

# LECTURE NOTES

## **MOBI8001 – Mobile Technology & Cloud Computing**

### **Topik 07 - Sensor Mobile Cloud Computing**

## LEARNING OUTCOMES

1. Peserta mampu menerapkan konsep mobile cloud computing dalam menyelesaikan masalah-masalah teknis di dunia nyata.
2. Peserta memiliki kemampuan dalam menganalisa arsitektur, platform, dan teknologi-teknologi pendukung dari mobile cloud computing.
3. Peserta mampu mengevaluasi kemajuan dan tantangan penelitian dari teknologi mobile cloud computing
4. Peserta memiliki kemampuan untuk mendesain dan mengusulkan pendekatan baru yang dapat memperbaiki teknologi mobile cloud computing

### OUTLINE MATERI :

1. Introduction
2. Wireless Sensor Network
3. Sensor Cloud
4. Sensor Mobile Cloud Computing
5. Urban Sensing
6. Application
7. Challenges
8. Conclusion

# ISI MATERI

## 1. Introduction

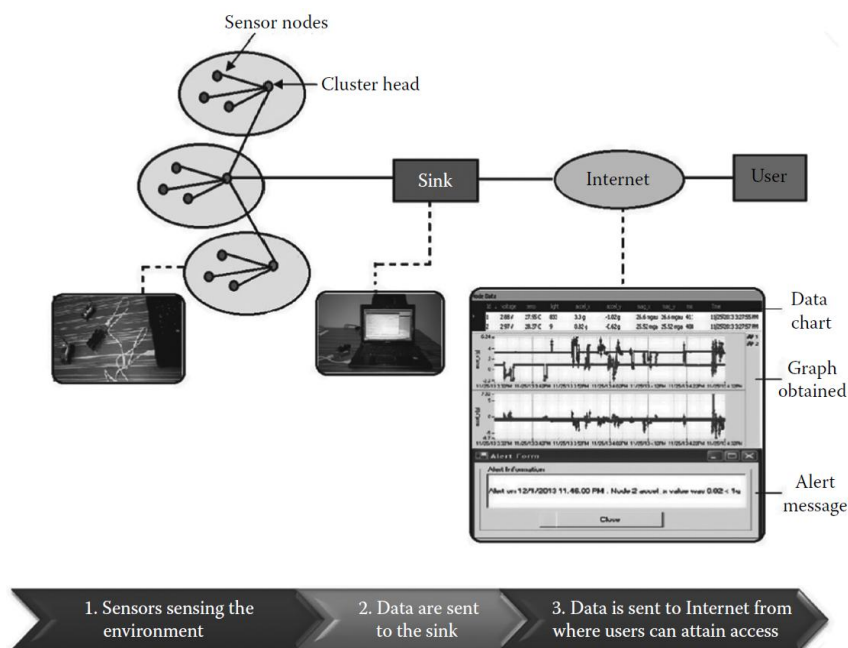
Teknologi wireless sensor network (WSN) berpeluang memberikan solusi yang menarik untuk aplikasi di bidang kesehatan, automisasi, manajemen aset, pengawasan lingkungan dan bisnis transportasi. Tetapi teknologi ini masih memiliki kelemahan terutama yang berhubungan dengan keterbatasan kemampuan processing, ketahanan baterai, dan kecepatan komunikasi. Kelemahan-kelemahan tersebut bisa diatasi dengan memanfaatkan teknologi komputasi awan (cloud computing). Komputasi awan bisa berperan sebagai penghubung dan penampung data sensor sehingga jangkauan dari sensor network bisa semakin luas. Selain itu, komputasi awan juga meningkatkan kemampuan pemrosesan dan penyimpanan data dari WSN. Gabungan dari teknologi WSN and komputasi awan melahirkan platform teknologi baru yang disebut sensor cloud. Tujuan utama dari sensor cloud yaitu untuk memfasilitasi keterhubungan antar sensor-sensor dan software pendukung sehingga terwujudnya aplikasi pengawasan yang berbasis komunitas. Untuk meningkatkan layanan, maka sensor cloud bisa diintegrasikan dengan peralatan mobile. Data sensor dikirim ke cloud melalui peralatan mobile sehingga komunikasi bisa semakin real-time dan lebih pervasive dibandingkan dengan komunikasi sensor cloud yang standar. Skema infrastruktur seperti ini dikenal sebagai sensor mobile cloud computing (SMCC). Contoh aplikasi SMCC adalah mobile health monitoring yang digunakan untuk memonitor kesehatan pasien dari jarak jauh.

