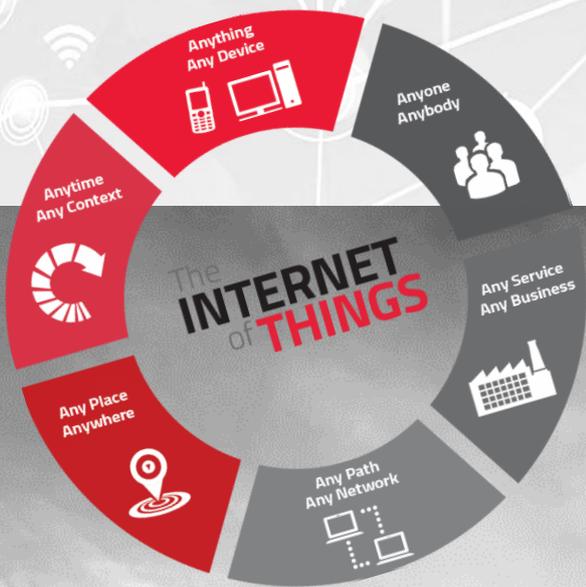




LAPORAN AKHIR KAJIAN

Peningkatan Pelayanan Publik Kota Bogor Berbasis IOT (Studi Kasus Layanan Transportasi Publik)



BADAN PERENCANAAN PEMBANGUNAN RISET
DAN INOVASI DAERAH

TAHUN 2024

DI NU KIRADI NGANCIE NU BIRARI SEJA AYEUNA SAMPEUREUN JAGA

RINGKASAN EKSEKUTIF

Kajian Peningkatan Pelayanan Publik Kota Bogor Berbasis IOT (Studi Kasus Layanan Transportasi Publik)

Untuk meningkatkan kualitas hidup manusia di era Society 5.0 maka pembangunan harus berpusat pada manusia serta mengintegrasikan teknologi digital dan fisik. Society 5.0 memanfaatkan teknologi Internet of Things (IoT), Kecerdasan Buatan / Artificial Intelligence (AI), Big Data dan Robotika untuk mengatasi berbagai tantangan sosial. IoT, sebagai jaringan dari berbagai elemen yang memiliki sensor dan terhubung ke internet, dapat dimanfaatkan di layanan publik seperti transportasi dalam aspek efisiensi operasional, peningkatan kualitas layanan, pengambilan keputusan berbasis data serta keamanan dan keselamatan. Dengan jumlah penduduk lebih dari 1 juta jiwa (tahun 2023) dan laju pertumbuhan 0.96.tahun, Kota Bogor menghadapi masalah kemacetan lalu lintas yang berdampak meningkatkan polusi udara dan suara. Oleh karena itu, kajian ini difokuskan pada layanan publik untuk mewujudkan ekosistem transportasi yang menjamin mudahnya mobilitas baik individu maupun publik.

Tujuan pertama kajian ini adalah identifikasi aplikasi layanan transportasi publik yang ada, khususnya fitur yang melibatkan IoT. Berdasarkan analisis dokumen laporan yang ada diketahui saat ini di Kota Bogor terdapat 45 lokasi yang sudah memiliki akses ke Internet melalui jaringan WiFi dengan 62 access point yang terpasang. Teridentifikasi pula beberapa aplikasi terkait ekosistem transportasi yang memerlukan koneksi Internet saat ini sudah banyak dimanfaatkan oleh masyarakat di Kota Bogor seperti sistem informasi berbagi aduan dan saran (siBadra), aplikasi penyedia layanan pembayaran parkir cashless (Parkee), Smart Parking System (SPS) dan aplikasi MitraDarat (BisKita), Sistem Manajemen Angkutan Elektronik (SIMAE), Sistem Informasi Manajemen Pengujian Kendaraan Bermotor (SIMA PANGERAN) dan sistem pemantauan kualitas Udara.

Tujuan berikutnya adalah mengukur persepsi masyarakat terhadap aplikasi layanan transportasi publik yang ada. Untuk mengukur persepsi masyarakat dilakukan penggalan data primer dari wawancara terstruktur dan wawancara mendalam menggunakan IoT-PVM model. Responden wawancara sejumlah 100 orang terdiri dari warga lokal Bogor yang berinteraksi secara langsung dengan ekosistem transportasi di Bogor dan warga luar Kota Bogor yang melakukan kunjungan wisata atau perjalanan bisnis. Hasil pengukuran menunjukkan responden berada pada tingkat puas cenderung tidak puas pada kategori transportasi publik dan ketersediaan parkir. Sementara untuk kondisi jalan, pengguna cenderung berada pada tingkat puas cenderung sangat puas. Bagi sebagian besar responden, mobilitas di Kota Bogor cenderung masih memerlukan perbaikan terutama dalam hal penataan kendaraan publik dan juga kemudahan fasilitas parkir.

Tujuan ketiga adalah mengukur tingkat kesiapan masyarakat dalam memanfaatkan teknologi digital (digital readiness). Sebagian besar masyarakat menyadari pentingnya kehadiran fasilitas internet dan IoT guna mendukung efektivitas dan perbaikan kualitas hidup warga Kota Bogor. Kesiapan warga Bogor dalam mewujudkan Society 5.0 digali dari empat pertanyaan terkait digitalisasi dan otomatisasi tata kelola ekosistem transportasi publik Kota Bogor. Warga menganggap ketika pemerintah serius dalam mendesain fasilitas teknologi digital, maka aspek kehidupan manusia dapat ditingkatkan kualitasnya sehingga tidak ada alasan warga tidak siap menjadi pemanfaat sistem tersebut.

Tujuan terakhir kajian ini adalah melakukan asesmen ketersediaan infrastruktur jaringan/internet dan IoT di Kota Bogor. Hasil asesmen menunjukkan dari 59 Wi-Fi Publik yang terdata di Diskominfo, 33 diantaranya dapat terdeteksi SSID-nya. Sebaran dari WiFi publik tidak merata, terbanyak berada di Kecamatan Bogor Tengah, dan hanya 6 halte Bis Kita yang berada dalam jangkauan WiFi Publik.

KATA PENGANTAR

Isi kata pengantar

DAFTAR ISI

RINGKASAN EKSEKUTIF	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vi
BAB I. PENDAHULUAN.....	7
1.1 Latar belakang	7
1.2 Kerangka Pemikiran.....	8
1.3 Rumusan Masalah	9
1.4 Tujuan.....	9
1.5 Ruang Lingkup.....	9
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Society 5.0.....	9
2.1.1 Definisi.....	9
2.1.2 Prinsip-prinsip.....	10
2.1.3 Menuju Society 5.0.....	11
2.2 <i>Internet of Things</i>	12
2.2.1 Sejarah dan Definisi IoT	12
2.2.2 Arsitektur IoT.....	13
2.2.3 IoT berbasis <i>Edge/Fog</i>	16
2.2.4 Metode Akuisisi Data.....	18
2.3 Integrasi data spasial ke dalam IoT	20
2.3.1 Pengertian data spasial dan jenisnya.....	20
2.3.2 Data spasial dalam pengelolaan kota	22
2.3.3 Informasi spasial dan IoT.....	23
2.4 Contoh Integrasi IoT dalam layanan Transportasi	24
BAB III. METODE PENELITIAN	26
BAB IV. IDENTIFIKASI INFRASTRUKTUR PENDUKUNG IOT UNTUK LAYANAN TRANSPORTASI DI KOTA BOGOR.....	30
BAB V. HASIL ASSESSMENT	36
5.1 Persepsi dan Kesiapan Masyarakat	36
5.2 Infrastruktur Internet	42
BAB VI. REKOMENDASI.....	49
6.1 Strategi Penyiapan Masyarakat	49

6.2	Strategi Teknologi	49
6.2.1	Rekomendasi IoT yang dirasakan manfaatnya oleh masyarakat	49
6.2.2	Rekomendasi IoT yang dimanfaatkan langsung oleh Masyarakat.....	53
DAFTAR PUSTAKA.....		56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Kerangka Penelitian	8
Gambar 2 Sejarah <i>Internet of Things</i>	12
Gambar 3 Arsitektur IoT <i>3-layer</i>	13
Gambar 4 Arsitektur sistem IoT untuk pemantauan lingkungan	14
Gambar 5 Blok diagram arsitektur sistem IoT untuk pemantauan lingkungan	14
Gambar 6 Berbagai jenis sensor	14
Gambar 7 Perbandingan jarak jangkauan dibandingkan efisiensi sumber daya.....	15
Gambar 8 Perbandingan teknologi komunikasi data pada beberapa aspek	15
Gambar 9 Hype Cycle for The IoT	16
Gambar 10 IoT dan <i>edge computing</i>	17
Gambar 11 Distribusi pengolahan data pada arsitektur <i>edge-based IoT</i>	18
Gambar 12 Arsitektur sistem <i>mobile crowdsensing system</i> (MCS systems).	19
Gambar 13 Arsitektur <i>crowdsensing</i>	20
Gambar 14 Ilustrasi Data Geografis: poligon batas administrasi kelurahan di Kota Bogor dan titik lokasi wifi.....	21
Gambar 15 Format Data Spasial.....	22
Gambar 16 Model data raster dan vektor.....	22
Gambar 17 Integrasi IoT dengan GIS.....	23
Gambar 18 Tahapan penelitian kajian IoT untuk layanan publik mobilitas	26
Gambar 19 Halaman depan Sibadra (sibadra.kotabogor.go.id)	32
Gambar 20 Aplikasi MitraDarat.....	33
Gambar 21 Jalur Biskita.....	33
Gambar 22 Peta di aplikasi tidak sesuai dengan aktual	33
Gambar 23 Bis mengikuti jalur yang tidak sesuai peta.....	33
Gambar 24 Tampilan halaman depan SIMAE	34
Gambar 25 SIMA PANGERAN	34
Gambar 26 <i>Wordcloud</i> Sibadra	36
Gambar 27 Sebaran WiFi Publik di Kota Bogor dan status availability-nya : ada (titik hijau) dan tidak ada (titik merah)	43
Gambar 28 Sebaran Wifi publik berdasarkan kecamatan	43
Gambar 29 Posisi Wifi publik dan halte BisKita	44
Gambar 30 Cakupan buffer 100 m Wifi publik terhadap halte BisKita di Kecamatan Bogor Tengah.....	45
Gambar 31 Pasangan titik Wifi Publik dan halte BisKita dalam jangkauannya	46
Gambar 32 Point of Interest di Kota Bogor berdasarkan fungsi bangunan	46
Gambar 33 Posisi Wifi Publik dan PoI di Kecamatan Bogor Barat.....	47
Gambar 34 Posisi Wifi Publik dan PoI di Kecamatan Bogor Selatan	47
Gambar 35 Rancangan lojik arsitektur halte pintar	50
Gambar 36 Arsitektur <i>adaptive traffic light management system</i> berbasis <i>edge</i>	51
Gambar 37 Arsitektur sistem <i>air pollution monitoring</i>	52
Gambar 38 Arsitektur sistem smart PJU.....	52
Gambar 39 Sistem <i>tracking bus</i>	53
Gambar 40 Arsitektur Sistem <i>School bus tracking</i> (morningbus.com)	54
Gambar 41 Arsitektur sistem <i>free parking area</i>	55

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Peran GIS dan IoT.....	23
Tabel 2 Tahapan analisis data, jenis dan sumber, instrumen dan luaran penelitian	26
Tabel 3 Variabel dan aspek yang akan ditanyakan pada setiap variabel	28
Tabel 4 Penentuan kategori, kriteria khusus, dan jumlah responden	29
Tabel 5 Sebaran lokasi WiFi Kota Bogor	30
Tabel 6 Sebaran lokasi WiFi Kota Bogor (Lanjutan).....	31
Tabel 7 Urutan frekuensi kemunculan	36
Tabel 8 Tingkat kepuasan pengguna ekosistem transportasi publik Kota Bogor Tahun 2024	37
Tabel 9 Frekuensi penggunaan transportasi publik dan jenis moda yang digunakan	38
Tabel 10 Tingkat kepercayaan publik terhadap harapan akan kinerja layanan IoT, keamanan data pribadi, dan peran pemerintah	39
Tabel 11 Tingkat Urgensi dalam hal pengaruh sosial, pemberdayaan masyarakat, dan kondisi fasilitas layanan dalam membangun ekosistem transportasi publik	39
Tabel 12 Tingkat kepercayaan publik dan urgensi dalam membangun ekosistem digital	40
Tabel 13 Niat untuk menggunakan fasilitas internet dan IoT	41
Tabel 14 Hubungan tingkat kepercayaan dan urgensi terhadap niat menggunakan Internet dan IoT.....	41
Tabel 15 Hubungan antara usia dan niat menggunakan internet dan IoT	42
Tabel 16 Tingkat kesiapan warga Kota Bogor dalam menggunakan fasilitas internet dan IoT	42
Tabel 17 Strategi rekomendasi 2025-2027	55

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Society 5.0 adalah konsep masyarakat yang berpusat pada manusia dan berbasis teknologi, di mana teknologi digital dan fisik berintegrasi untuk meningkatkan kualitas hidup manusia. Salah satu teknologi kunci dalam realisasi Society 5.0 adalah *Internet of Things* (IoT), yang berperan dalam menghubungkan berbagai perangkat dan sistem untuk menghasilkan data yang dapat digunakan untuk pengambilan keputusan yang lebih baik.

Society 5.0 merupakan evolusi dari masyarakat berbasis informasi (Society 4.0) menjadi masyarakat yang mengintegrasikan teknologi digital dengan kehidupan sehari-hari untuk menciptakan solusi yang lebih cerdas dan efisien. Society 5.0 bertujuan untuk mengatasi berbagai tantangan sosial, seperti urbanisasi, perubahan iklim, dan penuaan populasi, dengan memanfaatkan teknologi seperti IoT, kecerdasan buatan (AI), *big data*, dan robotika. Sedangkan IoT merujuk pada jaringan perangkat fisik yang terhubung melalui internet, memungkinkan pengumpulan dan pertukaran data. Teknologi ini melibatkan berbagai perangkat, mulai dari sensor, kamera, hingga peralatan rumah tangga, yang dapat berkomunikasi satu sama lain dan dengan pengguna melalui internet. Salah satu definisi formal IoT dalam IEEE *Special Report on Internet of Things* yang dikeluarkan pada 2014 menyatakan bahwa: "*Internet of Things*": *A network of items—each embedded with sensors—which are connected to the Internet* (Minerva, et al., 2015).

Dalam mewujudkan Society 5.0, berbagai layanan publik perlu disediakan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat. Layanan publik mencakup berbagai aspek kehidupan masyarakat, termasuk transportasi, kesehatan, keamanan, pendidikan, dan utilitas. Pemanfaatan IoT dalam layanan publik dapat memberikan berbagai manfaat, antara lain:

- a. Efisiensi Operasional: IoT dapat membantu pemerintah dan penyedia layanan publik untuk mengoptimalkan operasi mereka. Misalnya, dengan menggunakan sensor untuk memantau kondisi jalan dan infrastruktur, pemerintah dapat melakukan pemeliharaan preventif yang lebih efisien.
- b. Peningkatan Kualitas Layanan: Data yang dikumpulkan melalui perangkat IoT dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas layanan publik. Sebagai contoh, dalam sektor transportasi, armada transportasi publik dan halte yang saling terhubung dapat memberikan informasi yang lebih akurat terkait kedatangan armada transportasi publik tersebut kepada para calon pengguna yang menunggu di halte. Selain itu, pencatatan secara otomatis jumlah penumpang secara otomatis dapat memudahkan pengumpulan data untuk keperluan analisis pengguna suatu moda transportasi.
- c. Pengambilan Keputusan Berbasis Data: Dengan adanya data yang dihasilkan oleh perangkat IoT, pemerintah dapat membuat keputusan yang lebih baik dan berbasis bukti. Misalnya, data dari sensor lingkungan dapat digunakan untuk mengembangkan kebijakan yang lebih efektif dalam mengatasi polusi udara.
- d. Keamanan dan Keselamatan: IoT dapat meningkatkan keamanan dan keselamatan publik melalui pemantauan dan respon yang lebih cepat terhadap insiden. Kamera pengawas yang terhubung dapat mendeteksi aktivitas mencurigakan dan mengirimkan peringatan kepada pihak berwenang secara *real-time*.

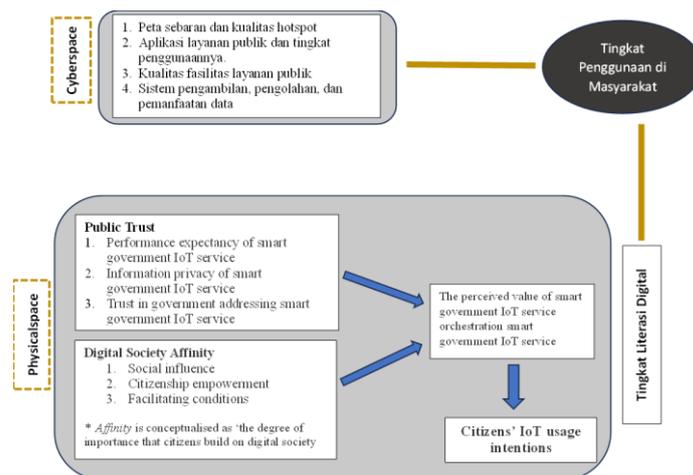
Meskipun penerapan IoT memiliki banyak manfaat, ada beberapa tantangan yang perlu diatasi, termasuk masalah privasi dan keamanan data, interoperabilitas antar perangkat, dan biaya implementasi yang tinggi. Untuk itu, agar tujuan integrasi teknologi IoT tersebut dapat efisien, responsif, dan berpusat pada kebutuhan masyarakat diperlukan kajian pemanfaatan IoT untuk meningkatkan layanan publik di Kota Bogor.

Mengingat Kota Bogor berada pada lokasi strategis akibat jaraknya yang dekat dengan ibu kota negara sebelumnya, yaitu DKI Jakarta, Kota Bogor telah menjadi tujuan populer bagi wisatawan dan pebisnis. Pertumbuhan penduduk kota Bogor juga meningkat pesat dengan laju pertumbuhan 0.96/tahun menjadi 1.070.719 jiwa pada tahun 2023. Kedua hal tersebut turut menyumbang pada meningkatnya masalah mobilitas di kota Bogor. Permasalahan umum yang terjadi adalah mobilitas yang tidak teratur dan tidak efisien sehingga menyebabkan kemacetan lalu lintas yang sering terjadi, serta meningkatkan polusi udara dan suara.

Dalam rangka memenuhi amanah UU 2009 Pasal 5 tentang pelayanan publik serta RPJPD Kota Bogor 2025-2045 sebagai Kota Sains Kreatif, Maju, dan Berkelanjutan, maka penataan transportasi menjadi salah satu bagian penting dalam mewujudkan hal tersebut. Berdasarkan data statistik Kota Bogor Tahun 2023 dan 2024, jumlah angkutan umum dan angkutan barang berjumlah 3.065 dan 11.852 (BPS 2024). Kota Bogor mempunyai terminal tipe C dengan jumlah penumpang pada tahun 2023 sejumlah 71.948 (BPS 2024). Pemerintah Kota Bogor telah memiliki rencana konversi 300 angkutan kota menjadi 100 microbus sesuai tercantum dalam smartcity.kotabogor.go.id. Dalam rangka Penataan sarana dan prasarana transportasi publik ramah lingkungan, saat ini kota bogor memiliki 5 Angkot listrik yang sudah diuji coba pada 30 titik pemberhentian pada 4 April 2024. Titik pemberhentian pada rute tersebut di antaranya Halte Cidangiang, Halte Pakuan, Halte BTS PDAM, Bus Stop Masjid Raya, Terminal Baranangsiang, Halte Bangka, dan Bus Stop Pasar Bogor. Data-data di atas dapat memberikan gambaran upaya pemerintah Kota Bogor dalam mengupayakan kenyamanan berlalu lintas di Kota Bogor, baik untuk masyarakat yang tinggal maupun pengunjung di Kota Bogor.

Partisipasi aktif masyarakat dalam menggunakan transportasi publik, didukung oleh kampanye kesadaran dan peningkatan layanan, dapat mengurangi kemacetan dan emisi, serta meningkatkan efisiensi sistem transportasi secara keseluruhan. Sinergi antara kebiasaan masyarakat dalam memilih moda transportasi dan kebijakan pemerintah yang mendukung infrastruktur serta layanan transportasi pintar akan menentukan keberhasilan mobilitas pintar di Bogor.

1.2 Kerangka Pemikiran



Gambar 1 Kerangka Penelitian

Kerangka penelitian ini dibangun berdasar prinsip utama bahwa keterhubungan antara sistem sosial dan sistem teknologi merupakan modal utama keberhasilan implementasi IoT. Hal ini sejalan dengan prinsip Society 5.0 yaitu *cyberspace* dan *physical space* merupakan jalinan antara kebutuhan di dunia *real* dan analisis kebutuhan di dunia sistem. Pada tingkat komunitas, fokus utama diarahkan pada niat/kemauan dari pengguna/calon pengguna teknologi digital. Niat dalam

menggunakan IoT dibentuk oleh persepsi individu terhadap beberapa hal diantaranya kepercayaan publik terkait tingkat keyakinan pengguna, keterjaminan akan kerahasiaan data yang diperlukan untuk mengakses layanan, dan kepercayaan kepada pemerintah. Variabel kedua yang penting dalam membangun persepsi adalah pengaruh sosial, kekuatan komunitas melalui aksi pemberdayaan, dan kualitas dari fasilitas layanan.

Tingkat kesiapan mengakses fasilitas layanan publik berbasis IoT perlu didukung oleh sistem teknologi yang tersedia. Dengan demikian, identifikasi empat hal dalam lingkup teknologi menjadi aspek yang tak kalah penting. Empat aspek tersebut meliputi peta sebaran dan kualitas *hotspot*, aplikasi layanan publik dan tingkat penggunaannya, kualitas fasilitas layanan publik, dan sistem pengambilan, pengolahan, dan pemanfaatan data. Ketersediaan fasilitas teknologi yang mumpuni merupakan modal dasar bagi tingginya tingkat penggunaan layanan digital lainnya. Aksesibilitas internet publik yang tersebar secara merata dengan kualitas mumpuni menjadi pintu masuk terbangunnya ekosistem digital sebagai salah satu prasyarat *smart city*.

1.3 Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang telah disampaikan, permasalahan yang teridentifikasi adalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana ketersediaan aplikasi-aplikasi pendukung layanan transportasi publik
- b. Bagaimana persepsi masyarakat terhadap keberadaan aplikasi-aplikasi layanan transportasi publik yang ada
- c. Bagaimana kondisi kesiapan masyarakat dalam memanfaatkan teknologi digital
- d. Bagaimana kondisi ketersediaan infrastruktur jaringan/internet dan IoT di Kota Bogor

1.4 Tujuan

Berdasarkan rumusan permasalahan yang telah diidentifikasi, maka tujuan dari kajian ini adalah:

- a. Identifikasi aplikasi layanan transportasi publik yang ada, khususnya fitur yang melibatkan IoT
- b. Mengukur persepsi masyarakat terhadap aplikasi layanan transportasi publik yang ada.
- c. Mengukur tingkat kesiapan masyarakat dalam memanfaatkan teknologi digital (*digital readiness*)
- d. Melakukan asesmen ketersediaan infrastruktur jaringan/internet dan IoT di Kota Bogor

1.5 Ruang Lingkup

Kajian ini difokuskan pada layanan publik untuk mewujudkan ekosistem transportasi yang menjamin mudahnya mobilitas baik individu maupun publik. Ekosistem transportasi yang dimaksud meliputi aspek: dukungan fasilitas teknologi untuk transportasi publik, optimalisasi pengaturan lampu lalu lintas, tata kelola area parkir publik.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Society 5.0

2.1.1 Definisi

Society 5.0 merupakan sebuah peradaban yang merupakan perkembangan lanjut dari Society 4.0 yang lebih menekankan pada aspek informasi. Society 5.0 didefinisikan sebagai masyarakat yang menjadikan manusia sebagai pusat perhatian dan menekankan pada kesinambungan antara pembangunan ekonomi dan penyelesaian isu-isu sosial melalui integrasi antara *cyberspace* dan *physical* (Office, 2021). Aspek yang penting di era Society 5.0 adalah mengembangkan kemampuan dan meningkatkan kualitas kelompok masyarakat dalam

mengeksplorasi masalah dan menemukan solusi. Hal ini berarti pentingnya memiliki sumberdaya manusia yang mampu menciptakan nilai baru guna merealisasikan tujuan Society 5.0.

