

Smart Crowdsensing Based on Smart Service for the Recovery of the Health Sector and the Economy during a Pandemic

Amanda Putri Septiani
Sekolah Tinggi Elektro dan Informatika
Institut Teknologi Bandung
Bandung, Indonesia
amandaps@students.itb.ac.id

Abstract—The use of intelligent systems and technology is very much needed during this Covid-19 pandemic. The reason is that there are many sectors that must be rescued immediately, such as health and the economy. On the one hand, the community must be saved from the ongoing epidemic, but on the other hand, economic activity must continue to be pursued even though it is not in ideal conditions. One solution to these problems is the design of Smart Crowdsensing based on smart services that can be used to support physical distancing but still stimulate economic activity to keep moving. In general, smart crowdsensing functions to (i) detect crowds using location data from the user's mobile device GPS, (ii) self-quarantine surveillance and contact tracing using position history in real time, and (iii) collect and process information from citizen interactions on social media to find out citizen reports related to the pandemic. Smart crowdsensing is designed using a smart service engineering method that allows it to communicate with other services using a REST API.

Keywords—smart crowdsensing, Covid-19, smart technology and systems

I. PENDAHULUAN

Corona Virus Disease atau yang biasa disebut sebagai Covid-19 telah merebak luas ke seluruh penjuru dunia. Kondisi pandemi ini mempengaruhi banyak sektor dan sangat berdampak pada ekonomi dan perkembangan negara selama kurang lebih sembilan bulan terakhir di tahun 2020 sejak WHO memberikan pengumuman pertama pada 12 Januari 2020. Virus yang menyerang pernapasan ini bermula dari terjangkitnya sekelompok orang di salah satu pasar di Wuhan, Provinsi Hubei, China. Awalnya, virus ini memang belum terdeteksi penularan dari manusia ke manusia, namun seiring berjalannya waktu hingga di bulan Desember 2020, terdapat 69 juta kasus di seluruh dunia dengan kasus aktif sebanyak 24,6 juta kasus. Penemuan vaksin atau pengobatan yang spesifik juga belum dilakukan secara massal, beberapa negara baru melakukan pemesanan vaksin dalam jumlah sedikit untuk kemudian dilakukan uji coba kepada kelompok masyarakat usia rentan.

Begitu pula dengan Indonesia, setiap harinya kasus demi kasus masih terus meningkat tanpa penurunan yang berarti. Di bulan Desember, total kasus positif sudah mencapai 593.000 dengan kasus aktif sebanyak 106.000 kasus. Hal ini menjadi perhatian khusus terkait bagaimana menyelamatkan masyarakat dari wabah namun tetap memperhatikan aspek ekonomi yang terus memburuk dari hari ke hari. Dengan banyak keterbatasan terkait pengadaan vaksin yang merata untuk seluruh masyarakat, social distancing, karantina, dan contact tracing masih menjadi hal yang sangat penting untuk dilakukan demi mencegah penularan Covid-19.

Sistem dan teknologi cerdas dapat menjadi salah satu alternatif yang baik untuk digunakan di masa pandemi ini, contohnya sebagai alat bantu yang dapat membantu petugas untuk mengurai kerumunan, memastikan durasi karantina mandiri, pengiriman bahan logistik makanan dan kesehatan yang dapat menghidupkan kembali sektor ekonomi di Indonesia. Salah satu teknologi cerdas yang dapat dikembangkan adalah Smart Crowdsensing berbasis *mobile*, dimana sistem ini berperan sebagai pengumpul data

dari banyak device sensing [1] yang mana dari data yang diolah dapat diketahui di mana saja kerumunan yang terjadi serta kapasitas ruangan-ruangan publik seperti gedung, restoran, pusat perbelanjaan, dan tempat-tempat yang rawan kerumunan lainnya.

Dibandingkan dengan instalasi sensor fisik, sistem smart crowdsensing cenderung lebih murah karena tidak dibutuhkan perancangan jaringan dan instalasi sistem lainnya [1]. Menurut Jose et. al. (2020), pendekatan sistem crowdsensing terdiri dari dua bagian, yaitu *Mobile sensing* dan *social network sensing*. *Mobile sensing* berperan dalam pengambilan data dari hardware sensor yang terdapat pada gadget seperti GPS, accelerometer, koneksi internet, kamera, atau microphone. Sedangkan *social network sensing* berperan dalam pengambilan data yang bersumber dari jejaring sosial dimana user berperan sebagai ‘sensor sosial’ atau agen yang menyediakan informasi terkait lingkungannya melalui interaksi di media sosial [1]. Doran et. al. (2016) berpendapat bahwa sensor sosial dapat berperan sebagai sumber alternatif dari sensor fisik saat penggunaan sensor fisik sulit dilakukan atau bahkan sedang mengalami kendala. Meskipun sensor fisik dapat mengidentifikasi apa yang sedang terjadi, sensor sosial dapat menyediakan penjelasan lebih detail terkait mengapa dan bagaimana suatu peristiwa dapat terjadi [2].