## 2. Wireless Sensor Network

Sensor network disusun oleh sejumlah sensor nodes yang tersebar pada suatu daerah tertentu. Secara umum, sebuah sensor node terbagi menjadi 4 komponen dasar: alat sensor berdaya rendah, embedded processor, sub-sistem komunikasi nirkabel, dan modul daya. Tipe alat sensor yang digunakan bisa beragam seperti sensor panas, radar, seismic, acoustic, magnetic, dan visual yang mana bisa digunakan untuk memonitor beragam kondisi lingkungan seperti suhu, kelembaban, gerakan kendaraan, tekanan, susunan tanah, tingkat kebisingan, kehadiran objek tertentu, dan lain sebagainya. Signal atau data dari sensor kemudian diterima dan diproses oleh embedded processor. Sub-sistem komunikasi nirkabel digunakan untuk mentransmisikan data yang diperlukan. Beragam teknologi komunikasi bisa dimanfaatkan untuk komunikasi nirkabel seperti IEEE 802.15.4 (low-rate wireless personal

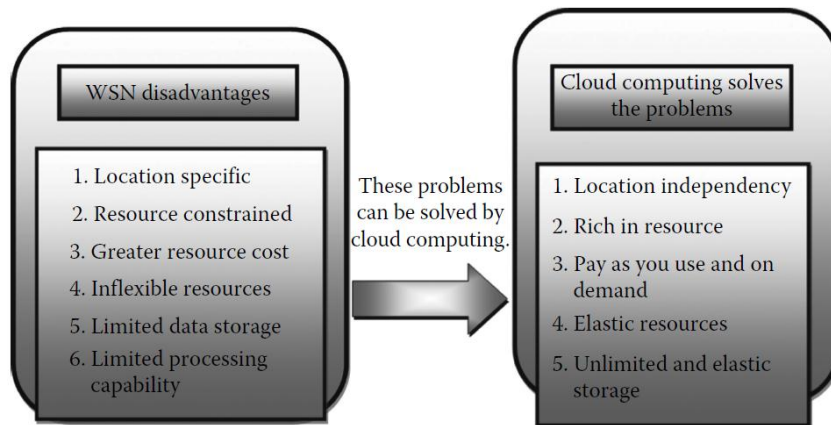
area networks – LR-WPANs), Zigbee atau Bluetooth. Sedangkan, modul daya berupa batere yang memiliki kapasitas penyimpanan energy yang terbatas. Sensor node bisa dimanfaatkan untuk melakukan pengawasan secara terus-menerus, mendeteksi suatu kejadian atau event, mengenali kejadian tersebut, mendeteksi lokasi, maupun untuk mengontrol actuators.

Penerapan WSN di lapangan bisa menggunakan strategi yang berbeda: regular deployment atau random deployment. Regular deployment merupakan penerapan WSN standar di mana data dialirkan melalui alur yang sudah ditentukan. Sedangkan pada random deployment, sensor nodes disebar secara acak pada daerah tertentu. Pendekatan ini banyak digunakan untuk aplikasi operasi penyelamatan, pengawasan medan perang, atau pada situasi berbahaya seperti tsunami atau gunung meletus, di mana penyebaran sensor nodes dibantu oleh pergerakan angin, air, maupun menggunakan alat-alat khusus. Salah satu strategi untuk memperpanjang jangka waktu pemakaian dari WSN adalah dengan melakukan clustering atau pengelompokan sensor nodes. Sejumlah sensor nodes dikelompokkan ke dalam cluster dan untuk setiap cluster dipilih cluster head (CH) yang berfungsi sebagai koordinator dari sensor node pada cluster tersebut. CH bisa dipilih secara random ataupun dipilih berdasarkan kriteria tertentu. CH mengumpulkan data dari sejumlah sensor node and mengirimkan data teragregasi ke sink atau base station. Pada akhirnya, pengguna atau user bisa mengakses data tersebut dari jarak jauh melalui internet.

