT dapat digunakan untuk memonitor pembangkit tenaga surya (*Photovoltaic Generation System*) khususnya melalui *Wireless Sensor Network (WSN)*. Melalui WSN pusat pemantauan dan penyimpanan data akan menerima informasi data secara *real time* dari *instrument* sensor yang akan dikirimkan oleh data transmitter. Data tersebut meliputi temperatur panel, tingkat radiasi matahari, kapasitas daya, data konverter, data besar tegangan dan arus serta gangguan sistem (*fault system*). Data yang terkirim tersebut akan diterima oleh data *receiver* yang akan dikirimkan ke server.

DAFTAR PUSTAKA

- Janez Potoc̣nik (2006) European SmartGrids
Technology Platform
[http://www.smartgrids.eu/documents/
vision.pdf](http://www.smartgrids.eu/documents/vision.pdf)
- Momoh, JA, 'Smart grid design for efficient and
flexible power networks operation and
control', Power Systems Conference and
Exposition, IEEE/PES, pp. 1-8, 2009
- NIST Special Publication 1108 on the January
2010, 'NIST framework and roadmap
for smart grid interoperability standard,
release 1.0', Office of the National Coor-
dinator for Smart Grid Interoperability,
National Institute of Standard and
Technology, U.S Department of Com-
merce. "Smart Grids—European Tech-
nology Platform," Technical Report.

