

Bangunan Gedung Cerdas

Dr. Mustika Sari, S.Ars., M.T., IPM
Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Indonesia

Disampaikan pada PKB GATENSI

Selasa, 10 Desember 2024

Overview

Pendahuluan

Definisi

Perkembangan

Perbedaan

Manfaat

Teknologi
Cerdas

Standar

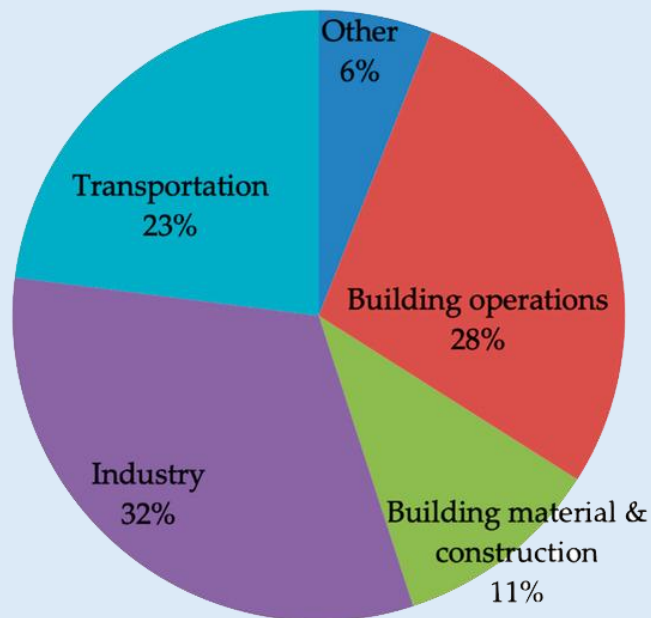
Permen PUPR

Pedoman
Nusantara



Definisi dan Perkembangan

Bangunan, Emisi, dan Sumber Daya



Bangunan berkontribusi terhadap emisi CO2:

- 11% dari material dan konstruksi
- 28% dari pengoperasian bangunan

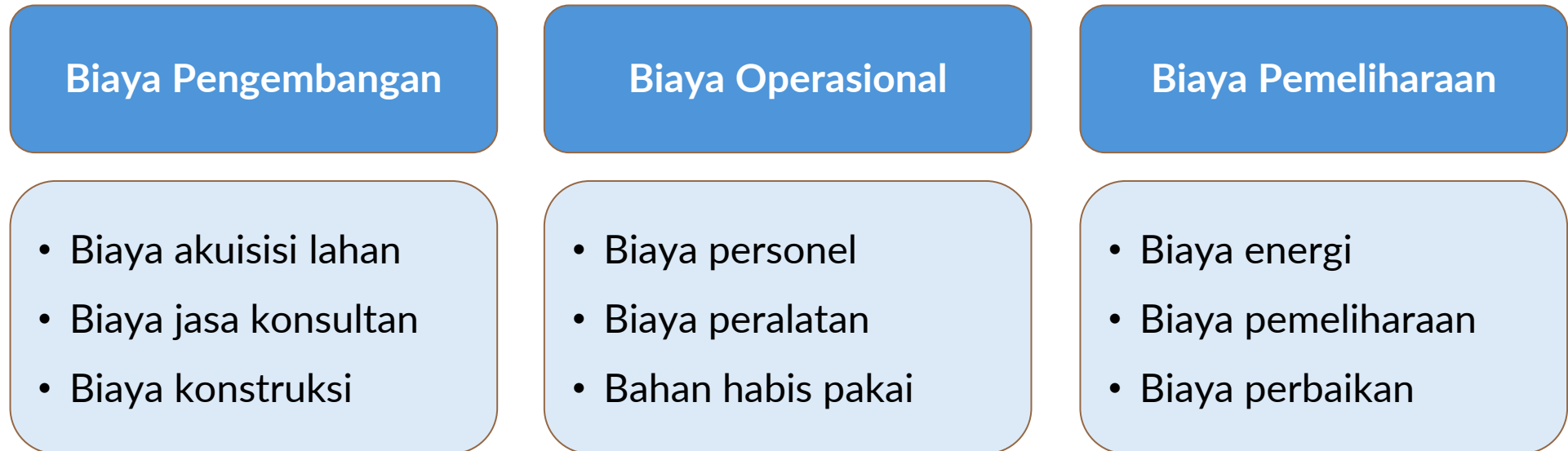
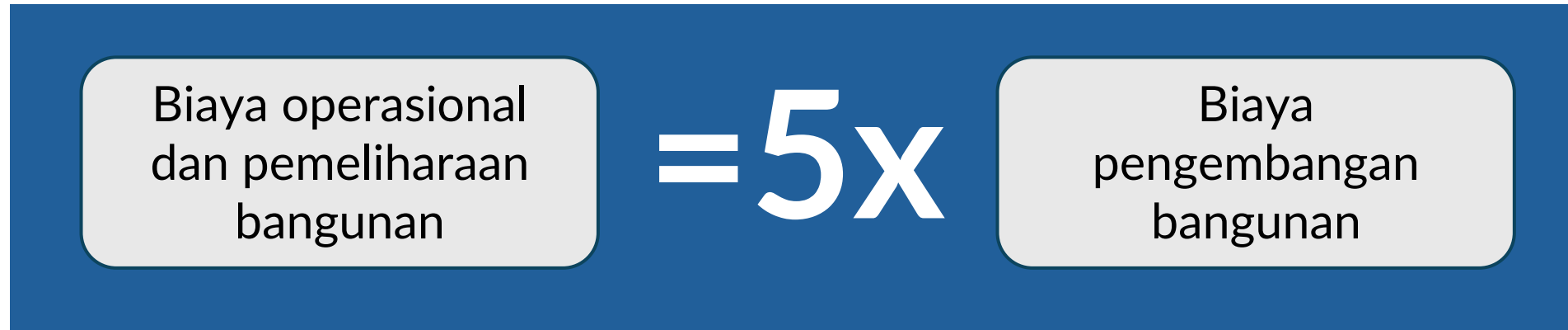


Konstruksi dan pengoperasian bangunan menggunakan:

- 40% energi global
- 12% total pasokan air bersih
- 30 persen sumber daya dunia

(Dwaikat & Ali, 2016; Basten et al., 2019; Zhang et al., 2017; Nguyen et al., 2017)

Biaya Siklus Hidup Bangunan



(Wu & Clements-Croome, 2007; Hughes et., 2004; Evans et al., 1998; Berawi et al., 2017)

Kualitas Dalam Ruang Bangunan

Masyarakat perkotaan menghabiskan
90% dari waktunya di dalam ruangan

(Sumber: US EPA, 2017; D'Amico et al., 2020)

Kualitas Dalam Ruang
Bangunan

kualitas udara, kualitas termal,
pencahayaan, akustik, air,
keamanan, dan keselamatan

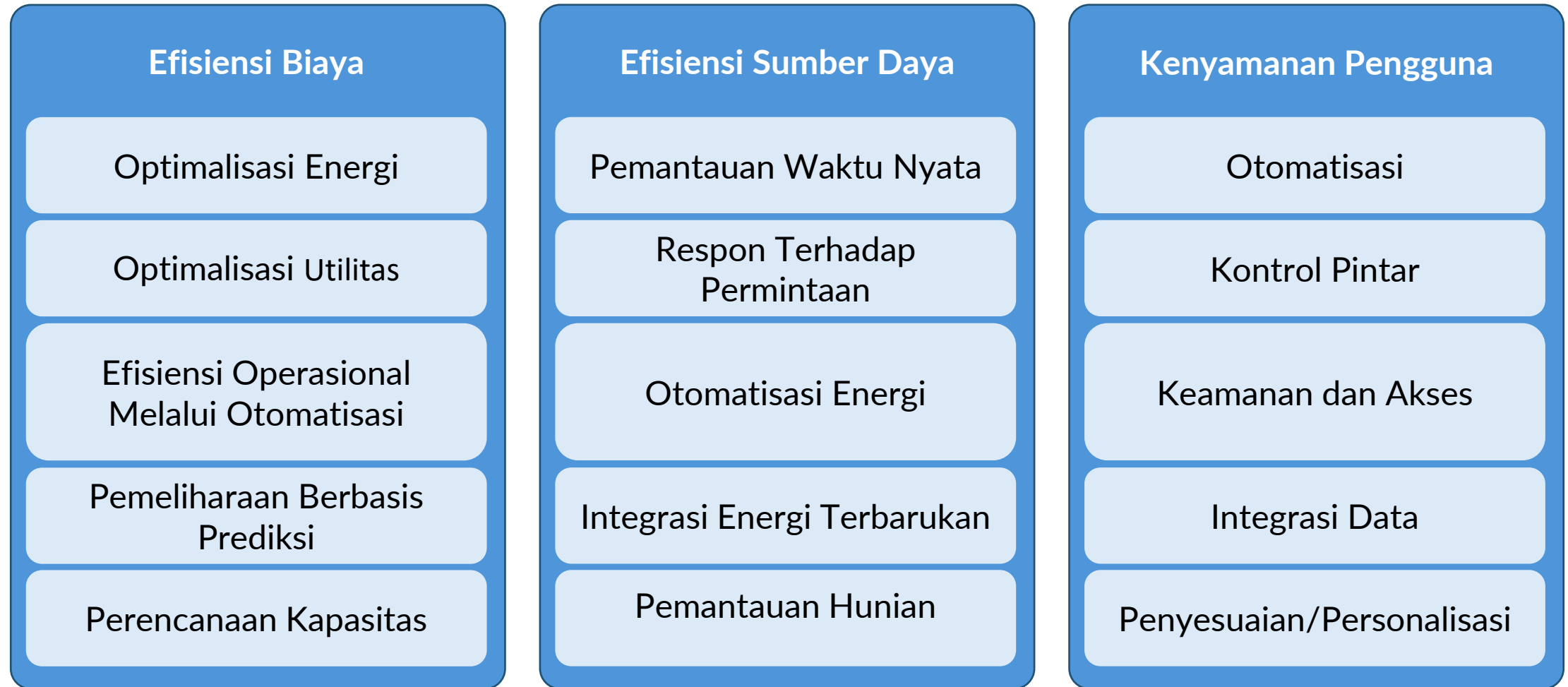
Sick Building
Syndrome

penghuni mengalami ketidaknyamanan
atau efek kesehatan setelah
menghabiskan waktu di dalam gedung

Peningkatan
Produktivitas

- bangunan hijau
- bangunan sehat
- bangunan cerdas

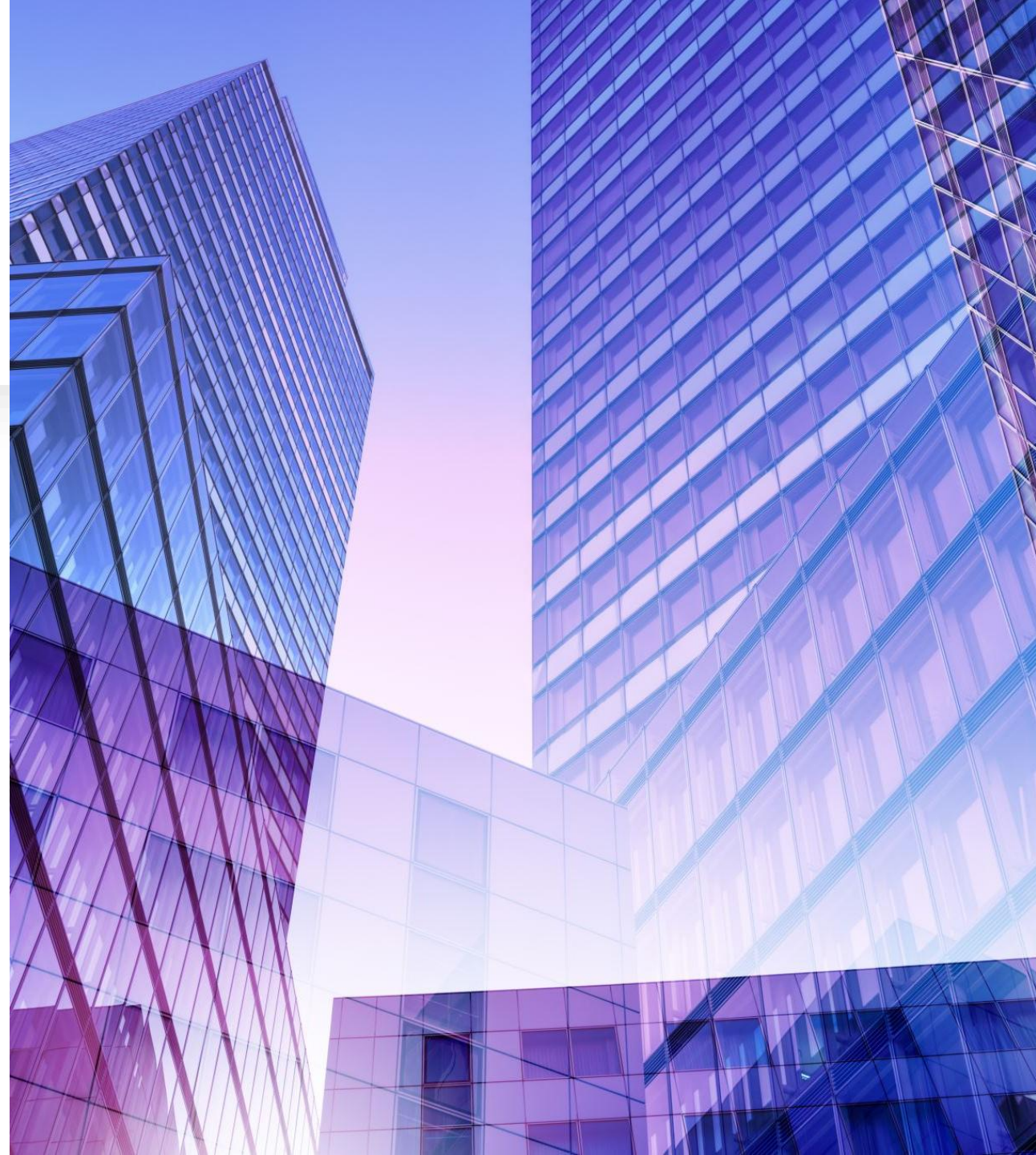
Mengapa Bangunan Gedung Cerdas?



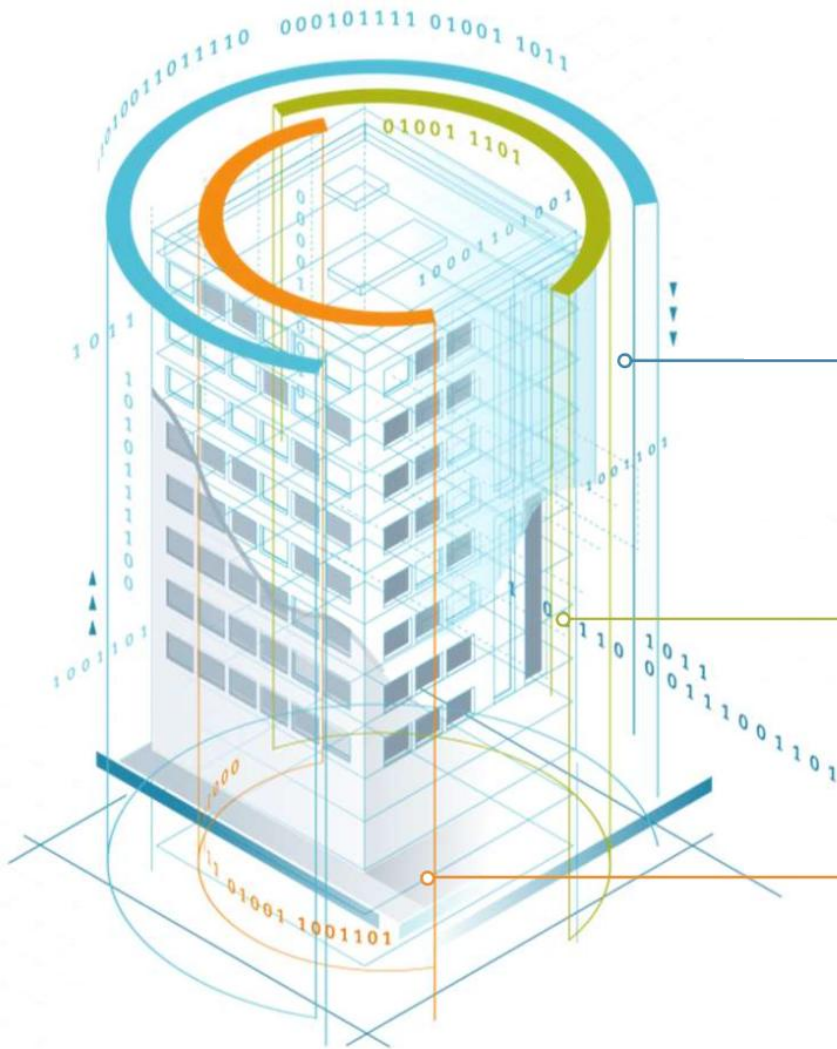
(Aliero et al., 2022; Berawi et al., 2017; Chen et al., 2016; Abdennadher et al., 2015)

Apa itu Bangunan Gedung Cerdas?

- Menyediakan layanan bangunan yang bermanfaat untuk meningkatkan produktivitas penghuni dengan biaya dan dampak lingkungan yang paling rendah selama siklus hidup bangunan
- Karakteristik BGC:
 - Terintegrasi
 - Cerdas
 - Otomatis
 - Berkinerja tinggi



Pilar Utama BGC



People

Berfokus pada peningkatan kesejahteraan dan produktivitas **penghuni** dengan menciptakan lingkungan yang aman, nyaman, dan responsif sesuai kebutuhan mereka.

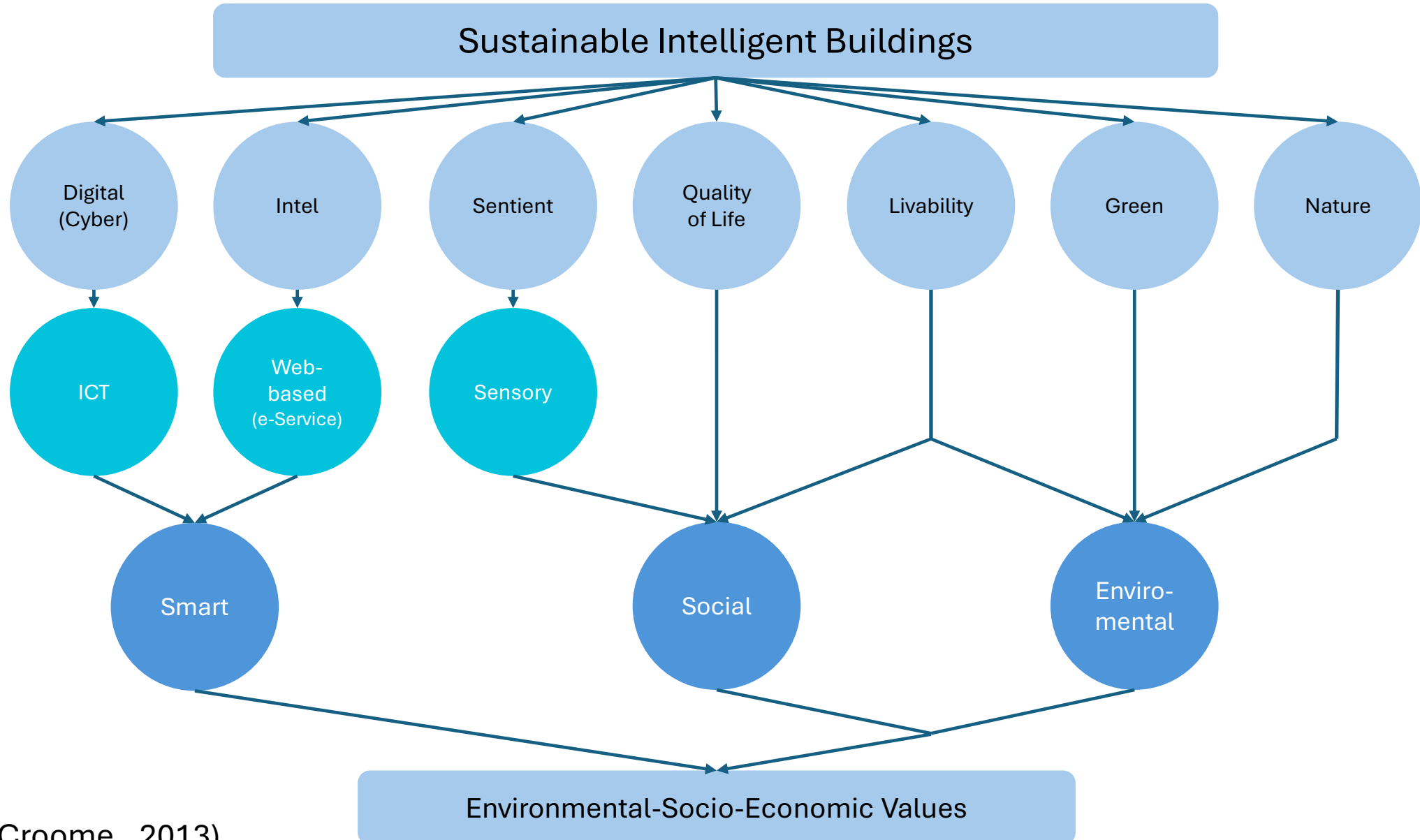
Technology

Mengintegrasikan **teknologi** untuk mengoptimalkan fungsi bangunan, memastikan efisiensi energi, konektivitas yang lancar, dan kinerja operasional yang lebih baik.

Services

Menyediakan **layanan** seperti pemeliharaan prediktif, manajemen energi, dan pemantauan lingkungan, yang bertujuan untuk mencapai keberlanjutan dan efisiensi biaya sepanjang siklus hidup bangunan.

Cerdas: *Intelligent* or *Smart*?



Cerdas: *Intelligent* or *Smart*?

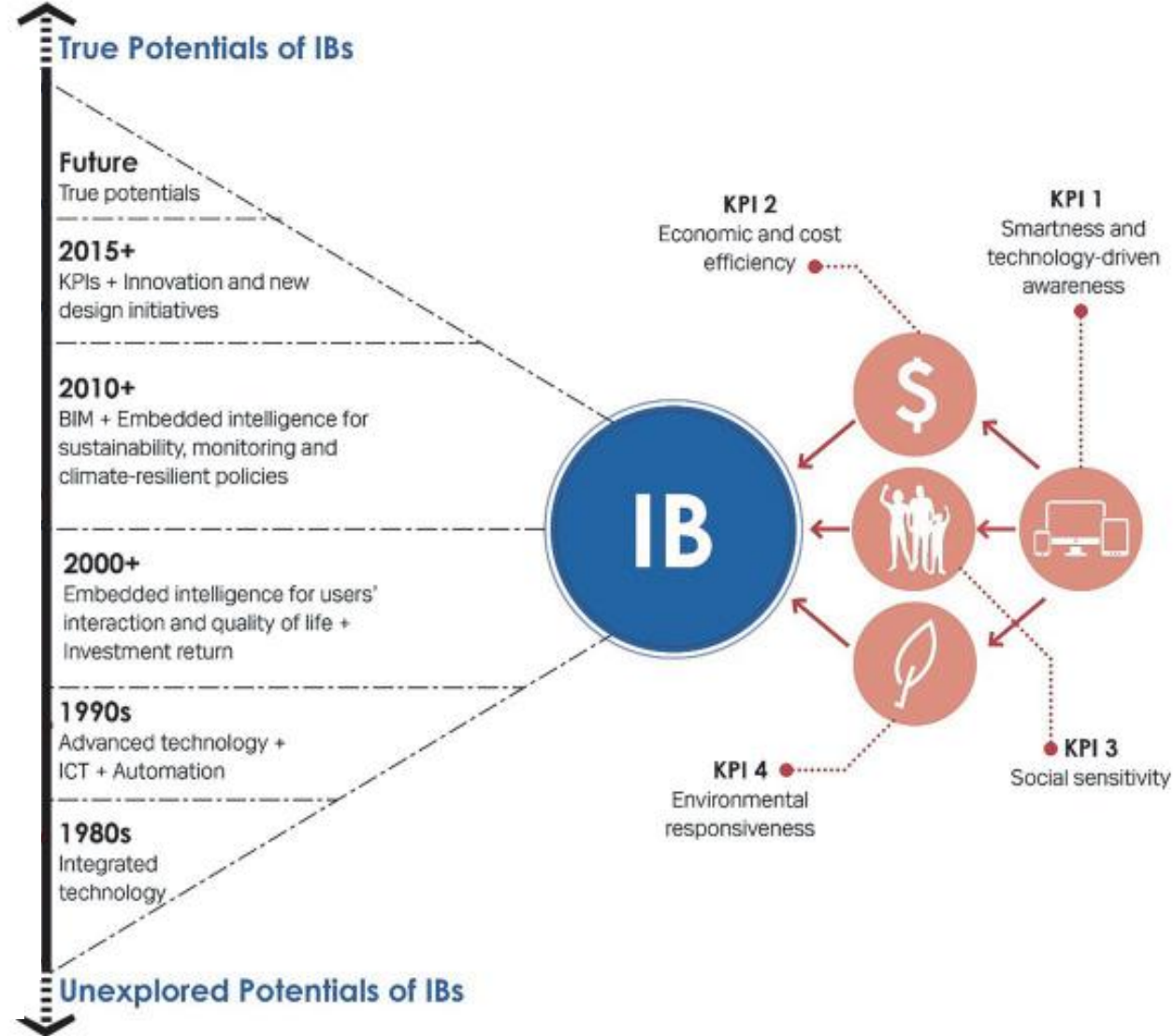
Intelligent Building:

- Fokus utama adalah pengendalian teknis (**reactive control**) menggunakan sistem manajemen gedung (BMS).
- Menekankan otomatisasi untuk mengelola elemen-elemen seperti HVAC, pencahayaan, keamanan, dan perlindungan kebakaran.
- Bereaksi terhadap data lingkungan tanpa banyak melibatkan pengguna.
- Sistem cenderung dikembangkan secara terpisah tanpa integrasi menyeluruh dengan elemen lain.