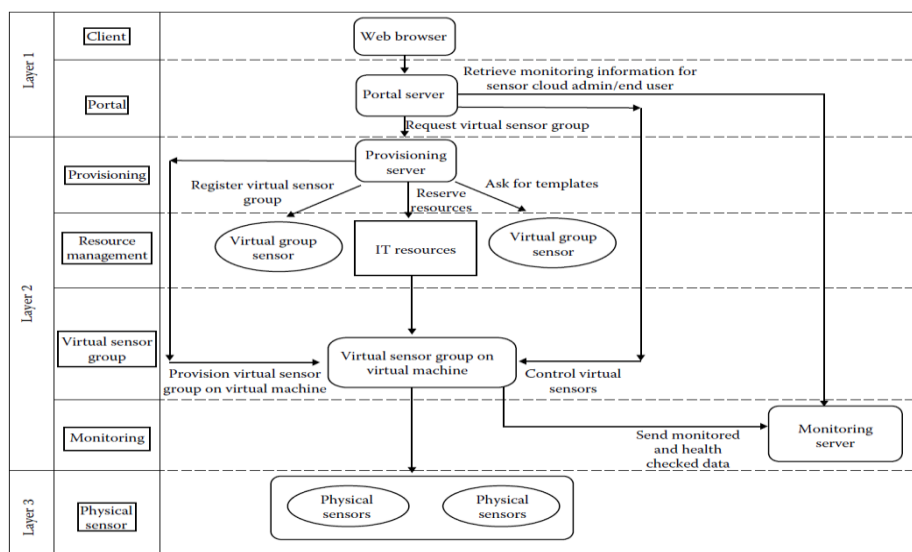


### 3. Sensor Cloud

Infrastruktur sensor cloud merupakan bentuk yang lebih luas dari sebuah cloud computing. Dalam hal ini, cloud computing secara elastis menyimpan dan memproses data yang dihasilkan oleh sejumlah sensor yang tersebar dan terhubung dalam suatu jaringan network. Arsitektur dari layanan sensor cloud mengintegrasikan komputasi cloud dengan wireless sensor network (WSN) untuk mengatasi permasalahan yang dihadapi oleh WSN dan memberikan suatu fasilitas baru yang lebih baik. Sensor cloud mengakumulasi dan memproses informasi yang ditangkap oleh sejumlah jaringan sensor, memfasilitasi proses berbagi informasi, dan berkolaborasi dalam menyediakan berbagai aplikasi di cloud yang dapat dimanfaatkan oleh para pengguna.



Ada beberapa manfaat yang didapatkan dengan menggabungkan WSN dengan komputasi cloud yang mana membentuk sensor cloud. Beberapa kelemahan yang terdapat pada WSN dapat ditutupi oleh komputasi cloud seperti ditunjukkan pada gambar di atas.



Komponen-komponen utama dari arsitektur sensor cloud meliputi:

- Modul client: melalui modul ini pengguna dapat memilih dan menggunakan layanan sensor-sensor melalui user interface yang dapat diakses menggunakan web browser.
- Modul portal: modul ini memberikan interface bagi pengguna untuk mengakses layanan infrastruktur sensor cloud.
- Modul penyedia: modul yang bertugas untuk menyediakan sensor maupun kelompok sensor virtual yang diminta oleh pengguna.
- Pengelola resource: mengelola alokasi dan ketersediaan dari resources baik IT resources yang digunakan oleh sensor virtual maupun sensor templates yang diperlukan oleh modul penyedia.
- Modul kelompok sensor virtual: modul ini disediakan untuk membantu pengguna dalam memanfaatkan alat-alat sensor secara dinamis.
- Modul alat sensor: alat-alat sensor nyata di lapangan yang digunakan untuk mendapatkan data terkait dengan lingkungannya sesuai kebutuhan dari aplikasi.