Pada makalah ini, akan disajikan sebuah pemaparan solusi untuk kesehatan dan pemilihan ekonomi yang berupa sistem teknologi cerdas dalam bentuk smart crowdsensing. Pemaparan akan dibagi menjadi beberapa bagian, yaitu literatur terkait sistem dan teknologi cerdas, metodologi perancangan smart crowdsensing serta hasil dan pembahasan dari perancangan smart crowdsensing.

II. LANDASAN TEORI

Kajian literatur dilakukan untuk mendapatkan pengetahuan yang lebih komprehensif dalam melakukan penelitian selanjutnya. Literatur yang dikaji terkait dengan konsep teknologi dan sistem cerdas, *smart service*, serta teori crowdsensing.

A. Teknologi dan Sistem Cerdas di Masa Pandemi

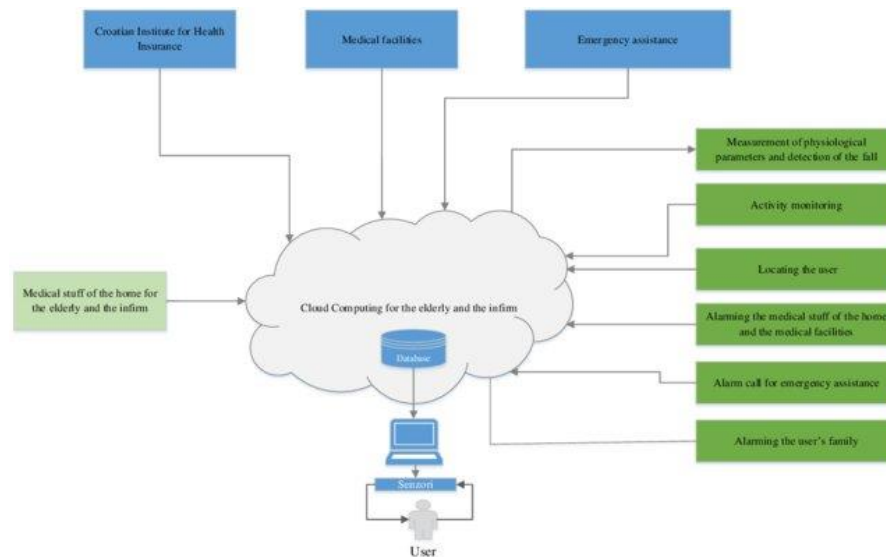
Secara bahasa, sistem cerdas berhubungan erat dengan fungsi sensing, actuation, dan controlling untuk melakukan analisis dan mengambil keputusan berdasarkan data yang dikumpulkan dan diolah yang kemudian menjadi sebuah aksi. Sejalan dengan perkembangan teknologi, sistem cerdas mulai banyak diaplikasikan pada banyak sektor karena manfaatnya yang luas dan bekerja berdasarkan data. Adanya sistem dan teknologi cerdas tersebut banyak membantu pekerjaan yang berkaitan dengan pengambilan keputusan yang dilakukan secara berulang untuk diambil sebuah pola tertentu.

Kondisi pandemi Covid-19 yang dialami oleh hampir seluruh negara di belahan dunia membuat pemerintah harus mencari solusi terbaik untuk menangani dan mengurangi resiko dari segi kesehatan, ekonomi, dan sektor-sektor terdampak lainnya. Dengan bantuan dari teknologi informasi dan komunikasi, resiko yang dialami dapat ditanggulangi, khususnya dengan penerapan sistem dan teknologi cerdas. Salah satu pengaplikasian dari sistem dan teknologi cerdas di masa pandemi ini adalah deteksi dan pengelolaan kerumunan, manajemen karantina mandiri, guideline pemerintahan terkait pandemi, distribusi makanan dan alat kesehatan, dan implementasi social distancing dengan ketiga aspek smart technology, yaitu position technology, robot technology, dan drone technology [3]. Ketiga aspek tersebut, saling terintegrasi untuk membentuk sebuah sistem cerdas dimana fitur-fiturnya saling mendukung untuk mengatasi berbagai permasalahan di kala pandemi Covid-19 ini. Berikut ini adalah deksripsi dari penggunaan ketiga aspek tersebut.