Smart Building:

- Mengintegrasikan kecerdasan, kontrol, bahan dan konstruksi, serta sistem enterprise secara holistik.
- Berfokus pada **adaptability**, bukan sekadar reaktivitas, dengan kemampuan untuk mempersiapkan perubahan sebelum terjadi.
- Menonjolkan **interaksi** yang lebih tinggi dengan penghuni, memungkinkan mereka untuk memiliki kontrol terhadap lingkungan mereka.
- Menggunakan data yang luas dan integrasi antar sistem untuk menciptakan efisiensi energi, kenyamanan, dan kepuasan penghuni.
- Menggabungkan teknologi dan pendekatan inovatif seperti konektivitas jaringan, prediksi berbasis data, dan adaptasi terhadap konteks eksternal.

Evolusi Definisi dan Potensi *Intelligent Building*



Evolusi Definisi *Intelligent Building* ke *Smart Building*

1980

- Definisi IB mulai berkembang sejak tahun 1980-an (Wong et al., 2005).

1990

- IB didefinisikan sebagai: “Sebuah bangunan yang sepenuhnya mengendalikan lingkungannya sendiri dengan suatu sistem manajemen komputer ” (Powell, 1990). Tapi belum menyertakan interaksi pengguna di dalamnya.

2000

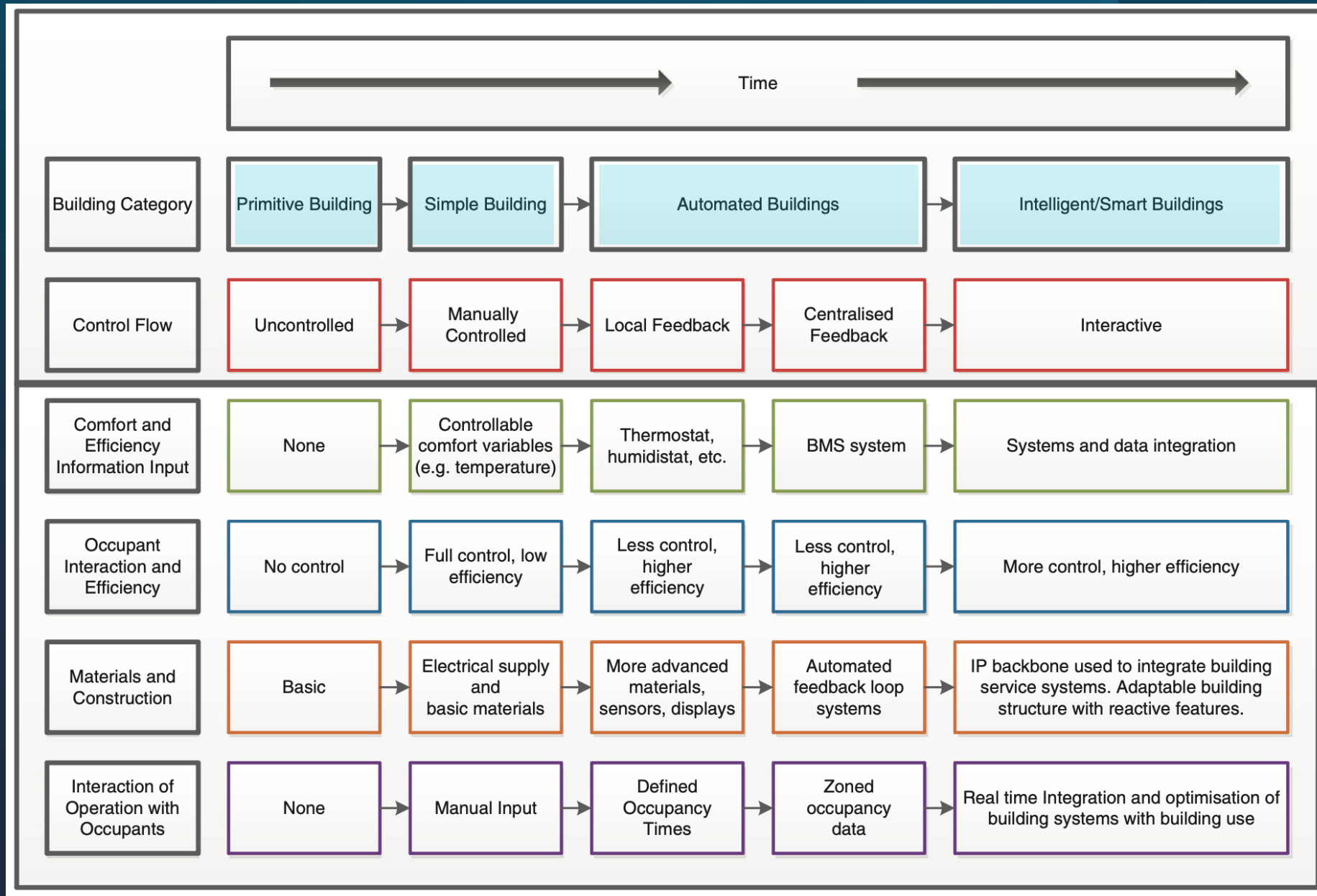
- Bangunan yang responsif terhadap kebutuhan pengguna, berkelanjutan dalam konsumsi energi dan air, rendah emisi dan limbah, mendukung kesejahteraan penghuni, serta fungsional sesuai kebutuhan (Clements-Croome, 2009).

2010

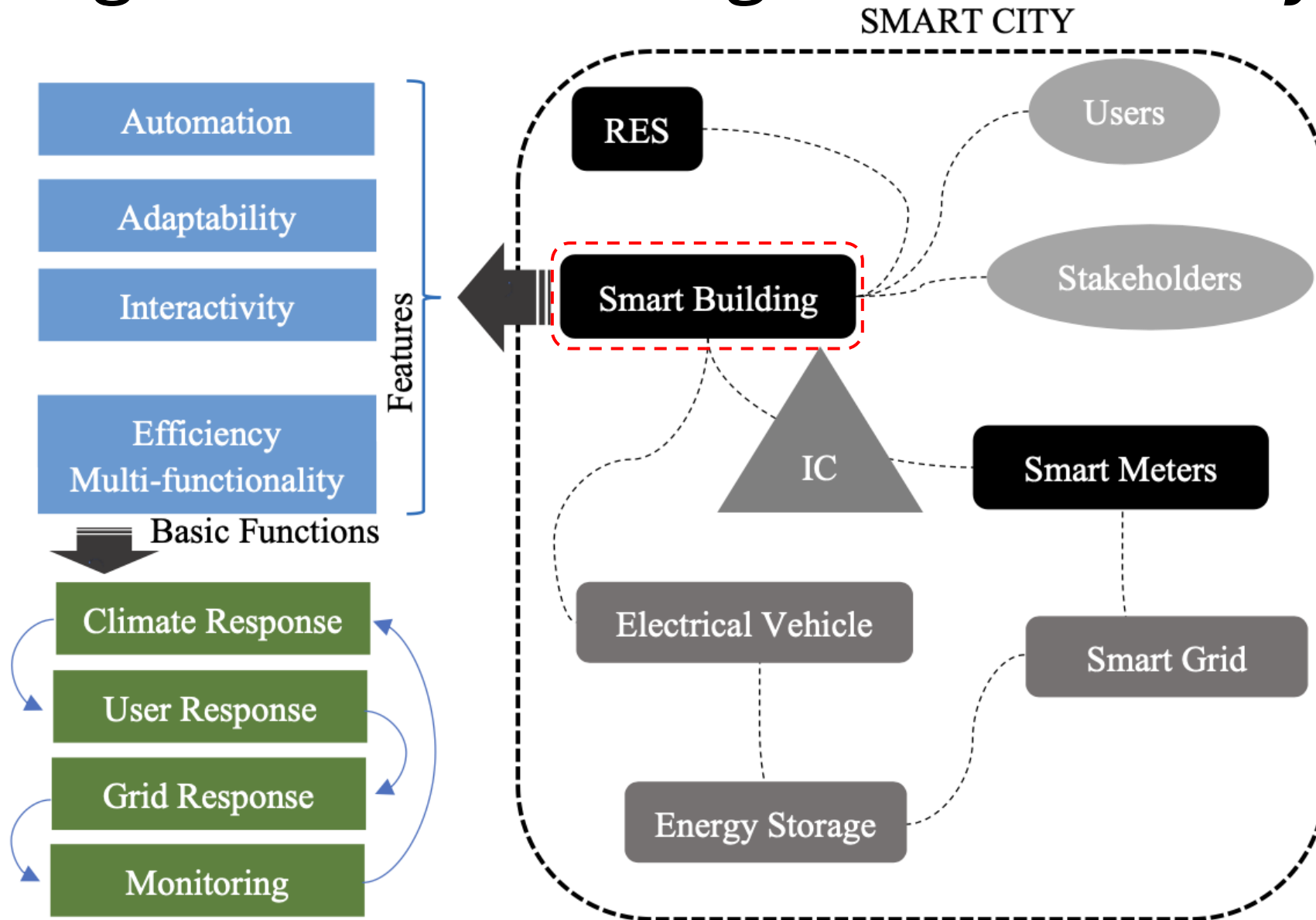
- Penetapan istilah SB diperlukan untuk mencegah fragmentasi terminologi dan menyelaraskan fokus perkembangan di sektor bangunan (McGlinn et al., 2010).

2012

- Bangunan Cerdas sadar diri dan jaringan, berinteraksi dengan jaringan cerdas, responsif waktu nyata, dan adaptif. Responsivitas, adaptabilitas, dan fleksibilitas menjadi pembeda utama dari generasi sebelumnya (Wang et al., 2012).



Hubungan *Smart Building* dan *Smart City*



(Al Dakheel et al., 2020)

Konsep Bangunan Berdasarkan Tujuan Desain



Green Building

- Dirancang ramah lingkungan untuk seluruh bangunan

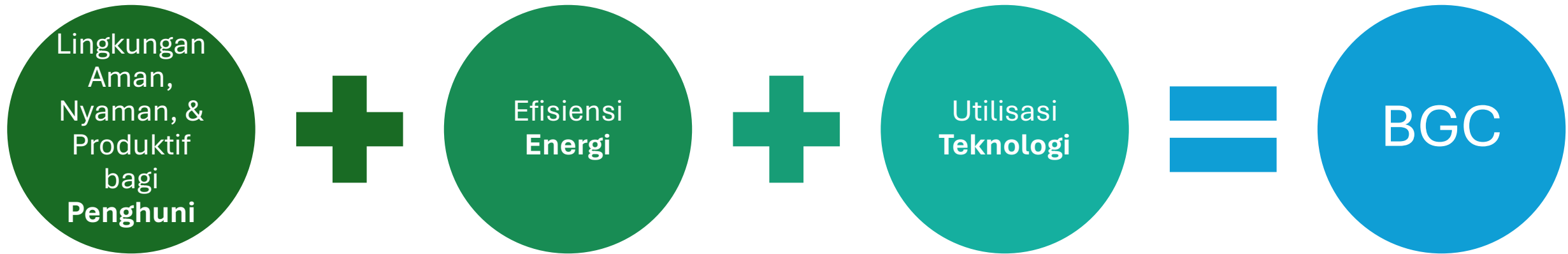
Smart Building

- Dirancang untuk menyeimbangkan kebutuhan kenyamanan penghuni dan konsumsi energi

Healthy Building

- Dirancang untuk meningkatkan kesejahteraan fisik, mental, dan produktivitas penghuni melalui kinerja bangunan yang optimal.

Apa yang Membuat Bangunan Menjadi Cerdas?



Green Building dan Smart Building



Smart Building atau Bangunan Gedung Cerdas



Bangunan cerdas berpusat pada penggunaan teknologi yang saling terhubung untuk membuat bangunan menjadi lebih cerdas dan **responsif**, sehingga dapat meningkatkan kinerjanya.

Bangunan yang menggunakan teknologi dan proses untuk menjadi lebih **efisien** secara operasional, melindungi kesehatan dan keselamatan penghuni, meningkatkan produktivitas karyawan, dan mengurangi dampaknya terhadap lingkungan.

Bangunan cerdas adalah sistem **terintegrasi** yang memanfaatkan berbagai infrastruktur dan teknik komputasi serta komunikasi.

Bangunan cerdas dapat meningkatkan pengalaman **pengguna**, mengoptimalkan manajemen, dan mengurangi biaya.

Bangunan cerdas dapat melakukan **pemantauan** kinerja, mendeteksi ketidakefisienan, mendiagnosis kemungkinan penyebab, melakukan penyesuaian otomatis, memberi peringatan af tentang masalah kritis, dan meningkatkan produktivitas.

BGC Sebagai Pendorong Nilai Strategis

MENINGKATKAN PENDAPATAN

Meningkatkan Produktivitas Per Karyawan

- 8% Peningkatan Produktivitas
- 15% Pengurangan Kebocoran Produktivitas

Meningkatkan Inovasi dan Kolaborasi

- 83% Peningkatan Indeks Inovasi

Meningkatkan Daya Tarik dan Retensi Talenta

- 24% Peningkatan Kepuasan Kerja
- Peningkatan Nilai Promotor Bersih Karyawan dan Pelanggan

MENGURANGI BIAYA

Mengurangi Ketidakhadiran Karyawan

- 28% Pengurangan Hari Sakit

Mengurangi Biaya Hunian dan Layanan

- 29% Pengurangan Kebutuhan Ruang (dan Biaya FM)
- 5% Pengurangan Waktu Pembersihan

Mengurangi Biaya Utilitas dan Pemeliharaan

- 20% Pengurangan Energi HVAC
- 25% Pengurangan Pemeliharaan HVAC
- 75% Pengurangan Energi Pencahayaan

Potensi Keuntungan Bisnis

40%
reduction

Penggunaan energi berkurang hingga 40% dan biaya pemeliharaan berkurang 10-30%.

91%
occupancy

Tingkat penggunaan bangunan lebih tinggi pada bangunan yang lebih cerdas.

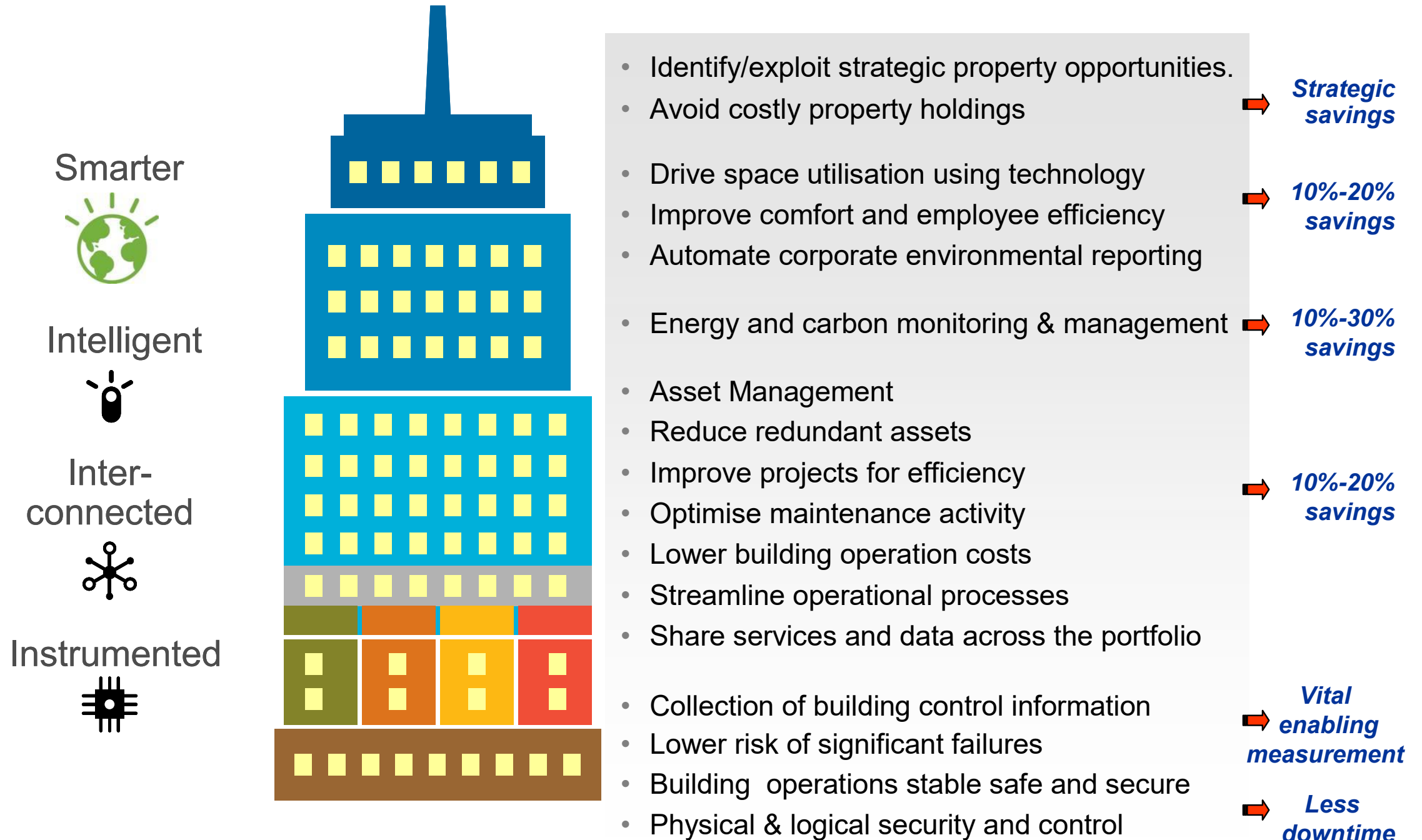
18% rise in
productivity

Produktivitas karyawan meningkat hingga 18% secara rata-rata.

65% of
occupants

Bersedia membantu menjadikan tempat kerja mereka lebih ramah lingkungan.





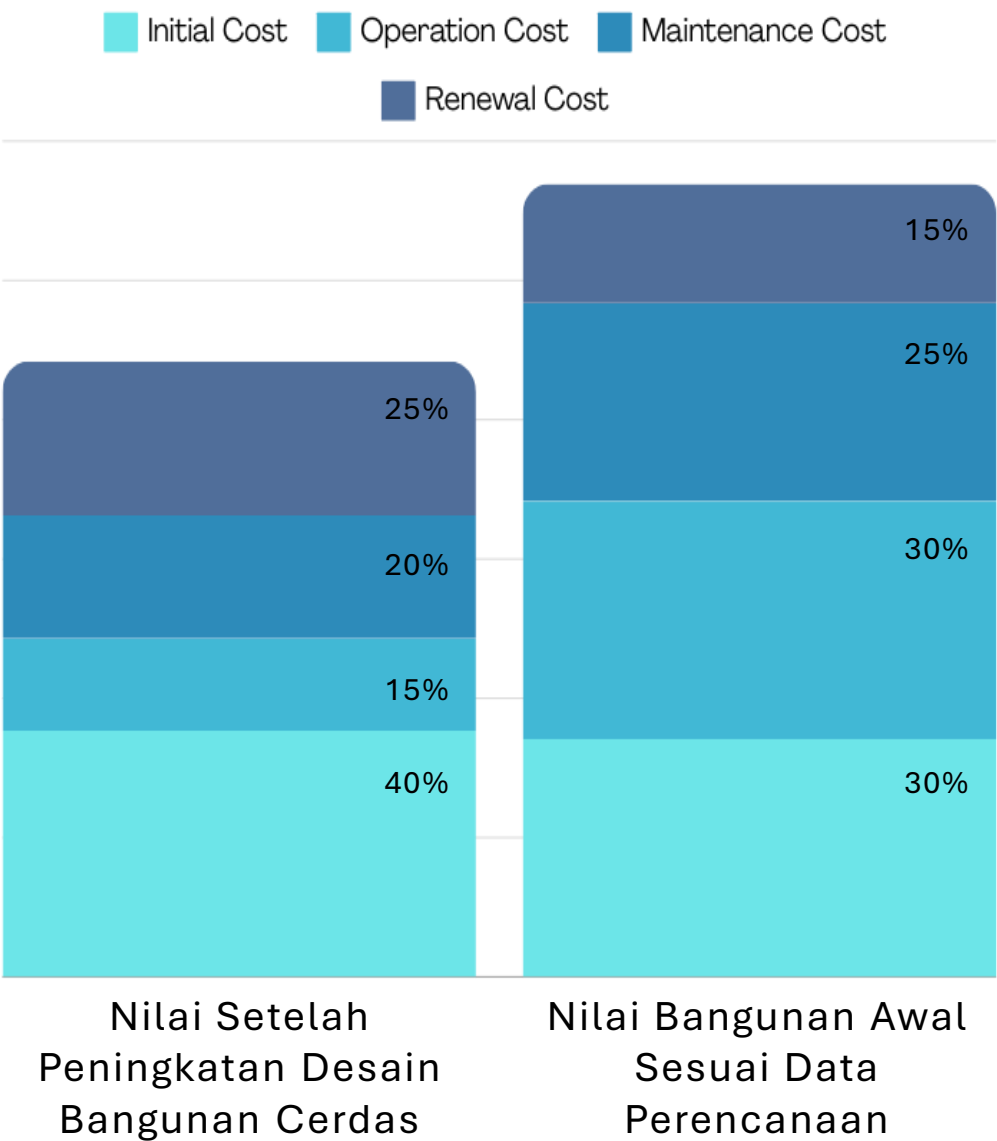
Perbandingan LCC BGC dan BGH

Nugroho, A. Berawi, M.A., Sari., M. (2024)

Nama Proyek : Rusun ASN KIPP IKN
Total Luas Tiap Tower : 5.880 m2
Total Nilai Kontrak : Rp 1.734.520.000.000,-
Total Tower : 9



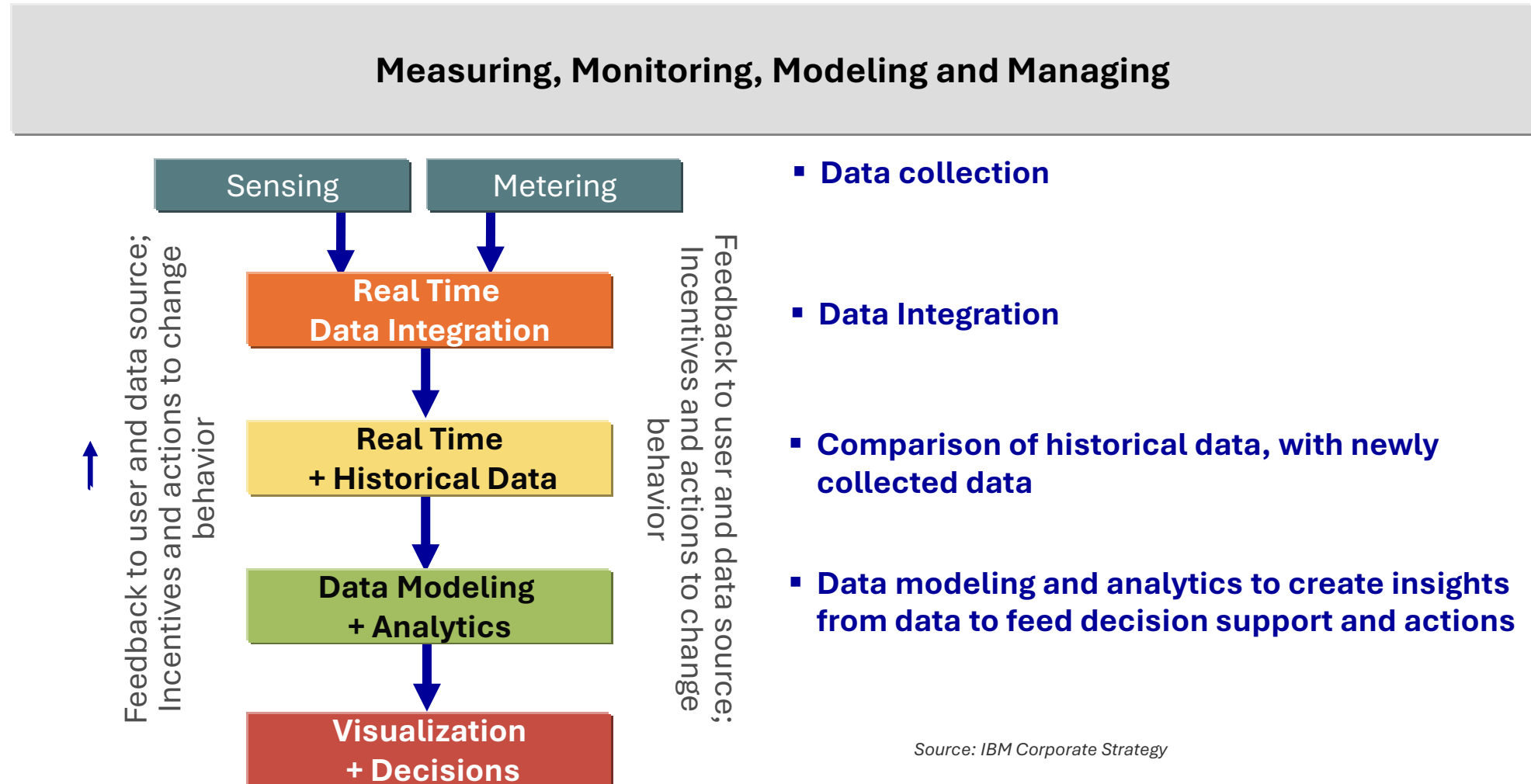
Masterplan Precinct Core Tower 5 & West Resident Tower 4