Adapun alur kerja dari penggunaan layanan sensor cloud bagi pengguna meliputi:

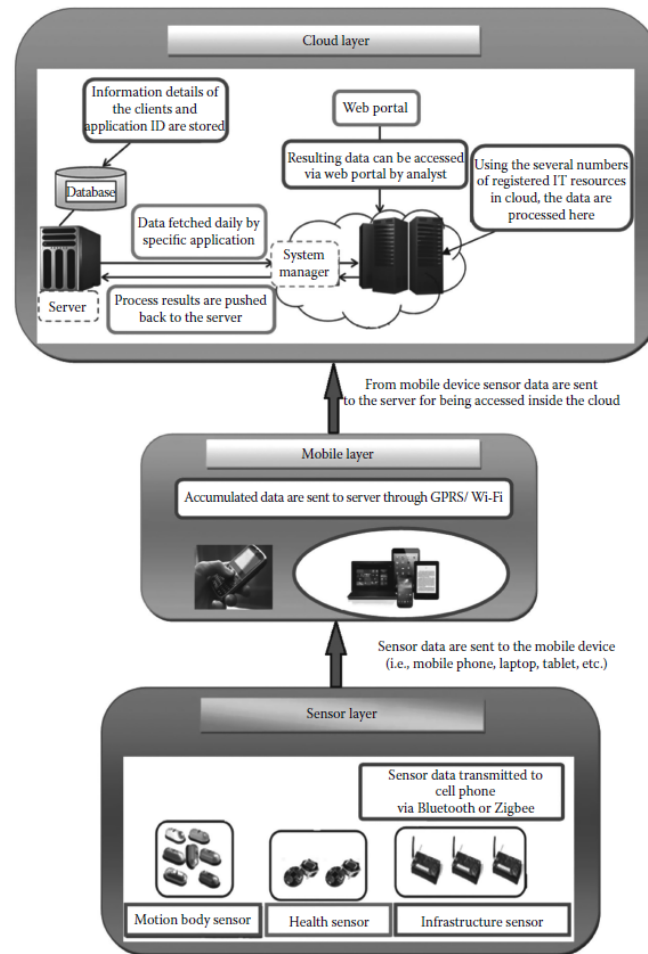
- Pengguna login ke portal layanan sensor cloud yang diakses melalui web browser.
- Pengguna memilih sensor-sensor yang akan digunakannya berdasarkan daftar template sensor virtual dan kelompok sensor virtual yang tersedia.
- Pengguna meminta sejumlah sensor untuk disiapkan melalui portal, yang kemudian memerintahkan modul penyedia untuk menyiapkannya.
- Modul penyedia menyiapkan IT resources untuk mendukung layanan sensor virtual yang diminta oleh pengguna.
- Modul penyedia kemudian membuat sejumlah virtual sensor yang diminta oleh pengguna dan menjalankannya pada suatu server virtual berdasarkan template dari sensor dan IT resources yang telah disediakan.
- Modul penyedia juga menyiapkan monitoring server yang dapat diakses oleh pengguna melalui sebuah agent untuk dapat memonitor dan mengontrol sensor-sensor yang sudah dipesannya.
- Setelah semuanya selesai disiapkan, modul penyedia kemudian memberikan notifikasi kepada pengguna akan kesiapan kelompok virtual sensor untuk digunakan melalui email.

#### 4. Sensor Mobile Cloud Computing

Sensor mobile cloud computing (SMCC) merupakan bidang baru pada mobile cloud computing (MCC). SMCC dapat diterapkan pada beberapa jenis aplikasi seperti layanan penyelamatan, layanan kesehatan, dan lain-lain. Perangkat mobile dilengkapi dengan berbagai macam sensor untuk mendapatkan data terkait dengan lingkungannya maupun penggunaannya dan mengirimkan data yang terkumpul ke cloud melalui jaringan internet. Dengan menambahkan mobile device di antara sensor dan server cloud, maka beban overhead dari komunikasi data dapat dikurangi dengan bantuan pre-processing seperti data filtering dan metode fusion yang dijalankan di perangkat mobile. Selain itu, transmisi data pada SMCC membutuhkan lebih sedikit energi dibandingkan dengan sensor cloud. Oleh karena itu, MCC memainkan peran yang penting dalam teknologi wireless sensor networks (WSN).