1. Position technology

Teknologi pemosisian ini dapat dikatakan adalah teknologi yang utama digunakan pada wabah dan bencana apapun. Pasalnya, lokasi akurat dari titik wabah atau

bencana dapat diketahui dengan pasti dengan menggunakan teknologi ini. Selain itu, distribusi makanan, obat-obatan, dan logistik penting lainnya juga dapat dilakukan dengan koordinasi antara teknologi tracking posisi dan teknologi drone. Monitoring pergerakan pun dapat dilakukan dengan teknologi ini sehingga contact tracing juga dapat dilakukan berdasarkan data posisi yang terkumpul.



Gambar 1. Usulan Arsitektur Layanan Monitoring Aktivitas dan Lokasi oleh Perakovic et. al (2015) [4]

2. Robot technology

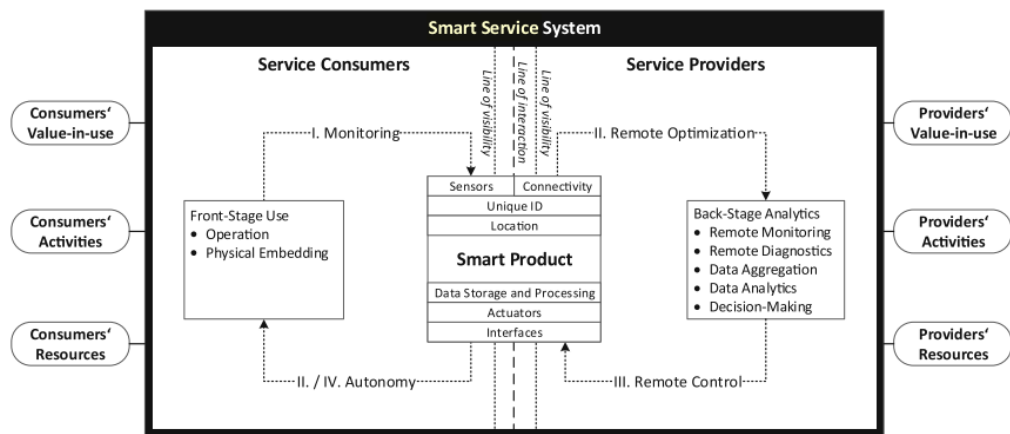
Teknologi robot sangat berguna di masa pandemi yang mengharuskan minimalisir kontak antar manusia. Dengan adanya teknologi robot, resiko dari Covid-19 juga dapat menurun karena robot dapat melakukan pengantaran makanan dan logistik lainnya tanpa adanya kontak langsung antar manusia, penyemprotan desinfektan di rumah sakit dan tempat beresiko tinggi lainnya, pengukuran suhu pada orang yang terinfeksi, dan membantu orang-orang yang melakukan karantina.

3. Drone technology

Penggunaan teknologi drone berpusat pada distribusi logistik ringan dan juga observasi area. Teknologi drone ini biasanya diintegrasikan dengan teknologi tracking posisi dan artificial intelligence untuk melakukan face recognition dan fitur lainnya.

B. Smart service

Menurut Barile dan Polese (2010), *smart service* adalah sistem layanan yang didesain spesifik untuk pengelolaan yang hati-hati atas aset dan tujuan sembari melakukan self-reconfiguration untuk memastikan mereka memiliki kapasitas untuk memuaskan seluruh pengguna yang relevan dari waktu ke waktu [5]. Becker at al. (2013) juga menambahkan bahwa *smart service* mengarah pada penggunaan smart device sebagai batasan obyek untuk network resources dan interaksi rutin dari aktor yang terlibat pada service sistem [6]. Definisi tersebut didukung oleh Beverungen et al., (2019) yang merumuskan konsep *smart service* dibangun menggunakan smart product sebagai obyek yang memungkinkan service consumer dan provider menghubungkan sumber daya dan aktivitas mereka untuk kepentingan bersama [7]. Berdasarkan temuan-temuan tersebut, dapat disimpulkan bahwa definisi *smart service* adalah konfigurasi dari *smart products* yang saling menghubungkan komponen fisik dan digital melalui internet untuk memenuhi kebutuhan atau mencapai tujuan tertentu.



Gambar 2. Konsep *Smart service system* berdasarkan penggunaan *smart product* [7]

Smart service dengan kriteria dan fitur-fiturnya, memiliki lima karakteristik terpenting yaitu:

1. *Collection*, adalah kemampuan untuk mengumpulkan data dalam mendukung context-awareness
2. *Awareness*, adalah kemampuan untuk mendeteksi informasi terkait *smart service* atau lingkungannya
3. *Connectivity*, adalah kemampuan untuk menghubungkan aktor yang berbeda pada *smart service* sistem, yaitu customer, smart produk, dan service provider dengan menggunakan IoT
4. *Actuation*, adalah kemampuan untuk memutuskan dan bersikap independen berdasarkan proses komputasi yang berfokus pada analisis dan pemrosesan data yang dikumpulkan melalui sensor *smart service* sistem
5. *Dynamism*, adalah kemampuan untuk belajar dan beradaptasi berdasarkan hubungan dan siklus natural dari *smart service* sistem.