Kajian tentang perkembangan sebuah peradaban memiliki ciri pembeda pada beberapa elemen yaitu; *society, productive approach, material, transport, form of settlement, dan city ideal*. Society 5.0 dicirikan sebagai sebuah peradaban yang *super smart* dengan menggabungkan *cyberspace* dan *physical space*. Material yang digunakan pada era 5.0 khas bercirikan material 5.0 yang berbeda dengan material pada peradaban sebelumnya yang menggunakan batu, metal, plastik, atau bahan semi konduktor. Fasilitas transportasi dijalankan secara otomatis pada kota-kota yang berciri desentralisasi namun tetap menjunjung tinggi prinsip *humanity* (Hitachi-UTokyo Laboratory 2020). Secara ringkas, visi Society 5.0 dengan demikian adalah menyusun kembali kerangka dua hubungan yaitu hubungan antara teknologi dan *society* dan hubungan-hubungan individu dalam masyarakat yang telah berubah akibat pengaruh teknologi (Deguchi 2018).

2.1.2 Prinsip-prinsip

Prinsip penting yang diusung untuk mencapai Society 5.0 adalah perpaduan antara *cyberspace* dan *physical space* dan nilai-nilai untuk mengembangkan peradaban yang berfokus pada manusia. Bagaimana membangun Society 5.0? Ketika keterkaitan *cyberspace* dan *physical space* menjadi kunci penting dalam peradaban ini, maka penting untuk meninjau konsep *smart city*.

Smart city merupakan konsep yang mengusung ide bahwa teknologi kota didesain untuk memenuhi kebutuhan penduduknya melalui fasilitas sektor publik dan private. Konsep ini tidak terbatas pada inisiatif internal wilayah perkotaan melainkan harus menyertakan pembangunan regional untuk tujuan integrasi sebuah kawasan. Terdapat lima prinsip dasar dalam pengembangan *smart city*; 1) proteksi kerahasiaan, 2) menjamin keamanan dan resiliensi, 3) memastikan interoperabilitas, keterbukaan, dan transparansi, 4) menjamin keberlanjutan pada aspek operasional dan transparansi, dan 5) menjamin keadilan dan inklusivitas.

Upaya melahirkan Society 5.0 melalui penerapan konsep *smart city* bermuara pada empat prinsip: 1) *a human-centered society*, yaitu adanya tuntutan *environment* yang nyaman bagi kehidupan manusia, 2) *merging cyberspace* dengan *physical space* yang mengindikasikan koneksi antara *real world* dan sistem, 3) *a knowledge-intensive society*, yaitu sebuah masyarakat yang menyandarkan produktivitas berbasis pengetahuan guna berkembangnya inovasi, dan 4) *a data-driven society*, yaitu sebuah masyarakat dimana data (yang diperoleh dari *IoT networks*) dikonversi kedalam jaringan informasi dan *knowledge*.

Teknologi dan *society* merupakan dua hal yang tidak dapat dipisahkan dalam membangun Society 5.0. Sebuah peradaban yang berciri Society 5.0 menekankan pada penggunaan teknologi untuk mencapai keseimbangan antara kemajuan teknologi dan kebutuhan sosial. Beberapa aspek penting yang perlu digaris bawahi adalah (Sawitri, 2023):

- a. Meningkatkan kualitas hidup
- b. Memperbaiki pengambilan keputusan
- c. Meningkatkan efisiensi dan produktivitas
- d. Menciptakan ekonomi digital

Masyarakat 5.0 dituntut untuk mengoptimalkan teknologi dan inovasi sosial untuk menciptakan lingkungan yang lebih baik pada berbagai bidang perekonomian, sosial, dan budaya. Society 5.0 mengidentifikasi setidaknya tiga elemen penting dalam menghadirkan inovasi sosial yaitu; data, informasi, dan pengetahuan. Secara umum data merujuk pada fenomena *tangible* dan *intangible* pada *real world* yang direpresentasikan sebagai angka, nama,

pernyataan, atau kode. Sementara informasi merupakan data yang telah diberi makna melalui proses seleksi dan proses tertentu untuk keperluan khusus. Ketika informasi diolah secara komprehensif, dianalisis dan kemudian menjadi dasar pengambilan keputusan, maka hal tersebut dapat disebut sebagai sebuah *knowledge*/pengetahuan.

Pada konteks meningkatkan kualitas ekosistem transportasi guna mencapai kota yang *smart*, keterhubungan antara *cyberspace* dan *physical space* menjadi penting. Realitas pada *real world* yang diolah oleh sistem akan menghasilkan kumpulan informasi yang dapat diolah dan dianalisis untuk selanjutnya menjadi dasar perbaikan. Pengambilan keputusan dengan demikian memiliki justifikasi ilmiah yang dapat dipertanggungjawabkan.

2.1.3 Menuju Society 5.0.

Strategi mencapai Society 5.0 perlu dipersiapkan terutama karena pada era ini sumberdaya manusia menjadi elemen penting disamping teknologi itu sendiri. Prinsip keterhubungan *cyberspace* dan *physical space* mensyaratkan kehadiran manusia yang memiliki tingkat adaptasi tinggi terhadap perkembangan teknologi. Upaya menghadirkan kesiapan tersebut mendorong pemerintah untuk meningkatkan kesiapan generasi muda agar dapat memanfaatkan memanfaatkan teknologi digital. Terlebih karena dunia usaha telah sarat dengan sistem ekonomi digital terutama dengan dukungan layanan *e-commerce* dan *on-demand*.

Guna membangun sinergi dengan sistem ekonomi digital yang berkembang, maka generasi muda perlu dibekali dengan peningkatan literasi dan keterampilan digital. Beberapa program yang diluncurkan oleh pemerintah adalah Kartu Pra-kerja dan Program Literasi Digital Nasional Indonesia Makin Cakap Digital. Disamping itu, pemerintah juga terus mendorong generasi muda agar memiliki jiwa kewirausahaan melalui pendirian *start-up*. Hal ini berkaitan dengan upaya menciptakan ragam solusi dan inovasi digital bagi masyarakat.

Membangun Society 5.0 merupakan kerja kolektif sebuah komunitas. Namun demikian, kesiapan individu merupakan sebuah keniscayaan. Hal tersebut mendorong strategi yang dapat disiapkan, diantaranya adalah:

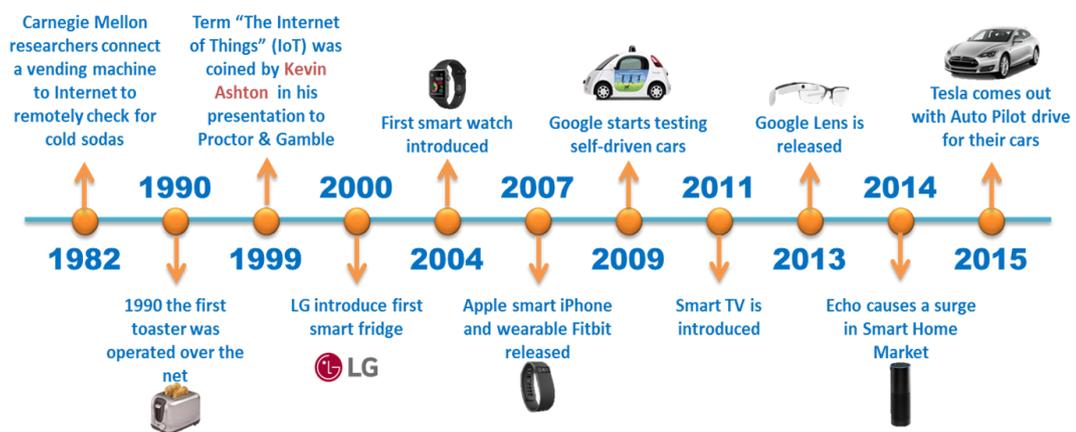
- a. **Keterampilan Digital;** Transformasi digital yang pesat menuntut kita untuk memiliki keterampilan untuk mengikuti kemajuan teknologi. Dengan kemampuan tersebut, kita dapat beradaptasi dengan dinamika lingkungan kerja dan masyarakat. Keterampilan digital ini meliputi literasi teknis, analisis data, inovasi digital, keterampilan komunikasi, keterampilan kewirausahaan, dan lain-lain.
- b. **Pemahaman Teknologi dan Inovasi;** Pemahaman teknologi dan inovasi mensyaratkan individu dengan pikiran terbuka. Tren teknologi baru harus dapat diikuti oleh setiap individu untuk membantu proses pengambilan keputusan yang lebih efektif dan efisien.
- c. **Pendidikan yang Relevan;** akses terhadap informasi dan wawasan yang luas merupakan sebuah kebutuhan utama di era Society 5.0. Persaingan di era ini tidak saja membutuhkan pendidikan formal, bahkan pendidikan nonformal pun dapat menjadi kekuatan penting dalam menambah wawasan. Berbagai kursus online, seminar, workshop, atau pelatihan bersertifikat akan sama berharganya dengan pendidikan formal.
- d. **Sikap Adaptif;** transformasi yang sedemikian cepat dengan hal-hal yang sifatnya tak terduga membutuhkan sikap adaptif. Sikap adaptif ini melibatkan cara berfikir kreatif, memecahkan masalah, hingga membangun *teamwork*.

- e. **Kesiapan Mental;** tekanan dalam perkembangan dunia menuju tatanan baru tentu akan muncul baik di lingkungan kerja maupun lingkungan sosial masyarakat. Oleh karenanya kesiapan mental menjadi hal penting terutama kemampuan dalam mengelola emosi, mengatasi stres dan menjaga kondisi fisik menjadi hal utama.

2.2 Internet of Things

2.2.1 Sejarah dan Definisi IoT

Implementasi konsep teknologi *Internet of Things* (IoT) telah dimulai sejak tahun 1982 oleh peneliti di University of Carnegie Mellon yang menghubungkan sebuah *vending machine* ke Internet untuk memantau persediaan minuman soda di dalamnya. Namun istilah “*Internet of Things*” secara eksplisit baru diperkenalkan oleh Kevin Ashton pada tahun 1999 pada presentasi di perusahaan Procter & Gamble untuk untuk menggambarkan sistem di mana Internet terhubung ke dunia fisik melalui berbagai sensor, termasuk RFID. Pada Gambar 2 ditampilkan ilustrasi yang menggambarkan perkembangan IoT.

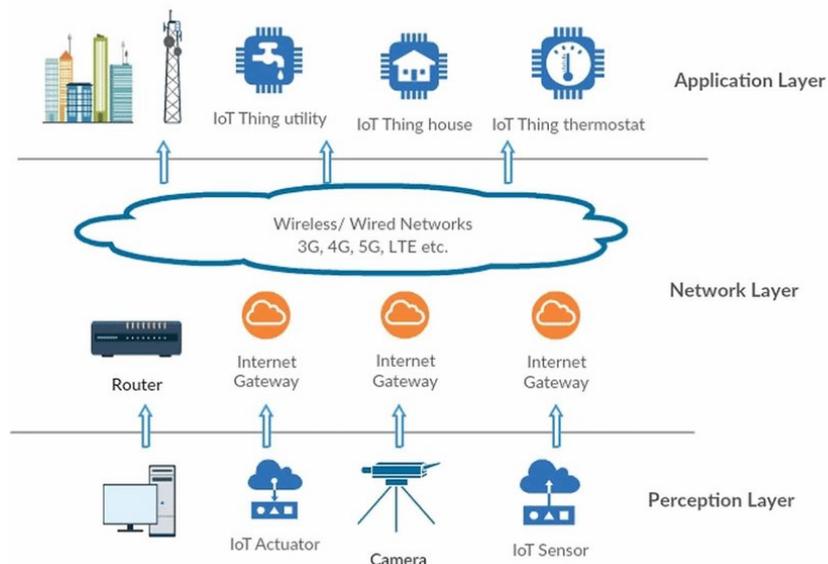


Gambar 2 Sejarah *Internet of Things* (Simply Coding 2020)

Internet of Things (IoT) adalah sebuah istilah yang memiliki cakupan kategori beragam. Istilah IoT dimunculkan pada tahun 1999 oleh Kevin Ashton, yang mendefinisikan bahwa: “*Internet of Things*”: *A system in which objects in the physical world could be connected to the Internet by sensors*”. Seiring dengan perkembangan teknologi pendukung serta ragam kebutuhan penerapannya, berbagai pihak memberikan definisi definisi IoT, tergantung sudut pandang yang digunakan. Dunia industri penyedia perangkat IoT, penyedia sarana telekomunikasi, dan pengguna teknologi IoT memiliki definisi yang berbeda, sesuai dengan pengalaman dan harapan mereka terhadap perkembangan teknologi IoT. Namun demikian, ada beberapa definisi yang dikeluarkan oleh institusi penentu standar internasional yang dapat digunakan sebagai rujukan. Dalam IEEE *Special Report on Internet of Things*, “*Internet of Things*”, yang dikeluarkan pada 2014 dinyatakan bahwa: “*Internet of Things*”: *A network of items—each embedded with sensors—which are connected to the Internet* (Minerva, et al., 2015). ISO sebagai salah satu institusi penentu standar internasional memberikan definisi IoT sebagai berikut: *The Internet of Things (IoT) refers to the interconnection of uniquely identifiable embedded computing like devices within the existing Internet infrastructure* (ISO 2014). Sementara itu, institusi penentu standar internasional untuk internet, IETF, memberikan definisi IoT yang dikaitkan dengan bagaimana komunikasi dan layanan IoT berjalan, yaitu: “*Internet of Things*”: *connect objects around us (electronic, electrical, non-electrical) to provide seamless communication and contextual services provided by them* (IETF 2010).

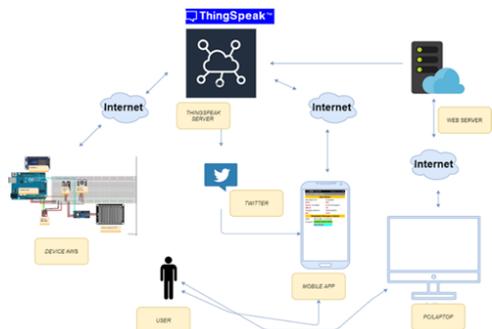
2.2.2 Arsitektur IoT

Arsitektur dasar IoT terdiri dari tiga lapisan, yaitu *perception layer*, *network layer*, dan *application layer* (Domínguez-Bolaño et al. 2022). *Perception layer* mewakili tingkat fisik objek dimana terletak berbagai jenis sensor yang berfungsi untuk menangkap perubahan fenomena pada lingkungan fisik yang dipantau. Tingkat ini mencakup objek yang mampu berinteraksi dengan dunia luar dan dilengkapi dengan kemampuan komputasi, dalam arti tertentu menjadi "cerdas" atau "pintar", di mana pintar mengacu pada aspek teknologi (teknologi pintar yang digunakan), sedangkan cerdas mengacu pada aspek fungsional (identifikasi diri, diagnosis diri, pengujian diri, dll.) dari sensor. Pada lapisan tersebut dapat juga dilengkapi dengan aktuator yang bertugas untuk memberikan respon terhadap perubahan yang ditangkap oleh sensor. Pada lapisan kedua dalam arsitektur IoT terdapat *network layer* yang berfungsi sebagai infrastruktur untuk mengirimkan data yang dihasilkan oleh *perception layer* ke server/cloud untuk pengumpulan dan pengolahan data lebih lanjut pada *layer application*. Termasuk dalam lapisan ini adalah semua teknologi dan protokol yang diperlukan dalam melakukan transfer data dari berbagai sumber data pada *perception layer* ke server/cloud. Lapisan paling atas berupa beragam aplikasi dimana pengguna memanfaatkan berbagai keuntungan dari sistem IoT. Pada Gambar 3 dapat dilihat ilustrasi dari arsitektur IoT 3-layer (Choudhary dan Kesswani 2019).

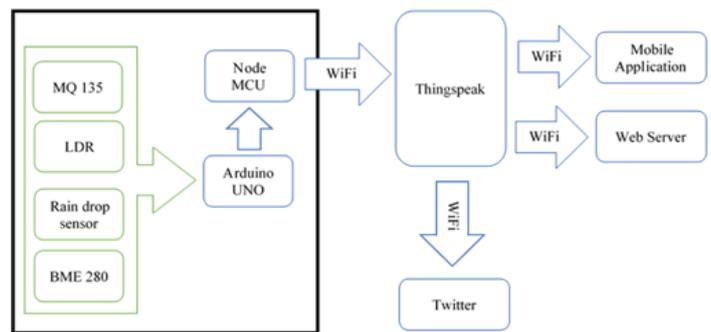


Gambar 3 Arsitektur IoT 3-layer

Contoh sebuah arsitektur sistem IoT untuk pemantauan lingkungan dapat dilihat pada Gambar 4, dimana data yang dikumpulkan oleh perangkat dikirimkan ke *cloud server* (ThingSpeak) dan selanjutnya diolah untuk berbagai keperluan seperti visualisasi dalam bentuk grafik ataupun mengirimkan notifikasi jika diperlukan. Untuk mengimplementasikan arsitektur tersebut dirancang sebuah sistem IoT yang dituangkan dalam blok diagram seperti pada Gambar 5. Pada *perception layer*, perangkat yang digunakan adalah sebuah modul yang terdiri dari berbagai sensor yang terhubung ke mikrokontroler (Arduino UNO dan NodeMCU). Tugas dari mikrokontroler adalah untuk mengumpulkan data dari berbagai sensor serta mengirimkannya ke server *cloud* (Thingspeak) melalui konektivitas WiFi.



Gambar 4 Arsitektur sistem IoT untuk pemantauan lingkungan



Gambar 5 Blok diagram arsitektur sistem IoT untuk pemantauan lingkungan (Wulandari et al. 2021)

2.2.2.1 Jenis-jenis sensor

Secara umum sensor sering diartikan sebagai perangkat yang menerima dan merespon sinyal atau stimulus. Tujuan dari sensor adalah untuk merespon input properti fisik (stimulus) dan mengubahnya menjadi sinyal listrik yang kompatibel dengan sirkuit elektronik (Fraden 2016). Pada Gambar 6 dapat dilihat berbagai jenis sensor yang dapat digunakan untuk berbagai keperluan. Sebagai contoh, sensor DHT22 adalah sensor yang umum digunakan untuk mengukur temperatur dan kelembaban udara pada suatu ruangan, sedangkan untuk sistem pemantauan polusi udara dapat digunakan sensor MICS-4514. Selain menggunakan berbagai jenis sensor yang umum dikenal, saat ini akuisisi data yang berupa citra/video juga dimungkinkan dengan menggunakan kamera. Sedangkan akuisisi data suara dapat dilakukan dengan menggunakan microphone. Sebagaimana halnya sensor pada umumnya, input data analog yang berupa citra/suara selanjutnya diubah menjadi sinyal listrik yang kemudian dikonversi menjadi data digital untuk disimpan atau ditransmisikan.

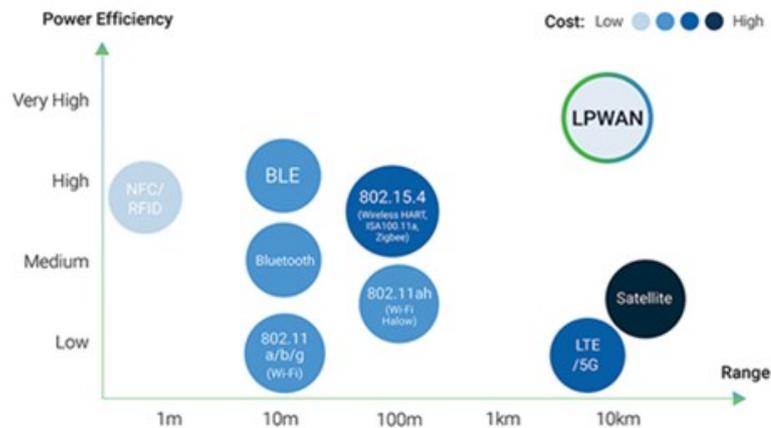
Different Types of Sensors



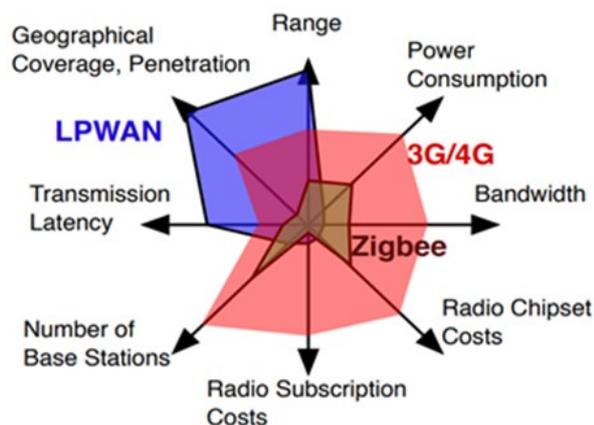
Gambar 6 Berbagai jenis sensor

2.2.2.2 Jenis-jenis konektivitas

Pada Gambar 7 dapat dilihat perbandingan antara efisiensi penggunaan sumber daya dibandingkan dengan jarak jangkauan dari berbagai teknologi komunikasi data. Salah satu kandidat teknologi yang semakin banyak diterapkan pada IoT adalah teknologi berbasis *low power wide area network* (LPWAN) yang memiliki jarak jangkauan luas dan efisiensi penggunaan sumber daya yang tinggi, dibandingkan dengan teknologi satelit misalnya. Secara lebih detail, pada Gambar 8 dapat dilihat perbandingan teknologi LPWAN dibandingkan dengan teknologi berbasis radio lainnya pada beberapa aspek. Pemetaan terhadap beberapa aspek tersebut dapat menjadi pertimbangan dalam menentukan teknologi yang akan digunakan dalam mengimplementasikan IoT. Pada gambar tersebut dapat dilihat, jika kita memerlukan pengiriman data dengan bandwidth yang besar dan jangkauan yang luas, maka pilihannya ada pada teknologi 3G/4G. Namun jika data yang kita kirimkan adalah data yang berukuran kecil, maka pilihan paling baik adalah dengan menggunakan teknologi LPWAN yang memiliki jangkauan luas dan konsumsi sumber daya lebih rendah dibandingkan 3G/4G. Konsumsi sumber daya ini menjadi salah satu isu yang penting dalam penerapan IoT, karena umumnya modul-modul sensor berada pada area yang sulit untuk dijangkau manusia.



Gambar 7 Perbandingan jarak jangkauan dibandingkan efisiensi sumber daya (Behr 2019)



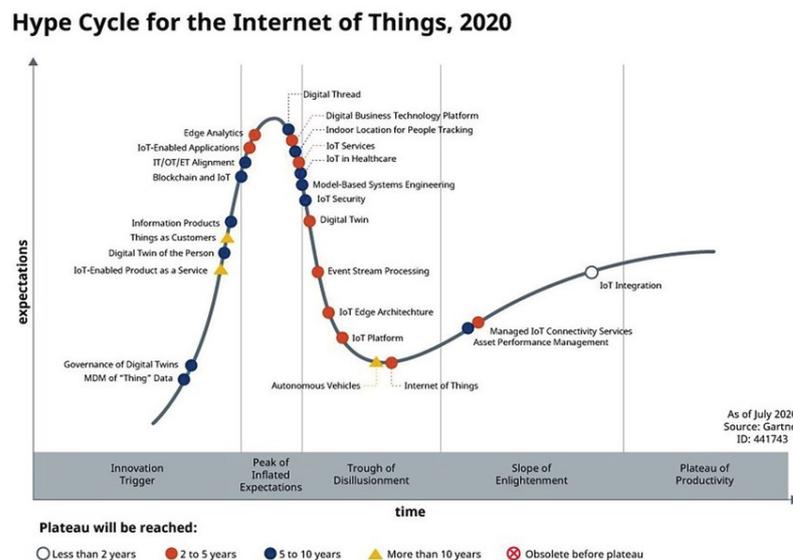
Gambar 8 Perbandingan teknologi komunikasi data pada beberapa aspek (Hernandez et al. 2017)

2.2.3 IoT berbasis *Edge/Fog*

Berbagai kebutuhan untuk dapat melakukan pemantauan, pengontrolan maupun teknologi terotomasi yang memudahkan pekerjaan manusia mendorong perkembangan pesat IoT. Karakteristik perkembangan tersebut dapat diidentifikasi sebagai berikut:

- Very large scale*: saat ini (2020) diperkirakan terdapat 50.1 milyar perangkat terhubung ke Internet (CompTIA 2015), yang memicu meningkatnya lalu lintas data di Internet dan lonjakan jumlah data yang harus ditangani (*big data*)
- Heterogeneity*: berbagai jenis *object/sensor* dapat dihubungkan ke Internet melalui berbagai media koneksi. Hal ini membawa konsekuensi semakin beragamnya jenis data yang harus ditangani dan meningkatnya kebutuhan interoperabilitas data.
- Pervasivitas*: dengan berkembangnya kebutuhan manusia, maka saat ini semakin berkembang komputasi dan teknologi komunikasi yang menyatu dengan lingkungan maupun aktivitas keseharian manusia. Untuk memenuhi hal tersebut diperlukan sebuah sistem pintar yang dapat memberikan respon sesuai konteks (*context-aware*).