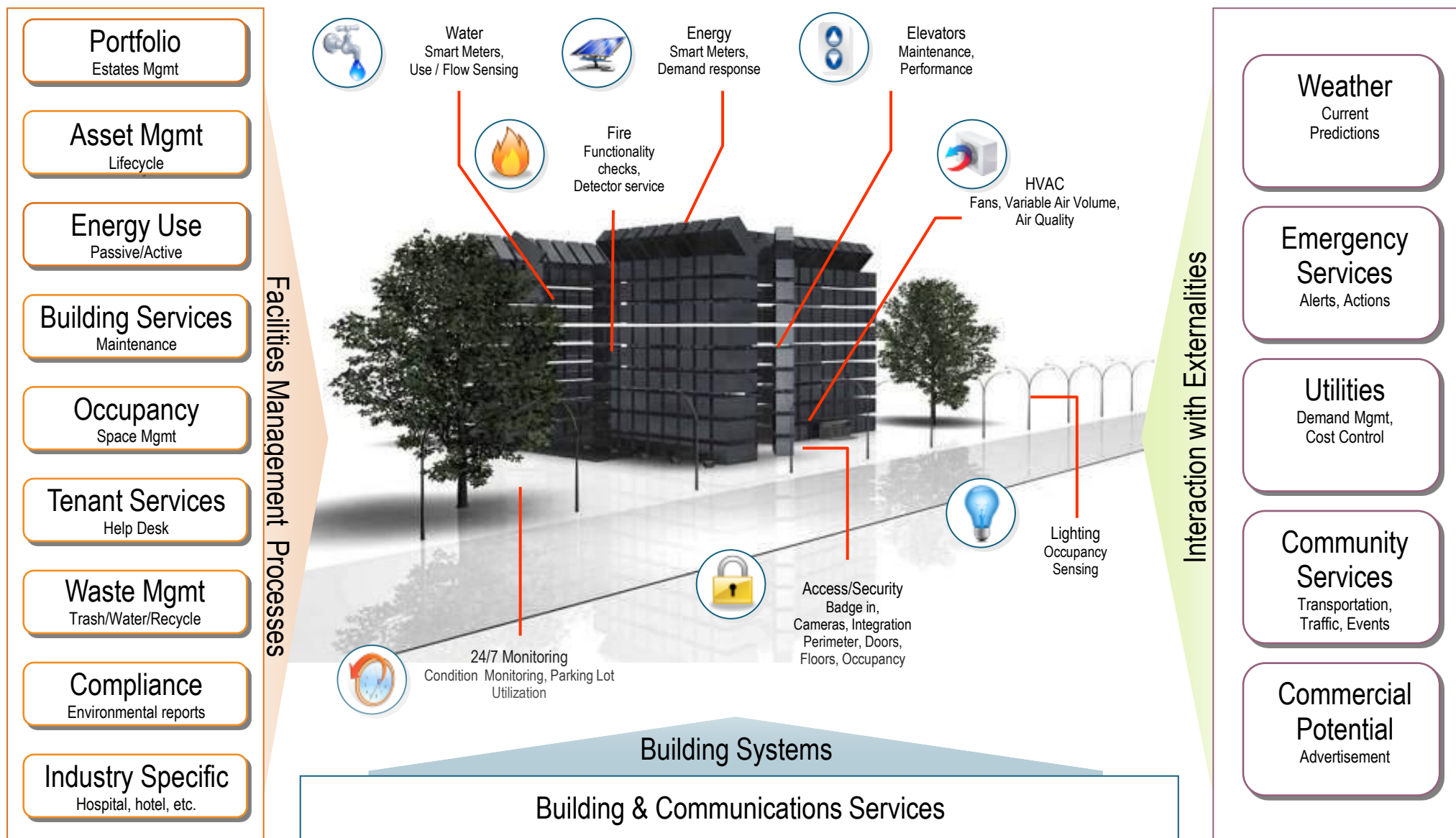
The background is a dark blue gradient with a complex, abstract digital pattern. It features several 3D cubes of varying sizes, some of which are outlined with binary code (0s and 1s). Glowing blue and red lines, resembling data streams or fiber optics, crisscross the scene. There are also soft, out-of-focus light spots in shades of blue, green, and red, creating a sense of depth and technological sophistication. The entire composition is framed by a thin, white, hand-drawn style border.

Teknologi BGC

Bagaimana Membuat Gedung Lebih Cerdas?



Bagaimana BGC Dioperasikan?



Komponen Dasar BGC



Hardware



Software



Network



Communication

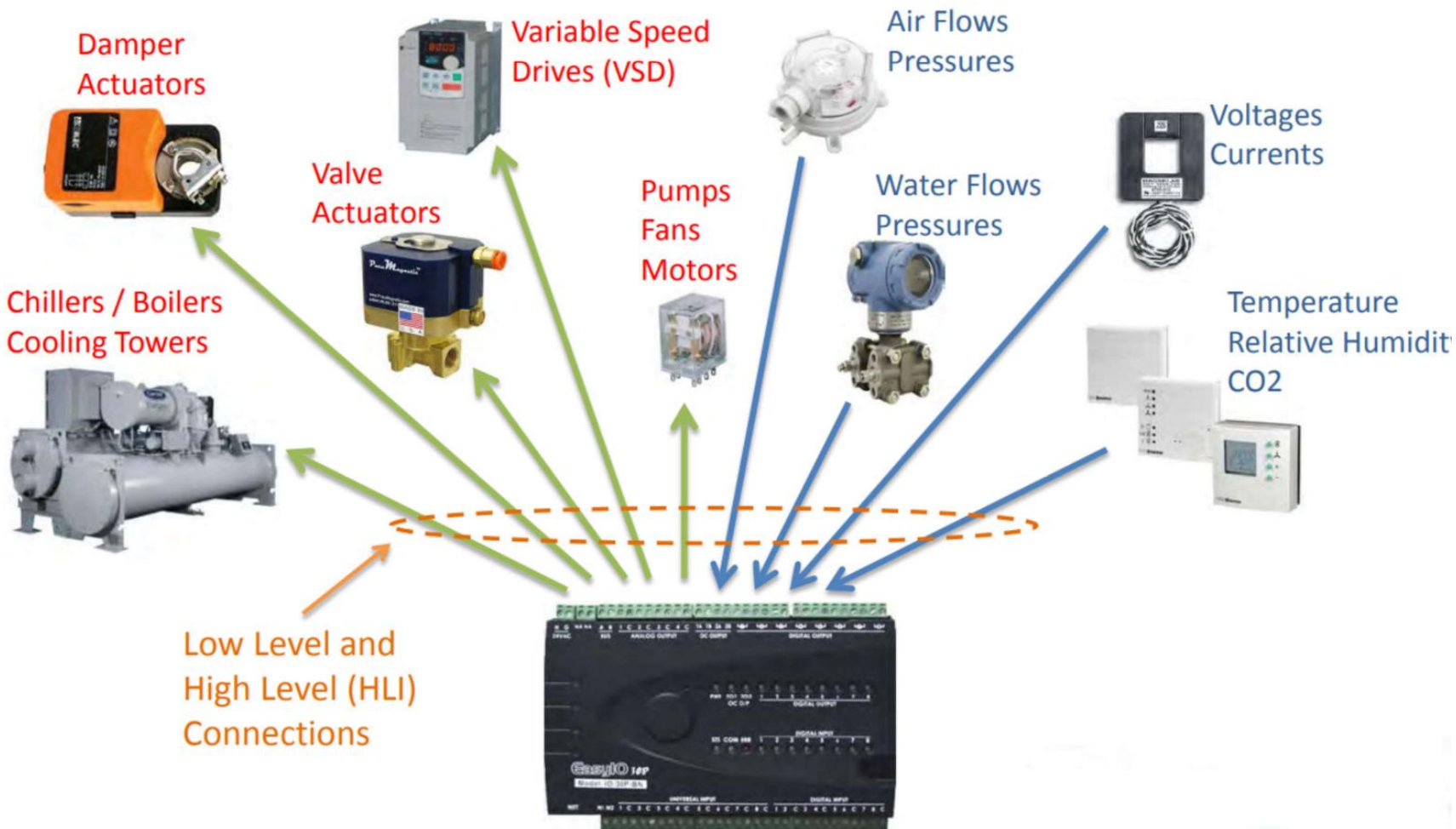


Control



Internet

Building Automation System (BAS)

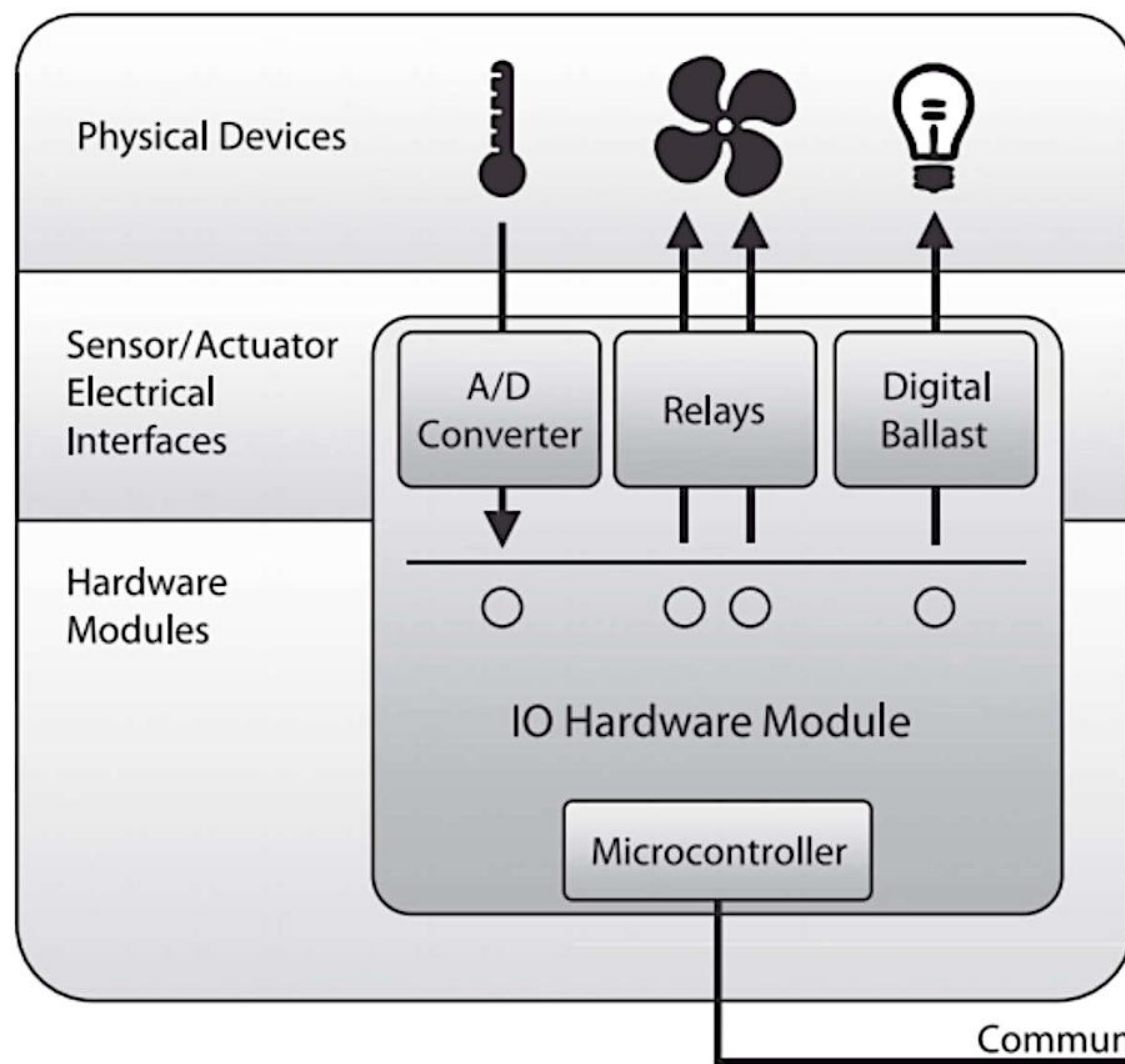


Komponen dari BAS:

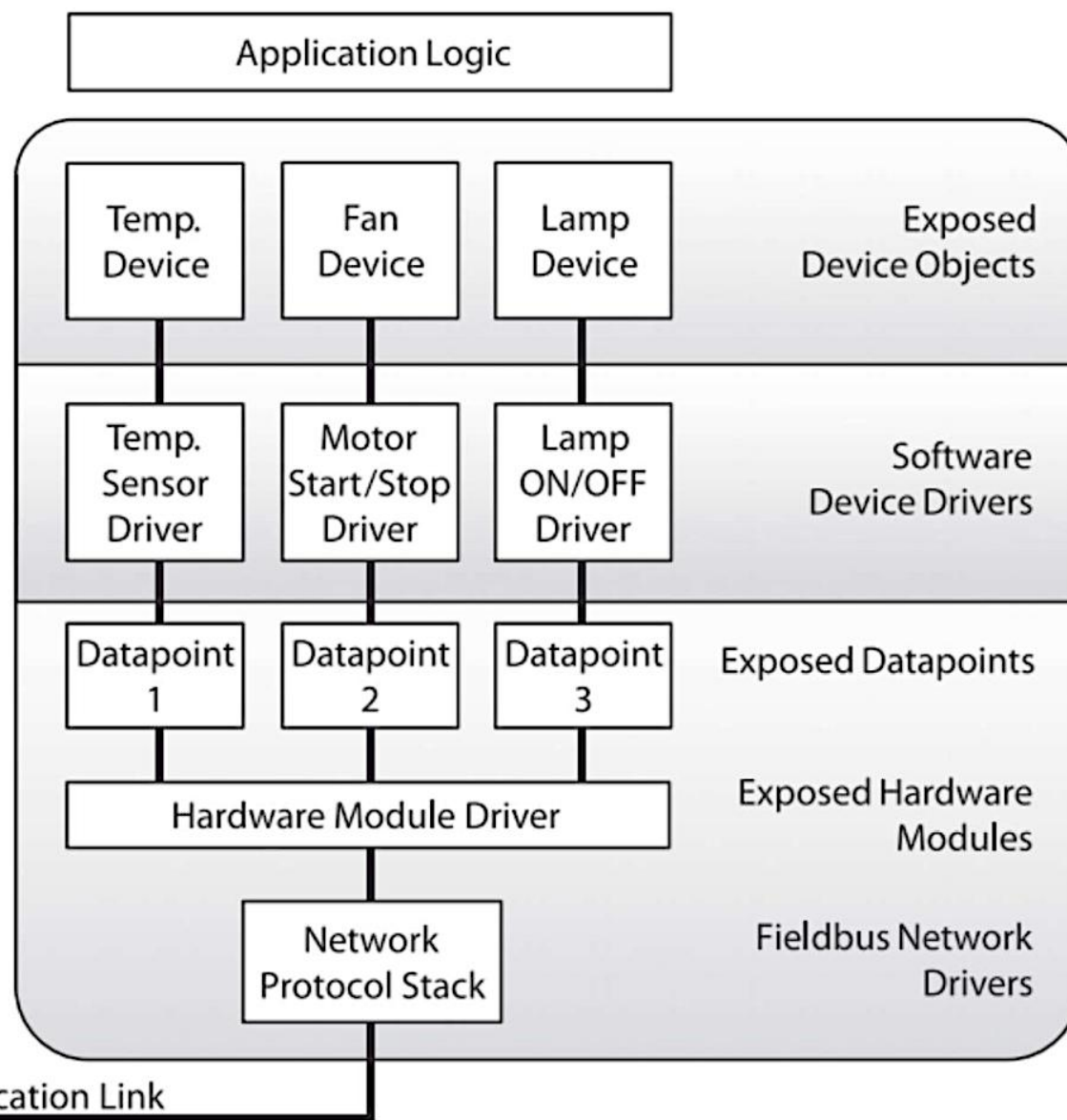
- **Sensor** (contoh: suhu, kelembapan, tingkat pencahayaan, CO2)
- **Controller** (berfungsi sebagai "otak" dari BAS)
- **Output Devices** (contoh: aktuator katup, damper, pompa kipas, dan motor, untuk menjalankan perintah dari controller)
- **Communication Protocols** (bahasa spesifik yang dipahami oleh komponen sistem untuk mengubah pengaturan atau melaksanakan perintah)
- **Terminal Interface** (contoh: antarmuka pengguna, workstation)

BAS: sistem otomatisasi untuk mengontrol berbagai elemen dalam bangunan

Hardware

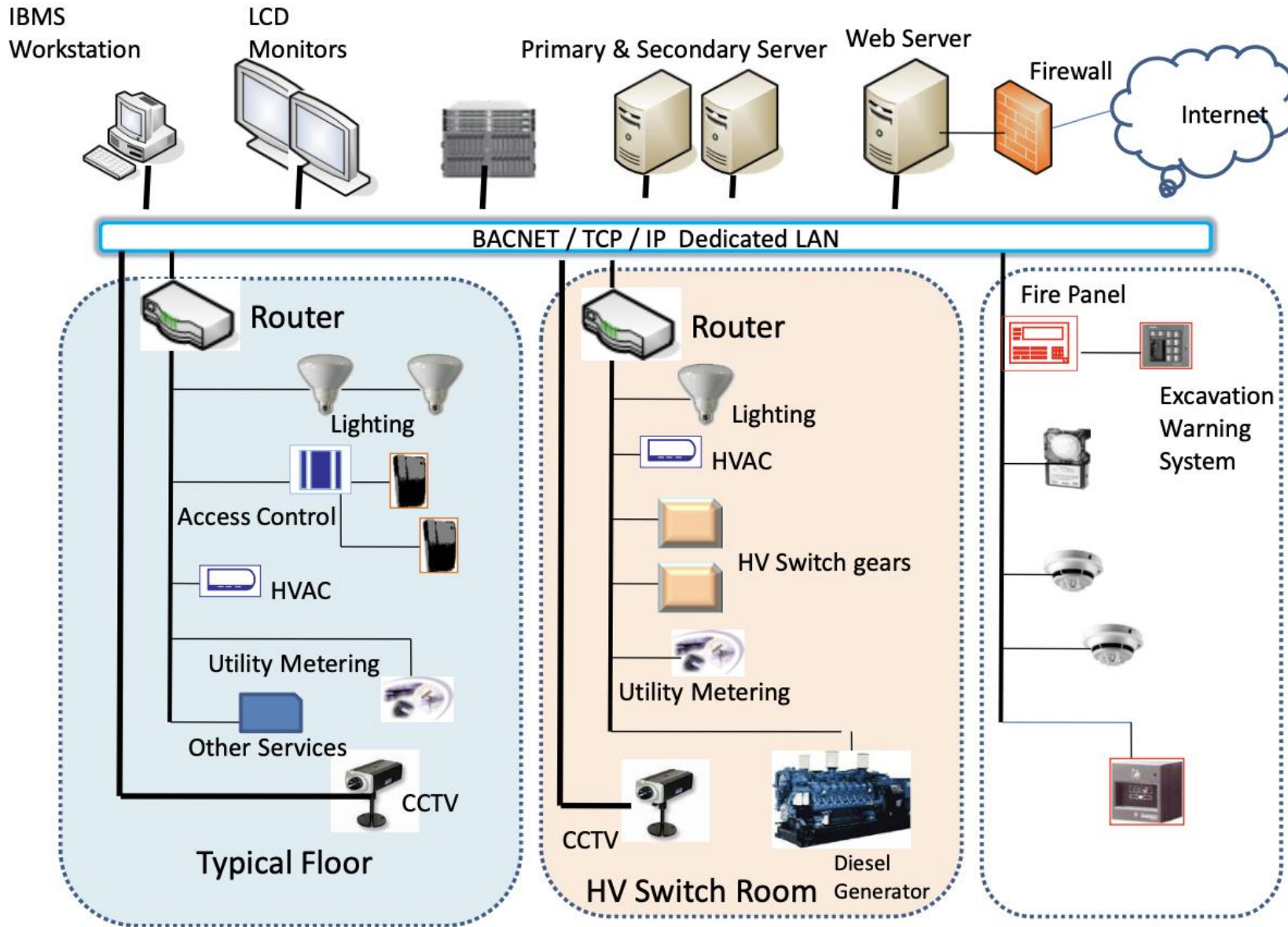


Software



Communication Link

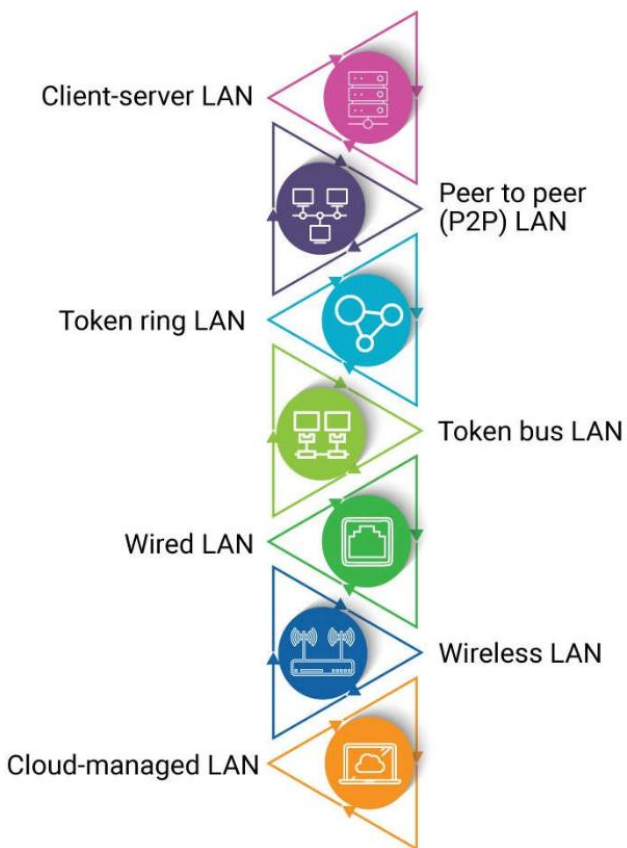
Building Management System (BMS)



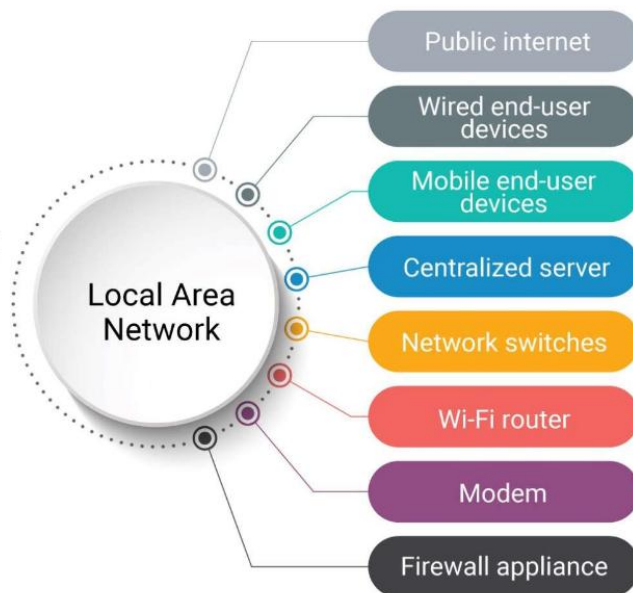
- BMS menyediakan satu platform untuk memantau dan mengontrol berbagai parameter dalam bangunan. Mendukung semua utilitas dan integrasi dengan sistem keselamatan kebakaran dan kehidupan.
- BMS melakukan:
 - Kontrol presisi
 - Otomatisasi
 - Pengamanan (*safety lockouts*)
 - Penghematan energi
 - Sistem manajemen informasi
 - Memungkinkan pengambilan tindakan korektif sebelum dan sesudah kejadian.