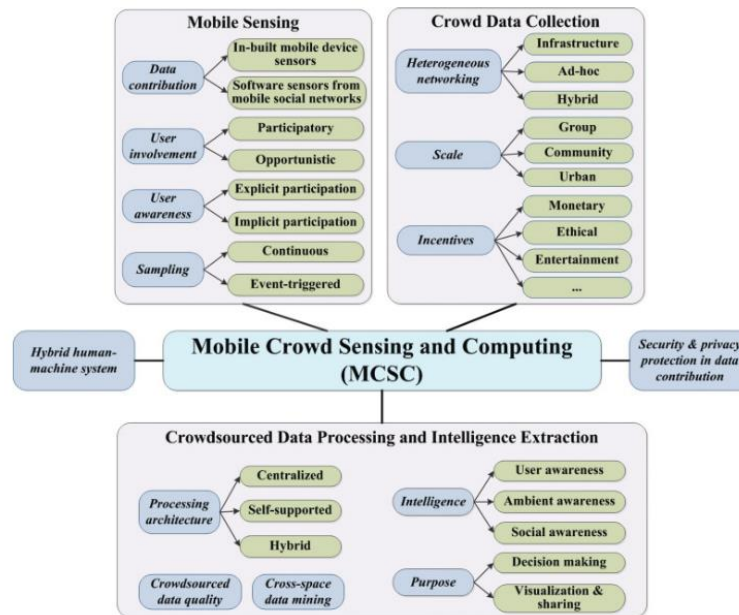
C. Mobile Crowdsensing

Dengan berkembangnya teknologi sensing menggunakan smartphone, jaringan nirkabel, dan teknik *mobile social network*, *Mobile Crowd Sensing and Computing* menjadi sebuah paradigma yang menjanjikan. Pasalnya, MCSC menggabungkan data dari device *mobile* yang bersifat offline dan data dari kontribusi user melalui layanan jejaring sosial yang bersifat online [8].

Mobile Crowd Sensing and Computing (MCSC) adalah sebuah paradigma sensing berskala besar yang berbasis pada device yang digunakan oleh pengguna, termasuk telepon genggam, kendaraan cerdas, dan perangkat lainnya [8]. MCSC memungkinkan pengguna untuk dapat membagikan informasi terkait kondisi jalan, tingkat kebisingan, dan informasi lainnya melalui perangkat yang terhubung dengan sensor yang mana informasi ini dapat diagregasikan di dalam cloud untuk kemudian dijadikan *community intelligent mining* (Zhang, 2011) [9]. Mobilitas pengguna telepon genggam sangat tinggi sehingga menjadikan MCSC sebagai platform yang dapat menggantikan infrastruktur sensing statis. Penerapan MCSC juga sangat luas, seperti pada perencanaan lalu lintas, monitoring lingkungan, rekomendasi sosial media, keamanan publik, dan sektor lainnya [8].

Guo et al. (2015) mendefinisikan *Mobile Crowd Sensing and Computing* (MCSC) sebagai paradigma sensing baru yang memungkinkan masyarakat untuk berkontribusi pada pengumpulan data yang di-generate dari perangkat *mobile* masing-masing dan menggabungkan data di cloud untuk mengekstraksi kerumunan massa serta penyampaian

layanan berbasis manusia [8]. Dari perspektif AI, MCSC dibangun pada model distribusi problem solving [10].



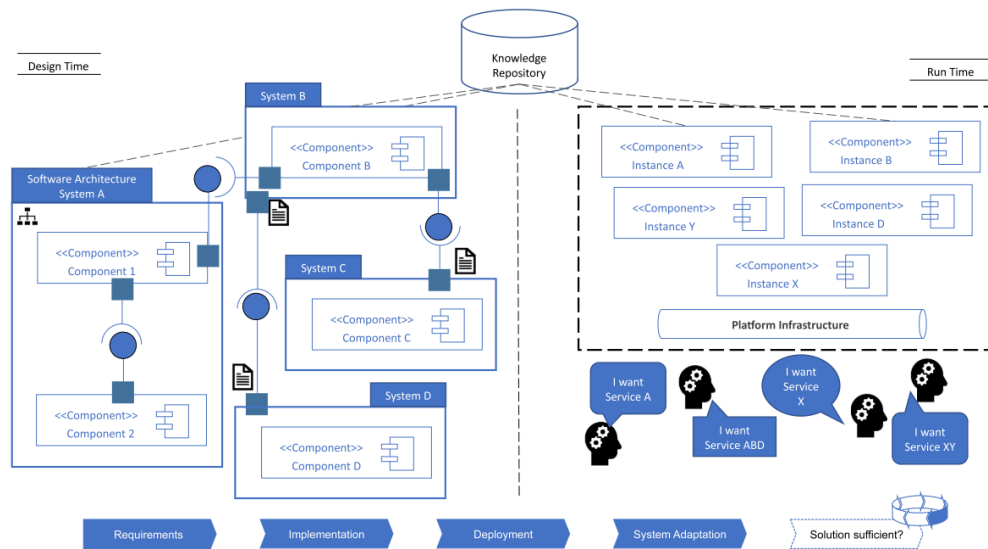
Gambar 3. Graf Taksonomi MCSC [8]