Alasan utama untuk menambahkan perangkat mobile pada sensor cloud sehingga menjadi SMCC adalah karena fitur-fitur yang dihasilkannya, yaitu:

1. **Mobility:** mobilitas dari perangkat mobile dalam memberikan daya komputasi dan storage dan menyediakan koneksi internet secara wireless ke cloud.
2. **Low power consumption:** perangkat mobile mengkonsumsi daya batere yang relatif lebih rendah jika dibandingkan dengan perangkat lainnya seperti PC.
3. **Pervasive communication capabilities:** perangkat mobile dapat berperan untuk menyediakan koneksi internet secara wireless sehingga dapat mengakses data dari mana saja dan kapan saja, baik komunikasi antara pengguna dan layanan cloud maupun komunikasi antar pengguna.



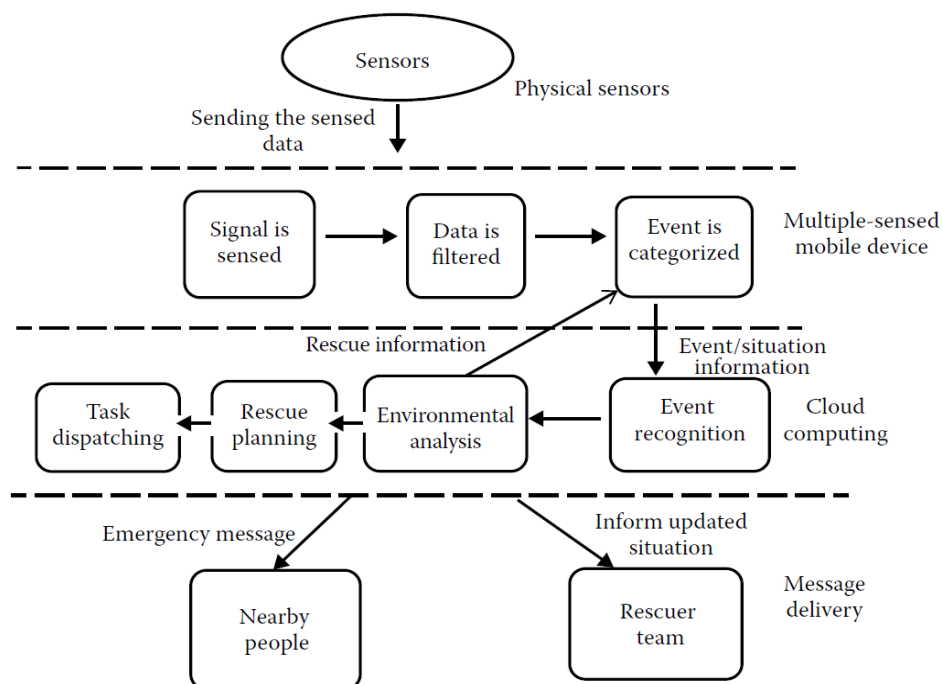
Arsitektur SMCC dikembangkan untuk meningkatkan kemampuan dari WSN dan sensor cloud. Kemampuan yang dimaksud di sini adalah kemampuan dalam pemrosesan data, pengelolaan memori, komunikasi data, dan efisiensi energi. Peningkatan kemampuan ini pada dasarnya disebabkan oleh peningkatan kapasitas dari sensor ke perangkat mobile, dan dari perangkat mobile ke cloud. Komponen utama dari arsitektur SMCC meliputi:

- Physical sensor: sensor-sensor ditempatkan pada berbagai lokasi untuk melakukan monitoring atau pengumpulan data. Sensor berbeda digunakan untuk aplikasi berbeda.
- Mobile phone: Data-data dari sensor dikirimkan ke perangkat mobile melalui komunikasi wireless jarak dekat seperti jaringan Bluetooth atau Zigbee. Perangkat mobile mengumpulkan data-data sensor, melakukan pemrosesan data, dan mengirimkannya ke cloud untuk penyimpanan maupun pemrosesan lebih lanjut. Pada umumnya komunikasi antara perangkat mobile dan cloud dapat menggunakan jaringan Wi-Fi, 3G, atau 4G.
- Mobile network: Mobile phone mengirimkan data-data sensor ke server wireless application protocol (WAP) yang terdapat pada jaringan mobile. Setiap user dapat ditrace melalui server WAP.



Proses autentikasi, authorisasi, dan accounting dikontrol oleh operator jaringan mobile berdasarkan home agent dan informasi pelanggan yang disimpan di database. Permintaan pelanggan dikirimkan ke cloud melalui jaringan internet. Provider layanan cloud kemudian memproses permintaan tersebut dan mengirimkannya ke layanan cloud yang sesuai.