Berbagai perkembangan kebutuhan tersebut menjadi tantangan bagi pengembangan IoT saat ini yang harus dapat mengurangi jumlah data yang dikirimkan ke server di *cloud*, mengurangi latensi jaringan/Internet, serta meningkatkan waktu respon, utamanya pada aplikasi jarak jauh yang bersifat *mission-critical*. Gartner (2020) menyampaikan prediksinya terkait berbagai pengembangan IoT yang akan marak pada berbagai jangka waktu. Salah satu yang diprediksikan berkembang dalam waktu 2-5 tahun adalah *IoT Edge Architecture* seperti dapat dilihat pada Gambar 9.

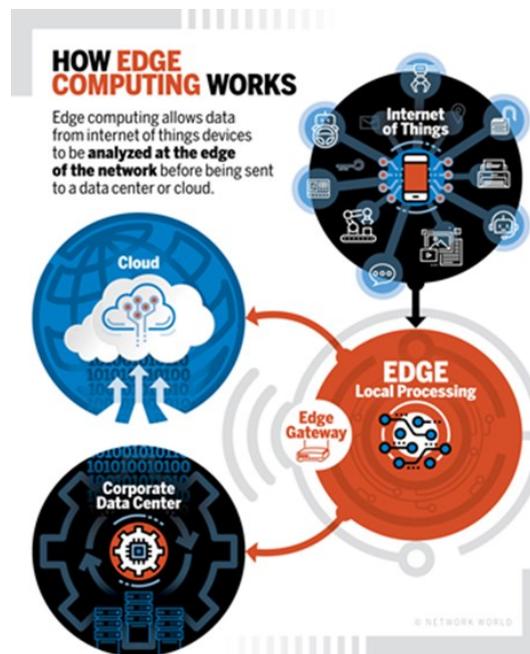


Gambar 9 Hype Cycle for The IoT (Gartner 2020)

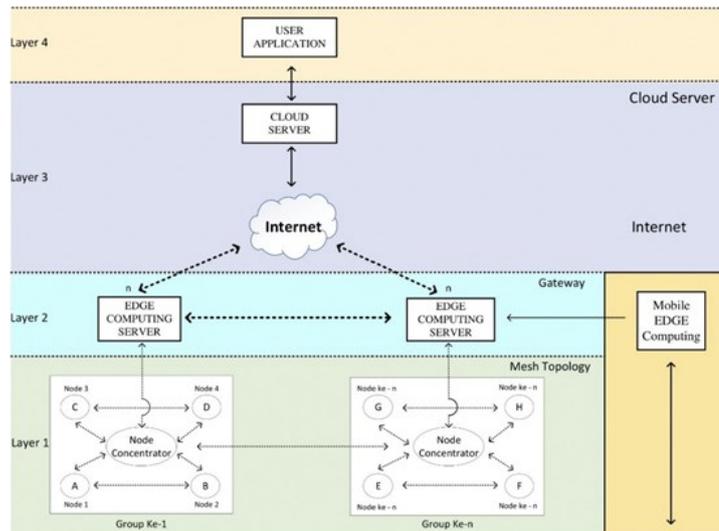
Arsitektur *edge-based* IoT adalah sebuah perkembangan dari arsitektur IoT konvensional yang berbasis *cloud* sebagaimana dibahas pada bab sebelumnya. Pada arsitektur *edge-base* IoT, beberapa pemrosesan data tingkat lanjut yang sebelumnya dilakukan di *cloud* sedapat mungkin dipindahkan pada node pemrosesan yang lebih dekat dengan sumber data (*edge*) seperti terlihat pada Gambar 10. Hal ini dimungkinkan dengan semakin meningkatnya kemampuan komputasi pada berbagai perangkat pemrosesan, baik berupa mikrokontroler maupun SBC. Salah satu contoh proses yang dapat dilakukan pada sisi *edge* adalah dengan melakukan analisis terhadap data yang diperoleh dari sensor, apakah data tersebut perlu atau tidak dikirimkan ke server di *cloud*. Sebagai contoh pada kasus sistem pemantau keamanan yang akan membangkitkan

sistem pemberi peringatan (*alert system*) jika mendeteksi pergerakan manusia yang tidak semestinya.

Contoh kasus sederhana adalah pada pemantauan kondisi lingkungan tanah pertanian melalui sensor kelembaban tanah. Data pada sistem pemantauan seperti ini termasuk dalam *delay-tolerant data*, yaitu data yang perubahannya tidak dalam periode yang singkat. Pada sistem ini, beban trafik Internet yang berasal dari sistem dapat dikurangi dengan terlebih dahulu melakukan analisis terhadap data yang diperoleh dari sensor, dan hanya mengirimkan data yang berbeda signifikan dibandingkan data sebelumnya (Gambar 11). Untuk mengatasi tantangan ini, penelitian Mulyana et al (2023) menawarkan solusi yang melibatkan pemanfaatan teknik pemindahan beban komputasi. Pendekatan ini melibatkan pengenalan karakteristik komputasi melalui aturan tertentu, menentukan apakah komputasi harus dilakukan pada lapisan perangkat IoT, lapisan komputasi tepi, atau dalam komputasi awan. Dengan menerapkan skema tiga lapis, proses pemindahan beban komputasi dapat dioptimalkan secara efektif. Keuntungan lain yang dapat diperoleh adalah penghematan sumber daya listrik, dikarenakan pengiriman data nirkabel memerlukan sumber daya listrik perangkat yang cukup besar.



Gambar 10 IoT dan *edge computing* (Gold and Shaw 2022)



Gambar 11 Distribusi pengolahan data pada arsitektur *edge*-based IoT (Mulyana et al. 2022)

Secara garis besar, keunggulan dari IoT berbasis *edge* dapat dirangkumkan sebagai berikut:

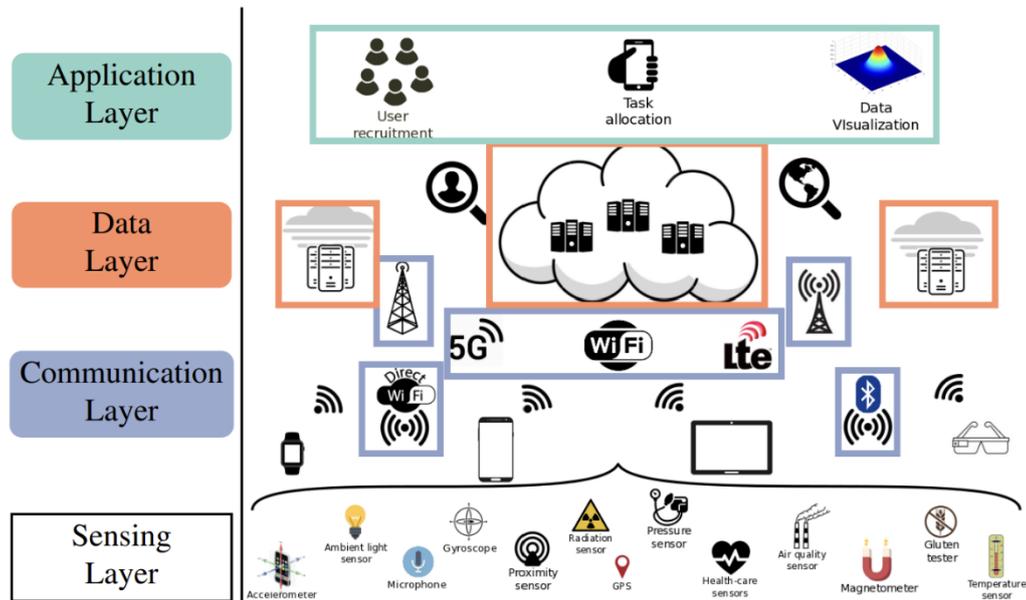
- Low latency processing*: waktu yang dibutuhkan untuk memproses data masukan yang berasal dari sensor dan menghasilkan keputusan dapat lebih cepat dikarenakan analisis data dilakukan pada sisi *edge* yang lebih dekat dengan sumber data.
- Longer battery life cycle of IoT devices*: dengan mengurangi koneksi ke server melalui Internet maka penggunaan sumber daya energi/baterai dapat lebih hemat. Hal ini dikarenakan kebutuhan energi perangkat komunikasi data jauh lebih besar dibandingkan kebutuhannya untuk perangkat komputasi.
- Bandwidth efficiency*: dengan memindahkan sebagian komputasi ke sisi *edge* maka penggunaan bandwidth menjadi lebih efisien karena tidak seluruh data harus dikirimkan ke server di *cloud*. Untuk itu, pada sisi *edge* diperlukan manajemen kualitas data yang berfungsi melakukan penyaringan data sebelum dikirimkan ke server di *cloud* dan menentukan prioritas pengiriman data.
- Scalability*: karena sifat pemrosesannya yang terdistribusi, maka memudahkan untuk melakukan peningkatan skala (*scale-up*) dari sistem jika diperlukan pada pengembangan selanjutnya.
- Minimize the unstable connectivity risk (resilient)*: dengan berkurangnya ketergantungan terhadap koneksi Internet, arsitektur IoT berbasis *edge* ini sangat sesuai diterapkan di daerah rural yang umumnya memiliki keterbatasan konektivitas Internet.

2.2.4 Metode Akuisisi Data

Ada beberapa metode yang dapat dilakukan dalam pengumpulan data yang dibutuhkan sebagai masukan dari sistem berbasis IoT yaitu menggunakan sensor yang sengaja dipasang untuk pengumpulan data, melalui *crowdsourcing* dan *crowdsensing*. Penggunaan sensor untuk pengumpulan data seperti telah dibahas pada Sub-bab 2.2.2.1.

Pengumpulan data melalui *crowdsensing* pada dasarnya juga menggunakan sensor. Namun, sensor tersebut tidak dipasang langsung oleh pihak pengumpul data, melainkan menggunakan sensor yang terpasang pada perangkat yang digunakan oleh masyarakat. *Crowdsensing*, yang juga dikenal sebagai *participatory sensing*, adalah praktik pengumpulan dan analisis data dari sejumlah besar individu menggunakan perangkat seluler mereka. Perangkat ini, seperti telepon

pintar, perangkat yang dapat dikenakan (*wearable devices*), dan sensor IoT lainnya, menangkap data tentang lingkungan dan aktivitas pengguna. Data ini kemudian dikumpulkan dan dianalisis untuk mengekstrak informasi yang bermakna untuk berbagai aplikasi, termasuk pemantauan lingkungan, perencanaan kota, kesehatan masyarakat, dan transportasi (Capponi et al. 2019). Akuisisi data menggunakan metode *crowdsensing* dapat dipetakan ke dalam sistem IoT seperti dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12 Arsitektur sistem *mobile crowdsensing system* (MCS systems).

Berdasarkan karakteristik yang diuraikan di atas, *crowdsensing* memiliki berbagai keuntungan yaitu:

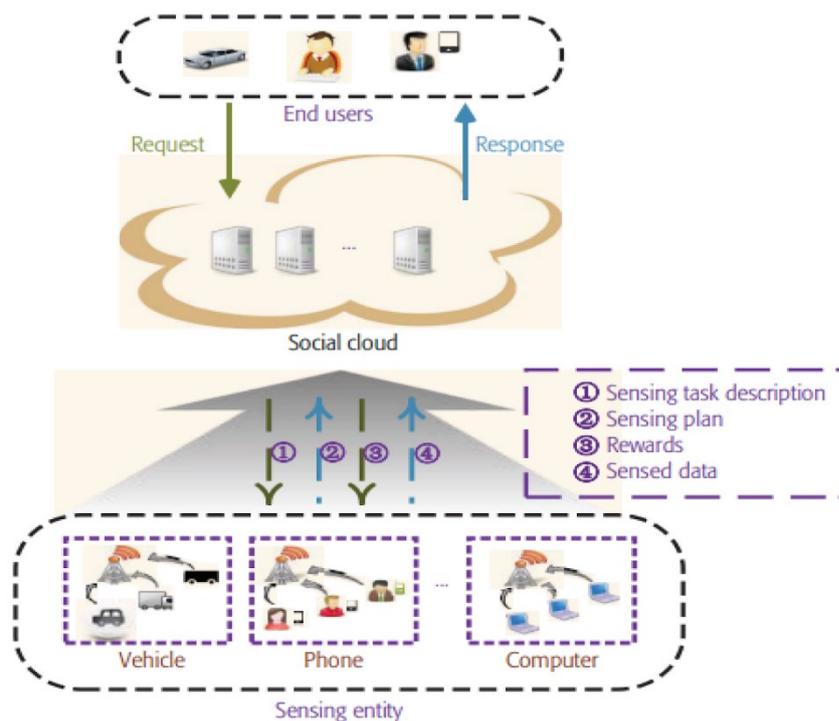
- Skalabilitas: dengan memanfaatkan sejumlah besar perangkat seluler yang tersedia, memungkinkan pengumpulan data skala besar tanpa biaya infrastruktur yang signifikan.
- Pengumpulan data secara waktu nyata (*real-time*): memberikan informasi terkini yang dapat digunakan untuk pemantauan dan pengambilan keputusan secara waktu nyata.
- Hemat biaya: mengurangi kebutuhan akan sensor dan infrastruktur khusus yang mahal, karena memanfaatkan perangkat seluler yang ada.
- Sumber data yang beragam: karena data berasal dari berbagai sumber data dan lokasi, hal ini dapat menyediakan kumpulan data yang kaya dan beragam.
- Keterlibatan masyarakat: mendorong partisipasi dan keterlibatan masyarakat dalam pengumpulan data dan pemecahan masalah.

Meskipun memiliki berbagai keuntungan, penerapan *crowdsensing* memiliki berbagai tantangan yaitu:

- Permasalahan privasi: perlindungan privasi partisipan sangatlah penting, karena data yang dikumpulkan bisa jadi sensitif. Teknik perlindungan privasi yang efektif diperlukan untuk memastikan kepercayaan partisipan.
- Reliabilitas dan kualitas data: dikarenakan data berasal dari berbagai lingkungan yang tidak terkontrol sepenuhnya, maka perlu memastikan keakuratan dan keandalan data yang dikumpulkan.
- Insentif partisipan: memotivasi individu untuk berpartisipasi secara konsisten dan akurat dalam kegiatan *crowdsensing* memerlukan mekanisme insentif yang efektif.

- d. Manajemen data: besarnya jumlah data yang dihasilkan oleh sistem *crowdsensing*, memerlukan penanganan dan manajemen data yang kuat, termasuk penyimpanan, pemrosesan, dan analisis.
- e. Resiko keamanan: untuk menjaga integritas dan kerahasiaan data sangat penting untuk melindungi sistem dari ancaman keamanan, seperti pelanggaran data dan serangan jahat.

Metode pengumpulan data yang ketiga adalah *crowdsourcing*. Terminologi *crowdsourcing* dimunculkan pertama kali oleh Howe (2006), yaitu tindakan perusahaan atau institusi yang mengambil fungsi yang sebelumnya dilakukan oleh karyawan dan melakukan *outsourcing* ke jaringan masyarakat yang tidak ditentukan (dan umumnya besar) dalam bentuk panggilan terbuka. Upaya kolektif ini, biasanya melalui internet, memanfaatkan pengetahuan, keterampilan, dan kreativitas dari berbagai kelompok untuk mengatasi masalah, menghasilkan solusi, atau menyelesaikan tugas yang biasanya ditangani oleh individu atau organisasi yang memiliki keahlian khusus (Franzoni et al. 2022). *Crowdsourcing* dapat diterapkan dalam berbagai domain, termasuk bisnis, penelitian, layanan publik, dan industri kreatif. *Crowdsourcing* dapat memanfaatkan teknologi yang ada, misalkan melalui platform online atau media sosial.



Gambar 13 Arsitektur *crowdsensing*

2.3 Integrasi data spasial ke dalam IoT

2.3.1 Pengertian data spasial dan jenisnya

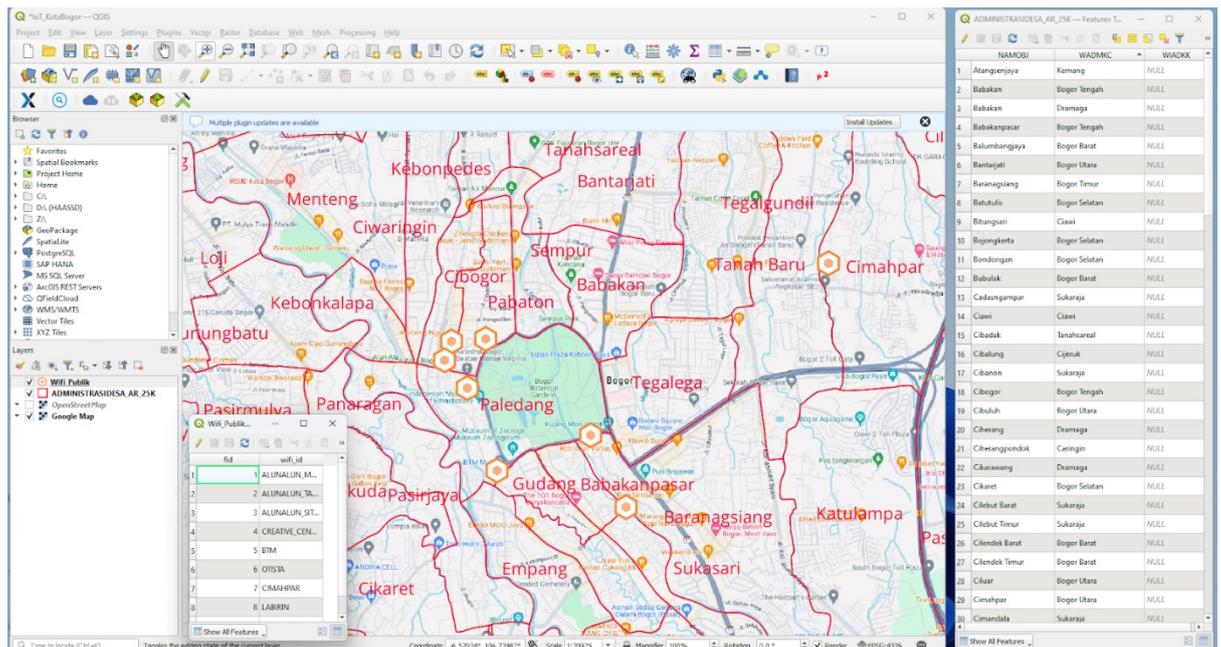
Data geografi terkait kenampakan permukaan bumi Informasi geografis mengandung unsur berikut

- a. Posisi geografis: kota Bogor terletak di $106^{\circ}43'30''\text{BT}$ – $106^{\circ}51'00''\text{BT}$ dan $30'30''\text{LS}$ – $6^{\circ}41'00''\text{LS}$
- b. Atribut: Ketinggian kota Bogor sekitar 190 meter di atas permukaan laut

- c. Hubungan keruangan: kota Bogor berada 60kilometer (aspek jarak) di sebelah selatan (aspek arah) Jakarta dan dikelilingi oleh Kabupaten Bogor (aspek topologi)
- Sebelah Utara berbatasan dengan Kec. Kemang, Bojonggede, dan Kec. Sukaraja Kabupaten Bogor;
 - Sebelah Timur berbatasan dengan Kec. Sukaraja dan Kec. Ciawi, Kabupaten Bogor.
 - Sebelah Barat berbatasan dengan Kec. Darmaga dan Kec. Ciomas, Kabupaten Bogor.
 - Sebelah Selatan berbatasan dengan Kec. Cijeruk dan Kec. Caringin, Kabupaten Bogor.
- d. Waktu: Pada tahun 2021, jumlah penduduk kota Bogor sekitar 1 juta jiwa

Gambar 14 memperlihatkan data geografis terdiri dari data spasial dan data non-spasial (atribut)

- a. Data spasial merepresentasikan informasi posisi geografis yang dapat berupa titik (0D), garis (1D), poligon (2D) atau permukaan (3D)
- b. Data non-spasial merupakan uraian/deskripsi atau atribut dari data spasialnya, bisa berupa anotasi, tabel, hasil pengukuran, kategori objek, penjelasan hasil analisis, prediksi dan lain-lain.

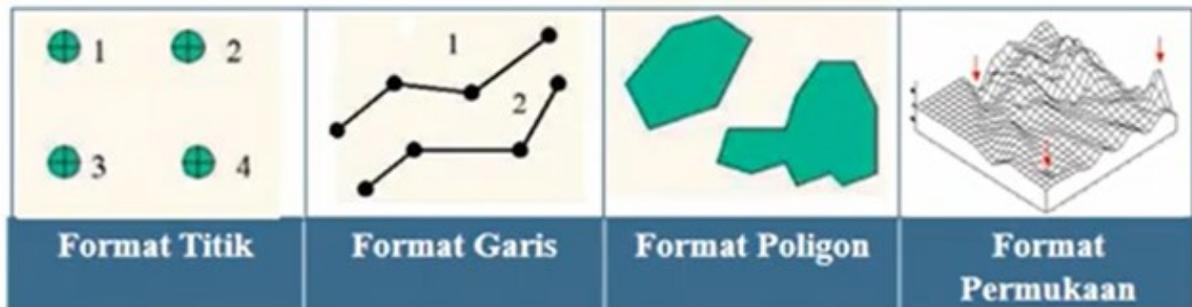


Gambar 14 Ilustrasi Data Geografis: poligon batas administrasi kelurahan di Kota Bogor dan titik lokasi wifi

Gambar 15 memperlihatkan beberapa bentuk data spasial:

- a. Titik (Point 0D): koordinat tunggal, tanpa panjang, tanpa luas. Contoh: lokasi kecelakaan, letak pohon.
- b. Garis (Line 1D): terdiri dari koordinat titik awal dan titik akhir, memiliki panjang, tanpa luas. Contoh: Jalan, sungai
- c. Poligon (Polygon 2D): koordinat titik awal dan titik akhir sama, memiliki panjang/perimeter/keliling dan luas. Contoh: tanah persil, bangunan

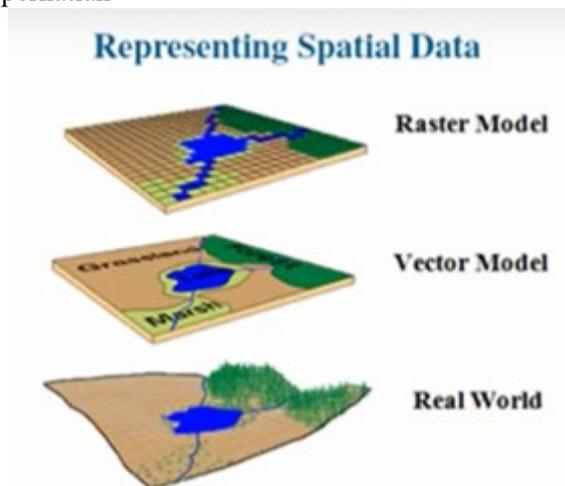
- d. Permukaan (Surface 3D): Area dengan koordinat vertikal, merekam aspek ketinggian. Contoh: peta kemiringan tanah (*slope*), bangunan bertingkat.



Gambar 15 Format Data Spasial

Kenyataan di permukaan bumi dapat dimodelkan sebagai raster atau vektor (Gambar 16). Kedua model tersebut saling melengkapi.

- Model Vektor: merupakan model berbasis obyek, dimana obyek disimpan dengan sesuai dengan cakupannya (*spatial extent*).
- Model Raster: merupakan model berbasis ruang, dimana ruang dianggap sebagai hal kontinue, untuk setiap titik dalam ruang diasosiasikan dengan nilai yang fenomena yang menjadi perhatian



Gambar 16 Model data raster dan vektor

2.3.2 Data spasial dalam pengelolaan kota

Seiring dengan meningkatkan jumlah penduduk di perkotaan maka penting untuk menjaga keselarasan antar aspek spasial (ruang), sosial, ekonomi dan lingkungan (Gruen 2013). Gruen (2013) menyatakan bahwa suatu kota dapat disebut “*smart*” jika investasi pada modal manusia dan sosial (*human and social capital*) serta infrastruktur tradisional (transportasi) dan modern (teknologi informasi dan komunikasi) dapat mendorong pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan dan juga peningkatan kualitas hidup warga kota dengan pengelolaan sumber daya alam yang bijak melalui peran serta masyarakat (*participatory governance*).

Salah satu kunci dalam *smart-city* menurut Gruen (2013) adalah *spatial intelligence*, yaitu sebuah rangkaian kegiatan untuk mendapatkan data yang memiliki keterangan lokasi/ruang dan mengolahnya menjadi informasi spasial yang dapat digunakan untuk peringatan seketika (*real-*

time alert), peramalan (*forecasting*), pembelajaran (*learning*), penalaran kolektif (*collective intelligence*) dan penyelesaian masalah terdistribusi (*distributed problem solving*).