Network

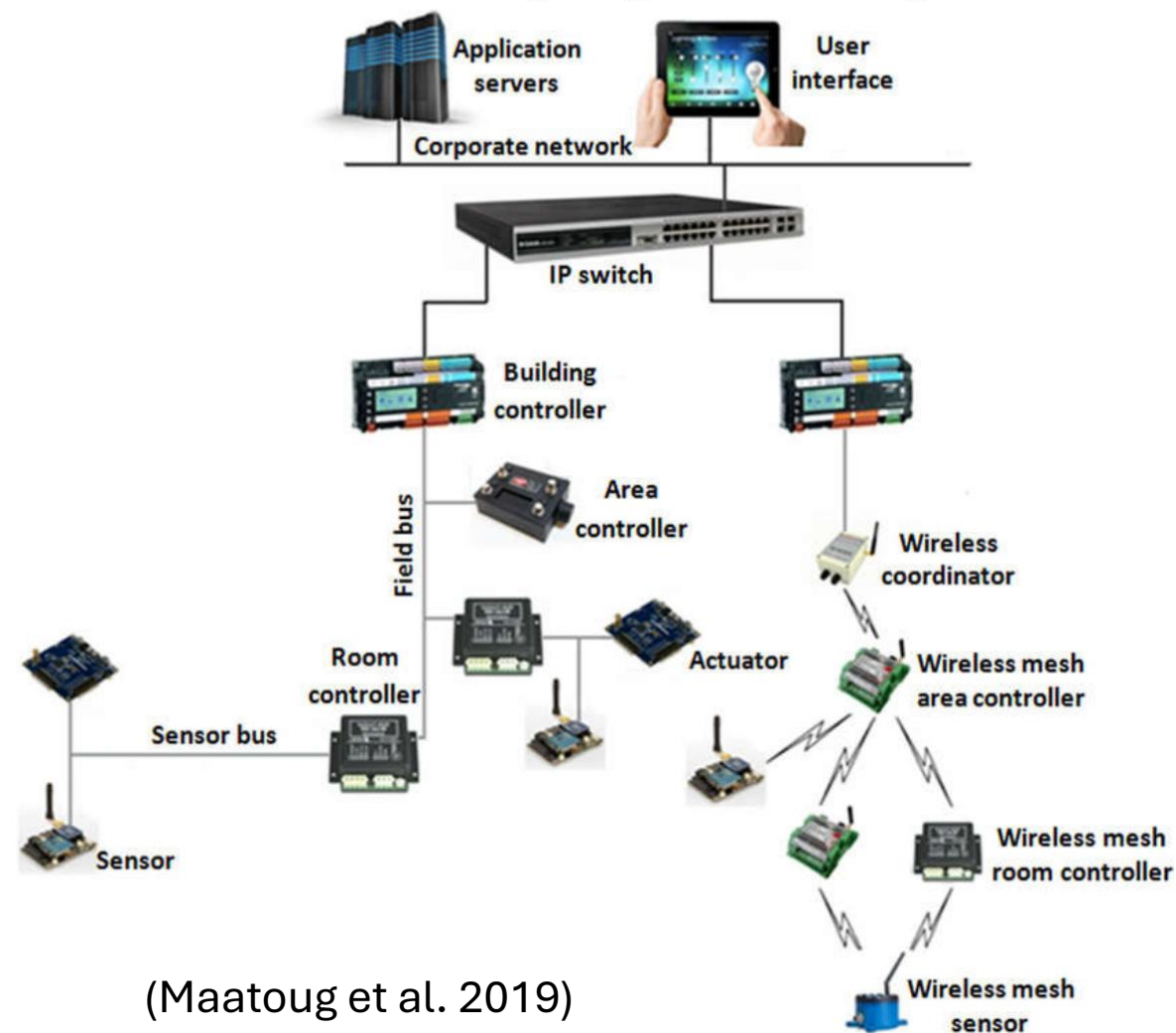
Types of local area network (LAN)



Key components of LAN architecture



Wired and wireless topological hierarchy of BAS



(Maatoug et al. 2019)

Communication Protocols

BACnet (Building Automation and Control Network)

- Protokol terbuka yang dirancang khusus untuk sistem otomasi bangunan.
- Memungkinkan komunikasi antara perangkat seperti HVAC, pencahayaan, keamanan kebakaran, dan sistem kontrol akses dari berbagai produsen.
- Banyak digunakan untuk mengintegrasikan sistem multi-vendor di bangunan cerdas.

ModBus

- Protokol komunikasi yang umum digunakan dalam otomasi industri, tetapi juga dapat diterapkan pada bangunan cerdas.
- Memungkinkan komunikasi antara perangkat seperti sensor dan controller melalui saluran serial atau Ethernet.
- Ideal untuk aplikasi pemantauan dan kontrol, seperti manajemen energi dan distribusi daya.

LonWorks (Local Operating Network)

- Protokol yang dirancang untuk sistem kontrol terdistribusi di bangunan cerdas.
- Digunakan untuk aplikasi seperti HVAC, pencahayaan, keamanan, dan manajemen energi.
- Berfokus pada interoperabilitas dan desentralisasi, memungkinkan perangkat untuk berkomunikasi secara mandiri.

Presentation Layer



Application Layer



Data Layer



Communications Layer



Network Layer



Process Layer

Electrical Meters	HVAC	Security	RTLS	Access Points	CCTV
Water Meters	Lifts	Plant & Equipment	Hydraulics	Smart Devices	People Counters
Gas Meters	Generators	Sensors	Electrical	BMS	Emergency Lighting
Thermal Meters	Movements	Occupancy	Lighting	Fire	Other...

Control System

Secara umum, sistem kontrol:

- Harus memenuhi kebutuhan proses.
- Sebaiknya mengontrol proses secara langsung.
- Sebaiknya meminimalkan konsumsi energi sambil mencapai tujuan proses.
- Harus sesuai dengan anggaran.
- Harus dirancang dengan kesederhanaan maksimum.
- Harus mudah dipahami dan dirawat.

Manfaat strategi kontrol yang baik dalam bangunan:

- Meningkatkan kenyamanan termal dan kualitas udara dalam ruangan.
- Mencegah sistem layanan bangunan beroperasi saat tidak diperlukan, sehingga menghemat energi.
- Memastikan layanan tersedia pada tingkat yang tepat dan menguntungkan (misalnya, suhu dan kelembapan).
- Mengurangi kebutuhan pemeliharaan dengan meminimalkan penggunaan fasilitas/peralatan.
- Mengurangi konsumsi energi bangunan, biaya operasional, dan emisi karbon.

Strategi kontrol bangunan bertujuan untuk:

- Meningkatkan efisiensi operasional peralatan.
- Mengurangi biaya operasional melalui:
 - Penjadwalan fleksibel, membatasi operasi, mengubah setpoint, memanfaatkan pendinginan alami atau gratis.
- Mengurangi konsumsi dan permintaan listrik:
 - Biaya konsumsi energi (*kWh*).
 - Biaya permintaan (*peak kW* atau *KVA*).
- Mode operasi, misalnya normal, kebakaran, pendinginan malam.
- Ventilasi alami dan ventilasi mode campuran.

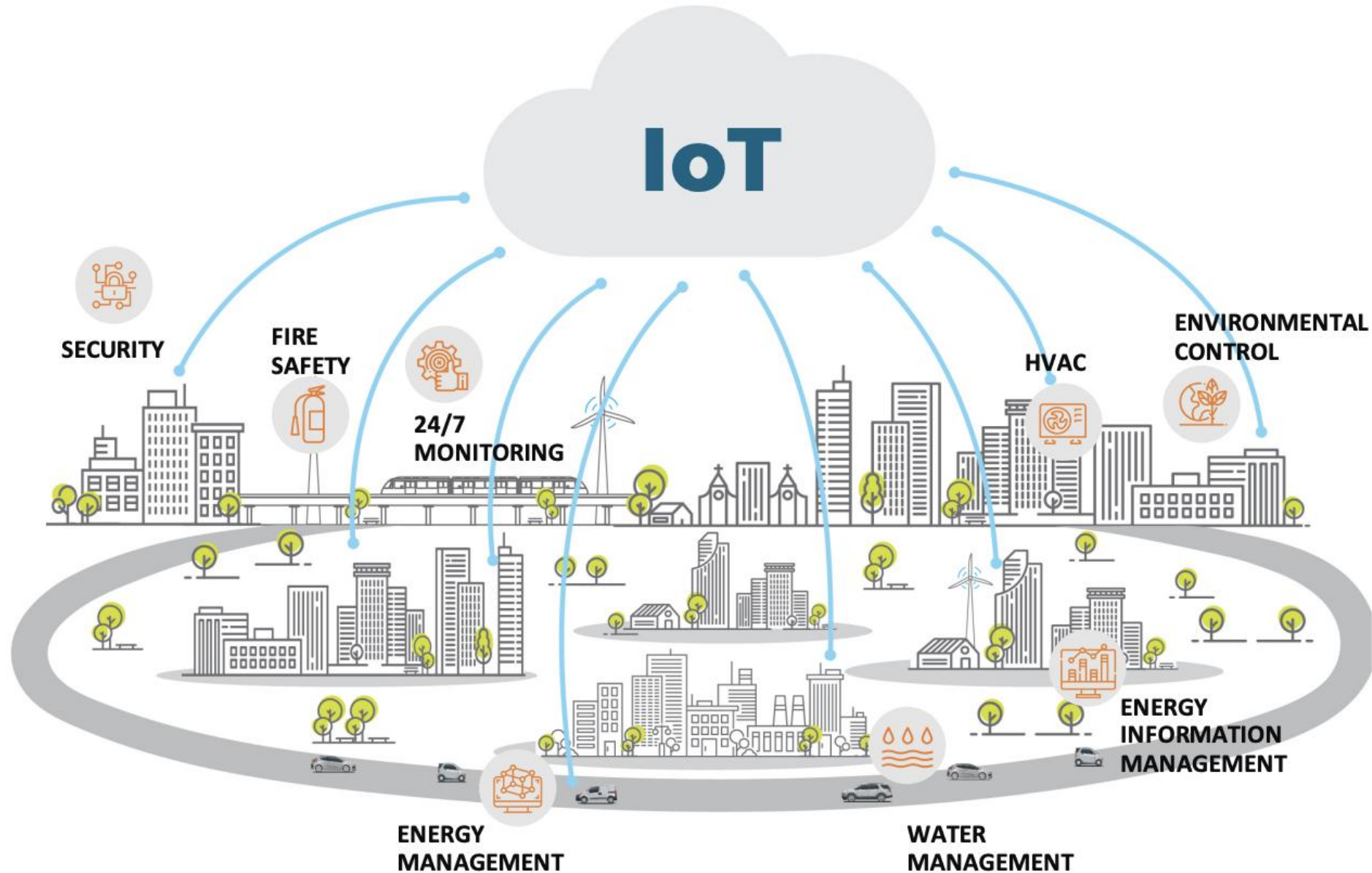
Strategi kontrol untuk subsistem BAS:

- **Boilers** – kontrol operasi dan kontrol pembatasan.
- **Chillers** – pabrik pendingin, sistem pelepasan panas (misalnya, menara pendingin), sistem distribusi air dingin.
- **Sirkuit hidraulik** – untuk aplikasi pendinginan/pemanasan, pompa, *calorifier*.
- **Pusat penanganan udara** – koil pendinginan/pemanasan.
- **Pemulihan energi** – misalnya, roda termal.
- **Ventilasi mekanis** – pasokan udara luar.
- **Unit terminal** – unit kipas koil (*fan coil units*), kotak VAV.

The diagram illustrates a comprehensive smart building management system architecture. At the top, a **Remote PC** and **Cloud** are connected to the system. Below them, a **RAS Web Database Server** and **Ethernet Switch** are shown. The central backbone (green line) connects to three **Network Controller Model NetMaster** units. These controllers manage different types of sensors and actuators: **Multifunction Power Meter /w RS485**, **Kwh Meter /w RS485**, **RS485 Thermostat**, and **RS485 Temp/Humidity Sensor**. These are connected via **RS485 Communication Bus** lines. On the right, the backbone connects to **Access Point** units, which manage **Wireless Sensor** networks. Additionally, the backbone connects to **IP Based Web Server** units, which act as **Lighting Controller** and **BAS Controller**. These are connected via **Ethernet Switch** units. The diagram also shows **Graphic Annunciator** units and **Tablet/Smart Phone** devices connected to the system. A **VSD Interface** and **Generator Interface** are shown on the far left, connected to the network controllers.

Web-based BAS with IP-based network controllers, wireless sensors & communication bus

Internet of Things (IoT)

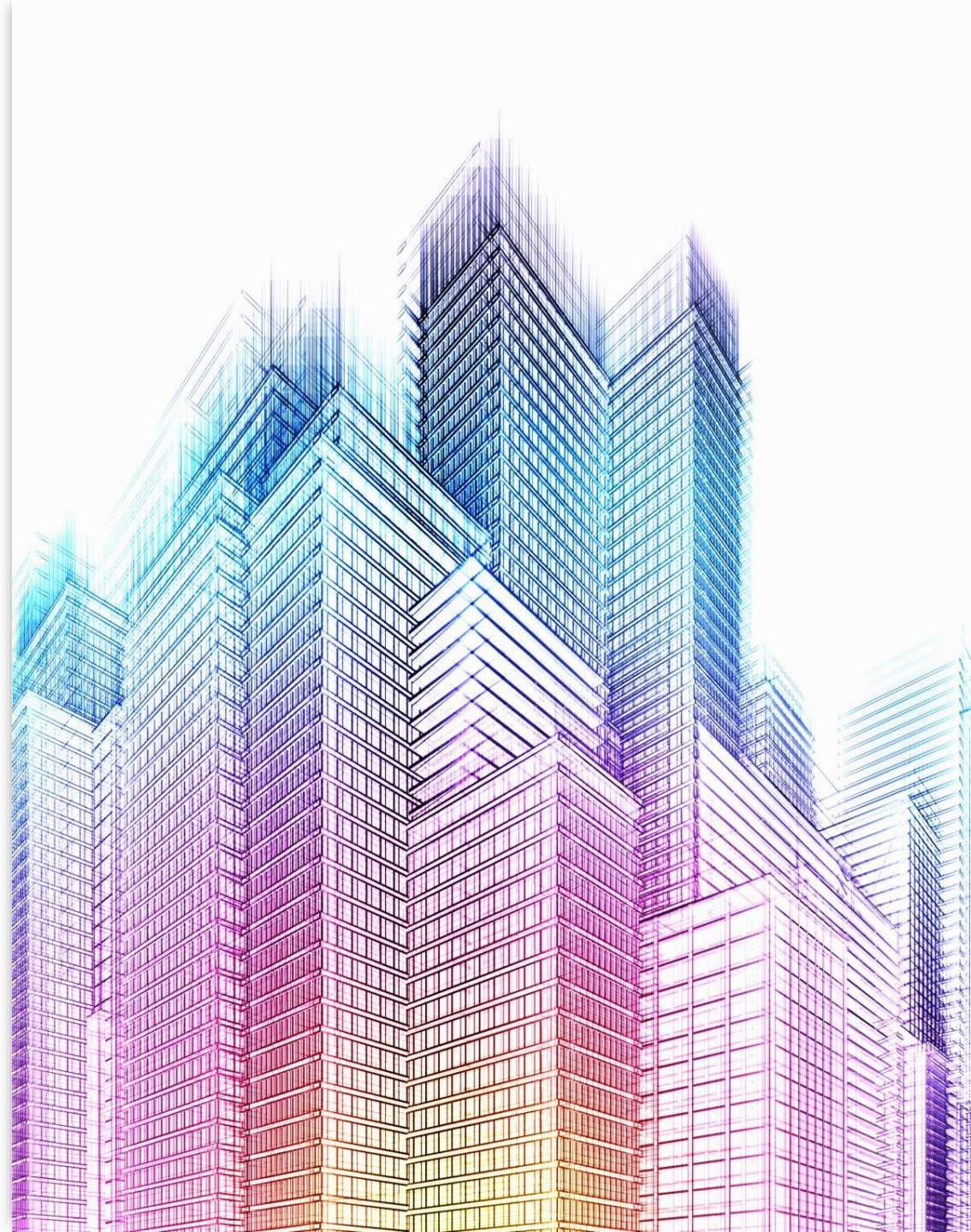


The background is a dark blue gradient with a complex, abstract digital pattern. It features several 3D cubes of varying sizes, some of which are semi-transparent and show internal structures. A dense field of small white dots, resembling binary code, is scattered across the scene. Several thin, glowing lines in red, green, and blue intersect at various points, creating a sense of dynamic movement and connectivity. The overall aesthetic is futuristic and technological.

Standar BGC

Berbagai Standar BGC

1. Singapore Smart Building Framework
2. European Smart Buildings Guidelines
3. GSA Smart Building Strategy (Amerika Serikat)
4. CABA Intelligent Buildings Council Guidelines (Kanada)
5. Smart Cities Council Guidelines (Global)
6. ASHRAE Guidelines for Smart Buildings (Amerika Serikat)
7. SmartScore (Amerika Serikat dan Eropa)



Individual & Collaborative Productivity	Health & Wellbeing	Sustainability	Communities & Services	Maintenance & Operations	Safety & Security
UF1:1 Building Access	UF2:1 Air Quality	UF3:1 Energy Reporting	UF4:1 Events and Services	UF5:1 Building Cleaning	UF6:1 Building Security
UF1:2 Visitor Experience	UF2:2 Disease Risk Mitigation	UF3:2 Energy Optimization	UF4:2 Access Local Information	UF5:2 Maintenance Cost Reporting	UF6:2 Building Utilization
UF1:3 Wayfinding	UF2:3 Wellbeing Reporting	UF3:3 Water Reporting	UF4:3 Delivery Management	UF5:3 System Alarms	UF6:3 Building Compliance Management
UF1:4 Person Locating	UF2:4 Tenant Comfort Control	UF3:4 Waste Reporting	UF4:4 Amenity Space Booking	UF5:4 Work Order Management	UF6:4 Emergency Alerts
UF1:5 Lift Optimization	UF2:5 Comfort Optimization	UF3:5 Carbon Footprint Engagement	UF4:5 Feedback Collection	UF5:5 Fault Detection and Diagnosis	UF6:5 Third Party Access
		UF3:6 e-Mobility Charging		UF5:6 Predictive Maintenance	

Technological Foundation

Tenant Digital Connectivity	Building Systems	Landlord Integration Network	Governance	Cybersecurity	Data Sharing
TF1:1 Physical Diversity of Tenant Connectivity Routes	TF2:1 Building Automation and Control System	TF3:1 Network Infrastructure	TF4:1 Smart Building Strategy	TF5:1 Cybersecurity Policy	TF6:1 Data Ontology
TF1:2 Choice of Fiber and Fixed Wireless Service Providers	TF2:2 Tenant Software Platform	TF3:2 Building Systems Internet Connection	TF4:2 Tenant Smart Functionality Integration Guide	TF5:2 Cybersecurity Policy Implementation	TF6:2 Data Aggregation and Accessibility
TF1:3 User Wi-Fi in Common Areas	TF2:3 Operations Software Platform	TF3:3 Open Protocols	TF4:3 Smart Functionality Effectiveness	TF5:3 Ongoing Cybersecurity Assessments	TF6:3 Data Sharing
	TF2:4 Extended Systems Integrated into the Operations Platform	TF3:4 Wireless Networks			
	TF2:5 Asset Information Model				

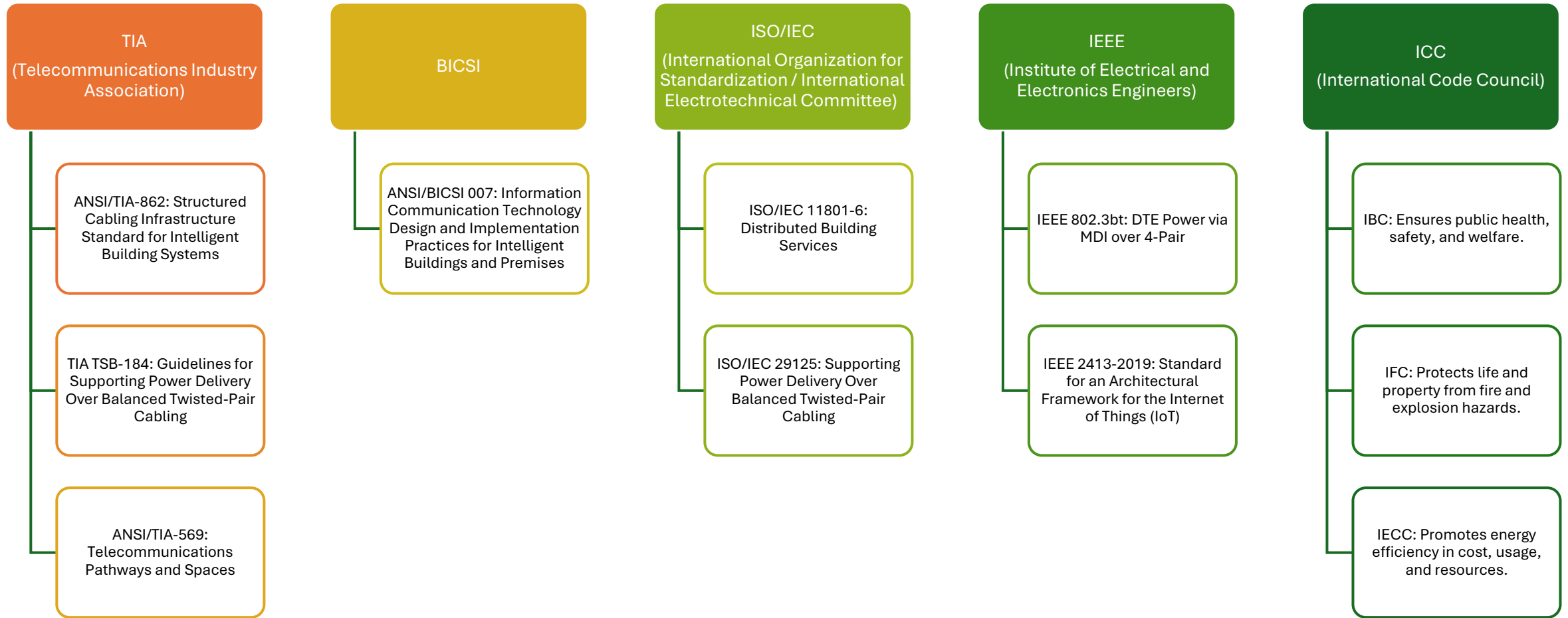
Digital Innovation

IN1:1 Innovation Credits



*Projects must meet all minimum requirements up to the level targeted. For example, if a project is targeting Gold, it would need to achieve the minimum requirements for Certified, Silver, and Gold.

Standar Internasional Instalasi Teknologi BGC





Peraturan BGC di Indonesia

Peraturan BGC Indonesia



**MENTERI PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
REPUBLIK INDONESIA**

**PERATURAN MENTERI PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
REPUBLIK INDONESIA
NOMOR 10 TAHUN 2023
TENTANG
BANGUNAN GEDUNG CERDAS**

DENGAN RAHMAT TUHAN YANG MAHA ESA

**MENTERI PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
REPUBLIK INDONESIA,**

Permen PUPR No. 10 Tahun 2023 tentang BGC

DEFINISI

BGH yang menerapkan sistem manajemen bangunan pintar yang responsif terhadap konteks kawasan, lingkungan, kearifan lokal, dan kebutuhan pengguna yang memenuhi standar teknis BG dan sistem keamanan dengan menggunakan teknologi tinggi yang terintegrasi dan bekerja secara otomatis sesuai dengan prinsip-prinsip keberlanjutan, fungsi, dan klasifikasi dalam setiap tahapan penyelenggaraannya.