- System manager: System manager pada cloud terhubung dengan server WAP melalui jaringan internet. System manager mengambil data dari server WAP untuk diproses di server cloud. Server cloud menjalankan aplikasi yang diminta oleh pengguna dan mengolah data yang dikumpulkan dari sensor. Bisa juga disediakan suatu web portal yang dapat digunakan oleh analyst untuk mengakses hasil dari pemrosesan data dan memberikan keputusan tertentu kepada pengguna dari aplikasi tersebut.



Salah satu contoh aplikasi dari SMCC yaitu sistem rescue service model. Arsitektur dari sistem tersebut ditunjukkan oleh gambar di atas. Lapisan-lapisan pada arsitektur untuk rescue service model tersebut meliputi:

- Multiple-sensed mobile device: Sejumlah perangkat mobile dapat digunakan untuk mengumpulkan data sensor pada lingkup yang cukup luas terkait dengan kondisi lingkungan maupun kelakuan dari orang-orang sekitarnya.

Untuk mendeteksi situasi gawat darurat, signal atau data dari sensor perlu diproses secara otomatis pada perangkat mobile untuk mendapatkan informasi yang berguna. Berdasarkan suatu kriteria tertentu, sebuah event dapat dideteksi dan dikirimkan ke layanan gawat darurat yang ada di cloud.

- **Emergency cloud:** Karena informasi terkait suatu event atau kejadian gawat darurat dihasilkan oleh pemrosesan pada satu perangkat mobile saja, maka informasi yang dihasilkan bersifat lokal dan kemungkinan tidak lengkap. Emergency cloud berperan untuk melakukan analisa lebih lanjut dari sudut pandang yang lebih luas sehingga mendapatkan pengetahuan yang lebih lengkap tentang kejadian gawat darurat yang terjadi. Hasil analisa ini dapat dimanfaatkan untuk membuat rencana penyelamatan dan menghubungi pihak-pihak terkait untuk melakukan tindakan penyelamatan.
- **Nearby people:** Orang-orang yang dekat dengan lokasi kejadian kemungkinan dapat memberikan bantuan awal yang lebih cepat jika dibandingkan dengan tim penyelamat yang bisa berada pada lokasi yang lebih jauh. Sehingga, pesan emergency juga dapat disebarkan ke orang-orang terdekat ini.
- **Rescuer:** Perangkat mobile akan secara berkelanjutan memberikan informasi terkini dari perkembangan situasi di lokasi kejadian dengan mengirimkannya ke layanan gawat darurat yang ada di cloud. Hasil analisa terhadap informasi ini dapat dimanfaatkan oleh para penyelamat untuk mengambil tindakan yang sesuai.

## 5. Urban Sensing

Urban sensing merupakan salah satu penerapan dari konsep SMCC. Urban sensing menggunakan data-data pada jaringan mobile phone yang terkait dengan aktifitas masyarakat di berbagai lokasi di area perkotaan, area perumahan, atau area perkantoran. Data ini juga bisa terkait dengan distribusi populasi orang-orang dan pola-pola transportasi yang terkait dengan pergerakan manusia. Proses pengumpulan data sensor pada urban sensing juga dapat melibatkan manusia yang terkait dengan aktifitasnya, lingkungannya, dan bagaimana mereka berinteraksi dengan lingkungannya. Proses pengumpulan data seperti ini dikenal dengan people-centric urban sensing. Dalam hal ini, orang-orang tidak hanya berperan sebagai konsumen dari data yang dikumpulkan, tapi juga sekaligus sebagai kolektor atau produsen data.

Secara umum proses pengumpulan data sensor pada urban sensing dapat melalui proses opportunistic sensing atau participatory sensing. Pada opportunistic sensing, proses pengumpulan data berlangsung secara otomatis tanpa keterlibatan dari pengguna secara langsung. Pengguna juga mungkin tidak menyadari proses pengumpulan data yang terjadi. Dalam proses ini, desainer dari sistem perlu membuat sistem yang hanya aktif mengumpulkan data pada kondisi tertentu saja. Data yang dikumpulkan secara opportunistic cenderung memiliki kualitas rendah dan terdapat banyak data yang missing.