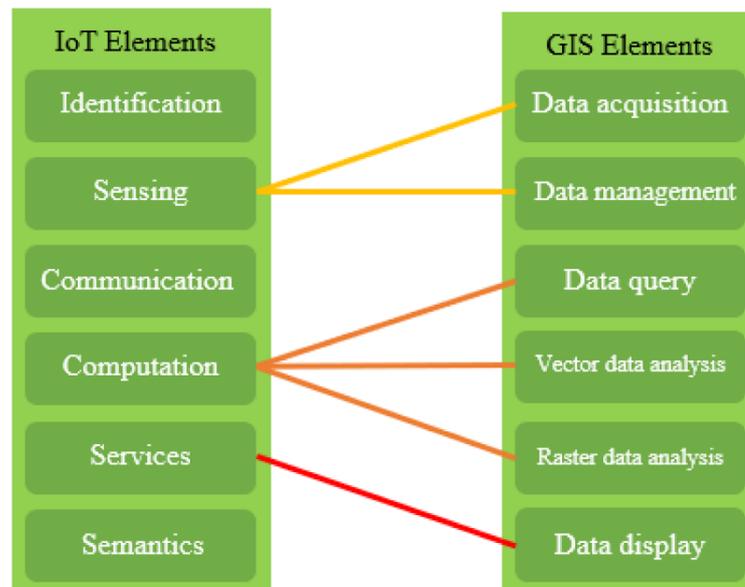
2.3.3 Informasi spasial dan IoT

Tabel 1 memuat peran GIS, IoT dan manfaat dari integrasi keduanya, serta elemen yang terlibat diperlihatkan pada Gambar 17. Dapat dilihat bahwa perpaduan IoT dan GIS di bidang transportasi memungkinkan visualisasi dan meningkatkan kesadaran terhadap situasi yang sedang berlangsung. Contoh integrasi IoT dalam layanan transportasi akan dijelaskan lebih rinci pada bagian selanjutnya.

Tabel 1 Peran GIS dan IoT

Table 2. A summary of the role of GIS, IoT, and IoT-GIS in different domains.

Application	The Role of GIS	The Role of IoT	Advantages of IoT-GIS Integration
Urban Infrastructure	<ul style="list-style-type: none"> In phases of Planning, designing, constructing, and operating of development of an infrastructure 	<ul style="list-style-type: none"> Sensing providing network services energy-related optimization 	<ul style="list-style-type: none"> A catalyst and supplement in efficient managing systems
Transportation	<ul style="list-style-type: none"> Planning, design, maintenance, and decision-making Map view, navigational view, and behavioral view 	<ul style="list-style-type: none"> Sensor system Monitoring systems 	<ul style="list-style-type: none"> Visualization Enhancement situational awareness
Disaster Management	<ul style="list-style-type: none"> Digital maps Mapping Simulation tool 	<ul style="list-style-type: none"> (Real-time) information Collection 	<ul style="list-style-type: none"> Enhancement of management system
Environmental Monitoring	<ul style="list-style-type: none"> Data management Visualization 	<ul style="list-style-type: none"> Data collection Real-time monitoring 	<ul style="list-style-type: none"> Enhancement of management and decision making
Agriculture	<ul style="list-style-type: none"> Minimizing soil erosion Preserving biodiversity Simulating the effects of climate change 	<ul style="list-style-type: none"> Measuring agricultural factors Image sensing for monitoring changes 	<ul style="list-style-type: none"> Improving the defects of mere geospatial analysis
Utilities	<ul style="list-style-type: none"> Optimizing municipal system Vehicle routing and scheduling Help decision makers in analyzing and simulating different scenarios Providing modelling framework Mapping Digital maps 	<ul style="list-style-type: none"> Real-time managing and monitoring-remote management Cost efficiency potential 	<ul style="list-style-type: none"> Faster decision making in managing and controlling utility systems
Healthcare	<ul style="list-style-type: none"> Analyzing spatial distribution of diseases Planning location-based services Enhancing accessibility of services Cartographic operations 	<ul style="list-style-type: none"> Monitor physiological statuses of patients remotely Evaluation of medical equipment 	<ul style="list-style-type: none"> Visualization Enhancement of monitoring systems



Gambar 17 Integrasi IoT dengan GIS

2.4 Contoh Integrasi IoT dalam layanan Transportasi

Berbagai penelitian telah dilakukan dalam rangka integrasi teknologi IoT dalam layanan transportasi, di antaranya di bidang:

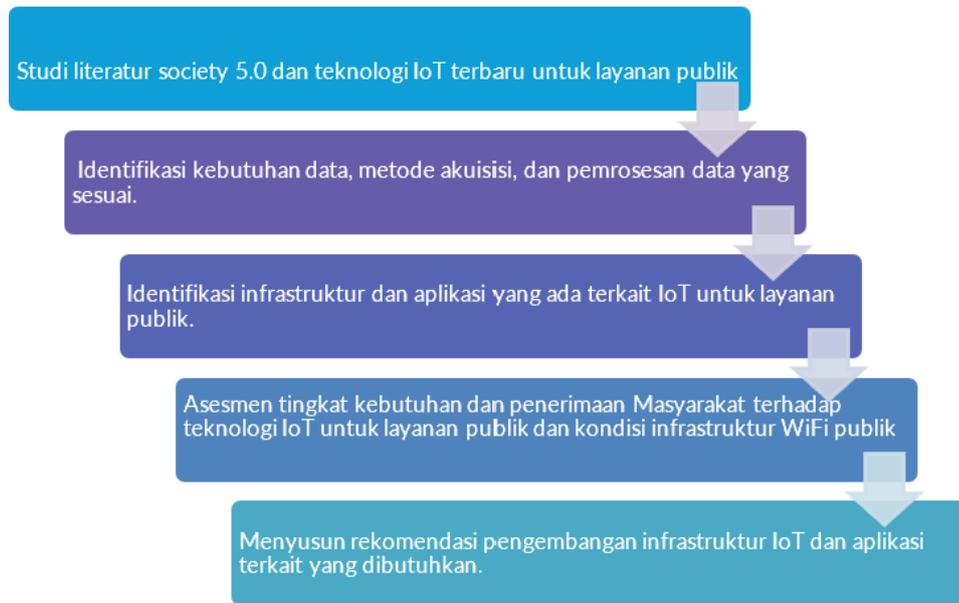
- a. **Traffic Management:** Penelitian dari Genitha et al. (2023) mengembangkan sistem kontrol lalu lintas adaptif yang dapat menyesuaikan sinyal lalu lintas berdasarkan data lalu lintas waktu nyata untuk mengurangi kemacetan. Kamera yang diletakkan di persimpangan digunakan menangkap gambar kendaraan dan selanjutnya diproses menggunakan algoritma YoLo untuk mendeteksi dan memprediksi kepadatan lalu lintas.
- b. **Smart Parking System:** sistem pengelolaan parkir berbasis IoT dapat memberikan informasi waktu nyata terkait ruang parkir yang dapat digunakan sehingga mengurangi waktu yang dihabiskan oleh pengendara untuk menemukan ruang parkir serta mengurangi dampak kemacetan. Penelitian Ali et al. (2020) mengembangkan sistem pendukung keputusan berbasis IoT yang dapat memprediksi ketersediaan tempat parkir secara real time. Sistem ini bertujuan untuk membantu pengemudi menemukan tempat parkir yang tersedia secara efisien, sehingga mengurangi waktu yang dihabiskan untuk mencari tempat parkir dan mengurangi kemacetan lalu lintas. Algoritma yang digunakan adalah Model LSTM yang memproses data yang dikumpulkan dari berbagai sensor parkir yang disebar di beberapa lokasi. Penelitian Rafique et al (2023) mengusulkan sistem manajemen parkir cerdas yang menggunakan *deep learning* YOLOv5 untuk deteksi kendaraan berdasarkan rekam kamera pada lokasi parkir.
- c. **Intelligent Public Transportation System:** Penelitian Luo et al. (2019) menyajikan pendekatan komprehensif untuk mengintegrasikan IoT ke dalam transportasi umum. Kerangka kerja ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan koordinasi sistem transportasi umum pada berbagai moda transportasi. Salah satu poin penting dalam penelitian ini adalah metode prediksi arus transportasi berdasarkan penambangan pola periodik diusulkan untuk analisis arus jalan dan analisis arus penumpang. Sistem transportasi cerdas yang diusulkan berdasarkan IoT dapat membantu para pengambil keputusan untuk meningkatkan tingkat pemanfaatan sumber daya transportasi, meningkatkan efisiensi penjadwalan, dan mengurangi waktu perjalanan penumpang.
- d. **Crowd counting:** Informasi terkait jumlah orang yang berkerumun pada suatu area sangat bermanfaat untuk memprediksi jumlah calon pengguna transportasi publik pada suatu area tunggu (halte). *Paper* Shehzad et al (2019) menyajikan sistem pelacakan untuk penghitungan kerumunan dan deteksi kejadian normal/abnormal di lingkungan pengawasan dalam/luar ruangan. Sistem yang diusulkan terdiri dari empat modul: deteksi orang, ekstraksi pola kepala-badan, pelacakan, dan analisis kelompok kerumunan. Pelacakan setiap individu dilakukan dengan menggunakan teknik filter Kalman dengan kesamaan Jaccard dan korelasi silang yang dinormalisasi (Bhangale et al. 2020). Dengan pertimbangan efisiensi kebutuhan sumberdaya komputasi, penelitian Khan et al. (2023) mengembangkan LCDnet yang berbasis CNN dengan keunggulan penggunaan sumberdaya memori yang rendah dengan waktu inferensi model yang cepat sehingga dapat diterapkan untuk perangkat komputasi pada layer *edge*.
- e. **Real-Time Tracking:** Metode pelacakan objek ini sudah umum dilakukan dengan menyematkan *global positioning system* (GPS) pada objek yang dilacak. Pada kota-kota besar, selain disematkan pada transportasi publik seperti bis, perangkat GPS juga disematkan pada sepeda sewa.

- f. **Smart Ticketing:** Saat ini sistem pembayaran tanpa menggunakan uang fisik sudah jamak diterapkan di berbagai transaksi, termasuk pembayaran tiket penumpang transportasi publik. Sistem yang umum diterapkan adalah dengan menggunakan kartu bayar elektronik (*e-money*) yang akan dibaca oleh sistem (*reader*) pada saat penumpang naik/turun kendaraan. Cara lainnya adalah dengan melakukan pembelian tiket melalui sistem daring, dan selanjutnya penumpang akan mendapatkan *QRCode* yang dapat ditunjukkan pada saat akan menaiki kendaraan (Anuradha et al. 2018). Sistem ini menyederhanakan proses pembayaran ataupun pembelian tiket dan mengurangi waktu tunggu. Sistem pembayarannya dapat menggunakan sistem *e-wallet* yang telah umum digunakan saat ini, sehingga penumpang dapat menikmati keuntungan lainnya seperti *cashback*, promosi, dll (Anwar et al. 2020). Sistem pembayaran digital juga dapat digunakan untuk melakukan analisis kebutuhan terhadap transportasi publik, dan mengeksplorasi dinamika penumpang dalam waktu dan ruang. Dengan menggunakan data perjalanan komuter individual dari tiket yang dibeli atau dibayarkan, pola permintaan sepanjang jam dalam sehari, hari dalam seminggu, dan stasiun bus dianalisis (McSharry dan Paul 2021).

Namun demikian sistem ini masih memerlukan pertimbangan matang jika akan diterapkan secara penuh. Penelitian Golub et al (2022) di Provinsi Oregon USA menemukan bahwa sejumlah besar penumpang (~30%) saat ini menggunakan uang tunai di dalam bus. Kendala yang mereka temui adalah karena keterbatasan kepemilikan rekening bank, akses ke telepon pintar atau internet, dan sangat mengandalkan akses Internet melalui WiFi publik.

BAB III. METODE PENELITIAN

Secara garis besar tahapan penelitian yang diterapkan dalam kajian ini seperti tercantum dalam Gambar 18. Tahapan studi literatur dilakukan dengan mempelajari berbagai literatur yang berasal dari jurnal bereputasi, prosiding konferensi internasional, dan dokumen pemerintah terkait kajian. Tujuannya adalah untuk memperoleh pemahaman yang komprehensif terkait masyarakat madani (Society 5.0) dan dukungan teknologi IoT terkini dalam membantu mewujudkannya.



Gambar 18 Tahapan penelitian kajian IoT untuk layanan publik mobilitas

Tahapan ke-dua sampai ke-lima adalah tahapan yang saling terkait yaitu menentukan kebutuhan data serta cara akuisisi datanya, berdasarkan hasil analisis terhadap kondisi saat ini pemanfaatan IoT untuk layanan publik, khususnya ekosistem transportasi di Kota Bogor. Metode pengumpulan data dilakukan melalui studi literatur dan informasi dari *stakeholder* terkait seperti Dinas Perhubungan dan Dinas Komunikasi dan Informatika Kota Bogor, maupun pengumpulan data secara langsung. Pengumpulan data secara langsung meliputi dua kegiatan pengumpulan data, yaitu pengumpulan data terkait **infrastruktur** WiFi publik dan pengumpulan data dengan melibatkan **masyarakat**. Secara rinci, tahapan analisis data, jenis dan sumber data, instrumen pengumpulan data, serta luaran hasil analisis dipaparkan dalam Tabel 2.

Tabel 2 Tahapan analisis data, jenis dan sumber, instrumen dan luaran penelitian

Tujuan Kegiatan	Jenis dan Sumber data	Instrumen Penelitian	Luaran Penelitian
Menganalisis kebijakan-kebijakan terkait pelayanan publik bidang transportasi di Kota Bogor	Sekunder: Peraturan, Kebijakan, Laporan kegiatan	Analisis kebijakan Analisis laporan	<ul style="list-style-type: none"> • Identifikasi aplikasi ekosistem transportasi • Identifikasi IoT dalam ekosistem transportasi
Menganalisis kondisi pelayanan	Sekunder (laporan tahunan dinas terkait-dishub, polantas)	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Content analysis media.</i> • Isu yang muncul terkait: kondisi pelayanan 	Gambaran umum sistem pelayanan transportasi kota

transportasi di Kota Bogor	Primer (wawancara mendalam dan FGD di tingkat SKPD)	<ul style="list-style-type: none"> Laporan pengaduan layanan transportasi 	
Menganalisis permasalahan utama bidang transportasi di Kota Bogor dan potensi pemecahannya	Sekunder (berita media, laporan masyarakat melalui sosial media) Primer (Wawancara mendalam dan FGD → tokoh, warga)	<ul style="list-style-type: none"> <i>Content analysis media</i> (pengaduan dan usulan perbaikan) Panduan pertanyaan 	<ul style="list-style-type: none"> Gambaran permasalahan ekosistem transportasi Identifikasi solusi yang telah dilakukan
Menganalisis persepsi masyarakat terhadap peran pemerintah dalam penyediaan IoT dan tingkat urgensi IoT bagi masyarakat	Primer (wawancara terstruktur dan wawancara mendalam)	<ul style="list-style-type: none"> Panduan pertanyaan Kuesioner dengan menggunakan IoT-PVM model Responden berdasarkan cluster (area macet, area pinggiran kota, area padat penduduk, area usaha) 	<ul style="list-style-type: none"> Menangkap persepsi masyarakat dari aspek pemerintah dan komunitas Menangkap niat masyarakat dalam menggunakan IoT Gambaran persepsi aspek “prediksi” kehadiran IoT
Menganalisis kondisi masyarakat terkait adaptasi (kesiapan) terhadap IoT	Primer (wawancara terstruktur dan wawancara mendalam)	<ul style="list-style-type: none"> Panduan pertanyaan Kuesioner dengan menggunakan IoT-PVM model 	Kesiapan dalam penggunaan IoT dalam ekosistem transportasi

Membangun masyarakat dengan ekosistem digital tidak semata-mata bersandar pada ketersediaan teknologi melainkan penerimaan komunitas. Guna menangkap aspek penerimaan di masyarakat, maka sumber informasi primer berbasis persepsi komunitas pengguna menjadi krusial. Penelitian ini mengaplikasikan IoT-PVM model yang merupakan instrumen penting untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang penting dalam mengukur persepsi warga. Melalui persepsi tersebut maka penerimaan warga terhadap teknologi berbasis IoT dapat dipotret secara tepat. Model tersebut pada dasarnya menekankan pada gambaran tiga variabel di tingkat tapak yang meliputi; **persepsi masyarakat terhadap ekosistem transportasi, tingkat urgensi penggunaan IoT pada ekosistem transportasi, dan tingkat kesiapan dalam beradaptasi dengan teknologi baru yang akan dikembangkan.**

Niat/kesiapan/penerimaan warga terhadap penerapan IoT merefleksikan keyakinan mereka bahwa IoT memberi kontribusi besar untuk meningkatkan kualitas layanan publik. Hal tersebut dibangun oleh persepsi positif atas layanan-layanan berbasis IoT. Seseorang akan memiliki persepsi kuat apabila dia meyakini bahwa IoT memberi manfaat sekaligus aman dipergunakan. Hal tersebut akan mendorong seseorang menaruh perhatian lebih dan menjadi seseorang dengan loyalitas tinggi dalam penggunaannya.

Bangunan persepsi seseorang terhadap IoT melibatkan dua variabel penting yaitu:

- a. **Public trust** adalah kepercayaan publik bahwa pemerintah memiliki motif positif dalam memberikan layanan digital. Tiga hal yang perlu dilihat dalam mengukur *public trust* ini adalah; tingkat keyakinan individu terhadap pelayanan publik berbasis IoT, keamanan data pribadi pengguna saat mengakses layanan, dan tingkat kepercayaan bahwa pemerintah memang dapat dipercaya.

- b. **Digital society affinity** adalah keyakinan terhadap tingkat pentingnya sekelompok warga dalam membangun *digital society*. Keyakinan ini dibangun oleh tiga variabel, yaitu; pengaruh sosial terhadap penggunaan IoT, partisipasi warga dalam membangun ekosistem digital, dan ketersediaan fasilitas yang mendukung layanan.

Pendekatan IoT-PVM akan menjadi instrumen utama dalam menangkap variabel pembentuk keyakinan warga terhadap penggunaan IoT dalam ekosistem transportasi. Variabel beserta aspek yang perlu didalami tersebut secara rinci dipaparkan dalam Tabel 3.

Tabel 3 Variabel dan aspek yang akan ditanyakan pada setiap variabel

Variabel	Aspek yang ditanyakan
Kepercayaan Publik	
<i>Performance expectancy</i> atas layanan IoT <i>smart government</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Motif pemerintah membuat IoT. • Tingkat kepercayaan warga pada manfaat IoT • Penerimaan warga akan layanan IoT
Kerahasiaan informasi atas penggunaan layanan IoT <i>smart government</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Kemampuan warga mengontrol informasi soal internet. • Kesiediaan mengunggah informasi pribadi (nama, alamat, pekerjaan) dsb ketika membuat akun, menggunakan layanan, dsb (misal: ketika ditanya alamat email ketika akan mengakses jaringan internet KAI)
Kepercayaan pada kemampuan pemerintah dalam menangani <i>smart government IoT service</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Membangun kepercayaan bahwa pemerintah dapat dipercaya. • Kepercayaan kepada agen penyedia jasa internet
Digital Society Affinity	Persepsi terhadap urgensi membangun masyarakat digital
Pengaruh sosial	<ul style="list-style-type: none"> • Pihak yang mempengaruhi penggunaan IoT • Kebutuhan yang mendorong kebutuhan IoT
Pemberdayaan warga	<ul style="list-style-type: none"> • Kapasitas individu untuk mendukung penggunaan IoT • Kapasitas sosial untuk mendukung penggunaan IoT
<i>Facilitating conditions</i>	Dukungan fasilitas untuk menggunakan IoT (kuantitas sebaran dan kualitas jaringan)
Persepsi atas <i>smart government IoT service</i>	Persepsi warga terhadap fasilitas layanan internet dan IoT
<i>Citizens' IoT usage intentions</i>	Niat dalam menggunakan fasilitas transportasi berbasis digital/IoT
Readiness	Kesiapan dalam menggunakan internet dan IoT

Persepsi dan kesiapan pengguna akan dihitung dengan menggunakan standar deviasi. Setiap pertanyaan memiliki nilai tertentu dan kemudian dikategorisasikan kedalam tiga interval persepsi dan kesiapan yaitu rendah, sedang, dan tinggi. Kategori tersebut mengikuti rumus sebagai berikut:

1. Rendah : $X < \bar{X} - \frac{1}{2} Sd$
2. Sedang: $\bar{X} - \frac{1}{2} Sd \leq X \leq \bar{X} + \frac{1}{2} Sd$
3. Tinggi: $X > \bar{X} + \frac{1}{2} Sd$

Penelitian ini akan melibatkan dua kategori responden yaitu; 1) warga luar Kota Bogor yang melakukan kunjungan wisata atau perjalanan bisnis. Responden ini akan dibedakan kedalam tiga kategori; pengguna kendaraan pribadi motor, pengguna kendaraan pribadi mobil, dan pengguna kendaraan umum. 2) warga lokal Bogor yang berinteraksi secara langsung dengan ekosistem transportasi di Bogor. Rincian jumlah responden pada setiap kategori dapat dilihat di Tabel 4:

Tabel 4. Penentuan kategori, kriteria khusus, dan jumlah responden

Kategori Responden	Kriteria Khusus	Jumlah
Warga Luar Bogor	• Wisatawan pengguna motor	5
	• Wisatawan pengguna mobil	10
	• Wisatawan pengguna sarana transportasi publik	10
	• Pelaku perjalanan dinas ke Bogor	5
Warga Lokal Bogor	• Anak sekolah	5
	• Pengantar anak sekolah	5
	• Pedagang pasar tradisional	5
	• Karyawan super/mini market	5
	• Karyawan swasta	5
	• Pekerja informal	5
	• PNS	5
	• Supir angkot	5
	• Supir transportasi pemda	5
	• Penumpang angkot	5
	• Penumpang bis kita	5
	• Tukang parkir (Surken, Pasar Anyar)	5
	• Musisi jalanan lampu merah/peminta-minta	5
	• Pengunjung pasar	5
Total Responden		100

BAB IV. IDENTIFIKASI INFRASTRUKTUR PENDUKUNG IOT UNTUK LAYANAN TRANSPORTASI DI KOTA BOGOR

IoT adalah sebuah sistem yang salah satu komponen utamanya adalah koneksi Internet. Untuk itu, kesiapan infrastruktur WiFi sebagai salah satu konektivitas yang dapat diakses secara bersama oleh masyarakat sangat penting. Berdasarkan data dari DISKOMINFO Kota Bogor, saat ini di Kota Bogor terdapat 45 lokasi yang sudah memiliki akses ke Internet melalui jaringan WiFi dengan 62 *access point* yang terpasang (Tabel 5). Dari data tersebut dapat disimpulkan ada beberapa lokasi yang didukung oleh lebih dari satu *access point*. Pada area yang cukup luas, dibutuhkan lebih dari satu *access point* untuk menjangkau seluruh area yang memerlukan. Hal ini karena sebuah *access point* dalam kondisi ideal hanya mampu menjangkau area seluas maksimal 10 m². Pada lingkungan yang memiliki banyak halangan (seperti tembok, pepohonan, kontur tanah yang tidak rata), area jangkauannya akan berkurang. Untuk itu diperlukan langkah untuk identifikasi area jangkauan setiap *access point* yang terpasang, terutama pada area-area yang sangat penting.