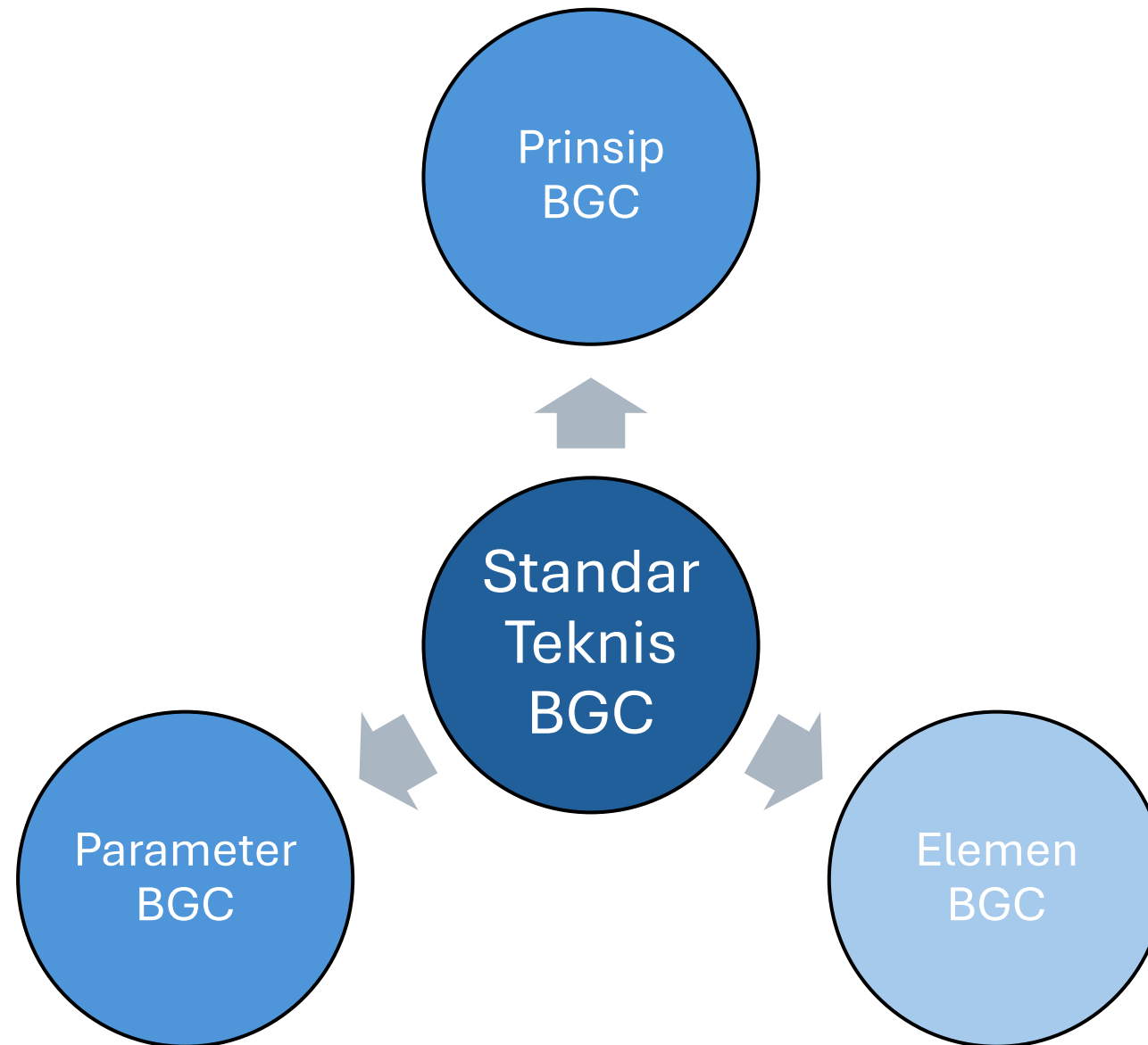
MAKSUD

Peraturan Menteri ini dimaksudkan sebagai pedoman bagi Pemerintah Pusat, Pemerintah Daerah, serta masyarakat dalam menyelenggarakan BGC

TUJUAN

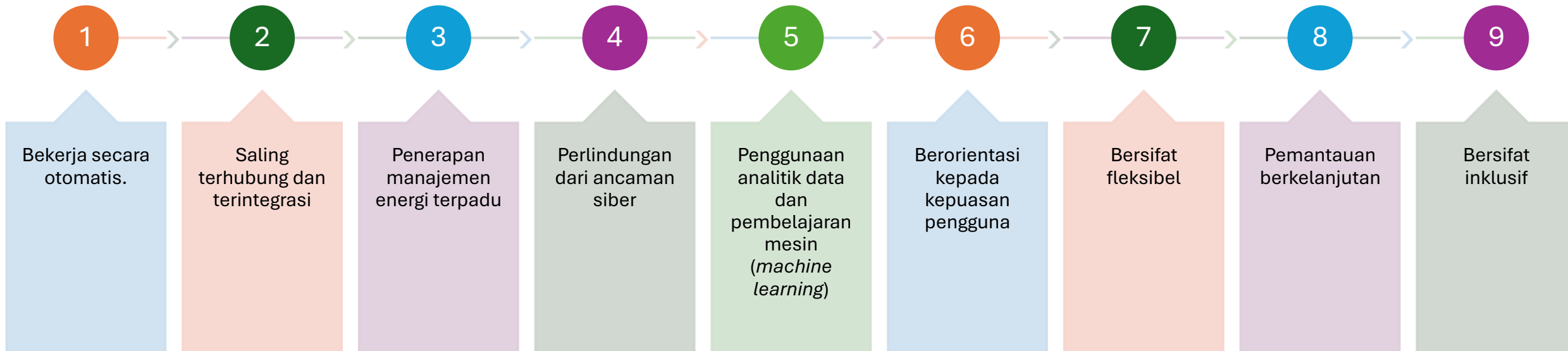
Peraturan Menteri ini bertujuan untuk mewujudkan BGC yang memenuhi Standar Teknis BGC dan tertib Penyelenggaraan BGC.

Permen PUPR 10/2023: Standar Teknis BGC

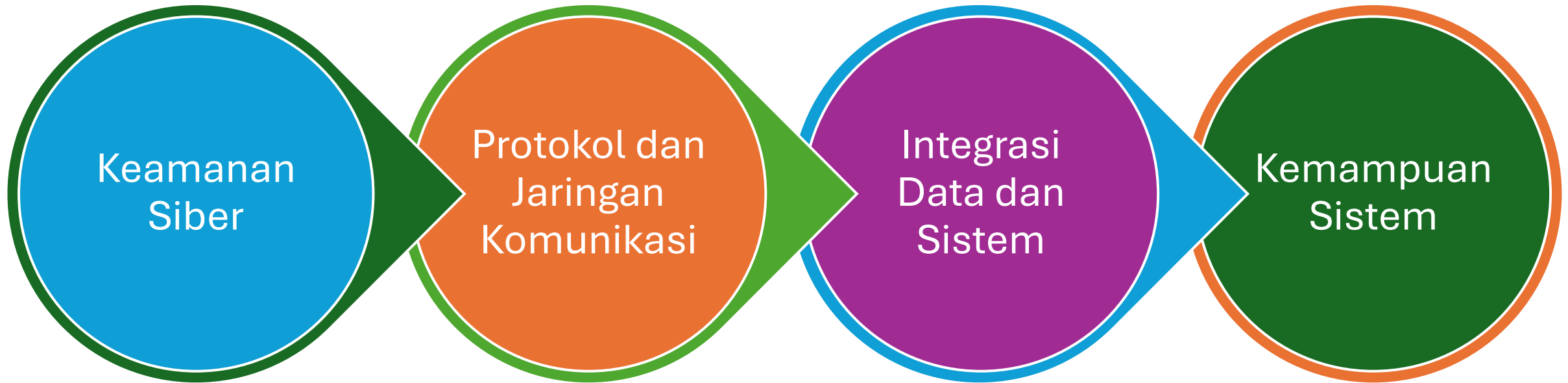


Permen PUPR 10/2023: Prinsip BGC

Prinsip BGC adalah asas yang menjadi pertimbangan dalam perwujudan BGC pada setiap tahapan Penyelenggaraan BGC



Permen PUPR 10/2023: Parameter BGC



Permen PUPR 10/2023: Parameter BGC

Keamanan Siber

- Jenis serangan ke BAS dapat berupa serangan ke jaringan dan serangan ke perangkat.
- Standar yang dapat digunakan sebagai acuan keamanan siber yaitu SNI ISO/IEC 27001:2013 dan ISO/IEC 15048.
- Tindakan keamanan pada sistem TI:
 - a) Firewall yang kuat;
 - b) Autentikasi pengguna (*user authentication*);
 - c) Pengamanan jaringan nirkabel;
 - d) Kesadaran terhadap keamanan fisik sistem;
 - e) Menggunakan *Virtual Private Network* (VPN) dalam kondisi tertentu;
 - f) Kebijakan *back-up* sistem;
 - g) Enkripsi yang kuat untuk komunikasi BAS;
 - h) Perangkat keras jaringan ditempatkan di pusat data yang aman;
 - i) Sistem deteksi penyusupan;
 - j) Perangkat yang dapat menangkap (*capture*) paket IP.

Protokol dan Jaringan Komunikasi

• Protokol Komunikasi

Protokol komunikasi utama yang digunakan harus memiliki versi untuk TCP/IP yang memungkinkan protokol standar terbuka BAS bekerja di dalam jaringan TIK. Contoh protokol standar terbuka untuk BMS/BAS (Contoh: BACnet, LonWorks, Modbus, KNX, DALI, Smart-BUS, OPC, MQTT)

• Jaringan Komunikasi

Jaringan komunikasi dapat menggunakan:

1. Infrastruktur kabel

Kabel harus dapat memasok komunikasi dan memberikan daya tegangan rendah ke perangkat aktif jaringan melalui *Power over Ethernet* (POE) serta memenuhi ketentuan standar infrastruktur kabel seperti ANSI/TIA/EIA-568A&B568B, ANSI/TIA/EIA-862, ISO/IEC 11801, ITU-T G.652.

2. Jaringan nirkabel

Standar jaringan nirkabel yang digunakan seperti Wi-Fi, WiMAX, ZigBee, EnOcean, Z-Wave, Bluetooth, LPWAN.

3. Teknologi 5G

Memenuhi standar 3GPP release 17 dengan fitur URLLC untuk NR berbasis IoT, MIMO, NR multicast, dan RAN slicing untuk NR.

Permen PUPR 10/2023: Parameter BGC

Integrasi Data dan Sistem

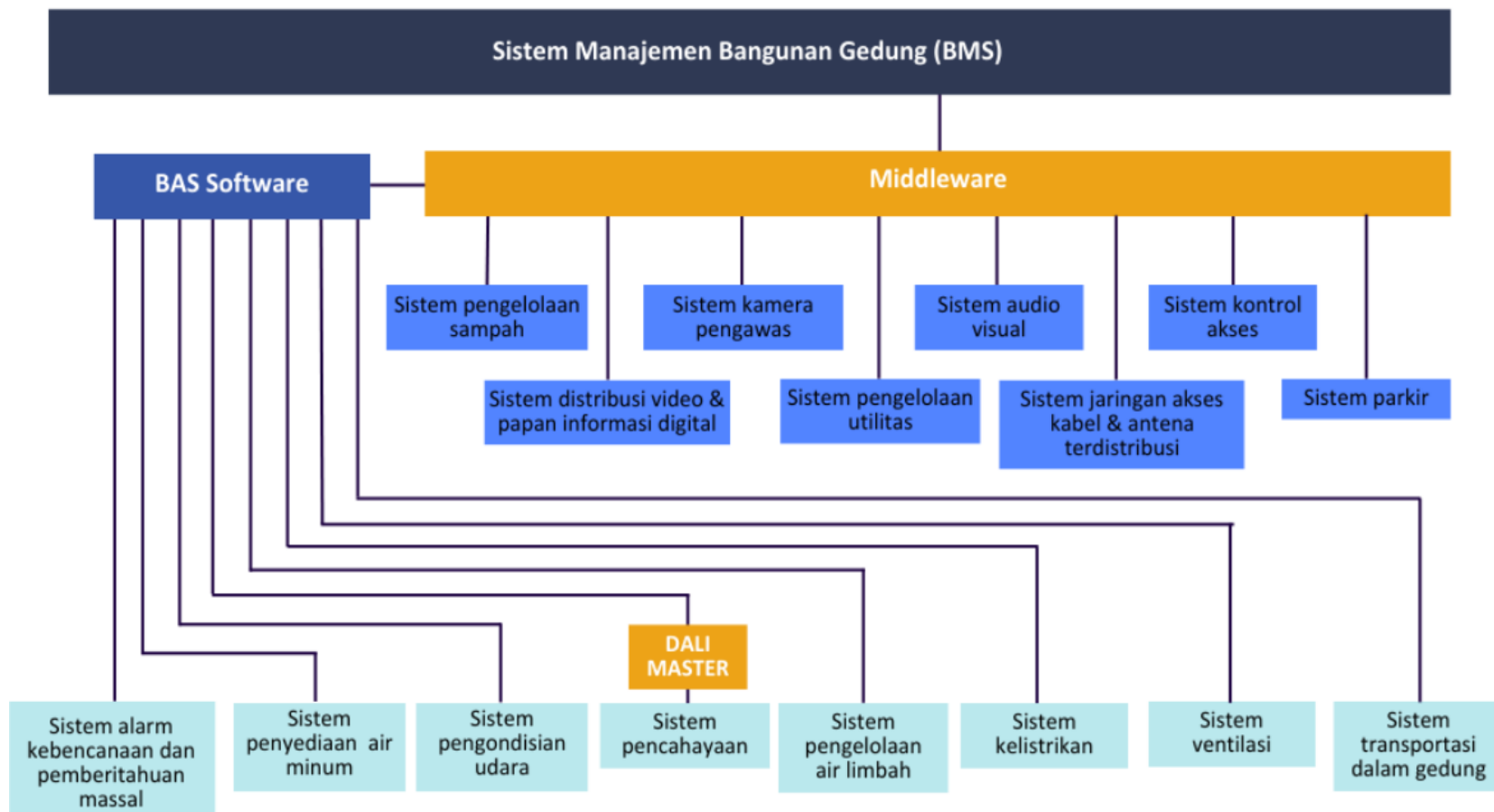
- Integrasi data dan sistem diwujudkan melalui suatu model standar jaringan terbuka (open network standard) yang dinamakan model Open System Interconnection (OSI). Model OSI terdiri dari tujuh lapis struktur jaringan, dengan fungsi komunikasi tersendiri yang dapat saling terhubung ke seluruh jaringan.

Kemampuan Sistem

- Kesanggupan sistem elemen BGC dalam memenuhi prinsip, kriteria, dan indikator kinerja yang ditetapkan. Sistem elemen BGC dalam menerapkan prinsip-prinsip BGC dapat disesuaikan dengan fungsi dan klas bangunan gedung yang tersusun dalam matriks implementasi elemen BGC.

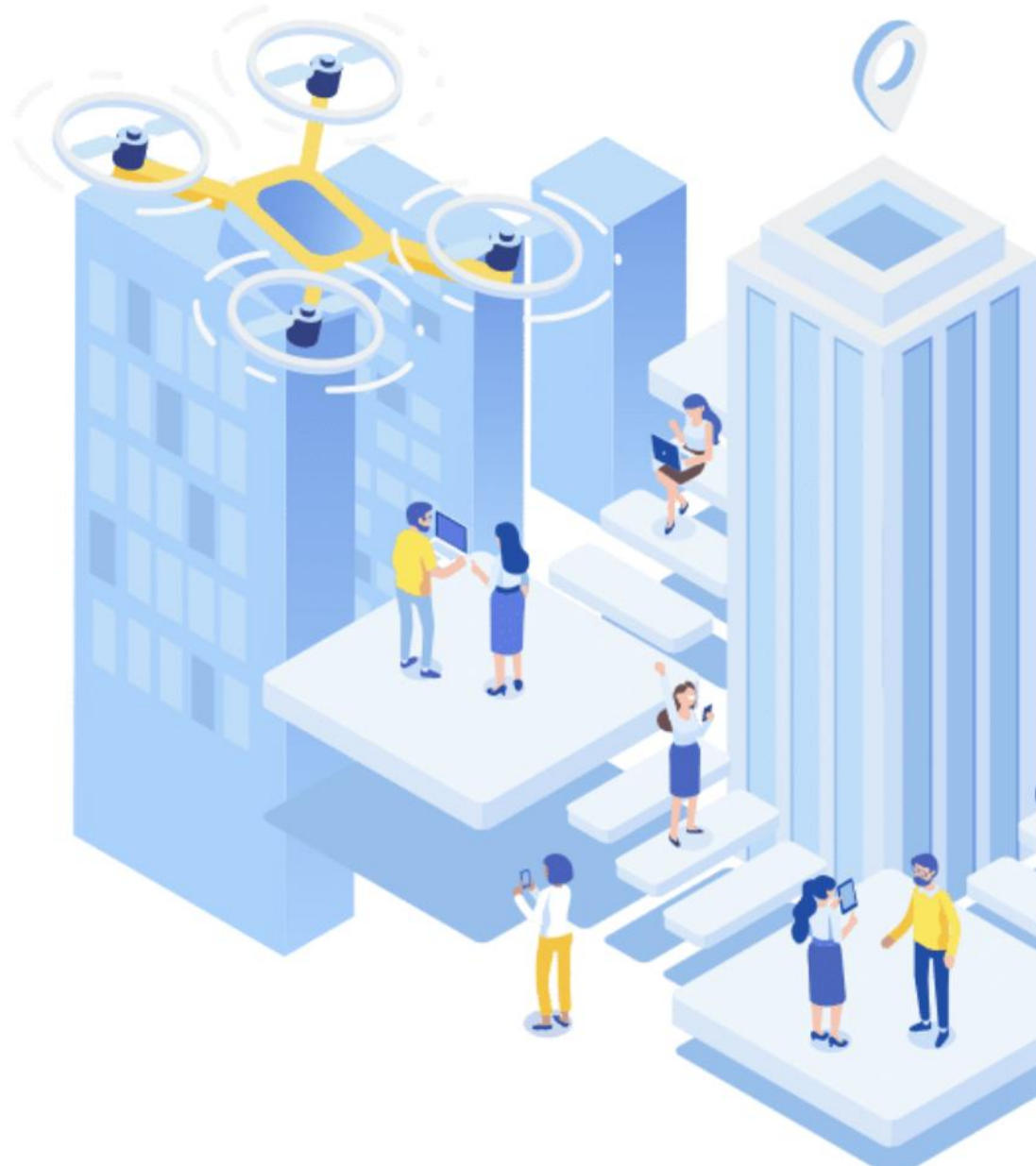
Permen PUPR 10/2023: Elemen BGC

Elemen BGC adalah sistem komponen atau fitur bangunan gedung yang menggunakan teknologi tinggi dan terintegrasi untuk mewujudkan BGC.



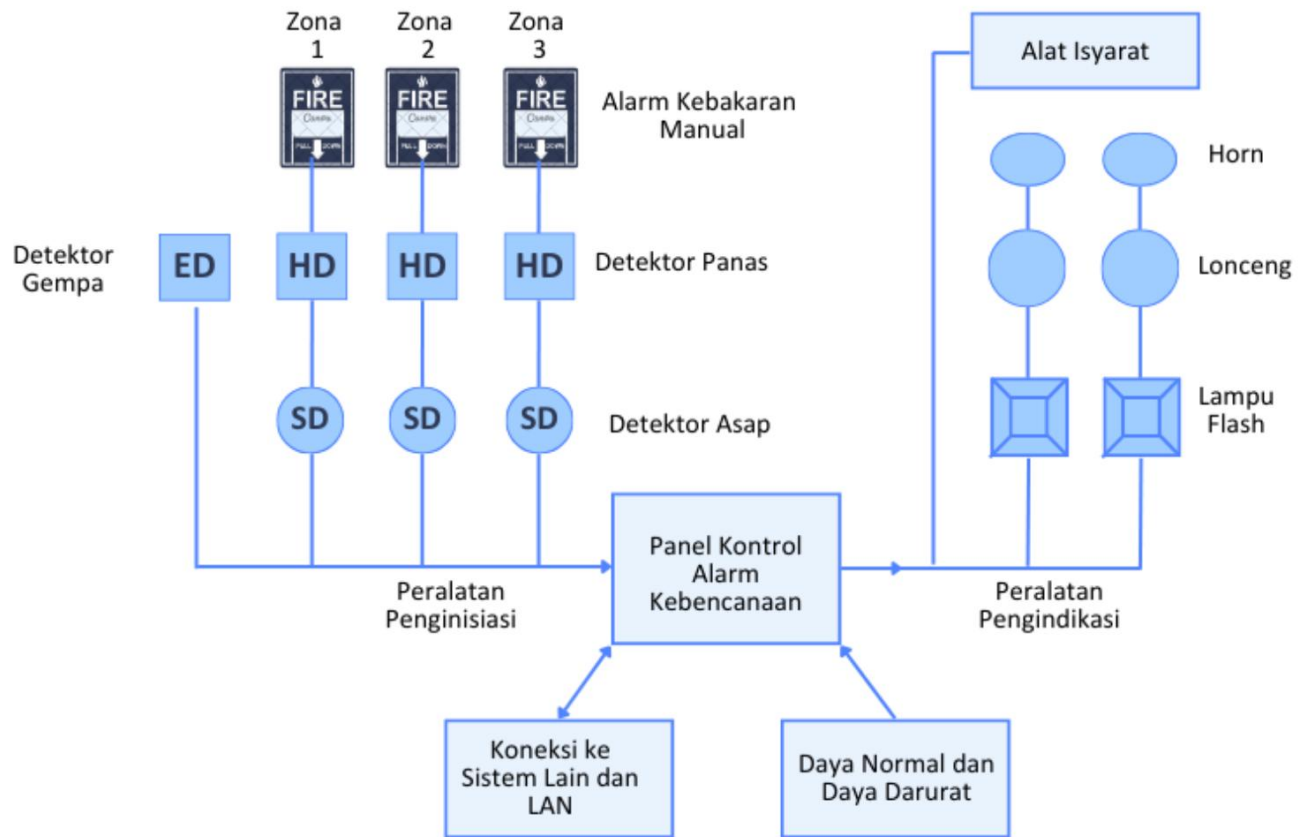
Kerangka integrasi sistem yang saling menghubungkan elemen BGC dalam BMS

Permen PUPR 10/2023: Elemen BGC



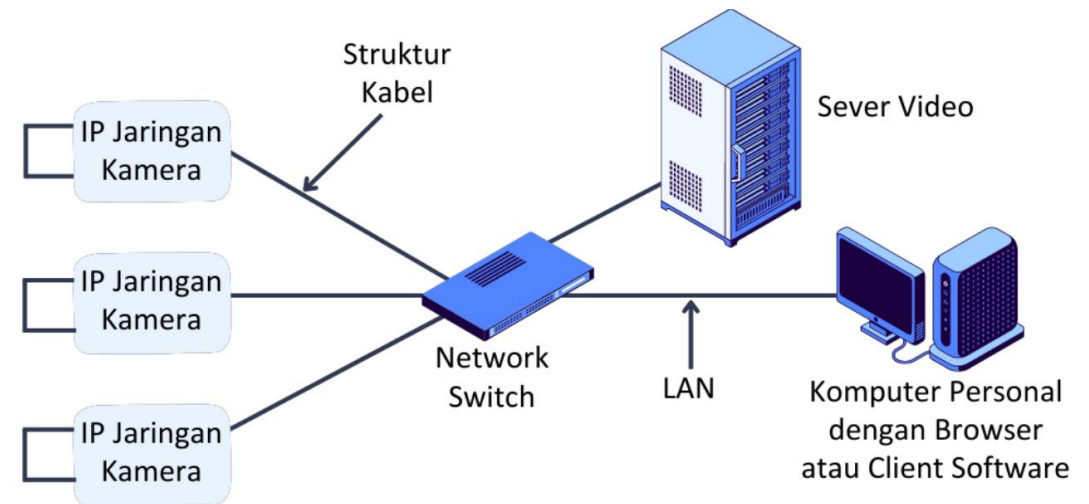
1. Sistem Alarm Kebencanaan & Pemberitahuan Massal
2. Sistem Kamera Pengawas
3. Sistem Kontrol Akses
4. Sistem Distribusi Video dan Papan Informasi Digital
5. Sistem Audio Visual
6. Sistem Jaringan Akses Kabel dan Antena Terdistribusi
7. Sistem Kelistrikan
8. Sistem Pencahayaan
9. Sistem Pengondisian Udara
10. Sistem Ventilasi
11. Sistem Penyediaan Air Minum
12. Sistem Pengelolaan Air Limbah
13. Sistem Pengelolaan Sampah
14. Sistem Transportasi dalam Gedung
15. Sistem Parkir
16. Sistem Pengelolaan Utilitas