Berdasarkan usulan graf taksonomi dari Guo et al. (2015), terdapat beberapa karakteristik utama dari MCSC, yaitu (i) *mobile sensing*, dimana sensor hardware (accelerometer, GPS, dan kamera) dan sensor software (data interaksi sosial media) saling terlibat pada MCSC, (ii) *crowd data collection*, yang berhubungan dengan kontribusi data dari sekelompok pengguna yang terkoneksi secara infrastruktur, ad hoc, atau hybrid, (iii) *crowdsourced data processing*, dimana data dari crowdsourcing diproses menjadi data yang berkualitas serta menghapus data yang redundant dan palsu, (iv) *crowd intelligence extraction and usage*, yang bertugas untuk mengolah data menjadi suatu informasi berdasarkan tiga jenis utama dari crowd intelligence, yaitu user, ambient, dan social awareness [8].

Graf taksonomi tersebut yang kemudian akan menjadi dasar dari ide pengembangan smart crowdsensing, yang mana berbasis pada hasil penelitian terkait *Mobile Crowd Sensing and Computing*.

III. METODOLOGI

Smart crowdsensing yang dikembangkan adalah salah satu pengaplikasian dari jenis layanan cerdas atau *smart service* pada sektor kesehatan dan pemulihan ekonomi. Untuk menerapkan *smart service* pada sektor tersebut, dibutuhkan metode rekayasa *smart service* yang tepat agar penerapan yang dilakukan dapat menghasilkan output yang baik. Salah satu metode rekayasa yang dapat digunakan ialah yang dirumuskan oleh Burzlaff et al., (2019) [11]. Rekayasa *smart service* pada makalah ini menggunakan metode semantic interoperability, yaitu kemampuan sistem komputer untuk saling bertukar data tanpa keambiguan. Idealnya, sistem smart crowdsensing dapat saling bertukar data dengan layanan lainnya seperti maps untuk pemetaan logistik, data sosial media yang didapatkan melalui API masing-masing layanan, dan lokasi geospasial dari masing-masing pemilik gadget. Berikut ini adalah gambaran metode rekayasa *smart service*.



Gambar 4. Composition for smart service systems [11]

Pada metode rekayasa tersebut, terdapat empat tahapan utama, yaitu:

1. *Requirements*, yaitu perumusan masalah dan identifikasi kebutuhan dari sistem *smart service*.
2. *Implementation*, yaitu tahapan dimana implementasi sistem *smart service* dilakukan.
3. *Deployment*, yaitu tahap dimana deployment sistem *smart service* dilakukan.
4. *System Adaptation*, yaitu tahap adaptasi sistem dimana komponen antar sistem saling bekerja sama untuk memenuhi kebutuhan.

Setelah seluruh tahapan selesai dilaksanakan tahapan evaluasi dilakukan, apakah solusi sudah cukup menyelesaikan masalah atau belum. Jika sudah cukup solutif, maka tahapan rekayasa *smart service* dapat dikatakan selesai. Namun jika tidak atau masih kurang, maka tahapan dapat diulangi kembali hingga memenuhi kebutuhan.

Jika dilihat pada gambar 4, komponen dari suatu sistem dapat saling digunakan oleh sistem lain dalam satu *knowledge repository* pada saat desain sistem. Setelah desain sistem selesai dilaksanakan dan platform infrastructure dihasilkan pada run time, integrasi antar komponen layanan pun dapat dilakukan secara horizontal maupun vertikal (dengan memanggil fungsi di level yang sama atau memanggil fungsi dari komponen luar).

Mekanisme integrasi dinamis pada tahapan design maupun runtime harus dapat menangani kebutuhan user yang tidak dapat diprediksi. Contohnya, software dan arsitektur sistem yang terintegrasi pada design-time bisa jadi tidak memenuhi tujuan utama saat run-time karena beberapa tujuan tidak dipertimbangkan pada saat proses desain. Maka dari itu, pentingnya integrasi sistem harus dapat dilakukan secara dinamis agar dapat memenuhi kebutuhan pengguna atas *smart service* yang dibangun.