Tabel 5 Sebaran lokasi WiFi Kota Bogor

No.	LOKASI	TITIK	KEPEMILIKAN
1	Alun-alun Kota Bogor	Alun-alun Kota Bogor Area Taman Be	DISKOMINFO PROV. JABAR
		Alun-alun Kota Bogor Area Taman Be	DISKOMINFO PROV. JABAR
2	Alun-alun Situ Gede	Alun-alun Situ Gede	DISKOMINFO PROV. JABAR
3	Bogor Creative Center	Kejaksaan	DISKOMINFO PROV. JABAR
4	BTM	BTM	DISKOMINFO KOTA BOGOR
5	Jl. Otista	Otista	DISKOMINFO KOTA BOGOR
6	Kampung KB Cimahpar	Posyandu Mawar 9	DISKOMINFO PROV. JABAR
7	Kampung Labirin	Kampung Labirin	DISKOMINFO KOTA BOGOR
8	Kantin Gang Selot	Kantin Gang Selot	DISKOMINFO KOTA BOGOR
9	Kebun Raya Pintu 1	Pedestrian (Pintu 1)	DISKOMINFO KOTA BOGOR
10	Kebun Raya Pintu 2	Pedestrian (Pintu 2/Depan Pos)	DISKOMINFO KOTA BOGOR
11	Kebun Raya Pintu 3	Pedestrian (Pintu 3)	DISKOMINFO KOTA BOGOR
12	Kebun Raya Pintu 4	Pedestrian (Pintu 4)	DISKOMINFO KOTA BOGOR
13	Kecamatan Bogor Barat	Pelayanan E-KTP	DISKOMINFO KOTA BOGOR
14	Kecamatan Bogor Selatan	Kecamatan Bogor Selatan (box belaka	DISKOMINFO KOTA BOGOR
		Kecamatan Bogor Selatan (ruang teng	DISKOMINFO KOTA BOGOR
15	Kecamatan Bogor Tengah	Kecamatan Bogor Tengah (1)	DISKOMINFO KOTA BOGOR
		Kecamatan Bogor Tengah (2)	DISKOMINFO KOTA BOGOR
16	Kecamatan Tanah Sareal	Kecamatan Tanah Sareal	DISKOMINFO KOTA BOGOR
17	Kelurahan Bondongan	Kelurahan Bondongan	DISKOMINFO KOTA BOGOR
18	Kelurahan Cilendek Barat	Kelurahan Cilendek Barat	DISKOMINFO KOTA BOGOR
19	Kelurahan Cilendek Timur	Kelurahan Cilendek Timur	DISKOMINFO KOTA BOGOR
20	Kelurahan Ciparigi	Kelurahan Ciparigi (ruang kanan)	DISKOMINFO KOTA BOGOR
		Kelurahan Ciparigi (ruang kiri)	DISKOMINFO KOTA BOGOR
21	Kelurahan Empang	Kelurahan Empang	DISKOMINFO KOTA BOGOR
22	Kelurahan Kebon Pedes	Kelurahan Kebon Pedes (aula atas)	DISKOMINFO KOTA BOGOR
		Kelurahan Kebon Pedes (pelayanan)	DISKOMINFO KOTA BOGOR
23	Kelurahan Kedung Halang	Kelurahan Kedung Halang (aula atas)	DISKOMINFO KOTA BOGOR
		Kelurahan Kedung Halang (pelayanan)	DISKOMINFO KOTA BOGOR
24	Kelurahan Kedung Jaya	Kelurahan Kedung Jaya (aula atas)	DISKOMINFO KOTA BOGOR
		Kelurahan Kedung Jaya (pelayanan)	DISKOMINFO KOTA BOGOR

Tabel 6 Sebaran lokasi WiFi Kota Bogor (Lanjutan)

No.	LOKASI	TITIK	KEPEMILIKAN
25	Kelurahan Pabaton	Kelurahan Pabaton	DISKOMINFO KOTA BOGOR
26	Kelurahan Sindang Rasa	Kelurahan Sindang Rasa	DISKOMINFO KOTA BOGOR
27	Lawang 9	Pedestrian (Lawang 9)	DISKOMINFO KOTA BOGOR
28	Pedestrian Kebun Raya Sebrang Hotel P	Pedestrian (Sebrang hotel permata)	DISKOMINFO KOTA BOGOR
29	Polsek Bogor Barat	Pelayanan SKCK	DISKOMINFO KOTA BOGOR
30	Prasasti Batu Tulis	Museum Prasasti Batu Tulis	DISKOMINFO KOTA BOGOR
31	Puskesmas Bogor Timur	Pelayanan	DISKOMINFO KOTA BOGOR
32	Puskesmas Cipaku	Pelayanan	DISKOMINFO KOTA BOGOR
33	Puskesmas Gang Aut	Pelayanan	DISKOMINFO KOTA BOGOR
34	Puskesmas Tanah Sareal	Pelayanan	DISKOMINFO KOTA BOGOR
35	Sempur	Sempur Pos Park Ranger	DISKOMINFO KOTA BOGOR
		Sempur Skate Park	DISKOMINFO KOTA BOGOR
36	Jl. Surya kencana	Surya Kencana 1 - Naga Kencana	DISKOMINFO KOTA BOGOR
		Surya Kencana 2 - Fanaticoffee	DISKOMINFO KOTA BOGOR
		Surya Kencana 3 - Maybank	DISKOMINFO KOTA BOGOR
		Surya Kencana 4 - BCA	DISKOMINFO KOTA BOGOR
		Surya Kencana 5 - GG aut	DISKOMINFO KOTA BOGOR
		Surya Kencana 6 - RS Vania	DISKOMINFO KOTA BOGOR
		Surya Kencana 7 - Dunkin Donuts	DISKOMINFO KOTA BOGOR
37	Taman Air Mancur	Taman Air Mancur	DISKOMINFO KOTA BOGOR
38	Taman Baca Cikeas	Taman Baca Cikeas	DISKOMINFO KOTA BOGOR
39	Taman Corat-Coret	Taman Corat-Coret	DISKOMINFO PROV. JABAR
40	Taman Ekspresi	Taman Ekspresi	DISKOMINFO KOTA BOGOR
41	Taman Heulang	Taman Heulang	DISKOMINFO PROV. JABAR
42	Taman Kencana	Taman Kencana	DISKOMINFO PROV. JABAR
43	Taman Kresna	Pos Park Ranger Taman Kresna	DISKOMINFO KOTA BOGOR
44	Taman Peranginan	Taman Peranginan	DISKOMINFO KOTA BOGOR
45	Tebing Gricil	Kawasan Wisata Tebing Gricil	DISKOMINFO KOTA BOGOR
		Kawasan Wisata Tebing Gricil	DISKOMINFO KOTA BOGOR
		Kawasan Wisata Tebing Gricil	DISKOMINFO KOTA BOGOR
		Kawasan Wisata Tebing Gricil	DISKOMINFO KOTA BOGOR

Berbagai aplikasi terkait ekosistem transportasi yang memerlukan koneksi Internet saat ini sudah banyak dimanfaatkan oleh masyarakat di Kota Bogor. Berikut ini disampaikan beberapa di antaranya:

- a. Sibadra: Pemerintah Kota Bogor memiliki aplikasi berbasis web sistem informasi berbagi aduan dan saran (Sibadra) yang dapat dimanfaatkan oleh masyarakat untuk menyampaikan pengaduan ataupun masukan terkait berbagai hal (Gambar 19). Aplikasi ini cukup aktif digunakan oleh masyarakat Kota Bogor (tanggal pelaporan terkini).

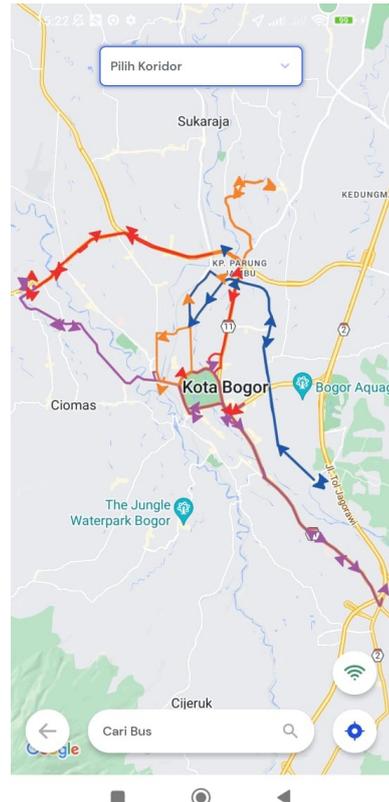


Gambar 19 Halaman depan Sibadra (sibadra.kotabogor.go.id)

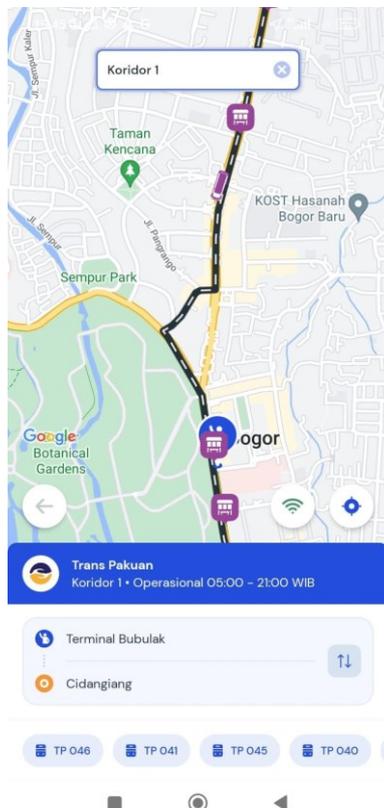
- b. Parkee: aplikasi ini adalah penyedia layanan pembayaran parkir *cashless*, kerjasama antara operator lahan parkir dan lembaga keuangan. Aplikasi ini efektif untuk transparansi pengelolaan *parkir on street*, karena setiap transaksi akan langsung tercatat di sistem. Kelemahannya adalah belum ada fitur informasi lahan parkir (non-mall) terdekat yang dapat digunakan oleh masyarakat pengguna kendaraan pribadi yang bermaksud memarkir kendaraannya bukan di dalam pusat perbelanjaan atau perkantoran. Beberapa mall yang sudah tergabung dalam aplikasi tersebut diantaranya: Cibinong City Center, Citi Plaza Bogor, Mitra 10 Bogor, dan Ramayana Tajur Bogor.
- c. SPS (*Smart Parking System*): adalah sistem pelayanan berbasis elektronik untuk pembayaran retribusi parkir tepi jalan non-tunai hasil kolaborasi Dishub dan Bank BJB
- d. MitraDarat (BisKita): Aplikasi MitraDarat (Gambar 20) dikembangkan oleh Direktorat Jenderal Perhubungan Darat untuk membantu masyarakat mendapatkan informasi tentang berbagai sarana perhubungan darat. Sebagai sebuah kota yang menjadi tujuan wisata, tentu penting untuk memiliki infrastruktur transportasi yang memudahkan warga Kota Bogor dan pelancong mencapai point of interest seperti pusat bisnis dan cagar budaya. Melalui menu BisKita di aplikasi tersebut, pengguna dapat melihat jalur yang sedang dilalui bis di seluruh koridor atau koridor tertentu saja (Gambar 21). Namun demikian peta rute di aplikasi tidak sesuai dengan aktual (Gambar 22) atau bis mengikuti jalur yang tidak sesuai peta (Gambar 23)



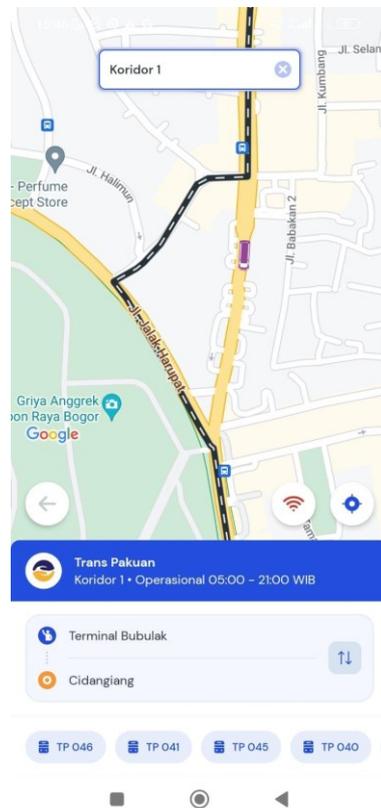
Gambar 20 Aplikasi MitraDarat



Gambar 21 Jalur Biskita



Gambar 22 Peta di aplikasi tidak sesuai dengan aktual



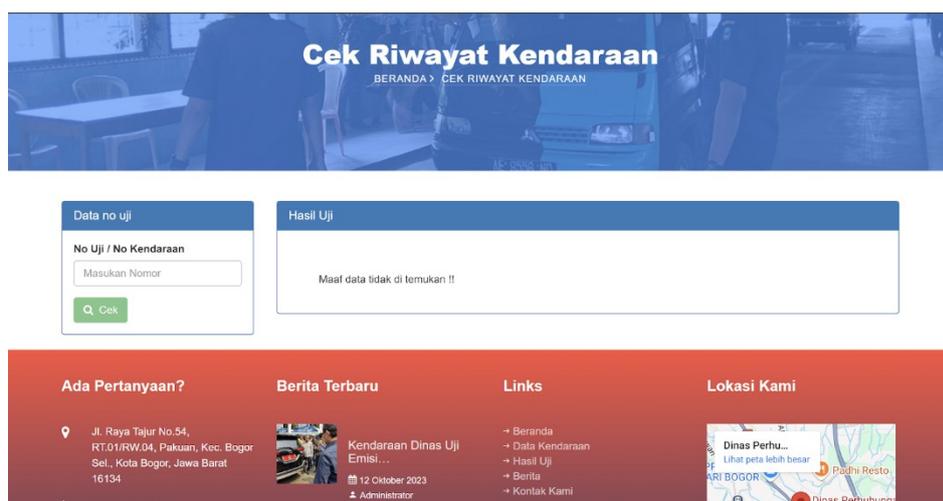
Gambar 23 Bis mengikuti jalur yang tidak sesuai peta

- e. *Manajemen traffic light*: berdasarkan data dari DISHUB Kota Bogor, saat ini terdapat sebanyak 27 Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL) baik dalam kondisi aktif (20 lokasi) maupun tidak aktif (7 lokasi). Selain itu, terdapat juga CCTV yang terpasang pada berbagai simpang jalan raya di Kota Bogor, baik yang memiliki kemampuan *pan*, *tilt*, *zoom* (PTZ) maupun yang *fixed*. Dari CCTV jenis PTZ yang terdapat pada 27 simpang, 9 simpang memiliki CCTV yang aktif. Sedangkan CCTV berjenis *fixed* terdapat di 33 simpang dengan kondisi aktif terdapat pada 7 simpang. Keberadaan CCTV ini akan sangat membantu dalam memantau kondisi kepadatan lalu lintas pada setiap simpang.
- f. SIMAE (Sistem Manajemen Angkutan Elektronik): adalah aplikasi yang diperuntukkan pelaku usaha angkutan, bukan untuk pengguna transportasi publik (Gambar 24).



Gambar 24 Tampilan halaman depan SIMAE

- g. SIMA PANGERAN (Sistem Informasi Manajemen Pengujian Kendaraan Bermotor): Dinas Perhubungan Kota Bogor telah memiliki Sistem Informasi Manajemen Pengujian Kendaraan Bermotor (SIMA PANGERAN) yang memudahkan masyarakat yang akan melakukan pengujian kondisi laik jalan kendaraan (Gambar 25).



Gambar 25 SIMA PANGERAN

- h. Pemantauan kualitas udara: Sasaran *smart living* dalam Dokumen 2 RENCANA INDUK *SMART CITY KOTA BOGOR* yaitu “Menciptakan sistem transportasi yang ramah lingkungan” memiliki program/ kegiatan diantaranya: Penataan sarana dan prasarana transportasi publik dengan energi ramah lingkungan, Penyediaan fasilitas pembayaran

transportasi publik secara cashless, serta Peningkatan jumlah kendaraan bermotor yang lolos emisi gas buang. Jika dikaitkan dengan program/kegiatan “Pembangunan sistem pemantauan kualitas udara dan air” dalam *smart environment* dalam dokumen tersebut, maka penerapan sensor-sensor untuk memantau kualitas udara terutama di area publik sangat tepat. Saat ini Kota Bogor telah memiliki stasiun pemantau kualitas udara sebanyak satu unit. Meskipun aplikasi ini tidak terkait langsung dengan ekosistem transportasi, namun penggunaan data yang dihasilkan oleh aplikasi ini dapat dimanfaatkan untuk memantau efektivitas pemantauan kendaraan layak uji emisi yang sudah dilaksanakan selama ini. Dari data yang dikumpulkan, dengan teknik data mining tertentu yang melibatkan data *spatio-temporal*, dapat dilakukan analisis mendalam terkait kondisi laik jalan kendaraan (pribadi maupun umum) dan kontribusinya terhadap kualitas udara di Kota Bogor.

BAB V. HASIL ASSESSMENT

Pemerintah kota Bogor telah memiliki aplikasi Sibadra yang aktif digunakan oleh masyarakat. Berdasarkan data pelaporan masyarakat sejak tanggal 28/04/2019 pukul 16:36:26 sampai dengan tanggal 20/08/2024 pukul 14:01:52 dilakukan analisis untuk mendapatkan informasi mengenai kelompok pengaduan yang banyak dilakukan oleh masyarakat. Sebanyak 11400 data yang diperoleh diklasterkan menjadi sepuluh klaster dengan kata kunci yang terkait dengan ekosistem transportasi seperti pada Gambar 26, dimana urutan enam teratas ditunjukkan pada Tabel 7. Dari hasil laporan tersebut dapat dilihat frekuensi tertinggi pelaporan adalah terkait dengan sampah, dimana keberadaan sampah yang berdekatan dengan jalan raya juga dapat mengganggu kelancaran transportasi.



Gambar 26 *Wordcloud* Sibadra

Tabel 7 Urutan frekuensi kemunculan

Urutan	Word
1	sampah
2	Jalan berlubang
3	Air PDAM tidak mengalir/bocor
4	Parkir liar/sembarangan
5	Penerangan jalan minim/padam
6	PKL liar

5.1 Persepsi dan Kesiapan Masyarakat

Guna mengukur persepsi, niat dan kesiapan masyarakat dalam memanfaatkan fasilitas internet dan dukungan sistem IoT, penelitian ini melibatkan responden sejumlah 100 orang. Kriteria

responden terlebih dahulu ditetapkan sehingga pemilihan sampel sesuai dengan kebutuhan analisis. Secara umum responden yang dipilih merupakan individu yang mempunyai interaksi dengan ekosistem layanan transportasi publik. Kriteria tersebut membuka peluang bagi warga Bogor maupun luar Bogor yang memiliki interaksi dengan fasilitas ekosistem transportasi di Kota Bogor.

Merujuk pada kriteria yang ditetapkan, 100 responden yang menjadi subyek penelitian ditemui di lokasi yang tersebar di Kota Bogor dan mewakili keragaman tipe interaksi terhadap ekosistem transportasi. Lokasi pengambilan responden tersebar di wilayah sebagai berikut:

- a. Tempat wisata
- b. Pusat perbelanjaan (tradisional dan modern)
- c. Kawasan pendidikan
- d. Terminal
- e. Area parkir
- f. Perumahan warga

Guna mengidentifikasi kualitas ekosistem publik, maka perlu analisis tentang bagaimana tingkat kepuasan responden dalam mengakses ekosistem layanan publik Kota Bogor. Tabel 8 memperlihatkan tingkat kepuasan pengguna terhadap tiga aspek yaitu; penggunaan transportasi publik, ketersediaan parkir, dan kondisi jalan.

Tabel 8 Tingkat kepuasan pengguna ekosistem transportasi publik Kota Bogor Tahun 2024

Tingkat Kepuasan		Jumlah (n)	Persentase (%)
Penggunaan Transportasi Publik	Sangat Tidak Puas	0	0
	Tidak Puas	14	14
	Puas	74	74
	Sangat Puas	12	12
	Total	100	100
Ketersediaan Parkir	Sangat Tidak Puas	6	6
	Tidak Puas	40	40
	Puas	43	43
	Sangat Puas	11	11
	Total	100	100
Kondisi Jalan	Sangat Tidak Puas	1	1
	Tidak Puas	19	19
	Puas	50	50
	Sangat Puas	30	30
	Total	100	100

Tabel 8 memperlihatkan kecenderungan kepuasan pengguna ekosistem transportasi publik berada pada tingkat puas cenderung tidak puas pada kategori transportasi publik dan ketersediaan parkir. Sementara untuk kondisi jalan, pengguna cenderung berada pada tingkat puas cenderung sangat puas. Bagi sebagian besar responden, mobilitas di Kota Bogor cenderung masih memerlukan perbaikan terutama dalam hal penataan kendaraan publik dan juga kemudahan fasilitas parkir. Kemacetan menjadi faktor utama yang membuat responden merasakan tidak nyaman dalam menikmati sarana transportasi publik, disamping juga kualitas kendaraan yang masih rendah, terutama angkutan umum. Bis kita dirasakan memiliki fasilitas yang jauh lebih nyaman, namun kehadirannya yang masih terbatas dengan jarak antar shelter berjauhan

menyebabkan moda ini masih terbatas digunakan sebagian responden. Sementara itu, untuk kondisi jalan, secara umum jalan utama di Kota Bogor dirasa memuaskan responden.

Transportasi di Bogor itu cukup baik, apalagi banyak ragam pilihan angkutan umum seperti angkot, bus, dan kereta yang bisa digunakan oleh penduduk. Hal yang masih dirasa kurang adalah banyaknya parkir liar yang belum tertata, sehingga perlu menjadi perhatian pemerintah (HUPenumpang angkot).

Variabel kondisi jalan dan kualitas kendaraan publik merupakan dua hal yang berpotensi berhubungan dengan pilihan responden dalam menggunakan moda transportasi tertentu sekaligus frekuensi penggunaannya. Tabel 9 memperlihatkan frekuensi penggunaan transportasi publik dan moda transportasi publik yang sering digunakan.

Tabel 9 Frekuensi penggunaan transportasi publik dan jenis moda yang digunakan

Frekuensi Penggunaan dan Moda Transportasi			Jumlah (n)	Persentase (%)
Frekuensi Publik	Penggunaan Transportasi	Tidak Pernah	1	1
		Jarang	33	33
		Setiap Bulan	10	10
		Setiap Minggu	20	20
		Setiap Hari	36	36
		Total	100	100
Moda Transportasi Publik yang Sering Digunakan	Bis kita	Angkot	14	14
		Kereta Api	38	38
		Ojek Online	22	22
		Lainnya	18	18
			8	8
		Total	100	100

Berdasarkan Tabel 9 segera tampak bahwa responden masih merupakan pengguna aktif transportasi publik Kota Bogor. Lebih dari 50% merupakan pengguna bis kita dan angkutan umum. Bagi warga, angkot merupakan pilihan tepat karena memungkinkan penumpang naik dan turun di lokasi yang diperlukan, berbeda dengan bis kita yang harus baik turun di halte yang sudah ditentukan. Hal ini penting bagi pengguna (terutama kelompok umur lansia) yang kesulitan mencari lokasi halte. Waktu tunggu bis kita juga relatif lama dibanding angkot yang setiap saat lewat. Calon penumpang menghabiskan waktu sekitar 20 menit untuk menunggu bis kita. Merujuk pada Tabel 9 kita dapat melihat fakta bahwa pemerintah masih memiliki peluang untuk menyediakan fasilitas transportasi yang dibutuhkan oleh masyarakat karena kebutuhan akan sarana transportasi publik masih tinggi di kalangan warga Kota Bogor.

Secara khusus terdapat masukan yang disampaikan oleh pelaku jasa angkot terkait pengelolaan angkot di Kota Bogor. Pada umumnya pelaku jasa angkutan angkot merasa tersisih dengan kehadiran bis kita dan ojek online. Sejak kemunculan layanan tersebut, jumlah penumpang angkot menurun drastis. Durasi waktu tunggu penumpang juga makin meningkat. Pada lokasi depan Stasiun Bogor, sopir angkot bisa menunggu hingga 3 hingga 4 jam untuk mendapatkan penumpang penuh. Hal ini menyebabkan kemacetan parah di sekitar area tersebut. Kemacetan ini diperparah dengan perilaku pengguna kendaraan lain yang tidak mematuhi peraturan. Dampak yang langsung dirasakan oleh supir adalah menurunnya pendapatan harian.

Sebetulnya kami merasa ada ketidakadilan terhadap aturan pengurangan angkot. Kenapa angkot dianggap sebagai sumber kemacetan dan perlu ditertibkan sementara pengguna jalan lain juga sulit diatur. Harapannya, kalau memang akan ada pengembangan teknologi IoT, tolong sistem sistem angkot juga diperhatikan supaya kualitas layanan makin baik (Mi-supir angkot).

Society 5.0 per definisi merupakan gambaran masyarakat yang telah bertransformasi dari budaya informasi menuju budaya digital. Society 5.0 diarahkan pada terbentuknya kota yang nyaman dan tersedianya fasilitas pendukung yang smart bagi warganya. Kemudahan ini disandarkan pada ketersediaan teknologi yang dimaksudkan untuk memudahkan kehidupan warganya. Dengan demikian, Society 5.0 tidak hanya ditinjau dari sudut pandang ketersediaan teknologi melainkan juga dari niat dan kesiapan warga kota dalam menggunakan teknologi. Persepsi warga kota sangat dipengaruhi oleh dua hal yaitu tingkat kepercayaan publik dan urgensi teknologi tersebut. Gambaran akan tingkat kepercayaan publik terhadap harapan akan kinerja layanan IoT, keamanan data pribadi, dan peran pemerintah digambarkan pada Tabel 10.

Tabel 10 Tingkat kepercayaan publik terhadap harapan akan kinerja layanan IoT, keamanan data pribadi, dan peran pemerintah

Tingkat Kepercayaan Publik		Jumlah (n)	Persentase (%)
Kinerja Ekosistem Transportasi Publik	Rendah	91	91
	Sedang	9	9
	Tinggi	0	0
Keterjaminan Keamanan Data Pribadi	Tidak Terjamin	26	26
	Netral	45	45
	Terjamin	29	29
Kepercayaan Terhadap Peran Pemerintah	Tidak Percaya	4	4
	Netral	50	50
	Percaya	46	46

Tampak dari Tabel 10 kinerja ekosistem publik dianggap rendah oleh responden. Terdapat anggapan dari responden bahwa pemerintah belum dapat memenuhi kebutuhan warga terutama dalam hal memfasilitasi layanan transportasi publik. Sementara itu terdapat kegamangan dari responden terhadap keamanan data yang diberikan ketika mengakses layanan publik serba digital. Ada persepsi bahwa internet dapat mengancam keselamatan dan keamanan data terutama ketika responden mengakses layanan internet publik. Meskipun demikian, responden percaya bahwa pemerintah sesungguhnya dapat mengambil peran dalam mengcounter kegamangan tersebut.