1. Sistem Alarm Kebencanaan & Pemberitahuan Massal

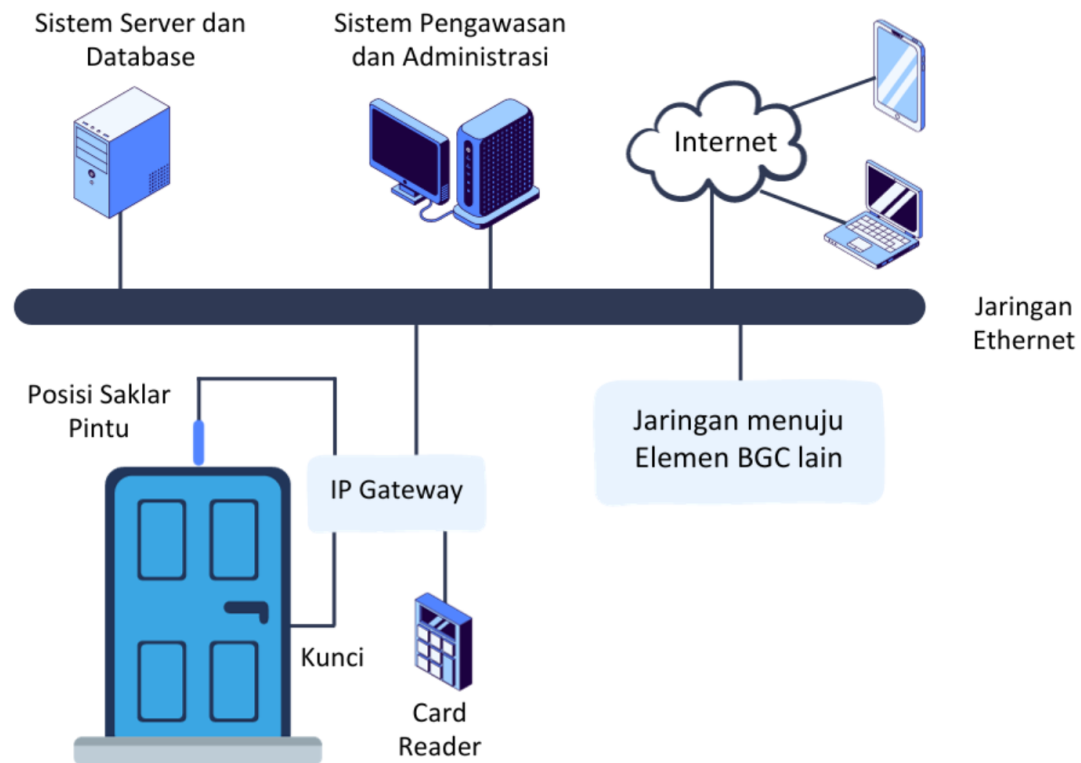


Prinsip kerja sistem Alarm Kebencanaan & Pemberitahuan Massal

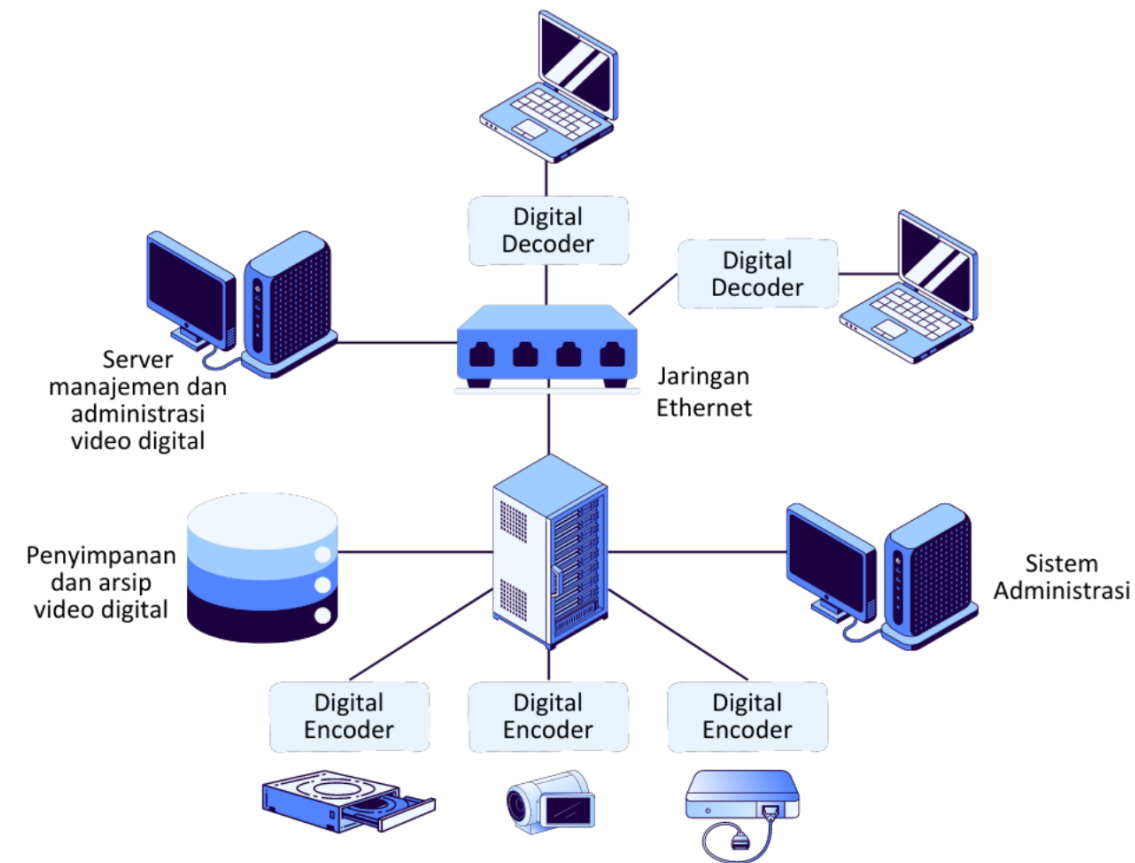
2. Sistem Kamera Pengawas



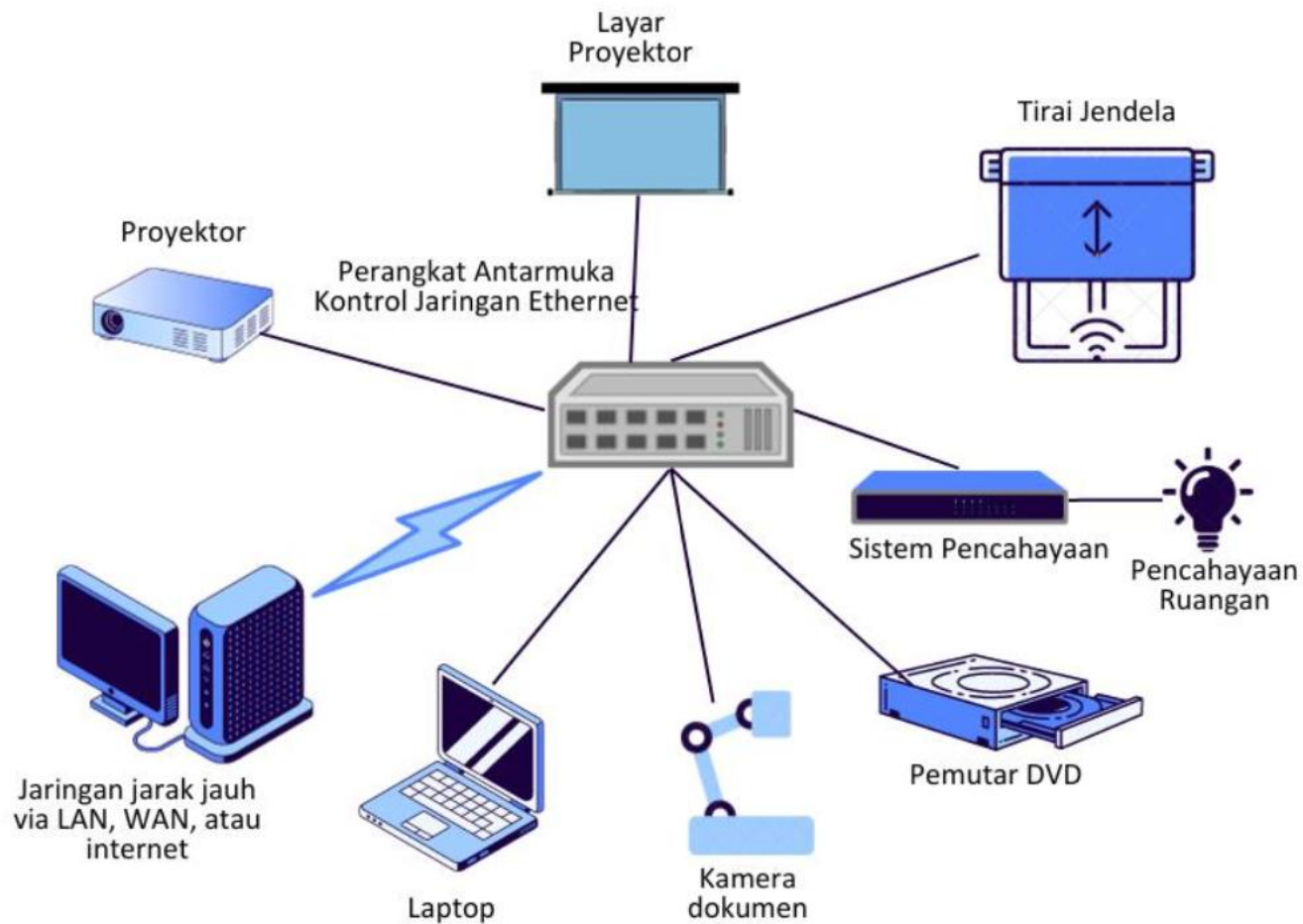
Prinsip kerja sistem Kamera Pengawas Berbasis Jaringan IP



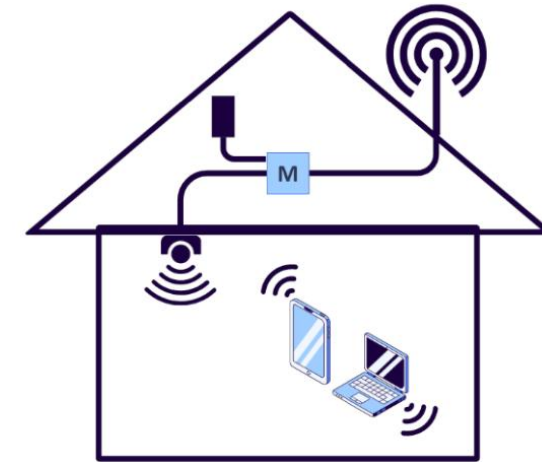
Prinsip kerja sistem control akses berbasis IP yang terhubung dengna kontroler pintu



Sistem distribusi video digital



Penerapan sistem audio visual berbasis Jaringan IP Ethernet

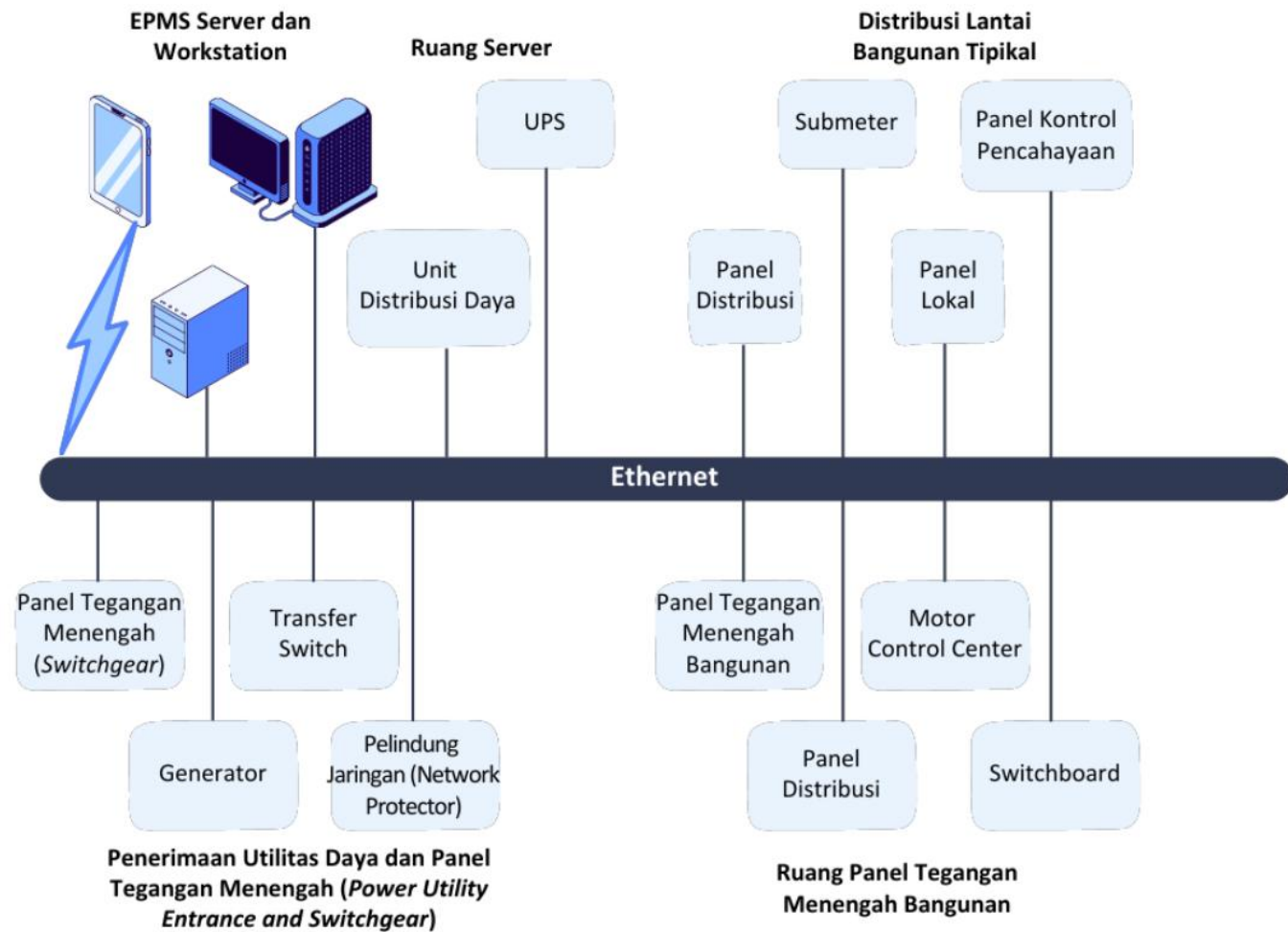


Skema sistem antenna terdistribusi



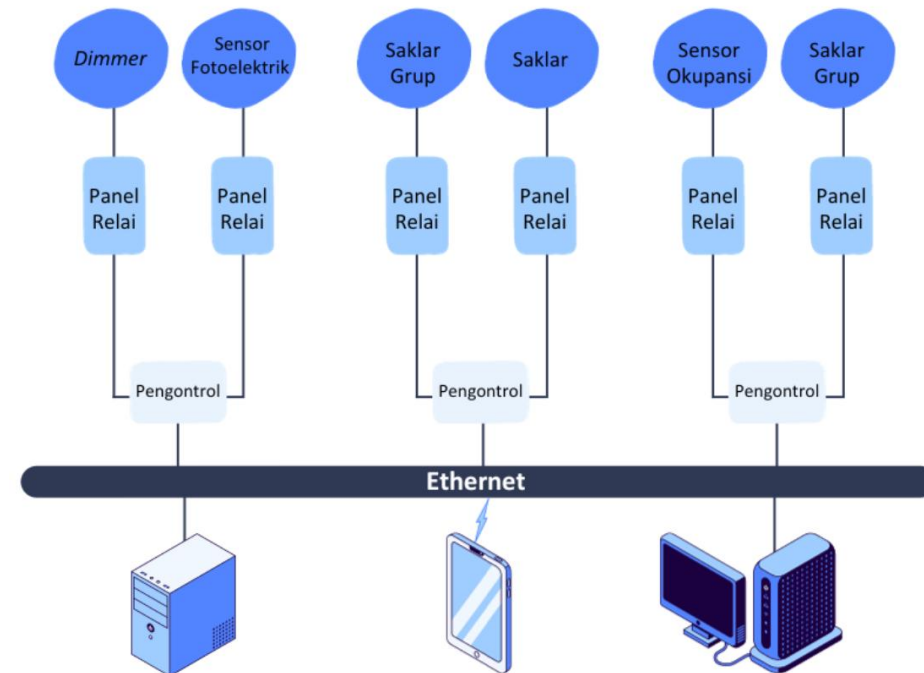
Ruangan untuk perangkat aktif sistem akses kabel dan antenna terdistribusi