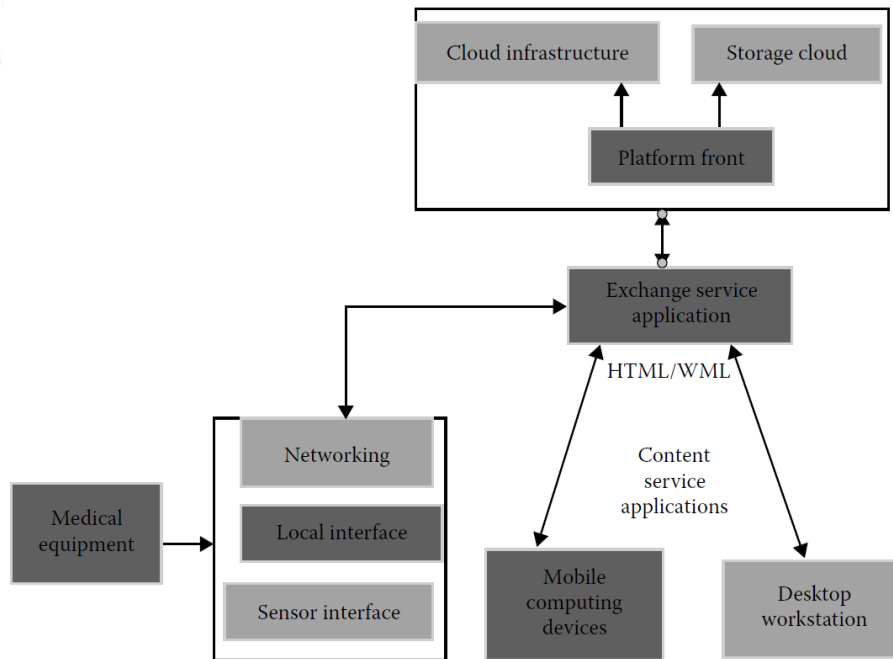
Di sisi lain, proses pengumpulan data pada urban sensing juga dapat dilakukan secara participatory. Pada participatory sensing, pengguna secara aktif terlibat secara langsung pada proses pengumpulan data. Pengumpulan data ditrigger secara manual oleh manusia. Oleh karena itu, data yang dikumpulkan cenderung memiliki kualitas yang baik. Proses pengumpulan data ini memanfaatkan intelegensi dari manusia untuk menyederhanakan proses pengumpulan data. Biasanya hal ini dapat dilakukan pada suatu aplikasi yang spesifik.

## **6. Application**

Konsep SMCC dapat dimanfaatkan untuk memperbaiki layanan kesehatan konvensional. Pada layanan kesehatan konvensional, scenario yang biasanya terjadi yaitu:

1. Perawat atau petugas medik lainnya mengumpulkan data pasien dan menulis informasi tersebut pada kertas.
2. Catatan tersebut kemudian diberikan kepada petugas lain untuk melakukan data entry.
3. Data yang terkumpul kemudian disimpan pada server database di mana data-data tersebut diatur dan diindeks agar dapat diakses melalui suatu interface.
4. Dokter dan petugas medik lainnya dapat mengakses informasi terkait pasien melalui interface pada suatu aplikasi.

Kelemahan dari sistem layanan kesehatan konvensional ini yaitu: terdapat jarak waktu yang cukup lama di antara pengumpulan data di langkah pertama dengan akses informasi di langkah keempat. Hal ini membuat monitoring pasien secara real-time menjadi tidak bisa dilakukan. Selain itu, proses data entry secara manual juga dapat menyebabkan kesalahan data. Kelemahan ini dapat diatasi dengan menerapkan konsep MSCC pada layanan kesehatan. Arsitektur SMCC untuk layanan kesehatan yang dapat digunakan, ditunjukkan pada gambar berikut.