IV. PEMBAHASAN

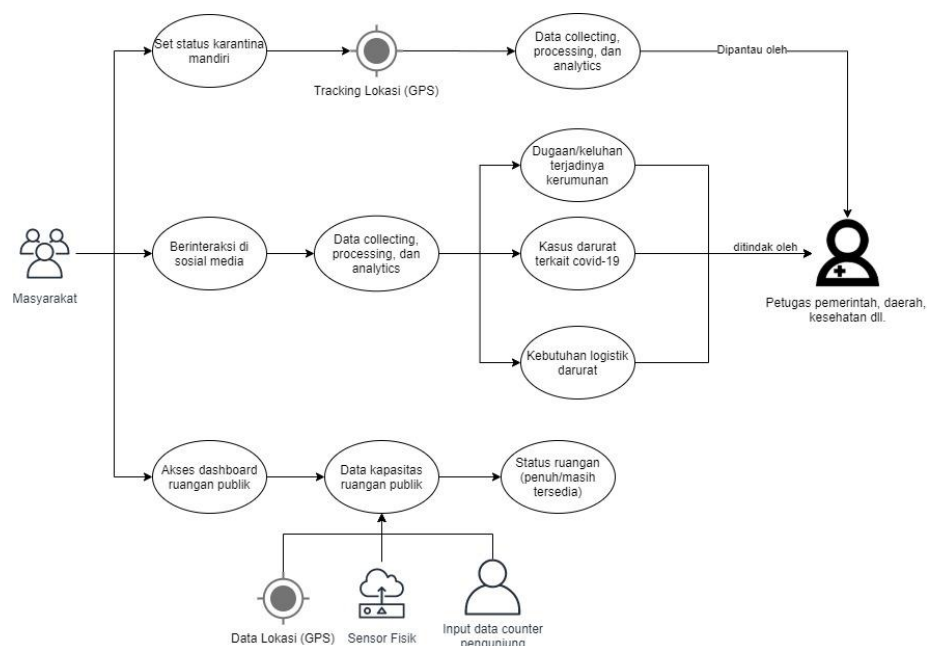
Pada bagian ini, akan diberikan penjelasan terkait penerapan metodologi perancangan sistem cerdas yang berupa smart crowdsensing. Terdapat empat tahapan pengembangan sesuai dengan metode rekayasa *smart service* yang dirancang oleh Burzlaff et al., (2019) [11], yaitu tahap *requirements*, *implementation*, *deployment*, dan *system adaptation*.

A. Requirements

Tahapan perancangan sesuai dengan metodologi rekayasa *smart service* dimulai dengan identifikasi kebutuhan yang penting untuk dilakukan agar sistem yang dirancang sesuai dengan kebutuhan dan tepat guna. Sistem smart crowdsensing ini ditujukan untuk

mengurangi dampak pandemi Covid-19 pada sektor kesehatan dan pemulihan ekonomi. Pada sektor kesehatan, smart crowdsensing ini berperan untuk (i) mendeteksi kerumunan dengan menggunakan data lokasi dari GPS perangkat *mobile* pengguna sehingga petugas dapat memberikan himbauan langsung ke lokasi, (ii) pengawasan karantina mandiri dan contact tracing dengan menggunakan histori posisi secara real time untuk menghindari terjadinya klaster-klaster baru seperti yang telah dilakukan beberapa negara dengan aplikasi *mobile*, dan (iii) mengumpulkan dan mengolah informasi dari interaksi warga di sosial media seperti twitter, instagram, dan facebook untuk mengetahui laporan-laporan warga terkait pandemi, misalnya mendata kebutuhan logistik darurat di suatu daerah berdasarkan laporan warga di sosial media, melakukan contact tracing berdasarkan interaksi di sosial media dengan keyword tertentu, dan pengolahan data lainnya.