Saya tidak terlalu tertarik menggunakan WiFi di luar rumah karena khawatir datanya disalahgunakan (TY-pengunjung pasar).

Variabel kedua yang berkaitan dengan keputusan warga dalam mendukung kota yang smart adalah pemahaman bahwa kota smart sangat penting. Gambaran terkait hal ini ditampilkan melalui Tabel 11.

Tabel 11 Tingkat Urgensi dalam hal pengaruh sosil, pemberdayaan masyarakat, dan kondisi fasilitas layanan dalam membangun ekosistem transportasi publik

Tingkat Urgensi	Jumlah (n)	Persentase (%)
-----------------	---------------	-------------------

Pengaruh Sosial	Tidak Penting	3	3
	Penting	51	51
	Sangat Penting	46	46
Pemberdayaan Masyarakat	Tidak Penting	3	3
	Penting	46	46
	Sangat Penting	51	51
Kondisi Fasilitas Layanan	Tidak Penting	2	2
	Penting	46	46
	Sangat Penting	52	52

Responden menempatkan pengaruh sosial dalam mempengaruhi pengambilan keputusan penggunaan internet dan layanan digital sebagai variabel yang penting. Pengaruh lingkungan dan pertemanan dianggap krusial dalam menentukan langkah seseorang terkait keputusannya dalam menggunakan internet. Sementara itu, guna mendukung kota yang siap bertransformasi, peran komunitas ternyata dianggap strategis. Kesiediaan warga dalam berkontribusi merupakan modal penting. Penting bagi pemerintah untuk membuka lebih banyak akses dan kesempatan bagi masyarakat dalam menyampaikan aspirasi terkait fasilitas pelayanan publik, baik secara langsung di kantor pemerintah maupun melalui online. Meski demikian, hal tersebut tentu harus didukung dengan kehadiran fasilitas layanan yang memadai dan platform layanan penyampaian ide/gagasan/masukan juga pengaduan yang memadai sehingga *smart city* berbasis komunitas dapat terwujud.

Menurut saya, sebaiknya pemerintah membuka lebih banyak akses bagi masyarakat dalam menyampaikan aspirasi terkait fasilitas pelayanan publik, baik secara langsung di kantor pemerintah maupun online (TY-pengunjung pasar).

Selain itu, partisipasi komunitas juga tampak dari aktivitas para pengguna jalan yang mengedepankan prinsip tolong menolong. Bogor yang dikenal sebagai daerah padat seringkali menimbulkan kesulitan bagi individu yang mau menyebrang jalan. Beberapa responden seringkali membantu menyeberangkan jalan di area padat lalu lintas, seperti di bawah *flyover* jalan baru. Beberapa pekerja jalanan juga termotivasi untuk membantu pengendara, misalnya membantu menyeberangkan kendaraan, juga mengatur arus lalu lintas jika terjadi kemacetan yang cukup parah.

Dengan demikian, meskipun warga memiliki kepercayaan yang rendah terhadap pemerintah, kenyataannya warga sadar bahwa peran teknologi modern terkait internet dan IoT sangat penting dalam menunjang peningkatan kualitas kehidupan warga. Hal tersebut tergambar pada Tabel 12.

Tabel 12 Tingkat kepercayaan publik dan urgensi dalam membangun ekosistem digital

	Tingkat	Jumlah (n)	Persentase (%)
Tingkat Kepercayaan	Rendah	36	36
	Sedang	64	64
	Tinggi	0	0
Tingkat Urgensi	Tidak Penting	3	3
	Penting	53	53
	Sangat Penting	44	44

Dua variabel tersebut menjadi dasar tumbuhnya niat warga dalam menggunakan fasilitas internet dan IoT. Tabel 13 memperlihatkan gambaran niat warga dalam menggunakan fasilitas internet dan IoT yang tergolong sangat tinggi. Hal tersebut didorong oleh kesadaran bahwa internet dan IoT merupakan sesuatu yang perannya sangat penting dalam membangun kehidupan masyarakat madani.

Tabel 13 Niat untuk menggunakan fasilitas internet dan IoT

Tingkat Keinginan	Jumlah (n)	Persentase (%)
Kurang Berniat	4	4
Berniat	96	96

Merujuk pada persepsi atas dua aspek penting yaitu kepercayaan publik dan urgensi penggunaan internet Tabel 14 dapat menunjukkan bagaimana keduanya berhubungan. Secara umum, persepsi yang baik atas dua variabel akan berhubungan dengan niat menggunakan internet dan IoT. Tampak dalam Tabel 14 bahwa ketika tingkat kepercayaan seseorang rendah, maka terdapat kecenderungan mereka kurang berniat dalam menggunakan internet dan IoT. Demikian sebaliknya. Ketika kepercayaan tinggi, maka komunitas akan memiliki niat tinggi untuk menggunakan internet dan IoT. Senada dengan tingkat urgensi, ketika seseorang menganggap internet dan IoT tidak penting, maka niat warga mereka cenderung enggan untuk mengakses internet dan IoT.

Tabel 14 Hubungan tingkat kepercayaan dan urgensi terhadap niat menggunakan Internet dan IoT

		Niat Menggunakan Internet dan IoT							
		Tingkat		Kurang Berniat		Berniat		Total	
				n	%	n	%	n	%
Tingkat Kepercayaan Publik	Rendah	4	11	32	89	36	100		
	Sedang	0	0	64	100	64	100		
	Tinggi	0	0	0	0	0	100		
Tingkat Urgensi	Tidak Penting	3	100	0	0	3	100		
	Penting	1	2	52	98	53	100		
	Sangat Penting	0	0	44	100	44	100		

Pada dasarnya, apabila ditilik dari perbedaan usia dan preferensi penggunaan internet dan IoT, terdapat kecenderungan bahwa kelompok pelajar/mahasiswa dan golongan muda lebih memiliki niat yang tinggi dalam menggunakan internet dan IoT. Sementara kelompok lansia cenderung tidak menempatkan internet dan IoT sebagai kebutuhan penting (Tabel 15). Pelajar/mahasiswa dan golongan muda lebih banyak berinteraksi dengan kebutuhan yang memerlukan internet seperti menyelesaikan tugas pembelajaran dan juga mengembangkan bisnis digital. Hal ini berbeda dengan lansia yang tidak terlalu berinteraksi yang aktivitas berbau digital sehingga kehadiran wifi pun tidak dipentingkan oleh kelompok usia ini.

Meski WiFi tidak terlalu penting bagi lansia, keberadaannya sangat penting bagi generasi muda untuk mengakses informasi. Penggunaan

WiFi di tempat umum harus diawasi agar tepat sasaran (HU-penumpang angkot).

Ketersediaan WiFi dan tempat belajar yang nyaman di tempat umum perlu ditingkatkan, seperti di taman, Kebun Raya, dan perpustakaan (Li-pelajar)

Tabel 15 Hubungan antara usia dan niat menggunakan internet dan IoT

Usia	Niat Menggunakan Internet dan IoT					
	Kurang Berniat		Berniat		Total	
	n	%	n	%	n	%
Pelajar dan Mahasiswa (15-24)	2	8	24	92	26	100
Muda (25-44)	0	0	42	100	42	100
Paruh Baya (45-69)	2	8	24	92	26	100
Tua (61-75)	0	0	6	100	6	100

Mengingat kondisi ekosistem transportasi publik dan tingkat kebutuhannya dalam kehidupan masyarakat, sebagian besar masyarakat menyadari pentingnya kehadiran fasilitas internet dan IoT guna mendukung efektivitas dan perbaikan kualitas hidup warga Kota Bogor. Gambaran kesiapan responden dalam menggunakan fasilitas internet dan IoT dapat dilihat dalam Tabel 16.

Tabel 16 Tingkat kesiapan warga Kota Bogor dalam menggunakan fasilitas internet dan IoT

Tingkat Kesiapan	Jumlah (n)	Persentase (%)
Belum Siap	11	11
Siap	89	89
Total	100	100

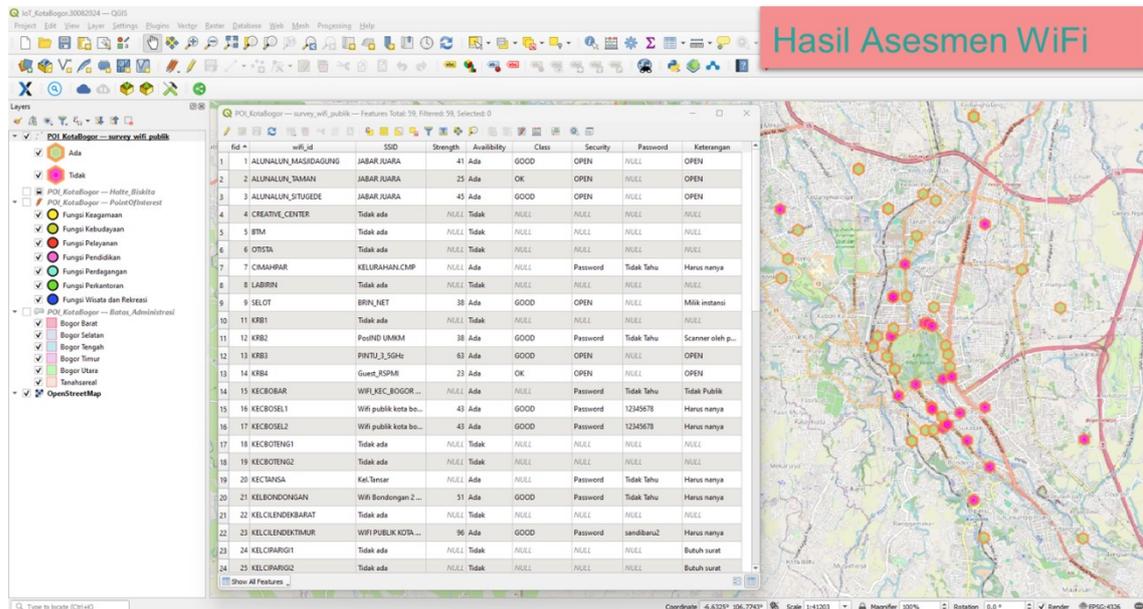
Kesiapan warga Bogor dalam mewujudkan Society 5.0 digali dari empat pertanyaan terkait digitalisasi dan otomatisasi tata kelola ekosistem transportasi publik Kota Bogor. Warga menganggap ketika pemerintah serius dalam mendesain fasilitas teknologi digital, maka aspek kehidupan manusia dapat ditingkatkan kualitasnya sehingga tidak ada alasan warga tidak siap menjadi pemanfaat sistem tersebut.

Kondisi lalu lintas Bogor itu cenderung macet dimana-mana. Jadi saya yakin kebutuhan perbaikan sistem lalu lintas yang lebih efisien dan teknologi berbasis IoT sangat tinggi. Sistem manajemen lalu lintas real-time pasti penting. Strategi ini dapat membantu mengurangi kemacetan. Dan saya yakin warga Bogor lebih dari siap menerima inovasi seperti itu. (Se-pengantar anak).

5.2 Infrastruktur Internet

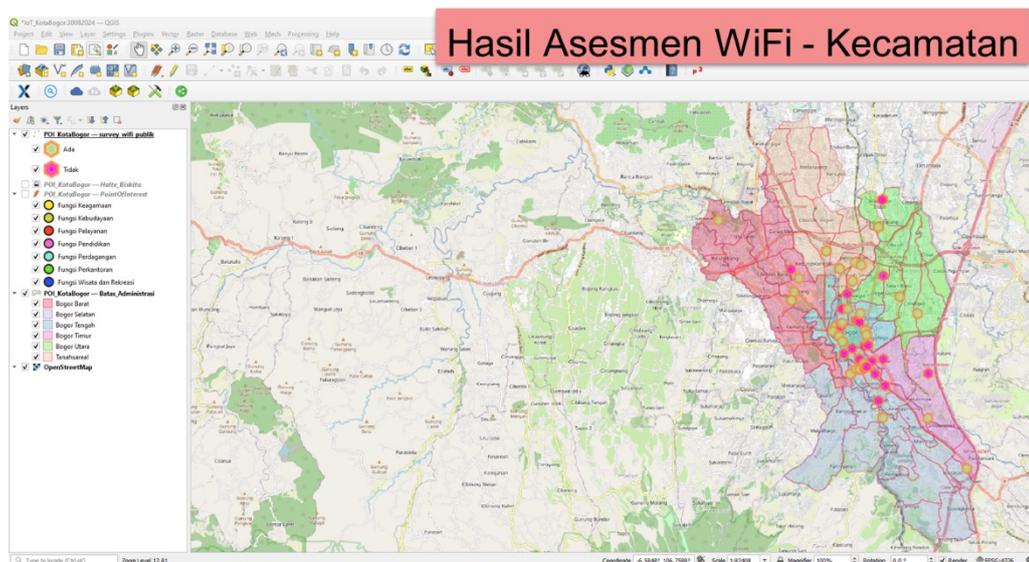
Gambar 27 memperlihatkan sebaran Wi-Fi publik dan atributnya yang diperoleh dari survey tanggal 27-28 Agustus 2024. Secara umum di Kota Bogor terdapat 59 Wi-Fi Publik dengan 33 diantaranya dapat terdeteksi SSID-nya sehingga disebut status availability : ada. Tercatat titik-titik Wi-Fi tersebut menggunakan nama SSID yang beragam, misalnya Wifi Publik Kota Bogor, Wifi Publik Kota Bogor 2, Wifi Publik Kota Bogor 5G, Wifi Public Kota Bogor, Jabar Juara, Kelurahan, Pemerintah Kota Bogor, Guest_RSPMI, dan Maybank_LT1. Survey juga mencatat

kekuatan sinyal dari 33 wifi yang available tersebut dan dibagi menjadi dua kelas yaitu GOOD (22 titik) dan OK (5 titik). Dari sisi keamanan, 20 titik Wi-Fi menggunakan password sedangkan 10 titik Wi-Fi sifatnya terbuka (open).



Gambar 27. Sebaran WiFi Publik di Kota Bogor dan status availability-nya : ada (titik hijau) dan tidak ada (titik merah)

Melihat sebaran Wi-Fi per Kecamatan, lokasi Wi-Fi paling banyak terdapat di Kecamatan Bogor Tengah (26 titik) dan paling sedikit di Kecamatan Bogor Barat (5 titik), secara detail dapat dilihat di Gambar 28 dan Tabel 17.

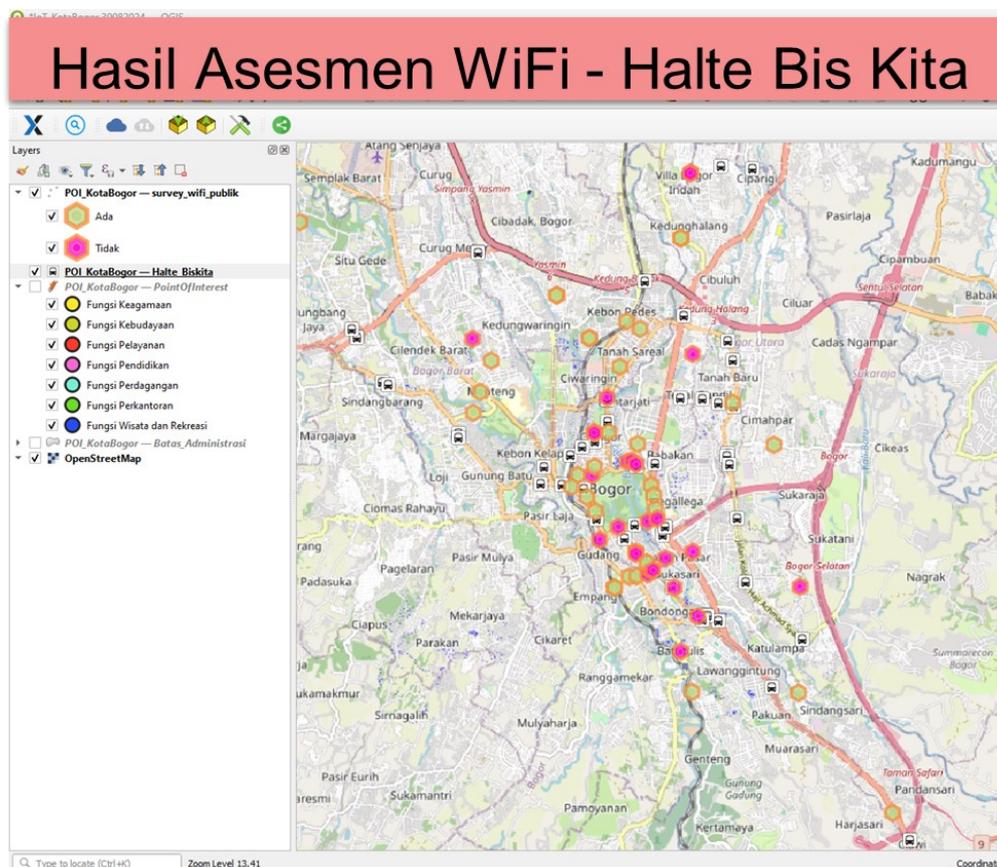


Gambar 28. Sebaran Wifi publik berdasarkan kecamatan

Tabel 17 Sebaran WiFi publik berdasarkan kecamatan

Kecamatan	Availability		Total
	Ada	Tidak	
Bogor Barat	4	1	5
Bogor Selatan	5	3	8
Bogor Tengah	11	15	26
Bogor Timur	2	4	6
Bogor Utara	4	3	7
Tanah Sareal	7	0	7
Total	33	26	59

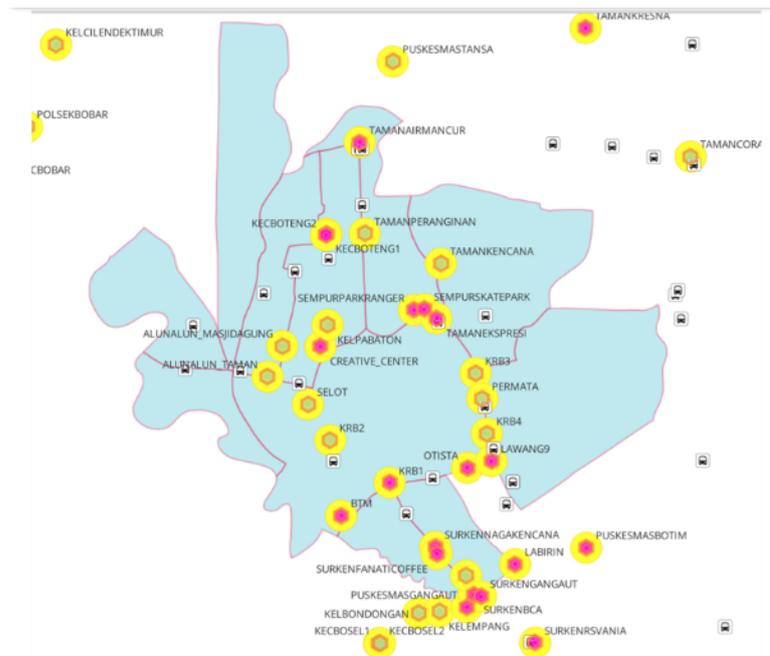
Sebagai bagian dari usaha mewujudkan smart-city yang memberikan lingkungan nyaman bagi warga Kota Bogor, diharapkan area layanan Wi-Fi publik mencakup daerah yang banyak dikunjungi. Sebagai contoh, jika tersedia Wi-Fi publik di halte BisKita maka dapat membantu calon penumpang dapat mengakses aplikasi MitraDarat untuk melihat posisi bis terdekat dan memperkirakan waktu kedatangan bis tersebut. Wi-Fi publik tersebut juga sangat membantu top-up saldo e-money untuk pembayaran bis. Gambar 29 memperlihatkan posisi Wi-Fi publik dan halte BisKita.



Gambar 29 Posisi Wifi publik dan halte BisKita

Seperti disebutkan di bagian sebelumnya, hampir setengah Wifi publik berada di Kecamatan Bogor Tengah. Oleh karena itu penting memperhatikan letak titik wifi tersebut dari halte BisKita (Gambar 30). Sebuah wifi acces point yang beroperasi di kanal 2.4 Ghz dapat mencakup 45 meter di lingkungan dalam ruang dan 90 meter di luar ruangan (<https://www.lifewire.com/range-of-typical-wifi-network-816564>). Jika dibuat *buffer* selebar 100 meter dari setiap titik wifi publik (warna kuning pada Gambar 30) maka halte BisKita di wilayah Kecamatan Bogor Tengah yang tercakup adalah Taman Air Mancur, Taman Ekspresi, PMI dan Lawang9.

Halte-halte bis kita yang tidak terjangkau WiFi



Gambar 30. Cakupan buffer 100 m Wifi publik terhadap halte BisKita di Kecamatan Bogor Tengah

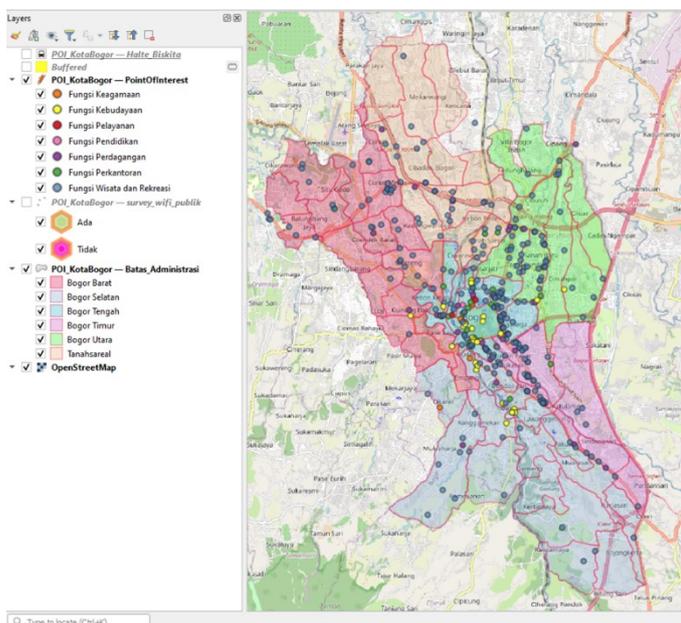
Secara keseluruhan di wilayah Kota Bogor hanya ada enam halte yang masuk jangkauan wifi publik yaitu Taman Corat-Coret, RS Vania, Surken Dunkin, Lawang 9, PMI dan Taman Air Mancur namun demikian hanya tiga wifi terkait yang aktif yaitu halte-wifi Taman Corat-Coret, halte PMI – wifi Permata dan halte Lawang 9 – wifi KRB4 (Gambar 31)

Halte BisKita yang berdekatan dengan WiFi Publik



Gambar 31. Pasangan titik Wifi Publik dan halte BisKita dalam jangkauannya

Salah satu prinsip dasar dalam pengembangan *smart-city* adalah menjamin keadilan dan inklusivitas. Kota yang inklusif menjamin ketersediaan layanan publik yang nyaman dan dapat digunakan oleh sebanyak mungkin orang. Dalam “Instrumen Penilaian Kota Inklusif versi 2” oleh UNESCO, terdapat pertanyaan “Apakah transportasi umum yang aman dan aksesibel tersedia di semua wilayah kota?”. Oleh karena itu, diharapkan wifi publik dapat mencapai sebanyak-banyaknya titik-titik penting (*point of interest*) di Kota Bogor (Gambar 32).