Komponen utama dari model layanan kesehatan yang diusulkan ini meliputi:

1. Sensor module: proses pengumpulan data dilakukan secara otomatis melalui modul sensor yang dipasang pada perangkat medik. Selain mengumpulkan data, data juga dapat diproses secara lokal pada modul ini. Setelah itu, data yang terkumpul dikimkan ke layanan yang ada di cloud melalui jaringan wireless.
2. Exchange service application: aplikasi ini berperan sebagai broker di antara perangkat medik dan perangkat komputer yang ada di lokasi dengan layanan yang ada di cloud.
3. Content Service application: interface pada perangkat mobile atau perangkat komputer lainnya yang dapat dimanfaatkan oleh dokter dan petugas medik lainnya untuk mengakses informasi terkait dengan pasien.
4. Utility computing provider: modul ini bertanggung jawab untuk memberikan layanan infrastruktur untuk penyimpanan dan pemrosesan data, maupun untuk mendistribusikan konten ke pengguna.

Keuntungan yang didapatkan dari pemanfaatan konsep SMCC pada layanan kesehatan:

- Model SMCC memungkinkan pengumpulan data secara real-time dan berkelanjutan.
- Intervensi manusia dapat diminimalkan untuk mengurangi peluang terjadinya kesalahan data
- Sensor wireless dapat dideploy secara cepat dan mudah. Penempatan sensor pada perangkat medik dapat menghilangkan proses pengumpulan dan memasukkan data secara manual.

- Terdapat sumber daya komputasi dan penyimpanan yang besar di cloud yang dapat digunakan untuk mendukung penyimpanan, pemrosesan, dan pendistribusian data ke dokter dan petugas medik lainnya.

## 7. Challenges of Sensor Mobile Cloud Computing

Tantangan yang dihadapi oleh sensor mobile cloud computing meliputi:

- Komunikasi wireless yang biasanya memiliki bandwidth kecil, error rates yang tinggi, dan latency yang tinggi
- Pengembangan software yang tidak mudah
- Sumber daya yang terbatas pada perangkat mobile
- Isu terkait biaya dalam pemanfaatan layanan cloud dan juga biaya komunikasi pengiriman data ke cloud
- Isu terkait security seperti kehilangan data, phishing, dan botnet
- Ketersediaan data yang sangat tergantung dari ketersediaan jaringan internet wireless
- Variasi bandwidth yang tinggi
- Perubahan jaringan mobile karena pergerakan dari pengguna
- User interface pada perangkat mobile pada layar yang kecil

## 8. Conclusion

Mengintegrasikan sensor-sensor dengan mobile cloud computing dapat menghasilkan perbaikan pada berbagai aplikasi yang terkait dengan performa extensibility, scalability, interoperability, reconfigurability, dan kemudahan penggunaan. Dengan menggunakan SMCC, situasi dari setiap orang di area perkotaan dapat ditrace dan dianalisa untuk dapat memberikan layanan yang semakin baik. Layanan ini dapat menjadi bagian dari solusi smart city. Namun demikian, SMCC masih menghadapi berbagai tantangan seperti pengelolaan power atau daya baterai, komunikasi wireless, security, user interface, dan lain-lain.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Debashis De. (2015). *Mobile Cloud Computing: Architectures, Algorithms and Applications*. 01. Chapman and Hall/CRC Press. Florida. ISBN: 9781482242836. Taylor & Francis Publishing ISBN- 978-0-203-88776-9
2. W. S. Ansari, A. M. Alamri, M. M. Hassan, and M. Shoaib, A survey on sensor-cloud: Architecture, applications and approaches, *Int. Jour. of Distributed Sensor Networks*, 2013, 1–18.
3. M. Yuriyama and T. Kushida, Sensor-cloud infrastructure—Physical sensor management with virtualized sensors on cloud computing, in *13th Int. Conf. on Network-Based Information Systems*, pp. 1–8, 2010.
4. Y. J. Chen, C. Y. Lin, and L. C. Wang, Sensors-assisted rescue service architecture in mobile cloud computing, in *Wireless Communications and Networking Conf.*, pp. 4457–4462, 2013.
5. N. D. Lane, S. B. Eisenman, M. Musolesi, E. Miluzzo, and A. T. Campbell, Urban sensing systems: Opportunistic or participatory? in *Proc. of the Ninth Workshop on Mobile Computing Systems and Applications*, pp. 11–16, 2008.
6. C. O. Rolim, F. L. Koch, C. B. Westphall, J. Werner, A. Fracalossi, and G. S. Salvador, A cloud computing solution for patient’s data collection in health-care institutions, in *Second Int. Conf.e on eHealth, Telemedicine, and Social Medicine*, pp. 95–99, 2010.