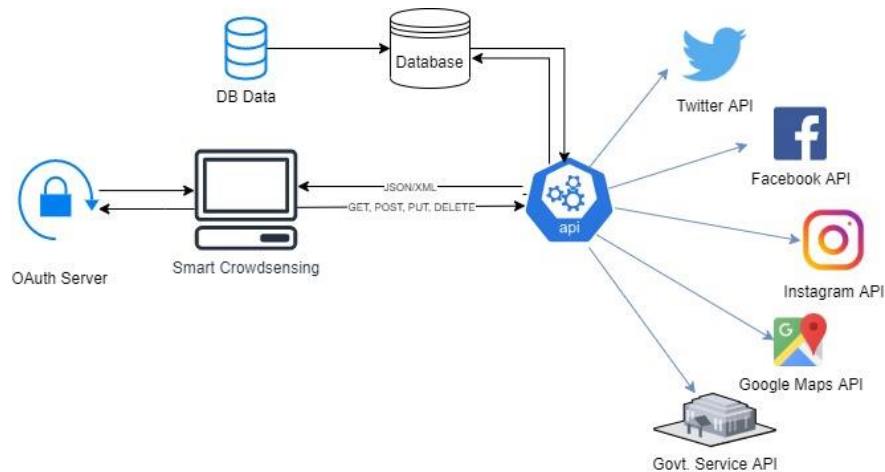
Sedangkan pada sektor pemulihan ekonomi, smart crowdsensing berperan dalam manajemen kapasitas ruangan publik tempat aktivitas ekonomi berjalan. Di masa pandemi ini, kapasitas ruangan dibatasi hanya 30-50% dari kapasitas total oleh pemerintah daerah. Hal ini dilakukan untuk mengurangi potensi penularan Covid-19 dengan meminimalisir kerumunan, khususnya di ruangan yang tertutup. Seperti yang diketahui, aktivitas PSBB atau Pembatasan Sosial Berskala Besar yang sempat dilakukan di berbagai daerah memiliki dampak besar pada sektor ekonomi. Banyak usaha kecil dan menengah yang gulung tikar karena tidak mampu bertahan di masa pandemi. Oleh karena itu, manajemen kapasitas ruangan yang dapat diakses melalui aplikasi *mobile* atau website, dapat menjadi rujukan utama bagi masyarakat sebelum mengunjungi suatu tempat publik. Jika dilihat dari sisi masyarakat luas sebagai pengguna utama, smart crowdsensing ini berperan sebagai dashboard yang berisi informasi terkait kapasitas ruangan-ruangan publik seperti restoran, pusat perbelanjaan, toko buku, dan tempat-tempat di mana kegiatan ekonomi berjalan setiap harinya. Hal ini mendukung pemulihan ekonomi, karena usaha-usaha seperti industri makanan, restoran, dan tempat lainnya yang bergantung pada penjualan offline dapat berjalan dengan tetap mematuhi peraturan pemerintah setempat. Petugas pun dapat melakukan sidak langsung jika terdapat ruangan publik yang melebihi kapasitas yang ditentukan dengan menggunakan smart crowdsensing. Berikut ini adalah gambaran alur kerja sistem smart crowdsensing.



Gambar 5. Alur Kerja Smart Crowdsensing

B. Implementation

Setelah identifikasi kebutuhan dilakukan secara mendetail, tahapan selanjutnya adalah implementasi sistem *smart service* yang disesuaikan dengan perancangan dan desain. Hal yang perlu diperhatikan dalam tahapan implementasi *smart service* ini adalah sistem layanan yang dibangun harus dapat diintegrasikan dengan layanan lainnya. Pada smart crowdsensing, beberapa API layanan lain seperti Twitter, Facebook, Instagram, dan Google Maps akan digunakan sebagai feeder data yang mendukung fitur crowdsensing. Berikut ini adalah desain arsitektur yang menggambarkan interaksi antar satu layanan dengan layanan lainnya.



Gambar 6. Desain Arsitektur Smart Crowdsensing

C. Deployment

Tahapan deployment dilakukan setelah sistem selesai diimplementasikan. Tahapan ini meliputi instalasi sistem, pengujian kompatibilitas sistem, manajemen kontrol, penerapan sistem keamanan, dan juga pendokumentasian sistem. Smart crowdsensing adalah layanan cerdas yang mengambil data dengan sifat privasi, sehingga keamanan sistem harus terbangun dengan sebaik mungkin agar keamanan data pengguna dapat terjamin. Pengujian kompatibilitas sistem juga harus dilakukan untuk memastikan bahwa seluruh komponen dari smart crowdsensing dapat bekerja dengan baik.

D. System Adaptation

Saat sistem smart crowdsensing telah selesai diimplementasikan dan diintegrasikan melalui API dari layanan-layanan lain yang digunakan, sistem akan melalui tahapan pengujian untuk melihat apakah layanan dapat saling beradaptasi dengan layanan lainnya yang telah diintegrasikan. Jika sistem smart crowdsensing telah berjalan dengan baik dan saling terintegrasi satu sama lain tanpa mengurangi kinerja layanan apapun, maka sistem dapat dikatakan telah tepat guna dan tidak perlu mengulangi tahapan apapun. Namun jika terdapat kesalahan saat running sistem, maka tahapan sebelumnya dapat diulangi hingga sistem berjalan dengan baik tanpa ada masalah yang berarti.