7. Sistem Kelistrikan

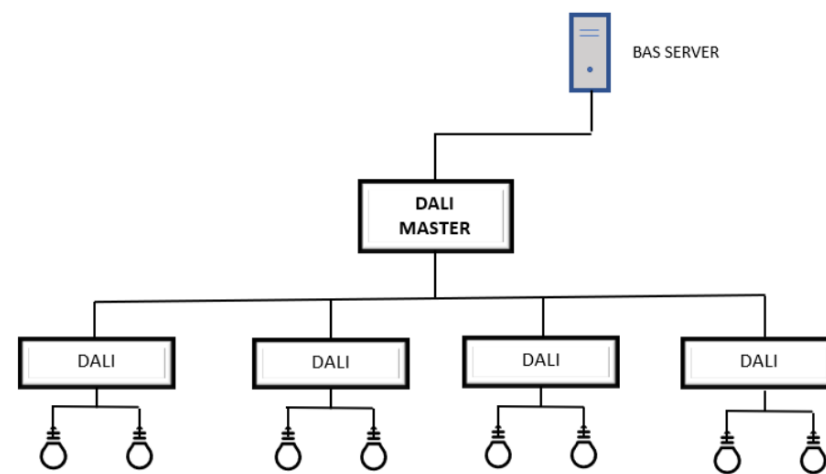


Skema sistem kelistrikan dalam BGC

8. Sistem Pencahayaan

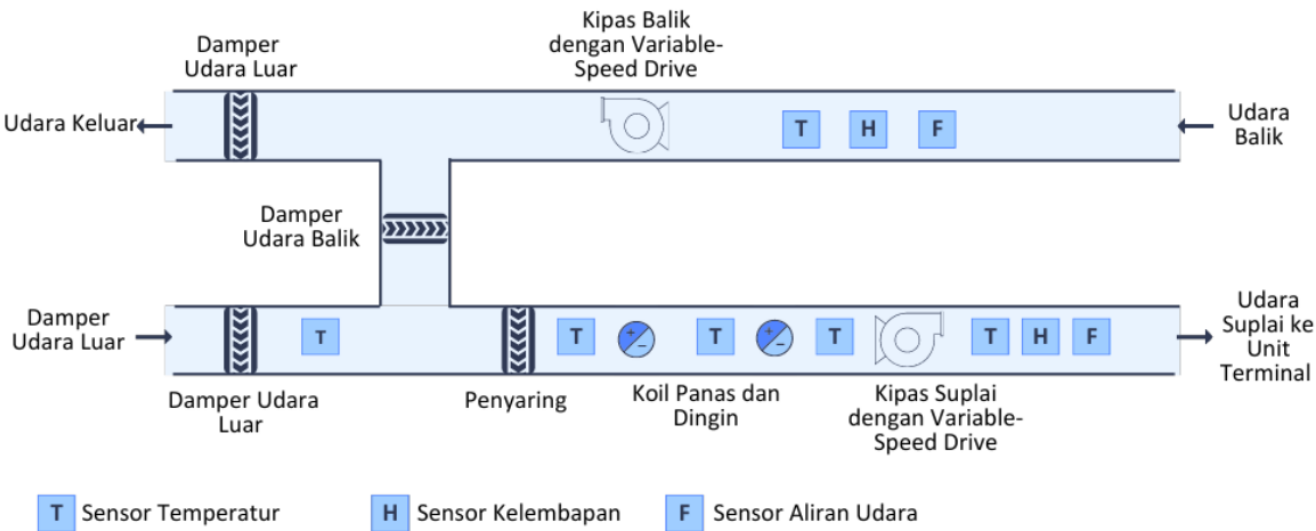


Sistem control cerdas pencahayaan

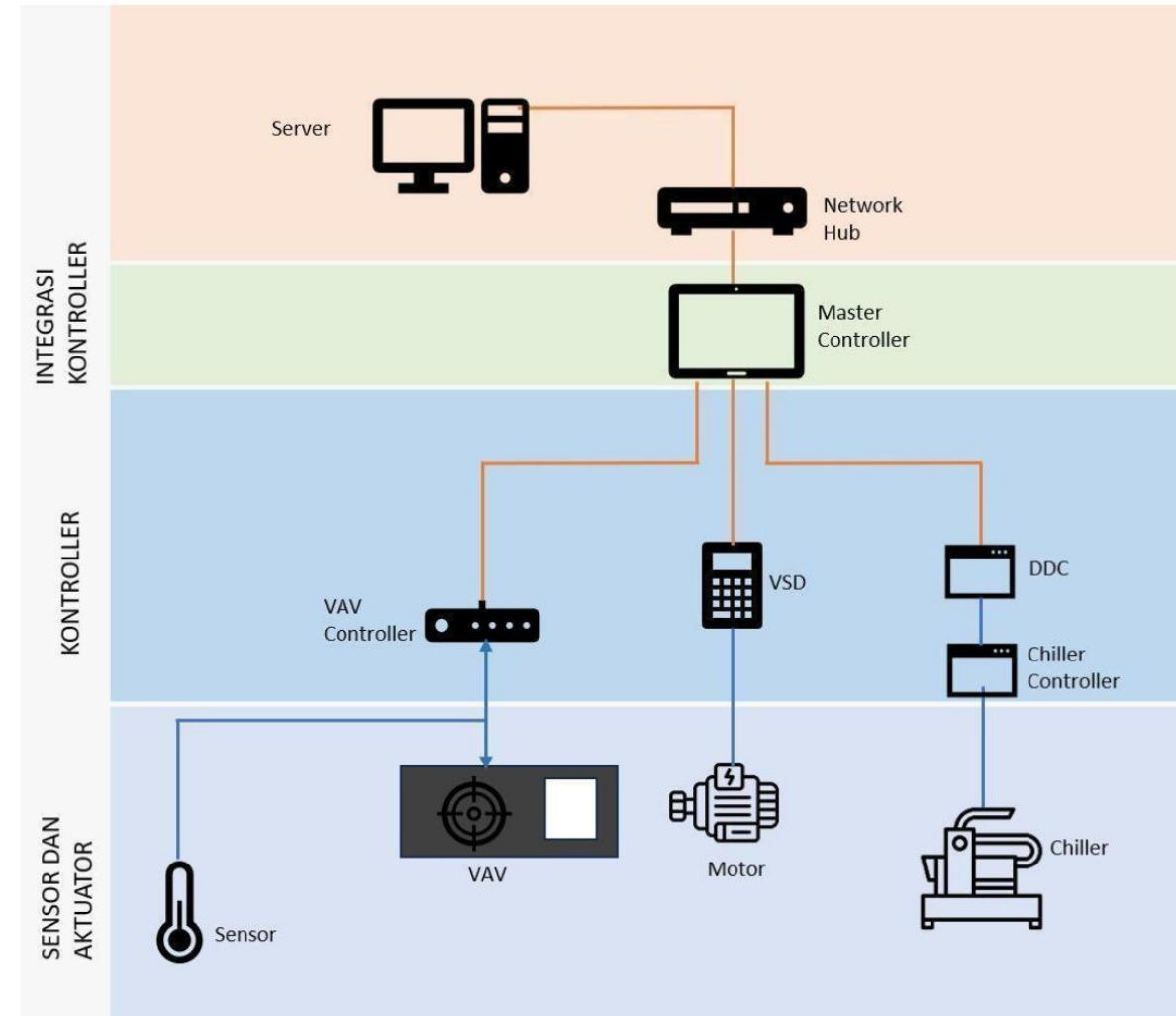


Integrasi sistem pencahayaan

9. Sistem Pengondisian Udara

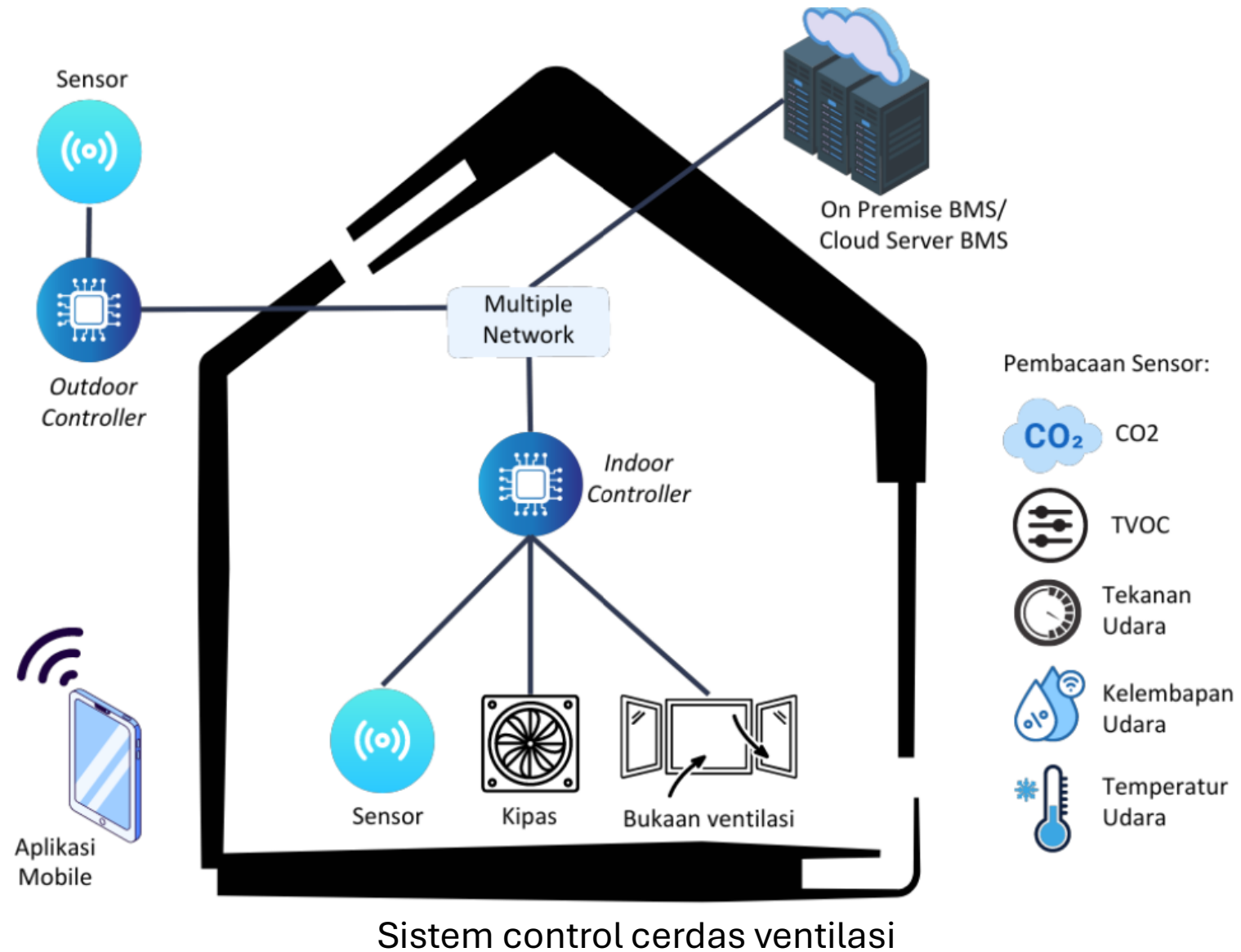


Sistem pengondisian udara dan pemasangan sensor

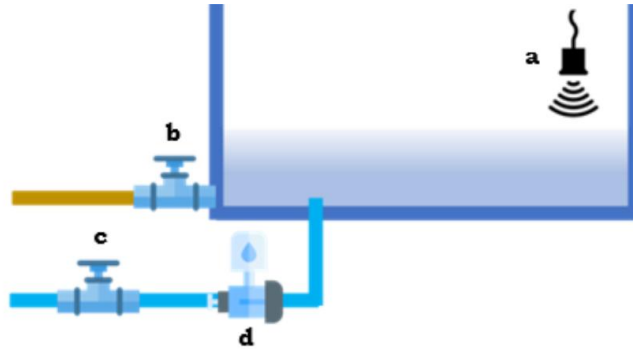


Integrasi sistem pengondisian udara dengan BMS

10. Sistem Ventilasi



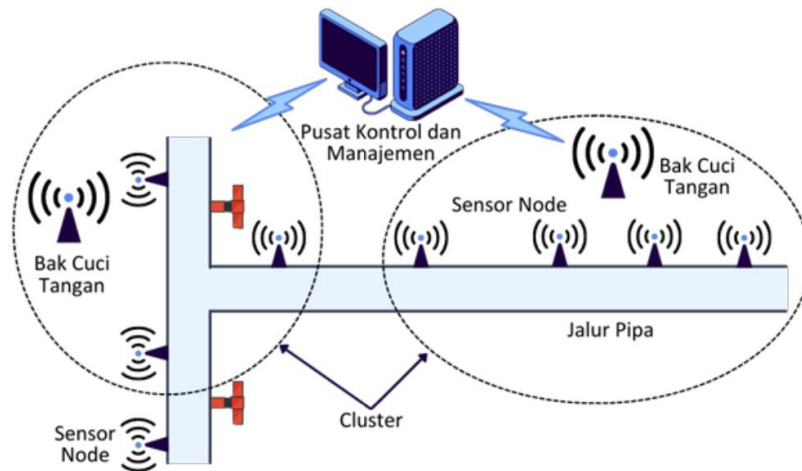
11. Sistem Penyediaan Air Minum



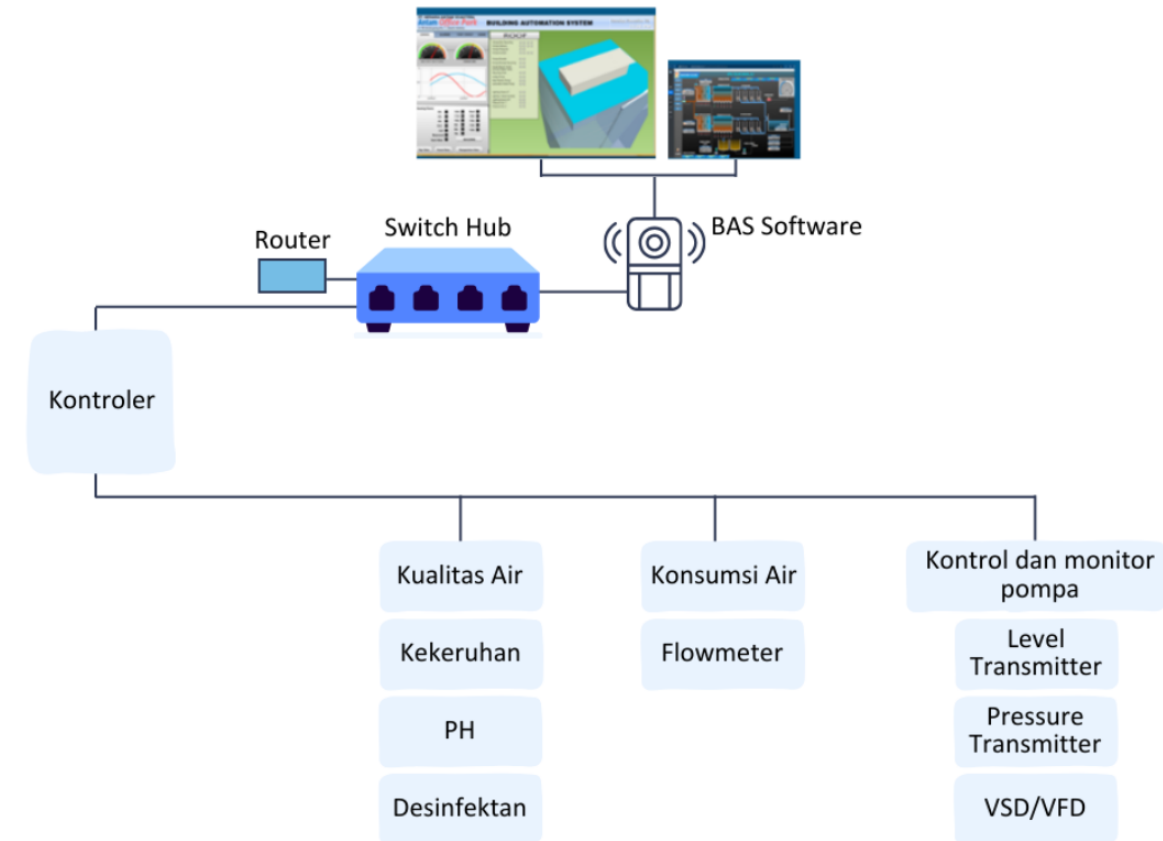
Keterangan gambar:

- a. Level sensor
- b. Katup penguras
- c. Katup distribusi
- d. Pompa

Skema automated clean reservoir

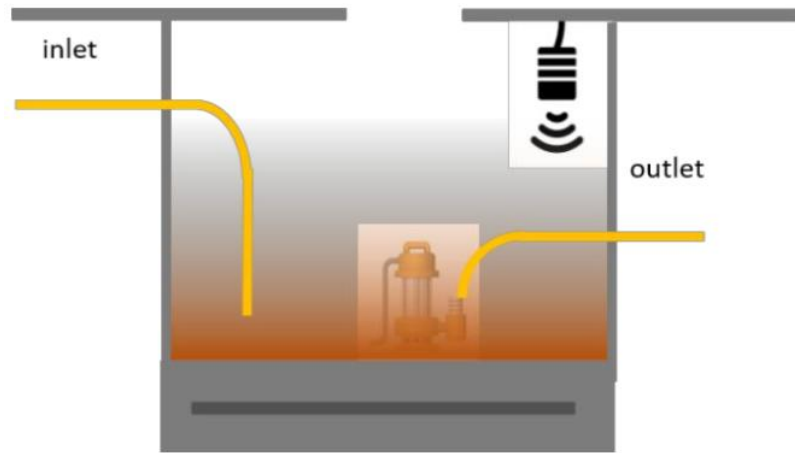


Arsitektur Sistem Korelator

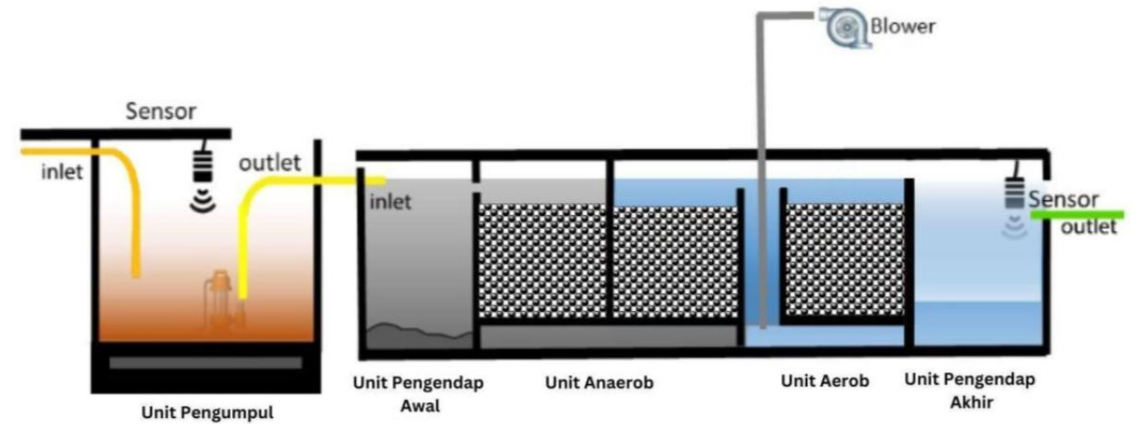


Arsitektur Sistem control air pada Bangunan Gedung

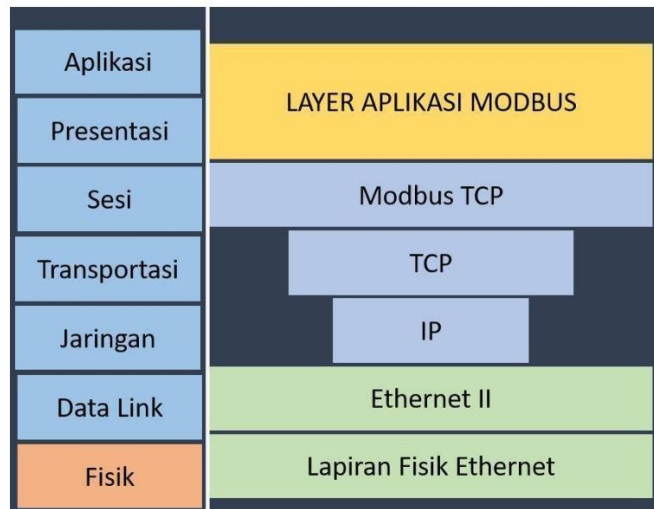
12. Sistem Pengelolaan Air Limbah



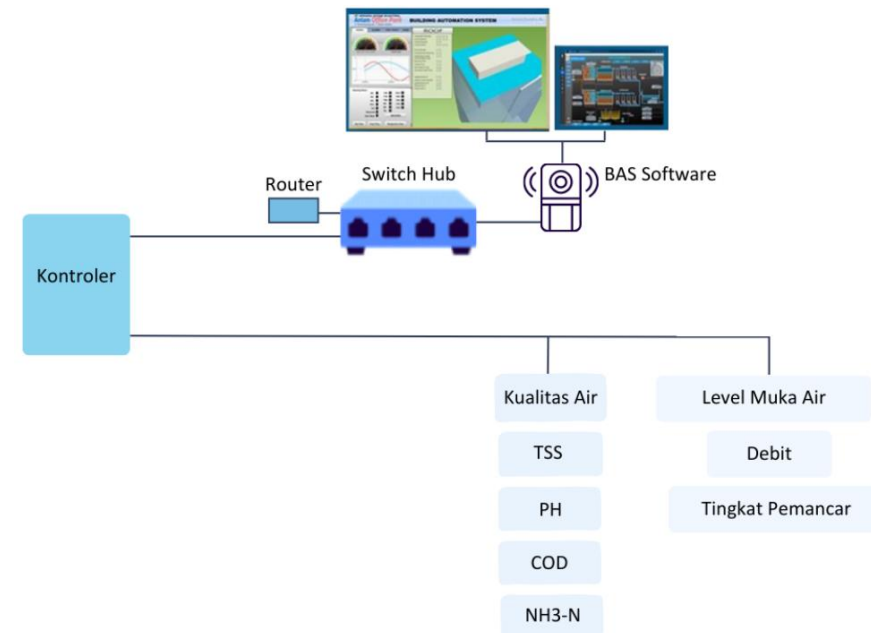
Contoh sensor level muka air pada unit pengumpulan



Skematik sensor pada unit pengumpulan dan unit pengolahan

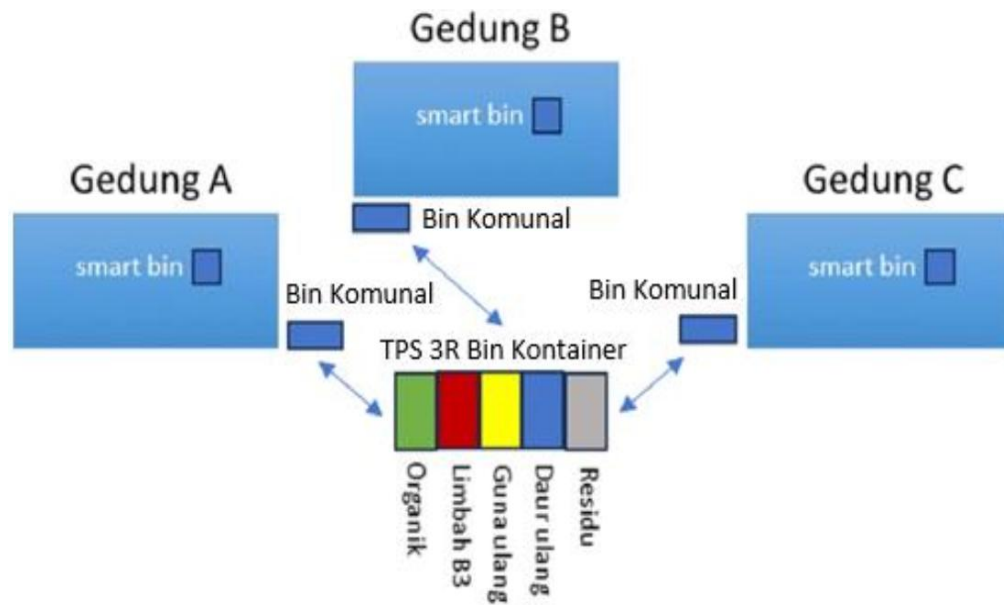


OSI layer Modbus pada sistem control pengelolaan air limbah

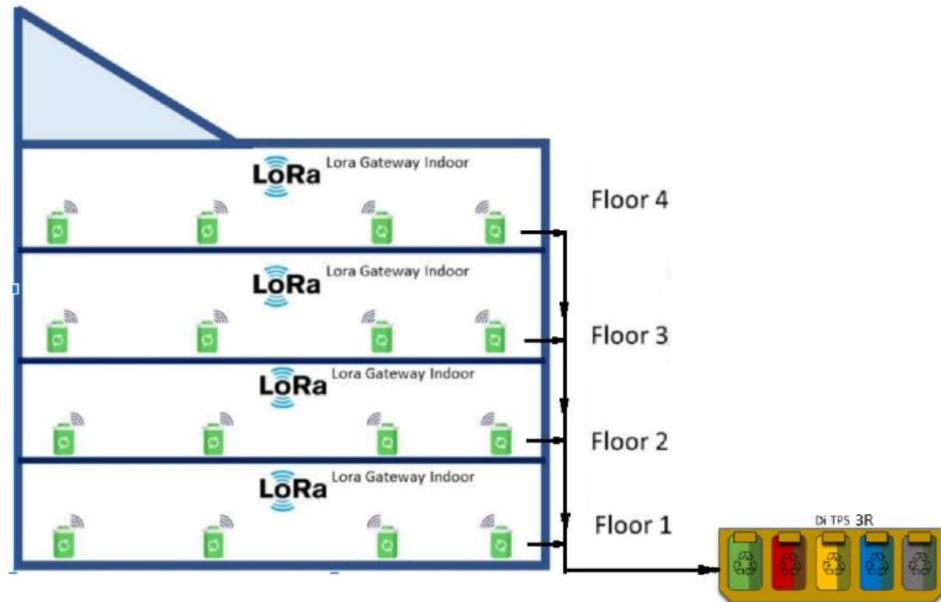


Arsitektur sistem control pengelolaan air limbah pada unit pengumpulan

13. Sistem Pengelolaan Sampah

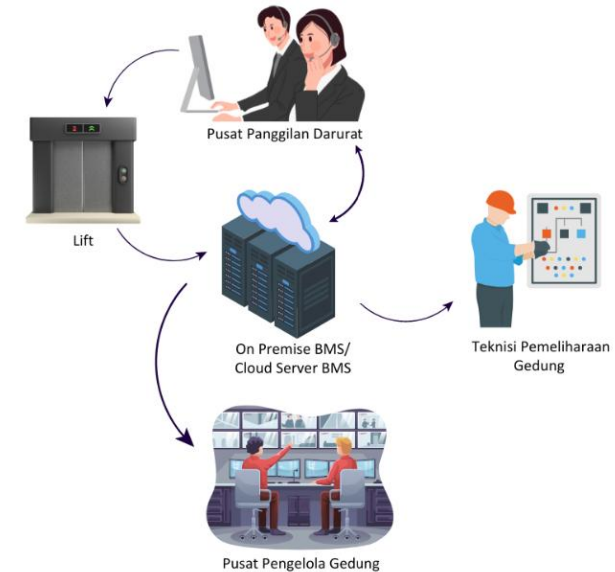


Implementasi Smart Bin

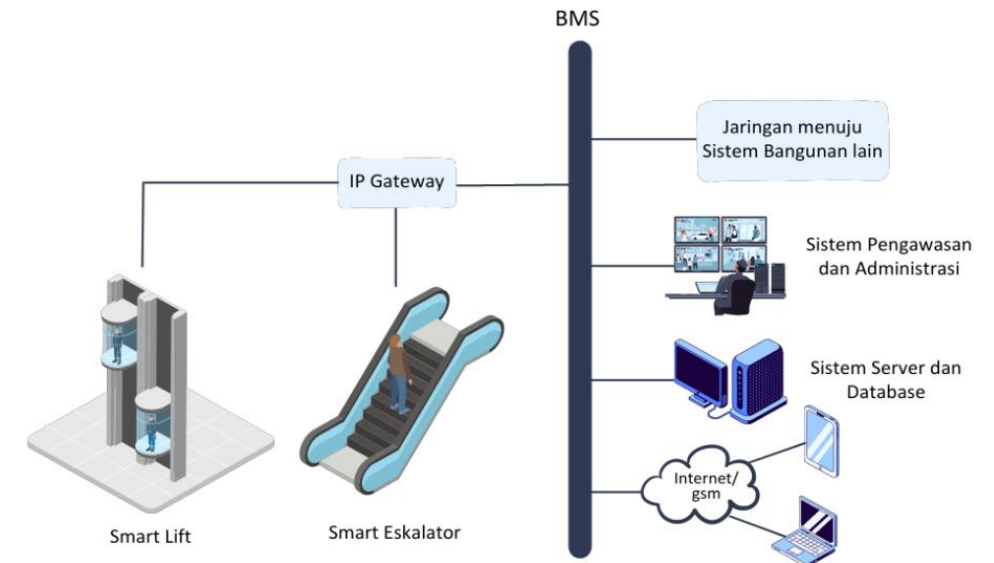


Arsitektur Sistem Jaringan Low Range untuk Smart Bin

14. Sistem Transportasi dalam Gedung



Sistem pemantauan transportasi dalam gedung

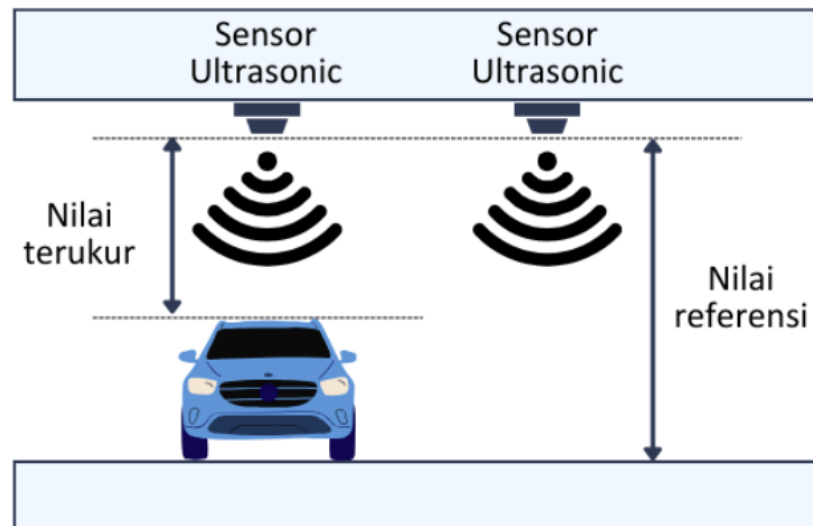


Sistem cerdas transportasi dalam gedung

15. Sistem Parkir

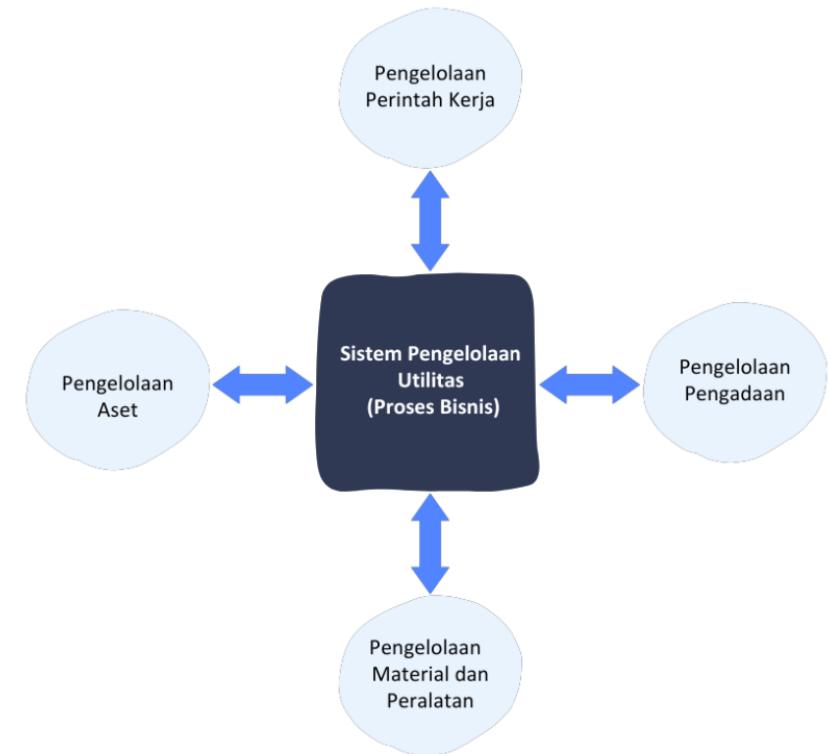


Prinsip kerja sistem parker cerdas



Cara kerja sensor ultrasonik untuk sistem parker cerdas

16. Sistem Pengelolaan Utilitas



Skema kerja sistem pengelolaan utilitas

Implementasi BGC di IKN: Gedung dan Kawasan Kantor Kementerian Koordinator 3

Sistem Kelistrikan
Pencatatan penggunaan listrik,
monitor status panel



Sistem Pencahayaan
Otomatisasi lampu penerangan
menggunakan sensor cahaya, gerak
dan kontrol via BMS



Sistem Alarm Kebencanaan
Sistem alarm, deteksi kebakaran
menggunakan detektor panas dan
asap, dan alat pemadam api otomatis



Sistem Kamera Pengawas
Pengawasan video secara live 24 jam
dari semua area Kantor KEMENKO



Sistem Kontrol Akses
Sistem kontrol Pengendalian pintu pintu
dan titik akses secara otomatis dari
pusat control.



Sistem Air Limbah
Untuk mengamati status pengelolaan air
limbah serta pencatatan penggunaan air
hasil daur ulang.



Sistem Air Minum
Untuk mengamati Kapasitas tangki air &
status pompa serta pencatatan
penggunaan air minum



Sistem Pengondisian Udara
Penggunaan sistem pendinginan udara
AHU, VAV terintegrasi dengan BMS



Penerapan Building Management System (BMS)
Sistem BMS (Building Management System) akan mengamati
status dan merekam fungsi dari peralatan MEP seperti
penjadwalan, optimasi dan efisiensi energi listrik,
pemberitahuan dini kondisi darurat, monitor kinerja,
pengaturan dan perawatan peralatan MEP.