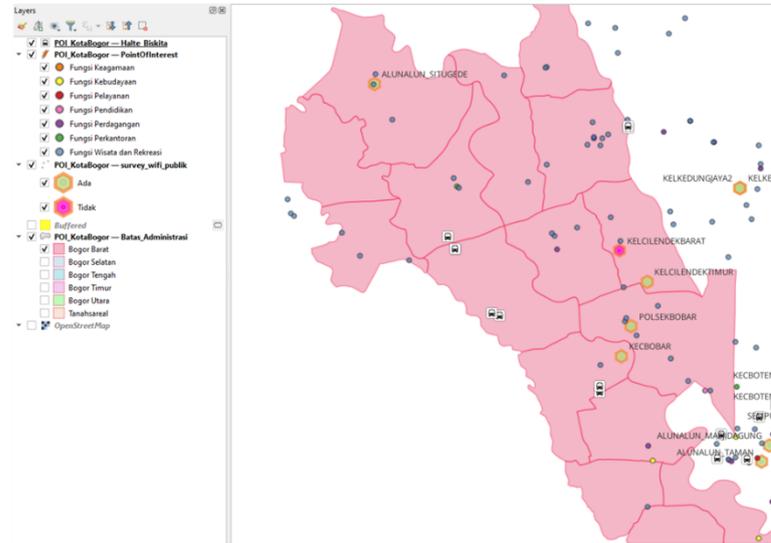
Point of Interest

1. Fungsi Keagamaan (Masjid, Gereja, Vihara, Klenteng)
2. Fungsi Pendidikan (Sekolah)
3. Fungsi Kebudayaan (Museum, Situs, Landmark)
4. Fungsi Perkantoran dan Pelayanan (Kantor Pemerintah, Militer, Swasta, Coworking Space)
5. Fungsi Wisata dan Rekreasi (Hotel, Kuliner, Restoran, Cafe, Bioskop, Karaoke, Bioskop, Tempat Olahraga/Kolam Renang/Lapangan Golf, Kampung Wisata, Tempat Rekreasi, Galeri/Workshop/Studio Ekonomi Kreatif, Kolam Rea)
6. Fungsi Pelayanan (RS, Terminal, Stasiun, Panti Asuhan)
7. Fungsi Perdagangan (Pasar Tradisional, Mall, Supermarket)

Gambar 32 Point of Interest di Kota Bogor berdasarkan fungsi bangunan (sumber <https://perkawis.kotabogor.go.id/peta>)

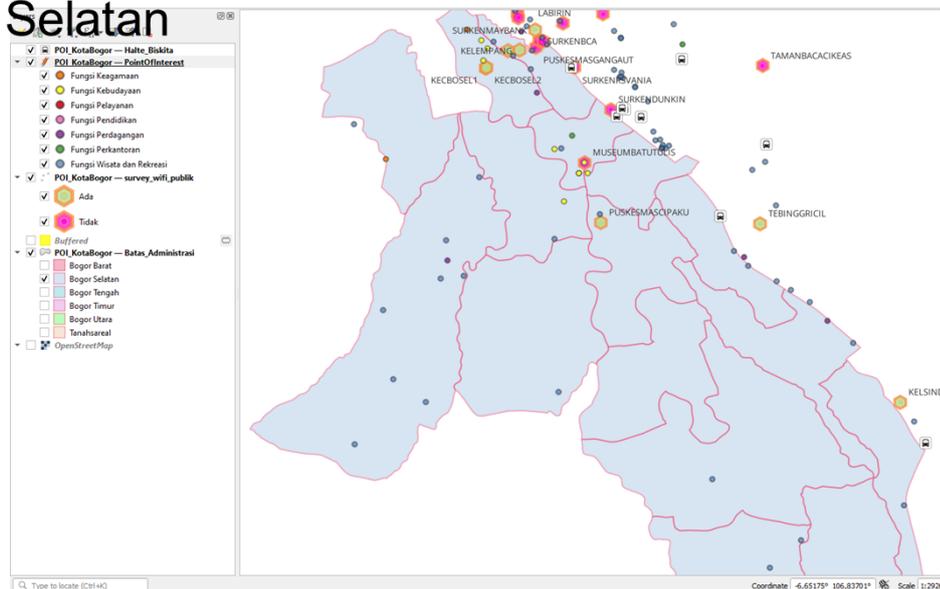
Contoh kedekatan wifi publik dengan *Point of Interest* (PoI) dapat dilihat di Gambar 33 (Kecamatan Bogor Barat) dan Gambar 34 (Kecamatan Bogor Selatan), selengkapnya terdapat di Tabel 18.

Kec. Bogor Barat



Gambar 33. Posisi Wifi Publik dan PoI di Kecamatan Bogor Barat

Kec. Bogor Selatan



Gambar 34 Posisi Wifi Publik dan PoI di Kecamatan Bogor Selatan

Tabel 18 Wifi Publik yang terletak di sekitar PoI

Kecamatan	Point of Interest
Bogor Barat	<ul style="list-style-type: none"> • Alun-alun Situgede, • Polsek Bogor Barat
Bogor Selatan	<ul style="list-style-type: none"> • Kelurahan Empang, • Museum Batutulis (signal NA), • Puskesmas Cipaku
Bogor Tengah	<ul style="list-style-type: none"> • Taman Peranginan, Gang Selot • Sempur Skate Park (Signal NA), • Lawang9 (Signal NA), • KRB2, • BTM (Signal NA) • Surken Gang Aut (Signal NA) • Surken Naga Kencana (Signal NA)
Bogor Timur	<ul style="list-style-type: none"> • Puskesmas Botim (Signal NA) • Labirin (Signal NA) • Surken Dunkin (Signal NA)
Bogor Utara	<ul style="list-style-type: none"> • Taman Corat-Coret • Taman Kresna (Signal NA)
Tanah Sareal	<ul style="list-style-type: none"> • Puskesmas Tansa • Kecamatan Tansa
Total	26

BAB VI. REKOMENDASI

6.1 Strategi Penyiapan Masyarakat

Berdasarkan hasil asesmen yang dilakukan, tingkat kepercayaantabel tingkat kepercayaan publik

Nama SSID harus seragam, tidak perlu memberikan data-data sensitif.

- a. Sosialisasi terus menerus mengenai fasilitas-fasilitas yg sudah disiapkan termasuk sistem pelaporan (Sibadra).
- b. Pemberian pelatihan *digital literacy* kepada masyarakat melalui penguatan komunitas.
- c. Mengoptimalkan analisis terhadap laporan masyarakat melalui Sibadra agar dapat memberikan respon dengan lebih cepat dan tepat. Untuk itu diperlukan pelatihan staf Kominfo dalam bidang data mining.
- d. *Community-based monitoring* system terhadap fasilitas-fasilitas yang disediakan.
- e. Membangun kolaborasi riset dengan perguruan tinggi

6.2 Strategi Teknologi

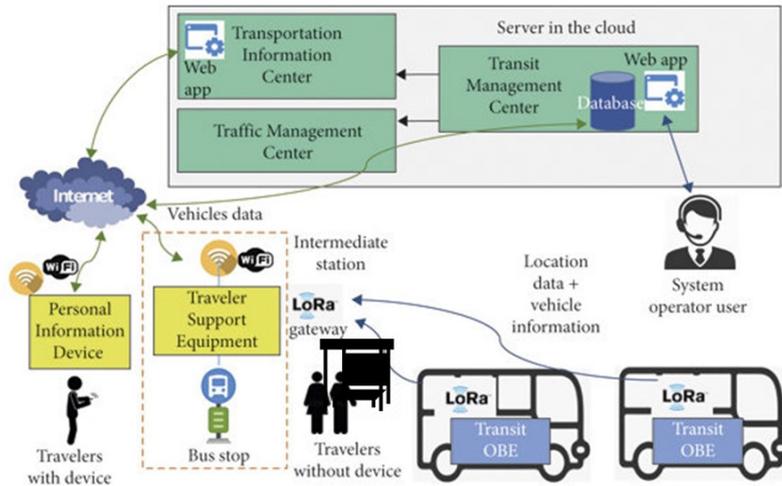
6.2.1 Rekomendasi IoT yang dirasakan manfaatnya oleh masyarakat

Rekomendasi ini dimaksudkan untuk penyediaan fasilitas berbasis IoT yang dirasakan manfaatnya oleh masyarakat, tanpa masyarakat perlu mengakses sebuah aplikasi. Rekomendasi ini terutama bertujuan untuk meningkatkan kesan yang baik dari masyarakat terhadap kemampuan pemerintah dalam menerapkan IoT untuk meningkatkan kenyamanan masyarakat. Hal ini diharapkan juga akan meningkatkan kepercayaan masyarakat dalam menggunakan aplikasi berbasis IoT jika nantinya pemerintah akan mengembangkan aplikasi-aplikasi yang lebih lanjut. Untuk rekomendasi kategori pertama ini, diusulkan adanya kegiatan sebagai berikut:

- a. **Penyediaan WiFi publik.** Berdasarkan analisis terhadap ketersediaan WiFi, terutama yang berdekatan dengan halte Bis Kita, maka diperlukan pengaktifan WiFi yang sudah ada dan penambahan jumlah *access point* pada area yang berdekatan dengan halte bis kita. Dengan ketersediaan akses WiFi publik pada area sekitar halte Bis Kita diharapkan memudahkan masyarakat yang memiliki keterbatasan akses data seluler namun memerlukan informasi keberadaan bis yang akan digunakan.

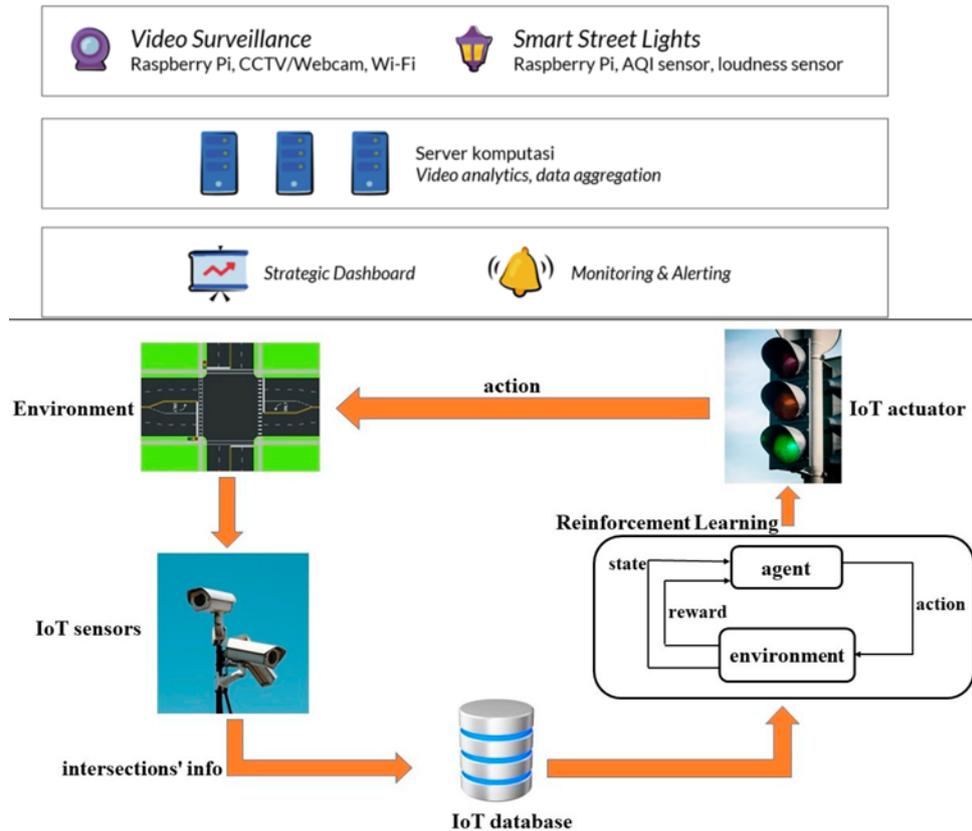
Penyediaan infrastruktur ini dapat juga bekerja sama dengan pihak swasta (CSR) untuk pengadaannya. Namun perlu dilakukan penyeragaman nama SSID agar dapat meningkatkan kepercayaan pengguna dalam memanfaatkan.

- b. **Halte pintar.** Halte sebagai penanda tempat menunggu angkutan publik, penggunaannya perlu dioptimalisasi. Salah satu bentuk optimalisasi yang dapat membantu masyarakat pengguna angkutan publik (secara khusus Bis Kita) adalah dengan menyediakan papan display yang dapat menunjukkan posisi bis secara waktu nyata (*real time*). Dengan demikian masyarakat tidak harus tergantung kepada gawai yang dimilikinya untuk mendapatkan informasi posisi bus yang sedang dinantikan. Selain memudahkan masyarakat yang mungkin memiliki keterbatasan dari sisi ketersediaan paket data maupun kemampuan gawai yang dimilikinya, hal ini juga mengurangi resiko kehilangan barang, baik karena terjatuh tanpa sengaja ataupun karena tindak kejahatan. Papan *display* tersebut juga dapat digunakan untuk menampilkan informasi destinasi wisata yang dapat dijangkau dengan berjalan kaki dari lokasi halte. Dengan demikian, sekaligus hal ini untuk meningkatkan ketertarikan wisatawan untuk berkunjung ke destinasi wisata.



Gambar 35 Rancangan lojik arsitektur halte pintar

- c. **Adaptive traffic light.** Salah satu rekomendasi yang diberikan dalam Evaluasi Kinerja Jalan dan Simpang di Kota Bogor 2023 untuk Simpang Tugu Kujang adalah “TDM, Optimalisasi APILL, Manajemen Akses Keluar-Masuk Kegiatan, Law Enforcement, Penertiban angkutan umum” (Dishub Kota Bogor 2023). Dalam rekomendasi tersebut disebutkan perlunya optimalisasi APILL. Dengan kemajuan teknologi artificial intelligence dan computer vision yang saat ini sudah sangat berkembang, hasil tangkapan kamera CCTV yang terpasang pada sebuah simpang dapat diolah dan dianalisis lebih lanjut untuk diterapkan dalam pengaturan durasi APILL secara dinamis (*adaptive traffic light management system*). Dengan pengaturan durasi APILL yang berdasarkan kondisi kepadatan lalu lintas pada sebuah simpang, maka diharapkan dapat menjadi salah satu solusi untuk mengatasi masalah kemacetan pada sebuah simpang. Pada Gambar 36 dapat dilihat arsitektur dari *adaptive traffic light management system*.

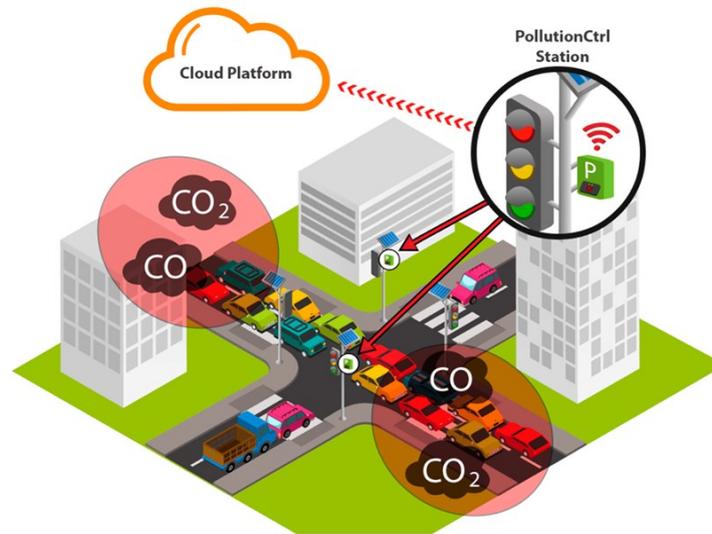


Gambar 36 Arsitektur *adaptive traffic light management system* berbasis *edge* (Damadam et al.2022)

Durasi Lampu Adaptif Sesuai Kepadatan Lalu Lintas. APILL dilengkapi dengan kamera untuk menangkap citra pada sebuah simpang. Selanjutnya dengan memanfaatkan deep learning, dilakukan penghitungan jumlah kepadatan kendaraan pada simpang tersebut. Hal ini dilakukan juga pada simpang lainnya yang diawasi dengan kamera yang berbeda. Selanjutnya dilakukan penghitungan kembali durasi lampu merah, kuning dan hijau dan melakukan update jika diperlukan kepada sebuah mikrokontroler yang terhubung dengan kontrol APILL. Arsitektur IoT berbasis *edge* ini akan sangat menghemat kebutuhan *bandwidth*, karena tidak harus mengirimkan video ke server melalui internet. Beberapa manfaat dari sistem ini adalah:

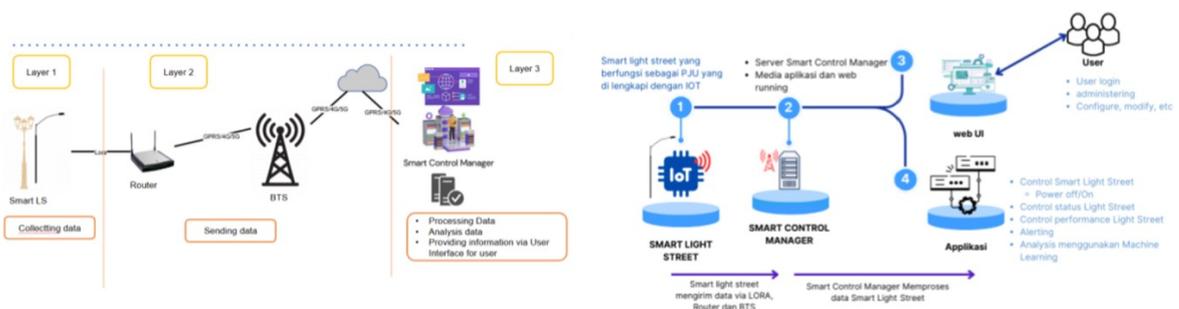
- Pengaturan Dinamis: Durasi sinyal dapat disesuaikan secara otomatis sesuai dengan volume kendaraan, mengurangi waktu tunggu dan memperlancar aliran lalu lintas.
 - Pengurangan Kemacetan: Dengan menyesuaikan sinyal lalu lintas berdasarkan data real-time, kemacetan di persimpangan utama dapat diminimalkan, meningkatkan efisiensi lalu lintas
- d. **Air Pollution monitoring.** Dengan mengoptimalkan keberadaan APILL, sebuah modul pengukuran kualitas udara dapat ditumpangkan (Toma et al. 2019). Modul tersebut berupa sensor pengukur polusi udara, display penampil nilai indeks kualitas udara, dan dilengkapi dengan sistem notifikasi kepada stakeholder terkait dan sistem pemberian peringatan masyarakat, jika tingkat polusi udara di atas ambang batas yang dibolehkan. Sistem pemberian peringatan masyarakat ini diperlukan agar masyarakat dapat menyiapkan perlindungan pribadi seperti penggunaan masker. Analisis terhadap data kondisi kualitas udara pada lokasi-lokasi tertentu ini sekaligus dapat digunakan

untuk mengukur efektifitas program pemeriksaan uji emisi kendaraan laik jalan yang sudah diterapkan.



Gambar 37 Arsitektur sistem air pollution monitoring

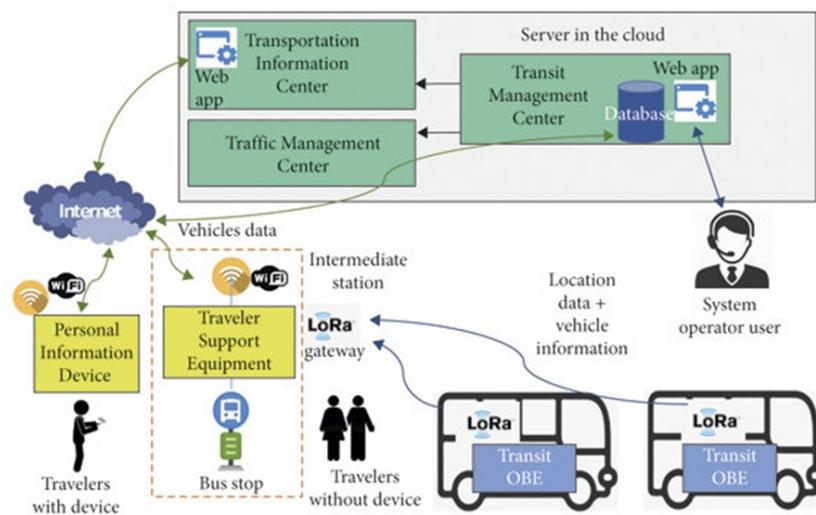
- e. **Smart PJU.** Sesuai dengan salah satu hasil *in depth interview* yang dilakukan, salah satu yang menjadi kekhawatiran masyarakat adalah gangguan keamanan bagi pengguna jalan raya di malam hari. Hasil penelusuran pengaduan masyarakat melalui Sibadra juga menunjukkan bahwa masalah penerangan jalan umum menjadi pengaduan terbanyak ke-5. Untuk itu, pemeliharaan PJU menjadi salah satu bagian penting untuk menjamin beroperasinya PJU dengan baik. Penerapan IoT dalam hal ini adalah dengan memasang sensor yang dapat mengukur kuat arus dan tegangan pada sebuah PJU. Hal ini memudahkan dalam melakukan pemantauan kondisi lampu pada PJU yang dimiliki pemerintah Kota Bogor, melakukan pengelolaan dan perencanaan pemeliharaan, serta memperhitungkan kebutuhan anggaran dengan lebih baik. Dampaknya bagi masyarakat adalah, diharapkan tidak lagi terjadi sebuah PJU dengan kondisi lampu yang tidak berfungsi, terutama di lokasi dimana banyak masyarakat berkumpul menunggu angkutan publik.



Gambar 38 Arsitektur sistem smart PJU

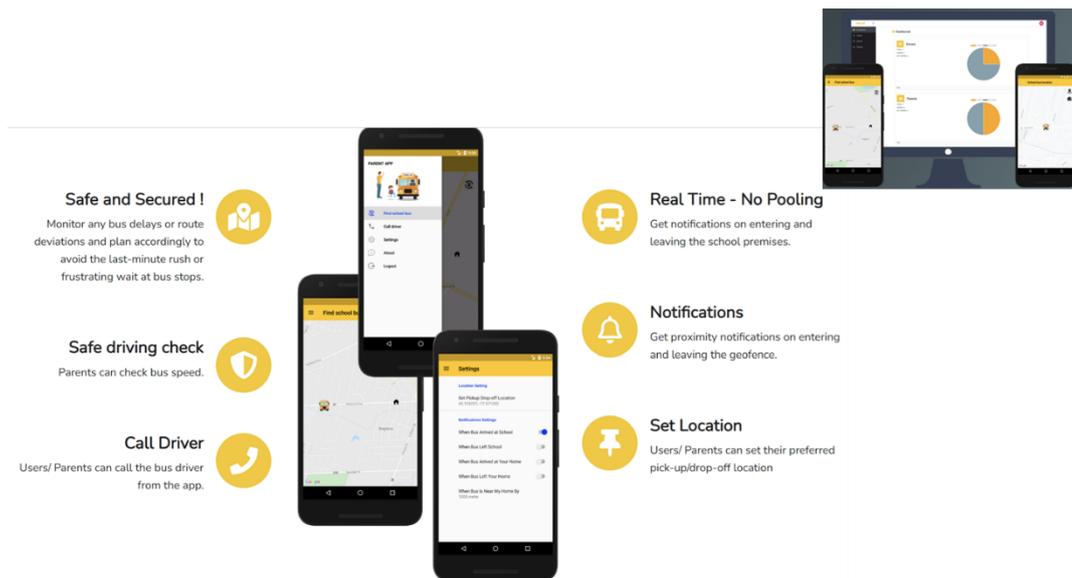
6.2.2 Rekomendasi IoT yang dimanfaatkan langsung oleh Masyarakat

- a. **Halte Pintar.** Halte pintar di sini adalah pengembangan dari halte pintar pada sub bab 6.1 dimana tersedia papan display interaktif yang dapat digunakan oleh masyarakat untuk mendapatkan informasi terkait destinasi wisata terdekat di sekitar halte.
- b. **Bus tracking.** Sistem pelacakan waktu nyata (*real time*) keberadaan bus sangat membantu masyarakat untuk merencanakan perjalanannya dengan lebih baik. Dengan adanya sistem ini, dengan menggunakan gawai yang dimiliki masyarakat dapat mengetahui keberadaan bus koridor yang dibutuhkannya, dan dapat memperkirakan kapan dia harus sudah berada di halte bus terdekat dari posisinya saat ini. Sejalan dengan rencana pengembangan fasilitas “*park and ride*” yang diusulkan dalam RPJPD Kota Bogor (Bapperida 2024), kebutuhan terhadap sistem bus tracking yang lebih presisi sangat dibutuhkan. Berdasarkan hasil identifikasi terhadap aplikasi MitraKita, maka diperlukan update terhadap jalur yang ditampilkan dalam aplikasi agar lebih sesuai dengan kondisi yang dilalui sebenarnya.



Gambar 39 Sistem *tracking* bus

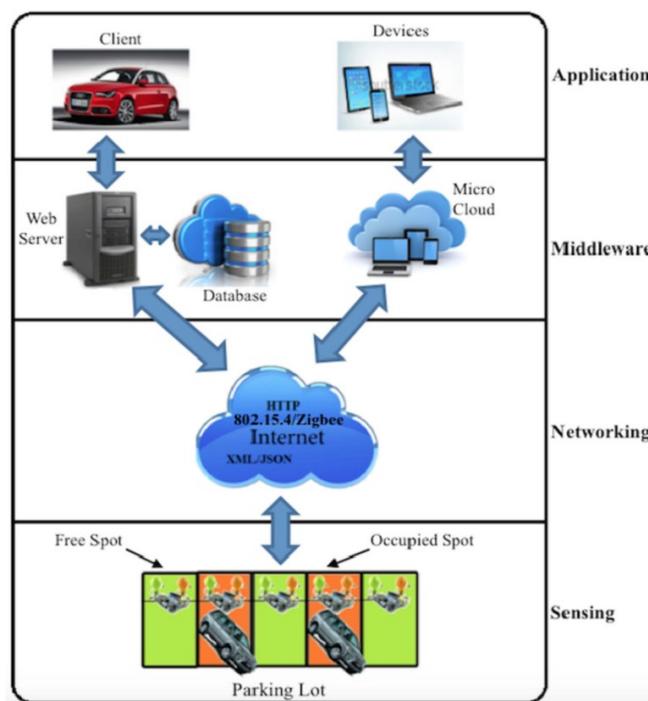
- c. **School Bus Tracking.** Sistem ini akan sangat membantu orang tua untuk dapat memantau keberadaan putra-putrinya menuju ke sekolah maupun pulang dari sekolah. Sistem ini terintegrasi dengan data siswa pengguna transportasi tersebut, dengan cara mengoptimalkan pemanfaatan kartu pelajar sebagai kartu untuk mengakses transportasi tersebut. Selain manfaat untuk orang tua, sistem ini juga membantu pihak sekolah yang terlibat dalam sistem ini dalam meningkatkan keamanan siswa-siswinya.