V. KESIMPULAN

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa sistem dan teknologi cerdas dapat digunakan untuk mengurangi resiko buruk di masa pandemi Covid-19 ini, khususnya pada sektor kesehatan dan pemulihan ekonomi. Salah satu pengaplikasian sistem dan teknologi cerdas adalah perancangan smart crowdsensing yang berperan sebagai pendeteksi kerumunan dan kapasitas ruangan di masa pandemi. Smart crowdsensing yang berupa layanan cerdas ini dirancang dengan metode rekayasa *smart service* yang terdiri dari empat tahap, yaitu requirements, implementation, deployment, dan system

adaptation. Keempat tahap ini dapat berulang hingga layanan cerdas dapat dikatakan memenuhi tujuan utama pembangunan *smart service*. Harapannya, dengan adanya smart crowdsensing, terjadinya klaster-klaster baru dapat dihindari dan kegiatan-kegiatan ekonomi tetap dapat berjalan sesuai dengan protokol kesehatan dan ketentuan pemerintah yang berlaku. Selain itu, smart crowdsensing juga memungkinkan masyarakat luas untuk berkontribusi baik secara langsung maupun tidak langsung melalui interaksi di sosial media. Penggunaan smart crowdsensing yang membutuhkan data lokasi dari pengguna akan menemukan tantangan dari segi privasi pengguna sehingga peran pemerintah dibutuhkan untuk dapat membuat suatu kebijakan dan proteksi keamanan data dari pengguna agar smart crowdsensing dapat digunakan dengan sebaik dan sebijak mungkin.

REFERENSI

- [1] J. M. Cecilia, J.-C. Cano, E. Hernández-Orallo, C. T. Calafate, dan P. Manzoni, “Mobile crowdsensing approaches to address the COVID-19 pandemic in Spain,” *IET Smart Cities*, vol. 2, no. 2, hal. 58–63, 2020, doi: 10.1049/iet-smc.2020.0037.
- [2] D. Doran, K. Severin, S. Gokhale, dan A. Dagnino, “Social media enabled human sensing for smart cities,” in *AI Communications*, Jan 2016, vol. 29, no. 1, hal. 57–75, doi: 10.3233/AIC-150683.
- [3] R. Jaiswal, A. Agarwal, dan R. Negi, “Smart solution for reducing the COVID-19 risk using smart city technology,” *IET Smart Cities*, vol. 2, no. 2, hal. 82–88, Jul 2020, doi: 10.1049/iet-smc.2020.0043.
- [4] D. Peraković, M. Periša, dan V. Sedlar, “Research of Iot Concept in Monitoring the Activities of the Elderly Person,” *Pr*, vol. 12, no. February 2016, hal. 66–75, 2015.
- [5] S. Barile dan F. Polese, “Smart service Systems and Viable Service Systems: Applying Systems Theory to Service Science,” *Serv. Sci.*, vol. 2, no. 1–2, hal. 21–40, Jun 2010, doi: 10.1287/serv.2.1_2.21.
- [6] J. Becker, D. Beverungen, R. Knackstedt, M. Matzner, O. Müller, dan J. Poppelbub, “Bridging the gap between manufacturing and service through IT-based boundary objects,” *IEEE Trans. Eng. Manag.*, vol. 60, no. 3, hal. 468–482, 2013, doi: 10.1109/TEM.2012.2214770.
- [7] D. Beverungen, O. Müller, M. Matzner, J. Mendling, dan J. vom Brocke, “Conceptualizing smart service systems,” *Electron. Mark.*, vol. 29, no. 1, hal. 7–18, 2019, doi: 10.1007/s12525-017-0270-5.
- [8] B. Guo, “Mobile Crowd Sensing and Computing : The Review of an Emerging Human-Powered Sensing Paradigm *Mobile Crowd Sensing and Computing : The Review of an Emerging Human-Powered Sensing Paradigm*,” no. August, 2015, doi: 10.1145/2794400.
- [9] D. Zhang, B. Guo, dan Z. Yu, “The emergence of social and community intelligence,” *Computer*, vol. 44, no. 7, hal. 21–28, Jul 2011, doi: 10.1109/MC.2011.65.
- [10] D. C. Brabham, “Crowdsourcing as a model for problem solving: An introduction and cases,” *Convergence*, vol. 14, no. 1, hal. 75–90, 2008, doi: 10.1177/1354856507084420.
- [11] F. Burzlaff, N. Wilken, C. Bartelt, dan H. Stuckenschmidt, “Semantic Interoperability Methods for Smart service Systems: A Survey,” *IEEE Trans. Eng. Manag.*, hal. 1–15, 2019, doi: 10.1109/TEM.2019.2922103.