MATRIKS IMPLEMENTASI ELEMEN BGC UNTUK BGN

Elemen BGC	Klasifikasi BGN		
	Sederhana	Tidak Sederhana	Khusus
1. Sistem Alarm Kebencanaan dan Pemberitahuan Massal	W	W	W
2. Sistem Kamera Pengawas	S	W	W
3. Sistem Kontrol Akses	S	W	W
4. Sistem Distribusi Video dan Papan Informasi Digital	S	S	D
5. Sistem Audio Visual	S	S	D
6. Sistem Jaringan Akses Kabel dan Antena Terdistribusi	S	S	S
7. Sistem Kelistrikan	W	W	W
8. Sistem Pencahayaan	W	W	W
9. Sistem Pengondisian Udara	S	W ¹⁾	W ¹⁾
10. Sistem Ventilasi	S	D	D
11. Sistem Penyediaan Air Minum	S	W ³⁾	W
12. Sistem Pengelolaan Air Limbah	S	W ³⁾	W
13. Sistem Pengelolaan Sampah	S	W ³⁾	W
14. Sistem Transportasi dalam Gedung	S	D ²⁾	D ²⁾
15. Sistem Parkir	S	S	S
16. Sistem Pengelolaan Utilitas	S	D	D

W : Wajib untuk diimplementasikan
D : Disarankan untuk diimplementasikan
S : Sukarela untuk diimplementasikan

Catatan:

- 1) Hanya berlaku untuk BG dengan Sistem AC *centralized*.
- 2) Hanya berlaku untuk BG bertingkat tinggi atau lebih.
- 3) Hanya berlaku untuk BGN tidak sederhana berupa bangunan gedung kantor dan BGN lainnya dengan jumlah lantai lebih dari 2 (dua) lantai dan/atau luas lebih dari 500 m²

MATRIKS IMPLEMENTASI ELEMEN BGC UNTUK BANGUNAN GEDUNG SELAIN BGN

Elemen BGC	Klasifikasi Bangunan Gedung												
	1a	1b	2	3	4	5	6	7	8	9a	9b	10a	10b
1. Sistem Alarm dan Pemberitahuan Massal	W	W	W	W ³⁾	W	W	W	W	W	W	W	S	S
2. Sistem Kamera Pengawas	D	D	D	W ²⁽³⁾	W ²⁾	W ²⁾	S	S	S	D	S	S	S
3. Sistem Kontrol Akses	D	D	D	W ²⁽³⁾	W ²⁾	W ²⁾	S	S	S	D	S	S	S
4. Sistem Distribusi Video dan Papan Informasi Digital	S	S	S	S	S	D	D ⁵⁾	S	S	D	D ⁷⁾	S	S
5. Sistem Audio Visual	S	S	S	S	S	D	S	S	S	S	D ⁹⁾	S	S
6. Sistem Jaringan Kabel Akses dan Antena Terdistribusi	S	S	S	S	S	D	S	S	S	D ⁶⁾	S	S	S
7. Sistem Kelistrikan	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	S	S
8. Sistem Pencahayaan	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	S	S
9. Sistem Pengondisian Udara	D	D	D	W ¹⁾	W ¹⁾	W ¹⁾	W ¹⁾	W ¹⁾	W ¹⁾	W ¹⁾	W ¹⁾	S	S
10. Sistem Ventilasi	S	S	S	S	S	W ²⁾	S	S	S	W ⁶⁾	D ⁷⁾	S	S
11. Sistem Penyediaan Air Minum	D	D	D	D ³⁾	W ⁴⁾	W ²⁾	D	S	D	D	D	S	S
12. Sistem Pengelolaan Air Limbah	D	D	D	D ³⁾	W ⁴⁾	W ²⁾	D	S	D	D	D	S	S
13. Sistem Pengelolaan Sampah	D	D	D	D ³⁾	W ⁴⁾	W ²⁾	W ⁵⁾	S	D	D	D	S	S
14. Sistem Transportasi dalam Gedung	S	S	S	W ⁸⁾	W ⁸⁾	W ⁸⁾	S	S	S	W ⁸⁾	S	S	S
15. Sistem Parkir	D	D	D	D ³⁾	D	D	D ⁵⁾	S	S	D ⁶⁾	S	S	S
16. Sistem Pengelolaan Utilitas	D	D	D	D ³⁾	D	D	D ⁵⁾	S	S	D ⁶⁾	S	S	S

W : Wajib untuk diimplementasikan
D : Disarankan untuk diimplementasikan
S : Sukarela untuk diimplementasikan

Catatan:

- 1) Hanya berlaku untuk BG dengan AC *centralized*.
- 2) Hanya berlaku untuk BG bertingkat tinggi atau lebih.
- 3) Hanya berlaku untuk hotel.
- 4) Hanya berlaku untuk *mixed-use* apartment.
- 5) Hanya berlaku untuk *shopping mall*.
- 6) Hanya berlaku untuk Rumah Sakit Tipe A & B.
- 7) Hanya berlaku untuk museum, gedung pertemuan besar, gedung pameran.
- 8) Hanya untuk BG > 15 lantai.
- 9) Hanya untuk perguruan tinggi dan sekolah khusus.

Pedoman Bangunan Cerdas Nusantara



Konteks Pembangunan Berkelanjutan di Nusantara



4. Rendah Emisi Karbon

4.2 60% penghematan energi untuk konservasi energi dalam gedung



5. Sirkuler dan Tangguh

5.2 60% daur ulang timbulan limbah padat di tahun 2045

5.3 100% air limbah akan diolah melalui sistem pengolahan pada tahun 2035



7. Nyaman dan Efisien melalui Teknologi

7.2 100% konektivitas digital dan ICT untuk semua penduduk dan bisnis

KPI yang berhubungan dengan penerapan Smart Building di Nusantara

Sektor yang memperoleh manfaat:

• Ekonomi

Pengelolaan sumber daya berkelanjutan tidak hanya tentang konservasi lingkungan, tetapi juga mencakup keberlanjutan ekonomi. Bangunan cerdas dapat menerapkan berbagai strategi untuk mencapai keberlanjutan ekonomi sekaligus mempromosikan pelestarian lingkungan.

• Teknologi

Penerapan teknologi dapat memperoleh adanya sistem pemantauan dan analisis berbasis permintaan dan prediktif. Selain itu, otomasi pengambilan keputusan dan cloud computing/virtualisasi dapat juga dicapai

Manajemen Sumber Daya Berkelanjutan

Manajemen Energi

Sistem EBT	Sistem HVAC Hemat Energi
Efisiensi Pencahayaan	Monitoring, Pemantauan, Manajemen, dan Analisis

Manajemen Udara

Sistem Ventilasi Efisien	Monitoring Kualitas Udara
Perawatan dan Pembersihan yang Tepat	Sistem Pemurnian Udara

Manajemen Air

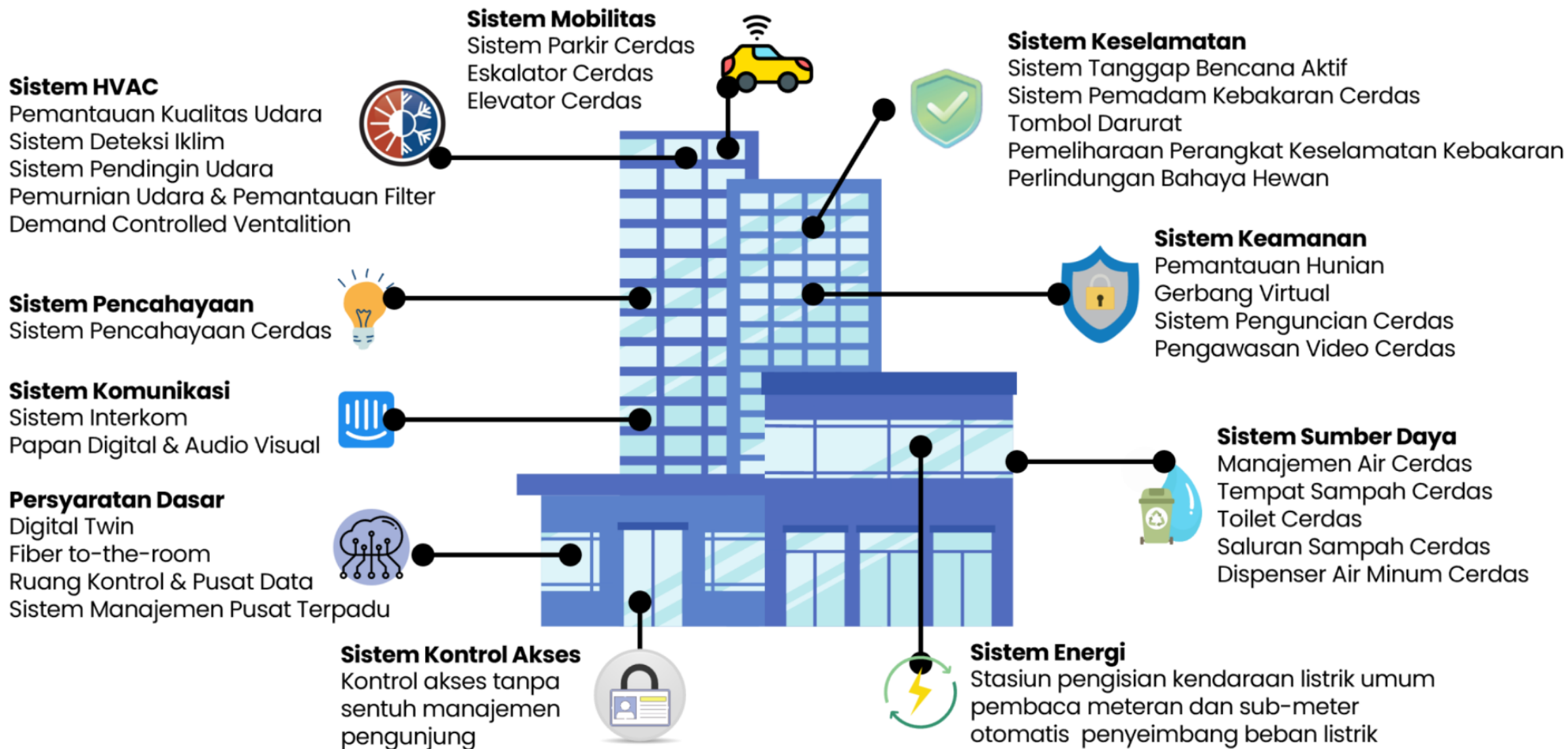
Daur Ulang Air	Pengolahan Air Hujan
Perlengkapan Peralatan Saniter	Sistem Deteksi Kebocoran

Persyaratan Dasar dan Sistem Cerdas BGC Nusantara

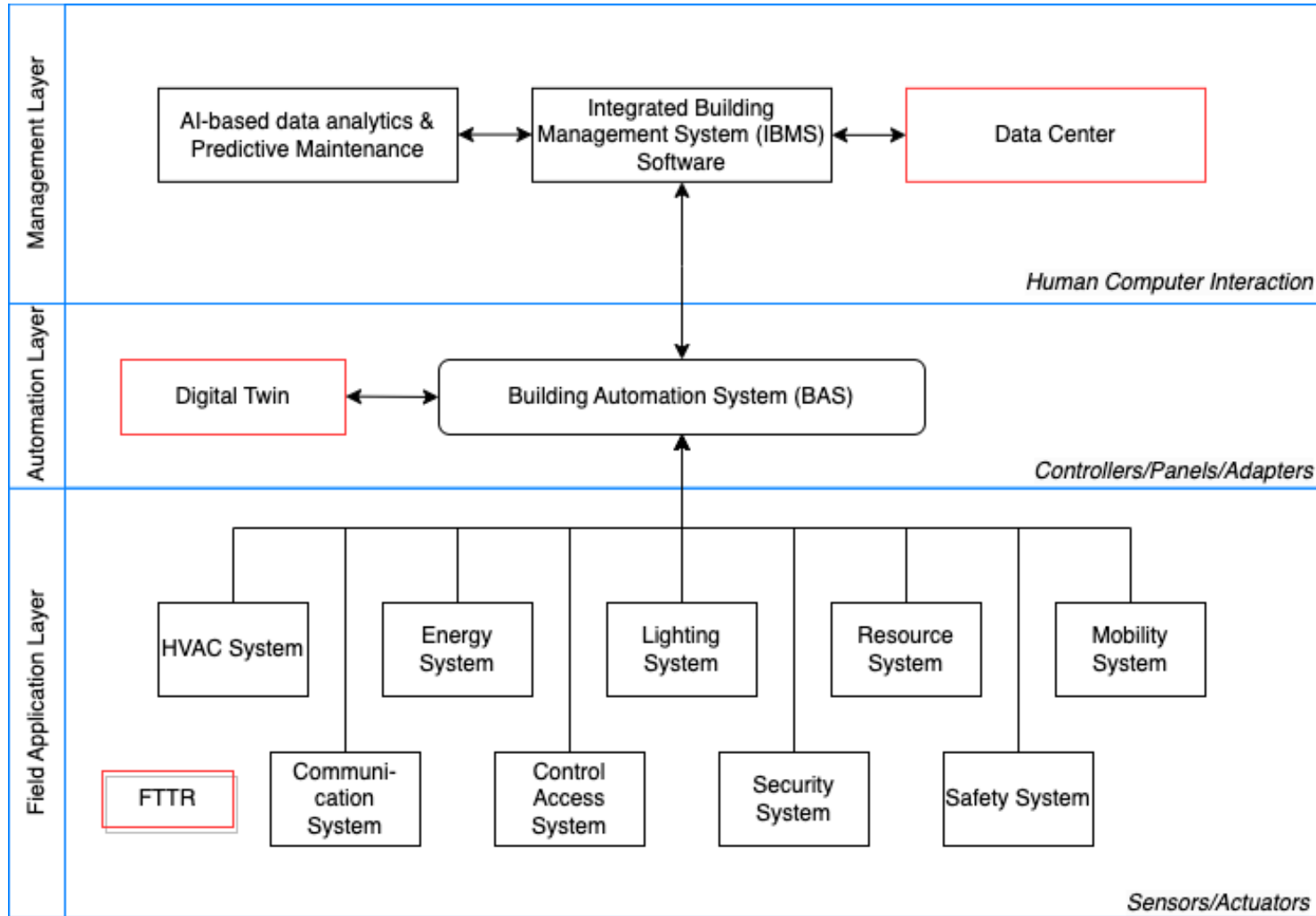


PERSYARATAN DASAR • Sistem Manajemen Gedung Terpadu • Ruang Kontrol dan Pusat Data • Fiber-to-the-Room (FTTR) • Digital Twin	SISTEM KOMUNIKASI • Sistem Interkom • Papan Digital & Audio Visual	SISTEM KONTROL AKSES • Kontrol Akses Tanpa Sentuh • Manajemen Pengunjung	SISTEM PENCAHAYAAN • Sistem Pencahayaan Cerdas	SISTEM MOBILITAS • Eskalator dan Auto Walk Cerdas • Elevator Cerdas • Sistem Parkir Cerdas
SISTEM SUMBER DAYA • Manajemen Air Cerdas • Dispenser Air Minum Cerdas • Saluran Sampah Cerdas • Tempat Sampah Cerdas • Toilet Cerdas	SISTEM KEAMANAN • Pengawasan Video Cerdas • Sistem Penguncian Cerdas • Gerbang Virtual • Pemantauan Hunian	SISTEM HVAC • Pemantauan Kualitas Udara • Sistem Pendingin Udara • Pemurnian Udara dan Pemantauan Filter • Demand Controlled Ventilation • Sistem Deteksi Iklim	SISTEM ENERGI • Pembaca Meter Otomatis • Pembaca Sub-meter Otomatis • Penyeimbangan Beban Listrik	SISTEM KESELAMATAN • Sistem Tanggap Bencana Aktif • Sistem Pemadam Kebakaran Cerdas • Tombol Darurat • Pemeliharaan Perangkat Keselamatan Kebakaran • Perlindungan Bahaya Hewan

Sistem BGC Nusantara



Integrated BMS

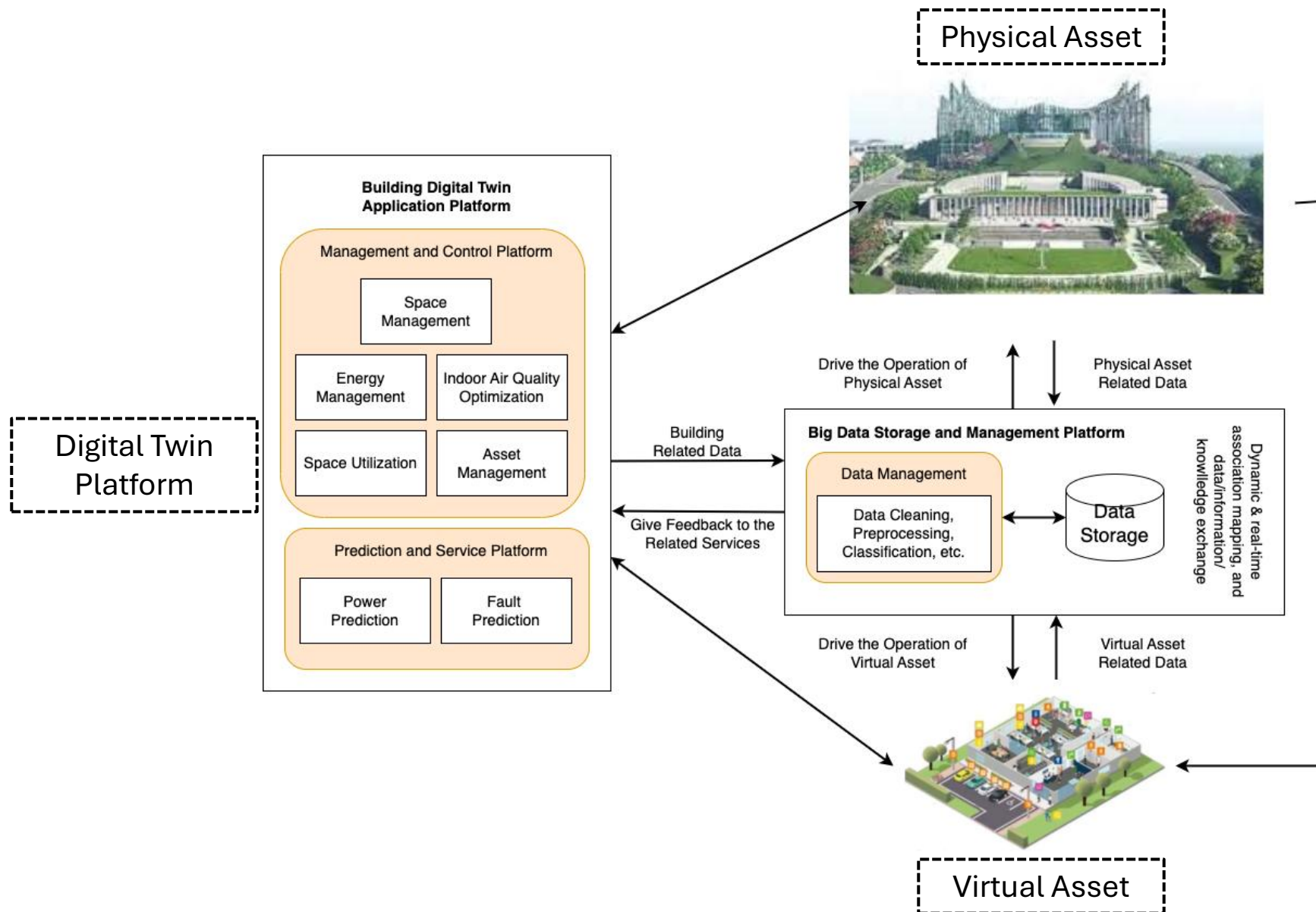


Lapisan Otomasi berfungsi sebagai pusat saraf bangunan cerdas, menyatukan berbagai pengontrol, panel, dan adaptor yang secara harmonis menghubungkan dan mengatur semua sistem yang saling terhubung.

BAS (Building Automation System) sangat penting dalam memungkinkan Lapisan Otomasi berfungsi secara efektif.

Gateway menghubungkan beragam sistem bangunan pintar di **Lapisan Aplikasi Lapangan**, yang mencakup sistem HVAC, sistem energi, sistem pencahayaan, sistem sumber daya, sistem mobilitas, sistem komunikasi, sistem akses kontrol, sistem keamanan dan keselamatan.

Digital Twin untuk BGC



Matriks Fitur Bangunan Cerdas Berdasarkan Klasifikasi BGN

Fitur	Klasifikasi BGN		
	Sederhana	Tidak Sederhana	Khusus
Sistem Manajemen Gedung Terpadu	✓	✓	✓
Ruang Kontrol dan Pusat Data		✓	✓
Fiber-to-the-Room (FTTR)	✓	✓	✓
Digital Twin		✓	✓
Kontrol Akses Tanpa Sentuh	+	✓	✓
Manajemen Pengunjung		+	✓
Sistem Interkom	+	✓	✓
Papan (.Signage) Digital & Audio Visual		+	✓
Pembaca Meter Otomatis	✓	✓	✓
Pembaca Sub-Meter Otomatis	+	+	+
Penyeimbang Beban Listrik	✓	✓	✓
Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Umum		✓	✓
Sistem Tanggap Bencana Aktif	+	✓	✓
Sistem Pemadam Kebakaran Cerdas	✓	✓	✓
Tombol Darurat	+	✓	✓
Pemeliharaan Perangkat Keselamatan Kebakaran		+	+
Perlindungan Bahaya Hewan	+	+	+
Pemantauan Kualitas Udara	✓	✓	✓
Sistem Pendingin Udara	✓	✓	✓
Pemurnian Udara dan Pemantauan Filter	✓	✓	✓
Ventilasi Berbasis Permintaan (DCV)	✓	✓	✓
Sistem Deteksi iklim	✓	✓	✓
Sistem Pencahayaan Cerdas	✓	✓	✓
Eskalator dan/atau Autowalk Cerdas		✓	+
Elevator Cerdas		✓	✓
Sistem Parkir Cerdas		+	+
Pengawasan Video Cerdas	✓	✓	✓
Sistem Penguncian Cerdas	✓	✓	✓
Gerbang Virtual		+	+
Pemantauan Hunian	+	✓	✓
Pengelolaan Air Cerdas	✓	✓	✓
Dispenser Air Minum Cerdas		+	+
Saluran Limbah Cerdas		✓	✓
Tempat Sampah Cerdas	+	+	✓
Toilet Cerdas	+	+	+

✓ = Wajib diimplementasikan

+ = Disarankan untuk diimplementasikan

Matriks Fitur Bangunan Cerdas Berdasarkan Klasifikasi Non-BGN

Fitur	Klasifikasi Non-BGN									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Sistem Manajemen Gedung Terpadu	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Ruang Kontrol dan Pusat Data				✓	✓			+	+	
Fiber-to-the-Room (FTTR)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	+
Digital Twin				✓	✓			+	+	
Kontrol Akses Tanpa Sentuh	+	+	+	✓	✓			✓	✓	+
Manajemen Pengunjung			+	+	+			+	✓	+
Sistem Interkom	+	+	+	✓	✓			+	✓	+
Papan (.Signage) Digital & Audio Visual				+	+	+		+	✓	
Pembaca Meter Otomatis	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Pembaca Sub-Meter Otomatis	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Penyeimbang Beban Listrik	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Umum				✓	✓		+		✓	+
Sistem Tanggap Bencana Aktif	+	+	+	✓	✓	+	+	✓	✓	+
Sistem Pemadam Kebakaran Cerdas	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Tombol Darurat	+	+	+	✓	✓	✓	+	✓	✓	+
Pemeliharaan Perangkat Keselamatan Kebakaran				+	+			+	+	
Perlindungan Bahaya Hewan	+	+	+	+	+	+			+	
Pemantauan Kualitas Udara Dalam dan Luar Ruangan	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Sistem Pendingin Udara	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Pemurnian Udara dan Pemantauan Filter	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Ventilasi Berbasis Permintaan (DCV)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Sistem Deteksi iklim	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Sistem Pencahayaan Cerdas	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Eskalator dan/atau Autowalk Cerdas				✓	✓				+	
Elevator Cerdas				✓	✓				✓	
Sistem Parkir Cerdas				+	+		+		+	+
Pengawasan Video Cerdas	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Sistem Penguncian Cerdas	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	+
Gerbang Virtual				+	+				+	
Pemantauan Hunian	+	+	+	✓	✓	+	+	+	✓	+
Pengelolaan Air Cerdas	✓	✓	✓	✓	✓	✓	+	✓	✓	+
Dispenser Air Minum Cerdas				+	+				+	
Saluran Limbah Cerdas				✓	✓				✓	
Tempat Sampah Cerdas	+	+	+	+	+	+		+	✓	+
Toilet Cerdas	+	+	+	+	+	+		+	✓	

✓ = Wajib diimplementasikan

+ = Disarankan untuk diimplementasikan



Terima Kasih

mustika.s@ui.ac.id