Gambar 40 Arsitektur Sistem *School bus tracking* (morningbus.com)

- d. **Integrasi SIMPANGERAN** dengan informasi armada yang dimiliki oleh pengusaha penyewaan angkutan bis yang dapat diakses oleh masyarakat akan memudahkan masyarakat untuk mendapatkan informasi terkait kondisi kelaikan jalan angkutan umum/bus yang ingin disewanya. Selain itu, dengan transparansi ini, pihak pengelola usaha penyewaan angkutan bis juga akan terpacu untuk secara disiplin melakukan uji kelaikan armada kendaraan yang dimilikinya, karena terkait dengan tingkat kepercayaan masyarakat terhadap perusahaan tersebut
- e. **Smart parking area.** Berdasarkan hasil *in depth interview* yang dilakukan, permasalahan parkir menjadi salah satu hal yang diusulkan oleh warga untuk dilakukan penataan lebih baik. Hasil asesmen yang dilakukan oleh Tim Kajian yang disajikan dalam **Tabel xxx** Tingkat kepuasan pengguna ekosistem transportasi publik Kota Bogor Tahun 2024 juga menunjukkan bahwa tingkat kepuasan masyarakat terhadap “Ketersediaan Parkir” berada pada posisi puas cenderung tidak puas. Penataan parkir ini juga menjadi salah satu program yang tercantum dalam RPJPD Kota Bogor 2025-2045 (Bapperida 2024). Dengan penataan parkir yang lebih baik, diharapkan akan meningkatkan kunjungan wisatawan dari luar bogor maupun masyarakat bogor sendiri dalam menuju destinasi wisata yang diinginkan. Agar tidak memperbanyak jumlah aplikasi yang sudah ada, sistem ini dapat diintegrasikan dengan Perkawis (perkawis.kotabogor.go.id) sehingga memudahkan wisatawan untuk mengakses satu sistem informasi.

Pada Gambar 41 dapat dilihat arsitektur sistem *smart parking area*, dimana pada lokasi parkir dapat dipasang sensor berbasis LoRa sehingga efisien dalam skalabilitas. Informasi slot parkir tersedia pada setiap area yang terintegrasi dengan aplikasi penunjuk arah yang ada saat ini akan memudahkan pengguna untuk menentukan lokasi terdekat dengan posisinya saat ini. Dengan demikian wisatawan yang akan berkunjung ke Kota Bogor akan sangat dimudahkan untuk mendapatkan lokasi parkir terdekat dengan destinasi yang dituju, jika destinasi tersebut tidak memiliki area parkir yang memadai. Pada akhirnya, sistem ini juga diharapkan dapat mengurangi kepadatan lalu lintas, serta mengurangi tingkat polusi udara di Kota Bogor.



Gambar 41 Arsitektur sistem *free parking area* (Biyik et al. 2021)

Untuk memudahkan menyusun strategi pelaksanaannya, pada Tabel 17 ditampilkan rekomendasi berdasarkan waktu pelaksanaannya untuk tiga tahun ke depan.

Tabel 19 Strategi rekomendasi 2025-2027

Kategori	2025	2026	2027
Strategi Penyiapan Masyarakat	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sosialisasi secara aktif ketersediaan infrastruktur 2. Pemberian pelatihan digital literacy kepada masyarakat melalui penguatan komunitas. 3. Kolaborasi dengan PT dalam pelatihan data mining untuk analisis data Sibadra. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sosialisasi secara aktif ketersediaan infrastruktur 2. Pemberian pelatihan mekanisme pelaporan oleh masyarakat melalui komunitas (optimalisasi pemanfaatan Sibadra). 3. Kolaborasi dengan PT untuk mendorong pelaku usaha wisata untuk menyiapkan promosi (digital) wisata (memperkaya konten Perkawis) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sosialisasi secara aktif ketersediaan infrastruktur 2. Mendorong pengawasan infrastruktur berbasis komunitas.
Strategi Teknologi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Standarisasi penamaan SSID 2. Aktivasi WiFi yang sudah terpasang 3. Menambah <i>access point</i> di halte bis kita 4. Pemasangan papan informasi/<i>tracking</i> bis kita 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menambah <i>access point</i> pada wilayah-wilayah strategis. 2. <i>Air pollution monitoring</i> 3. <i>Smart PJU</i> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pembangunan <i>system smart parking area</i> 2. <i>Bus school tracking</i>

DAFTAR PUSTAKA

- Ali G, Ali T, Irfan M, Draz U, Sohail M, Glowacz A, Sulowicz M, Mielnik R, Faheem ZB, Martis C. 2020. Iot based smart parking system using deep long short memory network. *Electronics*. 9(10). [diakses 27 Jul 2024]. doi: 10.3390/electronics9101696
- Anuradha D, Devi MVD, Keerthana K, Dhanasree K. 2018. Smart bus ticket system using qr code in android app. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*. [diakses 10 Agu 2024]. 5(3):1936-1940.
- Anwar N, Rasjidin R, Najooan DS, Rolando C, Tamimmanar, Warnars HLHS. 2020. E-payment for Jakarta Smart Public Transportation, Using the Point System for E-Commerce. *Journal of Physics: Conference Series*. [diakses 10 Agu 2024]. 1477. 10.1088/1742-6596/1477/2/022035
- [Bapperida] Badan Perencanaan Pembangunan Riset Dan Inovasi Daerah Kota Bogor. 2024. Rancangan akhir rpjpd Kota Bogor tahun 2025-2045
- [BPS] Badan Pusat Statistik Kota Bogor. 2024. Kota Bogor dalam angka. [diakses 11 Sep 2024]. <https://bogorkota.bps.go.id/id/publication/2024/02/28/aa94a4b5d6662971ebe2d881/kota-bogor-dalam-angka-2024.html>
- Behr A. 2019. 5 compelling cases of LPWAN for process industries. *Process Control & Automation*. [diakses 29 Jul 2024]. <https://www.processingmagazine.com/process-control-automation/article/15587729/5-compelling-cases-of-lpwan-for-process-industries>
- Bhangale U, Patil S, Vishwanath V, Thakker P, Bansode A, Navandhar D. 2020. Near Real-time Crowd Counting using Deep Learning Approach. *Procedia Computer Science*. [diakses 27 Jul 2024]. 171: 770-779. doi: 10.1016/j.procs.2020.04.084
- Biyik C, Allam Z, Pieri G, Moroni D, O'Fraifer M, O'Connell E, Olariu S, Khalid M. 2021. Smart parking systems: reviewing the literature, architecture and ways forward. *Smart Cities*. 4(2): 623-642. [diakses 16 Sep 2024]. doi: 10.3390/smartcities4020032
- Capponi A, Fiandrino C, Kantarci B, Foschini L, Kliazovich D, Bouvry P. 2019. A survey on mobile crowdsensing systems: challenges, solutions, and opportunities. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*. 21(3): 2419-2465. [diakses 1 Agu 2024]. doi: 10.1109/COMST.2019.2914030.
- Choudhary S, Kesswani N. 2019. A survey: intrusion detection techniques for internet of things. *International Journal of Information Security and Privacy*. [diakses 28 Jul 2024]; 13(1): 86-105. doi: 10.4018/IJISP.2019010107
- Damadam S, Zourbakhsh M, Javidan R, Faroughi A. 2022. An intelligent iot based traffic light management system: deep reinforcement learning. *Smart Cities*. 5(4):1293-1311. [diakses 11 Sep 2024]. doi: 10.3390/smartcities5040066
- Deguchi A, Hirai C, Matsuoka H, Nakano T, Oshima K, Tai M, Tan S. 2020. Chapter 1 What Is Society 5.0? [diakses 13 Sep 2024]. doi: 10.1007/978-981-15-2989-4_9
- [DISHUB Kota Bogor] Dinas Perhubungan Kota Bogor. 2023. Laporan akhir evaluasi kinerja jaringan jalan dan simpang di Kota Bogor 2023.
- Dominguez-Bolaño T, Campos O, Barral V, Escudero CJ, García-Naya JA. 2022. An overview of IoT architectures, technologies, and existing open-source projects. *Internet of Things*. 20. [diakses 28 Jul 2024]. doi: doi.org/10.1016/j.iot.2022.100626

- Fraden J. 2016. *Handbook of Modern Sensors: Physics, Designs, and Applications 5th ed.* Springer. San Diego: USA.
- Franzoni C, Poetz M, Sauermann H. 2022. Crowds, citizens, and science: a multi-dimensional framework and agenda for future research. *Industry and Innovation*. 9(2): 251–284. [diakses 1 Agu 2024]. doi: 10.1080/13662716.2021.1976627
- Gartner. 2020. Hype Cycle For The Internet Of Things [internet]. [diakses 25 Jul 2024]. [iot-hype-cycle.png \(607×469\) \(triggerfish.cloud\)](#)
- Genitha CH, Danny SA, Ajibah ASH, Aravint S, Sweetey AAV. 2023. AI based real-time traffic signal control system using machine learning. *2023 4th International Conference on Electronics and Sustainable Communication Systems (ICESC)*. 613-1618. [diakses 27 Jul 2024] doi:10.1109/ICESC57686.2023.10193319
- Gold J, Shaw K. 2022. What is edge computing and why does it matter. *Analysis*. [diakses 28 Jul 2024]. <https://www.networkworld.com/article/964305/what-is-edge-computing-and-how-it-s-changing-the-network.html>
- Golub A, Brown A, Brakewood C, MacArthur J, Lee S, Ziedan A. 2022. Equity and exclusion issues in cashless fare payment systems for public transportation. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*. 15. [diakses 10 Agu 2024]. doi: 10.1016/j.trip.2022.100628
- Gruen A. 2013. SMART Cities: The need for spatial intelligence. *Geo-spatial Information Science*. 16(1): 3-6. [diakses 6 Agu 2024]. doi: 10.1080/10095020.2013.772802
- Hernández DM, Peralta G, Manero L, Gomez R, Bilbao J, Zubia C. 2017. Energy and coverage study of LPWAN schemes for Industry 4.0. *2017 IEEE International Workshop of Electronics, Control, Measurement, Signals and their Application to Mechatronics (ECMSM)*. 1-6. [diakses 29 Jul 2024]. doi: 10.1109/ECMSM.2017.7945893.
- Hitachi-UTokyo Laboratory (H-UTokyo Lab.) 2020. Editor Society 5.0 A People-centric Super-smart Society. doi :10.1007/978-981-15-2989-4
- Howe J. 2006. The rise of crowdsourcing. *Wired Mag*. 14: 1–4. [diakses 2 Agu 2024]. <https://www.wired.com/2006/06/crowds/>
- Minerva, R., Abyi Biru, Domenico Rotondi. 2015. Towards a definition of the Internet of Things (IoT). IEEE Internet Initiative. iot.ieee.org
- Khan MA, Menouar H. Hamila R. 2023 LCDnet: a lightweight crowd density estimation model for real-time video surveillance. *Journal of Real-Time Image Proc.* [diakses 10 Agu 2024]. 20(29). doi: 10.1007/s11554-023-01286-8
- Luo X-G, Zhang H-B, Zhang Z-L, Yu Y, Li K. 2019. A new framework of intelligent public transportation system based on the internet of things. *IEEE Access*. 7: 55290-55304. [diakses 27 Jul 2024] doi: 10.1109/ACCESS.2019.2913288
- McSharry PE, Paul O. 2021. Public transportation demand analysis: a case study of Metropolitan Lagos. [diakses 10 Agu 2024]. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3852747>
- Minerva R, Biru A, Rotondi D. 2015. Towards a definition of the Internet of Things (IoT) Rev 1.

- Mulyana A, Wahjuni S, Djatna T, Sukoco H, Rahmawan H, Neyman SN. 2022. Internet of things (iot) device management in rural areas to support precision agriculture. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. [diakses 1 Agu 2024]. doi: 10.1088/1755-1315/1012/1/012083
- Mulyana A, Wahjuni S, Djatna T, Sukoco H. 2023. Computation Offloading Quality of Service Improvement with Multi Layer Approach Based on Pure Edge Sim Simulator. *2023 International Conference on Informatics Engineering, Science & Technology (INCITEST)*. 1-5. doi: 10.1109/INCITEST59455.2023.10396945
- Office, Cabinet, Ministry of Internal Affairs and Communications, Ministry of Economy, Trade and Industry, Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism. 2021. Smart City Guidebook (Outline).
- Rafique S, Gul S, Jan K, Khan GM. 2023. Optimized real-time parking management framework using deep learning. *Expert Systems with Applications*. 220(119686). [diakses 27 Jul 2024]. doi: 10.1016/j.eswa.2023.119686
- Sawitri, D. 2023. Internet of Things Memasuki Era Society 5.0. *Jurnal Komputer, Informasi Teknologi*. Vol.8 No.1 2023: 31-35 . e-ISSN: 2252-7036, Simply Coding. 2020. Internet Of Things [internet]. <https://simplycoding.in/internet-of-things/>
- Shehzad A, Jalal A, Kim K. 2019. Multi-Person Tracking in Smart Surveillance System for Crowd Counting and Normal/Abnormal Events Detection. *ICAEM2019*. [diakses 27 Jul 2024] doi: 10.1109/ICAEM.2019.8853756
- Toma C, Alexandru A, Popa M, Zamfiroiu A. 2019. IoT Solution for smart cities' pollution monitoring and the security challenges. *Sensors*. 19(15). [diakses 11 Sep 2024]. doi: 10.3390/s19153401
- Wulandari W, Wahjuni S, Nouval WM, Akbar AR. 2021. Development of automatic weather station monitoring system for broiler chicken coop. *2021 IEEE Bombay Section Signature Conference (IBSSC)*. 1-6. [diakses 1 Agu 2024]. doi: 10.1109/IBSSC53889.2021.9673271

Lampiran

Kuesioner Penelitian
Kajian Peningkatan Pelayanan Publik Kota Bogor Berbasis IOT
(Studi Kasus Layanan Transportasi Publik)
IPB University

Kategori Target Responden:

1. Individu dengan status penduduk Kota Bogor yang sehari-hari beraktivitas dengan menggunakan sarana prasarana transportasi baik publik maupun pribadi (contoh: anak sekolah, pegawai kantor, dll)
2. Individu dengan status sebagai tamu yang sedang melakukan perjalanan wisata/kerja di Kota Bogor (contoh wisatawan atau peserta kegiatan tertentu)

Lingkup Penelitian

Kajian ini difokuskan pada layanan publik untuk mewujudkan ekosistem transportasi yang menjamin mudahnya mobilitas baik individu maupun publik. Ekosistem transportasi yang dimaksud meliputi aspek: dukungan fasilitas teknologi untuk transportasi publik, optimalisasi pengaturan lampu lalu lintas, tata kelola area parkir publik.

A. IDENTITAS RESPONDEN

Kode Responden*		Misal: W-1-01 Artinya Enumerator: Walid Kategori: Warga Bogor Nomor Urut responden: 01
Nama Responden	No.HP:	
Alamat	Kelurahan :	
	Kota :	
	Waktu tempuh ke lokasi kunjungan: Jam	

*) kombinasi inisial enumerator, kategori dan nomor urut responden

B. KARAKTERISTIK RESPONDEN

No.	Nama	JK	Usia	Status Pernikahan	Pendidikan terakhir*	Pekerjaan Utama	Kategori	Aktivitas perjalanan	Moda transportasi	Jumlah rekan kunjungan
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)	(j)	(k)

Kolom (c) 1= laki-laki 2= perempuan	Kolom (e) 1= menikah 2=tidak menikah 3=tidak bersedia menjawab	Kolom (f) 1= Tidak tamat SD 2= Tamat SD 3= Tamat SMP 4= Tamat SMA 5= Tamat S1/S2/S3 6= Tamat pesantren	Kolom (g) 1=ASN 2=Karyawan swasta 3=Pedagang 4=Sektor informal 5=lain-lain (sebutkan)	Kolom (h) 1=Warga Bogor 2=Warga luar Bogor	Kolom (i) 1=wisata 2= kunjungan keluarga 3= bekerja (formal) 4=bekerja (informal- sebutkan) 5=belanja untuk usaha rumahan 6=olahraga 7=sekolah 8=lain-lain (sebutkan)	Kolom (j) 1=roda 2 non mesin (sepeda) 2=roda 2 (motor) 3=roda 4 5=publik (sebutkan) 6=lain-lain (sebutkan)	Kolom (k) 1=sendiri 2=berdua pasangan 3=keluarga inti 4=keluarga besar 5=lain-lain (sebutkan)
---	---	--	--	--	---	---	--

C. PENGGUNAAN EKOSISTEM TRANSPORTASI PUBLIK

Frekuensi Penggunaan Transportasi Publik		Moda Transportasi Publik yang Sering digunakan		Seberapa puas anda menggunakan transportasi publik		Seberapa puas anda dengan ketersediaan parkir di Kota Bogor		Seberapa puas anda dengan kondisi jalanan di Kota Bogor	
(a)		(b)		(c)		(d)		(e)	
1 tidak pernah		1 bis kita		1 sangat tidak puas		1 sangat tidak puas		1 sangat tidak puas	
2 jarang		2 angkot		2 tidak puas		2 tidak puas		2 tidak puas	
3 setiap bulan		3 kereta api		3 puas		3 puas		3 puas	
4 setiap minggu		4 ojek online		4 sangat puas		4 sangat puas		4 sangat puas	
5 setiap hari		5 lainnya							

D. KEPERCAYAAN PUBLIK

Kode	Pertanyaan	Pilihan Jawaban			
		Sangat Setuju	Setuju	Kurang Setuju	Tidak Setuju
D-1 Harapan terhadap kinerja layanan IoT untuk mendukung smart government					
D11	Berkendara di jalan Kota Bogor itu nyaman karena ketersediaan tata aturan dan sistem transportasi yang baik.				
D12	Transportasi publik yang menggunakan IoT (serba otomatis) dapat meningkatkan kenyamanan penumpang				
D13	Ketersediaan sistem pelacakan posisi kendaraan publik secara real-time (sewaktu)				
D14	Ketersediaan sistem pelacakan situasi jalanan kota Bogor secara real-time (sewaktu)				
D15	Ketersediaan sistem pemantauan dan prediksi jadwal pemeliharaan kendaraan publik				
D16	Ketersediaan sistem pemesanan tiket dan pembayaran parkir secara online				
D17	Ketersediaan manajemen smart traffic (otomatisasi durasi lampu merah sesuai kebutuhan)				
D18	Ketersediaan fasilitas wifi pada transportasi publik				
D19	Ketersediaan fasilitas wifi pada sarana umum				
D20	Ketersediaan sarana parkir yang dekat dengan tujuan wisata/kuliner				
D21	Biaya parkir di Kota Bogor sudah terjangkau				
D-2 Terjaminnya kerahasiaan informasi pribadi ketika mengakses layanan					
	Ketika akan mengakses jaringan internet publik:				
D21	Saya tidak bisa memilih sendiri data pribadi yang aman saya berikan				
D22	Saya tidak suka memberikan data pribadi karena saya sering dikontak/dikirim iklan sesudahnya				
D23	Saya tidak suka memberikan data pribadi karena keamanan saya terancam				
D24	Saya tidak suka memberikan data pribadi karena ada kemungkinan data saya dijual oleh pihak ke-3				
D25	Tahapan untuk mengakses fasilitas internet umum sangat panjang				
D-3 Kepercayaan terhadap peran pemerintah dalam mengembangkan layanan IoT					
D31	Pemerintah Kota Bogor telah menyediakan fasilitas transportasi publik terbaik untuk warga				
D32	Pemerintah terus menerus meningkatkan kualitas transportasi publik				
D33	Penggunaan IoT pada transportasi publik membuat saya merasa lebih nyaman berada di dalam kendaraan				
D34	Pemerintah menyediakan fasilitas parkir yang mudah diakses				
D35	Pemerintah menyediakan fasilitas IoT untuk sistem parkir				
D36	Pemerintah menyiapkan sistem pengaturan jalan raya yang dapat memangkas waktu perjalanan				

E. Tingkat urgensi membangun komunitas digital

Kode	Pertanyaan	Pilihan Jawaban			
		Sangat Setuju	Setuju	Kurang Setuju	Tidak Setuju
E-1 Pengaruh sosial					
E11	Keluarga dan sahabat terdekat lebih memilih menggunakan transportasi publik				
E12	Saya mendapat informasi bahwa transportasi publik di Kota Bogor layak digunakan				
E13	Saya mendapat informasi bahwa fasilitas parkir di Kota Bogor mudah diakses				
E14	Saya mendapat informasi bahwa obyek wisata/kuliner di Kota Bogor mudah terjangkau dari lokasi parkir				
E15	Saya mendapat informasi bahwa kondisi jalanan di Kota Bogor tidak berantakan sehingga membuat kita nyaman berkendara				
E16	Saya mendapat informasi bahwa kondisi jalanan di Kota Bogor nyaman bagi pejalan kaki				
E17	Saya mendapat informasi/pengaruh tentang kondisi ekosistem transportasi publik dari media sosial				
E18	Saya mendapat pengaruh tentang kondisi ekosistem transportasi publik dari keluarga				
E19	Saya mendapat pengaruh tentang kondisi ekosistem transportasi publik dari rekan/sahabat				
E-2 Pemberdayaan masyarakat					
E21	Pemerintah memberi kesempatan pengguna jalan dan/atau warga Bogor memberi masukan pada peningkatan sarana internet publik				
E22	Pemerintah memberi kesempatan pengguna jalan dan/atau warga Bogor memberi masukan pada peningkatan sarana transportasi publik				
E23	Pemerintah memberi kesempatan pengguna jalan dan/atau warga Bogor memberi masukan pada peningkatan sarana parkir				
E24	Pengguna jalan dan/atau warga Bogor-pengusaha angkutan memiliki organisasi sebagai sarana menyampaikan aspirasi.				
E25	Pengguna jalan dan/atau warga Bogor-pengusaha angkutan memiliki media menyampaikan aspirasi.				
E-3 Kondisi fasilitas layanan					
E31	Fasilitas koneksi internet umum (wifi) memadai				
E32	Fasilitas transportasi publik memadai				
E33	Aplikasi transportasi publik dapat diakses dengan mudah				
E34	Ada teknologi melacak posisi kendaraan umum publik secara real-time untuk keperluan menunggu bis kita				
E35	Pengguna layanan bisa melacak kondisi jalanan secara real-time				
E36	Kondisi kendaraan layanan transportasi publik dikategorikan layak jalan				
E37	Sistem pemesanan tiket dan pembayaran parkir mudah				
E38	Fasilitas traffic light tersedia di setiap persimpangan				
E39	Parkir motor dapat ditemukan dengan mudah di Kota Bogor				
E40	Parkir mobil dapat ditemukan dengan mudah di Kota Bogor				

F. Niat Warga Kota dalam menggunakan fasilitas internet dan IoT

Kode	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	
		Ya	Tidak
F11	Saya bersedia menggunakan internet umum saat diluar rumah		
F12	Saya bersedia menggunakan transportasi umum Kota Bogor		
F13	Saya akan lebih sering berkunjung ke Kota Bogor jika kemacetan berkurang		
F14	Saya akan lebih sering jalan kaki untuk menikmati Kota Bogor jika tidak banyak polusi		
F15	Saya akan lebih sering menggunakan transportasi publik jika kendaraannya sudah terintegrasi dengan teknologi IoT yang serba otomatis dan digital		
F16	Saya bersedia menggunakan area parkir dengan sistem otomatis		
F17	Saya bersedia memesan dan membayar parkir secara online sebelum berangkat supaya saya yakin akan mendapat parkir di lokasi tujuan		
F18	Saya akan merekomendasikan jalan-jalan Kota Bogor kepada teman, sahabat, keluarga.		

G. Kesiapan Warga Kota dalam menggunakan fasilitas internet dan IoT

Kode	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	
		Ya	Tidak
F11	Saya bersedia menggunakan internet umum saat diluar rumah		
F15	Saya akan lebih sering menggunakan transportasi publik jika kendaraannya sudah terintegrasi dengan teknologi IoT yang serba otomatis dan digital		
F16	Saya bersedia menggunakan area parkir dengan sistem otomatis		
F17	Saya bersedia memesan dan membayar parkir secara online sebelum berangkat supaya saya yakin akan mendapat parkir di lokasi tujuan		